No.

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

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

東二
CR(5)
10-001

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

平成 22 年 1 月

独立行政法人　国際協力機構 **(JICA)**

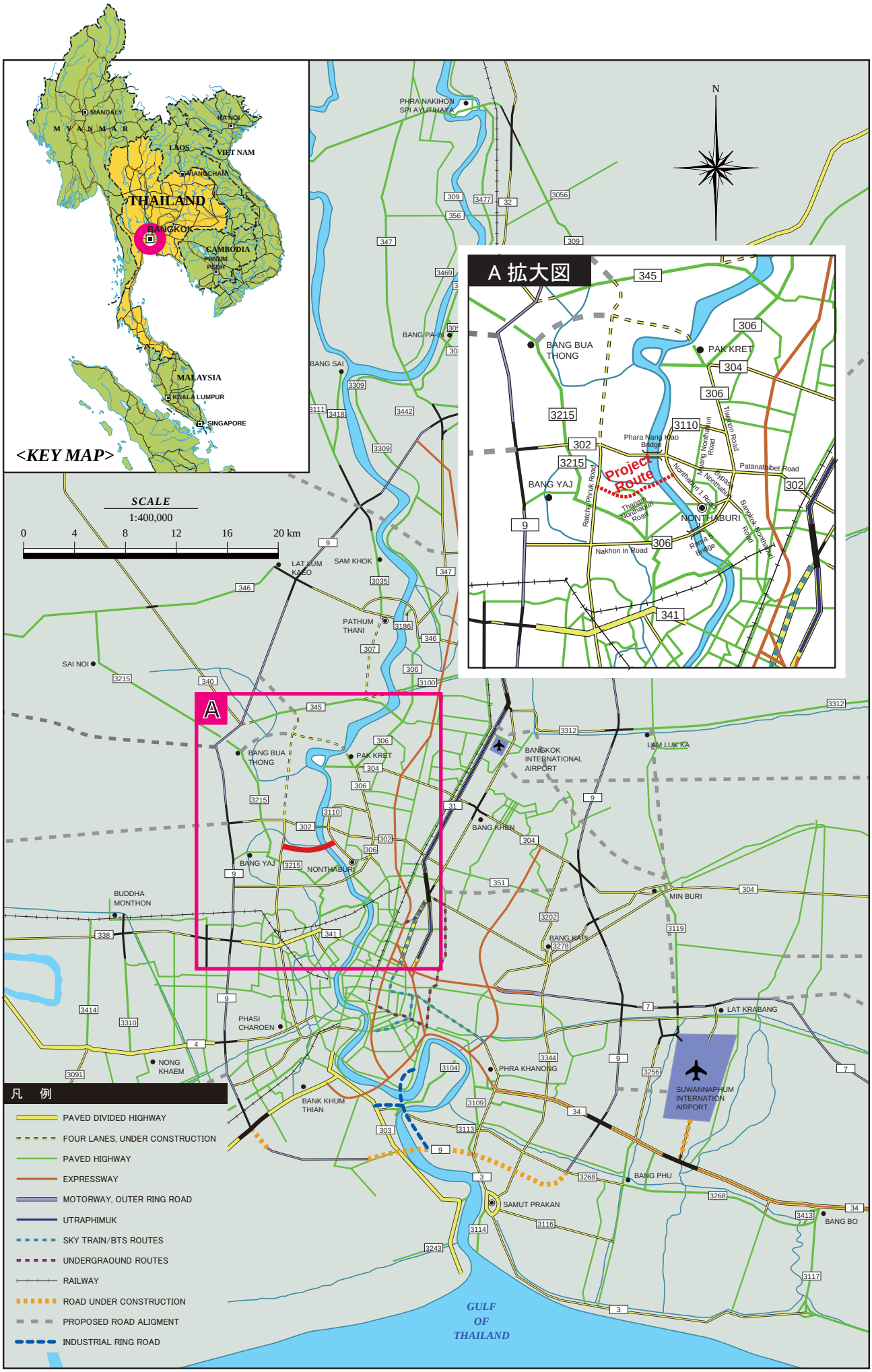
日本工営株式会社
株式会社　長大

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


<KEY MAP>
MANDALY
M Y A N M A R
HANOI
LAOS
VIET NAM
VIANCHAM
THAILAND
BANGKOK
CAMBODIA
PHNUM PENH
MALAYSIA
KUALA LUMPUR
SINGAPORE
SCALE
1:400,000
0 4 8 12 16 20 km
N
A 拡大図
BANG BUA THONG
PAK KRET
BANG YAJ
NONTHABURI
Project Route
Phara Nang Klao Bridge
Ratchaphruk Road
Thanon Nonthaburi Road
Nonthaburi 1 Road
Bypass Nonthaburi
Tiwanon Road
Patanathibet Road
Bangkok Nonthaburi Road
Nakhon In Road
Rama 5 Bridge
A
PHRA NAKHON SRI AYUTHAYA
BANG PA-IN
BANG SAI
LAT LUM KAEO
SAM KHOK
PATHUM THANI
SAI NOI
BANGKOK INTERNATIONAL AIRPORT
LAM LUK KA
BANG KHEN
BUDDHA MONTHON
MIN BURI
BANG KAPI
LAT KRABANG
PHASI CHAROEN
NONG KHAEM
PHRA KHANONG
BANK KHUM THIAN
SUWANNAPHUM INTERNATION AIRPORT
BANG PHU
SAMUT PRAKAN
BANG BO
GULF OF THAILAND
凡 例
PAVED DIVIDED HIGHWAY
FOUR LANES, UNDER CONSTRUCTION
PAVED HIGHWAY
EXPRESSWAY
MOTORWAY, OUTER RING ROAD
UTRAPHIMUK
SKY TRAIN/BTS ROUTES
UNDERGRAOUND ROUTES
RAILWAY
ROAD UNDER CONSTRUCTION
PROPOSED ROAD ALIGMENT
INDUSTRIAL RING ROAD

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

目　次

調査位置図
目次
略語集
要旨

第 1 章　序章 1-1
1.1　調査の背景 1-1
1.1.1　バンコク首都圏 の道路・橋梁整備 1-1
1.1.2　チャオプラヤ川の架橋群と我が国の ODA 事業 1-2
1.1.3　「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業」 1-4
1.2　調査の目的 1-6
1.3　調査対象地域 1-6
第 2 章　本事業の必要性と背景 2-1
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 2-1
2.1.1　概況 2-1
2.1.2　道路･橋梁現況 2-1
2.1.3　道路交通現況 2-5
2.1.4　道路･橋梁セクターの課題 2-7
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 2-8
2.2.1　バンコク首都圏における道路、橋梁セクターに係る政策 2-8
2.2.2　道路橋梁セクターにおける関連計画との整合性 2-9
2.2.3　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 2-10
2.2.4　地域計画との整合性 2-13
2.2.5　事業の必要性 2-16
2.3　交通需要予測のレビュー 2-17
2.3.1　既存のフィージビリティ調査の概要 2-17
2.3.2　補足交通調査 2-21
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 2-30
2.4.1　過去のチャオプラヤ架橋と都市の拡大・発展 2-31
2.4.2　定量的効果 2-36
2.4.3　定性的評価 2-41
2.5　本事業を踏まえた地域開発計画の検討 2-50
2.5.1　地域開発計画検討の目的と対象 2-50

2.5.2 上位関連計画 2-51
2.5.3 計画対象地区の地域開発計画 2-52

第 3 章 事業概要 3-1
3.1 事業の目的 3-1
3.2 事業概要 3-1
3.2.1 事業の概要 3-1
3.2.2 工事の工区分け 3-2
3.2.3 プロジェクト事業費 3-2
3.2.4 円借款に係る工事の概要 3-3
3.3 事業費および財源調達計画 3-3
3.3.1 既存設計のレビュー 3-3
3.3.2 施工計画のレビュー 3-13
3.3.3 調達計画のレビュー 3-15
3.3.4 建設費のレビューと見直し 3-16
3.3.5 DRR と合意した設計変更及び建設費確認 3-19
3.3.6 事業実施スケジュールのレビュー 3-20
3.3.7 資金計画のレビュー 3-21

第 4 章 事業実施体制および運営･維持管理体制 4-1
4.1 実施機関 4-1
4.1.1 組織 4-1
4.1.2 実施機関の能力 4-2
4.2 運営･維持管理体制 4-3
4.2.1 地方道路局の運営･維持管理体制 4-3
4.2.2 運営･維持管理の課題 4-9
4.2.3 運営･維持管理計画 4-10

第 5 章 事業評価 5-1
5.1 概要 5-1
5.2 定量的効果 5-1
5.3 定性的効果 5-5
5.4 運用・効果指標 5-6

第 6 章 環境社会配慮確認 6-1
6.1 EIA のレビュー 6-1
6.1.1 環境社会配慮確認の概要 6-1
6.1.2 環境の現況 6-2
6.1.3 予測結果と環境対策のレビュー 6-10
6.2 土地取得状況と住民移転の確認 6-13

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
7.1 ODA で整備された橋梁の予備調査 7-1

7.2 予備調査結果 7-1
7.2.1 橋梁の状態調査 7-1
7.2.2 維持管理機関への聞き取り調査 7-4

第 8 章 我が国の技術支援に係る提案 8-1
8.1 事業実施中の技術支援 8-1
8.1.1 技術支援の必要性 8-1
8.1.2 施工監理段階での技術支援方針 8-2
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 8-2
8.2.1 技術支援の必要性 8-2
8.2.2 技術支援の方針 8-4
8.3 DOH の橋梁維持管理システム構築に係る技術支援 8-5
8.3.1 技術支援の必要性 8-5
8.3.2 DOH のデータ・ベースの課題 8-6
8.3.3 DOH 道路図 8-7

第 9 章 結論と提言 9-1
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 9-1
9.2 本事業の内容の妥当性の確認 9-1
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 9-2
9.4 今後の我が国からの技術支援への提言 9-3

付録:

付録 - 1 2009 年 10 月時点のバンコク首都圏におけるチャオプラヤ架橋群（完成分）
付録 - 2 建設費の内訳
付録 - 3 環境チェックリストおよび環境モニタリングフォーム案
付録 - 4 BMR における現況及び実施中の道路プロジェクト
付録 - 5 Annual Fund Requirement
付録 - 6 事業者へのインタビュー調査結果
付録 - 7 橋梁補修･補強調査　現地調査活動報告
付録 - 8 橋梁目視調査票

図リスト

図 1.1.1 バンコク首都圏 1-1
図 1.1.2 チャオプラヤ川架橋群及び本事業の架橋地点 1-3
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 1-5
図 1.3.1 調査対象地域 1-7
図 2.1.1 チャオプラヤ川に架かる橋梁位置図 2-4
図 2.1.2 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 2-6
図 2.2.1 本事業とパープルラインのポルンサワン駅との位置関係 2-9
図 2.2.2 DRR の道路延伸構想 2-10
図 2.2.3 2010 年開始予定の IBRD と ADB の DOH への協力プロジェクト 2-11
図 2.2.4 バンコク首都圏の将来像 2-15
図 2.3.1 土地利用計画図(BMR) 2-18
図 2.3.2 BMR における現況及び実施中の道路プロジェクト 2-18
図 2.3.3 MRT 計画図 2-19
図 2.3.4 実測交通量と配分交通量（モデル値）との比較 2-20
図 2.3.5 調査地点位置図 2-22
図 2.3.6 調査地点状況(1/2) 2-23
図 2.3.7 調査地点状況(2/2) 2-24
図 2.3.8 調査ルート位置図 2-28
図 2.4.1 バンコクにおける都市の拡大 (1/2) （1900 年～1958 年） 2-33
図 2.4.2 バンコクにおける都市の拡大 (2/2) （1968 年～2004 年） 2-34
図 2.4.3 2004 年のバンコク（Landsat） 2-35
図 2.4.4 チャオプラヤ川周辺地域の人口増加率 2-42
図 2.4.5 チャオプラヤ川周辺地域の雇用者数増加率 2-43
図 2.4.6 チャオプラヤ川周辺地域の住宅数増加率 2-44
図 2.4.7 チャオプラヤ川周辺地域の企業数増加率 2-44
図 2.4.8 事業者インタビュー調査の実施地区 2-46
図 2.4.9 本事業（左）及び既存橋梁（右）に対する集計結果 2-47
図 2.4.10 地区別の効果の調査結果 2-48
図 2.5.1 計画対象地区：ノンタブリ県のノンタブリ地区 2-50
図 2.5.2 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） 2-52
図 2.5.3 ノンタブリ県の地区区分（本調査の 8 区分） 2-53
図 2.5.4 ノンタブリ県の地区別の人口及び面積の割合 2-54
図 2.5.5 ノンタブリ県及び BMA の地域構造と制約要因 2-56
図 2.5.6 ノンタブリ県の人口フレーム 2-57
図 2.5.7 ノンタブリ県の今後の都市構造 2-59
図 2.5.8 ノンタブリ県の土地利用計画（案） 2-61
図 2.5.9 ノンタブリ県の地域開発計画（案）～次期コンプリヘンシブ･プラン（案）～ 2-62
図 2.5.10 計画対象地区（ノンタブリ地区）の地域開発計画（案） 2-63
図 3.2.1 本事業の計画図 3-1

図 3.3.1 河川条件及び橋長 3-4
図 3.3.2 橋梁一般図 3-5
図 3.3.3 桁と橋脚の結合部 3-10
図 3.3.4 パイルキャップに配置された PC 鋼材 3-11
図 3.3.5 インターチェンジ部の縦方向目地 3-12
図 3.3.6 架設桟橋の概略図 3-14
図 3.3.7 張出架設時の架設鋼棒 3-14
図 4.1.1 DRR 組織図 4-2
図 4.1.2 プロジェクト建設時実施体制 4-3
図 4.2.1 DRR 維持管理事務所および管理道路･橋梁位置図 4-6
図 5.2.1 ケース 1：地点 A – 地点 E 間(Phra Nang Klao 橋経由、Rama V 橋経由との比較では大きな時間節約は現況では無し) 5-1
図 5.2.2 ケース 2：地点 R – 地点 J(ノンタブリ県中心地) 間 (約 6 分の節約) 5-2
図 5.2.3 ケース 3：地点 P – 地点 J 間 (約 8 分の節約) 5-2
図 6.1.1 水質調査サンプリング状況 6-4
図 6.1.2 大気質、騒音、振動の調査地点状況 6-6
図 6.1.3 ノンタブリ県の大気汚染状況の変化 (2005-2009 の月平均値) 6-7
図 6.1.4 ノンタブリ県の大気汚染状況（環境基準との比較 (2005-2008)） 6-8
図 6.1.5 計画道路が中小河川と交差する地点 6-10
図 8.3.1 DOH が管理する国道網 8-7

表リスト

表 2.1.1 道路種別と道路管理者 2-1
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) 2-2
表 2.1.3 バンコク都の道路率の推移 2-2
表 2.1.4 チャオプラヤ川に架かる橋梁の概要 2-3
表 2.1.5 都市間高速道路事業計画 2-5
表 2.1.6 バンコク都の自動車登録台数の推移 (千台) 2-5
表 2.1.7 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) 2-6
表 2.1.8 チャオプラヤ川橋梁の交通量の推移 2-7
表 2.2.1 WB (IBRD)からの DOH の道路プロジェクト一覧（直近 20 年間） 2-12
表 2.2.2 ADB からの DOH の道路プロジェクト一覧（直近 20 年間） 2-13
表 2.2.3 本架橋計画と地域計画の整合性 2-16
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/hour) 2-21
表 2.3.2 車種区分 2-22
表 2.3.3 調査地点概要 2-22
表 2.3.4 PCU 換算係数 2-24
表 2.3.5 車種別方向別交通量(Ｍ１：Ratcha Phruk Road) 2-25
表 2.3.6 車種別方向別交通量(Ｍ２：Rattanathibet (Pranang Klao Bridge)) 2-25
表 2.3.7 車種別方向別交通量(Ｍ３：Rama V Bridge) 2-26
表 2.3.8 車種別方向別交通量(Ｍ４：Bypass Nonthaburi) 2-26
表 2.3.9 車種別方向別交通量(Ｍ５：Nonthaburi 1) 2-26
表 2.3.10 F/S 調査による交通量との比較(朝ピーク 7:00-8:00) 2-27
表 2.3.11 F/S 調査との混雑度の比較(朝ピーク 7:00-8:00) 2-27
表 2.3.12 調査ルートおよび走行ルート 2-28
表 2.3.13 走行速度調査結果一覧 2-29
表 2.3.14 走行速度調査結果(Ratcha Phruk Road) 2-29
表 2.3.15 走行速度調査結果(Rattanathibet (Pranang Klao Bridge) 2-29
表 2.3.16 走行速度調査結果(Nakhon-In Road(Rama V Bridge)) 2-30
表 2.3.17 走行速度調査結果(Bypass Nonthaburi Road) 2-30
表 2.3.18 走行速度調査結果(Nonthaburi 1 Road) 2-30
表 2.4.1 バンコク首都圏の架橋時期 2-31
表 2.4.2 使用した交通量の出典データ (1/2) 2-37
表 2.4.3 使用した交通量の出典データ (2/2) 2-38
表 2.4.4 チャオプラヤ川既存橋梁の交通量推移 (1/3) 2-39
表 2.4.5 チャオプラヤ川既存橋梁の交通量推移 (2/3) 2-39
表 2.4.6 チャオプラヤ川既存橋梁の交通量推移 (3/3) 2-39
表 2.4.7 チャオプラヤ川既存橋梁の混雑度推移 (1/3) 2-40
表 2.4.8 チャオプラヤ川既存橋梁の混雑度推移 (2/3) 2-40

表 2.4.9 チャオプラヤ川既存橋梁の混雑度推移 (3/3)....2-40
表 2.4.10 チャオプラヤ川既存橋梁の経済評価....2-41
表 2.4.11 チャオプラヤ川周辺地域の人口の推移 (‘000)....2-42
表 2.4.12 チャオプラヤ川周辺地域の雇用者数の推移....2-43
表 2.4.13 チャオプラヤ川周辺地域の住宅数の推移 (‘000)....2-43
表 2.4.14 チャオプラヤ川周辺地域の企業数の推移....2-44
表 2.4.15 事業者インタビュー調査の実施地区....2-45
表 2.4.16 事業者インタビュー調査の質問項目....2-45
表 2.4.17 地元自治体・関係機関へのインタビュー調査対象者....2-49
表 2.5.1 バンコク首都圏の人口予測(見直し)....2-51
表 2.5.2 ノンタブリ県の人口推移（1990-2007）....2-53
表 2.5.3 ノンタブリ県の地区別の人口推移（1990-2007）....2-54
表 2.5.4 ノンタブリ県の地区別の人口増加率....2-55
表 2.5.5 ノンタブリ県の地区別の人口フレーム（想定案）....2-58
表 2.5.6 各地区における用途地区の配分（概算）....2-60
表 3.3.1 構造諸元の照査....3-6
表 3.3.2 斜材の安全率....3-6
表 3.3.3 活荷重による斜材の変動応力....3-7
表 3.3.4 各斜材の安全率....3-7
表 3.3.5 断面構成の比較....3-8
表 3.3.6 大容量の斜材にサドル構造を採用した実績....3-9
表 3.3.7 主な橋梁の概要....3-15
表 3.3.8 海外からの調達資材....3-15
表 3.3.9 斜張橋を経験したコンサルタント及び施工業者のリスト....3-16
表 3.3.10 レビュー後の追加工事費....3-18
表 3.3.12 主橋梁の追加工事費....3-19
表 3.3.13 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....3-19
表 3.3.14 調整後の最終建設費....3-20
表 3.3.15 今後の最速工程....3-21
表 3.3.16 全体工程....3-21
表 4.1.1 事務所の所在地....4-1
表 4.1.2 DRR の人件費を含む年度別予算の推移....4-2
表 4.2.1 維持管理部(道路、橋梁の維持管理費のみ)の年度別予算の推移....4-4
表 4.2.2 維持管理事務所および維持管理概要....4-5
表 4.2.3 日常点検内容....4-6
表 4.2.4 維持管理部で保有している車両および機械....4-9
表 4.2.5 一般的な点検内容....4-11
表 4.2.6 点検種別と点検項目....4-11
表 4.2.7 詳細点検等での点検方法....4-12
表 5.2.1 混雑度の変化(ノンタブリ県 － バンコク方向、午前ピーク時)....5-3

表 5.2.2　自動車走行経費 5-3
表 5.2.3　時間価値 5-4
表 5.2.4　費用・便益のキャッシュフロー 5-4
表 5.2.5　基本ケース 5-5
表 5.2.6　感度分析 5-5
表 5.4.1　運用指標 (Operation Indicator) 5-6
表 5.4.2　効果指標 (Effect Indicators) 5-6
表 5.4.3　効果指標 (Effect Indicators) 5-6
表 6.1.1　プロジェクト説明会等の開催状況 6-1
表 6.1.2　プロジェクトサイト周辺の水質 6-2
表 6.1.3　ノンタブリ県の大気汚染測定結果（2003 年） 6-2
表 6.1.4　水質調査結果の比較 6-3
表 6.1.5　大気質測定結果の比較 6-5
表 6.1.6　騒音調査結果(単位：dB(A)) 6-9
表 6.1.7　振動測定結果の比較 (PVS) 6-9
表 6.1.8　TSP 濃度の推定結果 6-12
表 6.1.9　PM10 濃度の推定結果 6-12
表 6.1.10　供用後の道路交通騒音予測結果 6-12
表 7.1.1　チャオプラヤ川に架かる橋梁リスト 7-1
表 8.2.1　我が国の援助で完成したチャオプラヤ川架橋 8-3

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
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	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。 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。
5. 調査対象地域	バンコク首都圏 (BMR)

6. 調査内容

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。

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。

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。

4) 事業評価：定量的効果、定性的効果、運用・効果指標の確認。

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。

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。

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。

7. 主な成果

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

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

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、及びプラナンクラオ橋（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ドーズ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。エクストラドーズ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 箇所に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かっている。

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かっている。

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ていることから、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

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、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。

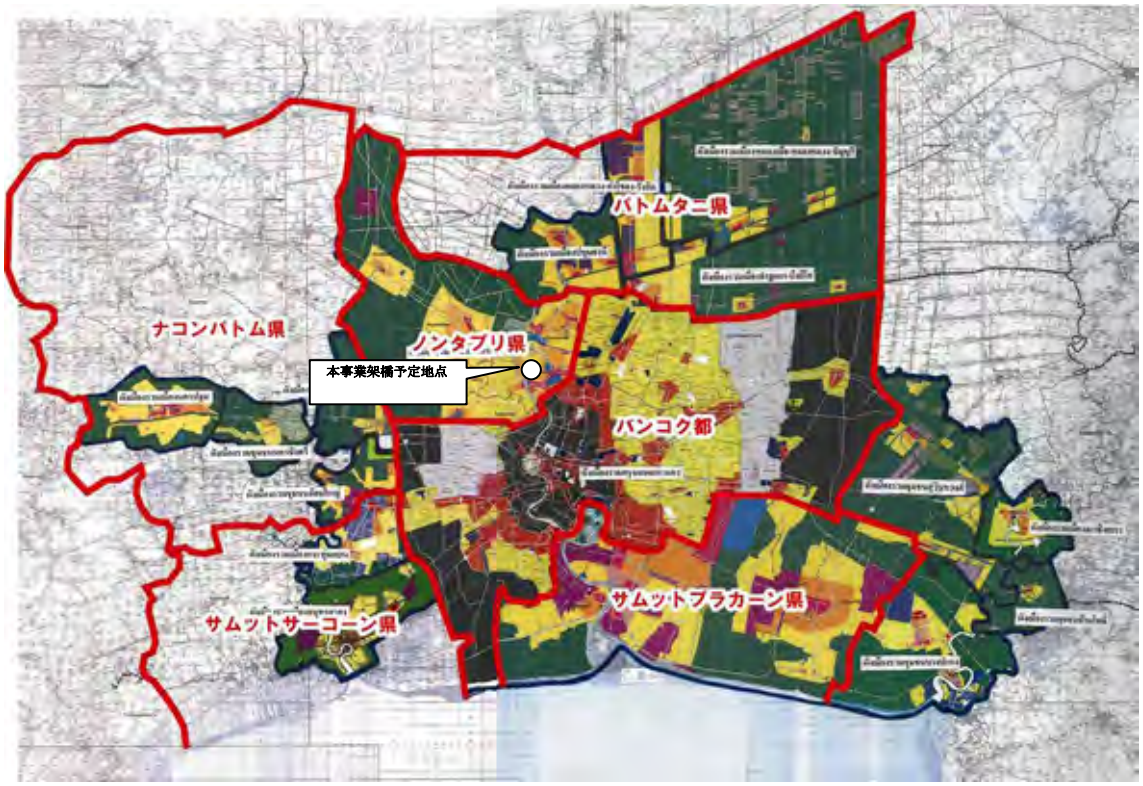


図 1.1.1　バンコク首都圏

バンコク首都圏の幹線道路・橋梁整備事業を内務省(MOI)の公共事業局(PWD)、運輸省(MOT)の道路局(DOH)、タイ道路公社(EXAT)、バンコク都(BMA)が実施してきた。2002 年 10 月 9 日、内務省(MOI)の共事業局(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開発局(DRR)が設立された。この DRR 設立後、DRR はバンコク都以外の新規の道路・橋梁建設事業を実施し、バンコク都内のものについては BMA が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ものは DRR が PWD の道路・橋梁を引き続き管理している。

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。

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現在 20 箇所で架橋されている。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 箇所の鉄道橋の合計 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、鉄道系の橋梁は 2 箇所である。なお、各橋梁の概要については付録-1 を参照。

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、クルンテープ橋に対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。

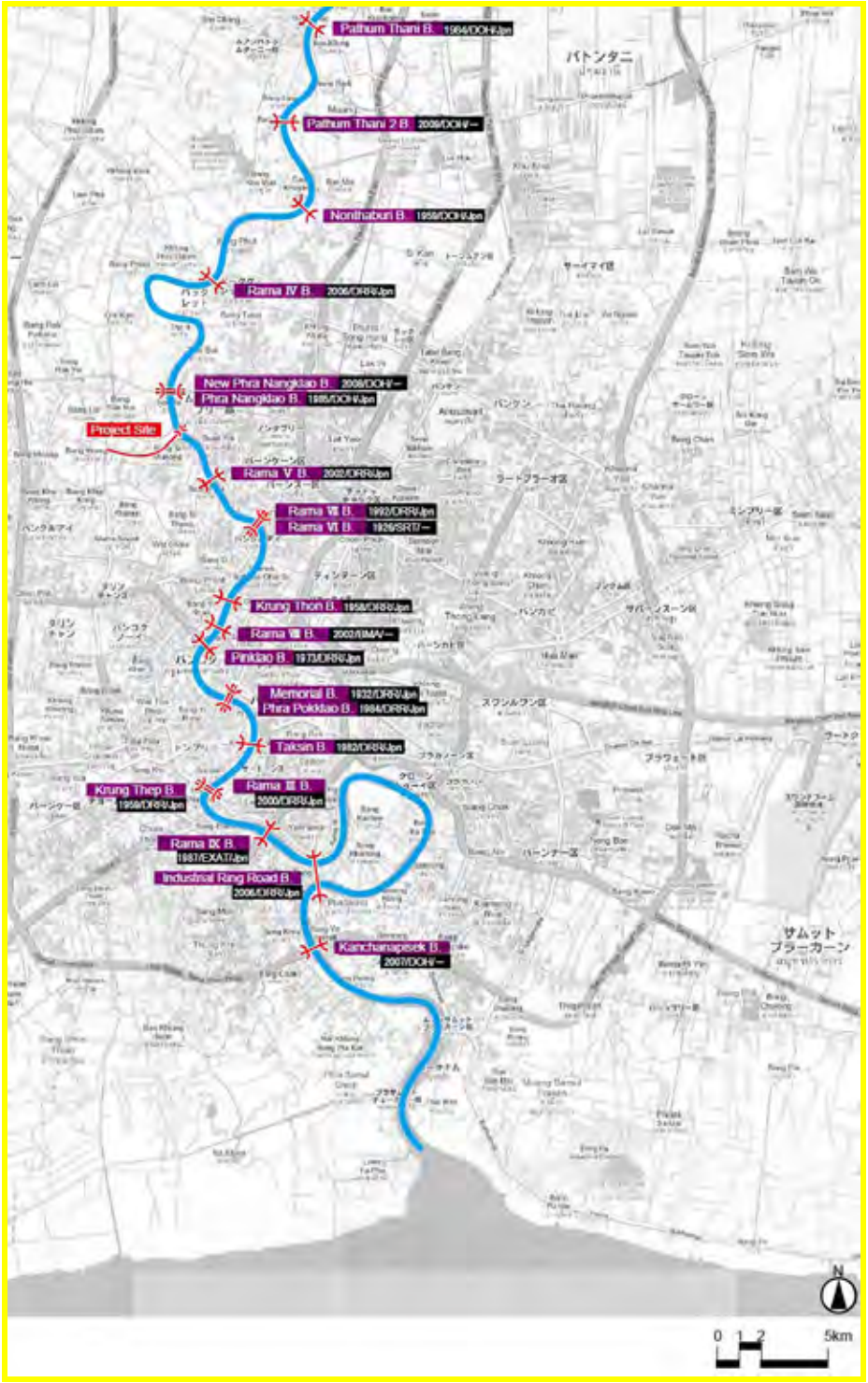


図 1.1.2　チャオプラヤ川架橋群及び本事業の架橋地点

1.1.3 「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業」

2009 年 10 月時点におけるノンタブリ県にある橋梁は全部で 5 箇所である。北側からノンタブリ橋（我が国の賠償事業で 1959 年に完成したパトムタニ県境の橋）、ラマ 4 世橋（別名パクレット橋で第 22 次円借款により 2006 年に完成）、新プラナンクラオ橋（2008 年に完成）、プラナンクラオ橋（別名新ノンタブリ橋で第 8 次円借款事業により 1985 年に完成）、ラマ 5 世橋（別名ワットナコーンイン橋で第 20 次円借款事業として 2002 年に完成したバンコク都境の橋）となっている。

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、タイ国運輸省地方道路局 (Department of Rural Road (DRR), Ministry of Transport)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 1.1.2 に示す。

本事業は上述したとおりタイ国内コンサルタントが F/S と D/D を実施し、更にタイ国政府は工事の施工監理業務を国内コンサルタントに委託する予定の事業である。

タイ国政府は、本事業の建設に関し我が国の ODA による借款を希望していることから、本事業の協力準備調査（以下、本調査）を行う。更に、本調査は過去に我が国の ODA で支援してきた事業の有効活用のために、我が国からの技術支援について調査する。

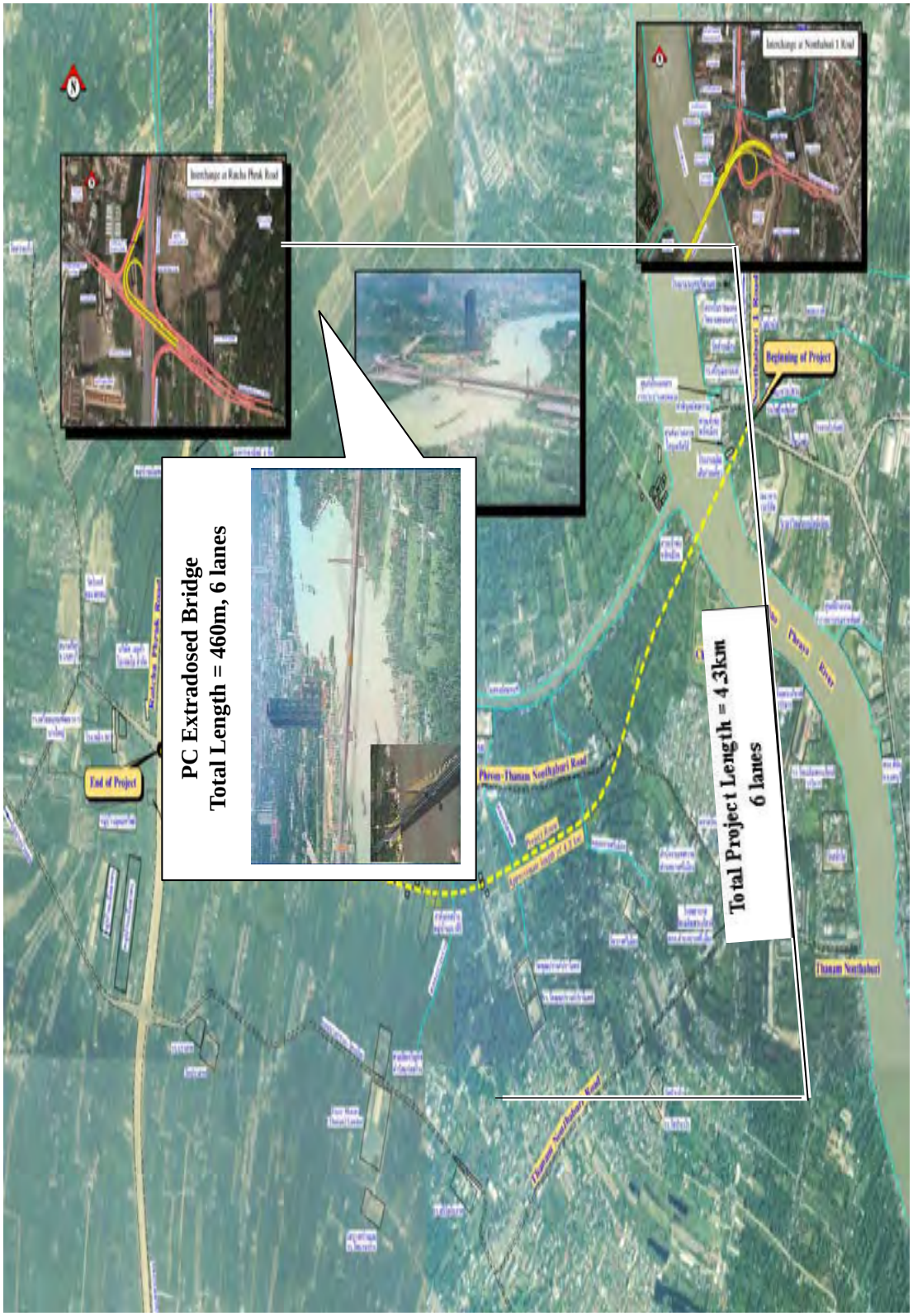


図 1.1.3　本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業」の概要図

1.2 調査の目的

本調査の目的は次の 2 つに集約される。

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ドーズ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･プ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。

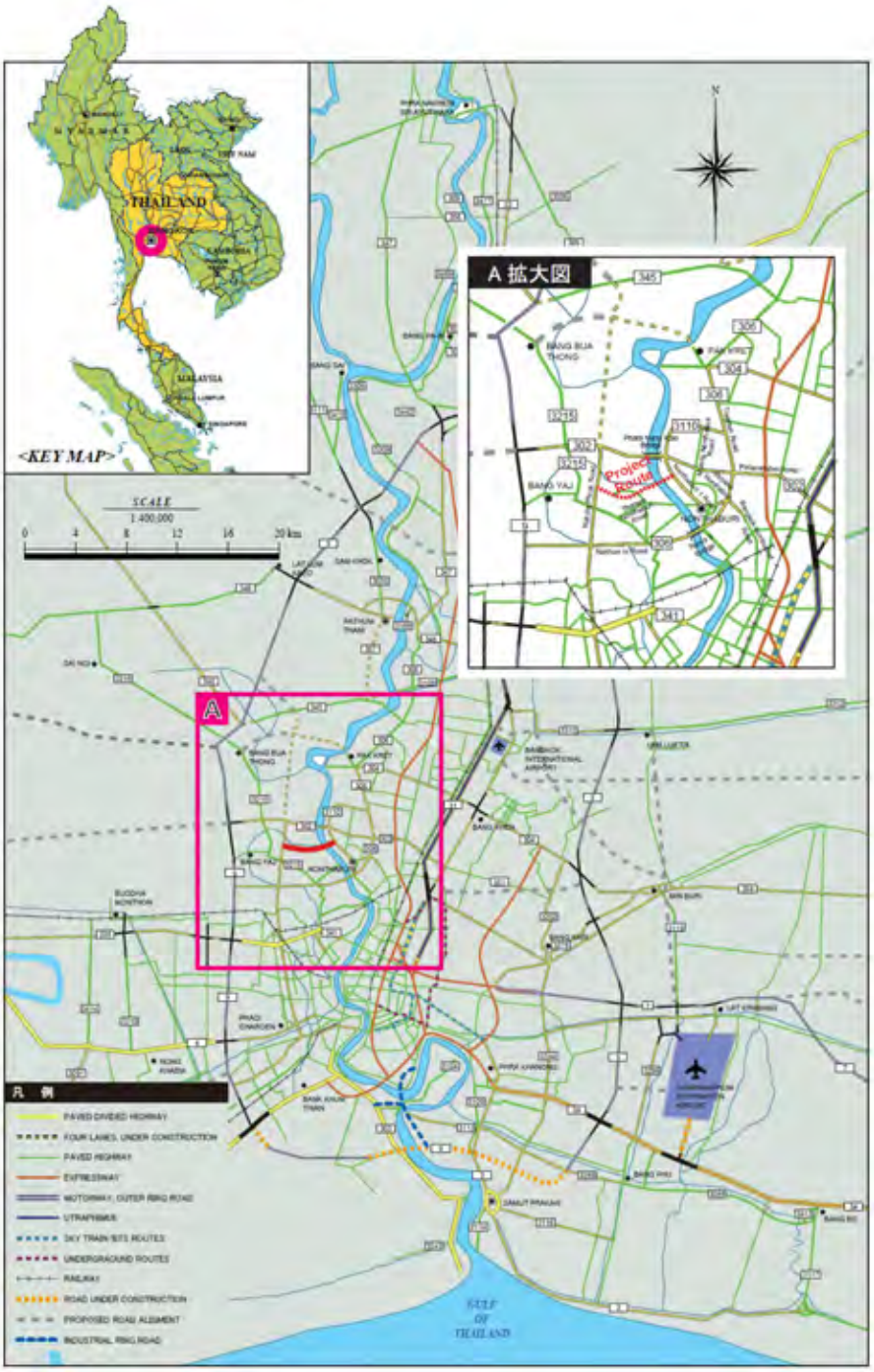

<KEY MAP>
THAILAND
MYANMAR
MALAYSIA
SCALE
1:400,000
0 4 8 12 16 20 km
A 拡大図
Project Route
A
凡 例
PAVED DIVIDED HIGHWAY
FOUR LANES, UNDER CONSTRUCTION
PAVED HIGHWAY
EXPRESSWAY
MOTORWAY, OUTER RING ROAD
UTRAFSMUR
SKY TRAIN/BTS ROUTES
UNDERGRAOUND ROUTES
RAILWAY
ROAD UNDER CONSTRUCTION
PROPOSED ROAD ALIGMENT
INDUSTRIAL RING ROAD
GULF OF THAILAND

図 1.3.1　調査対象地域

第 2 章

本事業の必要性と背景

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

2.1.1 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、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 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。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。

2.1.2 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(Department of Highways, Ministry of Transport)	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	運輸省地方道路局(Department of Rural Roads, Ministry of Transport)、国家保安司令部(Office of the National Security Council)、農業協働組合省王立灌漑局(Royal Irrigation Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives)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(Bangkok Metropolitan Administration)、 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	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	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	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

バンコク首都圏はチャオプラヤ川の河口の三角州に発達した町で、かつては運河による内航水運が主要な交通手段であった。1960 年以降に運河を埋め立てての本格的な道路整備が進められてきたが、道路ストックは他の大都市に比較して不足している。

バンコク首都圏とバンコク都の道路網密度はそれぞれ、0.88km/km^2、2.60km/km^2 であり、都市計画上望ましいとされている 3.5km/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(km2)	道路率(%)	伸び率(%/年)
1986	38.4	2.45	6.13
1995	85.7	5.46	4.45
2000	110.3	7.03	

出典：Comprehensive Plan of Bangkok Metropolis, BMA

(3) 道路網

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 19 箇所の架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 5 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。

(4) チャオプラヤ川に係る橋梁

チャオプラヤ川を渡河する道路橋は、1930 年代に架橋されたメモリアル橋を始めとして、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。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

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。

各橋梁の配置状況については、図 2.1.1 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上に位置するものと、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。

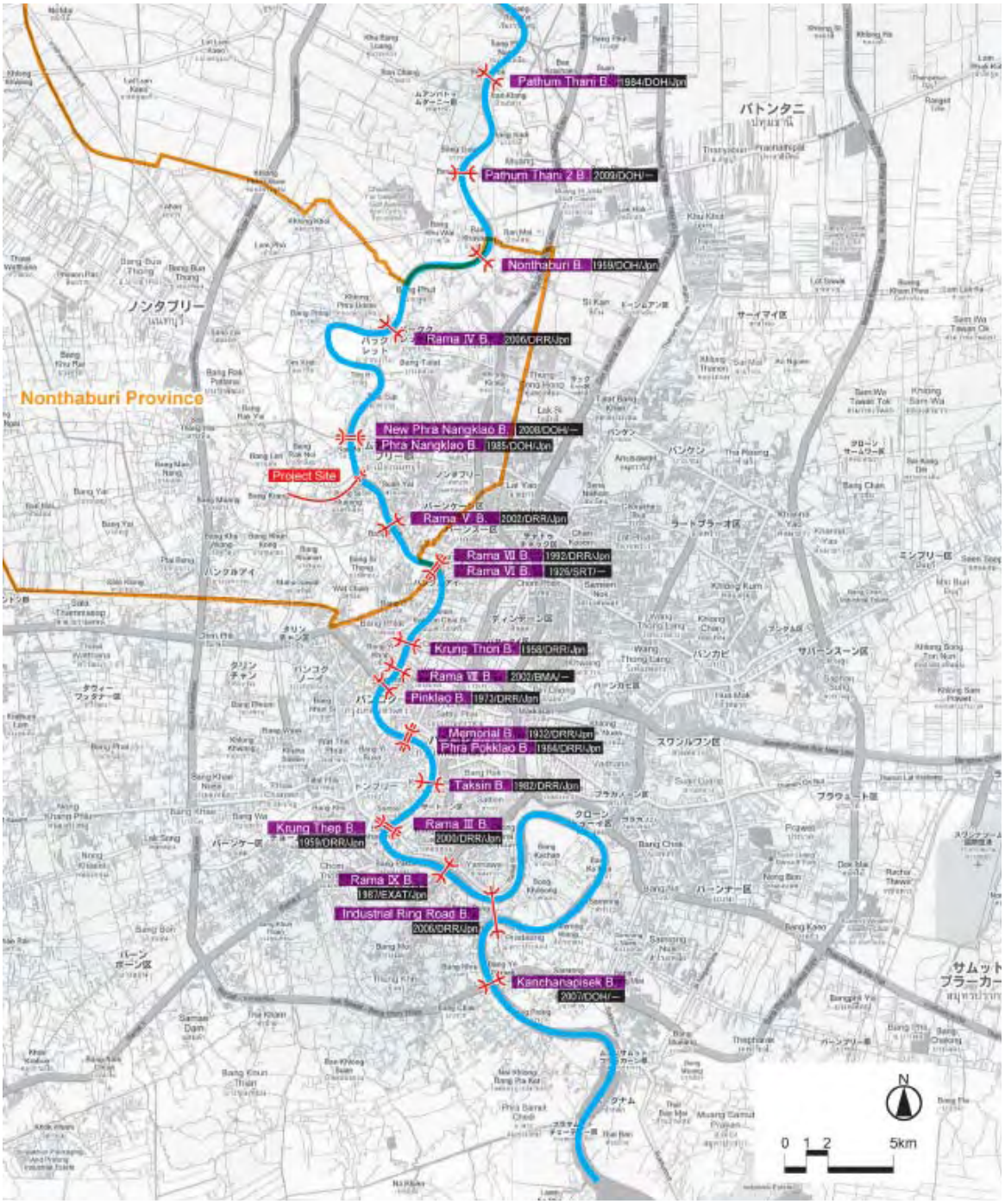


図 2.1.1　チャオプラヤ川に架かる橋梁位置図

(5) 道路整備計画

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事業計画路線は表 2.1.5 に示され、このうち BMR 域内に係る路線はバンヤイ – ナコン・パトム、ナコン・パトム– サムット・ソンクラム、ナコン・パトム– 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 2.1.5　都市間高速道路事業計画

番号	区　間	延長 (km)	事業費 (百万ﾊﾞｰﾂ)	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

BMR に係る現時点での道路整備計画は、図 2.3.2 および付録-4 に示すように、主に放射道路を連絡する環状および東西方向の道路で、主な道路は、外郭環状、チェン・ワッタナ道路、ラム・イントラ道路、ラタナ・チベット道路、ガム・ウォンワン道路、プラソェト・マヌンキット道路等である。

2.1.3 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 2.1.6　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 2.1.7 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

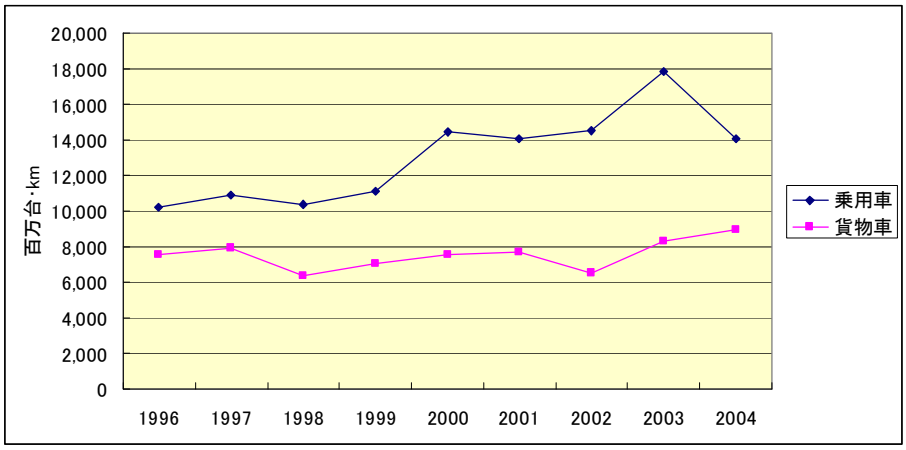


図 2.1.2 バンコク首都圏の自動車交通量の総量(自動二輪除く)の推移

チャオプラヤ川渡河断面における交通量の推移を表 2.1.8 に示す。表では朝ピークの 7:00～8:00 の時間交通量を代表値としたが、全体として交通量の伸びは殆どなく、橋梁毎にばらついている。交通量の伸びが殆どない理由の一つとして、2008 年の経済危機がバンコク首都圏の経済活動に停滞をもたらしたと考えられる。

表 2.1.8　チャオプラヤ川橋梁の交通量の推移

橋梁名	交通量 (朝ピーク 1 時間、両方向：PCU)		
	2005 年 6 月 14 日(火)	2008 年 7 月 15 日(火)	
Patum Tani 橋	-	3,385	4,781
		1,396	
Nonthaburi 橋	-	1,744	3,120
		1,376	
Rama 4 世橋	-	2,408	4,509
		2,101	
Phra Nangklao 橋	5,160	2,465	4,309
		1,844	
Rama5 世橋	4,964	4,564	7,852
		3,288	
Rama7 世橋	3,520	1,991	2,797
		806	
Krung Thon 橋	2,996	869	1,905
		1,036	
Rama8 世橋	4,198	2,060	3,666
		1,606	
Pinklao 橋	6,345	6,827	8,934
		2,107	
Memorial 橋	3,240※	2,723	3,360
		637	
Phra Pokklao 橋	6,140	3,218	8,438
		5,220	
Taksin 橋	4,864	3,234	5,456
		2,222	
Rama3 世橋	3,691	825	2,090
		1,265	
Krung Thep 橋	4,247	2,777	4,258
		1,481	

出典：2005 年ﾃﾞｰﾀ(F/S)、2008 年ﾃﾞｰﾀ(TDML 調査､OTP)
注：2005 年データで※の付いたものはバンコク方面のみの交通。それ以外は両方向。
2008 年のデータの上段はバンコク方向、下段はその反対方向。右欄は上段と下段の合計。

2.1.4　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、トンブリ地区においては既に開発が進み、トン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 とトンブリ地区の 2km～3km に比べて広いため、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

2.2.1 バンコク首都圏における道路、橋梁セクターに係る政策

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 傘下の高速交通公社（ETA）がおこなっている。

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いるがその実施の優先順位は整備担当機関にまかされ、これらは年毎に見直されており、完了したものやキャンセルされたものもある。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。

本プロジェクトの担当機関は DRR となっている。DRR はこの架橋事業がチャオプラヤ川両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、単に交通ネットワークの改善のみならず、潜在的経済の発展をつうじて、ノンタブリ県の人々の生活の質とその環境の向上に寄与するものと期待している。さらに、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。図 2.2.1 は本プロジェクトからパープルラインの駅へのアクセス関係を示す。

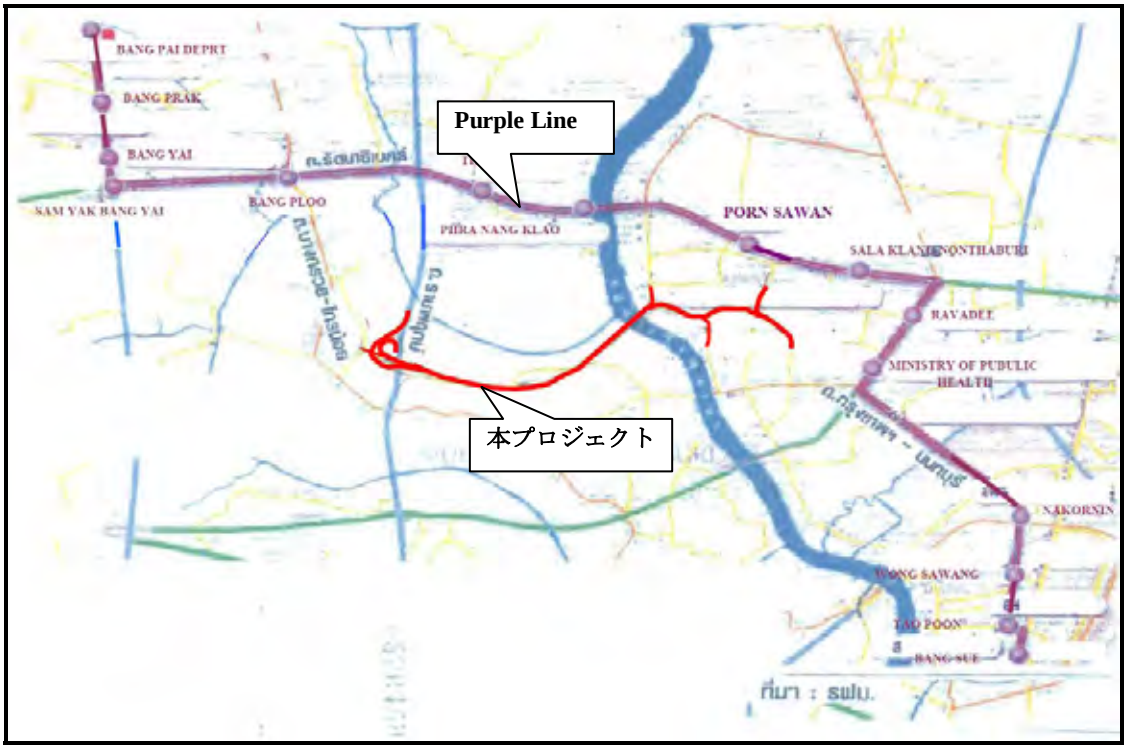


図 2.2.1　本事業とパープルラインのポルンサワン駅との位置関係

2.2.2　道路橋梁セクターにおける関連計画との整合性

(1)　陸上交通計画会議決議　No.1/2547（2004）

本架橋プロジェクトは CMLT 決議 No.1/2547 で認可された 75 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。

(2)　第 10 次経済社会開発計画（2007 - 2011）

第 10 次計画は 2006 年に発効しているが、社会基盤と運輸システムの量的質的な整備がタイ国の生産性と競争力を高めるための国の生産構造の改善にとって非常に重要な要素となると強調している。この戦略には各交通輸送モードと接続道路の改良による運輸ネットワークの発展、生産コストを低減するための効率的運送の促進、バンコク首都圏と近郊の効率的輸送ネットワークの整備が含まれている。

なお、整備のための、特に資金面を考えての新たな組織として首相をリーダーとするハイレベル公共民間協力会議（PPP 会議）が 2008 年 6 月立ち上げられ、この会議で 3 プロジェクトがパイロット事業として認可されている。その中の 1 つに運輸セクタープロジェクトとしてバン・パインからナコン・パチャシマまでの 199km の自動車道の整備が含まれている。

(3)　運輸省の運輸戦略プラン（2005 - 2009）

2006 年 4 月に国家経済開発局（NESDB）により認可された運輸省の運輸戦略プランではタイ国の経済発展とインドシナ地区の運輸のハブとしての機能を保持するための統合された運輸システムの開発を目指すとしている。

バンコクとその周辺においては交通渋滞の緩和と移動性の改善のための道路ネットワークの改良と大量輸送交通ネットワークに結ぶ道路網の整備が重要戦略項目であるとして運輸省は各担当部局に指示している。

(4) 地方道路局（DRR）の広域首都圏道路整備

DRR はバンコクと周辺 5 県の 1,666,926km (2009 年 10 月)の道路とチャオプラヤ川を渡る 11 箇所（産業環状道路南北橋梁を 1 箇所として扱う）の大橋梁を管轄している。本事業は DRR の管轄にはいりこの既存の道路ネットワークに追加される。DRR は CMLT No. 1/2547 でアサインされた 7 事業のうち未完成事業は本事業を含め 3 事業あり、本事業を最優先事業と位置付けて準備を進めている。

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（図 2.2.1 参照）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。西ではラチャプルック道路に取り付くがさらにカチャナフィセク道路に接続し、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、ラチャプルック道路を介して南北ラインと東西ライン（ラチャプルック-カンチャナ・フィセク接続道路、東西ライン、南北ライン）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 2.2.2 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。

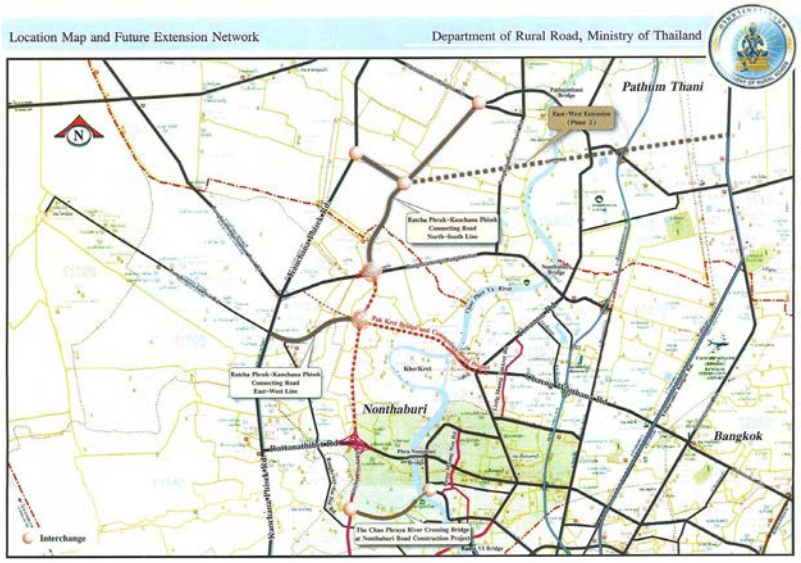


図 2.2.2 DRR の道路延伸構想

2.2.3 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

タイでの主なドナーは世界銀行（WB, IBRD）とアジア開発銀行（ADB）である。両銀行は連携をとりながらタイ政府に協力援助をしている。参考として図 2.2.3 に 2009 年 11 月 10 日にタイの国会承認を受けた IBRD と ADB の支援による DOH の道路プロジェクトを示す。

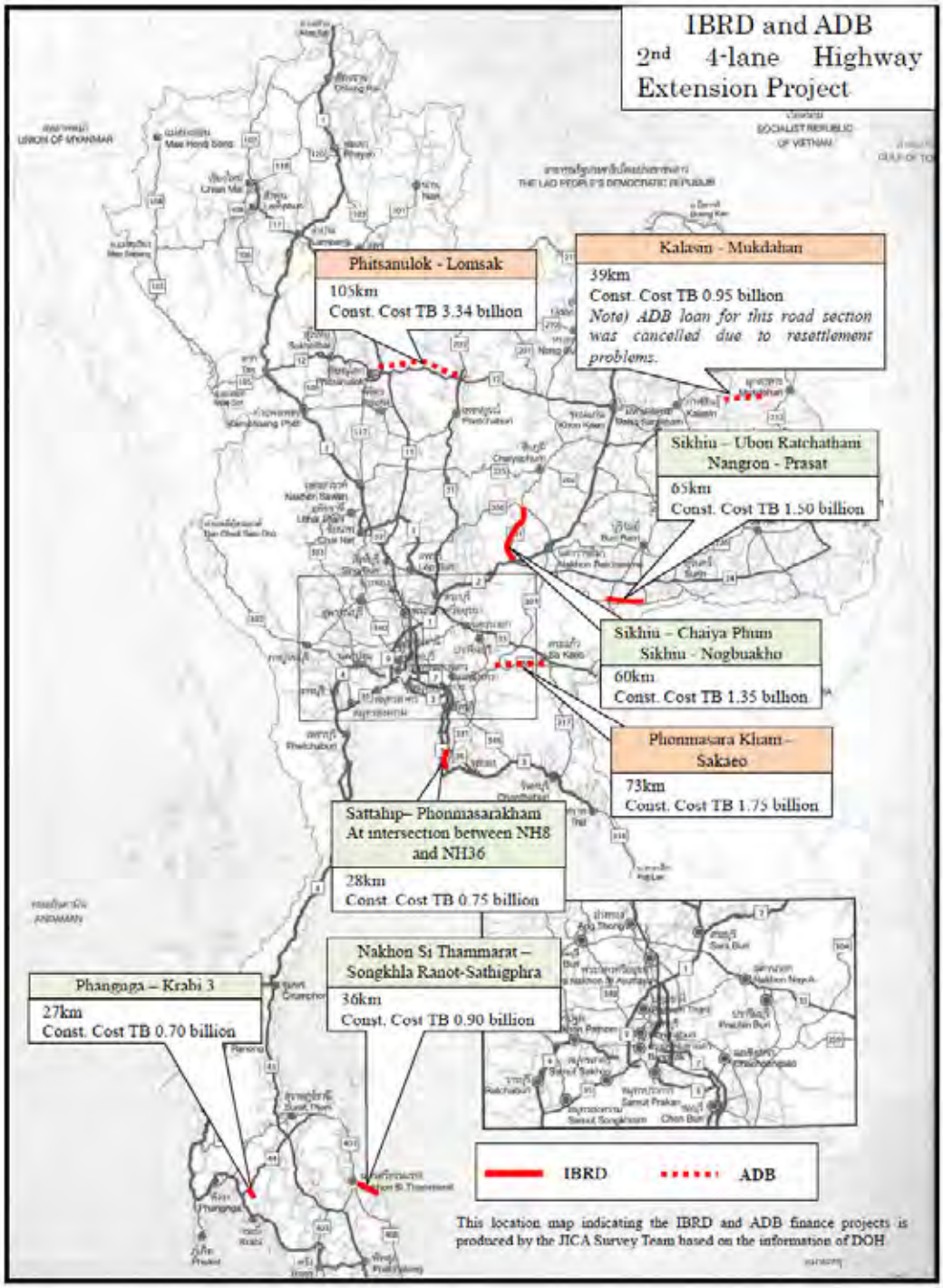


図 2.2.3　2010 年開始予定の IBRD と ADB の DOH への協力プロジェクト

(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。

過去20年間のWB (IBRD)のDOHへの資金協力を表2.2.1に示す。

表 2.2.1　WB (IBRD)からの DOH の道路プロジェクト一覧（直近 20 年間）

ローン NO.	ローン種別	プロジェクト概要	金額 (US$)	ローン締結日	実行開始日	契約終了日
2894-TH	SECTOR	該当せず	50,000,000	17-Feb-88	15-Jun-88	31-Dec-92
3008-TH	3 TOLLS	都市間有料道路 Saraburi-Nakhonratchasima(43.100KM.),Thonburi-Pak tho section2A(8+100KM.),Thonburi-Pak tho section2B(7.4KMS.),Bangpain-Nakhonsawan(17.259KMS.),Bangpain-Nakhonsawan(33.00KMS.)	87,000,000	1-Mar-89	20-Jun-89	31-Mar-94
3220-TH	SECTOR	該当せず	50,000,000	13-Jul-90	11-Oct-90	31-Dec-94
3446-TH	SECTOR	該当せず	164,466,000	27-Mar-92	31 JU 1992	30-Jun-98
3968-TH	4 LANES	国道 Lampang-Lamphun(section2),Ubonratchathani-Mukdahan(20KM.)Khonkaen-A.Namphong(23+912.734KM),A.Banna-Nakhonnayok(14+993.929KM.),Pattaya-Rayong(58+625.380KM.)	76,100,000	9-Feb-96	17-May-96	31-Dec-01
4721-TH	4 LANES	国道 A.Sichon-A.Thasala(20.00KMS),A.NikhomKhamSroi-A.LoengNokTha(22+600KMS.),B.NongBuaKhok-ChaiyaPhum(42.573KM.),Overpass at Route22 and UdonThani Bypass,Overpass at Km.8 Ramindra,RailwayOverpass at BanPong	84,299,000	16-Dec-03	15-May-04	30-Jun-10
TOTAL			511,865,000			

出典：DOHから聴取。

(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セクター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– ポォムサック (105km)とナクライ– アカムチャエ(39km)及びパノム･サラカム– 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。2008年よりDOHに協力して具体化の準備が開始されており、タイ国の国会の承認を待って実行するとしている。

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。

過去 20 年間の ADB の DOH への資金協力を表 2.2.2 に示す。

表 2.2.2　ADB からの DOH の道路プロジェクト一覧（直近 20 年間）

ローン NO.	ローン種別	プロジェクト概要	金額 (US$)	ローン締結日	実行開始日	契約終了日
943-THA	SECTOR	該当せず	110,000,000	17-Aug-89	28-Dec-89	31-Dec-94
1027-THA	SECTOR	該当せず	34,343,843	27-Sep-91	8-Jan-91	28-Feb-97
1098-THA	3 TOLLS	都市間有料道路 Kaengkhoi Interchange,Chainat Interchange,Sinburi Interchange,Outer ring road Interchange,Inburi Interchange,Angthong Interchange,A. Nong Bua-A.Tha Tako	54,100,000	27-Sep-91	26-Dec-91	31-Aug-97
1176-THA	SECTOR	該当せず	70,829,927	16-Sep-92	21-Mar-93	30-Jun-98
1306-THA	4 LANES	国　道 A.Mae Chan-A. Mae sai(31.545KM.)A.Nago(10.0KM.),A.Lang suan-A.Chaiya(23.726KM.),A.Lang suan-A.Chaiya(25.00KM.),Lampang-Phayao(22.600KM.),Phayao-Jct.to A.Mae suai Section1(35.800KM.),Phayao-Jct.to A.Mae suai Section2(34.200KM.),Kamphaengphet-B.wang chao(33.327KM),B.wang chao-Tak(33.695KM.),22.00KM.,A.Namphong-Udonthani section1(40.643KM.),A.Namphong-Udonthani section2(42.837KM.)	134,251,779	26-Aug-94	6-Dec-94	31-Dec-03
1391-THA	4 LANES	国　道 Changmai-Tak, Nongkai-Udonthani, Pattani-Sungaikolog	131,800,000	29-Sep-95	17-Jan-96	30-Jun-04
TOTAL			535,325,549			

出典：DOH から聴取。

一方、ADB は DRR に対して ADB Loan 1195-THA, 2000 年開始で 2002 年完成したトンブリ道路延伸（現在名ラジプレック道路）が 1 件あり、事業費は US$131.7 百万で ADB ローンは US$29.4 百万である。

2.2.4　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。

第 1 次計画では産業基盤の整備に主眼が置かれ、全国的な道路網など基幹的な都市施設の整備が進み、首都バンコク周辺を拠点とする経済発展の基礎が整備された。しかし、その結果、首都バンコクにおける過剰な人口の集積や工場からの汚水による環境破壊、交通渋滞といった都市問題が深刻化していった。こうした事態を受け、第 5 次計画（1982－86）では地方分散政策が打ち出され、東部臨海地域など首都圏の外側にあらたな開発拠点が設けられ、それが経済・社会の発展を牽引する構図が作られた。

1985 年のプラザ合意以降、タイ経済は実質成長率が 10%を越える高度経済成長を経験する。この結果、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。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。バンコク都は、2003 年に当時のコンプリヘンシブプランが修正され、「第 2 修正案」として 2006 年に正式発効したものが現行のコンプリヘンシブプランである。

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

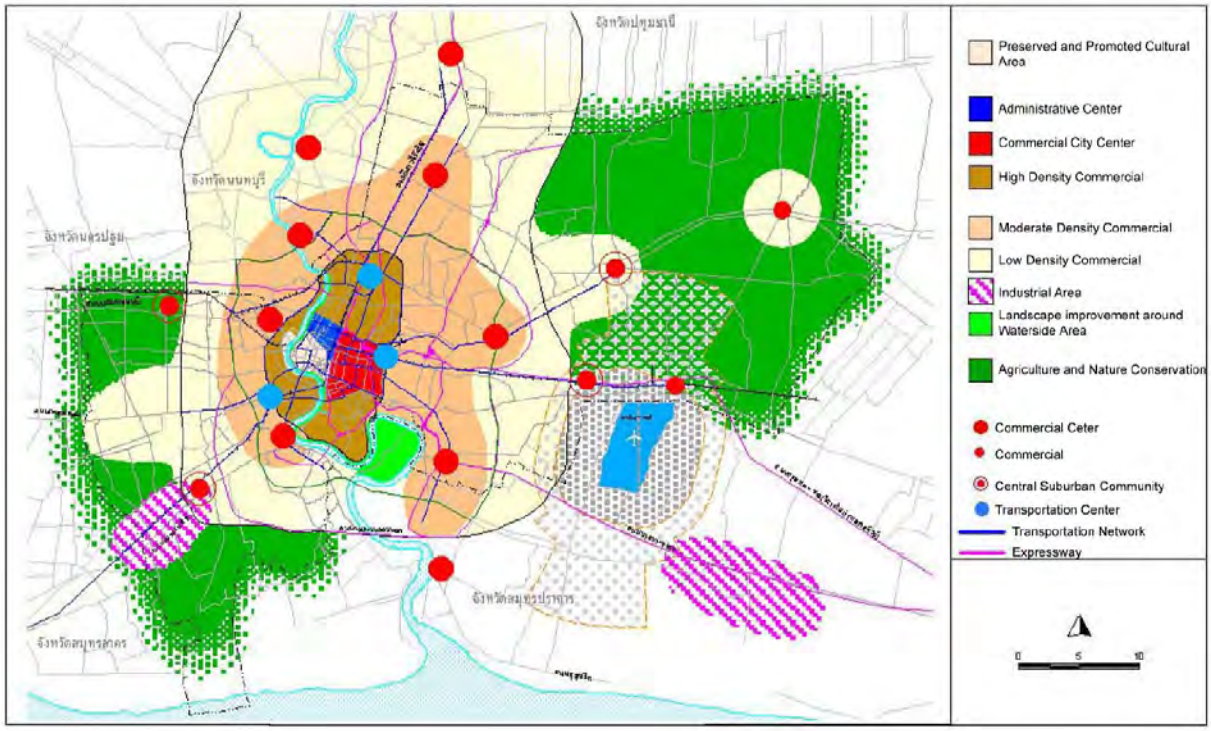
④ 行政、組織、国際機関の中心となる首都圏

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。

バンコク首都圏計画の概要は 2.4.2 節に述べる。

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 2.2.4 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 2.2.4　バンコク首都圏の将来像

(3)　ノンタブリ県の都市計画

ノンタブリ県の都市計画については、2.5.2 節で詳しく取り上げるため、ここでは方向性のみを確認する。

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広げられている。2.4.2 節で詳しくみるように、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化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。このように近年の特にチャオプラヤ西岸地域における積極的な道路整備の結果、ノンタブリ県の中心都市であるノンタブリ市からチャオプラヤ川をはさんで西側に都市化が及びつつある。

(4)　本架橋計画の市街地拡大へのインパクト

上記 2.1.2.2 節にて概観したように、これまでのチャオプラヤ架橋と市街地拡大の変遷をたどると、市街地から川を挟み、農地が多い対岸に一本の橋が架かった場合、これだけでは市街地が対岸に広がる度合いは低く、むしろ道路沿いに「舌」のように伸びる程度にとどまる。しかし２～３km 間隔で２～３本の橋がかかると、それらに挟まれた対岸の地区が連続的に市街化され、もともとの市街地と橋によって有機的に繋がるようになることが多い。

本架橋は、ノンタブリ市とその対岸を結ぶ橋としては、北側のプラ・ナンクラオ橋、南側のラマ V 世橋に続いて３橋目となる。２橋のあいだの距離はおよそ５キロであり、上の市街地が対岸に連続して展開するための条件を備えている。ノンタブリの対岸は、バンコク中心部から 10～15 キロ圏に位置し、交通路の整備がなされれば急速に市街化するだけの都市化ポテンシャルを持っている。こうしたことから、本架橋によりノンタブリのチャオプラヤ西岸地区は将来的に 3 橋に結ばれ、ノンタブリ市と連続した市街地として拡大・発展することが予測される。

(5) 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 2.2.3　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	● 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	● 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	● 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

出典: JICA 調査団

2.2.5 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内部利益率(36.24%)が報告された。

2.3 交通需要予測のレビュー

2.3.1 既存のフィージビリティ調査の概要

(1) 概要

ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業（以下、本事業）に関する既存の可能性調査(FS)は、運輸省(Ministry of Transport)下の地方道路局 (DRR)による「詳細設計及び土地収用調査」の一環として実施され、最終報告書が 2005 年 10 月に提出されている。最終報告書提出後、DRR は 2009 年からその改定/更新版を作成している。

本事業の交通需要予測は上述の改訂版の中で、2011 年、2016 年、2021 年、2026 年の各年次について提示されており、それらをレビューした結果を下記に要約する。

(2) FS の交通需要予測の前提条件

1) 開発計画と社会経済フレーム

改訂前の FS では、将来社会経済データは”BMTA Route Planning and Scheduling Project (BRPS) Traffic Model” (運輸省交通政策計画局 OTP によって 2004 年に開発されたモデル)に依拠していたが、改訂版の予測は異なった情報源で同じく OTP によって 2007 年に開発された”Transport Data and Model Center V (TDMC-V、後に更に改訂されて現在は TDML)”に依っている。

既存 FS および TDML の報告書には将来開発計画に関する詳細な説明は記述されていない。OTP 及び需要予測を担当した現地コンサルタントによれば、将来社会経済フレーム設定の基礎となる土地利用計画を含む開発計画については、

- 国家開発計画：第 9 次国家経済社会開発計画 (NESDP: 2002-2006)
- 地域開発/都市開発計画/交通ゾーン別社会経済データ：OTP の”Transport and Traffic Information Center”で入手可能。

との情報を得ている。

交通需要の予測のために、下記 4 指標についての社会経済データが予測されている。

- 人口
- 家計の平均所得
- 雇用者数
- 学生数

JICA 調査団は上記”Transport and Traffic Information Center (OTP 内)から得た社会経済データ、F/S での社会経済データ、および上記指標のトレンドによりレビューを行った。

一方、バンコク首都圏 BMR (及びノンタブリ県)の土地利用計画図は内務省 MOI から既に入手しており、それを図 2.3.1 に示す。

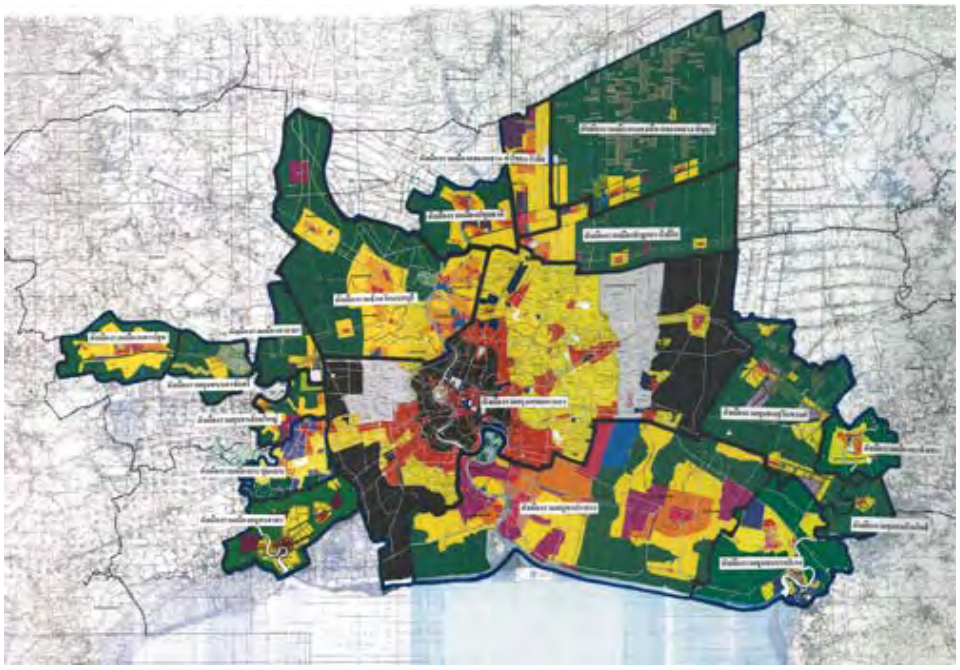


図 2.3.1　土地利用計画図(BMR)

2)　交通網計画

a)　需要予測のための現況道路網 (2009 年)

2009 年 10 月時点において完成あるいは実施中の道路プロジェクトは図 2.3.2 に示されるとおりである。また、OTP よりヒアリングした各プロジェクトの現況を付録-4 に示す。

出典：OTP

図 2.3.2　BMR における現況及び実施中の道路プロジェクト

b)　将来道路網

需要予測のための将来道路網は、関係する下記の機関からの情報による道路プロジェクトから構成されている。

－運輸省地方道路局 DRR

－バンコク都 BMA

－運輸省道路局 DOH

－タイ国高速道路公社 EXAT

c)　公共交通網

バンコク首都圏における主要な公共交通機関はバス、「Mass Rapid Transit Authority of Thailand (MRTA)」が運営する軽量軌道システム及びタイ国鉄(SRT)である。MRT の将来拡張計画とそのスケジュールを図 2.3.3 に示す。この計画の一部は需要予測に反映されている。

図 2.3.3　MRT 計画図

(3) 需要予測の方法

本事業の交通需要予測に適用された予測モデルは、OTP によって開発された”Transport Data and Model Center V (TDMC V)”であり、このモデルは現在”Transport Data and Model Integrated with Multimodal Transport and Logistics (TDML)”に改訂されている。この最新版のモデルでは、対象地域(BMA 及び周辺 5 県)を 625 ゾーンに分割し、そのうち、ノンタブリ県(本事業の直接影響地域)は 60 ゾーンに分割されている。

上記の交通予測システムでは、需要予測を下記の 4 段階に従って行っている。

1) 交通発生モデル

2) 交通分布モデル

3) 機関分担モデル

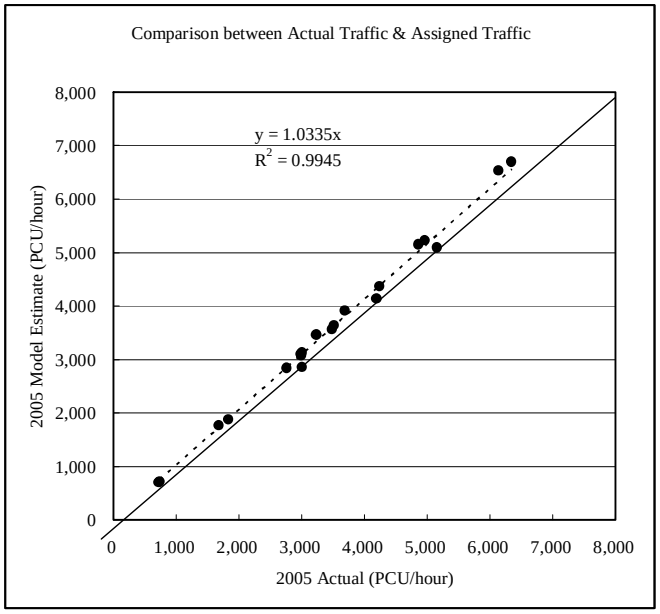
4) 交通量配分モデル

交通は発生モデルでは家計所得と家計規模の分布を適用して、家計当たりのトリップ数を予測している。交通分布モデルは各ゾーンの発生交通量、集中交通量、及びゾーン間の抵抗値を考慮した伝統的な重力モデルを適用し、機関分担モデルでは 2 項ロジットタイプモデルによって公共交通機関と私的交通機関とに分担させている。最終段階では、均衡配分法によって全ての交通需要を道路網と公共交通網へ配分している。

上で説明された方法は合理的であり、妥当であると判断される。

(4) 現況 OD 表(2005 年)及び交通配分手法の妥当性の確認

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するため、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)との比較を行った。その結果は図 2.3.4 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 2.3.4 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。

(5) 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、現存の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/hour)

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

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、プラナンクラオ橋、ラマ V 世橋双方とも混雑度が 1.0 以下となる。プラナン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。プラナンクラオ橋は 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ンクラオ橋の 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。

（なお、JICA のコメントを受けて修正したとされる”1st Additional Information on General and Technical Issues”に記載されている予測年次別 With Project のケースの混雑度は、予測を実施したローカルコンサルタントの入力ミスであり、上表で示された混雑度が正しい値であることを確認している。）

2.3.2 補足交通調査

(1) 概要

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。

－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）

－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）

(2) 車種別時間別交通量調査

1) 調査方法

本調査は、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、表 2.3.2 に示す車種別に行った。

表 2.3.2 車種区分

1) Bicycle	5) Small Bus	9) Middle Truck (2-axle)
2) Tuk Tuk	6) Large Bus	10) Large Truck (more than 3 axle)/Trailer
3) Motorcycle	7) Pick Up	
4) Sedan/Taxi/Jeep	8) Small Truck	

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 2.3.3 に示す 5 地点とした。

表 2.3.3 調査地点概要

調査地点	車線数
M1:Ratcha Phruk Road	6 車線、中央分離帯有
M2: Rattanathibet (Pranang Klao Bridge)	旧橋 4 車線 新橋 6 車線
M3:Rama V Bridge	6 車線
M4:Bypass Nonthaburi	4 車線、中央分離帯有
M5:Nonthaburi 1	4 車線、中央分離帯有

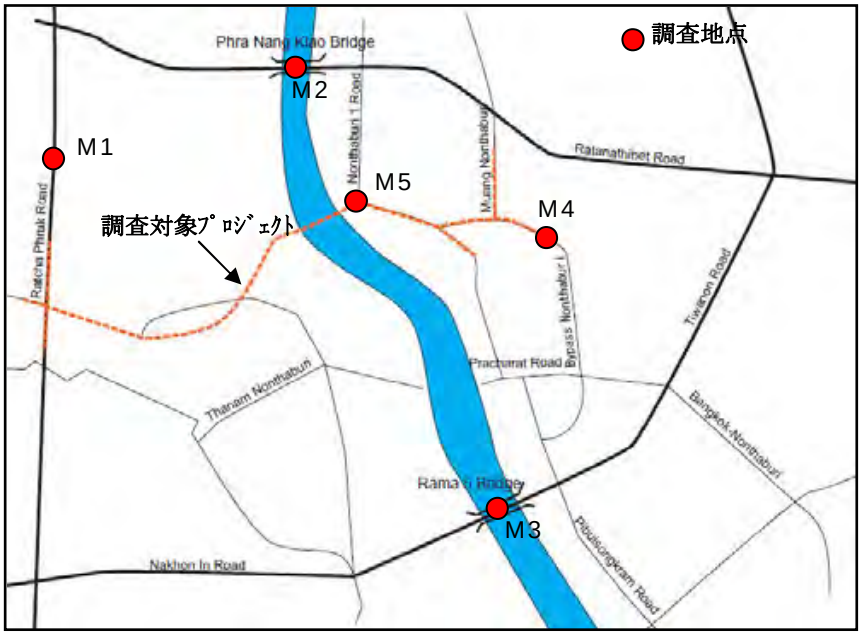
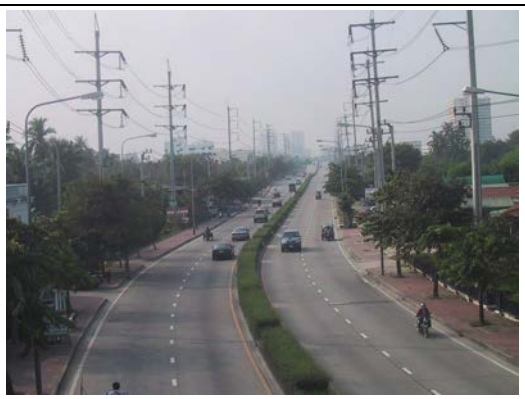


図 2.3.5 調査地点位置図

 Ｍ１：北方向	 Ｍ１：南方向
 Ｍ２：西方向(1)	 Ｍ２：西方向(2)
 Ｍ３：東方向	 Ｍ３：西方向

図 2.3.6　調査地点状況(1/2)

Ｍ４：北方向



Ｍ４：南方向

Ｍ５：北方向

Ｍ５：南方向

図 2.3.7　調査地点状況(2/2)

2)　調査結果

調査日の天候は晴天であり、雨水による通行困難はなく、近隣における工事等による通行規制等の影響もなかった。

調査結果は、方向別、車種別に 15 分毎に集計し、1 時間毎の合計を表 2.3.4 に示す PCU 換算係数により算出した。

表 2.3.4　PCU 換算係数

車種	PCU 換算係数	車種	PCU 換算係数
M/C	0.25	Medium Bus, Heavy Bus	2.00
Car	1.00	Light Truck	1.00
Pickup	1.00	Medium Truck	2.00
Light Bus	1.00	Heavy Truck	2.50

交通量全体に占める主な車種の割合は、自動二輪車 12% - 33%、普通車 55% - 74%、ピックアップ 10% - 29%となっている。朝夕ピークの 1 時間毎の交通量を見ると、概ね調査時間帯内にピークが発生している。

表 2.3.5　車種別方向別交通量(Ｍ１：Ratcha Phruk Road)

Location　M1: Ratchapreuk Rd.　Direction　Northbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	2	350	1,715	73	3	479	2	0	0	2,363
07:00 － 08:00	1	374	1,779	87	6	672	17	2	1	2,667
08:00 － 09:00	3	370	1,736	81	12	929	15	5	10	2,913
09:00 － 10:00	4	285	1,364	80	0	942	29	33	10	2,578
Total	10	1,379	6,594	321	21	3,022	63	40	21	10,522
16:00 － 17:00	3	412	2,273	62	3	900	16	13	3	3,394
17:00 － 18:00	3	580	2,426	75	4	961	13	9	2	3,652
18:00 － 19:00	1	575	2,601	58	8	642	3	2	5	3,481
19:00 － 20:00	1	373	1,756	58	6	487	0	4	19	2,462
Total	8	1,940	9,056	253	21	2,990	32	28	29	12,989

Location　M1: Ratchapreuk Rd.　Direction　Southbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	3	1,012	2,524	9	2	841	21	26	1	3,707
07:00 － 08:00	1	894	2,329	10	6	878	24	24	6	3,540
08:00 － 09:00	4	524	1,776	14	2	1,007	44	26	15	3,067
09:00 － 10:00	10	329	1,435	47	1	811	154	54	38	2,737
Total	18	2,759	8,064	80	11	3,537	243	130	60	13,050
16:00 － 17:00	2	305	1,778	96	2	810	69	21	13	2,908
17:00 － 18:00	3	331	1,629	68	4	771	29	12	8	2,633
18:00 － 19:00	3	295	1,465	56	2	805	26	12	14	2,490
19:00 － 20:00	4	220	1,130	31	0	487	13	32	10	1,806
Total	12	1,151	6,002	251	8	2,873	137	77	45	9,836

表 2.3.6　車種別方向別交通量(Ｍ２：Rattanathibet (Pranang Klao Bridge))

Location　M2-1: New Pranangklao Bridge　Direction　Eastbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	0	162	824	81	2	89	1	0	1	1,042
07:00 － 08:00	0	756	1,275	71	3	125	3	1	0	1,671
08:00 － 09:00	0	629	1,130	80	2	175	3	0	0	1,549
09:00 － 10:00	0	469	782	76	2	155	15	6	0	1,161
Total	0	2,016	4,011	308	9	544	22	7	1	5,424
16:00 － 17:00	0	283	587	85	5	208	15	4	0	984
17:00 － 18:00	0	290	1,151	122	4	253	14	1	0	1,623
18:00 － 19:00	0	198	1,257	67	12	281	6	1	0	1,687
19:00 － 20:00	0	139	1,016	102	3	220	6	8	0	1,401
Total	0	910	4,011	376	24	962	41	14	0	5,694

Location　M2-1: New Pranangklao Bridge　Direction　Westbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	0	63	559	21	1	80	1	4	0	687
07:00 － 08:00	1	156	649	73	1	188	5	1	0	958
08:00 － 09:00	0	120	629	57	2	279	5	3	0	1,010
09:00 － 10:00	0	96	579	51	3	324	5	18	0	1,025
Total	1	435	2,416	202	7	871	16	26	0	3,680
16:00 － 17:00	0	158	878	40	1	257	4	5	0	1,231
17:00 － 18:00	0	333	1,657	90	7	403	9	3	1	2,265
18:00 － 19:00	1	187	1,499	79	3	301	5	3	0	1,943
19:00 － 20:00	1	166	1,346	86	0	274	6	5	1	1,766
Total	2	844	5,380	295	11	1,235	24	16	2	7,205

Location　M2-2: Old Pranangklao Bridge　Direction　Eastbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	2	702	1,094	216	48	283	16	0	4	1,891
07:00 － 08:00	10	795	1,257	211	63	371	10	2	0	2,180
08:00 － 09:00	7	778	1,395	183	50	451	18	5	5	2,366
09:00 － 10:00	8	354	863	127	50	335	21	16	25	1,631
Total	27	2,629	4,609	737	211	1,440	65	23	34	8,068
16:00 － 17:00	5	399	752	103	48	324	8	4	3	1,400
17:00 － 18:00	4	484	1,016	133	48	382	9	5	18	1,813
18:00 － 19:00	10	538	1,191	135	36	276	3	2	22	1,873
19:00 － 20:00	11	330	874	97	27	202	3	3	14	1,356
Total	30	1,751	3,833	468	159	1,184	23	14	57	6,442

Location　M2-2: Old Pranangklao Bridge　Direction　Westbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	0	327	699	88	49	168	1	0	0	1,136
07:00 － 08:00	1	258	549	133	44	234	5	4	1	1,084
08:00 － 09:00	0	227	496	116	33	146	0	2	3	892
09:00 － 10:00	0	163	427	103	68	209	5	12	8	965
Total	1	975	2,171	440	194	757	11	18	12	4,077
16:00 － 17:00	0	221	703	115	65	255	1	3	0	1,265
17:00 － 18:00	0	348	979	134	60	369	3	16	1	1,727
18:00 － 19:00	1	429	967	100	51	198	0	4	6	1,498
19:00 － 20:00	0	336	613	56	28	128	2	7	7	971
Total	1	1,334	3,262	405	204	950	6	30	14	5,460

表 2.3.7　車種別方向別交通量(Ｍ３：Rama V Bridge)

Location　M3: Rama V Bridge　　Direction　Eastbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	3	186	956	19	3	337	1	0	0	1,366
07:00 － 08:00	9	1,313	3,075	16	9	914	17	5	0	4,381
08:00 － 09:00	19	1,064	2,221	13	5	1,041	30	9	5	3,616
09:00 － 10:00	18	555	1,454	13	8	1,038	141	29	7	2,881
Total	49	3,118	7,706	61	25	3,330	189	43	12	12,244
16:00 － 17:00	5	506	1,524	20	6	847	46	5	1	2,589
17:00 － 18:00	8	804	1,835	21	11	998	28	10	2	3,132
18:00 － 19:00	6	599	1,522	9	9	770	25	2	0	2,499
19:00 － 20:00	6	432	1,097	13	7	548	18	3	4	1,816
Total	25	2,341	5,978	63	33	3,163	117	20	7	10,036

Location　M3: Rama V Bridge　　Direction　Westbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	53	175	538	24	2	143	1	0	1	770
07:00 － 08:00	32	517	1,020	62	15	271	15	11	1	1,560
08:00 － 09:00	15	525	987	75	4	330	31	15	0	1,596
09:00 － 10:00	14	343	811	137	0	361	87	33	0	1,551
Total	114	1,560	3,356	298	21	1,105	134	59	2	5,477
16:00 － 17:00	11	610	1,919	86	26	405	56	0	0	2,673
17:00 － 18:00	8	652	2,685	154	55	233	31	0	0	3,378
18:00 － 19:00	8	627	2,605	132	54	160	13	0	0	3,177
19:00 － 20:00	7	553	2,735	95	15	173	14	0	0	3,187
Total	34	2,442	9,944	467	150	971	114	0	0	12,415

表 2.3.8　車種別方向別交通量(Ｍ４：Bypass Nonthaburi)

Location　M4:Nontaburi Rd.　　Direction　Northbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	30	388	637	14	31	141	0	0	0	959
07:00 － 08:00	61	510	1,264	59	30	177	0	0	0	1,703
08:00 － 09:00	53	677	1,272	50	35	244	0	0	0	1,819
09:00 － 10:00	39	388	746	59	26	266	0	0	7	1,247
Total	183	1,963	3,919	182	122	828	0	0	7	5,727
16:00 － 17:00	59	360	828	43	15	168	0	0	0	1,174
17:00 － 18:00	32	572	920	40	12	159	0	0	2	1,299
18:00 － 19:00	27	445	909	38	7	304	0	0	0	1,383
19:00 － 20:00	23	369	770	36	4	237	0	0	7	1,167
Total	141	1,746	3,427	157	38	868	0	0	9	5,022

Location　M4:Nontaburi Rd.　　Direction　Southbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	5	70	654	48	50	65	2	14	0	916
07:00 － 08:00	24	200	995	45	50	189	1	8	0	1,402
08:00 － 09:00	20	268	948	51	46	172	3	10	0	1,358
09:00 － 10:00	11	189	424	41	45	257	8	23	0	916
Total	60	727	3,021	185	191	683	14	55	0	4,592
16:00 － 17:00	18	251	831	30	35	213	6	17	0	1,251
17:00 － 18:00	8	390	920	32	32	167	40	6	1	1,337
18:00 － 19:00	9	377	1,055	21	40	199	0	1	0	1,454
19:00 － 20:00	10	344	1,008	24	48	240	0	4	1	1,467
Total	45	1,362	3,814	107	155	819	46	28	2	5,509

表 2.3.9　車種別方向別交通量(Ｍ５：Nonthaburi 1)

Location　M5:Nonthaburu 1Rd.　　Direction　Northbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	51	211	297	119	10	92	1	4	3	610
07:00 － 08:00	40	205	282	130	14	71	2	2	1	581
08:00 － 09:00	45	254	402	82	20	104	5	3	0	714
09:00 － 10:00	58	166	363	76	16	125	4	7	2	675
Total	194	836	1,344	407	60	392	12	16	6	2,580
16:00 － 17:00	54	194	404	104	16	123	2	2	3	739
17:00 － 18:00	29	188	477	85	11	78	3	4	2	732
18:00 － 19:00	48	250	511	95	13	138	3	1	0	850
19:00 － 20:00	36	248	371	61	13	194	0	0	1	726
Total	167	880	1,763	345	53	533	8	7	6	3,046

Location　M5:Nonthaburu 1Rd.　　Direction　Southbound

Time	Tuk Tuk	Motocycle	Sedan/Taxi Jeep	Small Bus	Large Bus	Pick Up	Small Truck	Middle Truck (2 axle)	Large Truck (≧ 3 axle)	PCU
06:00 － 07:00	88	260	579	148	18	76	0	2	0	930
07:00 － 08:00	63	297	542	175	17	74	0	1	0	917
08:00 － 09:00	54	283	520	155	17	86	0	2	0	883
09:00 － 10:00	33	153	349	80	8	63	2	12	0	581
Total	238	993	1,990	558	60	299	2	17	0	3,311
16:00 － 17:00	55	159	308	96	9	50	1	0	0	527
17:00 － 18:00	45	235	348	109	9	70	3	1	0	620
18:00 － 19:00	54	258	351	86	5	61	0	1	0	588
19:00 － 20:00	24	169	262	52	4	42	1	1	0	415
Total	178	821	1,269	343	27	223	5	3	0	2,150

3)　2005 年調査結果(F/S)との比較

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 2.3.10 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、ラチャプルック道路、ラトゥナチベット (プラナンクラオ橋)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、特にラチャプルック道路の伸びが 2.24 倍と顕著である。この理由としては、2005 年調査以降に整備が進んだ環状道路であるラチャプルック道路の北側への延伸、および 2006 年にラチャプルック道路と接続するラマ 4 世橋の整備の影響が大きいと考えられる。

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。これは、域内道路を抜け道として利用する通過交通がほとんどなく、チャオプラヤ川東岸に位置する当該域内の住宅系の開発状況に変化がないため、新規の交通需要があまり生じていないためと考えられる。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(プラナンクラオ橋)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。

表 2.3.10　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 2.3.11 に示されるように、2005 年時点ではラトゥナチベット(プラナンクラオ橋)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(プラナンクラオ橋)道路については、2008 年に新プラナン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 2.3.11　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、調査対象区間の平均走行速度を計測するためにフローティングカー法により調査を行った。フローティングカー法では、調査車両は追越しを行わず、周辺交通の流れに併せて走行を行う。

本調査は、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、表 2.3.12 および図 2.3.8 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。

表 2.3.12　調査ルートおよび走行ルート

調査ルート	走行ルート
Ratcha Phruk Road	A－I－H
Rattanathibet (Pranang Klao Bridge)	A－B－C－D
Nakhon-In Road (Rama V Bridge)	E－F－G－H
Bypass Nonthaburi	K－L－M－N
Nonthaburi 1	B－K－J

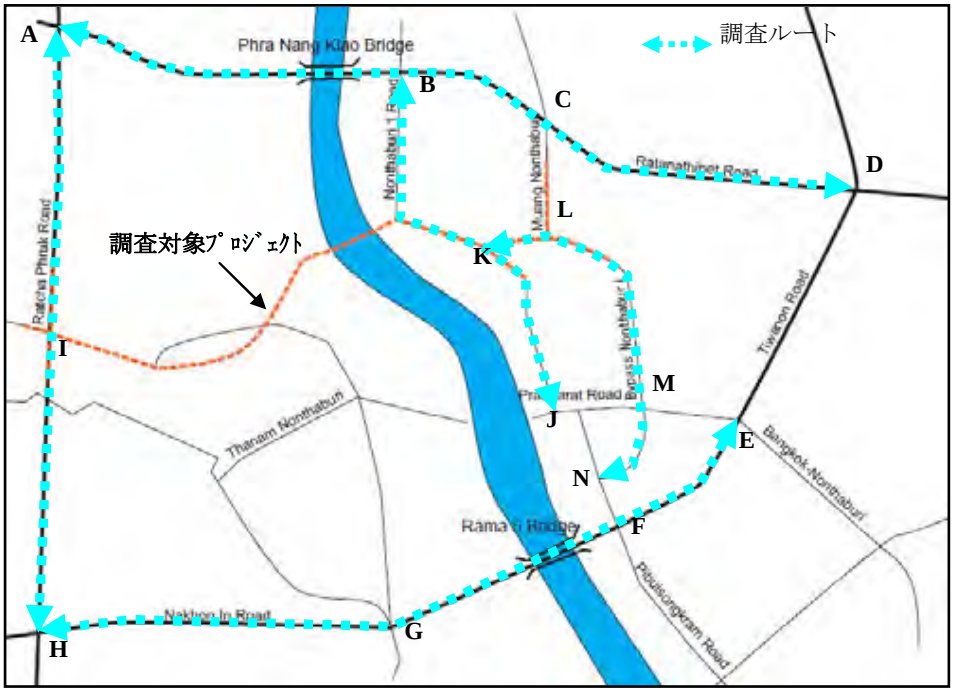


図 2.3.8　調査ルート位置図

2) 調査結果

各調査ルートの調査結果を表 2.3.13 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 2.3.11 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。

表 2.3.13　走行速度調査結果一覧

(km/h)

調査ルート	ルート	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

表 2.3.14　走行速度調査結果(Ratcha Phruk Road)

Ratcha phruk Road　AM Peak Hour

CW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
A	0	7	10	19	
brigde canal	2.0	7	12	23	58.06
Junction	3.2	7	13	52	48.54
Junction (I)	4.1	7	15	37	30.86
brigde canal	5.2	7	17	45	30.94
stop (Red Signal)	5.3	7	18	19	10.59
start (Green Signal)	5.3	7	18	45	-
H	5.7	7	19	11	55.38
All Range	**5.7**	**0**	**8**	**52**	**38.57**

CCW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
H	0	7	21	21	
brigde canal	0.5	7	22	23	29.03
Junction (I)	1.8	7	23	26	74.29
Junction	2.6	7	24	3	77.84
brigde canal	3.7	7	25	0	69.47
A	5.7	7	26	28	81.82
All Range	**5.7**	**0**	**5**	**7**	**66.84**

Ratcha phruk Road　PM Peak Hour

CW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
A	0	18	1	27	
brigde canal	2.2	18	2	59	86.09
Junction	3.4	18	4	2	68.57
Junction (I)	4.2	18	4	46	65.45
stop (Red Signal)	4.7	18	5	31	40.00
start (Green Signal)	4.7	18	6	10	-
brigde canal	5.2	18	7	12	29.03
stop (Red Signal)	5.4	18	8	22	10.29
start (Green Signal)	5.4	18	9	9	-
H	5.7	18	13	11	4.46
All Range	**5.7**	**0**	**11**	**44**	**29.15**

CCW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr. Km/Hr
H	0	18	16	20	
brigde canal	0.5	18	17	31	25.35
Junction (I)	1.8	18	18	24	88.30
Junction	2.6	18	18	54	96.00
brigde canal	3.7	18	19	52	68.28
A	5.7	18	22	4	54.55
All Range	**5.7**	**0**	**5**	**44**	**59.65**

表 2.3.15　走行速度調査結果(Rattanathibet (Pranang Klao Bridge)

Rattanathibate Road　AM Peak Hour

CW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
A	0	8	2	10	
Upward brigde	2.2	8	3	46	82.50
B	3.8	8	5	46	48.00
downward Brigde	4.2	8	6	45	24.41
C	4.6	8	7	31	31.30
Front Hotel	6.3	8	10	44	31.71
D	7.8	8	19	34	10.19
All range	**7.8**	**0**	**17**	**24**	**26.90**

CCW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
D	0	8	33	18	
Front Hotel	1.3	8	34	16	80.69
C	2.9	8	35	18	92.90
Upward brigde	3.9	8	36	27	52.17
B	4.3	8	37	4	38.92
downward Brigde	5.0	8	37	57	47.55
A	7.8	8	40	12	74.67
All range	7.8	0	6	54	**67.83**

Rattanathibate Road　PM Peak Hour

CW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
A	0	18	22	52	
Upward brigde	2.2	18	25	17	54.62
B	3.8	18	26	23	87.27
downward Brigde	4.2	18	26	46	62.61
C	4.6	18	27	34	30.00
Front Hotel	6.3	18	32	32	20.54
D	7.8	18	40	48	10.89
All Range	**7.8**	**0**	**17**	**56**	**26.10**

CCW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
D	0	18	40	1	
Front Hotel	1.3	18	41	40	47.27
C	2.9	18	43	3	69.40
Upward brigde	3.9	18	43	53	72.00
B	4.3	18	44	12	75.79
downward Brigde	5.0	18	45	15	40.00
A	7.8	18	47	4	92.48
All Range	7.8	0	7	3	**66.38**

表 2.3.16　走行速度調査結果(Nakhon-In Road(Rama V Bridge))

Nakhon-In Road AM Peak Hour

CW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
H	0	9	43	18	
Bangkoknoi Canal	2.1	9	45	33	56.00
G	3.3	9	46	18	96.00
Up	4.9	9	47	27	83.48
Ramp	5.6	9	48	9	60.00
F	6.3	9	48	47	66.32
Down	6.4	9	49	19	11.25
E	7.4	9	50	48	40.45
All Range	7.4	0	7	30	**59.20**

CCW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
E	0	9	32	36	
Up	0.8	9	33	32	51.43
F	1.5	9	34	51	31.90
Ramp	1.8	9	35	16	43.20
Down	2.4	9	35	46	72.00
G	4	9	36	46	96.00
Bangkoknoi Canal	5.2	9	37	32	93.91
H	7.4	9	38	47	105.60
All Range	**7.4**	**0**	**6**	**11**	**71.81**

Nakhon-In Road PM Peak Hour

CW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
H	0	19	12	23	
Bangkoknoi Canal	2.1	19	14	33	58.15
G	3.3	19	15	40	64.48
Up	4.9	19	16	51	81.13
Ramp	5.6	19	17	32	61.46
F	6.3	19	18	4	78.75
Down	6.4	19	18	32	12.86
E	7.4	19	19	34	58.06
All Range	7.4	0	7	11	**61.81**

CCW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
E	0	19	19	49	
Up	1.4	19	20	53	78.75
F	1.5	19	21	10	21.18
Ramp	1.8	19	21	40	36.00
Down	2.4	19	22	19	55.38
G	4	19	23	44	67.76
Bangkoknoi Canal	5.2	19	24	40	77.14
H	7.4	19	26	3	95.42
All Range	**7.4**	**0**	**6**	**14**	**71.23**

表 2.3.17　走行速度調査結果(Bypass Nonthaburi Road)

BYPASS NONTHABURI Road AM Peak Hour

CW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
K	0	6	10	19	
stop (Red Signal)	0.8	6	11	17	49.66
start (Green Signal)	0.8	6	11	34	-
L	1.6	6	12	27	54.34
M	2.6	6	14	29	29.51
N	3.1	6	15	14	40.00
All range	**3.1**	**0**	**5**	**-5**	**37.83**

CCW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
N	0	6	20	10	
M	0.7	6	21	11	41.31
L	2.5	6	24	32	32.24
K	3.1	6	27	33	11.93
All range	3.1	0	7	23	**25.19**

BYPASS NONTHABURI Road PM Peak Hour

CW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
					Km/Hr
K	0	17	31	34	
stop (Red Signal)	0.3	17	32	35	17.70
start (Green Signal)	0.3	17	33	45	-
L	1.6	17	34	52	69.85
M	2.6	17	36	41	33.03
N	3.1	17	37	24	41.86
All Range	**3.1**	**0**	**5**	**50**	**31.89**

CCW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
					Km/Hr
N	0	17	38	57	
M	0.7	17	39	52	45.82
stop (Red Signal)	1.3	17	42	23	14.30
start (Green Signal)	1.3	17	43	1	-
L	2.5	17	46	3	23.74
K	3.1	17	48	32	14.50
All Range	3.1	0	9	35	**19.41**

表 2.3.18　走行速度調査結果(Nonthaburi 1 Road)

NONTHABURI Road AM Peak Hour

CW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
B	0	7	38	11	
Nangklao Hospital	0.6	7	39	40	24.27
M5	1.6	7	40	45	55.38
K	2.3	7	41	34	51.43
J	4.3	7	47	29	20.28
All range	**4.3**	**0**	**9**	**18**	**27.74**

CCW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
J	0	7	48	11	
K	1.3	7	49	36	55.06
M5	2	7	50	7	81.29
Nangklao Hospital	3.9	7	51	19	95.00
B	4.3	7	52	23	22.50
All range	4.3	0	4	12	**61.43**

NONTHABURI Road PM Peak Hour

CW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
B	0	17	0	13	
Nangklao Hospital	0.6	17	1	34	26.67
M5	1.6	17	2	41	53.73
K	2.3	17	3	31	50.40
J	5.2	17	7	37	42.44
All Range	**5.2**	**0**	**7**	**24**	**42.16**

CCW

Station	KM.	Hour	Min	Second	km./hr.
J	0	18	40	1	
K	1.3	18	41	38	48.25
M5	2.1	18	42	11	87.27
Nangklao Hospital	3.9	18	43	53	63.53
B	4.3	18	44	12	75.79
All Range	4.3	0	4	11	**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

バンコク首都圏の域内総生産（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都市として、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、チャオプラヤ川への架橋整備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･高度化を支える社会基盤として不可欠なものであった。

このような背景において、我が国の援助によるチャオプラヤ川への架橋事業を含む 20 橋梁の架橋整備の果たしてきた役割について、その定量的および定性的効果を経年的に明らかにすることにより明確にする。

2.4.1 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。

図 2.4.1 に見られるように、現在からおよそ 100 年前の 1900 年当時、バンコクはおよそ 60 万人もの人口を抱える大都市であったが、市街地はチャオプラヤの東岸に限られていた。1926 年、ラマVI 世橋（鉄道橋）が、続いて 1932 年にメモリアル橋が架けられたが、これを機に、チャオプラヤ川の西岸への都市の拡大・発展が進んでいくこととなる。

現在、バンコク首都圏を縦断するチャオプラヤ川には 20 箇所で架橋されているが、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ン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、プラナン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る。

1900 年	1936 年
1958 年	

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

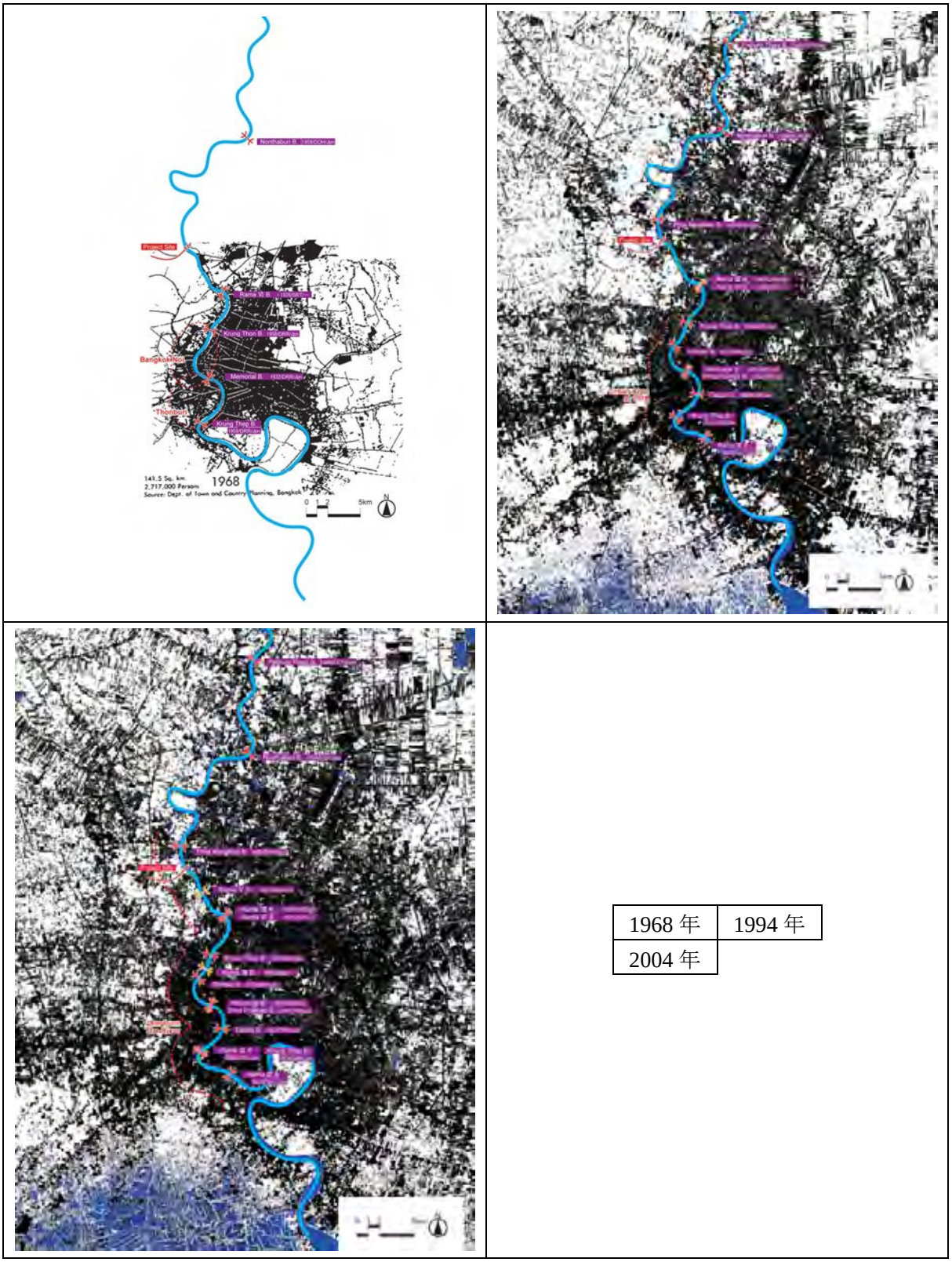


図 **2.4.2**　バンコクにおける都市の拡大 **(2/2)**　（**1968** 年～**2004** 年）

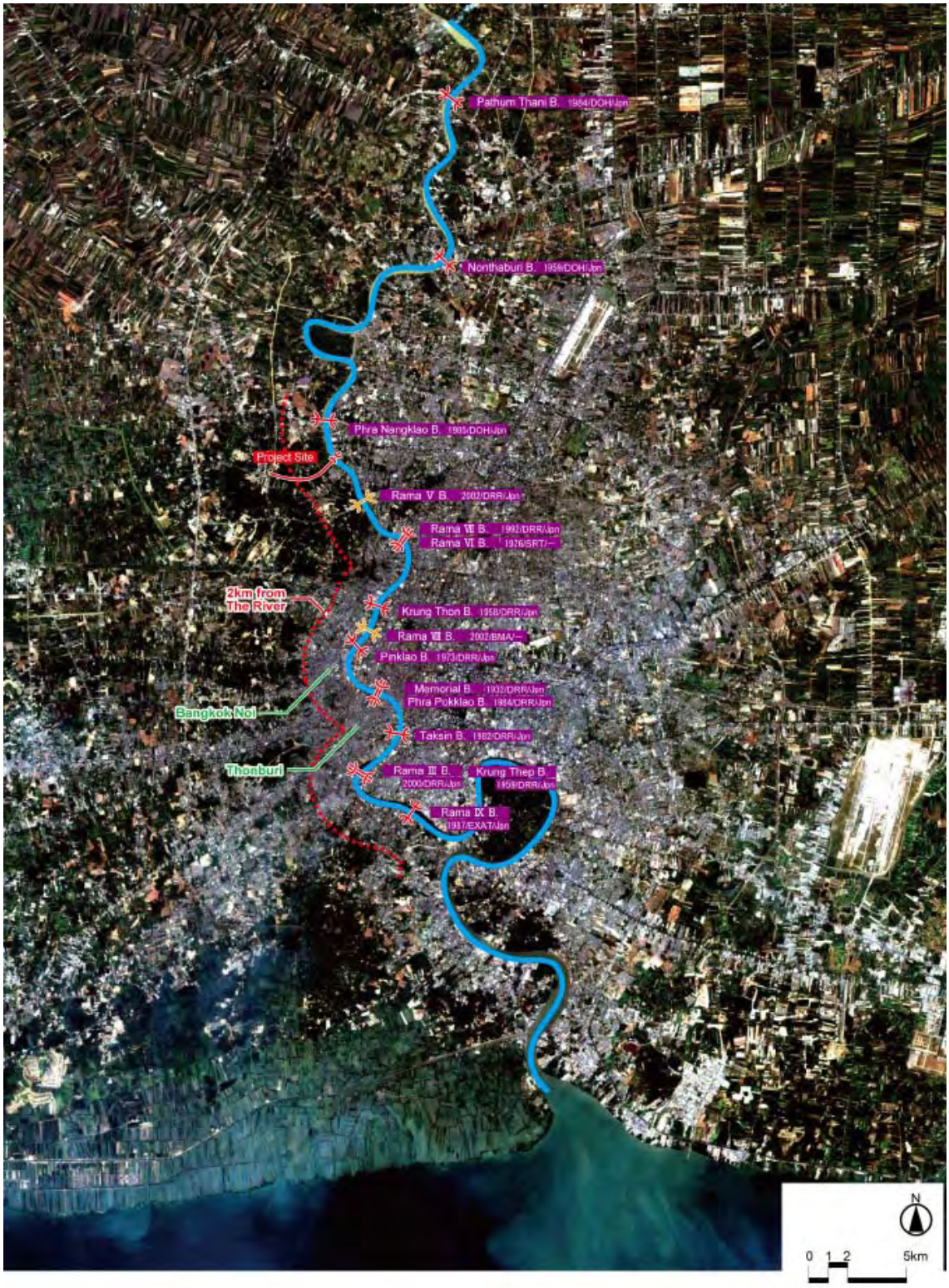


図 2.4.3　2004 年のバンコク（Landsat）

2.4.2 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交通量および混雑度を一元的、経年的に把握を行い、その効果を定量的に評価する。

(1) 交通量の変化

本調査により収集されたチャオプラヤ川に架橋される 20 橋梁の交通量データの出典を表 2.4.2 と 2.4.3 に示す。これらの交通量データは、各橋梁の管理者が異なることおよび統一的・継続的な観測データがないことから、ソースの異なるデータを補正して比較している。補正に際しては、各橋梁の交通量データを一元的に相対比較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。

－朝ピーク時間交通量のピーク率：0.06

－PCU 換算交通量と実台数交通量との比：1.2:1.0

補正後の各橋梁の交通量の推移を表 2.4.4 から表 2.4.6 に示す。

各橋梁の交通量は、供用開始後より増加傾向が続くが、近隣に橋梁が整備されるに従い交通分散が適正に図られるため、近年ではほとんどの橋梁においてピーク時に比較して交通量が横ばい傾向か減少している。また、チャオプラヤ川橋梁群全体でみると、交通量の増加率は表 2.4.6 に示されるように 1.2%/年であり、バンコク都の自動車登録台数の増加率 3.5%を下回る割合で推移している。

表 2.4.2 使用した交通量の出典データ (1/2)

番号	橋梁名	データの種類		調査実施日	出典(実施者)
1	Pathum Thani	AADT, Vehicle/day			Average Annual Daily Traffic on Highway 2007, Bureau of Highway Safety, DOH
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
2	2nd Phatum Thani				
3	Nonthaburi-Pathum Thani	pcu/day	AM Peak	1993	The Feasibility Study and IEE of the Pak Kret Bridge and Connecting Road Construction Project, MOI, 1994
		pcu/day		1990/11/	Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
		Vehicle/day	exc. MC	1981/6/30 (Tue)	タイ王国ラマ6世橋建設計画調査, JICA, 1981
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
4	Pak Kret(Rama IV)	Vehicle/day	7:00-9:00 16:00-19:00 0:00-24:00	2006/11/21～2007/2/28 2007/11/15～2008/2/28	Traffic Statistic 2007, Beaureu of Traffic and Transport, BMA
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
5	New Phra Nangklao				
6	Phra Nangklao	pcu/day	AM Peak	1993	The Feasibility Study and IEE of the Pak Kret Bridge and Connecting Road Construction Project, MOI, 1994
		pcu/day		1990/11/	Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2005/6/14(Tue)	The Detailed Design and Land Acquisition Survey for The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project, DRR, 2005
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
7	Wat Nakorn-In (Rama V)	Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2005/6/14(Tue)	The Detailed Design and Land Acquisition Survey for The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project, DOR, 2005
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
8	Rama VII	Vehicle/day	Year 2000: Daily average during 25Jan-2March and 20June-29June, Year 2002: Daily average during 11June-1August		DOR Traffic Volume Evaluation Project on Chao Phraya River Crossing Bridge, 2543, 2545
		pcu/day	AM Peak	1993	The Feasibility Study and IEE of the Pak Kret Bridge and Connecting Road Construction Project, MOI, 1994
		Vehicle/day	7:00-9:00 16:00-19:00 0:00-24:00	2006/11/21～2007/2/28 2007/11/15～2008/2/28	Traffic Statistic 2007, Beaureu of Traffic and Transport, BMA
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2005/6/14(Tue)	The Detailed Design and Land Acquisition Survey for The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project, DRR, 2005
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
9	Rama VI (Rail Bridge)	Vehicle/day			PWD (Post Evaluation for New Rama VII construction project, 1999.3, JBIC)
		AADT, Vehicle/day			Post Evaluation for Bridges crossing Chao Phraya River and Intra-Urban Expressway projects, Jan 1986, JBIC
		Vehicle/day		1990/11/	Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
10	Krungthon	Vehicle/day	Year 2000: Daily average during 25Jan-2March and 20June-29June, Year 2002: Daily average during 11June-1August		DOR Traffic Volume Evaluation Project on Chao Phraya River Crossing Bridge, 2543, 2545
		Vehicle/day			PWD (Post Evaluation for New Rama VII construction project, 1999.3, JBIC)
		AADT, Vehicle/day			Post Evaluation for Bridges crossing Chao Phraya River and Intra-Urban Expressway projects, Jan 1986, JBIC
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00		Ratcha Phruk Road Project Benefit Monitoring and Evaluation Report, 2005
		Vehicle/day		1990/11/Date is NA	Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
		Vehicle/day	7:00-9:00 16:00-19:00 0:00-24:00	2006/11/21～2007/2/28 2007/11/15～2008/2/28	Traffic Statistic 2007, Beaureu of Traffic and Transport, BMA
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
11	Rama VIII	Vehicle/day	7:00-9:00 16:00-19:00 0:00-24:00	2006/11/21～2007/2/28 2007/11/15～2008/2/28	Traffic Statistic 2007, Beaureu of Traffic and Transport, BMA
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2005/6/14(Tue)	The Detailed Design and Land Acquisition Survey for The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project, DRR, 2005
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008

表 2.4.3 使用した交通量の出典データ (2/2)

番号	橋梁名	データの種類		調査実施日	出典(実施者)
12	Phra PinkLao	Vehicle/day	Year 2000: Daily average during 25Jan-2March and 20June-29June, Year 2002: Daily average during 11June-1August		DOR Traffic Volume Evaluation Project on Chao Phraya River Crossing Bridge, 2543, 2545
		Vehicle/day			PWD (Post Evaluation for New Rama VII construction project, 1999.3, JBIC)
		AADT, Vehicle/day			Post Evaluation for Bridges crossing Chao Phraya River and Intra-Urban Expressway projects, Jan 1986, JBIC
		Vehicle/day		1990/11/	Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
		Vehicle/day	7:00-9:00 16:00-19:00 0:00-24:00	2006/11/21～2007/2/28 2007/11/15～2008/2/28	Traffic Statistic 2007, Beaureu of Traffic and Transport, BMA
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2005/6/14(Tue)	The Detailed Design and Land Acquisition Survey for The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project, DRR, 2005
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
13	Memorial (Phra Phutta Yodf)	Vehicle/day	Year 2000: Daily average during 25Jan-2March and 20June-29June, Year 2002: Daily average during 11June-1August		DOR Traffic Volume Evaluation Project on Chao Phraya River Crossing Bridge, 2543, 2545
		Vehicle/day			PWD (Post Evaluation for New Rama VII construction project, 1999.3, JBIC)
		AADT, Vehicle/day			Post Evaluation for Bridges crossing Chao Phraya River and Intra-Urban Expressway projects, Jan 1986, JBIC
		Vehicle/day		1990/11/	Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
		Vehicle/day	7:00-9:00 16:00-19:00 0:00-24:00	2006/11/21～2007/2/28 2007/11/15～2008/2/28	Traffic Statistic 2007, Beaureu of Traffic and Transport, BMA
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2005/6/14(Tue)	The Detailed Design and Land Acquisition Survey for The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project, DRR, 2005
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
14	Phra Pok Klao (New Memorial)	Vehicle/day	Year 2000: Daily average during 25Jan-2March and 20June-29June, Year 2002: Daily average during 11June-1August		DOR Traffic Volume Evaluation Project on Chao Phraya River Crossing Bridge, 2543, 2545
		Vehicle/day			PWD (Post Evaluation for New Rama VII construction project, 1999.3, JBIC)
		Vehicle/day		1990/11/	Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
		Vehicle/day	7:00-9:00 16:00-19:00 0:00-24:00	2006/11/21～2007/2/28 2007/11/15～2008/2/28	Traffic Statistic 2007, Beaureu of Traffic and Transport, BMA
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2005/6/14(Tue)	The Detailed Design and Land Acquisition Survey for The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project, DRR, 2005
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDMLSurvey, OTP, 2008
15	Taksin (Sathon)	Vehicle/day	Year 2000: Daily average during 25Jan-2March and 20June-29June, Year 2002: Daily average during 11June-1August		DOR Traffic Volume Evaluation Project on Chao Phraya River Crossing Bridge, 2543, 2545
		Vehicle/day			PWD (Post Evaluation for New Rama VII construction project, 1999.3, JBIC)
		AADT, Vehicle/day			Post Evaluation for Bridges crossing Chao Phraya River and Intra-Urban Expressway projects, Jan 1986, JBIC
		Vehicle/day		1990/11/	Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
		Vehicle/day	7:00-9:00 16:00-19:00 0:00-24:00	2006/11/21～2007/2/28 2007/11/15～2008/2/28	Traffic Statistic 2007, Beaureu of Traffic and Transport, BMA
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2005/6/14(Tue)	The Detailed Design and Land Acquisition Survey for The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project, DRR, 2005
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
		Vehicle/day	24 hr	1996/9/17～1996/10/1	The Feasibility Study on the Southern Outer Bangkok Ring Road in Kingdom of Thailand, JETRO, March 2000
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	1996/9/17～1996/10/1	The Feasibility Study on the Southern Outer Bangkok Ring Road in Kingdom of Thailand, JETRO, March 2000
16	Krung Thep	Vehicle/day	Year 2000: Daily average during 25Jan-2March and 20June-29June, Year 2002: Daily average during 11June-1August		DOR Traffic Volume Evaluation Project on Chao Phraya River Crossing Bridge, 2543, 2545
		Vehicle/day			PWD (Post Evaluation for New Rama VII construction project, 1999.3, JBIC)
		AADT, Vehicle/day			Post Evaluation for Bridges crossing Chao Phraya River and Intra-Urban Expressway projects, Jan 1986, JBIC
		Vehicle/day		1990/11/	Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
		Vehicle/day	7:00-9:00 16:00-19:00 0:00-24:00	2006/11/21～2007/2/28 2007/11/15～2008/2/28	Traffic Statistic 2007, Beaureu of Traffic and Transport, BMA
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2005/6/14(Tue)	The Detailed Design and Land Acquisition Survey for The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project, DRR, 2005
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
		Vehicle/day	24 hr	1996/9/17～1996/10/1	The Feasibility Study on the Southern Outer Bangkok Ring Road in Kingdom of Thailand, JETRO, March 2000
17	New Krung Thep (Rama III)	Vehicle/day	Year 2000: Daily average during 25Jan-2March and 20June-29June, Year 2002: Daily average during 11June-1August		DOR Traffic Volume Evaluation Project on Chao Phraya River Crossing Bridge, 2543, 2545
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2005/6/14(Tue)	The Detailed Design and Land Acquisition Survey for The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project, DRR, 2005
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	2008/7/15(Tue)	TDML調査, OTP, 2008
18	Rama 9	Vehicle/day		1990/11/Date is NA	Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
		Vehicle/day	24 hr	1996/9/17～1996/10/1	The Feasibility Study on the Southern Outer Bangkok Ring Road in Kingdom of Thailand, JETRO, March 2000
		Morning Peak (pcu/h)	7:00-8:00	1996/9/17～1996/10/1	The Feasibility Study on the Southern Outer Bangkok Ring Road in Kingdom of Thailand, JETRO, March 2000
19	Industrial Ring Road (North)	Vehicle/day	7:00-9:00 16:00-19:00 0:00-24:00	2006/11/21～2007/2/28 2007/11/15～2008/2/28	Traffic Statistic 2007, Beaureu of Traffic and Transport, BMA
20	Kanchanapisek				

表 2.4.4　チャオプラヤ川既存橋梁の交通量推移 (1/3)　(pcu/day)

	Bridge Name	Administrator	Year														
			1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
1	Pathum Thani	DOH															
2	2nd Phatum Thani	DOH															
3	Nonthaburi-Pathum Thani	DOH															8,736
4	Pak Kret（Rama IV）	DRR															
5	New Phra Nangklao	DOH															
6	Phra Nangklao	DOH															
7	Wat Nakorn-In (Rama V)	DRR															
8	Rama VII	DRR															
9	Rama VI (Rail Bridge)	SRT	7,200						16,800		21,600			24,000			31,200
10	Krungthon	DRR	33,600						48,000		45,600			63,600			58,800
11	Rama VIII	BMA															
12	Phra PinkLao	DRR									68,400			98,400			105,600
13	Memorial (Phra Phutta Yodf)	DRR	127,200						171,600		127,200			118,800			141,600
14	Phra Pok Klao (New Memorial)	DRR															
15	Taksin (Sathon)	DRR															
16	Krung Thep	DRR	25,200						46,800		49,200			64,800			75,600
17	New Krung Thep (Rama III)	DRR															
18	Rama 9	EXAT															
19	Industrial Ring Road	DRR															
20	Kanchanapisek	DOH															

注：ラマ 6 世橋は 1992 年後半にラマ 7 世橋が建設されるまで単線鉄道と道路の併用橋であったため、車両交通が記録されている。

表 2.4.5　チャオプラヤ川既存橋梁の交通量推移 (2/3)　(pcu/day)

	Bridge Name	Year														
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	Pathum Thani															
2	2nd Phatum Thani															
3	Nonthaburi-Pathum Thani									25,191			35,956			
4	Pak Kret（Rama IV）															
5	New Phra Nangklao															
6	Phra Nangklao									50,208			43,279			
7	Wat Nakorn-In (Rama V)															
8	Rama VII												85,461		163,273	
9	Rama VI (Rail Bridge)	32,400					49,200			59,683						
10	Krungthon	60,000		75,600			86,640			88,606	138,762				116,533	
11	Rama VIII															
12	Phra PinkLao	106,800		147,600			162,360			159,523	255,977				229,648	
13	Memorial (Phra Phutta Yodf)	140,400		176,400			88,320			78,922	109,754				111,157	
14	Phra Pok Klao (New Memorial)						144,120			153,238	193,529				172,980	
15	Taksin (Sathon)	79,200		157,200			169,560			174,316	256,044				227,023	116,733
16	Krung Thep	57,600					82,200			104,467	119,681				122,316	81,840
17	New Krung Thep (Rama III)															
18	Rama 9									74,902						135,433
19	Industrial Ring Road															
20	Kanchanapisek															

表 2.4.6　チャオプラヤ川既存橋梁の交通量推移 (3/3)　(pcu/day)

	Bridge Name	Year													Growth
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Rate
1	Pathum Thani										85,716		79,683		0.96
2	2nd Phatum Thani														-
3	Nonthaburi-Pathum Thani												52,000		1.07
4	Pak Kret（Rama IV）										89,995	89,729	75,150		0.91
5	New Phra Nangklao														-
6	Phra Nangklao									86,333			71,817		1.02
7	Wat Nakorn-In (Rama V)									82,733			130,867		1.17
8	Rama VII				172,303		142,916			58,667	113,072	119,485	46,617		0.96
9	Rama VI (Rail Bridge)														-
10	Krungthon				123,802		107,536			49,933	80,384	91,565	31,750		1.00
11	Rama VIII									69,967	85,916	85,516	61,100		0.96
12	Phra PinkLao				235,487		207,144			105,750	120,864	124,386	148,900		1.02
13	Memorial (Phra Phutta Yodf)				98,178	0	105,114			54,000	62,708	69,319	56,000		0.98
14	Phra Pok Klao (New Memorial)				176,296		196,172			102,333	121,961	133,813	140,633		1.00
15	Taksin (Sathon)			227,225	210,265		203,502			81,067	99,210	131,740	90,933		1.01
16	Krung Thep	90,437	93,950	112,327	93,035		117,043			70,783	67,637	62,074	70,967		1.03
17	New Krung Thep (Rama III)				83,015		79,284			61,517			34,833		0.90
18	Rama 9			144,391											1.08
19	Industrial Ring Road										54,646	61,460			1.12
20	Kanchanapisek														-
													Average		1.012

(2)　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 2.4.7 から表 2.4.9 に示した。尚、混雑度算定においては、各橋梁を一元的に相対比較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/時

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 2.4.7　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 2.4.8　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 2.4.9　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													
3	Nonthaburi-Pathum Thani	2												1.04	
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													

(3) 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、架橋時期が古くフィ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ィ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ィージビリティ調査を行ったものを除き表 2.4.10 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 2.4.7 から表 2.4.9 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 2.4.10　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	Krungthon	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

2.4.3 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

ノンタブリ県とバンコク都の人口および人口増加率の推移を表 2.4.11 に示す。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、バンコク都内でクルントン橋、ピンクラオ橋、メモリアル橋、クルンテープ橋等の主要橋梁が 1970 年代迄に整備されたこと、およびノンタブリ県内でノンタブリ橋、パトムタニ橋、プラナンクラオ橋等の主要橋梁が 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、図 2.4.4 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 2.4.11 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

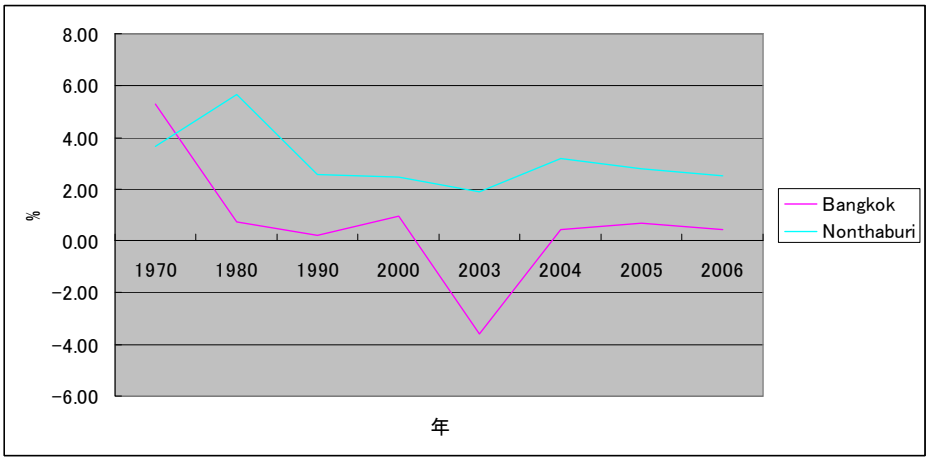


図 2.4.4 チャオプラヤ川周辺地域の人口増加率

2) 雇用

ノンタブリ県とバンコク都の雇用者数および雇用者数の増加率の推移を表 2.4.12 に示す。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 2.4.12　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

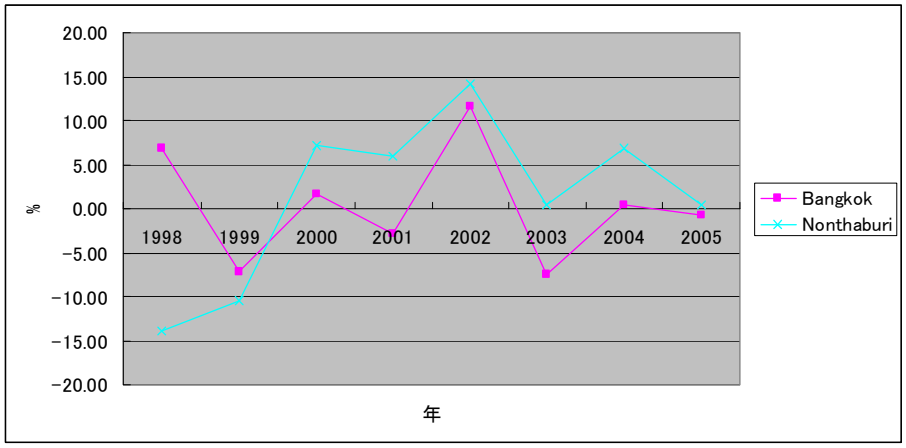


図 2.4.5　チャオプラヤ川周辺地域の雇用者数増加率

3)　住宅

ノンタブリ県とバンコク都の住宅数および住宅数の増加率の推移を表 2.4.13 に示す。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 2.4.13　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：出典：Bureau of Registration Administration, Department of Local Administration, Ministry of Interior

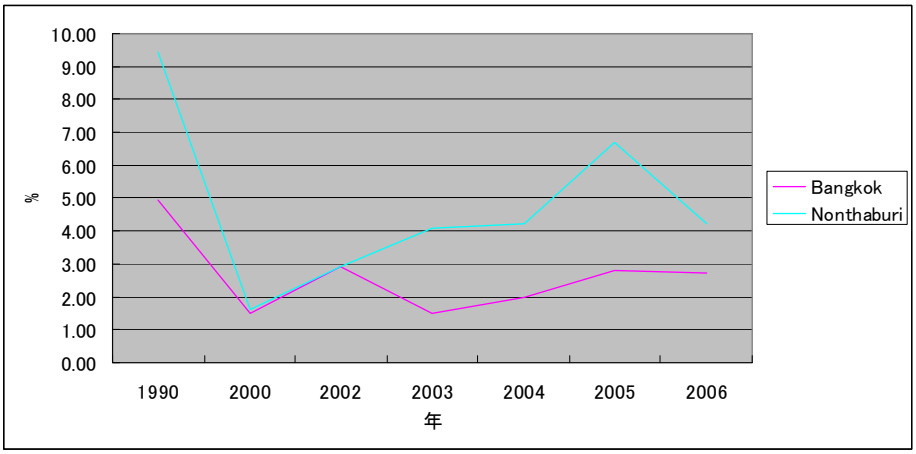


図 2.4.6　チャオプラヤ川周辺地域の住宅数増加率

4)　企業

ノンタブリ県とバンコク都の企業数および企業数の増加率の推移を表 2.4.14 に示す。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 2.4.14　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

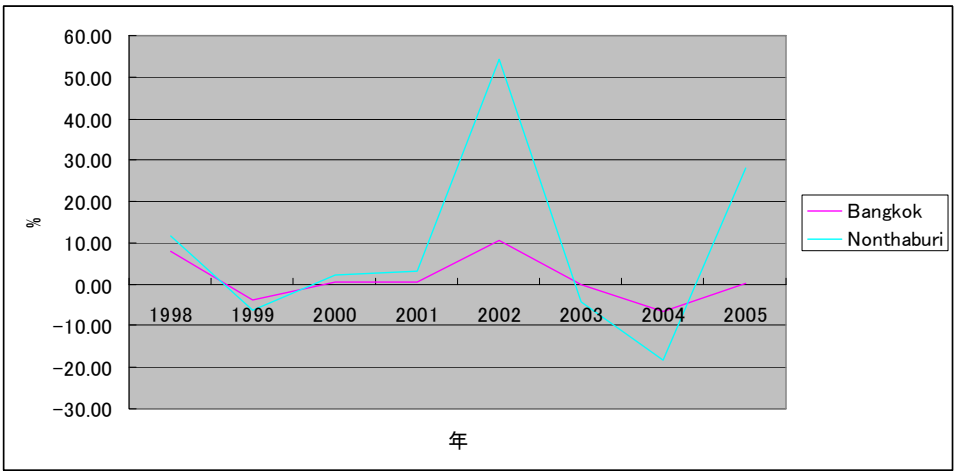


図 2.4.7　チャオプラヤ川周辺地域の企業数増加率

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道路で約 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表 2.4.15 および図 2.4.8 に示す 4 地区を対象に実施した。得られたサンプル数は計 225 であった。

表 2.4.15 事業者インタビュー調査の実施地区

地区名		対象となる橋	サンプル数
Area A	今回の調査対象地区 （ノンタブリ県）	New Bridge Phra Nangklao (New Phra Nangklao) Rama 5 （Rama 4 についても回答あり）	65 （＋日本企業 12）
Area B	バンコクノイ地区 （バンコク都）	Rama 7 Krung Thon Rama 8 Pinklao	66
Area C	トンブリ地区 （バンコク都）	Memorial Phra Pokklao Taksin Rama3 Krung Thep	72
Area D	トンブリ地区南方 （バンコク都）	Rama 9	10

調査は以下の質問項目（5 段階評価）に関する簡単な質問票を用意し、現地企業については調査員が現地で対象事業者を訪問しながら面談方式で回答を得た。また、日系企業については、事前にアポイントをとった上で日本人調査団員が行った。質問票及び詳しい調査結果は、付録-6 に示す。

表 2.4.16 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

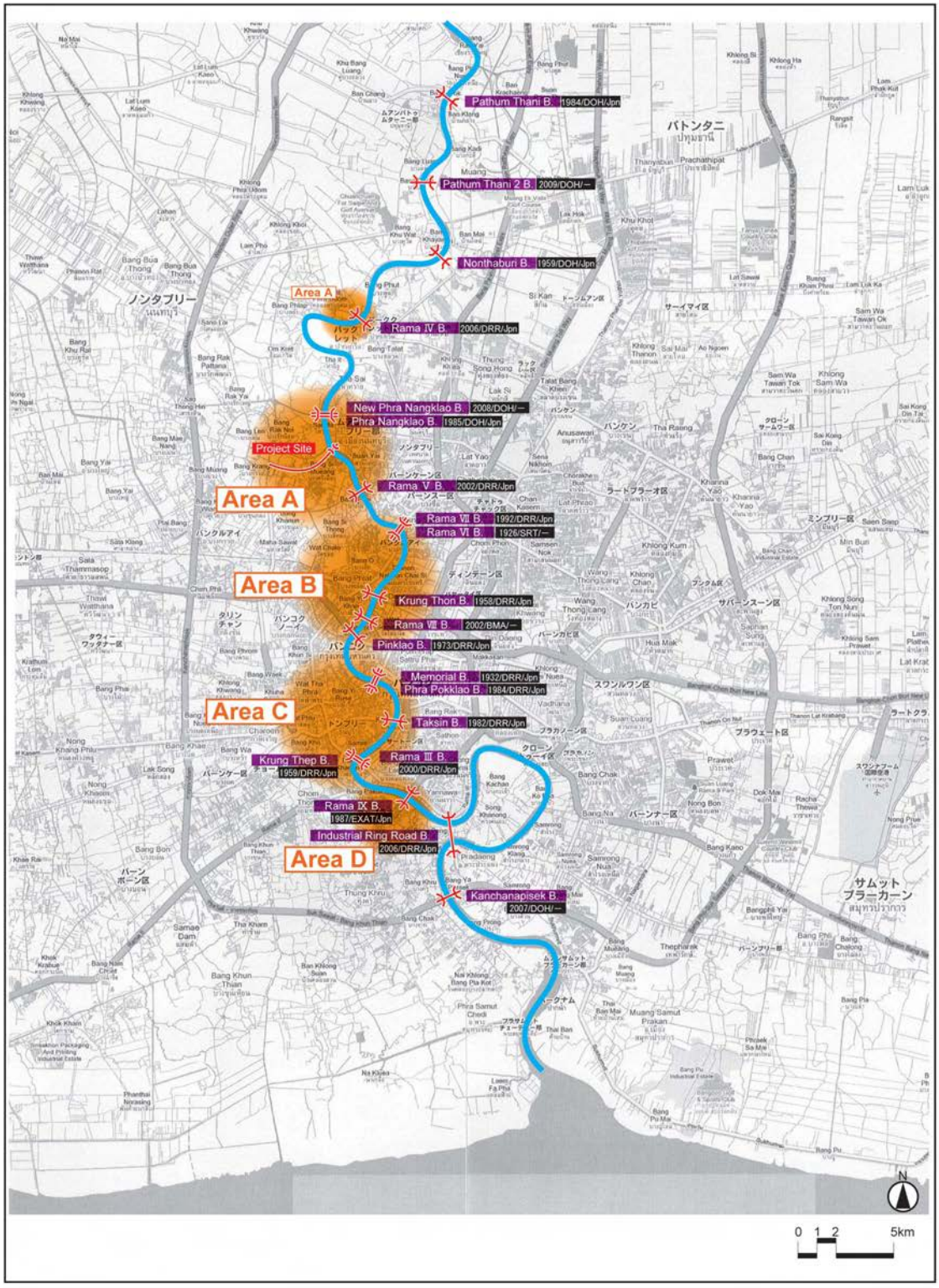


図 2.4.8　事業者インタビュー調査の実施地区

主な調査結果を以下に示す。

a)　本事業に期待する効果

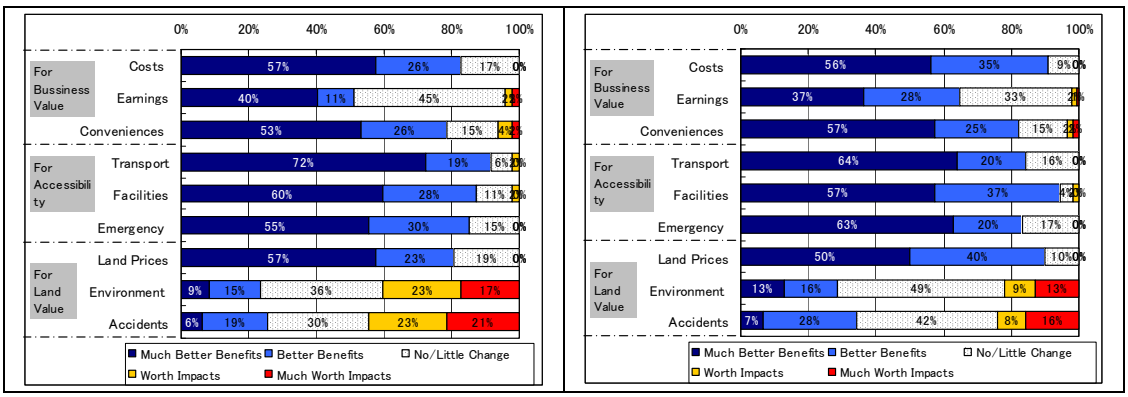


図 2.4.9　本事業（左）及び既存橋梁（右）に対する集計結果

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圏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

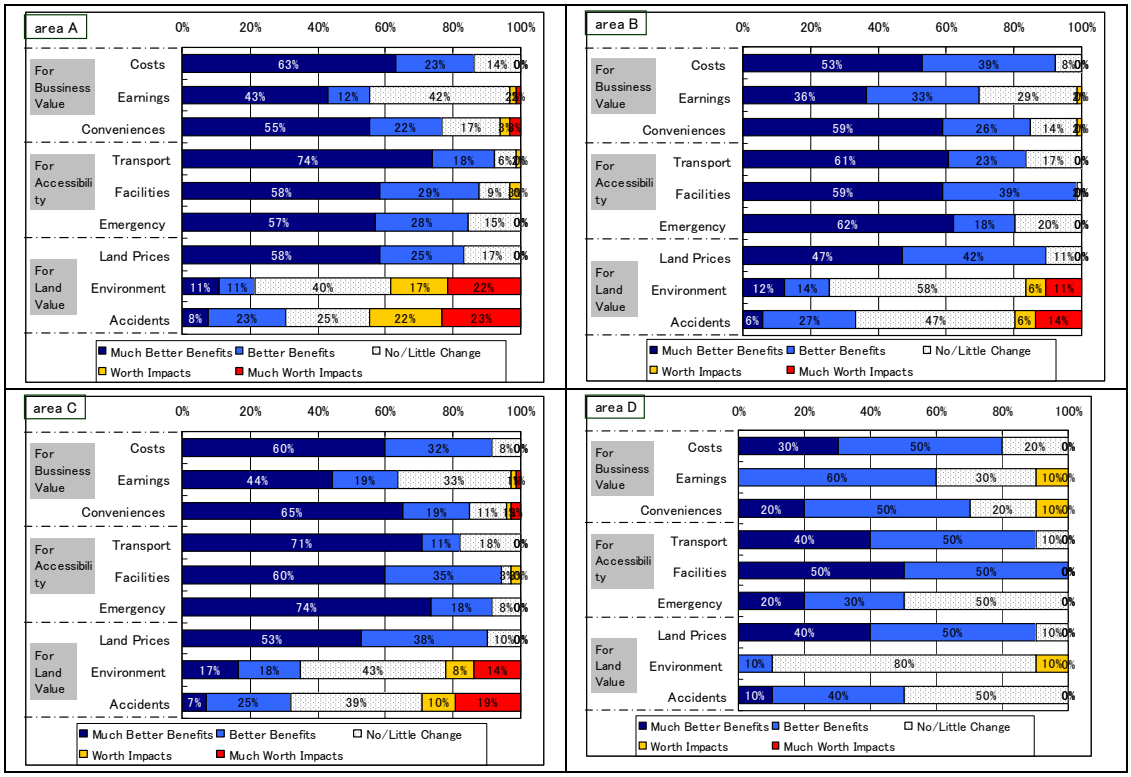


図 2.4.10　地区別の効果の調査結果

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 Rama 9 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下記の通りインタビュー調査を実施した。

表 2.4.17　地元自治体・関係機関へのインタビュー調査対象者

対象機関	対象者	実施日
ノンタブリ県 都市計画局	Ms. Unehaleeluk Anonthasorn <City Planner>	7th October 2009
バンコク都 都市計画局	Mr. Sompong Chirabundarnsook <City Planner>	6th October 2009
内務省 公共事業・都市地方計画局	Dr. Thongchai Roachanakanan <Director>	9th October 2009

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。「沿線の地価は上がり、開発も確実に進む（ノンタブリ県）」、「市街地がチャオプラヤ西岸にも拡大する更なるきっかけになる（バンコク都）」という影響予測をしている。また、「架橋による特段のマイナスインパクトは、想定できる範囲では考えられない（バンコク都）」「ノンタブリ県からバンコク都心へのアクセシビリティの高いエリアが拡大することにより、就業流入人口（バンスエ周辺）は多くなることが想像できる（バンコク都）」というように首都圏の中心市街地側から見て本事業はポジティブに捉えられている。その一方で、「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帯にある。（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を示している。

次に、ノンタブリ県の都市計画であるが、現行計画（2005 年発効）では特に本事業の位置づけはなされていない。加えて、ノンタブリ県都市計画局としては、「計画期間の 5 年間は、計画の変更を行なわない。そのため、本事業の計画についても次期改訂時点まで反映されることはない」「架橋等に伴う事前の開発誘導や規制の必要性は特に考えていない」というスタンスを持っている。一方で、担当者としては、「本事業について異議はない。既に土地収用も進んでいるようだし、そのまま事業を進めてもらえばと考える」「現行の用途地域に合わなくとも、開発が進めば、それはそれで問題はない」「架橋事業が進めば、次の City Plan の改訂時には本事業を計画へと反映することになる」という見解を有していることが分かった。

2.5 本事業を踏まえた地域開発計画の検討

2.5.1 地域開発計画検討の目的と対象

(1) 地域開発計画検討の目的

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。すでに 2.1.2 節でみてきたように、合計 20 本におよぶチャオプラヤ架橋の総体的な影響・結果として、順次バンコク都の西岸にあたるトンブリ地区やその北部にあたるバンコクノイ地区が、複数の架橋を契機に市街化し、東岸の市街地と連結する歴史的なプロセスを概観した。

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を選び、その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。

(2) 地域開発計画の対象

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）のノンタブリ地区（Nonthaburi District）と設定した。ノンタブリ地区は、県中心地であるノンタブリ市（Nonthaburi City Municipality）を含み、チャオプラヤの東岸に既成市街地が広がり、西岸には農地や新興住宅地がある。ノンタブリ地区は予定されている架橋地点から概ね 5km の圏域である。

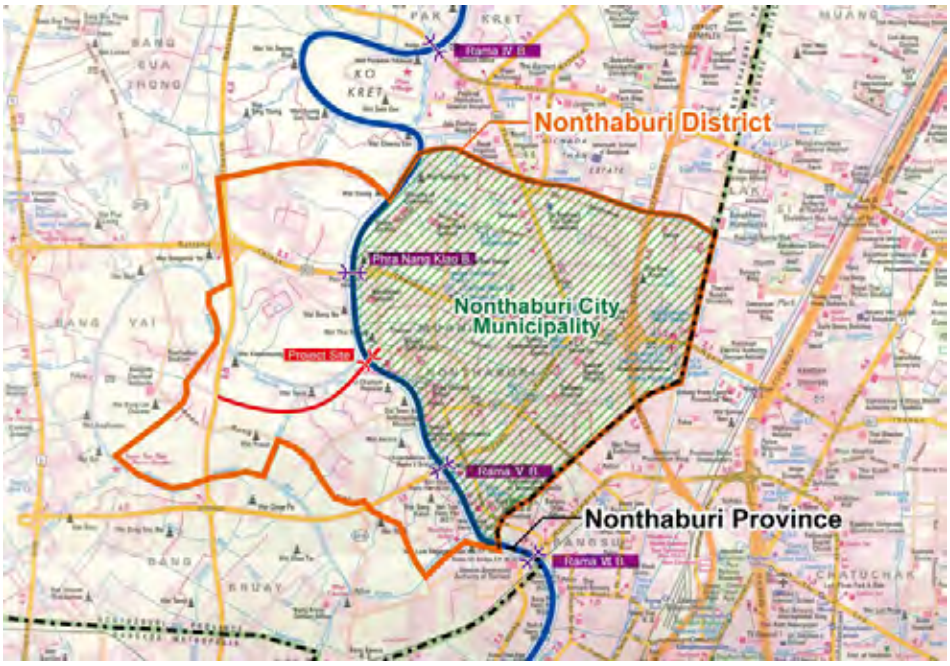


図 2.5.1　計画対象地区：ノンタブリ県のノンタブリ地区

2.5.2 上位関連計画

(1) バンコク首都圏の社会経済フレーム

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[1]。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 年までの人口予測は表 2.5.1 に示す。2026 年の予測人口は 1378 万人であり、年平均の人口増加率は 1.15%である。県別にみると、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。他方、バンコク都の西側のナコンパトム県およびサムットサコン県は 1.2 から 1.4%のやや低い増加率で推移するものと予測されている。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。これは市街地の拡大の方向を示唆するものである。

表 2.5.1 バンコク首都圏の人口予測(見直し)

Province	2011	2016	2021	2026	Growth rate 2011-2026
BMA	6,525,170	6,579,331	6,696,170	6,913,536	0.39%
Samut Prakan	1,358,976	1,517,066	1,674,966	1,855,559	2.10%
Nonthaburi	1,378,608	1,615,245	1,845,528	2,100,137	2.85%
Pathumthani	851,093	934,348	1,017,962	1,115,512	1.82%
Nakornpathom	946,901	1,000,735	1,059,125	1,132,615	1.20%
Samut Sakorn	532,882	568,688	606,380	652,641	1.36%
Total	11,593,630	12,215,413	12,900,131	13,770,000	1.15%

出典: "The Chao Praya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project 1st Additional Infromation on General and Technical Issues, DRR"

(2) ノンタブリ県の現行地域計画

すでに 2.2.4 節でみたように、バンコク首都圏の課題はバンコクへの一極集中である。それを解消するために、バンコクを中心に外側の郊外部に副都心が形成される、多核型の都市への移行を打ち出している。想定されている副都心の一つがノンタブリ地区である。

ノンタブリ県のコンプリヘンシブプランについて、当初のプラン（1990 年）および最新（2005 年）の 2 時点の計画を示す。

[1] バンコクの人口には、登録人口の約 50%に相当する非登録人口がいると言われており、これを含めるとバンコク首都圏の人口は 1700 万人に達すると推測される。

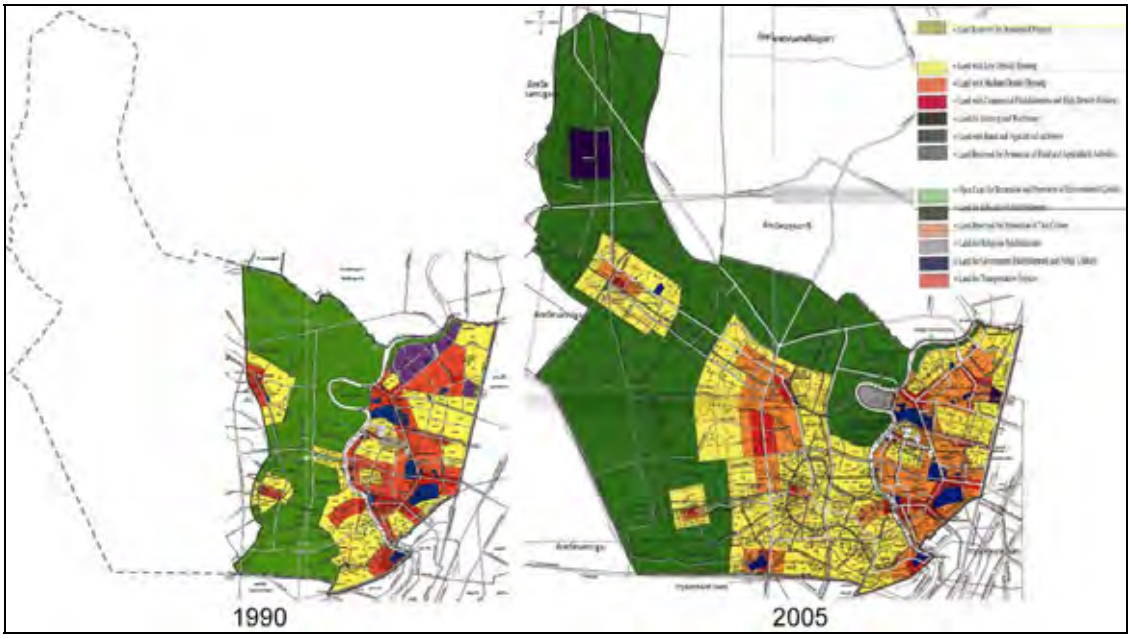


図 2.5.2　ノンタブリ県のコンプリヘンシブプラン（1990 年および 2005 年）

1990 年時点では、ノンタブリ県の東と西に高速道路が走り、それらを結ぶ東西方向の道路としては県中央部を東西に結ぶラトゥナチベット（302）道路がある、いわば H 字のような道路ネットワークがあるのみで、地域の結節は乏しい状態であったと思われる。計画路線としてトゥワノン（305）道路やチェンワッタナ（304）道路があるものの、整備は完了していない。南北方向にはチャオプラヤ川の西側に副幹線道路となるラチャナプルック道路が計画路線としてあったが、その整備もこの時点では完了していない。こうしたことから、ノンタブリ県のチャオプラヤ川の西岸地区は同東岸地区との連携が薄く、ノンタブリ市の対岸にあたる地区などを除き多くは農用地の指定がなされていた。

2005 年のコンプリヘンシブプランを見ると、チャオプラヤ西岸の 2 本の計画道路が完成し、全部で三本の広域道路が南北を結んでいる。東西方向の道路も上記の 2 本の計画道路が、チャオプラヤ架橋を含め整備が完了し、チャオプラヤを挟み、東西南北がグリッド（格子）状に結節された。

この道路整備は土地利用にも大きな変化をもたらした。チャオプラヤ西岸は、川からカンチャナパセク道路までのあいだが、クレット島の周辺部に農地が残ることを除くと、ノンタブリ市対岸を中心としてほぼ一面に都市化が見られるようになる。コンプリヘンシブプランもこれに伴い変更され、2005 年プランではこの帯状のベルトが住宅地区（黄色およびオレンジ色）に変更されている。

2.5.3　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/km^2、2007 年で 1,646 人/km^2 である。

表 2.5.2　ノンタブリ県の人口推移（1990-2007）

	1990	1995	2000	2005	2007
Population	661,573	754,627	859,607	972,280	1,024,191
Density　(622.31km^2)	1,063/km^2	1,213/km^2	1,381/km^2	1,562/km^2	1,646/km^2
Growth of population	+362,618			(1990-2007)	
Growth Rate	2.6%			(1990-2007)	

以下に、ノンタブリ県の人口変遷を地区別に分析する。なお、ノンタブリ県は主に 6 地区に行政区分されているが、このうち①Nonthaburi District（計画対象地区） 及び ②Pak Kret District の 2 地区は、チャオプラヤ川を跨いだ地区である。そこで本調査では、架橋による影響を分析するために、この 2 地区については川の両岸の Sub-District に細区分し、図 2.5.3 に示すように計 8 地区での分析を行なっている。

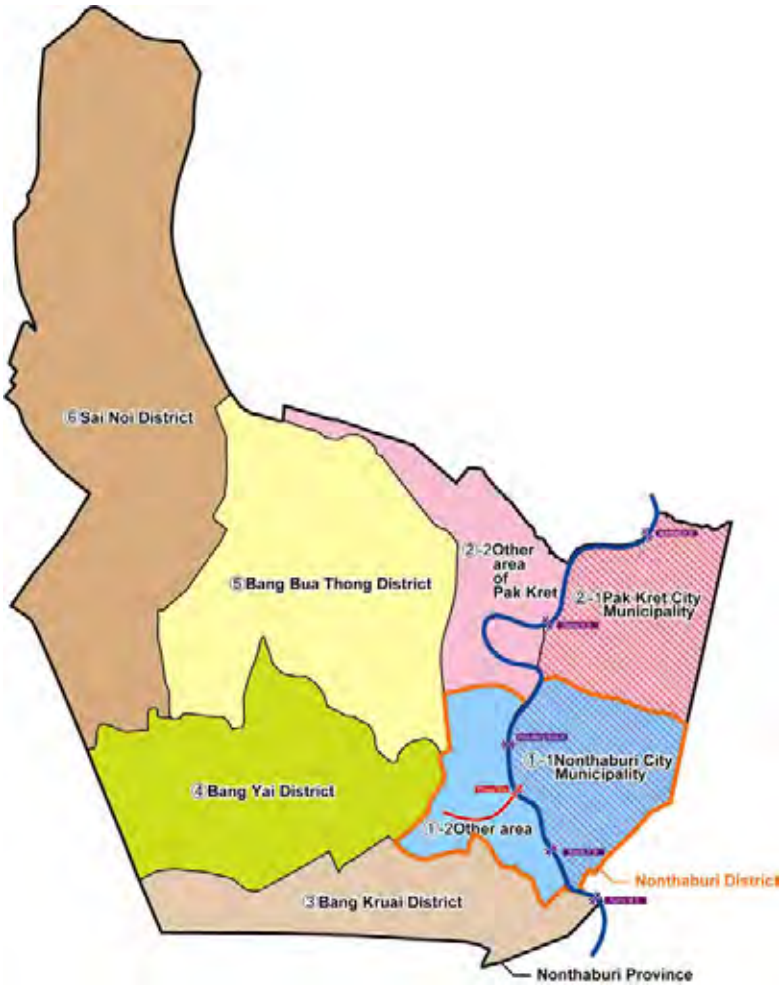


図 2.5.3　ノンタブリ県の地区区分（本調査の 8 区分）

上記 8 地区における地区別の 2007 年時点の人口を見ると、表 2.5.3、図 2.5.4 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。

表 2.5.3　ノンタブリ県の地区別の人口推移（1990-2007）

District Name	Population (Density)					Area (km^2)
	1990	1995	2000	2005	2007	
①-1 Nonthaburi City Municipality	254,678 (6,547)	265,773 (6,832)	269,315 (6,923)	267,097 (6,866)	265,796 (6,833)	38.90
①-2 Other area of Nonthaburi	47,247 (1,239)	61,149 (1,604)	70,330 (1,845)	80,776 (2,119)	87,684 (2,300)	38.12
②-1 Pak Kret City Municipality	116,356 (3,229)	134,756 (3,739)	150,354 (4,172)	165,829 (4,601)	169,782 (4,711)	36.04
②-2 Other area of Pak Kret	33,833 (0,639)	34,288 (0,647)	34,798 (0,657)	37,280 (0,704)	39,121 (0,738)	52.98
③Bang Kruai District	75,873 (1,322)	80,973 (1,410)	82,855 (1,443)	91,419 (1,592)	97,650 (1,701)	57.41
④Bang Yai District	35,283 (0,366)	47,338 (0,491)	61,148 (0,634)	79,602 (0,826)	92,215 (0,957)	96.40
⑤Bang Bua Thong District	64,203 (0,551)	93,945 (0,807)	148,000 (1,271)	198,652 (1,706)	218,030 (1,872)	116.44
⑥Sai Noi District	34,100 (0,183)	36,405 (0,196)	42,807 (0,230)	51,625 (0,278)	53,913 (0,290)	186.02
Total	661,573	754,627	859,607	972,280	1,024,191	622.31

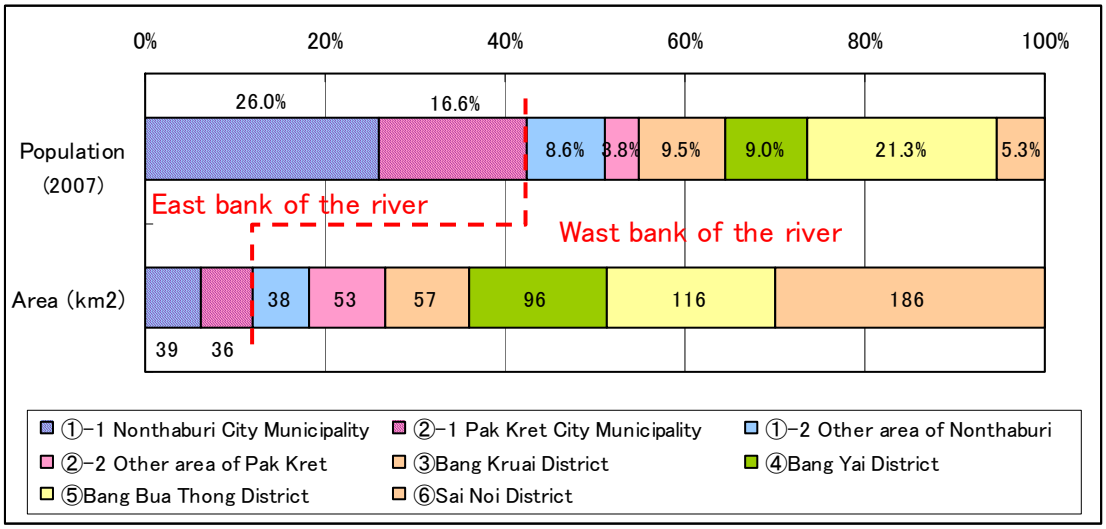


図 2.5.4　ノンタブリ県の地区別の人口及び面積の割合

各地区の人口の増減状況を見ると（表 2.5.4）、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いる。特に、直近 5 年程度では、①-1 Nonthaburi City Municipality では人口が微減して

いることから、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。

表 2.5.4　ノンタブリ県の地区別の人口増加率

District Name	Growth Rate（Growth of Population）1990-2007				
		(1990-1995)	(1995-2000)	(2000-2005)	(2005-2007)
①-1 Nonthaburi City Municipality	0.3% (11,118)	0.9% (11,095)	0.3% (3,542)	-0.2% -(2,218)	-0.2% -(1,301)
①-2 Other area of Nonthaburi	3.7% (40,437)	5.3% (13,902)	2.8% (9,181)	2.8% (10,446)	4.2% (6,908)
②-1 Pak Kret City Municipality	2.2% (53,426)	3.0% (18,400)	2.2% (15,598)	2.0% (15,475)	1.2% (3,953)
②-2 Other area of Pak Kret	0.9% (5,288)	0.3% (0,455)	0.3% (0,510)	1.4% (2,482)	2.4% (1,841)
③Bang Kruai District	1.5% (21,777)	1.3% (5,100)	0.5% (1,882)	2.0% (8,564)	3.4% (6,231)
④Bang Yai District	5.8% (56,932)	6.1% (12,055)	5.3% (13,810)	5.4% (18,454)	7.6% (12,613)
⑤Bang Bua Thong District	7.5% (153,827)	7.9% (29,742)	9.5% (54,055)	6.1% (50,652)	4.8% (19,378)
⑥Sai Noi District	2.7% (19,813)	1.3% (2,305)	3.3% (6,402)	3.8% (8,818)	2.2% (2,288)

(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/km^2 と比較し、西岸は 1,075 人/km^2 と非常に低い。

図 2.5.5 に示すように、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。

また、県域の北側を見ても、これまでは西岸の②-2 Other area of Pak Kret などでは農地が面的に広がり、そしてチャオプラヤ川の中州にコクレットの歴史的地区も残され、これらも西岸の市街地拡大を抑止する面的要因となっていたと考えられる。ただし、この一帯に広がっていた農地でも、近年、南側からの圧力やラマ IV 世橋 (2006)の架橋の影響を受

け、市街地の拡大・蚕食が顕著となりつつある。

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（2.4.2 節（1）参照）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。

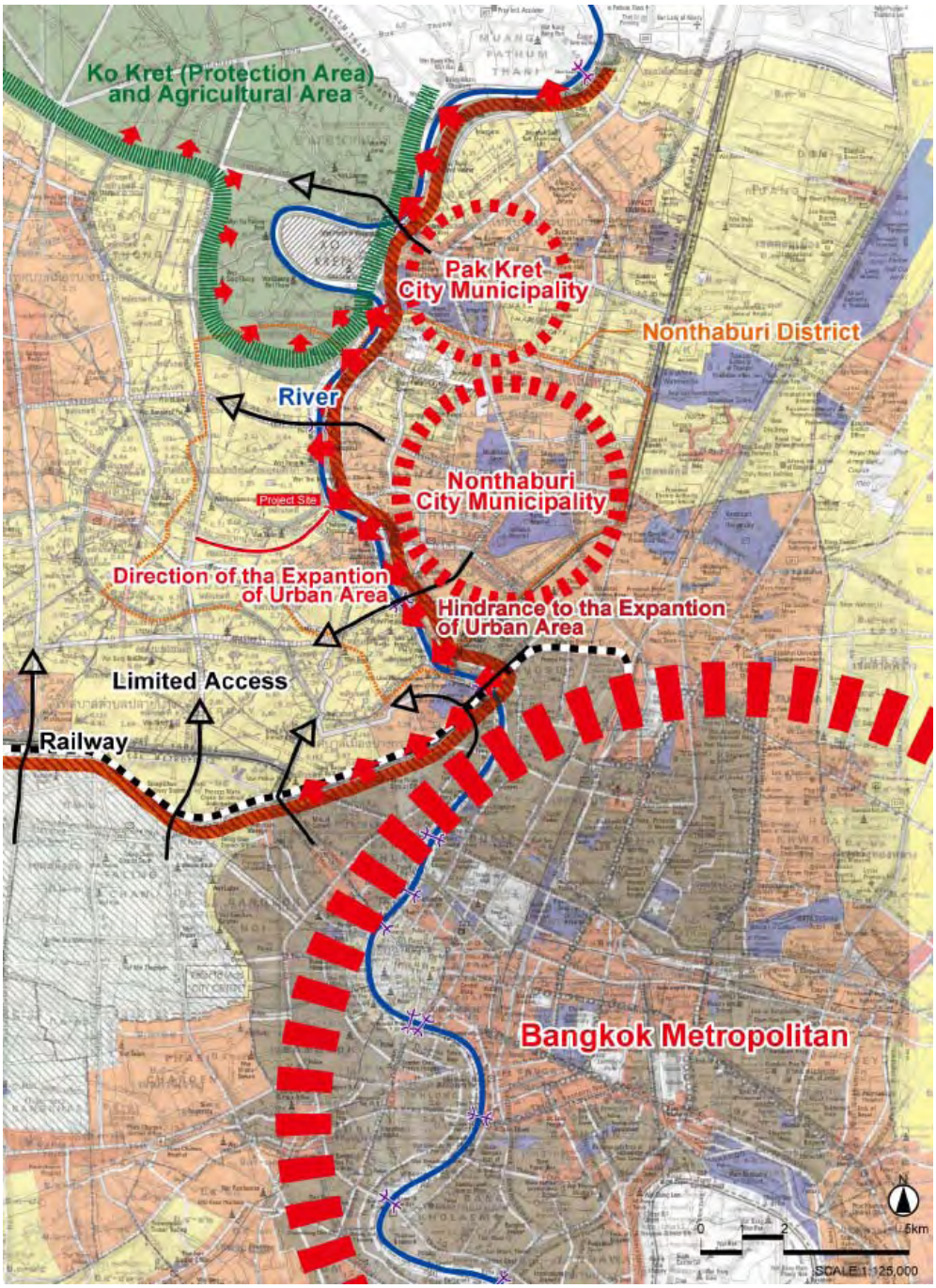


図 2.5.5　ノンタブリ県及び BMA の地域構造と制約要因

(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/km^2、過去 17 年間での年平均増加率は 2.6%である。そして同県の将来の人口予測としては、表 2.5.1 にあるように、2011 年に 1,378,608 人、2016 年に 1,615,245 人という数値が示されている。これによると、年平均の人口増加率は 5.2%（2007-2016）であり、バンコク首都圏でのノンタブリ県の位置づけとして、過去 17 年間を大きく上回る人口増加率、つまり人口受け皿としての役割が期待されていることとなる。

図 2.5.6 に示すように、1990 年-2007 年の Growth Rate 2.6%という過去の推移からの積み上げによる 2026 年時点の予測人口 1,669,221 人を大きく上回っていることが分かる。

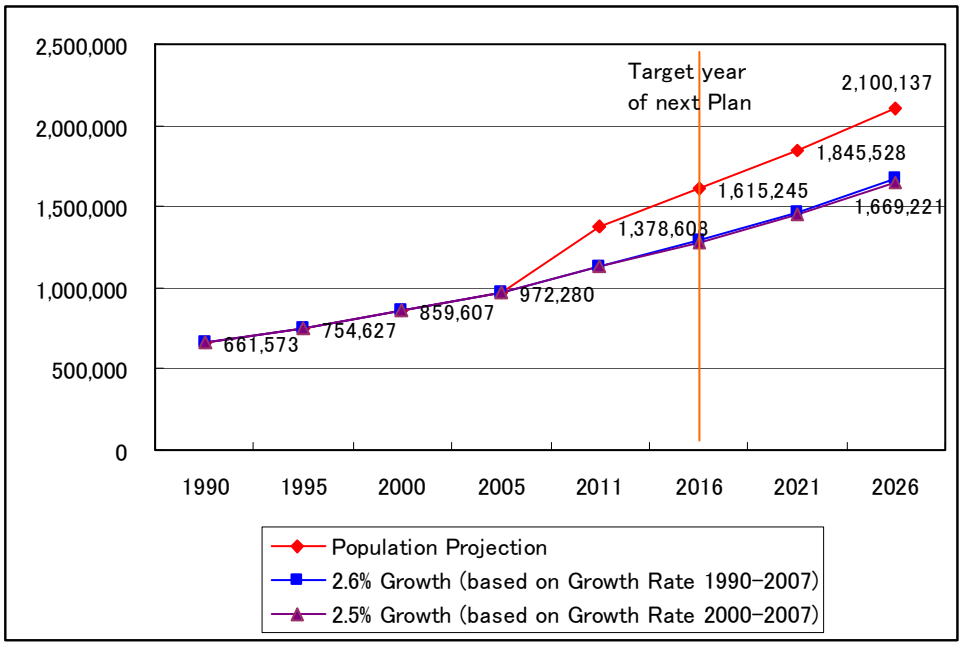


図 2.5.6　ノンタブリ県の人口フレーム

次にノンタブリ県内を地区別に見ると、前述したようにチャオプラヤ川東岸の人口密度はほぼ飽和状態となっている。近年、①-1 Nonthaburi City Municipality では人口が増加せず、逆に微減傾向も見られることから、同地区の人口密度 6,833 人/km^2、つまり約 7,000 人/km^2 が短期的な人口密度の上限値と考えられる。同じく東岸に位置する②-1 Pak Kret City Municipality（人口密度 4,711 人/km^2）においても、約 7,000 人/km^2 までの人口増加を将来的に見込んでいくことが可能といえる。一方で、上記の東岸を除く、大半の人口増加分の受け皿として、西岸の地区に依存するところが極めて大きい。

表 2.5.5 に、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。この人口フレームは、過去の Growth Rate 及び人口増加数を踏まえつつも、基本的に将来の各地区の適正な人口密度を見据えて設定した。また、実際の設定にあたっては、次項の(4)今後の都市構造、(5)次期コンプリヘンシブプラン（案）の検討結果を適宜フィードバックした上で最終的に設定したものである。

表 2.5.5　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/km^2 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/km^2 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/km^2 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、図 2.5.7 に示すように、プラナンクラオ橋、ラマⅤ世橋という従来の 2 橋を含めた交通ネットワーク機能が増大し、ノンタブリ地区の人口増加が西岸に飛び火して、市街地が大幅に拡大することが想定される。これに加えて、南北軸のカンチャナピセク道路、ラチャプルク道路、東西軸のラトゥナチベット（302）道路、トゥワノン(306)道路などの主要幹線道路を軸にして中高密度の市街地が形成されていく。以上の結果、ノンタブリ県では西岸まで拡大する Nonthaburi City Municipality、Pak Kret City Municipality、そして Bang Bua Thong City の、以上 3 つの市街地の拠点が形成されていくことが想定される。

また、既成市街地の拠点間を結ぶ道路を軸にしながら、広範囲に低密度市街地が拡大し、現在の農地と市街地のフリンジが全体的に後退していくことも想定される。

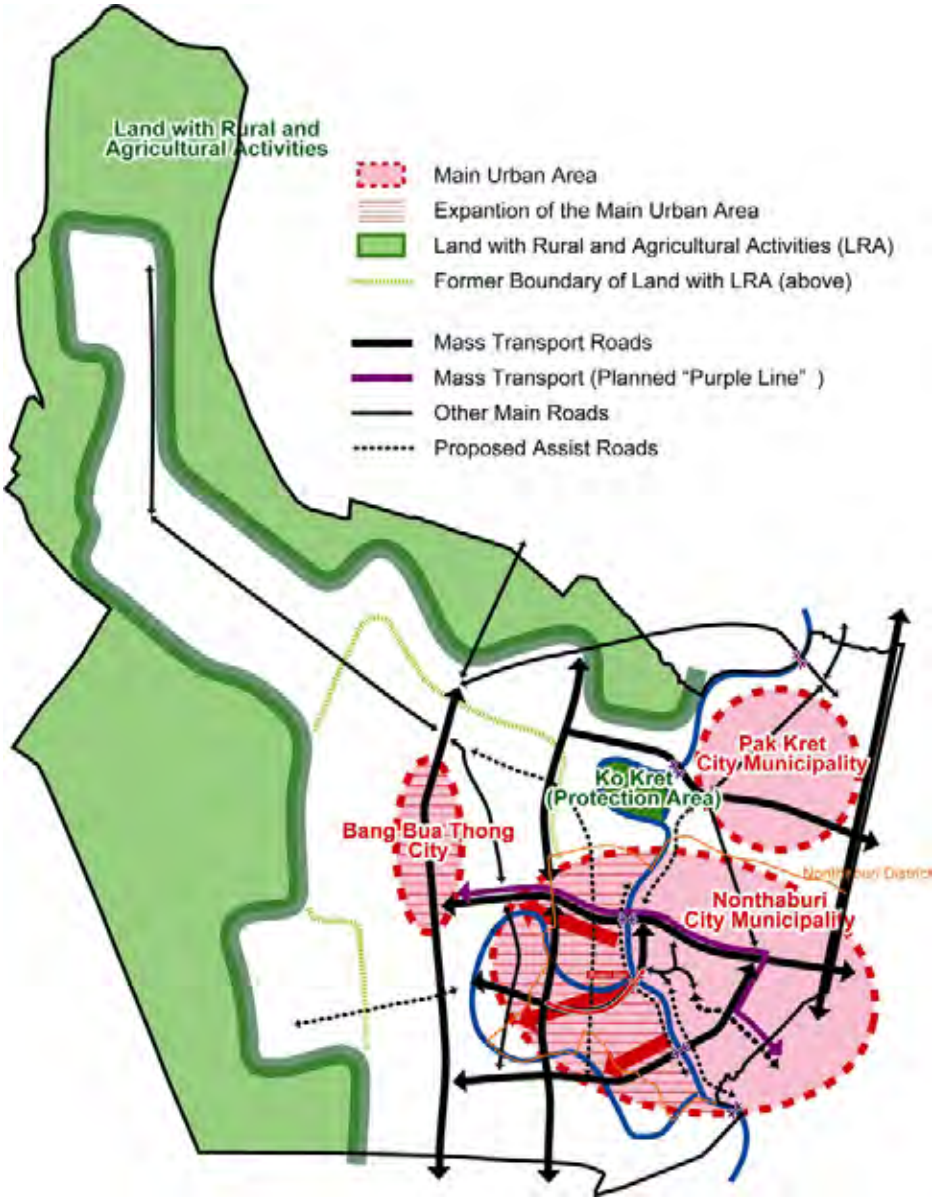


図 2.5.7　ノンタブリ県の今後の都市構造

(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。

一方で、新ノンタブリ橋の供用開始は 2013 年に予定され、次期プランの発効年とほぼ重なることから、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。

表 2.5.6 に、前項 (3)で示した表 2.5.5 の人口フレーム（想定案）に基づく各地区の用途地区（土地利用地区）の配分を示す。なお、以下に示した用途地区の面積割合は、あくまでも本調査内で行なった概算値であり、正確な配分値を示すものではない。

表 2.5.6　各地区における用途地区の配分（概算）

District Name	Plan	Ratio of Land Use (Rough Estimate)			
		Medium-High Density Housing	Low Density Housing	Industry & Public Utilities	Rural & Agricultural Activities
① -1 Nonthaburi City Municipality	2005 Plan	70%	20%	10%	0%
	Next Plan	90%	0%	10%	0%
① -2 Other area of Nonthaburi	2005 Plan	20%	70%	0%	10%
	Next Plan	90%	10%	0%	0%
② -1 Pak Kret City Municipality	2005 Plan	40%	50%	5%	5%
	Next Plan	90%	0%	5%	5%
②-2 Other area of Pak Kret	2005 Plan	0%	0%	0%	100%
	Next Plan	0%	40%	0%	60%
③Bang Kruai District	2005 Plan	10%	50%	10%	30%
	Next Plan	40%	20%	10%	30%
④Bang Yai District	2005 Plan	10%	30%	0%	60%
	Next Plan	40%	20%	0%	40%
⑤ Bang Bua Thong District	2005 Plan	20%	20%	0%	60%
	Next Plan	40%	20%	0%	40%
⑥Sai Noi District	2005 Plan	0%	10%	10%	80%
	Next Plan	0%	20%	10%	70%

この表の中で分類したそれぞれの用途地区（土地利用地区）では、用途別に適正な人口密度を設定している。その人口密度の数値と設定の根拠は以下に示すとおりである。

- Medium-High Density Housing: 人口密度 5,000 人/km^2 と設定した。現在、この用途地区が大半を占める①-1 Nonthaburi City Municipality において同様の数値であることから妥当な数値と判断した。また日本では、人口集中地区（DID）の下限の数値である。ただし、チャオプラヤ川東岸の地区については、地区全体を人口密度 7,000 人/km^2 と仮定した。

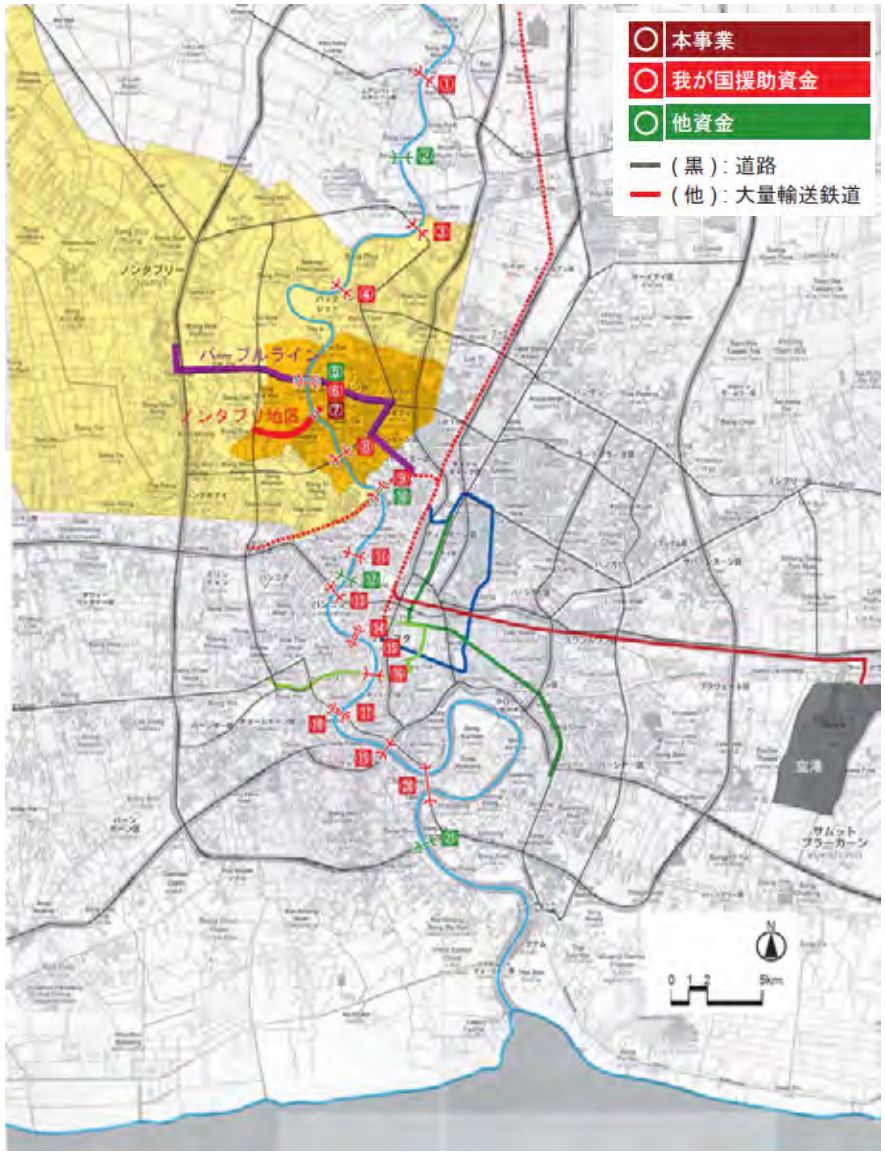
- Low Density Housing: 人口密度 2,000 人/km^2 と設定した。これも現在、この用途地区が大半を占める①-2 Other Area of Nonthaburi District において同様の数値であることから妥当な数値と判断した。また日本では、DID のような明確な数値はないが、市街地を形成する下限の数値[2]と捉えられている。

- Rural & Agricultural Activities, Industry & Public Utilities: 人口密度 500 人/km^2 と設定した。現在、この用途地区が大半を占める②-2 Other area of Pak Kret, ⑥Sai Noi District において同様の数値であることから妥当な数値と判断した。

これらの各地区の用途地区の配分と人口密度の設定値を当てはめると、表 2.5.5 に示す人口フレーム（想定案）の人口に到達する。

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。図 2.5.8 には土地利用計画（用途地区）、図 2.5.9 には土地利用計画と都市構造（交通計画）を重ね合わせた開発計画を示した。

[2] 出展：「新・都市計画概論（共立出版株式会社）」‥‥我が国の市街地は、DID の基準密度の約半分、およそ 20 人/ha の人口密度が市街地を形成する下限の人口密度と考えてよい。‥‥



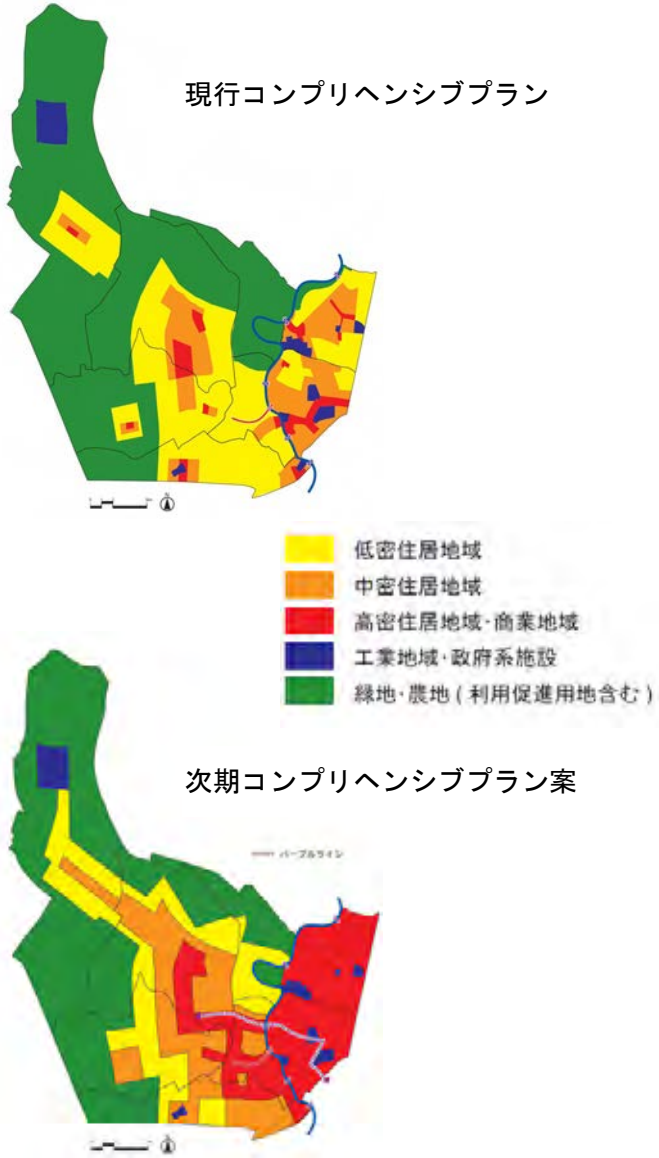


図 2.5.8　ノンタブリ県の土地利用計画（案）

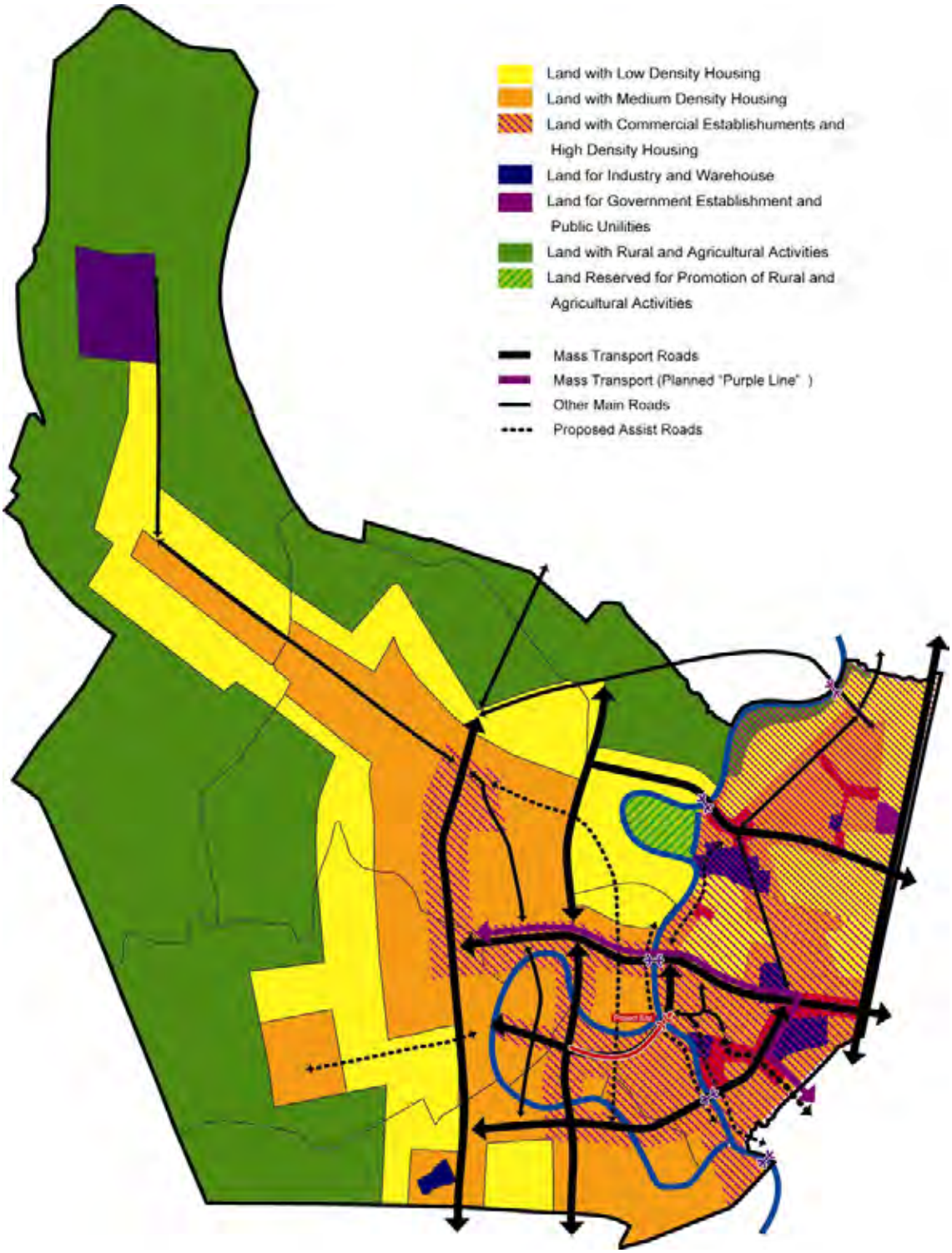


図 **2.5.9**　ノンタブリ県の地域開発計画（案）　～次期コンプリヘンシブ･プラン（案）～

最後に、ノンタブリ県の次期コンプリヘンシブプラン（案）の中から、計画対象地区であるノンタブリ地区を図 2.5.10 に抽出した上で、中長期的な視点も含めたノンタブリ地区の地域開発計画（案）を以下に示す。

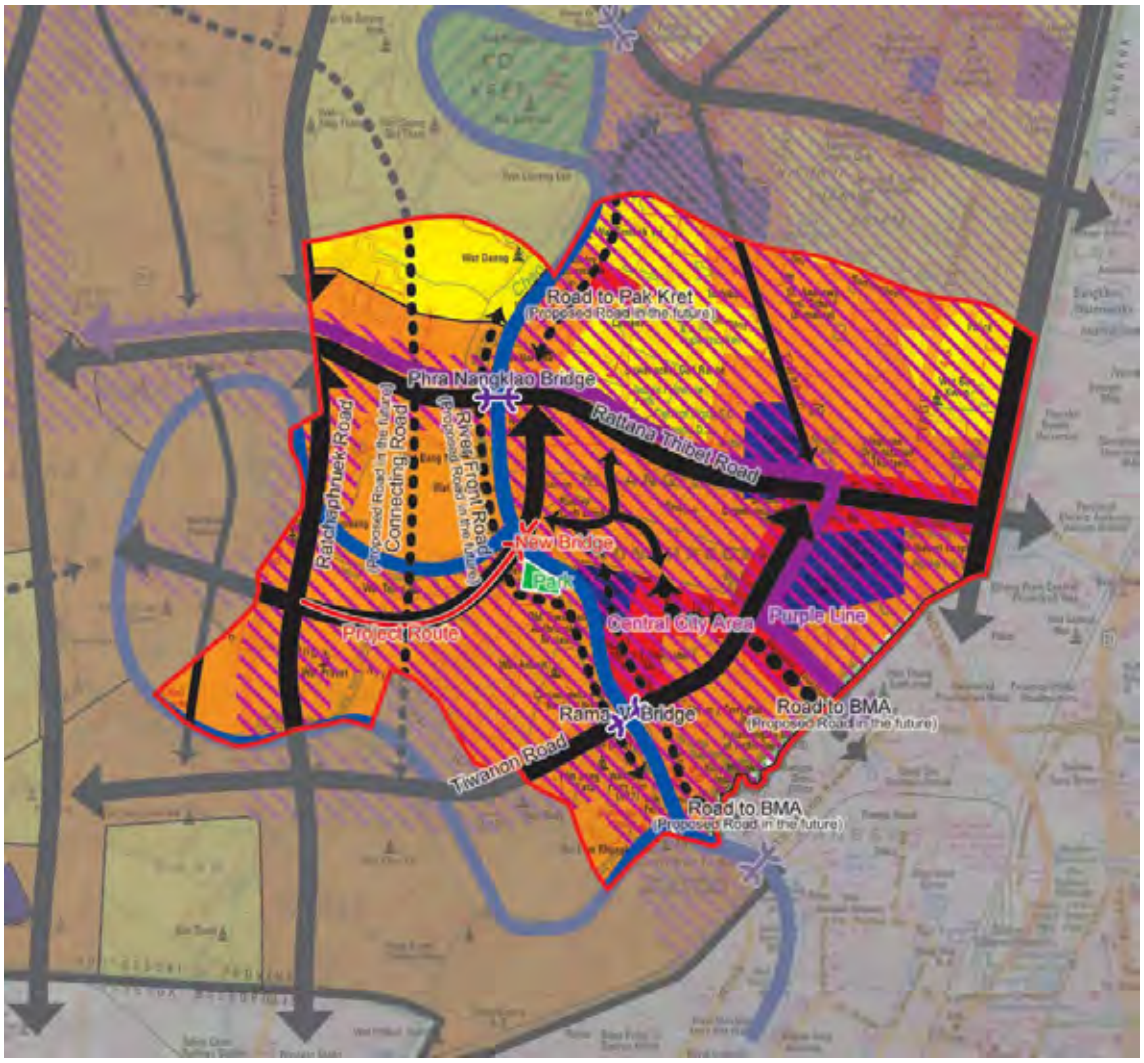


図 2.5.10　計画対象地区（ノンタブリ地区）の地域開発計画（案）

新ノンタブリ橋の新設 1 橋が架橋されることによって、ノンタブリ地区では既存 2 橋と合わせて計 3 橋がほぼ 2 キロ間隔に配置されることになる。このことが、2.2.4(4)節で論じたように、ノンタブリ地区の東岸の市街地を対岸に誘導することとなり、計画対象地区における新市街地は道路に沿って西岸へと延び、大きく中高密度の市街地が拡大することが予測できる。

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ドーズ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。

一方、新橋で西岸まで渡った後のラチャプルック道路に取り付くまでの新設道路によって、この新設道路沿いに連続的に市街化が誘導されることも予測できる。それが南北の既存２橋の市街化との相乗効果により、中長期的には東岸地区にも劣らない面的に連続した中高密度の市街地が形成されていくであろう。このことを踏まえると、将来的には西岸にも小さい行政・商業中心地区を形成するとともに、補助幹線の南北道路の整備を検討することが望まれる。

第 3 章

事業概要

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両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

3.2.1 事業の概要

本事業はノンタブリから分岐しチャオプラヤ川をエクストラドーズド橋で渡りラチャプ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。

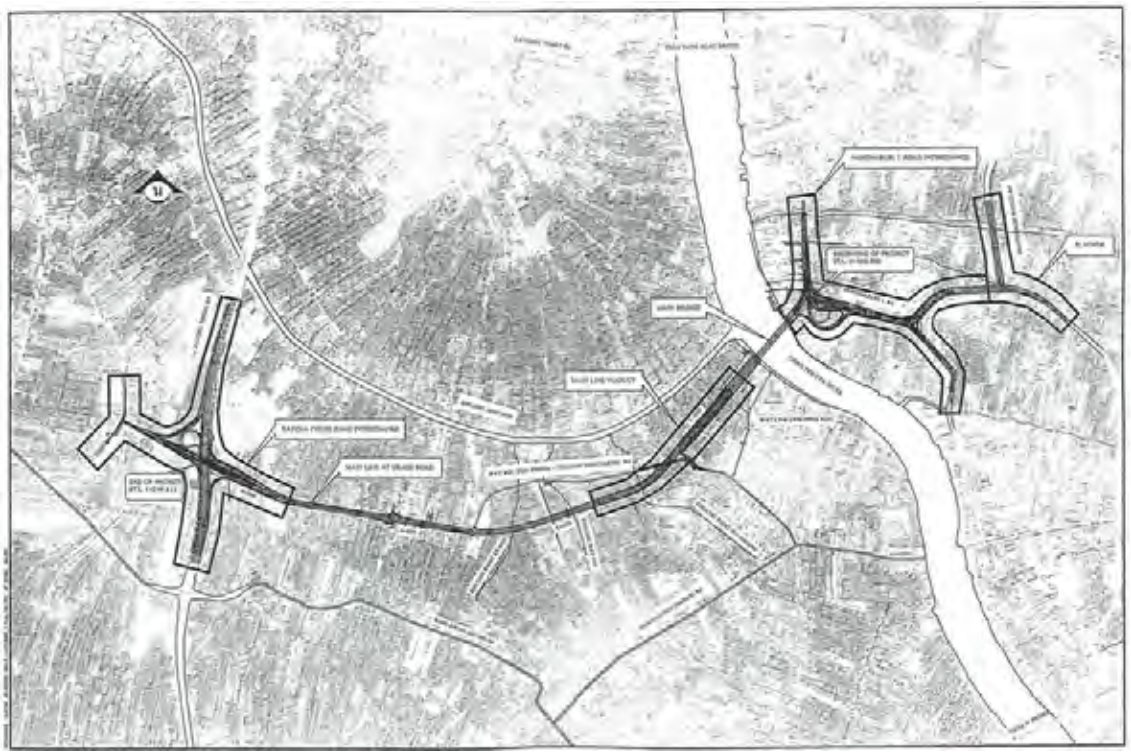


図 3.2.1　本事業の計画図

本事業に含まれる主な建設構造物は以下のとおりである。

1) チャオプラヤ川を横断する３径間のエクストラドーズド橋。歩道付の６車線幅員で主径間は 200m、側径間はその両側に各々130m、２本の主搭はコンクリート製であり、１本は川の中に位置する。

2) チャオプラヤ川西岸の 930m の 4 車線の主高架橋と 275m の 1 車線の On.Off ランプ。

3) ノンタブリ 1 道路のインターチェンジ。全長 2,343m の 1 ～ 3 車線のランプを含む。

4) ノンタブリバイパスに接続する 2 車線の全長 286m のフライオーバー。

5) ラチャプルック道路のインターチェンジ。 2 車線の全長 1,088m の高架橋を含む。

6) 主高架橋下の 4 車線、全長 1,500m の道路。

7) 地盤面での 6 車線、2,275m の主道路。

8) 運河を渡る小規模橋梁 3 橋。

9) 公園の修形工事

10) その他（構造物移設、排水、歩行者道、街灯等）

この工事を特徴付けるのはエクストラドーズド橋であるがこれは桁橋の PC ケーブルを桁の外に出してその効率を高めたものであり、斜張橋と桁橋の中間の特性を持つ。桁、塔、ケーブルという構成要素設定の自由度が他の形式に比べて遥かに高くこれをうまくバランスがとれれば合理的で経済的な橋となるが、そのための設計と施工には経験に裏打ちされた高度な技術力を必要とする。特に、エクストラドーズド橋は斜張橋に比べて硬くこれを角度の低いケーブルで吊っているので施工時の形の調整が難しく当初からの経験のあるコンサルタントの関与が必要である。本橋はこの形式の橋としては世界最大クラスのものとなり、十分な注意が必要である。

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。

3.2.2 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。これは、橋の建設が長期となるため西の簡単なほうを早く終わらせてタナム・ノンタブリ道路とワトボットドンホロン・タナリノウ道路に取り付けて交通を流そうという考えであった。ただ両道は小さく効果が低いわりに手間もかかり工費もわずかではあるが高くなるので 2009 年 9 月の時点ではまとめて 1 つ契約としている。これは工事の大きさからも 1 工区、1 契約で問題ないと思われる。

3.2.3 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。

3.2.4 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）。ただし、エクストラドーズ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

3.3.1 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・パークと寺院の中間に架橋される。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 のエクストラドーズド橋、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
- 本線盛土道路 2,275 m 及び 2 箇所の中小橋梁

既存設計の主要点を以下にレビューする。

(1) 主橋梁（エクストラドーズド橋）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。

1) 河川条件に基づいた中央スパン及び橋長のレビュー

河川を渡河する橋梁の中央スパンは河川の航路限界及びチャオプラヤ川の管理者から要求される基本条件を考慮して決定される。架橋地点の航路限界はラマ V 橋梁と同じ航路高 5.5m、航路幅 60m である。DRR と河川管理者との協議で合意された基本条件は以下に示されている。

a) 河川内には 1 橋脚のみ設置が許可される。

b) 河川の左岸から最大 100m の距離に橋脚を設置する。

この基本条件に基づけば、架橋地点の河川幅が約 300m であることから、中央スパンは最小 200m 及びサイドスパンは最小 100m となる。架橋地点で河川が東南方向に曲がっているため左岸方向は洗掘のために水深が深くなっている。従って、西側の橋脚は陸上部に設置し、東側の橋脚を河川内に設置し、その間隔（中央スパン）は 200m、サイドスパンは 120m、橋長 460m とした現計画しているは妥当である。

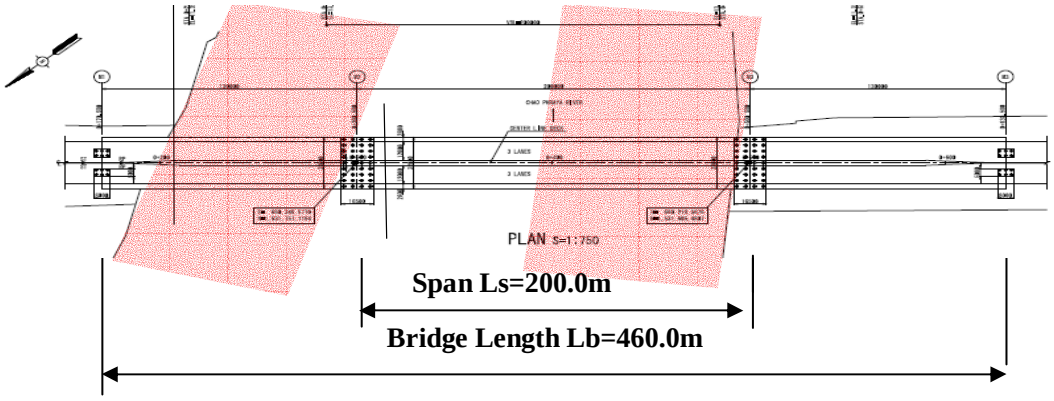


図 3.3.1　河川条件及び橋長

2)　橋梁形式のレビュー

本事業の F/S 調査では片持ち式 PC 箱桁橋、エクストラドーズド橋及び斜張橋で比較設計が行われ、エクストラドーズド橋が景観においてチャオプラヤ川渡河橋として最終的に選定された。片持ち式 PC 箱桁橋が経済的観点からエクストラドーズド橋の評価に接近していた。

チャオプラヤ川渡河橋は河川の西岸でインターチェンジに直結するため、主橋梁の桁高が下がればインターチェンジのコスト縮減につながる。エクストラドーズド橋の桁高は片持ち式 PC 箱桁橋に比べて 3~4 m 低くなることからインターチェンジを含めた建設費ではエクストラドーズド橋が安いと判断できる。架橋地点は周辺に寺院、公園、学校等の公共施設があるため、橋梁形式はこれらの施設、特に寺院と調和する必要がある。設計されたエクストラドーズド橋は寺院を含めた周辺の景観に調和し、且つ遠近の美的な橋梁として周辺の地域社会に受け入れやすいことから妥当な形式と判断される。

図 3.3.2 に計画されている橋梁一般図を示す。

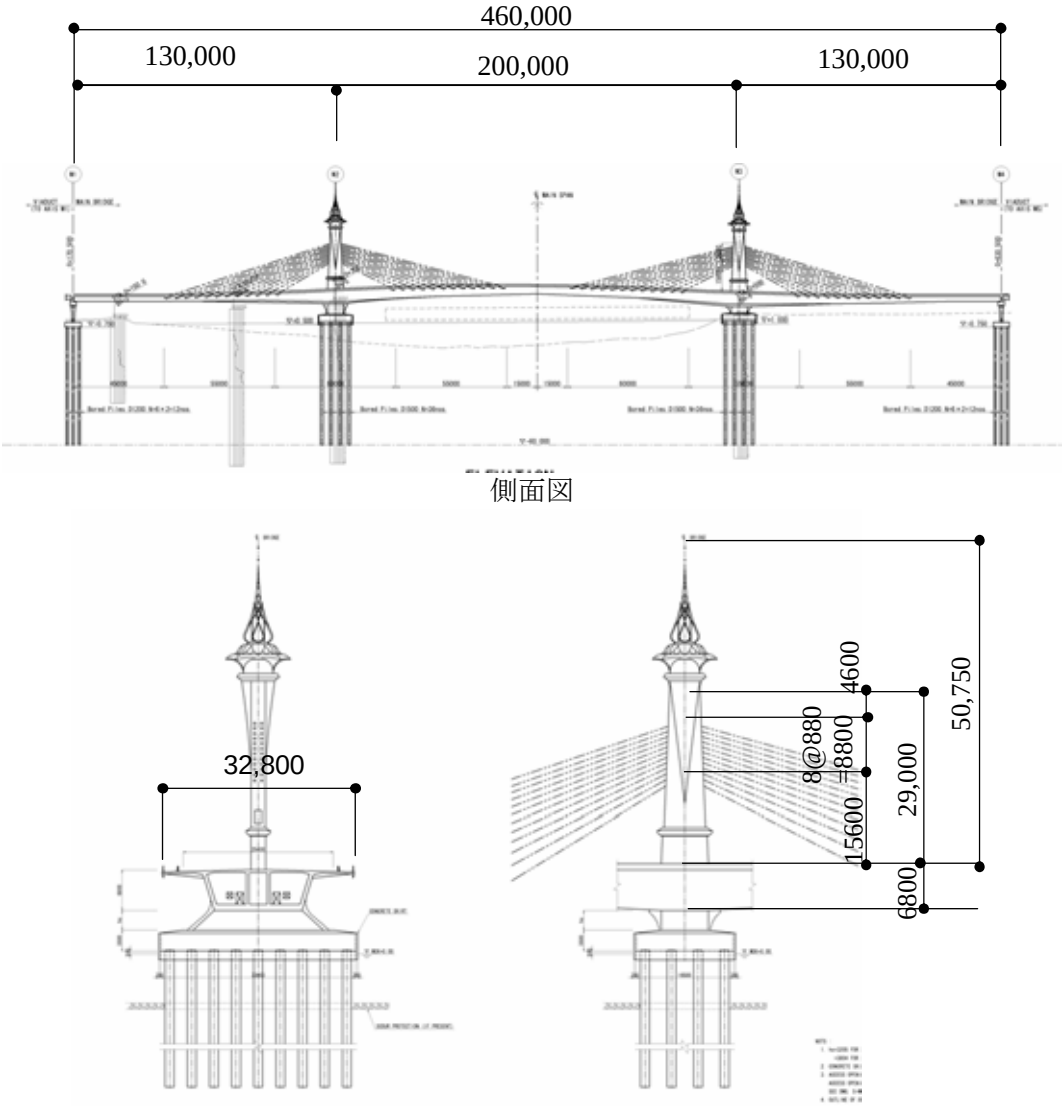


図 3.3.2　橋梁一般図

また、当エクストラドーズド橋は、中央分離帯に斜材を配置した一面吊りが採用されている。一面吊り形式は、橋脚をコンパクトにでき、斜材が交錯して見えないため景観面にすぐれる反面、ねじりに対して十分なねじり剛性が必要となる形式である。当橋の断面は、同程度の幅員の木曽川橋（支間 Ls=275m）と同様な断面形状であり、十分なねじり剛性を有していると判断する。よって、景観面に優れる 1 面つり形式の選定は妥当であると判断する

・　構造諸元の照査

エクストラドーズド橋の適用支間は、100~250m 程度と考えられており、本橋は、最大級に属する。コンクリート桁を採用したエクストラドーズド橋の最大支間の実績は、Lmax=220m(徳之山八徳橋)である。本橋の構造諸元が、一般的なエクストラドーズド橋の許容範囲にあるか表 3.3.1 にて照査する。

表 3.3.1　構造諸元の照査

項目		チャオプラヤ橋	一般的な橋梁の範囲
最大支間 Lmax		200m	100~250m
塔高 H（支間比 H/L）		25.0m(L/8)	(L/8~L/15)
桁高	中間支点上 Hgs および支間比	25.0m(L/8)	(L/35~L/40)
	支間中央　Hgc および支間比	3.3m(L/60)	(L/50~L/60)

表 3.3.1 に示す様に支点上の桁高を除き、本橋は、エクストラドーズド橋の一般的な構造諸元の範疇にある。支点上桁は、一般的な範囲より高い桁高が採用されており、安全性の問題はない。よって、本橋は、エクストラドーズド橋としての構造特性を生かせる構造諸元を有していると判断する。

3)　エクストラドーズド橋の基準による斜材の安全率の照査

・　許容安全率の設定

斜材の安全率の照査は、日本の「PC 斜張橋・エクストラドーズド橋設計施工基準」によって照査する。斜材の安全率は、活荷重による斜材の変動応力によって異なる。同基準による斜材の安全率は、表 3.3.2 に示す規定が採用されている。

表 3.3.2　斜材の安全率

Varying Stress Δδ L(N/mm2)	Safety Factor　k (fa=k*fpu)	Type of Bridge
Δδ L<=70N/mm2)	K=0.6	Extradosed Bridge
70<Δδ L<100N/mm2	K=(1.067 – 0.00667Δδ L)	Cable Stay Bridge
Δδ L>100N/mm2	K=0.4	Cable Stay Bridge

（ここで、fa :斜材の許容引張応力度, fpu;斜材の引張強度）

・　活荷重による変動応力

斜材の活荷重による変動応力度を表 3.3.3 に示す。変動応力度は、最大で 40M/mm^2 程度あり、すべての斜材で 50N/mm^2 以下となる。よって、斜材の許容安全率は、一般的なエクストラドーズド橋と同様に許容安全率 k=0.6 と設定する事ができる。

斜材の安全率　　k=0.6 斜材の許容引張応力度 fa=0.6*fpu=1062kN

表 3.3.3　活荷重による斜材の変動応力

Cable NO.		Hs	LaneLoad 1.3HS20-44	TruckLoad 1.3HS20-44	Bs truck HB45
			Δ σ L1	Δ σ L2	Δ σ L3
		m	N/mm2	N/mm2	N/mm2
Side Span	C12	82.214	29	9	23
	C11	79.219	30	10	25
	C10	74.224	32	10	26
	C9	69.230	33	11	27
	C8	64.237	33	11	28
	C7	59.245	33	11	29
	C6	54.254	33	11	29
	C5	49.265	32	10	28
	C4	44.278	31	10	27
	C3	39.295	30	9	26
	C2	34.316	29	9	24
	C1	29.345	27	8	22
Center Span	C1	29.328	27	8	21
	C2	34.298	29	8	23
	C3	39.276	32	9	25
	C4	44.258	34	10	27
	C5	49.245	35	10	28
	C6	54.234	37	11	29
	C7	59.224	38	11	30
	C8	64.217	39	11	31
	C9	69.210	39	12	31
	C10	74.205	39	12	31
	C11	79.200	39	12	31
	C12	84.196	38	11	31

注）　応力変動計算値は、D/D 設計会社より提供された計算結果を基にしている。
Hs は、斜材の塔定着位置から桁定着位置までの距離を示す

・　斜材の安全率の照査

各斜材の安全率を表 3.3.4 に示す。すべての斜材で安全率は 0.6 以下となっており制限値を満足する。

表 3.3.4　各斜材の安全率

Cable NO.		Hs	Strand per CABLE	Area of CABLE	Braking Force	Safety Factor	Working Load
				Api=150mm2	Spu	fa=Sp/Spu	σ sp
		m	nos	mm2	kN	-	kN/mm2
Side Span	C12	82.214	50	7500	13,275	0.581	1028
	C11	79.219	50	7500	13,275	0.575	1018
	C10	74.224	50	7500	13,275	0.568	1005
	C9	69.230	40	6000	10,620	0.565	1000
	C8	64.237	40	6000	10,620	0.562	995
	C7	59.245	40	6000	10,620	0.559	989
	C6	54.254	30	4500	7,965	0.559	989
	C5	49.265	30	4500	7,965	0.558	988
	C4	44.278	30	4500	7,965	0.558	988
	C3	39.295	30	4500	7,965	0.557	986
	C2	34.316	30	4500	7,965	0.555	982
	C1	29.345	30	4500	7,965	0.553	979
Center Span	C1	29.328	30	4500	7,965	0.557	986
	C2	34.298	30	4500	7,965	0.557	986
	C3	39.276	30	4500	7,965	0.557	986
	C4	44.258	30	4500	7,965	0.558	988
	C5	49.245	30	4500	7,965	0.560	991
	C6	54.234	30	4500	7,965	0.560	991
	C7	59.224	40	6000	10,620	0.562	995
	C8	64.217	40	6000	10,620	0.565	1000
	C9	69.210	40	6000	10,620	0.568	1005
	C10	74.205	50	7500	13,275	0.572	1012
	C11	79.200	50	7500	13,275	0.578	1023
	C12	84.196	50	7500	13,275	0.582	1030

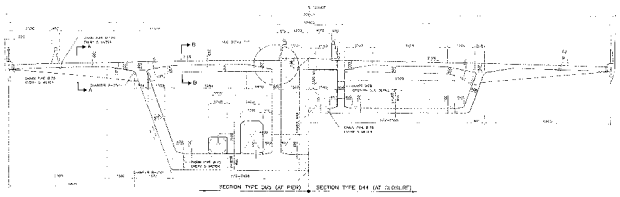
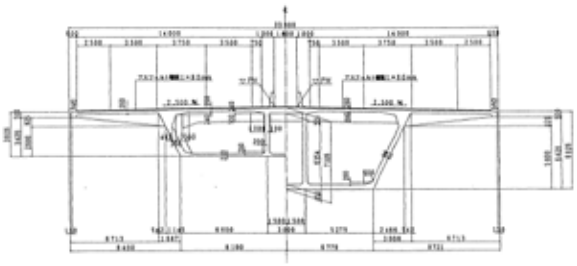
注）計算値は、D/D 設計会社より提供された計算結果を基にしている

4)　標準断面の照査

本橋の総幅員は、32.8m であり、床版は、リブ付き床版が採用されている。日本において、同程度の幅員でリブ付き床版を採用した例は、木曽川橋である。そこで、断面構成の照査は、本橋と木曽川橋の断面構成を比較し考察する。

表 3.3.5 に示す様に、本橋の断面構成は、木曽川橋と同等の断面構成である。実績のある断面構成採用していることより、構造上の問題はないと判断する。ただし、木曽川橋の施工方法は、プレキャストセグメントを使用した張出架設工法に対し、本橋は、場所打ちの張出架設工法であるため、次の様な欠点がる。リブ付き床版を採用しているため、張出架設時の型枠作業が煩雑となり、1 ブロック施工時のサイクルタイムが通常より伸びる可能性がある。

表 3.3.5　断面構成の比較

Bridge Name	Dimension			Typical Cross Section
The Chao Phraya River Bridge	Bridge Width		32.8m	
	Deck Slab	Span	6.600m	
		Thickness	0.260m	
	Deck Slab Reinforced Rib	Spacing	2.500m	
		Height	0.660m	
		Thickness	0.400m	
	Web Minimum Thickness	Outside Web	0.400m	
		Inside Web	0.400m	
The Kisogawa Bridge	Bridge Width		33.0m	
	Deck Slab	Span	6.780m	
		Thickness	0.260m	
	Deck Slab Reinforced Rib	Spacing	2.500m	
		Height	1.200m	
		Thickness	0.250m	
	Web Minimum Thickness	Outside Web	0.350m	
		Inside Web	0.300m	

5)　塔サドルの照査

斜材の塔部への定着にサドル構造を採用する場合は、PC 鋼材のフレテッティング疲労をさけるため、活荷重による斜材の変動応力度を 50N/mm^2 以下とすることが規定されている。(PC 斜張橋・エクストラドーズド橋設計施工基準) ここで、この基準が満足されているか照査する。

活荷重による変動応力は、前項 3)に示した様に、最大 40N/mm^2 であり制限値を満足する。

本橋に採用されている斜材は、エクトラドーズト橋としては、大容量の PC 鋼材が採用されている。ここで、サドル構造に採用されている斜材の実績（表 3.3.6 参照）を上げサドル構造の採用の可否を判断する。The Chao Phraya River Bridge に採用されている最大容量の斜材は、以下の通りである。

・鋼材の種類　　50S15.7mm

・許容引張力　　Pa=0.6*265*50=7,950kN

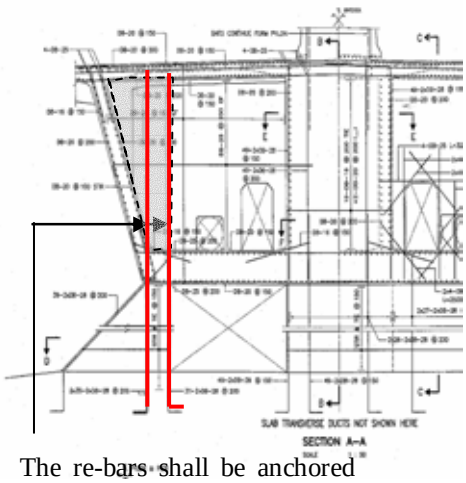
サドル構造を採用したエクストラドーズド橋での大容量の斜材の実績は、48S15.2 が最大である。斜張橋においては、大容量（156S15.2）用のサドル構造が開発されている。The Chao Phraya River Bridge は、エクストラドーズド橋としては世界最大の容量を持つ斜材となるが、すでに大容量に斜材を定着するサドル構造が開発されている事より、サドル構造の採用は可能であると判断する。ただし、付着及び摩擦等の性能試験の実施は必要であると考える。

表 3.3.6　大容量の斜材にサドル構造を採用した実績

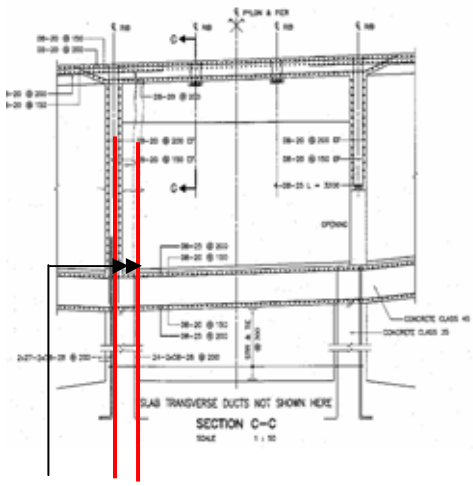
Bridge Name	Type of PC Cable	Allowable Force	Country
Second Mactan Bridge	48S15.2	7,500kN	Philippine
Yanagawadamu No.9 Bridge	37S15.2	5,780kN	Japan
Nakanoike Bridge	37S15.2	6,780kN	Japan
Maumee River Crossing (Cable Stay Bridge)	156S15.2	15,600kN	USA

6)　桁と橋脚結合部の照査

本橋は、桁と橋脚と剛結したラーメン構造を採用している。当部位は、上部工からの作用する荷重を下部構造に伝達する重要な箇所である。この部位について照査する。現設計では、橋脚からの鉄筋が上部工に十分定着されてないため、桁から橋脚への曲げモーメントの伝達が出来ない可能性がある。よって、図 3.3.3 に示す様に橋脚の鉄筋を上部構造に十分に定着すべきである。



The re-bars shall be anchored upper part of the girder



The re-bars shall be anchored upper part of the girder

図 3.3.3　桁と橋脚の結合部

7)　斜材の制振に対する照査

本橋は、支間 200m のエクストラドーズド橋であるため、斜材長が長く、また斜材の配置は、並行ケーブルとなっている。斜材は、風によりレインバイブレションやウェークギャロッピングなどの振動が懸念される。よって、斜材には、制振装置を設置する事を提案する。

8)　水中のパイルキャップに配置した PC 鋼材に対する照査

河川内に設置される M2 橋脚のパイルキャップの下部は、PC 鋼材を配置して補強している。この部分は、水位の上下により水中と空気中を繰り返すため、防錆上の環境は非常に悪い。従って、将来 PC 鋼材の腐食による破断リスクを避けるために、鋼材の緊張による工法を通常の鉄筋コンクリートに変更する又はこの部分に配置する PC 鋼材及び定着装置に、防錆処理したものを使用し、シースには、プラスチックシースなどの錆びないものを使用することを提案する。

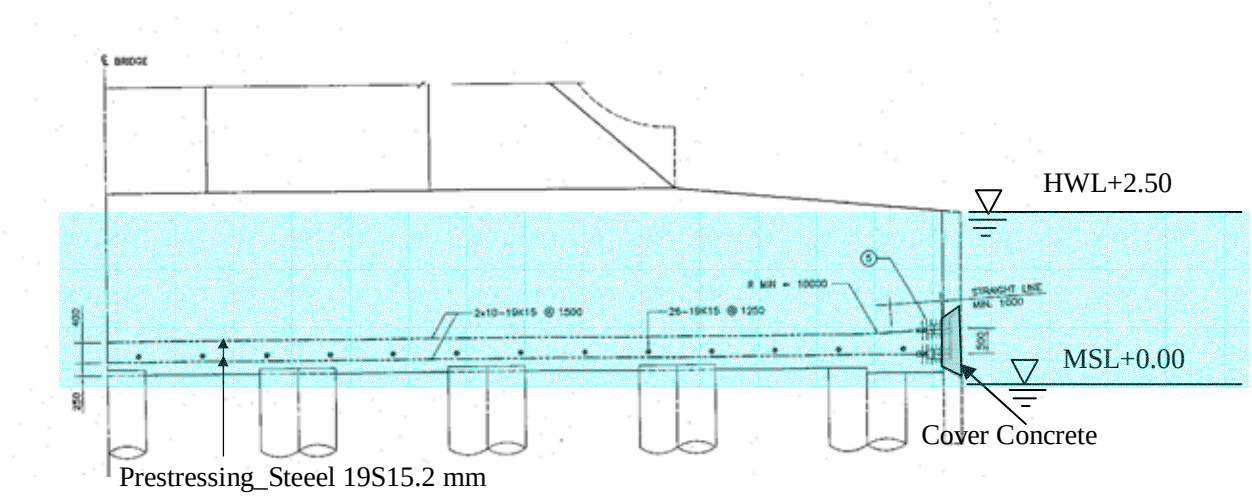


図 3.3.4　パイルキャップに配置された PC 鋼材

(2)　取付け橋梁のレビュー

主橋梁への取付け橋梁及びオン - オフランプは現場打ち PC 箱桁橋で計画され、基礎工は場所打ち杭で支持されている。チャオプラヤ川沿いの軟弱地盤帯であること、また U タウン施設及び既設道路と交差するため取付け橋梁を 930m の高架橋にして既存道路と立体交差させる計画である。フライオーバーを建設することも考えられるが、U タウン施設と交差点が接近していること及び全体を高架橋で通すことで走行性が向上するので高架橋案は妥当と判断できる。

高架橋及びランプ橋に採用されている現場打ち PC 箱桁橋はタイ国の標準的な形式であり問題はない。

(3)　ノンタブリ 1 道路インターチェンジのレビュー

1)　縦方向目地に対する照査

当ランプ部には、本線とランプの分岐部に縦方向目地が 3 カ所設置されている（図 3.3.6 参照）。縦方向目地は、構造上の弱点になる他、漏水による構造物の耐久性の低下及びたわみ差により段差が生じ走行時の危険性の増加を招く。よって、縦方向目地を設置しない構造を検討することを勧める。縦方向目地を設置しない方法として、以下の方法が考えられる。

a)　橋脚をノーズ位置に設置する方法（現 D/D の支間割を大幅に変更する必要がある。）

b)　上部構造をランプの線形に従って桁を分岐させる方法（上部構造の設計が煩雑となり、細部設計に十分な配慮が必要となる。）

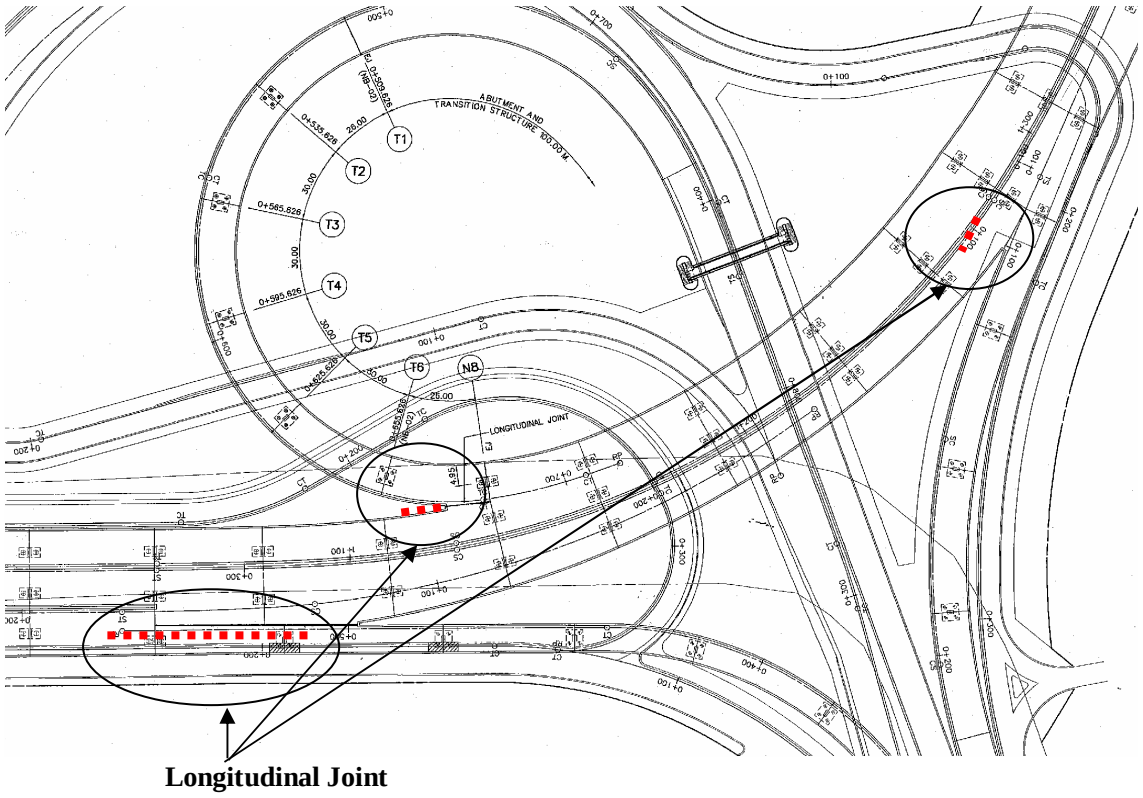


図 3.3.5　インターチェンジ部の縦方向目地

(4)　ラチャプルック道路インターチェンジのレビュー

1)　フライオーバー及びランプ橋のレビュー

Ratcha Phruk 道路インターチェンジは既設の２車線フライオーバーに平行して２車線のフライオーバー（橋長 245m）を新設し、更に２車線のオン - オフランプ２橋(457m 及び 486m)を新設する計画である。新設のフライオーバー及びランプ橋はポストテンションPC 箱桁で３橋の総延長は 1,188m である。ランプ橋は既設道路から幹線道路を跨ぎ本事業の平面交差道路へ連結するため、橋梁の形態はフライオーバーとなる。インターチェンジを構成するフライオーバー２橋及びランプ２橋は全て独立した橋梁となるため、その施工手順に注意し、また既存のフライオーバーを跨ぐランプ橋の施工は交通の安全に配慮した施工計画を行うべきである。橋梁形式はタイ国の標準的な形式であり問題はない。但し、高さの異なる橋脚で杭本数が同じであることをから、経済性の点からも詳細な設計が望まれる。

(5)　小橋梁のレビュー

平面交差道路区間において 2 小橋梁が水路を渡河している。橋梁形式は PC 箱型ビームであり、タイ国で標準化され施工されている。レビューの結果、設計にコメントはない。

(6)　平面交差道路のレビュー

平面交差道路は河川西側の取付け橋梁（Main line viaduct）始点と Ratcha Phruk 道路インターチェンジの間の 6 車線道路である。軟弱地盤地帯であるため、盛土高は 2m 以下の

計画高の低い道路に計画されている。平面交差点が 2 箇所計画され既存道路に連結している。また、水路を渡る小橋梁が 2 箇所計画されている。取付け道路、小橋梁、ランプ橋、インターチェンジに取付く高低差の変化区間では沈下を防ぐために杭で支持されたコンクリート構造物が設置されている。その変化区間では杭支持スラブ及びΠ型ラーメン構造の 2 形式が設計されている。杭支持スラブは高さ 3m までの適用し、Π 型ラーメン構造は 3m から 5m まで適用している。この 2 形式の構造物を合わせることで沈下を防ぐための構造的及び経済的なよい設計ができている。5.0m 以上の計画高から橋梁を計画することで、橋台周辺特に支承の維持管理が容易になる。

本事業の平面交差道路は軟弱地盤地帯に計画されているため沈下は避けられないが、盛土及び舗装前にプレロード等又は締固め十分に行う必要がある。

3.3.2 施工計画のレビュー

本事業での施工計画ではエクストラドーズド橋及び 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) エクストラドーズド橋の架設レビュー

エクストラドーズド橋の架設は移動式ワーゲンによる現場打設工法及びプレキャストセグメント工法がある。プレキャストセグメント工法では、箱桁のセグメントを陸上の製作ヤードで製作、バージにより架設地点に輸送し、架設ノーズで架設する。大規模な製作ヤードを架橋地点の周辺に設備する必要があり、また架設時には河川交通の障害となる可能性がある。

一方、詳細設計で選定した移動式ワーゲンによる現場打設工法は、橋架設では一般的な工法であり、架設中の河川交通の障害にならない工法である。6 車線用の大規模な移動式ワーゲンがタイ国で調達できることもあり、詳細設計で選定した架設工法には異論はない。ただし、コンクリート床版がリブ付きとなっているため、ワーゲンの移動時にリブが障害となり、1 ブロックの施工サイクル期間が通常より長く可能性が高く、工期が延びる可能性があるので事前に移動式ワーゲンの構造について検討する必要がある。

(2) ポストテンション PC 箱桁の架設レビュー

PC 箱桁の架設はエクストラドーズド橋と同様に現場打設工法及びプレキャストセグメント工法がある。エクストラドーズド橋で現場打設工法を採用したことにより、PC 箱桁の架設は同様に現場打設工法を採用することが経済的である。詳細設計で選定した大型移動支保工法は市内交通を阻害することなく施工することができ、またタイ国にて機材を調達できることから妥当な工法と判断できる。ただし、移動架設桁工法は直線区間または局率の大きなカーブ区間に適用されるため、インターチェンジ部の局率の小さなカーブ橋では固定式支保工で支持した現場打設工法を採用すべきである。

(3) 河川内橋脚建設用架設桟橋のレビュー

河川内橋脚の建設ための資機材輸送方法として、バージを使用する工法及び架設桟橋を

設置する工法がある。航路内の河川交通を阻害することなく施工が可能な架設桟橋設置工法を採用すべきである。架設桟橋のスケッチを図 3.3.6 に示す。

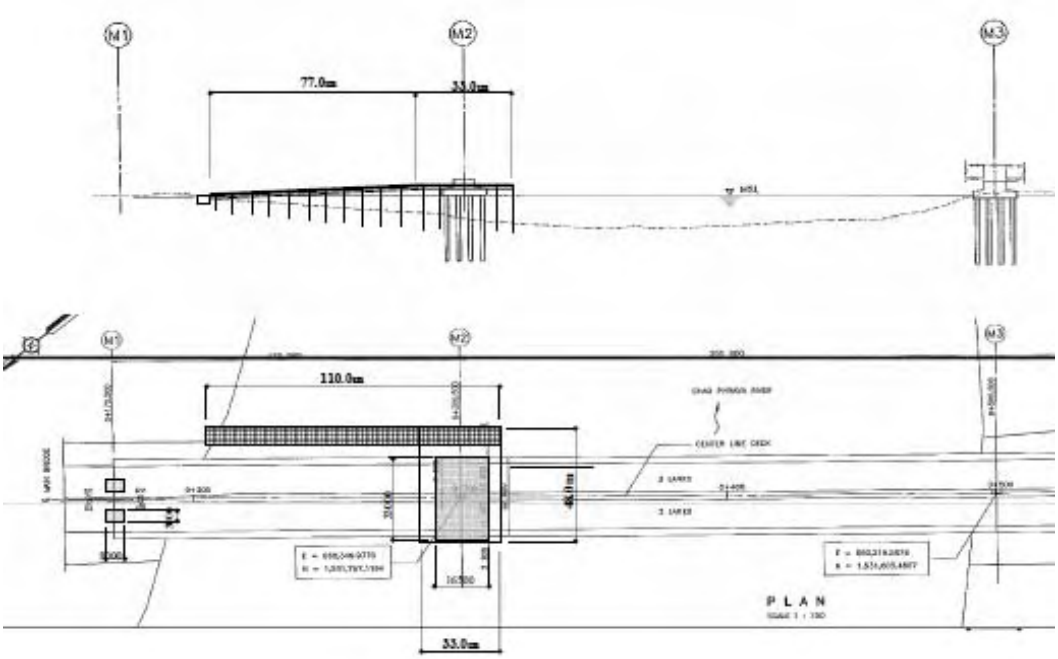


図 3.3.6　架設桟橋の概略図

(4)　張出し架設時のレビュー

斜材ケーブル設置部の張出架設において、新ブロックにフォームトラベラーが移動した時、未だ斜材は緊張されてないため、上床版中心部はプレストレスによる効果はなく、桁自重とトラベラー自重により引張応力度が生じる。これに対処するため、上床版中心部に架設用に PC 鋼棒を配置しカップラーで接続して毎ブロック緊張する事を勧める。（図 3.3.7 参照）

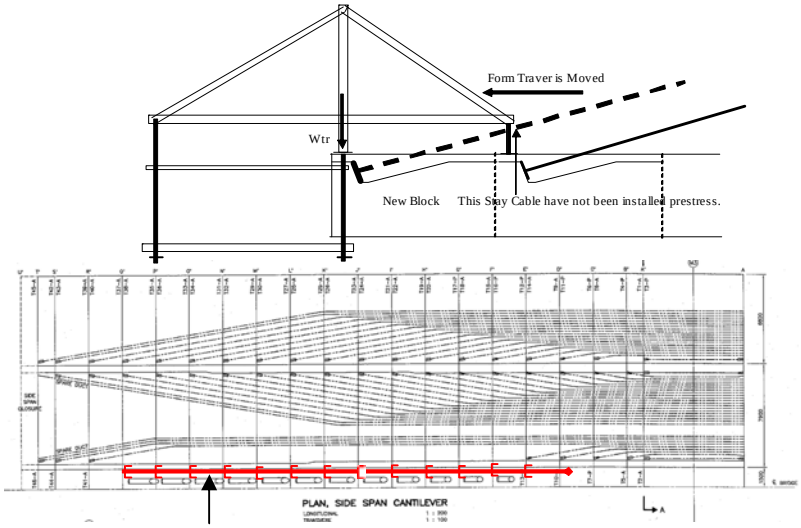


図 3.3.7　張出架設時の架設鋼棒

3.3.3 調達計画のレビュー

(1) 主要構造物の概要

事業の主要な構造物は主橋梁、取付け橋梁、ノンタブリ 1 道路インターチェンジ、ラチャプルック道路インターチェンジ及び 2,275m の平面道路で構成されている。事業の殆どはエクストラドーズド橋を含む橋梁構造である。主橋梁、ランプ橋、フライオーバー橋の概要を表 3.3.7 に示す。

表 3.3.7 主な橋梁の概要

NO.	Bridge name	Type of Bridge	Bridge Length	Number of Span	Number of Pier	Max. Span
			m	nos	nos	m
1	Main Bridge	Extra-dosed Bridge	460.000	3	4	200.00
2	Main Line Viaduct	PC Box Girder	930.000	29	29	36.00
3	Viaduct (ML-01)	PC Box Girder	151.000	5	5	33.00
4	Viaduct (ML-02)	PC Box Girder	124.000	4	4	34.00
5	Ramp (NB-02)	PC Box Girder	172.000	6	6	30.00
6	Ramp (NB-03)	PC Box Girder	913.000	30	30	40.00
7	Ramp (NB-04)	PC Box Girder	601.000	19	19	44.00
8	Ramp (NB-05)	PC Box Girder	130.000	4	4	35.00
9	Ramp (NB-14)	PC Box Girder	194.000	6	5	36.00
10	Ramp (NB-15)	PC Box Girder	286.000	9	10	36.00
11	Ramp (NB-16)	PC Box Girder	314.000	10	10	38.00
12	Ramp (RP-02)	PC Box Girder	457.000	15	16	44.00
13	Flyover (PR-03)	PC Box Girder	245.000	7	8	41.00
14	Ranp (RP-04)	PC Box Girder	486.000	12	13	40.00
15	Minor-1	PC Box Beam	15.000	1	2	15.00
16	Minor-2	PC Box Beam	20.000	1	2	10.00
Total			5,498.00	163.00	167.00	712.00

建設費の内訳は付録-2 に示す。

(2) 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 3.3.8 の資材は海外からの調達となる。

表 3.3.8 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

(3) コンサルタント及び建設業者の調達

エクストラドーズド橋の建設はタイ国内では最初となる。但し、エクストラドーズド橋

に類似した斜張橋はタイ国内に 6 橋が建設されている。これらの斜張橋の設計及び施工に関係したコンサルタント及び建設業者を表 3.3.9 に示す。

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。

表 3.3.9　斜張橋を経験したコンサルタント及び施工業者のリスト

NO	BRIDGE NAME	DESIG		SUPERVISION CONSULTANT		CONTRACTOR	
1	Rama VIII Bridge		-	1	Epsilon Co.,Ltd. (Thai)	1	PPD Construction (Thai)
				2	Mott MacDonald Co.,Ltd.	2	Chaina State Construction Engineering
				3	P&Cigna Co.,Ltd. (Thai)	3	BBR Systems Ltd.
						4	BBR Holding Ltd.
						5	Sctt Wiilson Kirkpatrick (Thailand)Ltd. (Thai)
						6	Scott Wilson Asia-Pacifiic Ltd.
						7	Buckland & Taylor Ltd.
						8	Asdecon Co.,Ltd. (Thai)
						9	PCD Group Engineering Consultant (Thai)
2	Rama IX Bridge	1	Peter Fraenkel & Partners	1	Peter Fraenkel & Partners	1	Hitachi Zosen Corp.
		2	Dr.-ING. Hellmut Homberg	2	Dr.-ING. Hellmut Homberg	2	Tokyo Consturction
		3	Parsons Brinckerhoff International	3	Parsons Brinckerhoff International	3	Kobe Steel
		4	National Engineering (Thai)	4	National Engineering (Thai)		
3	Industrial Ring Road Bridge (North)	1	Epsilon Co.,Ltd. (Thai)	1	Asian Engineering Consultants (Thai)	1	Taisei Corporation
		2	Mott MacDonald Ltd.	2	Team Consulting Engineer (Thai)	2	Nishimatsu Construction
		3	Norconsult International A.S.	3	Thai Egnineering Consultant (Thai)	3	JFE Engineering
				4	Index Internatiional Group (Thai)	4	Sino-Thai Engineering and Construction (Thai)
				5	Jean Muller International		
4	Industrial Ring Road Bridge (South)	1	Epsilon Co.,Ltd. (Thai)	1	Asian Engineering Consultants (Thai)	1	Taisei Corporation
		2	Mott MacDonald Ltd.	2	Team Consulting Engineer (Thai)	2	Nishimatsu Construction
		3	Norconsult International A.S.	3	Thai Egnineering Consultant (Thai)	3	JFE Engineering
				4	Index Internatiional Group (Thai)	4	Sino-Thai Engineering and Construction (Thai)
				5	Jean Muller International		
5	Kanchanapisek Bridge	1	Asian Engineering Consutlants (Thai)	1	Asian Engineering Consultants (Thai)	1	CH. Karnchang (Thai)
		2	Thai Engineering Consultants (Thai)	2	PB Asia (Thai)		
		3	PB Asia Ltd.	3	Thai Engineering Consultants (Thai)		
		4	Oriental Consultants Co.,Ltd.				
		5	Siam General Engineering (Thai)				
		6	Enviormental Research Institute (Thai)				
6	SECOND THAI-LAO FRIENDSHIP BRIDGE	1	Oriental Consultants Co.,Ltd.		-	1	Sumitomo
		2	Nippon Koei Co.,Ltd.			2	Wichitpun (Thai)
						3	Siam Syntec Construction (Thai)

3.3.4　建設費のレビューと見直し

建設費は以下の資料を基にレビューを行った。

- 数量明細表（3rd Additional Information on the Cost Estimate, Contract No.1 and Contract No.2）
- 設計 (主に入札図面)
- 数量明細表中の単価

(1)　建設費のレビュー

前項で記述したように建設資材はエクストラドーズド橋に使用する斜材ケーブル、定着具、HDPE 管及びサドル以外の資材はタイ国で調達できる。また、建設機械はエクストラドーズド橋架設に使用する移動作業台車を含めてタイ国で調達可能である。

作業工種ごとの単価は既にローカルコンサルタントにより積算され、DRR の承認がな

されている。エクストラドーズド橋関連以外の単価は JICA 支援のもとタイ国以外で実施された事業と比較すると多少安い。しかし、バンコク首都圏の下記施工条件を考慮すればこの低単価は妥当と考えられる。

- 殆どの資機材はバンコク首都圏で調達できる。
- エクストラドーズド橋以外の道路・構造物は標準形式であり、現地施工業者は経験豊富であり、最適な施工機械及び資材（型枠等）を所有している。
- 建設労務者はこれらの施工に慣れているため、施工効率が高い。

エクストラドーズド橋に関しては、外国の施工業者が本事業に参加した場合は施工単価が上がる可能性がある。材料費、機械費、労務費等の直接工事費に違いはないが、業者の現場管理費の違いあるため、外国の施工業者を前提にするならば現場管理比率を上げることを推奨する。

(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。

1) Factor F の見直し

ローカルコンサルタントの算出した建設費には Factor F （変換係数）があり、DRR の指示によって最初の積算に乗じることで最新している。今回の調査では 2009 年 9 月時点の変換係数が提示されている。

2) 追加工事

JICA 調査団の設計レビュー結果として、橋梁専門家から以下の追加工事が提案された。

- レインバイブレーション等による斜材ケーブルの振動を減衰するための高減衰ゴムダンパー
- エクストラドーズド橋のコンクリート床版の防水工

3) BQ からの落工種

JICA 調査団の設計レビュー結果として、橋梁専門家により判明した落工種は建設費に含めた。その落工種は以下に示す。

- 河川中の橋脚建設のための仮設橋梁又は桟橋
- 斜材ケーブルを保護するための HDPE シース

4) 単価のレビュー

JICA 調査団の設計レビュー結果として、橋梁専門家がローカルコンサルタントの積算で異常に単価が高低のある工種のレビューを行っている。単価レビューは以下の項目である。

- エクストラドーズド橋の斜材ケーブルの単価はトン当たり約 210,000 バーツであるが、積算では 110,000 バーツが見積もられている。差額の 100,000 バーツは

単価に追加する必要があり、27,000,000 バーツの増額となる。

- エクストラドーズド橋は海外の建設業者により建設されることになるため、建設チームのモビライゼイション費用を含む現場管理費が現地業者に比べて増加する。積算は現地業者としているため、現場管理費を 10%程度増加させるべきである。これにより現場管理費は 37,487,000 バーツ増額になる。

5) 暫定追加工事費等の積算

上記のレビューの結果に基づいた追加工事費等を表 3.3.10 に暫定積算した。

表 3.3.10 レビュー後の追加工事費

Unit: Baht

番号	工種	単位	数量	単価	工費
1.	高減衰ゴムダンパー	ea	48	180,000	8,640,000
2	床版防水工	m2	11,000	770	8,470,000
3	仮桟橋等	m2	2,200	5,040	11,088,000
4	HDPE シース	m	2,260	1,770	4,000,200
	合計				32,198,200

6) 入札図書（設計及び BQ）のレビュー

JICA 調査団のレビュー結果として、現在入手した入札図書のうち入札図面は基本設計レベルの図面である。また、構造物は個々に詳細設計が行われていないようである。設計図面レビューの中で、品質管理、安全性、維持管理に着目すると以下の設計変更を考慮する必要がある。

a) 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断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する。

b) 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。

c) メンテナンス及び構造上からインターチェンジ橋梁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。

d) 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。

現在入手している入札図書で業者選定は可能と思われるが、工事を進める前に追加図面作成及び上記の詳細設計を実施すべきと考える。この詳細設計は工事を行う業者が実施し、コンサルタントが承認する形態も可能ではある。しかし、実施スケジュールに問題がなければ入札前にコンサルタントが実施することが望ましい。上記の詳細設計費用として 23,833,000 バーツが見込まれる。

また、本事業では DRR がコンサルタントを自国のコンサルタントから選定する要望が出されている。今回の設計レビューから判断すると、ローカルコンサルタントの経験から

判断して、安全面及び品質管理を確保するために特化したが日本のコンサルタント(技術協力)の配置が必要と考える。

3.3.5 DRR と合意した設計変更及び建設費確認

前節までの設計及びコストのレビューに基づき DRR、JICA 及び STUDY TEAM で協議した結果、コスト見直し及び設計変更は表 3.3.12 及び表 3.3.13 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。調整後の建設費は Baht 3,721,778,000 となった。

表 3.3.12　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	工事用桟橋	m2	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	m2	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 3.3.13　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談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。

表 3.3.14　調整後の最終建設費

Unit: Baht

No.	Description	Original Construction Cost	Revised Construction Cost	Balance
1	General Requirements	124,501,000	131,834,000	7,333,000
2	Nonthaburi Road Interchange	848,936,000	832,423,000	-16,513,000
3	Main Bridge	720,682,000	753,796,000	33,114,000
4	Main Line Viaduct and Land Minor Bridge	601,007,000	576,704,000	-24,303,000
5	Ratcha Phruk Road Interchange	267,870,000	243,098,000	-24,772,000
6	Bridge Accessories	114,682,000	103,660,000	-11,022,000
7	Roads and Landscaping	764,799,000	765,542,000	743,000
8	Mechanical and Electrical Services	102,518,000	123,872,000	21,354,000
9	Utility and Miscellaneous Relocation	167,477,000	182,196,000	14,719,000
10	Force Account Work	9,183,000	8,653,000	-530,000
Total		3,721,655,000	3,721,778,000	123,000

注：上記建設費には VAT は含まれていない。

主な調整項目は以下に示すとおりである。

- 主橋梁を除く杭延長を 5%削除
- 鉄筋数量を 5%削除
- PC 鋼線の数量を 5%削除
- 主橋梁に取り付けた Walkway（11,022,000 Baht）を Bridge Accessary から削除
- 主橋梁の項目に入っていた EM sensor 及び CCTV の工種(20,000,000 Baht)を Mechanical and Electrical Services の項目に入れ替え
- 単価（特に道路関連）の微調整及び計算ミスの修正

3.3.6　事業実施スケジュールのレビュー

(1)　現状

DRR は既に第一ステップでコンサル委託による FS，環境調査，DD と主な用地取得業務を終え、第二ステップでコンサル委託により入札準備を進めている。9 月末時点で一応の書類は用意されているが、特に DD については協力が必要である。基本的な準備作業は中断されており、JICA のプレッジを待って再開するとしている。コンサルタント契約は施工業者決定までで、Epsilon Co.,Ltd.と Wishakorn Co., L td.の 2 社 JV に発注されている。

(2)　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次のようになる。

事前通報	2010 年 1 月
E/N、L/A 調印	2010 年 3 月

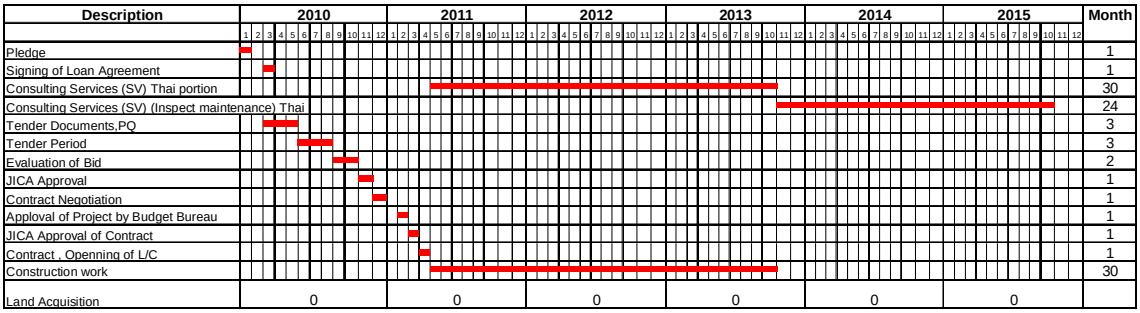
入札書類、PQ　JICA 同意	3、4、5 月
入札	6、7、8 月
入札評価	9、10 月
JICA 同意	11 月
契約交渉	12 月
財務省事業認可	2011 年 2 月
JICA 契約同意	3 月
契約、L/C 開設	4 月
建設開始	2011 年 5 月
建設終了	2013 年 10 月(30 ヶ月)

なお、施工管理のためのコンサルタントの選定は別途発注で 6 ヶ月かかるが入札手続き期間中に対応可能である。今後の最速工程を表 3.3.15 に示す。また、入札・契約までをより詳細に表 3.3.16 に示す。

表 3.3.15　今後の最速工程

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
施工監理コンサルサービス		5		10		10
用地取得						
入札、契約	6	4				
建設工事		5		10		

表 3.3.16　全体工程



3.3.7　資金計画のレビュー

資金はタイ政府と円借款のみであり、他の援助資金や民間資金は予定されていない。建設費につては円借款が予備費を含む建設工事費の 70%を負担し、用地費等その他はタイ側の負担となっている。維持管理費については JICA の負担は考えられていない。コンサルタント費についてはタイ側負担であるが、本事業にタイで経験のないエクストラドーズド橋が含まれているため別途 JICA の技術支援が必要となる。

第４章

事業実施体制および運営･維持管理体制

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。

4.1.1 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、その内の地方部(Regional 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。

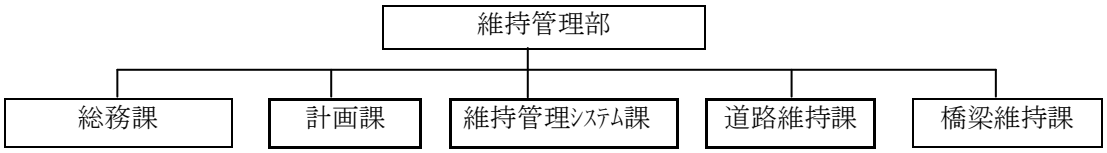
本局と 18 の地方事務所(District Office)の位置は表 4.1.1 に示すとおりである。位置には都市とタイ国の４つの地方(Region)を合わせ示す。

表 4.1.1 事務所の所在地

Office Name	Location		Office Name	Location	
	City	Region		City	Region
Headquarters	Bangkok	Central	District 10	Chian Mai	Northern
District 1	Pathum Thani	Central	District 11	Surath 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 Kean	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	Utaradit	NorthEastern			

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(Adminstration)、計画(Planning)、維持管理システム(Maintenace System)、道路維持管理(Road Maintanance)と橋梁維持管理(Bridge Maintanance)のグループがある。



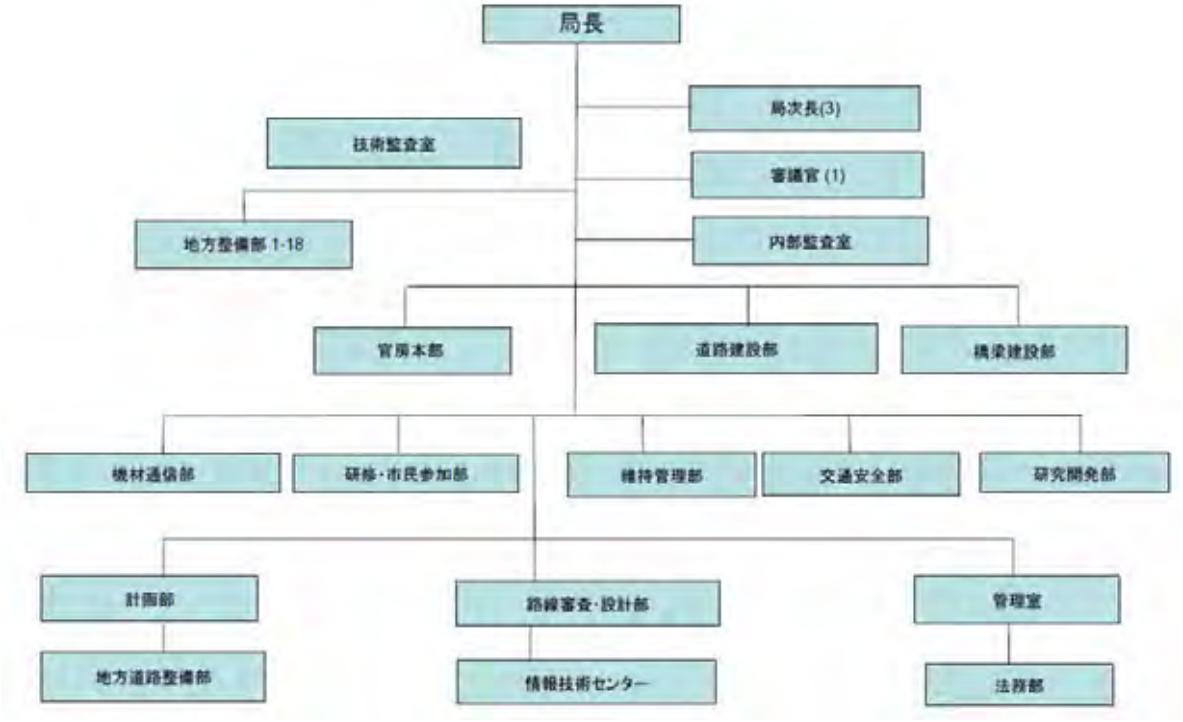


図 4.1.1　DRR 組織図

DRR の予算は表 4.1.2 に示すとおりであり、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。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。

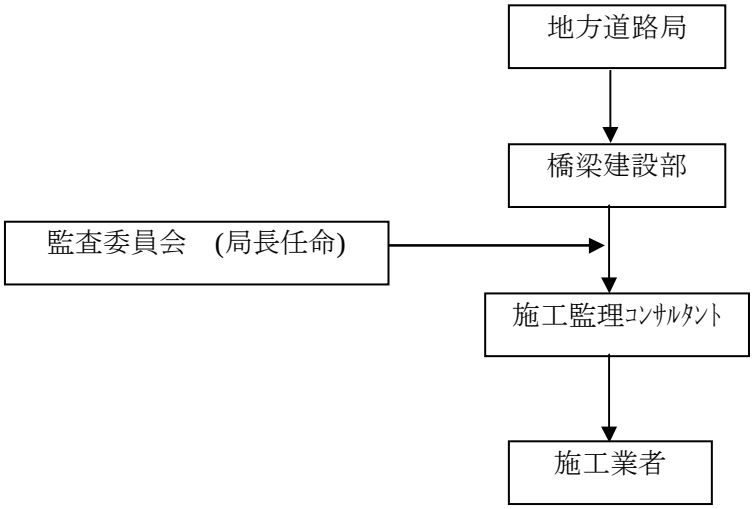
表 4.1.2　DRR の人件費を含む年度別予算の推移

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 Meintenance	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

4.1.2　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。



*各プロジェクトにおいて設置される監査委員会は、支払い、完了承認等の調達関連書類の承認権限を持つ。監査委員は DRR 内の各局からの委員により構成される。

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。

このように、本事業の建設は 2006 年に完成した産業環状道路橋と同様の体制で実施する予定であり、プロジェクト・マネジメント・ユニット(PMU)の設置の考えはない。

橋梁建設部の技術者の人数は、エキスパート土木技師が 1 人、シニア土木技師が 9 人、土木技師が 17 人、技能工が 18 人の合計 45 人である。

本事業は、全長 460m の エクストラ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 世橋で 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 箱桁橋の建設の実績がある。

また､DRR はエクストラ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

4.2.1　地方道路局の運営･維持管理体制

DRR の維持管理部 (Bureau of Maintenance)には、表 4.2.1 に示す維持管理事務所が設置され、バンコク首都圏の道路および橋梁の維持管理を行っている。

なお、産業環状道路の南北橋は、工事を担当した橋梁建設部の事務所が引き続き維持管理を行っている。本事業の運営維持管理体制はエクストラドーズド採用のため IRR と同様の体制がとられる。このため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。

また、ラチャプルック道路と交差するリアンムアン・パクレット道路と本プロジェクト道路の起点部に接続するリアンムアン・ノンタブリ道路は地方局の District 1(Pathum Thani)事務所で維持管理を行っている。

維持管理部(道路、橋梁の維持管理費のみ)の予算は表 4.2.1 に示すとおりであり、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。

表 4.2.1　維持管理部(道路、橋梁の維持管理費のみ)の年度別予算の推移

単位：million baht

Fiscal year	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Budget	3,423	3,778	4,800	5,330	6,000	5,717

維持管理部のスタッフは 40 エンジニア (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、BMR 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。

表 4.2.2 に各事務所が管理する道路、橋梁および職種別職員数を示す。また、維持事務所位置と管理する道路と橋梁を図 4.2.1 に示す。

表 4.2.2　維持管理事務所および維持管理概要

Maintenance Office	Managed Road and Bridge		Number of Stuff
	Roads	Bridges	
Office 1 (Rattana Thibet Interchange)	Ratcha Phruek Road (km17+200-31+102) Chaiya Phruck Road	Rama ⅣBridge	Senior Technician 1 Technician: Civil 1,Electrical 1 Secretary 1 Labor 70
Office 2 (Nakhon In Interchange)	Nakron In Road (+Park)	Rama ⅤBridge	Senior Technician 1 Technician: Civil:1,Electricity:1 Secretary:1 Labor:7550
Office 3 (Pinklao Nakonchaisri)	Ratcha Phruck Road (km0+000-17+200)		Senior Technician 1 Technician: Civil 1,Electrical 1 Secretary 1 Labor 54
Office 4 (Kallaprapruk Road)	Kallapra Phurk Road (+Park)		Senior Technician 1 Technician: Civil 1,Electrical 1 Secretary 1 Labor 46
Office 5	--	Rama VII Bridge (+Park)	Senior Technician 1 Technician:Civil 1 Secretary 1 Labor 28
Office 6	--	Pinklao Bridge	Senior Technician 1 Technician:Civil 1 Secretary 1 Labor 6
Office 7	--	Memorial Bridge+ Pokkalao Bridge	Senior Technician Technician:Civil 1 Secretary 1 Labor 7
Office 8	--	KrungThon Bridge	Senior Technician 1 Technician:Civil 1 Labor 3
Office 9	--	Taksin Bridge	Senior Technician 1 Technician: Civil 1 Labor 3
Office 10	--	Krung Thep Bridge+ Rama III Bridge	Senior Technician 1 Technician: Civil 1 Labor 3
Office (Bureau of Bridge Construction)	Industrial Ring Road	Industrial Ring Road Bridge	Engineer: Civil:2,Electrical:1, Mechanical:1,Supporting:1 Technical: Civil:2,Electrical:1,Mechanical:1 Labor:60
Office (District 1:Pathum Thani)	Liang Muang Pakkret Road Liang Muang Nontaburi Road		

図 4.2.1　DRR 維持管理事務所および管理道路･橋梁位置図

維持管理業務は前身の 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。

その内容は下記のとおりである。

(1)　維持補修業務

1)　日常点検

点検は、平日昼間・夜間、休日昼間において、基本的には徒歩による目視点検(場所によっては車上点検)を表 4.2.3 に示す内容で実施している。なお、構造物等の詳細点検は実施していない。

表 4.2.3　日常点検内容

	頻度	項目	点検者	備考
平日昼間	1 回/日	橋梁本体(付属物含む)・電気・機械・ 交通施設(建物含む)・植栽・清掃状況	テクニッシャン	目視点検で見えないペアリングの点検は望遠鏡や 1 回/週梯子にで確認
平日夜間	4 回/日	主に、照明、事故による損傷、舗装	作業員およびガードマン	定時点検。事故による当て逃げが多いことから頻度が多い。
休日昼間	3 回/日	全体的に実施しているが、主に、事故による損傷、舗装、ガードレール、排水装置	作業員およびガードマン	定時点検

テクニッシャン／エンジニアは、日常点検の際、損傷の有無を点検記録用紙に記載し、その結果に基づき、以下のように補修の判断を行う。

緊急の小規模補修の場合

舗装のポットホールやパッチングのような緊急の小規模補修の場合には、テクニッシャンの判断により直営作業員が行う。

大規模補修でエンジニアが判断する場合

テクニッシャンが判断できない場合には、点検結果をエンジニアに報告し、エンジニアが現場を確認し、補修実施の判断ができるものは直ちに補修を実施する。

大規模でエンジニアが判断できない場合

エンジニアが判断できない場合には、DRR 内の橋梁設計部での判断、さらに判断できない場合には、公開または指名入札によるコンサルタントへの委託による判断により、補修に必要な設計、積算を行い、補修工事を実施する。

2) 日常補助作業等

日常的に実施している作業であり、以下に示すような小規模補修・清掃を実施している。

- 舗装のパッチング等の小規模な路面補修は直営にて実施している。
- 路面清掃は、休日を除いて毎日実施しており、休日は、イベント等により事前に要請があった場合に実施している。清掃は、週 1 回は維持管理部保有の路面清掃車(一台)により実施し、その他の日は人力により実施している。
- 照明灯具の清掃・取替は DRR ではなく、メトロポリタン・エレクトロシティアソシエーション(MEA)にて実施している。具体的には、DRR の点検の結果、彼らが MEA に清掃または取替を依頼する場合と、MEA の定期的な揮度測定を DRR が確認の上、MEA に作業を依頼する場合の２通りある。なお、いずれの場合も、清掃、取替費用は DRR が MEA に支払っている。

3) 定期補修(小規模補修)

DRR では、予算管理の観点から、構造物本体を除く小規模補修を対象に維持補修計画を策定している。補修項目と頻度は、過去の実績に基づき以下のとおり定めている。

・エキスパンション・ジョイントの交換：1 回／5 年

・オーバーレイ：1 回／4 年

・鋼桁の再塗装：1 回／4 年

・橋脚や交通標識の塗装：1 回／3 年

・河川の水深測定：1 回／3 年

・レーンマーク塗り替え：1 回／2 年

実際の補修は日常点検結果に基づき実施しているが、予算の制約がある場合には損傷の

度合いや交通量を考慮して優先順位を定めたり、必要に応じて特別予算を要求している。

また、今後は、過去に蓄積されたデータを活用し、ライフサイクルコストを考慮した効率的な維持管理を実施していきたいとのことである。

4) 特別補修(大規模補修)

上記の小規模な定期補修の他に、主桁、橋脚などの主部材を対象に、経年劣化や車両・船舶の衝突による損傷調査を実施している。

(2) その他

1) 維持補修基準

DRR では維持管理体制に関する基準等は十分、整備されていない。一例を挙げると、塗装に関しては American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)の基準により設計・配合・補修工法の選定を実施している。また、路面の照度基準については、DRR では基準がなく、DOH 同様、MEA 基準に準拠している。

2) データ保存

① 建設時の完成図面等

建設時の完成図・設計計算書・仕様書(一部タイ語で大半は英語)は担当事務所が永久保存・管理している。また、建設部署から管理部署への引き継ぎは、設計・施工・管理部署が立ち会い、管理の上、行っている。

② 点検の補修記録

点検の記録は、１週間ごとの定形書式にて保存されており、これらを１ヶ月分あるいは１年分とりまとめて月・年単位の報告書が作成さえている。

③ 維持管理データベース

1997 年に PTE Engineering Consultant Co.Ltd と Dessau International Ltd によって実施された調査では、チャオプラヤ川に架かる 7 橋について BRAHMS と称されるデータベース・システムを組んだ Maintenance System が開発されているが、現在は稼働していない。

3) 保有機械

現在維持管理部(Bureau of Maintenance)で保有している維持補修車両および機械は、表 4.2.4 に示すとおりである。その他は必要に応じて機械を管理している他の部から貸与されている。

表 4.2.4　維持管理部で保有している車両および機械

	Item	Quantity
1	Pickup	2
2	Truck(6 wheel)	1
3	Sweeping machine (6 wheel)	1
4	Waterring machine (6 wheel)	1
5	Grass cutting machine	1

4)　技術者トレーニング

研修・市民参加部は職員訓練を担当する。指導員は設計、建設、維持管理を専門とする DRR 内のシニア技術者またはインハウスコンサルタントが担当する。維持管理に関しては主として地方部の道路に対し実施している。維持管理に関するセミナーとオン・ザ・ジョブ・トレーニングが重要と考えている。

5)　交通規制

補修工事実施のために一車線規制が必要な場合は、工事実施の 15 日前に警察協議を行い、さらに 7 日前に作業計画・人員・使用機械の確認を行う。また、交通規制が必要な工事は、交通渋滞を防止するために夜間の 11 時から翌朝 5 時の時間帯で実施している。

4.2.2　運営･維持管理の課題

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（特に橋梁桁下を点検するための橋梁点検車が必要）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。
- ボックス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、モニタリングはメモリアル橋、ポックラオ橋、タクシン橋でも実施している。

4.2.3 運営･維持管理計画

(1) 維持管理はPWDから引き継いだ橋梁については橋梁ごとに維持管事務所が設置され業務を行っている。最近建設されたラマ IV 世橋橋とラマ V 世橋については橋に接続する道路も含めた業務を維持管理事務所が行っている。

そこで、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 1 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者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) 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。

(3) PC エクストラドーズド橋は、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。

表 4.2.5 に一般的な点検内容、表 4.2.6 に点検種別ごとの点検項目、表 4.2.7 に詳細点検方法示す。

表 4.2.5　一般的な点検内容

点検種別		点検目的・内容
通常点検	日常点検	道路の利用状況や交通の安全に直接係る部分を点検の主体とし、異常の早期発見を目的とする。 車上からの目視または双眼鏡による点検。
	定期点検	橋梁の状況を全体的に点検し、異常・損傷の早期発見を目的とする。 徒歩による目視または双眼鏡による点検。
	詳細点検	測定器具などを用いて、橋梁の状況を細部にわたり点検し、二次的な損傷を未然に防ぐことを目的とする。 高所作業車等からの目視、測定器械を用いた点検。
臨時点検	暴風時点検	暴風にともなう損傷を発見するため、暴風発生直後に行う点検。 徒歩による目視または双眼鏡による点検。
	その他の点検	定期点検などから詳細な点検が必要であると認められた場合や、通報などによって行う点検。

表 4.2.6　点検種別と点検項目

箇所	点検項目	点検種別					
		通所点検			臨時点検		
		日常点検	定期点検	詳細点検	地震時点検	暴風時点検	その他点検
斜材	振動	○	○	○	△	○	△
	張力	－	－	○	△	－	△
	保護管	○	○	○	○	○	△
	斜材定着部	－	○	○	○	△	△
	制震装置	○	○	○	○	○	△
主桁	たわみ	－	△	○	△	－	△
	ひび割れ	－	○	○	○	－	△
主塔	傾斜	－	△	○	△	－	△
	ひび割れ	－	○	○	○	－	△

○：点検を実施する。△：必要に応じて点検を実施する。

表 4.2.7　詳細点検等での点検方法

点検対象	点検方法
主桁	主桁のたわみはレベルを使用して測定するのが一般的である。測定は斜材の温度が上昇する前に完了しておく必要がある。また、必要に応じてコンクリートのひび割れの幅の測定を行う。
塔	塔の傾斜の測定は、塔上部で橋軸方向ならびに橋軸直角方向をトランジットなどを使用して測定する。また、必要に応じてコンクリートのひび割れ幅の測定を行う。
斜材	斜材の張力測定は、強制振動法によるのが一般的である。強制振動法は、測定した固有振動数から簡易的に斜材張力を求める方法である。
	振動が認められた場合には、ビデオなどを用いて振動量を測定する。
保護管	保護管本体の変形、亀裂などの損傷の有無、塗装の変色やひび割れの有無を目視あるいは双眼鏡によって確認する。
定着部	定着部の点検は、金属部品の錆びや腐食、塗装の劣化等を観察する。また、必要に応じてコンクリートひび割れ幅を測定する。。
制動装置	振動装置は、取り付け架台を含む部品を目視し、錆や劣化の有無を確認する。

(4) モニタリング・システムによる監視は、本エクストラドーズ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。（EXAT で管理するラマ 9 世橋ではすでに、モニタリング・システムによりこれらの監視を行っている）

第５章

事業評価

第5章 事業評価

5.1 概要

本事業の実施による効果を、数量的に把握可能な項目と、数量化は困難であるが多大な効果が期待される項目とに分類して評価を行う。

5.2 定量的効果

(1) 効果の内容

定量的に把握が可能な効果としては、主に車輌の走行条件が改良されることから発生する効果であり、混雑度の低下、それに伴う走行速度の上昇と走行時間費用の節約、自動車走行経費の節約が挙げられる。

(2) 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。プラナンクラオ橋が 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。

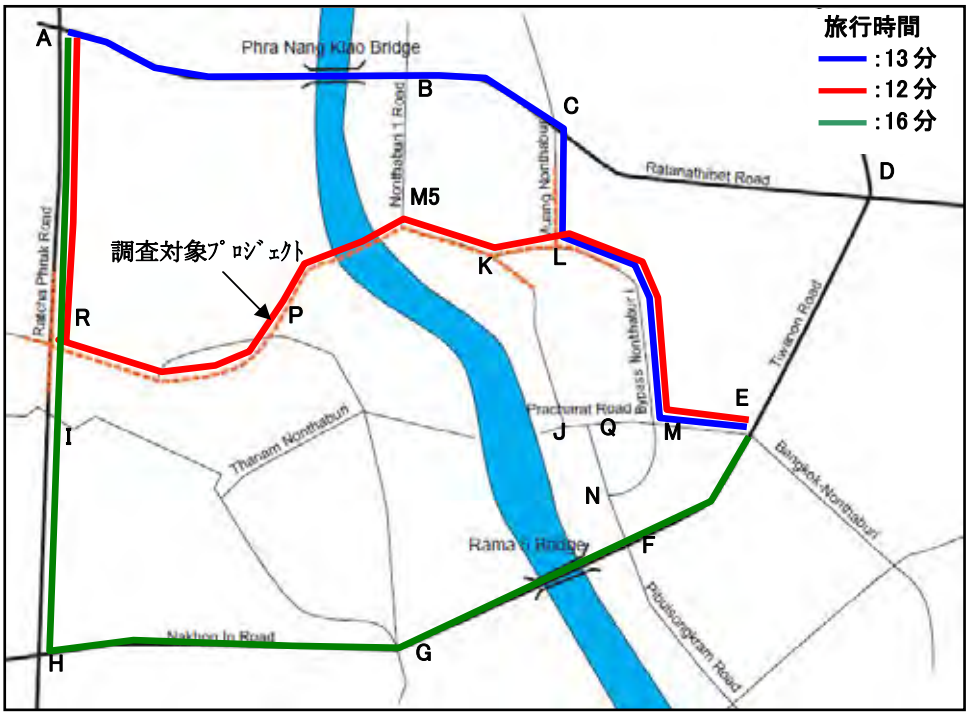


図 5.2.1 ケース 1：地点 A – 地点 E 間(Phra Nang Klao 橋経由、Rama V 橋経由との比較では大きな時間節約は現況では無し)

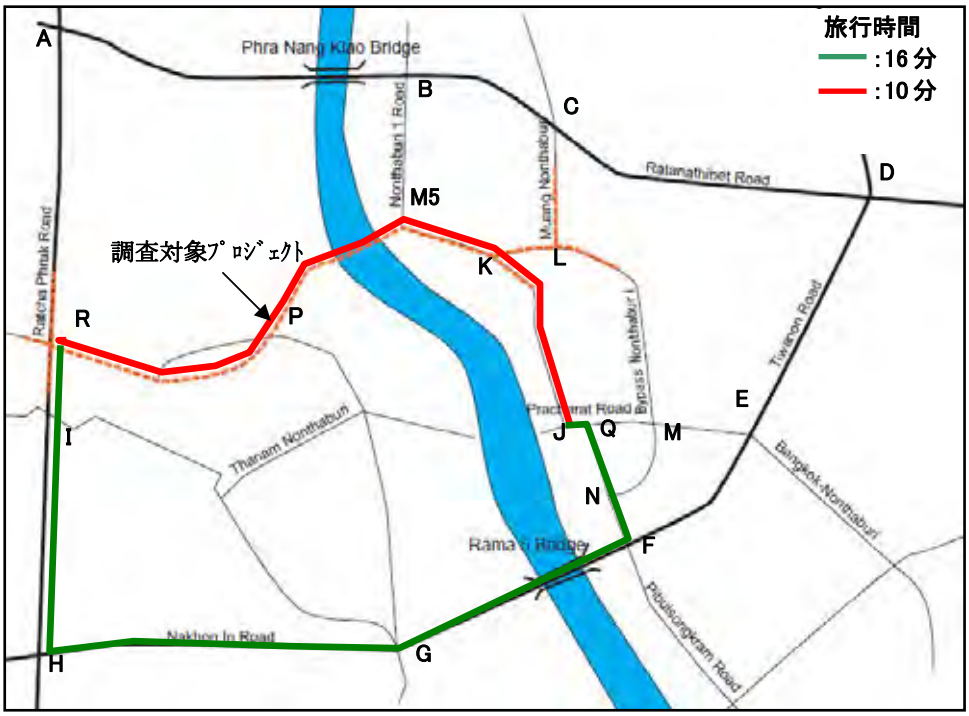


図 5.2.2　ケース 2：地点 R – 地点 J(ノンタブリ県中心地) 間 (約 6 分の節約)

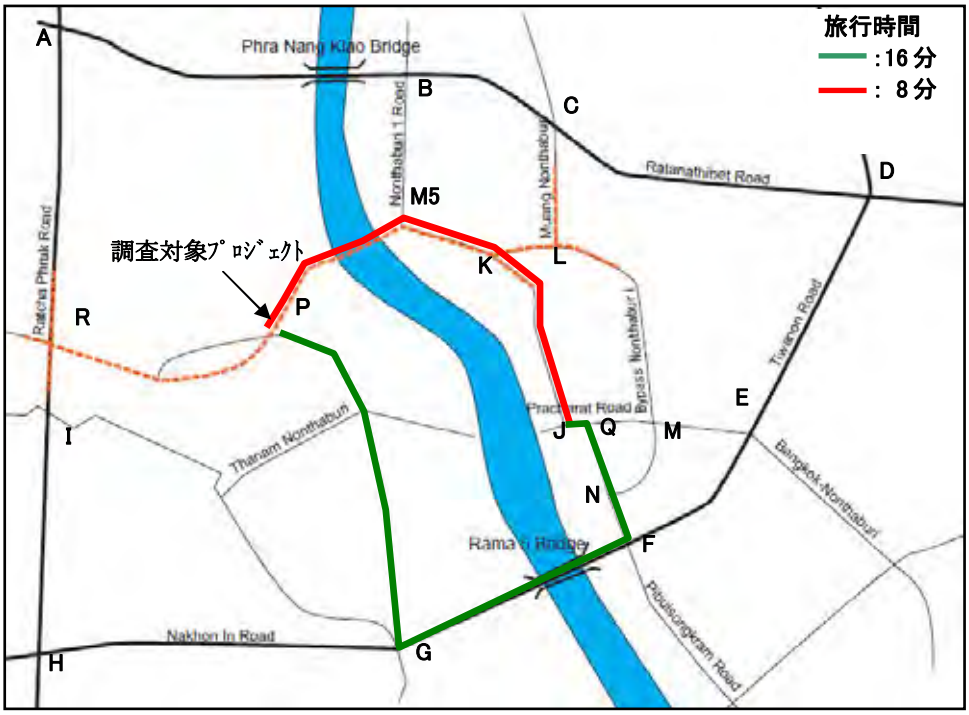


図 5.2.3　ケース 3：地点 P – 地点 J 間 (約 8 分の節約)

(3)　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 5.2.1　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。

プラナン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。

(4)　経済的内部収益率 (EIRR)

以下の前提により、本事業の経済的内部収益率を算定した。

1)　経済費用

建設費は事業実施スケジュールに従って年次別配分を行い、FS と同様の経済価格変換係数 0.88 を適用して経済費用を算定した。設計費用、土地収用費は FS で算定されている 2009 年価格の費用を適用した。開業後の年々の維持管理費も FS と同一の費用である。

2)　経済便益

算定された便益は自動車走行経費 VOC の節約と、時間費用 VOT の節約便益である。便益算定の基礎となる需要予測結果の妥当性検討と便益単価のチエックの結果、FS の 2016 年、2021 年、2026 年の便益額は概ね妥当と判断し、FS の算定結果を適用した。ただし、途中年次の時間便益 VOT の算定方法が走行費用節約便益 VOC の途中年次の算定方法（線形内挿法）と異なっていたため両者とも同一の線形内挿法に統一して算定した。便益単価としての自動車走行経費(VOC)と時間価値(VOT)を下記に示す。これらの便益単価は Office of Transport and Traffic Policy and Planning (OTP)によって開発された BMTA (Bangkok Mass Transit Authority) Route Planning and Scheduling Project (BRPS)の交通モデルに使用されたものである。

表 5.2.2　自動車走行経費

単位: Baht/Ton-Kilometer

車種	自動車走行経費							
	ガソリン	潤滑油	タイヤ費	予備部品費	維持費	投資費用	賃金	合計
モータサイクル	0.755	0.017	0.031	0.035	0.148	0.069		1.055
乗用車(小型)	1.658	0.084	0.113	1.259	0.210	2.228		5.552
乗用車(中型)	1.874	0.088	0.127	1.629	0.210	2.879		6.807
乗用車(大型)	2.141	0.092	0.155	3.136	0.210	5.560		11.294
軽貨物車	2.569	0.207	0.234	1.014	0.673	0.708	0.225	5.630
中型貨物車	4.010	0.224	0.218	2.634	0.804	1.042	0.933	9.865
大型貨物車	8.665	0.454	0.624	6.939	1.161	1.316	1.089	20.248
トレイラー	11.351	0.486	1.081	10.435	1.205	1.938	1.238	27.734
小型バス	2.960	0.123	0.134	4.720	0.261	0.964	0.544	9.706
大型バス	5.928	0.353	0.571	2.541	0.914	0.688	1.210	12.205
エアコンバス	5.620	0.349	0.413	6.953	1.074	2.309	1.209	17.927

出典：3rd Additional Information on the Cost Estimation, Drawing and Econonic Analysis

表 5.2.3　時間価値

単位: Baht/Person/hour

	2005	2008	2011	2016	2021	2026
家計用車両						
車輌なし	35.41	39.78	44.96	54.59	64.33	74.06
モータサイクル１台	37.05	41.62	46.93	57.11	67.28	77.46
乗用車１台	76.40	85.84	96.93	117.82	138.83	159.83
乗用車１台以上	104.62	117.45	132.48	158.63	184.78	210.92
公共交通のサービスレベル						
高水準	84.06	94.32	106.34	129.42	152.50	175.59
低水準	37.82	42.51	48.03	58.31	68.70	79.10
車種						
乗用車	76.40	85.84	96.93	117.82	138.83	159.83
モータサイクル	37.05	41.62	46.93	57.11	67.28	77.46
タクシー	76.40	85.84	96.93	117.82	138.83	159.83

出典：3rd Additional Information on the Cost Estimation, Drawing and Economic Analysis

3)　事業開始年およびプロジェクトライフ

開業年は 2014 年初めとし、FS と同一の 20 年のプロジェクトライフを設定した。

4)　残存価値

建設費に対する FS と同一の比率により残存価値を算定し、プロジェクトライフの最終年にマイナスの費用として計上した。

5)　資本の機会費用 (割引率) = 12%

費用と便益のキャッシュフローを下表に示す。

表 5.2.4　費用・便益のキャッシュフロー

(Million Baht)

No.	Year	Economic Project Cost							Economic Project Benefit			B-C	Present Value (discounted at 12%)	
		Design	Investment Cost	Construction Supervision	Admini-stration	O&M Routine	O&M Periodic	Total Cost	VOC Savings	VOT Savings	Total Benefit		Cost	Benefit
1	2006	16.28	50.00		1.32			67.60			0.00	-67.60	60.36	0.00
2	2007		1,600.00		32.00			1,632.00			0.00	-1,632.00	1,301.02	0.00
3	2008		550.00		11.00			561.00			0.00	-561.00	399.31	0.00
4	2009							0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
5	2010		0.00	0.00				0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
6	2011		973.88	27.72				1,001.60			0.00	-1,001.60	507.44	0.00
7	2012		1,467.08	55.44				1,522.52			0.00	-1,522.52	688.71	0.00
8	2013		1,227.71	55.44				1,283.15			0.00	-1,283.15	518.24	0.00
9	2014					22.65		22.65	224.18	1,663.74	1,887.92	1,865.27	8.17	680.80
10	2015					22.65		22.65	251.21	1,864.31	2,115.52	2,092.87	7.29	681.14
11	2016					22.65		22.65	278.24	2,064.87	2,343.11	2,320.46	6.51	673.59
12	2017					22.65		22.65	343.84	2,265.43	2,609.27	2,586.62	5.81	669.73
13	2018					22.65		22.65	409.43	2,466.00	2,875.43	2,852.78	5.19	658.97
14	2019					3.32		3.32	475.03	2,666.56	3,141.59	3,138.27	0.68	642.83
15	2020					3.32	63.09	66.41	540.62	2,867.13	3,407.75	3,341.34	12.13	622.58
16	2021					3.32		3.32	606.22	3,067.69	3,673.91	3,670.59	0.54	599.29
17	2022					3.32		3.32	833.84	2,747.92	3,581.76	3,578.44	0.48	521.66
18	2023					3.32		3.32	1,061.46	2,428.15	3,489.60	3,486.28	0.43	453.79
19	2024					3.32		3.32	1,289.07	2,108.37	3,397.45	3,394.13	0.39	394.47
20	2025					3.32		3.32	1,516.69	1,788.60	3,305.29	3,301.97	0.34	342.65
21	2026					3.32		3.32	1,744.31	1,468.83	3,213.14	3,209.82	0.31	297.41
22	2027					3.32	63.09	66.41	1,744.31	1,468.83	3,213.14	3,146.73	5.49	265.54
23	2028					3.32		3.32	1,744.31	1,468.83	3,213.14	3,209.82	0.24	237.09
24	2029					3.32		3.32	1,744.31	1,468.83	3,213.14	3,209.82	0.22	211.69
25	2030					3.32		3.32	1,744.31	1,468.83	3,213.14	3,209.82	0.20	189.01
26	2031					3.32		3.32	1,744.31	1,468.83	3,213.14	3,209.82	0.17	168.76
27	2032					3.32		3.32	1,744.31	1,468.83	3,213.14	3,209.82	0.16	150.68
28	2033		-2,359.32			3.32		-2,356.00	1,744.31	1,468.83	3,213.14	5,569.14	-98.64	134.53
		16.28	3,509.35	138.60	44.32	163.05	126.18	3,997.78	21,784.31	39,749.41	61,533.72	57,535.94	3,431.20	8,596.21

EIRR (%)	22.0%
NPV (Million Baht)*	5,165.02
B/C*	2.51

(*): Discount Rate=12%

6)　評価結果

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 5.2.5　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 5.2.6　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%
建設費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。

5.3　定性的効果

本事業の定性的効果は、チャオプラヤ川に架かる他の既存の橋梁が果たしてきた間接的効果、地域開発効果及び地域住民の日常生活を支える効果と同様に、大きな役割を期待されている。具体的には下記のような効果が挙げられる。

(1) ノンタブリ県の西側の地域にとってチャオプラヤ川の東側へのアクセシビリティの向上は、毎日の通勤・通学及び経済活動において絶対的に必要な条件である。しかもノンタブリ県内においても、県庁や主要公共施設、商業地域が川の東岸に集中している現状では、それらの施設やアメニティへ直結する本事業は交通量の多い既存の橋梁(プラナンクラオ橋やラマ V 世橋)を経由するより多大な利便性がある。

(2) 川の西側地域はバンコク市中心部に比較的近い位置にあり、かつバンコク市内と異なり開発の余地がある地域が広がっている。本事業の完成により、これらの地域の開発ポテンシャルは大きく向上し、工場や商業施設の立地を促進するであろう。

(3) 川の西側の直接影響地域内には、住宅地が形成されているが、設備の整った病院、医療施設、学校等は主として対岸の東側に集中している。本事業によってこれら住民に全天候型の交通アクセスを提供することになり、生活水準の向上に資する役割を担うことになると期待される。

(4) より広域的効果は、本事業が幹線交通網(レッドラインやブルーラインの MRT、及び幹線高速道路網)へのアクセスとして機能し、地域内のみならず、バンコク首都圏全体へのアクセシビリティを向上させ、市場圏の拡大といった多大な経済効果を影響地域にもたらすであろう。

(5) 本架橋は、ノンタブリ市とその対岸を結ぶ橋としては、北側のプラナンクラオ橋、南側のラマ V 世橋に続いて３橋目となる。２橋のあいだの距離はおよそ５キロであり、上の市街地が対岸に連続して展開するための条件を備えており、本架橋によりノンタブリのチャオプラヤ西岸地区は将来的に 3 橋に結ばれ、ノンタブリ市と連続

した市街地として拡大・発展することが予測される。

5.4 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。

本事業の交通需要予測値は、午前ピーク時(7:00AM-8:00AM)の PCU/hour として予測されているため、ピーク率 8%の逆数 (12.5)を乗じて AADT に変換した。開業２年後(2016 年)の AADT を下表に示す。

表 5.4.1 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 5.4.2 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 5.4.3 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

第6章 環境社会配慮確認

6.1 EIA のレビュー

6.1.1 環境社会配慮確認の概要

(1) ガイドラインの適用

本事業については、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。

(2) EIA 手続き

本事業の実施に当りタイ国の環境法（B.E. 2535）に基づく EIA 手続きは必要とされない。タイ国の環境法では EIA 手続きが必要となる道路事業は、自然保護区、国立公園、マングローブ林、海岸部を通過するものに限られている。しかし、本事業は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。

DRR はプロジェクトの内容、環境への影響、用地取得に関する説明会を表 6.1.1 に示したとおり、2005 年 7 月～2006 年 3 月に実施している。なお、セミナーは一般のステークホルダーを、フォーカスグループミーティングはプロジェクトによる直接影響者を対象としたものである。プロジェクト計画に基づく EIA レポートは 2005 年 10 月に作成され、11 月以降バンコクの DRR 事務所で公開され誰でもが閲覧し、コピーすることが許可されている。

表 6.1.1 プロジェクト説明会等の開催状況

開催日時	開催場所	形式	説明内容
2005 年 7 月 8 日	Nonthaburi Province Head Office	Orientation Seminar	Detailed Design and Land Acquisition Survey、Environmental survey result
2005 年 8 月 2 日	Sai Ma Municipality Office	Focus Group Meeting	同上
2005 年 8 月 4 日	Muang Nonthaburi Munipality Office	Focus Group Meeting	同上
2005 年 8 月 4 日	Bangrak Noi Temple	Focus Group Meeting	同上
2005 年 8 月 6 日	Wat Chalerm Phra Kiat School	Focus Group Meeting	同上
2005 年 8 月 6 日	Bang krang Municipality Office	Focus Group Meeting	同上
2005 年 10 月 8 日	Wat Chalerm Phra Kiat School	1st Seminar	同上
2006 年 3 月 11 日	Wat Chalerm Phra Kiat School	2nd Seminar	同上

EIA レポートでは、プロジェクト代替案の検討がなされ、環境社会への影響を最小化し、技術面・経済面から効率的な最終線形が選定されている。

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) に提出されている。DRR による自己承認を得て 2009 年 3 月末

日 JICA に提出された。

6.1.2 環境の現況

(1) EIA レポートの文献調査

1) 水質

プロジェクトサイト周辺の水質測定結果は表 6.1.2 に示すとおり、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・オムノンは、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。

表 6.1.2 プロジェクトサイト周辺の水質

Sampling Station	Parameter			
	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	Coliform bacteria (MPN/100 ml.)
1. Chao Phraya River				
- Rama VI	7.0	4.6	7.1	
- Nonthaburi Bridge	7.7	4.4	3.6	
2. Khlong Om Non				
- Wat Ta-node Pier	7.2	2.6	5.9	2.8E + 04
- Wat Pracha Rangsan Pier	7.3	2.4	5.7	3.0 E + 04
Environmental Standard≦ for class 3	5 – 9	≧ 4.0	≦ 2.0	≦ 20,000

Source: Water Quality management Division, Pollution Control Department, 2003

2) 大気質

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 箇所で測定された大気質の測定結果の平均値を表 6.1.3 に示した。測定結果は、SO_2、NO_2、CO は全ての時間で環境基準を満足していたが、O_3 と PM_{10} が一部の時間で基準値を超えていた。

表 6.1.3 ノンタブリ県の大気汚染測定結果（2003 年）

	Air Pollutants					
(Unit)	SO_2 (ppb)	NO_2 (ppb)	CO (ppm)	CO (ppm)	O_3 (ppb)	PM_{10} (μ g/m^3)
Average of time	1-h	1-h	1-h	8-h	1-h	24-h
Department of Alternative Energy Development and Efficiency	4.8	22.7	0.8	0.8	18.4 *(16/8377)	51.0 **(1/364)
Sukhothai Thammatirat University	5.2	19.33	0.7	0.7	18.2 *(26/8280)	57.9 **(23/350)
Environmental Standards	300	170	30	9	100	120

Standard: air quality standard according to the NEB Notification No. 10, BE 2538
注* カッコ内の分子は環境基準の超過時間数、分母は総測定時間を示す。
注** カッコ内の分子は環境基準の超過日数、分母は総測定日数を示す。

3) 騒音

2003 年にノンタブリ県のスコタイトラマチラット大学で測定された騒音の測定結果は、54.3 - 68.1 dB(A)（平均で 58.3 dB(A)）であった。また、ノンタブリ県の道路沿いで測定さ

れた騒音測定結果は、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。

4) 動植物

プロジェクトの計画線から 500m の範囲には自然保護区域や保全林はない。2005 年 8 月に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は、両生類 4 種、爬虫類 5 種、鳥類 23 種、哺乳類 3 種の合計 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。EIA レポートの調査結果と比較するため、調査地点、調査頻度、解析方法等は EIA レポートと同様とした。

1) 水質

水質調査のサンプリング状況を図 6.1.1 に、調査結果を表 6.1.4 に示した。水質の調査地点は、チャオプラヤ川の架橋地点、並びに架橋地点の上流 1km、下流 1km 地点である。

表 6.1.4 水質調査結果の比較

location		station 1		station 2		station 3		Standard for class 3
survey		EIA	Supplementary	EIA	Supplementary	EIA	Supplementary	
parameters	unit	2005	2009	2005	2009	2005	2009	
Temperature	℃	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	＞240000	＞160,000	≦20,000
Ammonium Nitrogen (NH_4-N)	mg/l NH_4-N	-	0.19	-	0.19	-	0.19	≤0.5

Station 1 : Chao Phraya River (Upstream of the construction site)
Station 2 : Chao Phraya River (At the construction site)
Station 3 : Chao Phraya River (Downstream of the construction site)
*Sampling data : supplement survey October, 7, 2009 and EIA report August 20-21, 2005

追加調査の測定結果を EIA 時点と比較すると、SS が各測定点とも高くなっている。これは、追加調査の直前に降雨があり支川から濁流が流入したことによると考えられる。こ

の結果、DO は増加しており、BOD は環境基準値を上回っているが EIA 調査に比べて減少している。追加調査で新たに実施した硝酸塩も環境基準を下回っていた。

また、大腸菌群は EIA 調査と同様に追加調査でも環境基準を超えており、沿岸の住宅や支流からし尿等の汚水が流入していると推定される。

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。

Upstream of the construction site	Surrounding area at upstream
At the construction site	Surrounding area at the construction site
Downstream of the construction site	Surrounding area at downstream

図 6.1.1　水質調査サンプリング状況

2) 大気質

大気質調査の比較結果を表 6.1.5 に示した。大気質及び騒音・振動の調査地点状況写真を図 6.1.2 に示した。

表 6.1.5 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/
Wind Speed	m/sec	Supplement	0.3-1.4	0.3-1.4	0.5-1.9	0.3-1.7	0.3-1.3	0.7	-
Wind Direction	-	Supplement	W	ENE, E	E	E	WSW	-	-

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/
Wind Speed	m/sec	Supplement	0.3-1.6	0..3-1.8	0.3-1.5	0.3-1.3	0.3-1.2	0.7	-
Wind Direction	-	Supplement	N	E	SE	SW	WSW	-	-

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/
Wind Speed	m/sec	Supplement	0.4-2.0	0.3-3.9	0.6-2.3	0.3-2.6	0.4-1.6	1.1	-
Wind Direction	-	Supplement	SE	N	E	SE, E	S	-	-

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

Sri boonyanon school	View to Planning Road direction
Wat chalerm pra klat	Pole for weather monitoring
Wai sai kindergarten	From sampling point to Road

図 6.1.2　大気質、騒音、振動の調査地点状況

EIA レポートの調査時期は 2005 年 8 月 20 日（土）から 8 月 25 日（木）、追加調査実施時期は 2009 年 10 月 10 日（土）から 10 月 15 日（木）の各々連続 5 日間である。CO、NO_2 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。

プロジェクトサイトのあるノンタブリ県における大気環境の時系列変化を比較の有無を確認するため、2 箇所(Electricity Generating Authority of Thailand, スコタイトラマチラッ

ト大学)の大気汚染常時観測局の過去 5 年間の測定結果を図 6.1.3 に比較した。月平均値の比較結果を図 6.1.3 に、環境基準との比較結果(CO、NO2、PM10 は 24hrs 値の月別最高値と環境基準値の比較)を図 6.1.4 に示した。図 6.1.3 の月別月平均濃度は雨季に比べて乾季に高濃度となる傾向が見受けられるが、ノンタブリ県の大気環境は過去 5 年間に大きな変化が無いことが明らかとなった。CO、NO2、オゾン、PM10 ともグラフの上限値で示した環境基準を下回っており大気環境は概ね良好であることが明らかとなった。図 6.1.4 に示した環境基準との比較結果を見ると、CO、NO2 は 2 箇所とも全ての期間で環境基準を下回っているが、スコタイトラマチラット大学の PM10 が一部の期間で基準値を超えている。

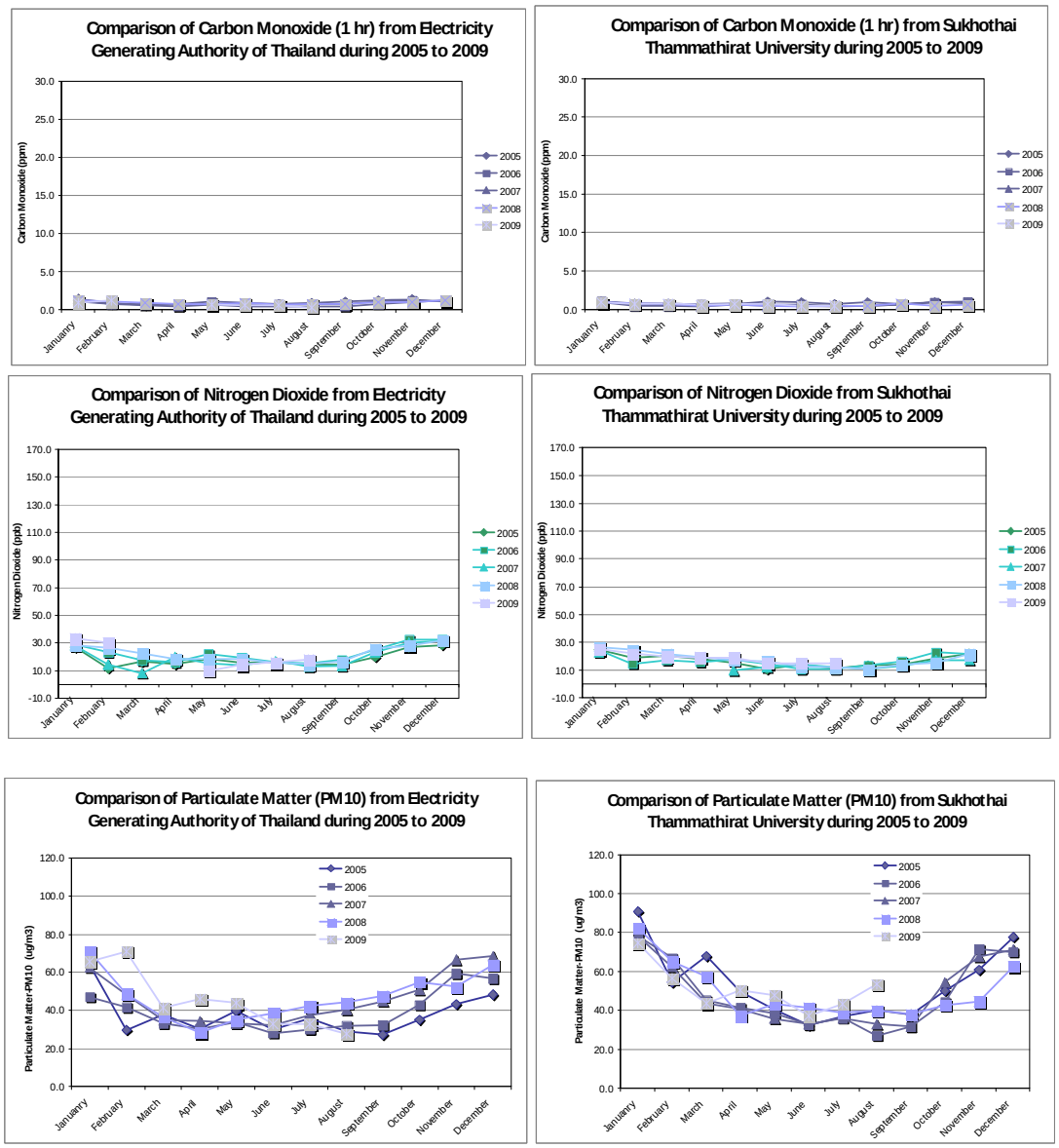


図 6.1.3　ノンタブリ県の大気汚染状況の変化 (2005-2009 の月平均値)

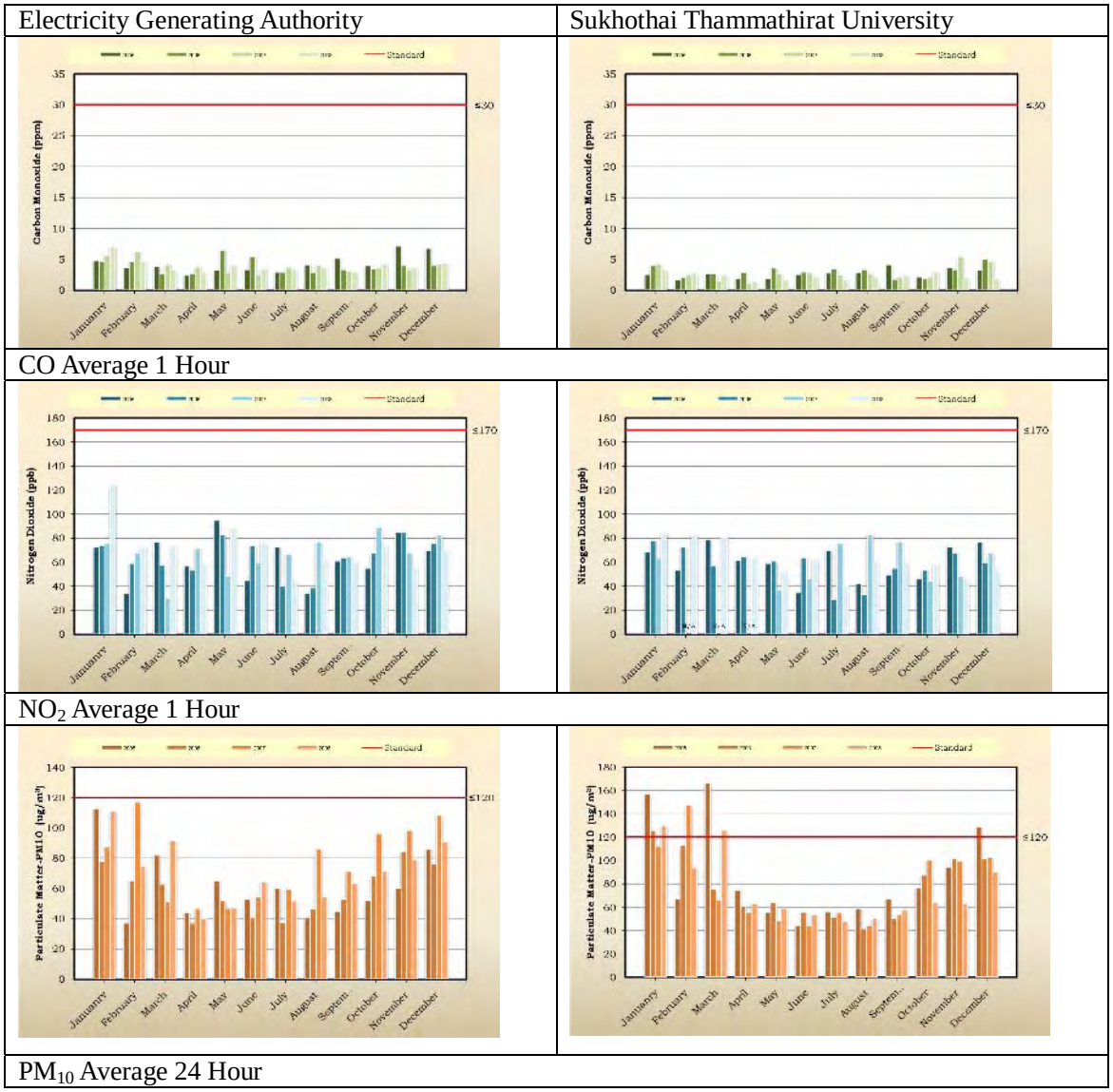


図 6.1.4　ノンタブリ県の大気汚染状況（環境基準との比較 (2005-2008)）

3)　騒音

騒音調査の比較結果を表 6.1.6 に示した。EIA レポートの調査時期は 2005 年 8 月 20 日（土）から 8 月 25 日（木）、追加調査実施時期は 2009 年 10 月 10 日（土）から 10 月 15 日（木）の各々連続 5 日間である。EIA と本調査の測定結果を地点ごとに比較すると、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。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 日間となっている。

なお、本調査が実施された 10 月は学校の休暇期間に当り、児童、生徒等の学内活動による騒音は大きく減少していたものと考えられる。しかし、ワルサル幼稚園は計画道路が終点で交差するラチャプルック道路に面しており自動車交通による騒音の影響を強く受けている。表 2.3.10 F/S 調査による交通量との比較(朝ピーク 7:00-8:00)で、ラチャプルック道路の 2005 年に対する 2009 年のピーク時の交通量伸び率は 2.24 倍で、その他の交通

条件が同じと仮定すると騒音レベルは※3.5dB(A)増加することとなる。EIA と補足調査の騒音レベル差は、日毎に+4.5、+5.3、+2.1、-3.3、+3.0 dB(A)で水曜日の一日を除いて交通量の増加により騒音が増加したものと推定される。

表 6.1.6　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 Sal Kindergarten	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))

4)　振動

振動調査の比較結果を表 6.1.7 に示した。EIA レポートの調査時期は 2005 年 8 月 20 日（土）から 8 月 25 日（木）、追加調査実施時期は 2009 年 10 月 10 日（土）から 10 月 15 日（木）の 6 日間である。振動の測定結果は、EIA レポート及び本調査とも Reiher & 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。

表 6.1.7　振動測定結果の比較 (PVS)

Vibration (PVS)		Result (mm/s)						
		Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Average
1.Sri Boonyanon school	EIA	1.20	1.45	2.05	2.13	2.30	2.30	1.9
	Supplement	0.48	1.14	2.19	0.87	0.83	0.47	1.0
2.Chalerm Pra Klat	EIA	0.33	0.20	1.30	1.17	1.14	0.78	0.8
	Supplement	0.89	0.89	1.44	1.27	0.63	0.24	0.9
3.Wai Sai Kindergarten	EIA	0.40	1.60	1.10	1.60	0.65	1.37	1.1
	Supplement	1.06	2.04	1.17	1.05	1.16	0.97	1.2

5)　まとめ

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。

水質の一部の項目で基準値を超えている他、騒音に関しては幹線道路に面しているワルサル幼稚園の測定結果がタイ国の環境基準を 2 日間超えていた。その他、大気質の測定結果はタイ国の環境基準の範囲にあった。全体としてプロジェクトサイトの環境に大きな変化が無いことが確認できた。

※ $10 \times \mathrm{Log}_{10}(2.24)=3.5$　dB(A)

6.1.3 予測結果と環境対策のレビュー

(1) 水質

工事中の水質への影響を最小化するよう工事方法の選択や緩和策に努めることが必要とされる。EIA レポートでは、工事契約に基づき請負者に対して土砂流出防止などの環境保全対策の実行を求めている。

特に、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。

また、計画道路は図 6.1.5 に示すとおり 3 箇所の小さな運河と交差する。

図 6.1.5 計画道路が中小河川と交差する地点

3 箇所の交差部のうち、東側のクローン・バンスリムアンは高架構造で計画されている。クローン・ワットプートとクローン・バンクランは、計画道路が盛土構造であるが、河川との交差部では橋梁で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 NO_2 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/m^3 となっており環境基準の 0.320mg/ m^3 を超えている。しかし、大気汚染予測に用いられている気象条件は、風速が 0.5m/s、大気安定度が強安定（F）、交通条件がピーク時間と極端に拡散に悪い条件を想定している。

一方、バンコクの過去 30 年の気象観測結果（ EIA report p3-28, Table 3.3-7)に基づく平均風速は 2.6m/s であること、通常の大気安定度は中立（D）が最も頻繁に出現することから、本予測結果は過度の安全側の予測となっていることが分かる。

予測に使用している CALINE4 の線煙源式は、以下のように表せる。

C=Q/ (MW)

ここで、 C:汚染濃度(mg/m^3)

Q:排出ガス量(mg/m)

M:混合高さ(m)

W:風速(m/s)

従って、排出ガス量と拡散高さの条件が同じで風速条件のみを 0.5m/s から 2.6m/s に変えると濃度は約 1/5 となる。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、現実の平均風速と中立の安定度（D）および日平均の交通量を考慮すると NO_2 の日平均濃度は環境基準を上回ることは無いと推定される。

TSP、PM_{10} についてはタイ国の排出係数が無いため予測結果が示されていない。工事中の大気汚染予測で使われている排出係数（EIA レポート p4-8、Table4.2-2）を用いた試算結果を表 6.1.8 および表 6.1.9 に示した。TSP の排出量は NO_x（通常、全て NO_2 として標記）との重量比で 3.5～20%の範囲にある。NO_2 の予測結果を聞き取り調査による NO_2／NO_x 比 22%で割り戻すと NO_x 濃度の予測値は、0.348／0.22=1.582 mg/m^3 となる。NO_x 濃度の予測値 1.582 mg/m^3 から TSP／NO_x の排出量比 3.5～20%を乗じて TSP 濃度を推定すると 0.055～0.316 mg/m^3 となり、さらに拡散計算条件の過大評価を考慮し 1/5 程度とすると TSP の環境基準値（0.33 mg/m^3）を大幅に下回る。（表 6.1.8）工事用車両と機械の排出係数は、走行車両の大半（90%程度）を占める普通車のそれよりも高いと見なせることからこの仮定は安全側と考えられる。

同様に、日本の EIA で通常使用されている自動車の排出係数を引用し大型車混入率を 10%と仮定すると、PM_{10} の排出量は NO_x の重量比で 4.6%となる。NO_x 濃度の予測値（0.348／0.22=1.582 mg/m^3）に PM_{10}／NO_x の排出量比 4.6%を乗じると PM10 濃度は 0.0728 mg/m^3 となり、さらに拡散計算の過大評価を考慮すると環境基準値（0.12 mg/m^3）を大幅に下回ると推定される。（表 6.1.9）

表 6.1.8　TSP 濃度の推定結果

	Rate of Pollutant Construction Emission (kg/h)		Ratio of emission rate（%）	Estimated concentration quoted from NO_2 0.348 mg/m^3 (**NO_x 1.582 mg/m^3) in 2026
Equipment and Machine and Vehicle	*NO_2 (NOx)	TSP	TSP/ NOx	TSP(mg/m^3)
1. Backhoe	1.09	0.08	7.3	0.115
2. Grader	2.3	0.08	3.5	0.055
3. Truck	0.25	0.05	20	0.316
6. Excavator	2.83	0.19	6.7	0.106
7. Diesel Engine	3.46	0.12	3.5	0.055

*Emission rate of NOx is usually expressed with NO_2.
**From interview to EIA writer, ratio of NO_2／NO x　used for prediction is 22%.

表 6.1.9　PM10 濃度の推定結果

	Rate of Pollutant Construction Emission (kg/h)		Ratio of emission rate（%）	Estimated concentration quoted from NO_2 0.348 mg/m^3 (**NO_x 1.582 mg/m^3) in 2026
Emission Rate in Japanese at speed 80km/s	*NO_2 (NOx)	PM_{10}	PM_{10}/ NOx	PM_{10}(mg/m^3)
Small car (90%)	0.068	0.004	-	-
Large car (10%)	1.39	0.056	-	-
Average from composition	0.2002	0.0092	4.6	0.0728

(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。供用時の対策では遮音壁を設置することを提案しているが予測結果が提示されていない。本調査の EIA レポート作成者からの聞き取りでは、フィールドテストの結果からコンクリート製遮音壁の設置により 2～3 dB(A)の減衰効果があると回答した。日本音響学会式（ASJ RTN-Model 2003）を用いた計算結果を表 6.1.10 に示した。この結果によれば、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。タイ国の騒音環境基準は、地上 1.2m 以上の高さにおける測定結果に適用している。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。

表 6.1.10　供用後の道路交通騒音予測結果

道路構造	予測点高さ (m)	騒音予測レベル db(A)				
盛土構造	4m	79.7	77.0	74.5	71.5	68.5
	1.5m	72.0	71.3	70.3	68.8	66.7
盛土構造(遮音壁 3m)	4m	75.3	73.5	71.5	68.7	65.8
	1.5m	67.7	67.7	67.0	65.8	63.9
高架 (壁高欄 1m)	4m	67.9	68.4	67.8	66.6	64.9
	1.5m	63.3	64.9	65.2	64.8	63.7
		0m	10m	20m	40m	80m
		道路端からの距離				

予測方法：日本音響学会式（ASJ RTN-Model 2003）

(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 では、工事中の土砂移動により若干の影響があるが、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。また、環境省の指導に基づき建設労働者によるハンティングの禁止等の対策を実施するとしており、工事中および供用後におけるプロジェクトサイト周辺の保護対象種への影響は小さいと判断される。

(5)　環境チェックリスト及びモニタリングフォーム

DRR は、環境社会配慮確認結果を環境チェックリストにまとめた。

また、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た。

本調査で、DRR が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 ヵ月毎に JICA に提出、供用後 2 年間は半年毎にモニタリングフォームで結果を提出することを確認した。環境モニタリングの内容と頻度について DRR に提案し協議を行った。環境チェックリストおよび提案したモニタリングフォームを付録-3 に添付した。

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と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・整地を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

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

本調査は第 1 章の 1.2 調査の目的 2)に記述されている我が国の ODA でチャオプラヤ川に整備された 13 箇所の道路橋（産業環状道路の南北橋梁を 1 箇所と扱った箇所数）に対して将来どのような技術支援をすることが有効であるかを調べるため、これらの橋梁の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	Nonthaburi	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

7.2.1 橋梁の状態調査

目視による橋梁の状態調査により腐食が顕著なノンタブリ橋(鋼トラス橋 1958 年建設、DOH 管理)を除けば、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。橋梁維持管理機関は重大な損傷については既に認識しており補修が計画されているようである(メモリアル 1 橋、クルントン橋など)。橋梁ごとの目視調査票を付録-8 に添付する。

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 7.1.1 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橋梁とラマ 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。そのうち２橋(メモリアル橋とクルンテープ橋)は跳開桁を有する。メモリアル橋は 1984 年の修理で跳開桁は固定されたが縦桁・床板は連続化されなかった。クルンテープ橋は現在もチャオプラヤ川の水運のために跳開桁を開閉している。両橋梁ともチャオプラヤ川の水運桁先端の床板の隙間で起きる車両通過時の衝撃を受忍しながら使用している。ラマ IV 世鉄道橋は隣接して架け替え工事中であった。

老朽化したこれらの道路トラス橋梁には、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。変形は小さいので腐食を阻止すれば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亀裂の有無を点検するよう助言する。

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ったが開閉桁先端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。

問題のノンタブリ橋は同世代の他道路３橋梁に比べて鋼トラス材の腐食および床板コンクリートの劣化(内部鉄筋の腐食による剥離)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 7.1. 1 の水色表示)

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の特徴は PC 箱桁橋である。1970 年代になると PC 箱桁橋が世界的に普及しチャオプラヤ川にもラマ IX 世橋(鋼斜張橋)以外は全て同形式の橋梁が建設された。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の欠陥には至っておらず、まだ十分、健全である。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ない。

この時期の PC 箱桁橋の多くは片持ち工法で建設されたが、プラナンクラオ橋とプラピンクラオ橋は中央を結合せず伸縮ジョイントが置かれている。プラナンクラオ橋では、この伸縮ジョイントの左右が自由に振動しており桁端部にヒンジがないかあっても不具合の状態になっていると思われる。片持ち梁の自由振動は設計で想定された現象で構造的に問題ないが走行時の衝撃になっている。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。橋脚頭部の支承座幅がもともと狭かった上に長期のプレストレスクリープや乾燥収縮による桁の収縮が原因であろう。この状態になるまでの時間(建設から 27 年)を考慮すれば直ちに危険ではないが、さらに桁がかり長が減少し支点反力分布が桁や支承座の端部に集中すると、ひび割れる恐れがあるので定期検査が必要である。将来、支承座の増

幅補強が必要になるかもしれない。

また、これは PC 箱桁橋に共通する損傷であるが、タクシン橋にも工事不良箇所からの遊離石灰が目立った。これは舗装から雨水が浸透したことが原因の一つと考えられる。舗装は 3～5 年で打ち替えられるため路面は良好に見えるが舗装下の床板は劣化していることが多い。今後、橋の長寿命化のために床板と舗装の間に防水層を敷くよう助言する。

ラマ IX 世橋(1987 鋼斜張橋)は、上流部に架かる PC 箱桁橋群とは異なり、チャオプラヤ川下流の港湾地域に建設された支間 450m、桁下高 41m の規模を持つ長大橋である。規模が大きいことから橋梁全体をくまなく見ることができず、調査は EXAT 職員の案内で重点的に行われた。橋は目下、建設後 20 年目の点検と修理を実施中で、主塔とケーブルの新しい塗装が完成し、鋼桁外面の塗装、伸縮ジョイントの取替え、および CFRP を使った補剛リブの補強工事が進行中であった。維持だけでなく改良も行われており桁内に振動抑止ダンパーが取り付けられていた。補剛リブ補強の理由と方法には疑問を感じたが EXAT の積極的な維持管理活動は調査チームの予想を超えたものであった。

第三世代の橋梁群　(表 7.1. 1 の灰色表示)

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。第三世代橋梁群の特徴を以下に整理しておく。

- 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。
- 新プラナンクラオ橋およびラマ III 世橋に見られる取り付け道路の立体化に伴う曲線の PC 箱桁橋の建設。
- ラマ IX 世橋(1987)の下流(港湾地域)に新たに斜張橋 3 箇所、産業環状道路(IRR)北橋、IRR 南橋およびカンチャナ・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。ラマ V 世橋(2002)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 北橋および南橋(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。最初、DRR 職員の案内で斜張橋上を調査した。橋上では DRR 職員から、伸縮ジョイントの損傷、波うつ橋面(キャンバー不良)、および鉄筋コンクリート造主塔に入る縦ひび割れについて説明を受けた。調査チームは、この縦ひび割れの他に、塔柱と水平梁の交わる位置にひび割れと疑わせる数本の斜めの線を発見した。これは構造的なひび割れの可能性があることから、後日、DRR 担当者と原因について議論した。

さらに、斜ケーブル定着金物とコンクリート床版の接触面に水が溜まっていたので、定着金物の腐食防止のため定着金物と床板の間に隙間を設けるように助言した。

DRR によると、橋梁の常時観測活動として橋梁上交通の CCTV 監視、風速、およびケーブルの歪み観測を行っている。さらに、ケーブルの詳細検査をメーカーの手で年 1 回行っている。

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。しかし、地表・水面上に出ている橋脚の状態(沈下や傾きの有無)から推察することが出来る。基礎が不安定になると、その上の橋脚やさらに上に載る橋桁に変状が現れる。この観点から橋脚や橋桁を観察したが、第一世代の歴史的橋梁から第三世代の真新しい橋梁まで調査した全橋梁についてこの種の変状を見つけることは出来なかった。

7.2.2 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将来計画について話を聞いた。維持管理機関ごとに聞き取り調査の結果を以下に整理する。

(1) 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北橋および南橋(2006年)は規模が大きいことから DRR 建設部が工事完成後も引き続き維持管理を担当している。

(2) DRR 維持管理部

- 各橋梁現場には小規模ではあるが維持管理事務所と要員を置いている。日常点検、小規模修繕、清掃、行事の準備片付けなどの作業を行っている。
- 約 2～5 年周期で大規模点検と修理を外注している。例えば、クルントン橋(1958 鋼トラス橋)は今年、載荷試験、コンクリート・コア採取を含めた詳細点検を完了し来年、20 百万バーツの予算で補修工事を予定している。補修内容は舗装オーバーレイ、鋼トラス部材補強、塗装、投石による洗掘修復を考えている。
- プラピンクラオ、メモリアル、プラポックラオ、タクシン橋の桁内部に歪み計と加速度計を設置、DRR 維持管理部で常時観測している。
- 調査チームは今回の調査結果を報告し、特に鋼トラス橋の防水・防食対策とコンクリート床版下面の鉄筋腐食・剥離、および Taksin 橋の支承のずれについて注意を喚起した。
- DRR は現在の維持管理体制を継続する考えで、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。

(3) DRR 建設部

- IRR 北橋および南橋の維持管理は DRR 建設部が担当し、現場には中央管理事務所(技術職員 3 名)の他に北と南の 2 箇所に管理事務所(それぞれ技術職員 3 名と作業員 10 人)を置いている。日常点検、小規模修繕、清掃、常時観測などの作業を行っている。
- 調査チームは今回の調査で見られた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。また、伸縮ジョイントの破損につい

ては、現在のフィンガータイプからマウラージョイント(ラマ VIII 世橋の例)またはローリングリーフジョイント(ラマ IX 世橋の例)に変えるよう助言した。

- DRR によると、すでに工事前から当橋梁の設計者は開通 1 年ぐらいで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。ひび割れの原因と対策について議論する中で、調査チームは DRR から日本の技術支援による詳細調査・解析の可能性を打診された。

(4) 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ゥムタニ橋(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。

- チャオプラヤ川に架かる橋梁の維持管理体制について DOH 橋梁建設部担当者の説明は以下の様なものであった、約 20 年前にデンマークの技術支援を受け BMMS(Bridge Maintenance Management System)を導入した時、DOH 技術職員からなる橋梁点検チームを編成したが、うまく継続できず今は活動休止状態である。したがって、チャオプラヤ川に架かる橋梁のような大型橋梁の点検・修理は外注しなければならない。しかし、全国 4 箇所の地方事務所は直営の機材・人材を保有し主に緊急点検や補修を行っており DOH は今も一定の技術水準を保持している。
- 調査チームは調査した 3 橋梁のうちノンタブリ橋(鋼トラス橋 1959 年)とプラナンクラオ橋(PC 箱桁橋 1985 年)の損傷を報告した。DOH もこの 2 橋梁の損傷を把握していたが、まだ時間的余裕があると判断していたようである。
- 調査チームは特にノンタブリ橋について鋼材腐食と床版劣化が進んでいる状況を指摘し、プラナンクラオ橋のケースとは違い近傍に代替橋梁がない状況から、新ノンタブリ橋の建設と旧橋の補修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 担当者は局長に報告の上、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。さらにプラナンクラオ橋の中央ジョイントの自由振動と桁内の送水管の漏水についても合わせて調査を要請したいとの発言もあった。
- ノンタブリ橋のような老朽橋梁は補修より架け替える選択もあるのではないかとの質問に対して、タイでは古い橋は補修し車両重量制限を行っても取り壊さず長く使うのが一般的な考えであると説明された。

(5) EXAT(高速道路公社)

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。当橋梁の現場調査の結果は既に述べたので、ここでは EXAT 担当者への聞き取り調査と議論の結果を報告する。

- ラマ IX 世橋の維持管理の歴史について以下の説明があった。実質的な維持管理活動は 1994 年の JICA 技術協力による斜張橋維持管理マニュアルから始まった。その後、チュラロンコン大学に委託し建設後 10 年目の点検を 2001 年に終了した。現在は 20

年目の点検を終え大学の提言に基づき修理を実施中である。

- 20 年目点検の結果、スラグ骨材を使用したアスファルト舗装への打ち替え、伸縮ジョイント交換、主塔・ケーブル・桁の塗装、および CFRP を使った補剛リブの座屈補強を実施している。
- 現在、EXAT は 20 年目点検に基づく補修工事を実施している最中であるので、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。代わりに EXAT 技術職員のために日本研修の要望があった。研修は講義と見学ではなく職員を日本の橋梁維持管理の現場に派遣し実務経験を積ませたいとの希望であった。

第 8 章

我が国の技術支援に係る提案

第8章 我が国の技術支援に係る提案

我が国が永年に亘って援助してきたチャオプラヤ川に架橋に加えて、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)」を成功裏に実施することおよびタイ国の橋梁維持管理を適切に実施することを目標に、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

タイ国のコンサルタントにより F/S、D/D 及び施工監理まで一貫してタイ国内コンサルタントが遂行すること、我が国の技術で発展してきたエクストラドーズド桁がタイ国内で最初に施工されることに鑑みて JICA コンサルタントによる技術支援を行う。

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

我が国が 1971 年に開始したタイ国に対する円借款事業によって建設された橋梁の適切かつ効果的な利用を図る目的で、長期的維持管理プログラムを個別橋梁毎に作成し、将来的にアセット・マネジメントが可能となるような技術支援を行う。

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

DRR と比較して DOH の既設橋梁の維持管理システムは非常に遅れている。

過去、数多くの円借款事業を DOH に実施してきたことから、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ことが喫緊の課題である。

8.1 事業実施中の技術支援

8.1.1 技術支援の必要性

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、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。完成した D/D の図面に関しては基本設計レベルであるため、施工業者が Shop Drawings 作成時に新規に作成すべき図面枚数が多数となると予想される。この Shop Drawings を照査・承認出来るエクストラドーズド桁橋経験者の施工監理チームへのインプットが僅かである。また、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ト桁は、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。

8.1.2 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：DRR 及び D/D コンサルタントが作成した P/Q 図書及び入札図書を施主が入札参加希望業者に正式に配布する前に、安全な工事の実施と高品質な工事実施を可能とするために内容を照査することが重要である。

2) Shop Drawings 及び設計変更図面のレビュー：入札図書の中の図面のままでは、当該事業の橋梁工事を遂行できない。このため施工業者が施工監理コンサルタントに随時提出する現場での施工図面、工場での製品の製作図面、及び設計変更図面の品質が完成する橋梁構造物の信頼性を左右することになる。この施工図面、製作図面、設計変更に関してレビューが不可欠である。

3) Construction Methodology のレビュー：施工に使用する仮施設、架設機材、建設方法、建設手順は工事を安全に遂行するために重要事項である。基礎工や主塔を含む下部工の施工方法、桁のキャンバー計算や緊張管理を含む上部工の施工方法について、各工事開始時に施工業者は施工監理コンサルタントに施工計画書 (Statement of Construction Methodology)として提出することを義務付ける必要がある。この内容は多岐にわたり、かつ極めて専門性の高いものであることからレビューが不可欠である。

4) Quality Assurance Plan のレビュー：PC 鋼材、定着装置、シース、当該事業のエクストラドーズド桁で使用されるケーブルサドル、高強度のコンクリート等を含む品質管理計画に対してレビューが不可欠である。

5) 定期的な事業進捗、安全・品質管理の確認：工事進捗に合わせ定期的に工事進捗（出来形・出来高）の確認及び上記 1)から 3)の内容が順守されていることの確認のため、JICA コンサルタントの現地派遣が必要である。

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

8.2.1 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も必要となっている。

これら 15 橋梁は MOT の中の 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。

表 8.2.1　我が国の援助で完成したチャオプラヤ川架橋

建設時の援助形態	DRR が管理する橋梁	DOH が管理する橋梁	EXAT が管理する橋梁
賠償事業	2 箇所：クルントン橋、クルンテープ橋	1 箇所：ノンタブリ橋	
円借款事業	10 箇所：ラマ 4 世橋（パクレット橋）、ラマ 5 世橋（ワットナコーンイン橋）、ラマ 7 世橋、プラ・ピンクラオ橋（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（サートン橋）、クルンテープ橋（補修を円借款）、ラマ 3 世橋（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）	2 箇所：パトムタニ橋、新ノンタブリ橋（プラナンクラオ橋）	1 箇所ラマ 9 世橋

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、以下の事が判明した。

DRR 管理の 11 橋梁は十分に維持管理されており、喫急の補修の必要な橋梁は無い。

DOH 管理の 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。補強・補修の必要な橋梁 2 箇所。なお、プラナンクラオ橋は現在 DOH 管理であるが、将来 DRR に管理が移管されるとの情報がある。補強・補修の必要か橋梁 2 箇所。なお、DOH 管理の橋梁の補修・補強については、後述する 8.3 に含まれるものと考えられる。

EXAT 管理の 1 橋梁は十分な維持管理が実施されており補修の必要は無い。

以上の 3 機関が管理する橋梁の状態から、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 8.3 に含められるものと考えられる。

8.2.2 技術支援の方針

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。

(1) 道路アセットマネージメント導入の提案

DRR 維持管理部へのヒヤリングで、「維持管理部の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」との返答を得ているため、道路アセットマネジメント導入の必要性は高いと判断する。よって、維持管理部の管理する 11 橋について補修の優先順位を決定するためアセトマネジメントを導入することを提案する。具体的には、表 8.2.2 に示す各橋梁についての点検・補修結果を基に電子化されたデータベースを作成し、それを基に部材の劣化予測及び補修補強工法を選定し、ライフサイクルコスト (LCC)により補修か新設かを決定する。そして、それらの結果を基に全橋梁の投資額・投資年次を決定し、維持管理計画を策定する。また、その後のヒヤリングにおいても道路アセットマネジメントへの関心が高く、研修への要望が大きかったため、研修開催を提案する。

研修は DRR の管理する 11 橋について、初年度はタイ側で作成したデータベースを基に、日本人技術者が保全計画の立案、修繕費用による最適なマネジメント計画の策定を行い、DRR エンジニアを指導することとする。次年度は 1 年度の作業実績を基に見直しを行うこととする。なお、チュラロンコン大学とタマサート大学において維持管理システムの開発が進められているとの情報を得ている。

表 8.2.2 DRR 所管の橋梁

	Name	Type of Bridge	Lengt of Bridge(m)	Number of Lane	Opening Year	Remarks
1	RamaⅣBridge	PC Box	278	6	2006	
2	RamaⅤBridge	PC Box	320	6	2002	
3	Rama ⅦBridge	PC Box	290	6	1992	
4	Krung Thon Bridge	Steel Truss	366	4	1958	
5	Pinklao Bridge	PC Box	280	6	1973	
6	Memorial Bridge	Steel Truss	234	6	1932	
7	Phra Pokklao Bridge	PC Box	212	6	1984	
8	Taksin Bridge	PC Box	224	6	1982	
9	Krung Thep Bridge	Steel Truss	350	4	1959	
10	RamaⅢBridge	PC Box	476	6	2000	

11	Industrial Ring Road Bridge(North+South)	Cable Stayed	1279	7	2006	

また、同維持管理部の Dr.Koonnamas Punthtaecha へのヒヤリングで、地方部の道路（40,000km）・橋梁(長大橋 800 箇所、中小橋 6,000 箇所)に対するアセットマネジメントの必要性を確認した。そこで、チャオプラヤ川に架かる 11 橋のアセットマネジメントの次は、その経験を生かし DRR が管理する地方部の道路・橋梁のアセットマネジメントを行うことも考えられる。

(2) 橋梁マスター・プランへの支援

DRR では 2008 年より、DRR が管理する全国の橋梁の建設、補修に関するマスタープラン作成を実施中である。これはタイ全土を一片 20km のメッシュを切り、そこに河川網、道路網、交通量、交通需要、既存橋梁、環境ゾーンと地元住民の要望の 7 項目により重みを付け、ポテンシャルエリアを見つけるものである。そして、そのポテンシャル・エリアについて、既存橋梁の維持管理状況等の GIS データを基に新設橋建設や既存橋梁改良の優先順位を付け、それを基にフィージビリティースタディを行うものである。

現在マスタープラン作成はほぼ終了しており、マスタープランのレビューとフィージビリティースタディの実施、そして日本人専門家によるアドバイスや日本においての教育（Geographic Information System(GIS), Management Information System(MIS), Mobile Mapping System(MMS) , Clean Development Mechanism (CDM)の適用）への要望が DRR より提出されている。

既存橋梁改良の順位付けは、前述の地方部の道路・橋梁のアセットマネジメントと関連し、既存橋梁のデータは重複するものであり、協力して行うことも考えられる。

8.3 DOH の橋梁維持管理システム構築に係る技術支援

8.3.1 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 箇所にのぼる。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ー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。

8.3.2 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。

8.3.3 DOH 道路図

図 8.3.1 DOH が管理する国道網

第 9 章

結論と提言

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 (The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project)」の F/S と D/D の内容についてチェックし、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。

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。

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。

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「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ドーズ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。エクストラドーズ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 箇所に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かっている。

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かっているが、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。

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ていることから、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。