

国際協力事業団
カンボディア
交通・運輸・郵便省

国道6A号線復旧計画 基本設計調査報告書

平成5年4月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

JICA LIBRARY



1107761171



国際協力事業団

カンボディア
交通・運輸・郵便省

国道 6 A 号線復旧計画

基本設計調査報告書

平成 5 年 4 月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

序 文

日本国政府は、カンボディアの要請に基づき、同国の国道6A号線復旧計画にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成4年11月11日から12月11日まで、当事業団無償資金協力調査部基本設計調査第二課長三好 皓一を団長とし、株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、カンボディア側関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、建設省土木研究所企画部国際研究協力官藤本 昭氏を団長として平成5年3月20日から3月29日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成5年4月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

伝 達 状

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介 殿

今般、カンボディアにおける国道6 A号線復旧計画 基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

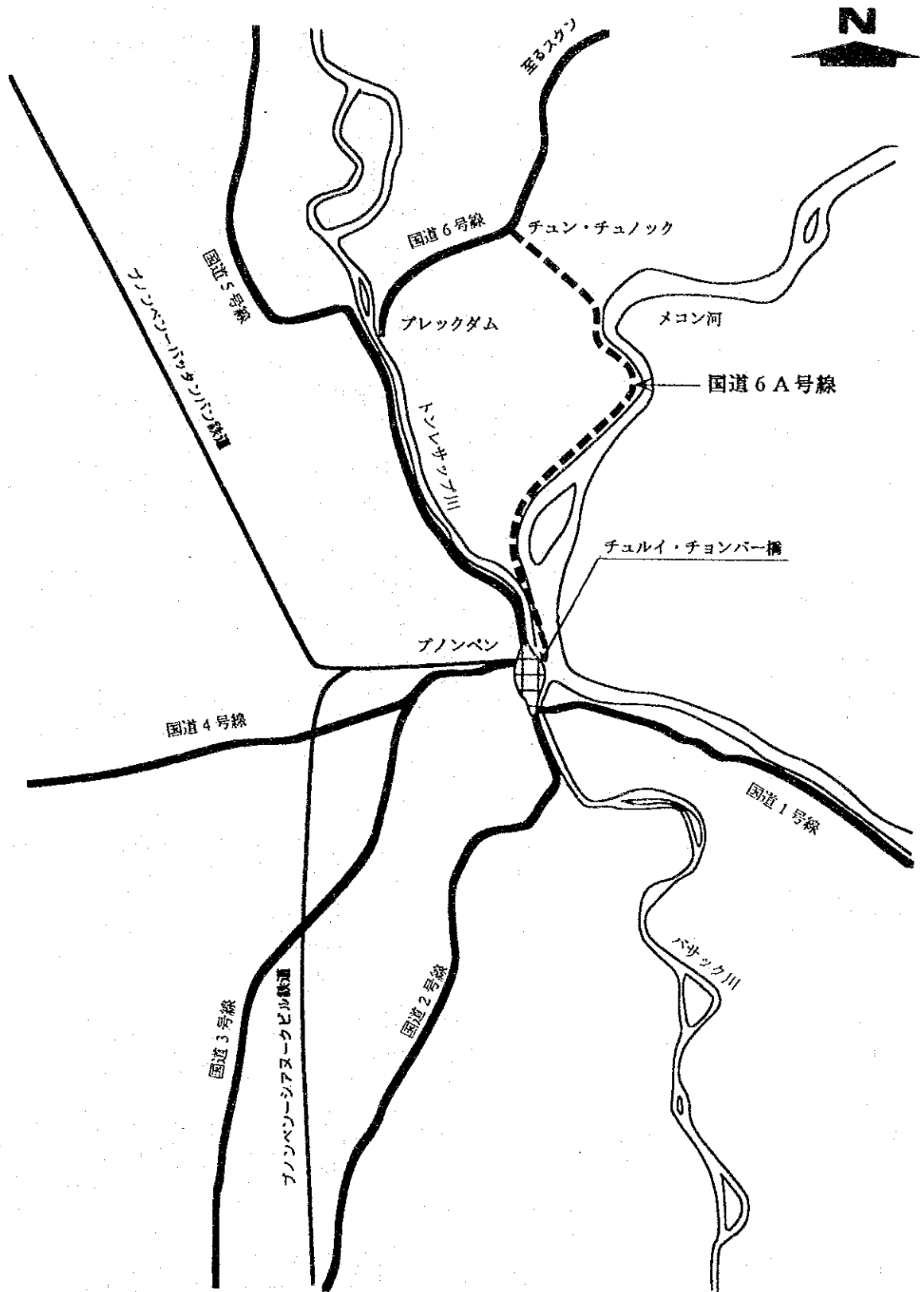
本調査は、貴事業団との契約により、弊社が、平成4年11月4日より平成5年4月30日までの約6ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、カンボディアの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省、建設省関係者には多大なご理解ならびにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、カンボディアにおいては、外務省、交通・運輸・郵便省の関係者、在カンボディア日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

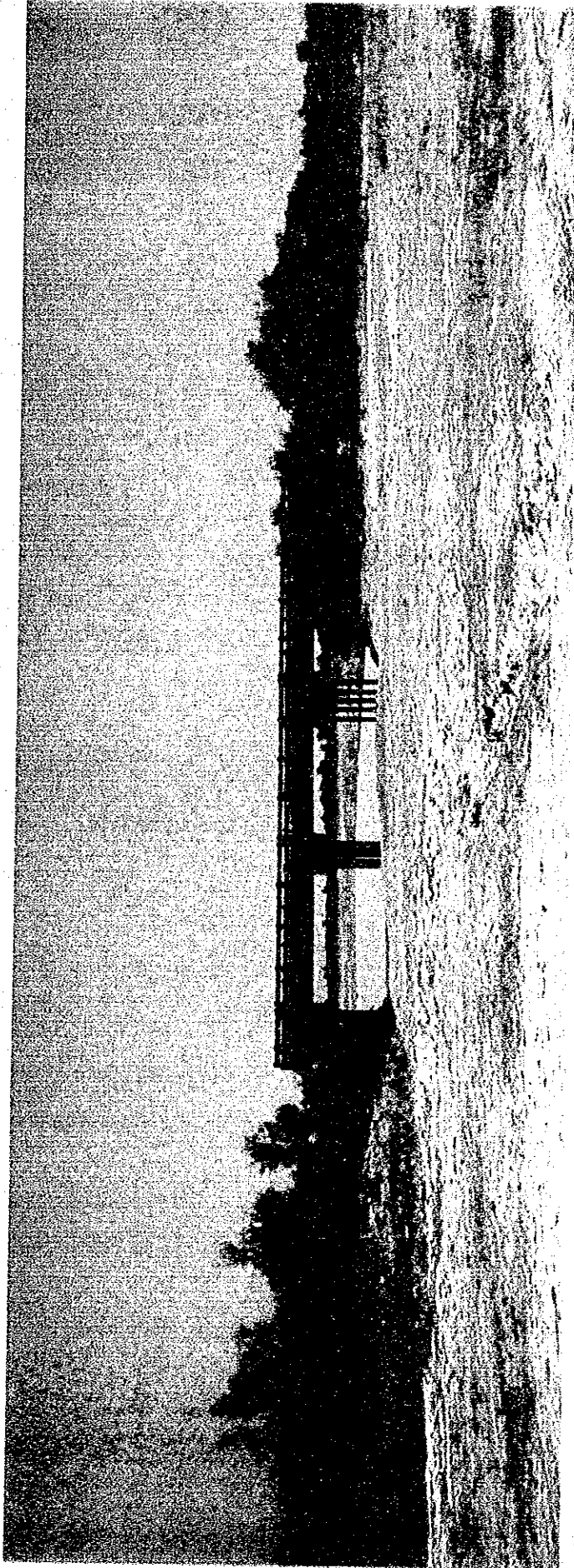
貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成5年4月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ
インターナショナル
カンボディア国 国道6 A号線復旧計画
基本設計調査団
業務主任 敷 地 昭



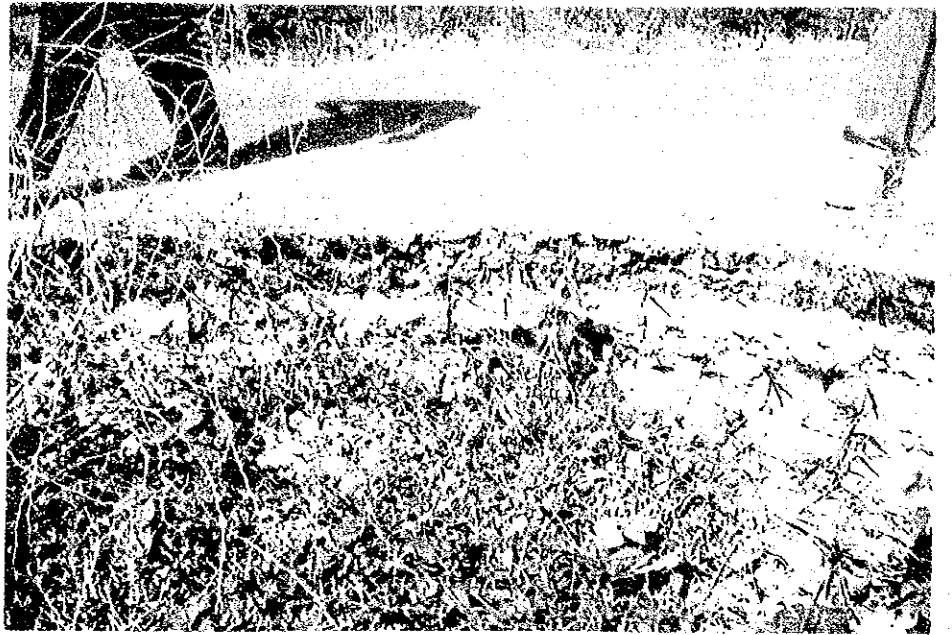
プロジェクト位置図



橋台背後部盛土の全面的流出

国道6A号線損傷状況(1)

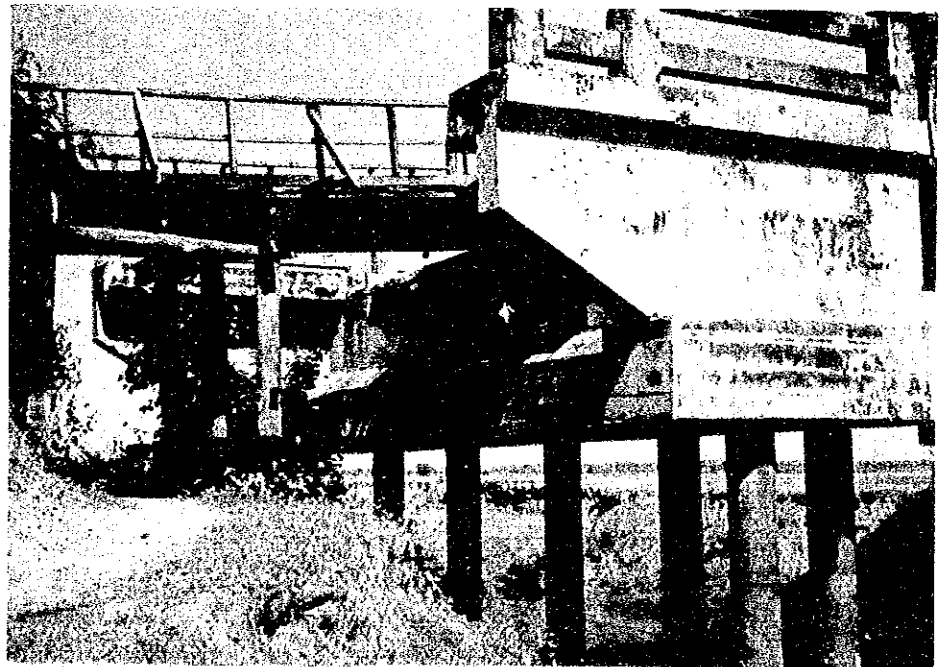
既設舗装構成と損傷



法面の崩壊と盛土の沈下



橋台付近における局所的な盛土の流出



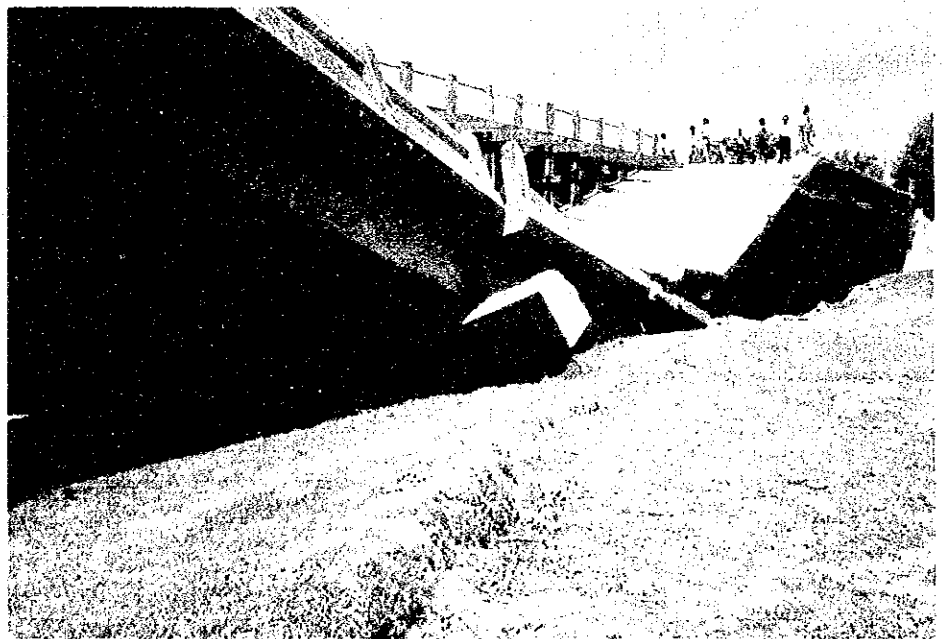
国道6A号線損傷状況(2)

ロケット弾による床版の陥没と
高欄の損傷



橋台破壊による落橋

橋脚破壊による落橋



国道6A号線損傷状況(3)

要 約

要 約

カンボディアはインドシナ半島の北緯10°～15°、東経102°～108°に位置し、東部をヴェトナム、西部をタイ、北部をラオスに接し、南部はタイ湾に面している。国土面積は18万km²（北海道の約2倍相当）、人口約892万人（1991年推計）で、人口の95%はクメール族である。

1991年10月の和平協定により、長期にわたる紛争がようやく治まり、国連と他の国際援助機関および各国の支援のもと、カンボディアは社会安定と経済復興に向けて歩みだした。

しかし、20年間におよぶ内戦の傷は深く、カンボディアの社会、経済が受けた打撃は極めて大きく、特に社会・経済基盤は、壊滅的打撃を受けている。また、多くの技術者、知識階層の人命が紛争中に失われた結果、状況は一層深刻なものとなっている。

社会安定、経済復興を達成するにあたり、交通基盤施設の修復が重要課題の一つとなっている。とりわけ、道路施設は、経済復興にとり不可欠であるほか、帰還難民の移動、さらに定着後の生活安定のためにも重要な役割を果たすため、緊急の復旧が望まれている。

国道6A号線はプノンペン市北部にあるチュルイ・チョンバー橋を始点とし、国道6号線との交差点チュンチュノックを終点とする延長44kmの2車線道路である。延長44km区間内にある26橋梁のうち4橋梁は落橋し、一般道路区間は6ヶ所で盛土が消失しているため、約20年間通行不能な状態が続いている。

6A号線が通行不能状態であるため、現在国道5号線をトンレサップ川右岸沿いに北上し、約36km上流のプレックダムで一旦フェリーに乗り換え渡河する代替ルートを用いているが、これにより、北部へ向かう交通は苛酷な制約条件を強いられている。

現在、我が国の無償資金協力により復旧中のチュルイ・チョンバー橋が開通した暁には、国道6A号線の場合、プノンペン寄り11km区間は部分的に再生することになるが、残り33km区間は年間を通して通行不能であり、幹線道路としての機能は回復しない。このため、国道6A号線全線を修復することは、道路の修復のみならず、チュルイ・チョンバー橋を含めた北部後背地の道路網を再生させることとなる。

以上のような背景から、カンボディア最高国民評議会（SNC）は国道6A号線の復旧計画に関し、日本国政府に対して無償資金協力を要請した。カンボディアの要請に基づき、

日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が、基本設計調査団を現地に派遣した。調査団はカンボディア関係者と要請内容について協議するとともに、プロジェクトサイトの状況、6A号線の損傷状況、資機材の輸送路等に関する調査・資料収集と地質調査、地形測量、建設関連調査等の現地調査を実施した。

帰国後、現地調査結果を踏まえ、同線の復旧の可能性、妥当性を検討し、橋梁、カルバート、盛土および舗装の復旧についての基本設計を行った。基本設計に適用した道路幅員構成および落橋部復旧設計条件の諸元は以下のとおりである。

盛土および舗装の復旧

幅員構成 : 車道幅員 7.0m (3.5m×2)
路肩幅員 3.0m (1.5m×2)

落橋部の復旧

幅員構成 : 車道幅員 7.0m (3.5m×2)
路肩幅員 2.0m (1.0m×2)
歩道幅員 1.2m (0.6m×2)
有効幅員 10.2m
上部工型式 : 鉄筋コンクリートT桁
下部工型式 : 橋台 逆T式橋台
橋脚 柱式橋脚
支間 : 12.0m

基本設計の内容は、ドラフト・ファイナルレポートにとりまとめ、JICAは、平成5年3月20日から同年3月29日まで調査団をカンボディアに派遣し、同レポートの説明を行った。

本計画では、事業全体を2期に分け、第1期では、橋梁、カルバート、盛土の復旧および下層路盤の整備を行い、全線を通行可能な状態にすることとする。また、第2期では、上層路盤の整備および表層舗装を実施し、6A号線に主要幹線道路としての機能を復活させることとする。

本計画の実施に必要な概算事業費は、1期工事1,449.5百万円、2期工事1,685.3百万円、総額3,134.8百万円と見込まれる。

本計画の実施工程としては、日本国政府とカンボディアとの交換公文締結後、コンサルタント契約を締結し、実施設計、入札図書作成、入札審査、工事契約締結を経て、建設工事に入るが、工事期間は、1期工事、2期工事ともに12ヶ月を予定する。

陸路による北部地域との円滑な物資の輸送と人の移動確保を通じ、同地域の民生の安定と経済復興を図る上で、6 A号線の早期復旧が重要であるが、本計画が実施された場合、以下の効果を期待することができる。

- 国道6 A号線の修復は、我が国の無償資金協力で復旧工事中のチュルイ・チョンバー橋と一体となって、国道5号線経由国道6号線による大幅な迂回とトンレサップ川をフェリーで渡る苛酷な交通条件およびこれに伴う経済的損失を解消し、カンボディアの経済復興と将来の経済発展に大きく寄与することとなる。
- 国道6 A号線沿いに既に開発されている農耕地の生産活動および計画中の各開発計画は、アクセシビリティの大幅な改善と交通費用の減少によって、著しく改善・促進されることとなる。
- 計画の影響圏は1都（プノンペン市）9州を含むと想定され、ここに住む人々（影響圏の人口は現在約431万人で、全国人口の約50%を占めている）は、流通コストの低下等の恩恵を受けることとなる。
- プノンペン市に近い地域の住民の多くは内戦中域外に避難したが、現在住民の帰還が進められている。これら住民の帰還先は主として農村地帯となるが、帰還住民の生活を安定させるため、農村地帯に通じる幹線道路と地方道の早急な修復が必要とされている。こうした状況の中で、国道6 A号線の早期開通は、復興の初期段階にあるカンボディアを支援する大きな力となる。
- 各種開発計画の進行とともに、モーカンポール行政区の土地利用ポテンシャルは大きく向上するとともに、住民に雇用機会の増加をもたらす。

本計画の実施により、上記のように多大な効果が期待されると同時に、民生の安定と生活向上に寄与するものであるから、本計画を無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。さらに復旧後の維持管理については、事業実施機関である交通・運輸・郵便省の道路橋梁局により行われるが、その維持管理体制について大きな問題はないと考えられる。以上から、本計画を無償資金協力で実施する意義は極めて深く、復旧の早期実現が望まれる。

略 語 表

A. Authorities and Agencies

ADB	Asian Development Bank	(アジア開発銀行)
CMEA	Council for Mutual Economic Assistance	(経済相互援助会議)
JICA	Japan International Cooperation Agency	(国際協力事業団)
MCTP	Ministry of Communication, Transport and Post	(交通・運輸・郵便省)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	(経済協力開発機構)
RBD	Road and Bridge Department	(道路・橋梁局)
SNC	Supreme National Council of Cambodia	(最高国民評議会)
UNDP	United Nations Development Programme	(国連開発計画)
UNTAC	United Nations Transitional Authority in Cambodia	(国連カンボディア暫定統治機構)

B. Other Abbreviations

A	Ampere	(アンペア)
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	(米国州政府道路交通・運輸担当官協会)
AC	Asphaltic concrete	(アスファルト舗装)
@	At the rate	(～当たり)
CBR	California Bearing Ratio	(路床または舗装各層の強さを示す値)
cm	Centimetre	(センチメートル)
cm ²	Square centimetre	(平方センチメートル)
El	Elevation	(基準面上の高さ)
ha	Hectare	(ヘクタール)
km	kilometre	(キロメートル)
km ² or sq. km	Square kilometre	(平方キロメートル)
km/h r	Kilometre per hour	(キロメートル/時)
kVA	Kilovolt-ampere	(キロボルトアンペア)
kw	Kilowatt	(キロワット)
m	Metre	(メートル)
m ²	Square metre	(平方メートル)
m ³	Cubic metre	(立方メートル)
mm	Millimetre	(ミリメートル)

n	Number	(数)
%	Per cent	(パーセント)
ϕ	Diametre	(直径)
PC	Prestressed concrete	(プレストレストコンクリート)
PCU	Passenger car unit	(乗用車換算値)
Photo	Photograph	(写真)
Pt	Point	(点)
Rb	Ruble	(ルーブル)
RC	Reinforced concrete	(鉄筋コンクリート)
Route 6A	National Road Route 6A	(国道6A号線)
RN	Route number of national road	(国道番号)
σ_{ck}	Allowable stress of concrete	(コンクリートの許容応力度)
σ_{sa}	Allowable stress of reinforcing steel	(鉄筋の許容応力度)
Sta.	Station	(測点)
t	Ton or thickness	(トンまたは厚さ)
t/h	Ton per hour	(トン/時)
t/m ²	Ton per square metre	(トン/平方メートル)
Topo	Topographical or topography	(地形)
W	Width	(幅員または幅)

目 次

序 文
伝 達 状
プロジェクト位置図
写 真
要 約
略 語 表

	頁
第1章 緒 論	1- 1
第2章 計画の背景	2- 1
2.1 カンボディアの概要	2- 1
(1) 国土と人口	2- 1
(2) 国家経済	2- 2
(3) 行政制度	2- 5
2.2 運輸・交通セクターの概要	2- 6
(1) 道 路	2- 6
(2) 鉄 道	2- 8
(3) 水 運	2-10
(4) 航空輸送	2-10
2.3 関連計画の概要	2-11
(1) 国家開発計画	2-11
(2) 地域開発計画	2-12
(3) 道路整備計画	2-13
2.4 要請の経緯と内容	2-14
(1) 要請の経緯	2-14
(2) 要請の内容	2-15
第3章 計画地の概要	3- 1
3.1 対象道路および影響圏	3- 1
(1) 対象道路	3- 1
(2) 計画の影響圏	3- 1
3.2 計画地の社会・経済事情	3- 3
(1) 影響圏各州（または市）の人口と面積	3- 3

(2) 主要産業およびメコン河流域の将来開発	3- 5
1) 農 業	3- 5
2) 漁 業	3- 5
3) 林 業	3- 5
4) 工 業	3- 6
5) メコン河流域の将来開発	3- 6
3.3 自然条件	3- 7
(1) 地 形	3- 7
(2) 水文および気象条件	3- 9
(3) 地質概要	3-11
1) 地質構成	3-11
2) 各地層の記述	3-12
3) 地質調査	3-13
3.4 社会環境	3-15
(1) 行政区分	3-15
(2) 人 口	3-15
(3) 土地利用	3-15
(4) 主な産業	3-15
(5) 主な公共施設	3-16
(6) 計画地周辺の主要都市	3-16
1) プノンペン市	3-17
2) コンボンチャーム市	3-17
3.5 道路交通とプノンペン港の現況	3-18
(1) 国道6A号線	3-18
(2) 国道6号線	3-18
(3) 国道7号線および国道13号線	3-19
(4) 交通量	3-19
(5) 他の国道とプノンペン港の現況	3-21
1) 国道3号線	3-21
2) 国道4号線	3-21
3) 国道5号線	3-22
4) プノンペン港	3-23
3.6 国道6A号線道路施設の現況	3-24
(1) 構造物の概況	3-24
1) 橋 梁	3-24
2) パイプカルバート	3-30
(2) 構造物の損傷状況	3-31
(3) 盛土と法面の損傷状況	3-41

(4) 舗装の損傷状況	3-45
第4章 計画の内容	4- 1
4.1 計画の目的	4- 1
4.2 要請内容の検討	4- 1
(1) 計画の妥当性、必要性の検討	4- 1
1) 計画の妥当性	4- 1
2) 計画の必要性	4- 2
(2) 実施・運営機関の検討	4- 3
1) 行政組織	4- 3
2) 実施機関	4- 5
3) 予 算	4- 8
(3) 類似計画および国際機関等の援助計画の検討	4- 9
(4) 計画の構成要素の検討	4-10
4.3 計画の概要	4-13
(1) 実施機関および運営体制	4-13
(2) 国道6 A号線復旧の概要	4-15
1) 橋梁の復旧	4-15
2) カルバート	4-15
3) 盛土の復旧	4-15
4) 舗装の復旧	4-16
(3) 維持・管理計画	4-16
1) 橋梁維持・管理	4-16
2) カルバートの維持・管理	4-17
3) 盛土の維持・管理	4-17
4) 舗装の維持・管理	4-18
5) 維持・管理に関する結論と提言	4-18
4.4 技術協力	4-19
第5章 基本設計	5- 1
5.1 設計方針	5- 1
(1) 一般事項	5- 1
(2) 設計方針	5- 1
5.2 設計条件の検討	5- 3
(1) 橋梁および他の構造物の設計基準	5- 3
1) 荷重条件	5- 3
2) 準拠基準	5- 4
3) 上部工構造設計条件	5- 4

4) 下部構造設計条件	5- 4
(2) 道路幾何構造基準	5- 4
(3) 土工、排水構造物設計基準	5- 5
(4) 舗装設計基準	5- 5
1) 設計期間	5- 5
2) 舗装構造設計の準拠基準	5- 5
3) 設計条件	5- 5
5.3 基本計画	5- 6
(1) 架替橋梁上部工の設計	5- 6
1) 上部工の形式選定	5- 6
2) 上部工設計	5- 9
3) 架設方法の検討	5-12
4) 破壊された上部工（桁、床版等）の撤去	5-12
(2) 架替橋梁下部工の設計	5-12
1) 残存基礎杭の評価	5-12
2) 下部工形式の選定	5-13
3) 復旧下部工の設計	5-15
(3) 橋梁損傷部の復旧	5-15
1) 桁および床版	5-15
2) 橋台および橋脚	5-16
3) 高欄	5-16
4) 踏掛板	5-17
5) 橋台廻りの護岸	5-17
6) 橋梁アプローチにおける盛土消失部の復旧	5-17
(4) カルバートの復旧	5-19
1) 形式選定	5-19
2) 損傷カルバート	5-19
3) 復旧計画	5-19
(5) 盛土消失部の復旧	5-20
1) 概要	5-20
2) 計画地における水位の変化	5-20
3) 盛土消失部の概要	5-20
4) 盛土消失部復旧案の選定	5-21
5) 盛土施工上の問題点	5-22
6) 結論と盛土消失部復旧標準断面図	5-23
(6) 他の盛土損傷部の復旧	5-26
1) 盛土沈下部と陥没部の復旧	5-26
2) 法面崩壊部と浸食部の復旧	5-26

(7) 舗装構造設計	5-27
1) 舗装設計の留意点および設計方針	5-27
2) 舗装厚設計要素の検討	5-28
3) 舗装構造設計	5-29
(8) 基本設計図	5-32
(9) 主要工事数量	5-32
5.4 施工計画	5-34
(1) 施工方針	5-34
(2) 建設事情および施工上の留意事項	5-35
1) 建設事情	5-35
2) 施工上の留意事項	5-41
(3) 実施設計および施工監理計画	5-42
1) 実施設計、施工管理の基本方針	5-42
2) 実施設計体制	5-43
(4) 施工計画	5-44
1) 準備工	5-44
2) 直接工事	5-45
(5) 資機材調達計画	5-48
1) 資材調達	5-48
2) 建設用機械調達	5-49
(6) 事業実施工程	5-52
1) 詳細設計段階	5-52
2) 入札段階	5-52
3) 建設段階	5-52
4) 事業実施工程	5-52
(7) 概算事業費	5-53
第6章 事業の効果と結論	6- 1
6.1 事業の効果	6- 1
(1) 主要な効果	6- 1
(2) その他の具体的効果	6- 2
6.2 結 論	6- 3

添付資料

1. 調査団員の構成	A-1
2. 調査日程	A-3
3. 相手国関係者リスト	A-5
4. 協議議事録	A-6
5. 水位観測データ	A-20
6. 土質柱状図	A-29
7. 橋梁損傷調査結果の要約	A-41
8. 国道6A号線概要図	A-46
9. 降雨観測記録	A-50

目 次

図2-1	カンボディア行政機構	2-5
図2-2	カンボディアの主な国道	2-7
図2-3	カンボディアの鉄道	2-9
図3-1	計画影響圏の人口	3-2
図3-2	国道6A号線の測量に用いた水準点	3-8
図3-3	洪水地域および感潮影響範囲	3-10
図3-4	交通量調査地点	3-20
図3-5	橋梁概況	3-25
図3-6	国道6A号線の建設時における道路標準横断面図	3-45
図4-1	交通・運輸・郵便省の組織	4-3
図4-2	提案されている新組織図	4-4
図4-3	道路・橋梁局の組織図	4-6
図4-4	橋梁・カルバートの位置と概要および盛土消失箇所	4-11
図4-5	国道2、3、6号線維持・修繕部門の組織図	4-14
図5-1	架替橋梁桁形状の比較	5-10
図5-2	柱形式の比較	5-14
図5-3	橋梁アプローチにおける盛土消失部復旧の代替案	5-18
図5-4	盛土消失部復旧標準断面図	5-25
図5-5	日本からプノンペンまでの輸送路	5-40
図5-6	国道6A号線復旧計画実施計画表	5-54

表 目 次

表 2-1	カンボディアの人口推移	2- 1
表 2-2	農産物の生産指標	2- 2
表 2-3	カンボディアの産業構造	2- 2
表 2-4	カンボディアの貿易収支推移	2- 3
表 2-5	外国からの援助の推移	2- 4
表 2-6	主要国道と延長	2- 6
表 2-7	道路整備計画	2-13
表 3-1	全国および調査対象地域に含まれる各州（または都市） の面積と人口（1990年）	3- 4
表 3-2	プノンペンの平均気温、降水量および降雨日数	3- 9
表 3-3	計画地の地質構成	3-11
表 3-4	モーカンポール行政区の土地利用	3-15
表 3-5	モーカンポール行政区の曳馬／牛と畜産の内訳	3-16
表 3-6	モーカンポール行政区の地方工場と生産グループ	3-16
表 3-7	モーカンポール行政区の公共施設	3-16
表 3-8	交通量調査結果	3-21
表 3-9	損傷パターン	3-31
表 4-1	橋梁建設公社の活動実績（1990～1992）	4- 5
表 4-2	道路・橋梁局の予算の推移	4- 8
表 4-3	国道5号線と6号線の維持・修繕費用	4- 9
表 4-4	想定される国道6 A号線復旧の概要	4-12
表 4-5	国道2、3、6号線維時の管理ユニットの人員内訳	4-13
表 5-1	道路幾何構造諸元（日本の道路構造令準用）	5- 5
表 5-2	適用支間	5- 7
表 5-3	橋梁形式比較表	5- 8
表 5-4	盛土消失部の概要	5-21
表 5-5	概略工事数量	5-33

第1章 緒論

第 1 章 緒 論

カンボディアでは、社会安定、経済復旧を達成するにあたり交通基盤施設の修復が重要課題の1つとなっている。とりわけ、道路施設は、経済復興にとり不可欠とされているが、帰還難民定着後の生活安定に対しても重要な役割を果たすため、緊急の復旧が望まれている。

国道6A号線は、首都プノンペンと北部の後背地を結ぶルート of 最重要区間を構成している。しかし同線は紛争中大きな損傷を受け、現在は通行不能の状態、その復旧は、カンボディアの道路網修復の最優先目標と位置付けられている。

以上の背景に基づき、カンボディアは国道6A号線復旧計画のための無償資金協力を日本国政府に対して要請した。カンボディアの要請に基づき、日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が同事業団無償資金協力調査部 基本設計調査第二課長 三好 皓一を団長とする基本設計調査団を平成4年11月11日から同年12月11日までカンボディアに派遣した。

基本設計調査団は、カンボディア関係機関から国道6A号線の現況について聴取し、協議、資料収集等を通じて要請の具体的内容および背景を把握したほか、以下の現地調査を実施した。

- 本計画の技術的妥当性検討のため、計画地の現状、地形、地質、水文等の立地条件に関する調査、さらに橋梁を含む道路の損傷状況とその原因を把握するための測量、目視による損傷調査および聴取。
- 採石場の位置および可能な採取量の調査。
- 資機材輸送路の検討。
- 建設費の積算と建設工程計画立案に必要なカンボディアにおける建設基本単価および建設事情調査。
- 本計画の工事実施体制および本計画完了後の維持管理体制。
- 本計画の妥当性と実施による効果を把握するための資料収集。

帰国後の国内作業の後、基本設計の内容をドラフト・ファイナルレポートに取りまとめ、建設省土木研究所企画部 国際研究協力官 藤本 昭氏を団長とする報告書案現地説明の調査団を平成5年3月20日から同年3月29日までカンボディアに派遣した。

本報告書作成においては、本計画の社会・経済的効果ならびに無償資金協力案件としての妥当性を検討するとともに、計画に必要なかつ最適な復旧の基本設計を行なった。

なお、調査団の構成、調査日程、カンボディア関係者リスト、協議議事録の写しを巻末に添付した。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 カンボディアの概要

(1) 国土と人口

カンボディアはインドシナ半島の北緯10°～15°、東経102°～108°に位置し、東部をヴェトナム、西部をタイ、北部をラオスに接し、南部はタイ湾に面している。国土面積は18万km²（北海道の約2倍相当）、人口約892万人（1991年推計）で、人口の95%はクメール族である。人口増加率は1981年から1987年まで、平均年2.3%であったが、1990年以後は表2-1に示すように年2.8%となっている。

表2-1 カンボディアの人口推移

年次	人口 (百万人)	人口増加率 (%/年)
1963	6.00	
1969	7.00	2.6
1981	6.70	-0.3
1987	7.90	2.8
1990	8.68	3.2
1991	8.92	2.8

出典：計画省、The Economic Intelligence Unit (E I U) レポート

カンボディアの地形は基本的には平坦で、国土の4分の3を占める海拔10m～30mの中央平野が広がっている。タイとの国境に沿ってダンレック山脈が連なり、東部にダルラック山地、西部にカルダモン、エレファント山脈があり、この中央平野を囲んでいる。中央平野の西部の最も低い部分にトンレサップ湖がある。同湖の水は南部からトンレサップ川となって流出するが、プノンペンの近くでメコン河と合流する。メコン河はプノンペンから約350km下り、途中ヴェトナム領を通過して南シナ海に注いでいる。カンボディアの気候は熱帯モンスーン型で、雨期と乾期にわかれる。年間平均気温は27.4℃で、年間平均湿度が約80%である。

(2) 国家経済

カンボディアでは計画経済から市場経済への移行が1979年に始まり、民間セクターが経済発展の主要部分を担うよう市場経済政策の導入が図られてきた。その結果、農民は生産物を市場で自由に売買できるようになり、中小企業の個人所有も認められている。1989年には土地の所有・相続も法的に認められ、また、外国からの投資に対して開放政策を採っており、国営企業の民営化も推進されている。

カンボディアは、経済レベルとしては最貧国に位置している。人口一人当りのGDPは、1960年代隣国タイが\$150に対しカンボディアが\$110であったのに比べ、1988年ではタイ\$1,000に対しカンボディア\$130と大幅に立ち遅れた。主要産業は農林水産業であり資源が豊富であるが、現在のところ鉱物資源は乏しいとされている。表2-2にカンボディアにおける農産物生産指標の推移を示す。

表2-2 農産物の生産指標

農産物	1968	1979	1989	1990
米 (百万トン)	2.50	0.57	2.56	2.50
ゴム (千トン)	53	1	30	不明
荷車用獣 (百万頭)	2.64	1.47	2.70	2.80
漁獲高 (千トン)	166	20	82	97

出典：UNDPレポート

カンボディア全人口の約8割が農業に従事し、稲作を主としている。同国の東側を南北に流れるメコン河と、前記トンレサップ湖により構成される水系が稲作の中心である。カンボディアの経済は農業が主であり、農業関連部門は全生産額の45%を占めている(表2-3)。

表2-3 カンボディアの産業構造

産業部門	生産比率
農業	45%
製造業	12%
建設業	13%
商業	10%
その他	20%
合計	100%

出典：カンボディア経済に関する報告書、1991年12月、ADB

1986年、経済の復興と発展5ヶ年計画を策定し、食糧、ゴム、木材、水産物等の生産性の回復を図ったが、早ばつ、洪水被害、肥料不足、労働力不足、さらに旧ソ連その他社会主義国からの援助の大幅削減により安定を欠き、計画成果は未だに明らかにされていない。

カンボディアは、貿易活動に意欲的態度を示し、1989年からシアヌークビル国際港を西側諸国に解放した。その結果、貿易の主要相手国だったヴィエトナム、ラオス、旧ソ連その他社会主義国の他に、日本、インド、シンガポール、タイ、フランス等非社会主義諸国との間の交易が伸びている。表2-4はカンボディアの貿易収支の推移を示している。

表2-4 カンボディアの貿易収支推移

記 述	1987	1988	1989	1990
CMEAゾーン				
輸 出 (百万ルーブル)	22.5	23.0	26.8	42.0
輸 入 (")	-113.0	-120.0	-110.9	-132.5
バランス (")	-90.5	-97.0	-84.1	-90.5
非CMEAゾーン				
輸 出 (百万ドル)	4.7	12.0	17.4	16.6
輸 入 (")	-8.4	-10.0	-24.1	-37.6
バランス (")	-3.7	2.0	-6.7	-21.0

出典：E I Uレポート

CMEA：Council for Mutual Economic Assistance (経済相互援助会議)

カンボディアの主要輸出品目はゴム、木材、トウモロコシ、大豆、ゴマおよびタバコで、主要輸入品目は、食料、燃料、肥料、資機材である。

国家予算の内容は、1975年以来公表されていない。政府は1989年予算の30%が税収で、40%は国営企業からの収益と外国からの援助でカバーされ、残りの30%が中央銀行からの借入で賄われたとしている。1991年の国家予算は1,070億リエール(178百万ドル相当)が承認された。外国からの援助の推移は、表2-5に示すとおりである。

表 2 - 5 外国からの援助の推移

単位：百万ドル

国名	1984	1985	1986	1987	1988	1989
二 国 間	100.4	115.2	180.8	193.2	201.7	18.8
C M E A	92.0	112.0	177.0	183.1	192.0	-
オーストラリア	1.7	0.3	-	2.3	1.7	5.8
ベルギー	-	-	0.3	0.1	0.1	-
カナダ	-	-	-	-	-	0.1
フィンランド	0.3	0.3	-	-	-	0.7
フランス	2.5	0.3	0.3	1.3	0.4	0.9
ドイツ	0.2	0.3	-	-	0.8	0.6
日本	-	-	-	-	0.9	0.2
ネーザランド	0.2	0.6	0.2	0.2	0.5	1.0
ノルウェー	-	0.1	-	0.1	-	-
スエーデン	3.3	1.2	2.3	2.1	0.8	3.1
スイス	-	0.1	0.4	0.1	0.3	0.2
英国	-	-	-	-	0.2	0.5
米国	0.1	-	0.2	3.9	4.0	5.7
多 国 間	8.7	7.1	7.6	5.2	8.8	5.9
E C	0.3	0.3	0.4	0.2	3.4	0.6
国 連	8.4	6.8	7.1	5.0	5.4	5.4
合 計	109.1	122.3	188.4	198.4	210.5	24.7
無 償	42.9	60.2	74.6	68.4	68.2	24.6
有 償	66.1	62.1	113.7	130.0	142.3	0.2

出典：E I Uレポート

(3) 行政制度

カンボディアの行政機構は、カンボディアを代表する機関であるカンボディア最高国民評議会（SNC）を頂点とし、立法機関の国民議会と行政機関の閣僚評議会からなっている。閣僚評議会は議長（首相）、副議長（副首相）、閣僚で構成され、国民議会が任免する。副議長と閣僚数は国民議会が決定する。閣僚評議会決議は多数決で採決される。任期は5年で、財政年度は1月－12月である。図2－1にカンボディアの行政機構図を示す。

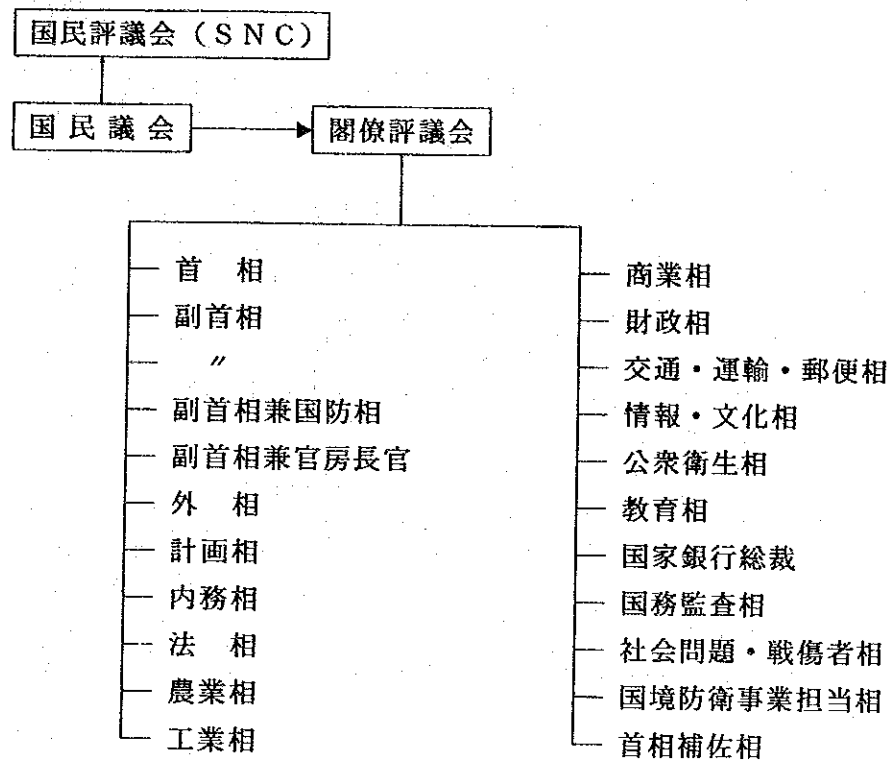


図2－1 カンボディア行政機構

2.2 運輸・交通セクターの概要

(1) 道 路

国内交通路としては道路の重要度が高い。基幹道路としてプノンペンを中心に放射状に走る1～7号の国道があり、またこれら主要国道から分岐して諸地方と結ぶ国道がある(図2-2)。国道、州道等を含めた道路総延長は1989年現在14,800kmであり、このうち国道が3,500km、州道が3,100kmである。また、舗装道路は2,600km、砂利およびアース道路は3,080kmである。主要国道の総延長とその内訳は、表2-6に示すとおりである。

表2-6 主要国道と延長

国道番号	起終点および通過地点	延長(km)	備 考
1号線	プノンペン～スワーイリエン～ヴィエトナム国境	167	ネアクルンフェリー (メコン河)
2号線	プノンペン～タケオ～ヴィエトナム国境	120	
3号線	プノンペン～カンポート～ヴィールレン	202	始点4号線
4号線	プノンペン～シアヌークビル	226	
5号線	プノンペン～ポーサット～バタンバーン～ポイペート ～タイ国境	407	
6号線	プレックダム～スコーン～コンポントム～シェムリ アップ～シーソーボン	386	始点5号線 プレックダムフェリー (トンレサップ川)
6A号線	チュルイ・チョンバー～チュンチュノック	44	始点プノンペン 終点6号線
7号線	スコーン～コンボンチャーム～ヴィエトナム国境	179	始点6号線 トンレベットフェリー (メコン河)
13号線	スヌオル～クラチェ～ラオス国境	300	始点7号線
総 延 長		2,032 km	

カンボディアの主要な運輸・交通セクターは、道路、鉄道、水運によって構成されているが、全輸送量に占める道路の割合は、極めて高い。旅客輸送の場合、これを人・kmの割合で比較すると、道路61.5%、鉄道38.2%、水運0.3%となっている。貨物輸送(トン・km)においても道路は、全体の42%を占めており、残りを鉄道と水運が等分に分けあう形となっている(UNDP1987年)。

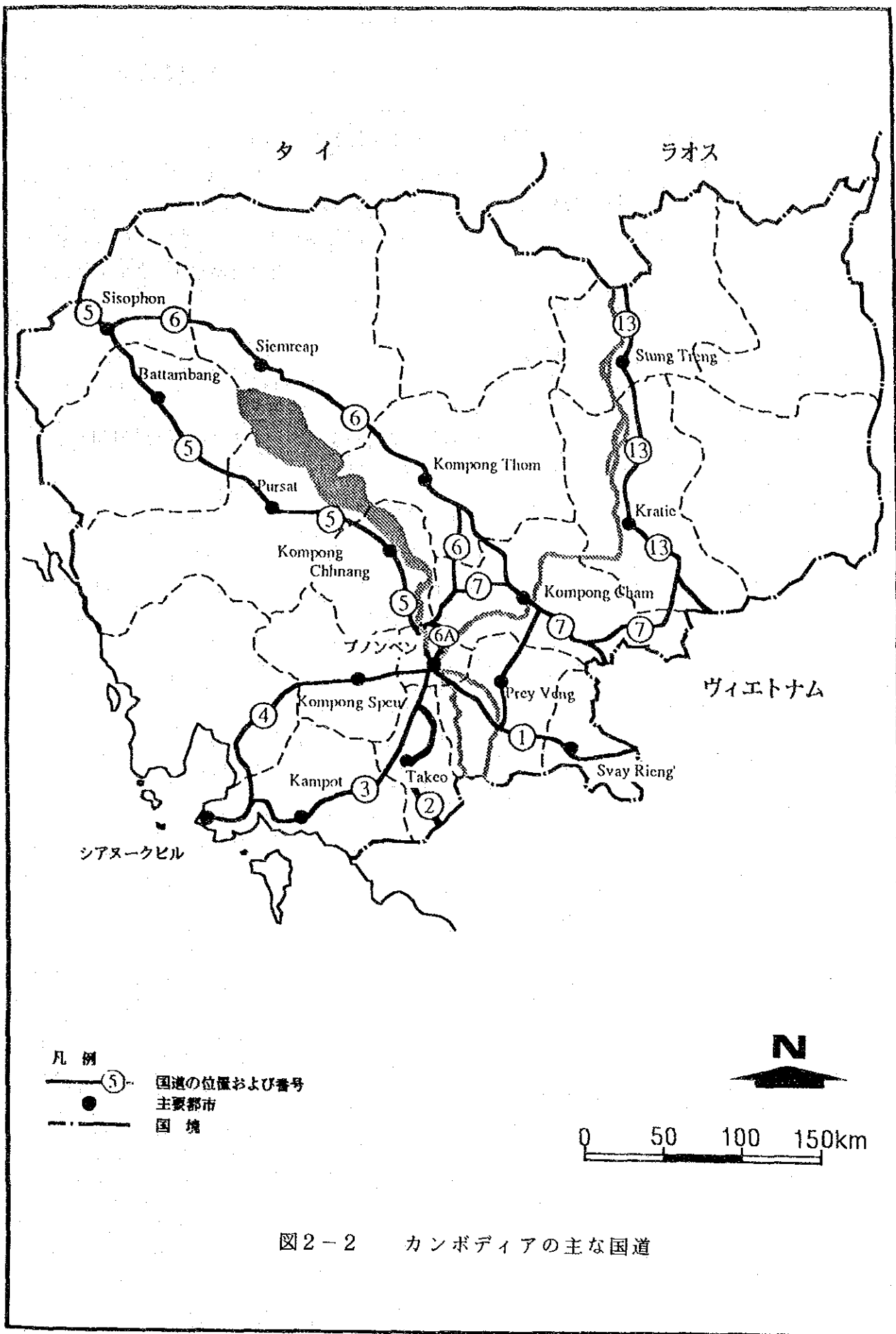


図2-2 カンボディアの主な国道

プノンペンから北部各州に通じるルートとして、現在は国道5号線を北上し、国道6号線を利用する方法がとられているが、国道6号線の分岐点でフェリーによるトンレサップ川渡河が必要で、道路交通の大きな障害となっている。また、国道6A号線の現状は、落橋部が数箇所あるほか、延長30-70mの盛土消失による不通区間が6ヶ所もあり、幹線道路としての機能を喪失している。したがって、プノンペン北部最大の後背地であるコンポンチャーム州の西部地域と、コンポントム州に通じる陸路のみのアクセスを可能とする国道6A号線復旧計画の重要性は顕著であり、カンボディアの道路修復における最も緊急な課題となっている。

(2) 鉄 道

鉄道はすべて単線で、プノンペンからタイ国境のポイペートに至る鉄道385kmとプノンペン～シアヌークビル間鉄道270kmがある（図2-3）。

(3) 水 運

海洋につながる内河港としてプノンペン港があり、海港としてはシアヌークビル港、リアム港がある。プノンペン港はメコン河河口から約350km遡行した位置（トンレサップ川右岸）にある。シアヌークビル港は、以前フランスの援助で建設されたタイ湾に臨む海港で、ヘン・サムリン政権の成立後、ソ連の援助により港の整備、施設の拡大が行なわれた。2埠頭、4停泊場を備え、3万t級の船舶の停泊が可能である。

水路としては、メコン、トンレサップ、バサックなどの河川とその支流が貨客輸送の重要航路として用いられている。主要航路としては南シナ海に接するヴィエトナムのホーチミン市下流からプノンペンにいたりさらにプノンペンから北東、北西へ遡ってそれぞれクラチェ、コンボンチナンに達する航路がある。

(4) 航空輸送

国際空港であるプノンペン空港をもち、国内空港としてシェムリアップ、バットアンバーン、ストントレン、またヘリコプター用のコーコン、シアヌークビル飛行場がある。

航空業務はカンプチア民間航空（Akaschar Kampuchea=Kampuchean Civil Aviation Agency）が行なっている。現在、外国航空機乗り入れをタイ航空、シンガポール航空、フィリピン航空、ヴィエトナム航空、さらにラオス、旧ソ連、ポーランドが行なっている。

2.3 関連計画の概要

(1) 国家開発計画

独立後初の長期経済開発計画として、第1次5ヶ年計画を86年1月より実施した。主な内容は次のとおり。

- 農業生産の促進に努力する。4本の支柱、すなわち食糧、ゴム、木材、水産物を成功裡に発展させ、経済の復旧を完了する。人口増加率を2.8%以下と想定して食糧生産の年増産率7%の達成に努力し、人口1人当りの年糶保有量を350kgとする。木材20万m³、漁獲13万トンを達成する。ジュートの植付総面積を1万5,000haとする。
- ゴム生産の回復のスピードを上げるために最も効果的な措置をとる。5万haのゴム園の復旧・開発に努力し、年間ラテックス5万トンを生産する。同時に総面積8,000～1万haの新ゴム園の設立を開始する。
- 現存の工業生産能力を選択的に復旧することに努め、中・小規模の新らしい工業企業を段階的に立地させる。1990年の電力生産は3億kwhとする。
- 輸出と節約に努める。
- 物資の分配、流通作業を急速に定着化し、強化する。各級の商業機構を完成し、国は主要産品、特に食糧、ゴム、主要農産物ならびに国営工場産の工業製品、輸入製品の購入、分配、受納、監督を行なう。国と農民との間に購販関係を樹立し、強化する。
- 建設と投資は支柱部門特に水利プロジェクト、交通・輸送、ゴム採取、商業・銀行部門の基礎的再建に集中されなければならない。建設中あるいは完成間近のプロジェクト、国防に役立つプロジェクトが優先的に進められる。

一方、1991年より開始した第2次5ヶ年計画（1991～1995）では、次の目標を掲げた。

- 米を主体とする農業振興と工業化
- 近代化による労働生産性の向上と市場経済への移行

- ・ 外国企業の直接投資と合併事業への開放および観光振興、外国貿易の拡大
- ・ 中央政府の行政改革と地方行政機関の見直し

社会基盤整備に関しては、特定された緊急度の高いプロジェクトがリストアップされ、チュルイ・チョンバー橋復旧計画、鉄道と国道復旧計画、シアヌークビルとプノンペン港改修計画などが含まれている。

(2) 地域開発計画

20年間におよぶ内戦によってカンボディアの経済は、決定的な打撃を被った。最近に至り、ようやくカンボディアの修復と再建に向け種々の計画が動きだしてはいるものの、これら計画は、いずれも、中・長期計画の基礎をかためるための応急的な修復に限られている。したがって、現在のカンボディアには、明確な意味での地域開発計画は存在せず、すべては新政府樹立後の問題と受取られている状況である。

カンボディアにおける修復と再建は、食糧の確保、医療・住宅の手当て、教育等に注目し実施されてきたが、これと平行して現存の社会基盤施設と電気、水道等の公共施設の復旧にも大きな努力がはらわれている。隣国タイへの大量難民や武装解除した兵士の帰還、さらにその後の経済の安定をはかる上で、交通基盤施設、中でも道路の復旧は今や緊急の課題となっている。

(3) 道路整備計画

現在整備の実施計画がある道路プロジェクトは、表2-7に示すとおりである。

表2-7 道路整備計画

記 述	延 長 (km)	内 容
1. 国道5号線		
ポイペート～シーソーボン間	48	UNTAC (タイ部隊) が道路復旧を実施中。 6橋梁の鋼材提供はオーストラリア。
シーソーボン～バタンバーン	68	UNTAC (ポーランド、タイ部隊) が道路復旧と維持 を実施中。
バタンバーン～プノンペン	80-100	国連、スウェーデン、米国が道路・橋梁の復旧を実施中。
2. 国道6号線		
プレックダム～コンポントム	130	UNTAC (中国部隊) が道路復旧と維持を実施中。
シェムリアプ～ストウン		UNTAC (フランス部隊) が道路復旧と維持を実施中。
シーソーボン～シェムリアプ	60	UNTAC (タイ部隊) が道路復旧と維持を実施中で、 デンマークが橋梁の修復に加わっている。
3. 国道2号線		
タケオ周辺	120	UNTAC (日本) が道路復旧を実施中である。 EECとオーストラリアがベーリィ橋を架橋。
4. 国道3号線		
プノンペン～カンポート	202	UNTAC (日本) が道路復旧を実施中。ベイリー橋を オーストラリアが提供。
5. 国道4号線		
プノンペン～シアヌークビル	226	UNTAC (中国部隊) が舗装の修繕とボトルネックと なっている7橋梁の改修を実施中。
6. 橋梁架替え国道5、6号線	0.3	UNDPおよびオーストラリアが実施中。

2.4 要請の経緯と内容

(1) 要請の経緯

1991年10月の和平協定により、長期に亘る紛争がようやくおさまり、国連と他の国際援助機関および各国の支援のもと、カンボディアは社会安定と経済復興に向けて歩み出した。

しかし、20年間におよぶ内戦の傷は深く、カンボディアの社会、経済が受けた打撃は極めて大きく、特に社会・経済基盤は、壊滅的打撃を受けている。また、多くの技術者、知識階層の人命が紛争中に失われた結果、状況は一層深刻なものとなっている。

社会安定、経済復興を達成するにあたり、交通基盤施設の修復が重要課題の一つとなっている。とりわけ、道路施設は、経済復興にとり不可欠であるほか、帰還難民の移動、さらに定着後の生活安定のためにも重要な役割を果たすため、緊急の復旧が望まれている。

国道6A号線は、首都プノンペンと北部9州を結ぶ上で、ルートの最重要区間を構成している。しかし、同線は、その始点となっているチュルイ・チョンバー橋とともに紛争中大きな損傷を受け、現在は交通不能状態となっている。

チュルイ・チョンバー橋は、1963年に日本の戦後賠償の一環として完成した橋である。また同線は、チュルイ・チョンバー橋の建設と同時期、自国の資金と技術によって建設し、1968年開通した全延長約44kmの幹線道路である。

国道6号線（アンコールワット経由タイ国境方向）、国道7号線（第2の都市であるコンボンチャム経由ヴィエトナム国境方面）および国道13号線（スノール経由：ラオス国境方向）へ連絡するためには、いずれの場合も同線を通る必要があり、このことを考えると、フェリー利用による経済的損失は極めて大きい。

6A号線が不通状態であるため、現在国道5号線をトンレサップ川右岸沿いに北上し、約36km上流のブラックダムで一旦フェリーに乗り換え渡河する代替ルートを用いているが、これにより、北部へ向かう交通は苛酷な制約条件を強いられている。

6 A号線は、国内幹線道路ネットワークのかなめを占めるだけでなく、地域道路としても、プノンペンに隣接し、肥沃な農耕地を擁するトンレサップ川左岸地域を貫く主要道路である。

このような背景から、カンボディアは6 A号線の復旧計画を作成し、日本国政府に対して無償資金協力を要請した。

(2) 要請の内容

要請があった復旧計画調査の具体的内容は以下のとおりである。

- 国道6 A号線にある損傷橋梁とカルバートの復旧
- 国道6 A号線盛土消失箇所への復旧
- 国道6 A号線損傷または劣化した道路舗装の復旧

第3章 計画地の概要

第3章 計画地の概要

3.1 対象道路および影響圏

(1) 対象道路

対象道路は、「プロジェクト位置図」に示すとおり、プノンペン市の北東側にあるチュルイ・チョンバー橋を始点として、チュン・チュノックを通過する国道6号線との交差点を終点とする総延長約44kmの国道6A号線全線である。

国道6A号線は、プノンペンと北部後背地を結ぶ交通の要衝に位置しているが、同線は落橋と盛土消失による不通箇所が多いため、現在は走行不能状態である。このため、北部後背地に向かう車両は、国道5号線を約35km北上し、プレックダムで一旦フェリーに乗り替えてトンレサップ川の対岸に渡り、国道6号線を利用する方法がとられているが、これは国道5号線プノンペン郊外での交通混雑、フェリー渡河の混雑（待ち時間約2時間）等、国内交通のボトルネックとなっている。

(2) 計画の影響圏

首都プノンペンとその北部後背地域は以下のルートで結ばれている。

- － プノンペン～コンポントム～シェムリアップ～タイ国境（国道6A、6号線）
- － プノンペン～コンボンチャーム～ヴィエトナム国境（国道6A、6、7号線）
- － プノンペン～コンボンチャーム～ラオス国境（国道6A、6、7、13号線）

国道6A号線は、プノンペンの北部後背地域に通じる各ルートのかなめともいえる存在で、同線を通過しない場合は、上記のようにプレックダム・フェリーを経由しなければならない。

以上の幹線道路網上の条件に基づき、本計画の影響圏を図3-1に示すように設定した。

影響圏は、カンボディアにおける政治・経済の中心である首都プノンペンと、将来は地域開発の中心となると考えられるコンボンチャーム、シェムリアップ、さらに灌漑計画と水力発電計画が期待されているメコン河東部地区を含むこととなる。

3.2 計画地の社会・経済事情

(1) 影響圏各州（または都市）の人口と面積

設定した影響圏には、1都（プノンペン市）9州が含まれる。影響圏の人口は、約431万人で全国人口の約50%を占めている（表3-1）。また、影響圏の総面積がカンボディア全国土面積に占める割合は、約55%である。

表3-1 全国および調査対象地域に含まれる各州（または都市）の面積と人口

州 また は 都 市	(1990年)	
	面 積 (km ²)	人 口 (1,000人)
*コンボンチャーム	10,498	1,411
プレイビン	4,883	868
*カンダル	3,813	827
タケオ	3,818	640
*プノンペン（都市）	46	625
バットンバーン	19,044	571
*シェムリアップ	10,897	542
*コンボントム	12,251	475
カンボート	9,862	455
コンボンスペウ	7,016	440
スバイリエン	2,966	395
バンテアイメアンチャイ	5,678	369
コンボンチュナン	5,520	283
プルサット	12,692	238
*クラチェ	11,094	200
*プレアトヴィヘール	14,350	92
シアヌークビル（都市）	69	74
*ラタナキリ	10,781	60
*ストントレン	11,209	53
コーコン	11,140	43
*モンドルキリ	14,916	21
合 計	182,543	8,682

出典： UNDP、1990年9月

注： *は調査対象地域に含まれる州または都市を示す。

(2) 主要産業およびメコン河流域の将来開発

現在のところカンボディアでは、社会・経済、社会基盤施設関連の統計資料が整備されておらず、最も重要とされる米の生産高を取り上げてみても、州別の資料となるとまったく入手できない。

1) 農 業

カンボディアにおける米の生産は、トンレサップ湖の周囲と、メコン河沿い地域が中心となっており、国道6A号線から最も近い地域に位置するコンボンチャーム州とカンダル州は、カンボディアにおける最も主要な稲作地帯である。

トウモロコシとタバコも、カンボディアにおける生産の大半を上記両州が占めており、コンボンチャーム州の大豆とキャッサバ、カンダル州の砂糖ヤシと青果物も同様となっている。コンボンチャーム州には多くのゴム園もある。

2) 漁 業

カンボディアの漁業は、淡水漁業と海水漁業に分けられるが、前者は全体の約80%を占めている。本計画の影響圏のうち国道6A号線に近いプノンペンとコンボンチャーム、カンダル、シアヌークビル、クラチェ各州の漁獲高は、カンボディアの淡水漁業全体の約40%を占めているが(UNDP、1989)、これは、トンレサップ湖とメコン河に負うところが大きい。

3) 林 業

カンボディアにはまだ多くの森林資源が残っている。原木のまま外国へ輸出することは1993年1月より禁じられているが、コンボンチャームの内港と豊富な人的資源を利用して製品化することは、将来十分あり得ることと考えられる。

コンボンチャーム州の総面積の約50%は森林であると言われている。また、上流部のクラチェ、モンドルキリ、ラタナキリ、ストーンレン各州の場合の森林の保存率は、1970年時点で87~94%となっている。

4) 工 業

カンボディア総生産の中で工業の占める割合は、1989年現在約12%とされている（ADB、1991）。この中で1位を占めているのがタバコで全体の約75%を占め、ゴムの約5%がこれに次いでいる。他に繊維、機械、軽工業、工専用材料等はあるものの、総生産に占める割合は微小と言える。

影響圏内での主な工業は、プノンペンにあるカンボディア・タバコ会社、ゴム園のあるコンボンチャーム州のゴムの一次加工場等である。

5) メコン河流域の将来開発

メコン河は東南アジアにおける最長の大河であり、流域面積では世界21位であるが、その流量は世界8位を誇っている。カンボディアが含まれる地域は、メコン河下流域（Lower Mekong Basin）と称され、カンボディアの他にラオス、タイ、ヴェトナムの一部が含まれる。

年間約4,750億 m^3 にも及ぶ水は、今までほとんど活用されていない。同流域は現在世界最貧地域の一つに数えられているが、以上に述べた拡大な水資源を灌漑、漁業、水力発電等に利用し、地域の発展を計るのが、メコン河流域将来開発の大きな狙いである。

メコン河は国際河川であり、その流域の開発は国際的な合意を必要とし、カンボディア一国では行なえないが、カンボディアが将来開発に寄与できるとすれば、水力発電の分野をあげることができる。メコン河下流域における水力発電開発の潜在能力総量は、年間505,000GWhと推定されているが、これは東南アジア全体に供給しても余る程の電力量である。UNDPの報告（1988）によると全体で8ヶ所の有力な水力発電サイトがあげられているが、これを施設（ダム）規模順にあげると、1位がカンボディアのストントレン発電所（7,200MW）、2位も同じくサンボール発電所（3,250MW）3位がラオス領のバンコウム（3,200MW）となっており、他は900MW～2,750MW程度と比較的規模が小さい。

上記ストントレン、サンボール両発電所とも本計画の影響圏内に含まれている（図2-2に示されている国道6A号、6号、7号、13号参照、ストントレンは国道13号線の北端に近く位置している）。

3.3 自然条件

さきに第2章 2.1 (1)でカンボディア全体の地形、気候について概述したが、ここでは国道6 A号線の具体的な自然条件について述べる。

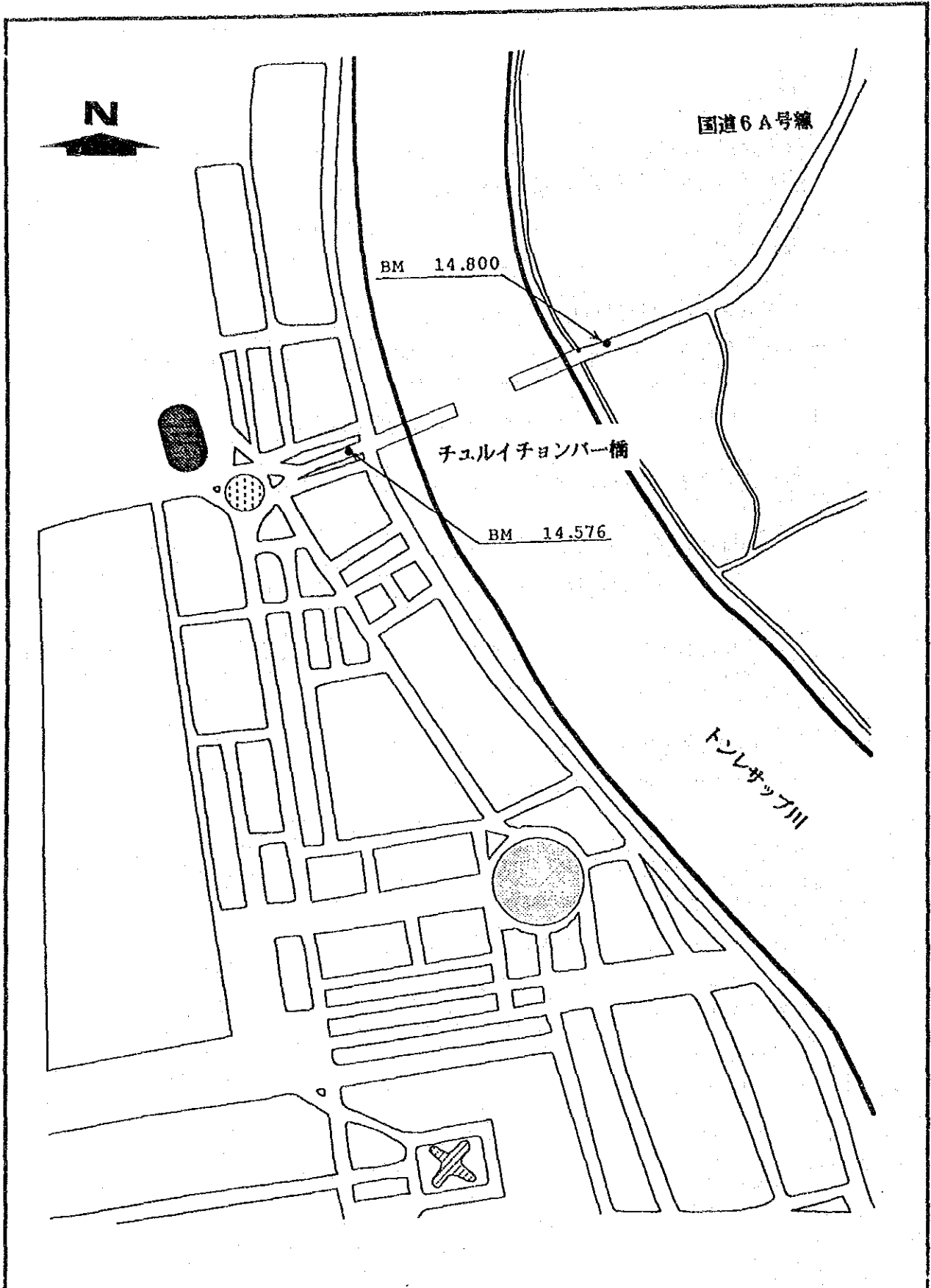
(1) 地 形

国道6 A号線が位置するトンレサップ川左岸地域（モーコンポール地区）は平坦な中央部がやや窪地になっており、皿状の地形をしている。同線付近の標高は、小河川の底部で約2 m、他は約10mで地形に大きな起伏は存在しない。現存の国道6 A号線の道路中心線における地盤高は約11.0m～12.5mである。

調査団が行なった地形測量で得た成果は、以下のとおりである。

- 国道6 A号線全区間の平面・縦断図
（縮尺：水平1/1,000、垂直1/200）
- 橋梁損傷部6ヶ所における地形図および平面・縦断図
（縮尺：水平1/1,000、垂直1/200）
- 道路盛土消失部6ヶ所における地形図および平面・縦断図
（縮尺：水平1/1,000、垂直1/200）

地形測量で実施した測量項目は、トラバース測量、水準測量、平板測量である。水準測量は、図3-2に示す水準点（標高14.800m）に従った。



REHABILITATION OF
NATIONAL ROAD ROUTE 6A

図3-2 国道6A号線の測量に用いた
水準点

(2) 水文および気象条件

中国、ラオス領を過ぎ、カンボディアを流下するメコン河は、流域約80万km²、延長約4千kmの大河で、雨期の増水期（高水位は9月～10月）には、図3-3に示すような地域で、氾濫を起こすとともに、トンレサップ川とメコン河の合流地点から逆流した水はトンレサップ湖を乾期の約7倍に拡大させる。プノンペンにはメコン河の河口から約350km上流にあり、海面の干満差による水位の変化はない。

計画地の気候は熱帯モンスーン型で高温多湿であり、11月～5月の乾期と6月～10月の雨期とに分かれる。プノンペンにおける平均気温、降水量、降雨日数は表3-2に示すとおりである。

表3-2 プノンペンの平均気温、降水量および降雨日数

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均気温 (°C)	26.1	27.5	28.9	29.4	28.8	28.1	27.6	27.7	27.3	27.2	26.7	25.4
* 降水量 (mm)	2	3	12	71	107	118	161	200	235	218	133	9
* 降雨日数 (日)	0.4	0.7	1.1	5.6	11.9	14.7	19.6	20.2	21.1	18.6	11.4	1.4

* 1980～1990 プノンペン・バサックの降雨記録による。

湿度は2～3月で平均44%、10月で最大98.3%が記録されており、風速は1981～1984年のデータでは1、2月がほとんどなく、7月から10月にかけて最大16～18m/秒となっている。

コンボンチャーム以南の下流地域では、メコン河が増水期に入り、水位が標高7.0mを超える頃になると両河岸から河水が溢流を開始し、デルタ地帯に大洪水をもたらす。この時メコン河から溢れた水はトンレサップ川と他の小河川を通過して、トンレサップ湖に向かう。この逆流現象は毎年7月頃に始まり、洪水がひき始める10月頃まで続く（添付資料5 水位観測データ参照）。例年起こる洪水の範囲は図3-3に示すとおりで、計画地全体が完全にこの洪水域に入ることになる。

国道6A号線は、Sta. 40からSta. 42の約2km区間で6ヶ所の盛土消失箇所がある。これらの復旧にあたり、道路計画高を決定するため付近住民への聴取調査を行なった結果、盛土消失箇所における最高水位が標高約12.0mであることが判明した。

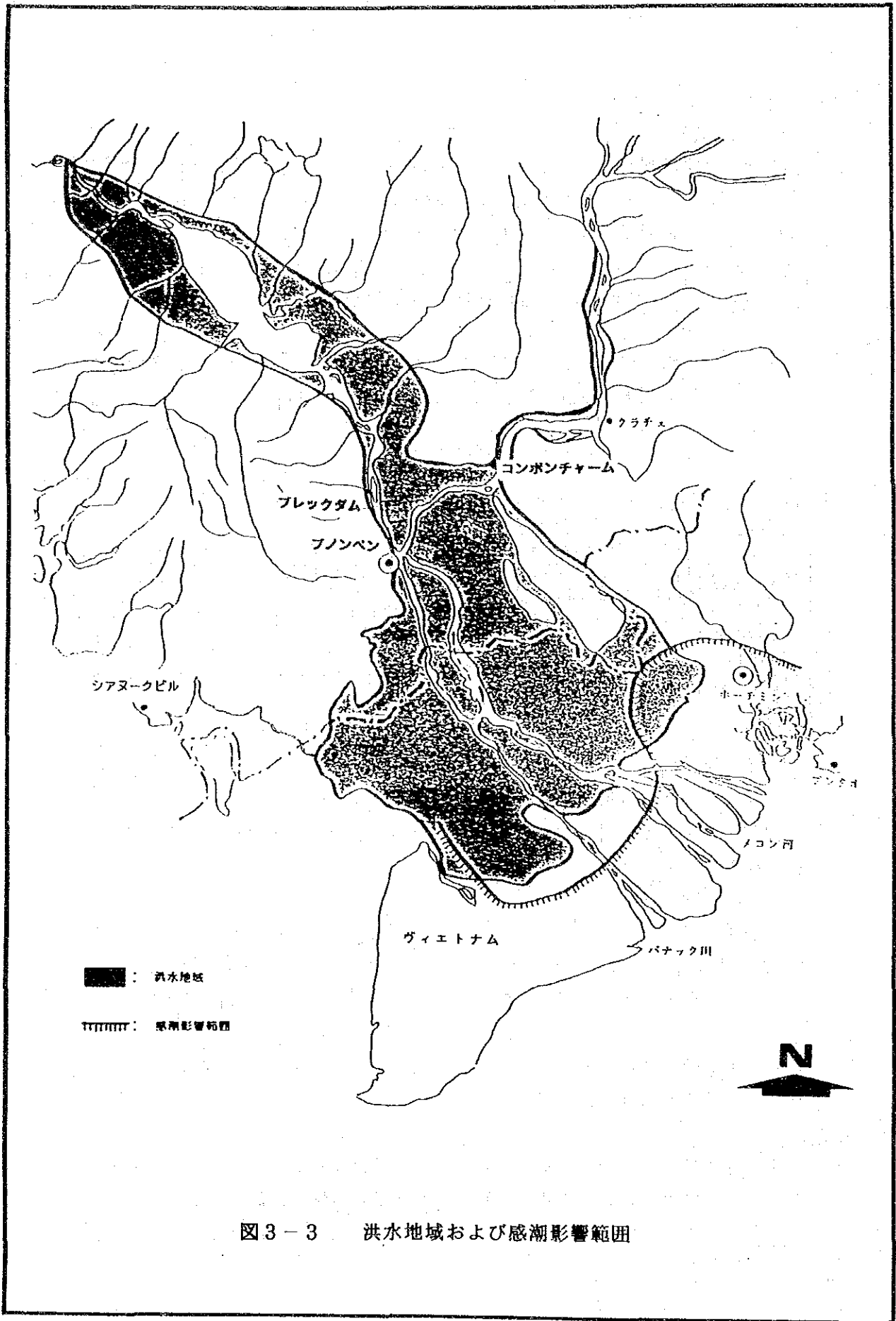


図 3 - 3 洪水地域および感潮影響範囲

(3) 地質概要

1) 地質構成

調査地域一帯は主に中生代の堆積岩類および火成岩類が広く分布し、平野部ではこれらを基盤として新生代第四紀の堆積層が広く地表を覆っている。調査地周辺では、第四紀の堆積層が更新世の洪積層および現世の沖積層にわかれて厚く堆積し、その層厚は25m以上に達している。計画地の地質構成を表3-3に示す。

表3-3 計画地の地質構成

時 代	地層名	地質構成	記 事	
第四紀	現 世	沖積層	粘 土	粘土、シルト、有機質土
			砂	細～粗粒砂
	更新世	洪積層	粘 土	粘土、シルト
			砂	細～中粒砂
中生代	白亜紀	砂 岩	風化粘土	硬質粘土
			砂 岩	弱風化細粒砂岩 頁岩層を挟在する
	三畳紀	火成岩	花崗岩、閃緑岩、流紋岩、石英安山岩	

2) 各地層の記述

i. 沖積層

沖積層の分布は、チュルイ・チョンバー橋を始点としてSta. 40km付近まで広い範囲にわたっており、その層厚は、12~24mに達している。

— 粘性土層 (Ac-deposit)

本層は茶褐色、暗褐色~暗青灰色、暗灰色を呈するシルト質粘土、砂質粘土、および黒灰色を呈する腐植土を伴う粘土により構成されている。暗灰色~暗青灰色を呈する粘性土、黒灰色を呈する腐植土を伴う粘性土はN値4~8の範囲、本褐色~暗褐色を呈する粘性土はN値5~28の範囲にあってバラツキが大きい。層厚は砂層中に挟在するものを除くと5~15mの範囲にある。

— 砂質土層

本層は茶褐色~暗灰色を呈するシルト質~粘土質細、中粒砂により成り、上記粘性土中に挟在する。部分的に腐植土を伴う粘土の葉層を伴う。層厚は1~8.5mの範囲にありN値は低い部分で3~5、高い部分で19~37の範囲にありバラツキが大きい。

ii. 洪積層

洪積層はSta. 40kmの付近から終点のチュンチュノックに至る広い範囲にわたって分布する。

— 粘性土 (Dc-deposit)

本層は淡~乳褐色~茶褐色を呈する粘土、シルト質~砂質粘土により構成され、層厚は1.0~12.4mの範囲にあり、Sta. 40+500付近では砂層との互層の状態分布する。N値は17~52の範囲にあるが大部分は17~40の範囲にある。

一 砂質土

本層は淡褐色～茶褐色を呈する細、中粒砂～シルト質細粒砂より成り、層厚は2.0～4.0mの範囲で上記粘性土中に挟在または互層状態で存在する。N値は17～42の範囲にあるが、シルトの葉層を伴う部分では、N値は28～62の範囲にある。

iii. 基盤岩層

一 風化粘土層 (Mc-deposit)

本層は当地区（始点からSta. 40km付近まで）の基盤岩であるが、砂岩、頁岩層の風化により生成された黄色～黄褐色を呈する硬質粘土層である。分布深度は地表（川底）から12.5～24.0m以深で層厚は5.0～11.0mの範囲、N値は25～51の範囲にあり深度の増加と共にN値も増加する傾向にある。

一 砂岩層

本層は、始点からSta. 40km付近までの広い範囲に分布する基盤岩を構成する地層で、黄～黄褐色を呈する砂岩層を主として、間にシルト岩、頁岩層を挟在する。本層は基盤の最上部であるため風化を受けているが、N値は65以上である。

一 火成岩

本層はSta. 40km付近から終点（Chun Chunok）付近一帯の基盤を構成するもので花崗岩、閃緑岩、流紋岩、石英安山岩等からなる。この分布は6A号線のほか、チュンチュノック付近の丘陵を形成している。6A号線沿いに出現する基岩は、花崗岩、閃緑岩からなり、ボーリングコアは風化のため3～5cmの隙状を呈している。

各土層の分布状況は、各土質柱状図および土層断面図に示した(添付資料6)。

3) 地質調査

同調査は、国道6A号線復旧基本計画に必要な橋梁の下部構造および盛土・

舗装構造の基礎資料を得ることを目的として実施したもので、調査の対象はSta. 29km～Sta. 42km間約13kmの4橋梁と盛土区間で、いずれも陸上からの調査である。

機械ボーリング調査は旧ソ連製R式、C式兼用の車両搭載型試錐機2台を使用した。錐進に当たっては1m毎に標準貫入試験を実施してN値を測定するとともに攪乱試料を採取し、土質試験に供した。また、これとは別に打込方式サンプラーにより不攪乱試料を採取し同様に土質試験に供した。

この他プレックケン橋ではコンクリートコアボーリングを実施してコンクリート圧縮試験用の試料を採取し、室内試験を実施した。また、コンクリートの成分分析中性化試験を現地にて実施した。Sta. 40km～Sta. 42km間の盛土部については盛土材試料を採取し、土質試験を実施した。

地質調査の内容は以下のとおりである。

機械ボーリング調査	6ヶ所	延176.05m
コンクリートコアボーリング	4ヶ所	延4.0m
標準貫入試験		延159回
不攪乱試料採取		30試料
コンクリート試験試料採取		16試料
盛土材試料採取		2試料
土質試験		1式
コンクリートの圧縮試験		1式

3.4 社会環境

計画の影響圏における社会・経済事情については3.2項で述べた。ここでは、国道6A号線の復旧が実際に行なわれる直接影響圏における社会・経済事情および交通状況について記述する。

(1) 行政区分

モーカンポール行政区は、11の郡と55の村によって構成されており、南側ではブノンペン市の他、カンダル州のラッセイコイ、チュロイおよびチョンバー各行政区と、西側では同じくカンダル州のラッセイケオ、ポグナリー各行政区と、北側ではコンボンチャム州のパテイ、カンメアス各行政区と、また東側ではカンダル州のクサッチカンダル行政区とそれぞれ隣接している。

(2) 人口

同地域の住民の多くは内戦中各地に分散して避難したが、現在これら避難民は順調に現地に復帰しつつある。内戦前の資料では、モーカンポール行政区の人口は約60,600人、世帯数約11,900となっている。

(3) 土地利用

モーカンポール行政区の総面積は、約28,500haで、土地利用の内訳は表3-4に示すとおりである。

表3-4 モーカンポール行政区の土地利用

(単位：ヘクタール)

米作面積	畑作面積	果 樹	沼 湖	建 物	森 林	耕作可能 森 林	河 川
4,128	1,307	5,614	35	1,285	10,031	1,765	4,382

(4) 主な産業

モーカンポール行政区の最も大きな産業は農業で、人口の大半はこれに従事している。農業の主軸はここでも稲作であるが、稲作以外にもタバコ、いんげん豆、

ピーナツ、ナスなどの換金作物も栽培されている。耕作には牛や水牛が使用されており、曳馬／牛と畜産の内訳は表3-5に示すとおりである。

表3-5 モーカンポール行政区の曳馬／牛と畜産の内訳

牛	バッファロー	馬	豚	家禽
20,191	418	160	10,365	48,313

当行政区には各種地方工場と生産グループがあるが、その内訳は表3-6に示すとおりである。

表3-6 モーカンポール行政区の地方工場と生産グループ

精米	製材	カックレガ	水がめ	製氷	絹手織	スカーフ手織
45	6	6	2	3	1,000 (家内手織)	750 (家内手織)

(5) 主な公共施設

表3-7は当行政区における病院、学校、宗教関係の公共施設の内訳を示す。

表3-7 モーカンポール行政区の公共施設

病院	小規模診療所	小学校	専門学校	中学・高校	幼稚園	パコダ	回教モスク
2	11	36	6	1	8	30	2

(6) 計画地周辺の主要都市

将来カンボディアの経済が安定し開発が進むにつれ、影響圏の中では以下の開発回廊が形成されて行く事が想定できる。

- ・ プノンペン～コンポントム～シムレアップ～タイ国境回廊
- ・ プノンペン～コンボンチャーム～ヴィエトナム国境回廊
- ・ プノンペン～コンボンチャーム～ラオス国境回廊

上記3つの回廊は、プノンペンを中心とし有機的に結合すべき性質のものである。上記各開発回廊どうしを結ぶ道路網（国道6、6A、7、13号）のかなめに当る場所に位置するのが、計画道路国道6A号線であるということが出来る（図2-2参照）。以下計画地から遠く離れた都市についての説明は省略し、プノンペン、コンボンチャームの主要都市について述べる。

1) プノンペン市

首都プノンペンは、カンボディアの政治、経済、文化の中心であるばかりでなく、道路、水運、鉄道、航空路がここに集まり、現在人口約62万人を擁している。プノンペン市周辺地区での開発が進み、健全な首都圏に発展して行くためには、電気、通信、水道、住宅等の他に教育、医療施設等都市機能の充実を必要とする。

プノンペンはメコン河を母体としているため、港湾開発、工業用水の確保等においては非常に恵まれた環境にあり、将来の工業団地計画、自由貿易地区開発の可能性を秘めており、また観光の拠点としての有利性もそなえている。

2) コンボンチャーム市

コンボンチャーム市は、プノンペンの北東約70kmに位置する中核都市で、人口約29万人を擁している。コンボンチャーム州の人口は1990年現在約141万人で、カンボディア随一を誇っている。コンボンチャーム州はカンボディアにおける主要な稲作地帯の一つに数えられており、また多くのゴム園とゴム1次加工工場もっている。

コンボンチャーム市は、国道7号線を通してヴィエトナム国境へ、国道7号線から分岐する国道13号線を通してラオス国境へ、また、メコン河水運との結節点ともなっている。コンボンチャーム市はまた、メコン河沿いにおいて内陸水運の港を有しており、プノンペン港の2次港的役割を担っている。しかし、コンボンチャーム港が直接ヴィエトナム諸地域との関連を強めるためには相当の投資が必要とされている。

3.5 道路交通とプノンペン港の現況

(1) 国道6A号線

国道6A号線は、プノンペン市のトンレサップ川に架かるチュルイ・チョンパー橋を始点とし、国道6号線との交差点チュンチュノックを終点とする延長約44km、往復2車線非分離の道路である。チュルイ・チョンパー橋が開通するのに合わせて1962年建設が開始され、1968年に全線が開通した。沿道の地形は平坦で土地利用は主として農耕地である。

道路構造は毎年雨期に増水し氾濫するメコン河沿いにあるため、洪水位より高い路面を確保するように全線にわたり1mから5mの盛土で構築されている。始点側20km区間にはメコン河からトンレサップ川へ洪水を通水させるために横断排水構造物（橋とカルバート）が配置されている。中央部の10km区間は盛土の高さが低く、横断排水構造物は存在しない。終点側15km区間にメコン河の支流であるケン川、クラベス川を渡る橋長120mの橋梁を始め、多くの中小橋梁が存在している。

横断面構成は原設計時舗装部約7m、路肩2.0m～3.5m（両側）であったが、現在は法面の崩壊や浸食のためやせ細った区間が全線に310ヶ所程度あり、その他の区間も植生による侵食が進んでいる。

既設舗装は始点側の10km区間を除きほぼ全面的に消失している。現存舗装部の状態は、20年間メンテナンスがなされなかったことにより、舗装部のポットホールおよび路肩の損壊が至る所に見られる。また、終点側付近約4km区間では、全面的に盛土の消失した区間が6ヶ所存在する。

車での走行は、off-road用4輪駆動車で乾期のみ可能で、通常は乾期のみもっぱら、オートバイに頼って通行している有様である。

橋梁上の舗装は全面的に剥離し、失われている。

(2) 国道6号線

国道6号線は、国道5号線36km地点を起点とする（プレックダム・フェリー、トンレサップ川渡河、川幅約500m）。ここにあるフェリーは、通常車両8～10台を積載できるフェリーボート2隻で対岸との往復を繰り返している。トンレサップ

川渡河地点から国道7号線との分岐点であるスクンまでは約47km、地形は平坦で通常の車の走行速度で約50分の距離である。沿道の土地利用はスクンまでの区間、途中2～3の集落を除き農耕地のみである。途中、16km地点で国道6A号線と交差するが、交差点までの走行時間は、渡河後15分程度である。

ブレックダム～スクン間は全区間浸透式マカダムで舗装されており、往復2車線非分離道路で、舗装部の幅員5.5m、路肩も含めた車道幅は8～9mとなっている。路面に多くのクラックとポットホールがあるが、現在のところ交通量が少ないため徐行して走行できることから、さしたる支障はない。

ブレックダムより23km地点にタオス川に架かる全長150mの橋梁がある。内戦により破壊された橋梁部にはベアリー橋（木製床版）を架け、片側通行を行なっている。RBDの資料によると、国道6号線の全延長約300kmのうち、250kmは依然ラテライト舗装であり、また架替を必要とする大小約30の橋梁が存在する。

(3) 国道7号線および国道13号線

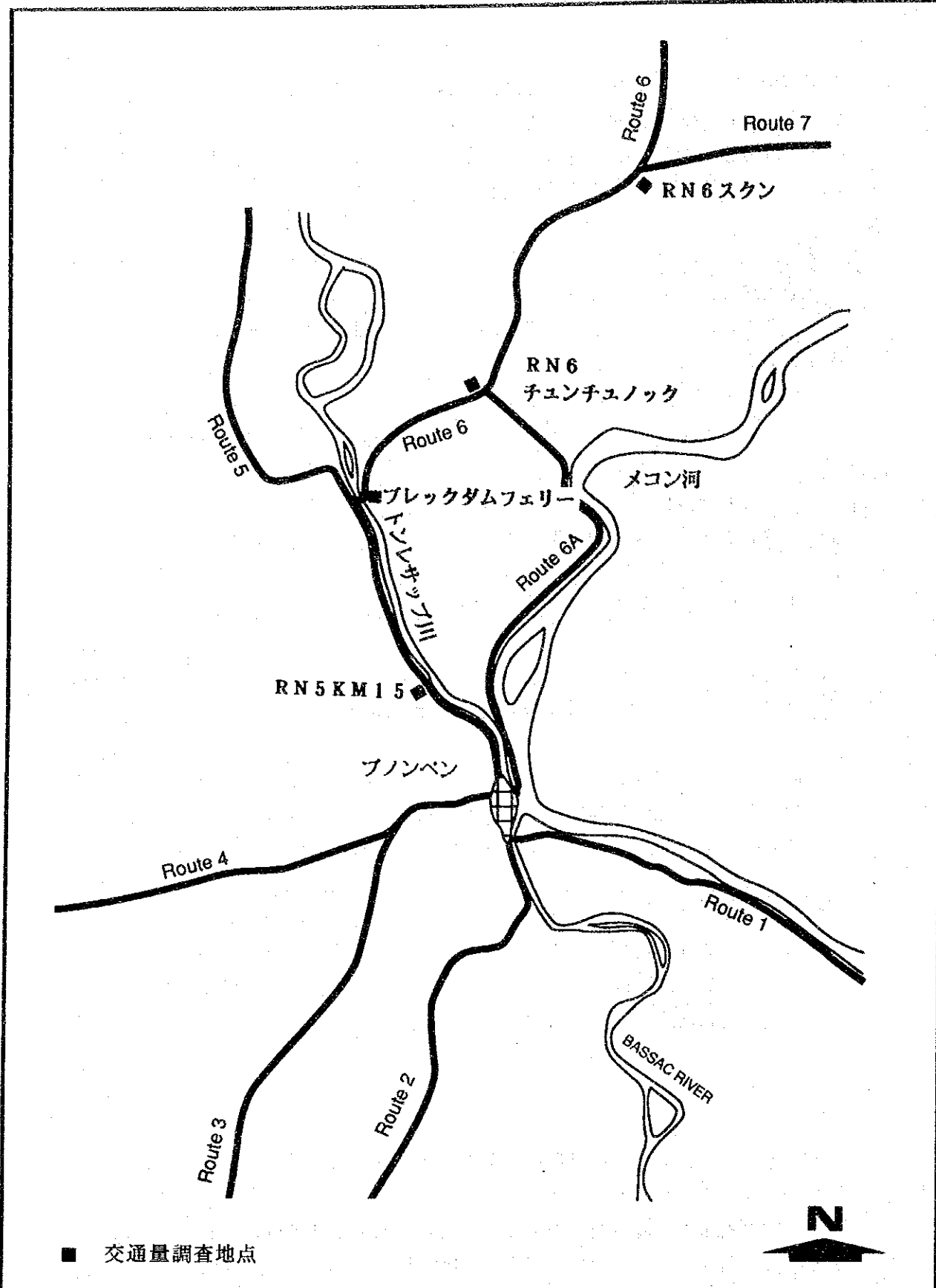
国道7号線はスクンからコンボンチャームを経てヴィエトナム国境に至る全延長179kmの幹線道路で、国道6号線と国道13号線を連結する役割も担っている。

内戦により同国道は決定的な損害を蒙った。1982年から始まったヴィエトナムの援助で一応通行可能の状態になったが、多くの橋梁はさらに修繕を要する状況にある。最近の状態に関する正確な情報は、整理されていない。

国道13号線はスノール～クラチェ～ラオス国境を結ぶ延長300kmの幹線道路である。同国道の東側にある大小の水系は、将来水力発電、灌漑プロジェクトの適地とも目されている。同国道は一時は全区間アスファルト舗装されたことがあるが、内戦による打撃は前述の国道7号線の場合と同様である。

(4) 交通量

チュルイ・チョンバー橋復旧計画基本設計調査時（平成4年4月）に、国道6A号線におけるチュルイ・チョンバー橋復旧後の利用交通を推定するため、国道6A号線の周辺国道で交通量調査を実施した。交通量調査結果は、表3-8に示すとおりである（図3-4 交通量調査地点参照）。



REHABILITATION OF NATIONAL ROAD ROUTE 6A

図 3 - 4 交通量調査地点

表3-8 交通量調査結果

(台/日、往復交通量)

地 点	車 種					合 計 (乗車換算)
	自転車/ モーターサイクル	乗用車/ ピックアップ	中型車輪	大型車輪	バ ス	
RN 5 KM15	3,790	775	86	198	33	2,503
フレックダムフェリー	954	322	28	71	3	798
RN6 チョンチュノック	1,358	260	35	53	1	828
RN6 スクン	1,000	153	11	31	2	536

乾期におけるメコン河利用の水運は、水位の低下に伴ない制約を受け、プノンペン港の活動は低下する。また、乾期は農閑期にあたり、人の移動も低調となることを考えると、上記交通量は年平均日交通量を下回っているものと思われる。調査は朝から夕方まで行ない、夜間は実施していないが、夕方5時以後は交通がほとんど途絶えるのが現状である。

(5) 他の国道とプノンペン港の現況

国道3号線と4号線は、カンボディア唯一の国際海港であるシアヌークビルとプロジェクトサイトを結ぶ道路である。工事期間中に資機材の搬入路として利用される可能性があることから、これについても前調査で道路交通状況調査を行なった。本計画の工事用の資機材の荷揚げは主として、シアヌークビル港で行なわれると考えられている。

1) 国道3号線

国道3号線はプノンペンを起点とし、コンポートを通りヴィールクンに通じる約200kmの道路で、道路幅員は5.5~6.0mである。プノンペン市近傍とコンポート市付近では舗装が存在するが、他は整備の不十分な砂利道である。このため、雨期においてはかなりの交通制限が発生する。また多くの橋梁箇所、現在ベリ-橋等による仮橋が架けられており、重量車の通行には制限が設けられている。

2) 国道4号線

国道4号線はプノンペン市とシアヌークビルを結ぶ重要幹線で、全長は約230km、幅員7mで全線アスファルト舗装がなされている。道路線形も良好で、高盛

土を備えた近代的な道路である。途中数多くの橋梁が存在するが、このうち数橋が内戦のために破壊されており、ベリー橋等にて1車線の仮橋が設けられている（プノンペン市より82km、115km、139km、153km、205kmの各地点の橋梁）。また、仮橋の通行車両には10～15tの重量制限が設けられている。

3) 国道5号線

プノンペン市から北西に延びる国道5号線は、トンレサップ川西岸に沿って北上し、カンボディア西部の主要都市バタンバーンを経由してタイ国境に至る延長約410kmの主要幹線道路である。

プノンペンの起点から6号線分岐点までは36km、地形は平坦で通常の車の走行速度で約1時間の距離である。

プノンペン市内約10kmは往復2車線非分離道路で舗装部が6～8m、沿道の土地利用は市街化された業務地域である。途中、現在使用されていない鉄道との立体交差部を除いては、路肩と歩道が整備されているため側方余裕があり、道路条件からの容量低下は見られない。

しかし、プノンペン市郊外に出ると道路が5m程度の盛土となり、路肩幅も狭く、舗装部も5～6mとなり、かつ多くのポットホール（相当深く削られているものもある）があるため、道路条件上の容量低下が著しい。沿道の土地利用は農耕地が主となっている。

全区間を通じてオートバイ、牛車およびオートバイにリヤカーを引かせたカート等、緩速交通が混在し、交通条件からの容量低下が見られる。また、車道幅が狭いため大型車とのすれ違いに徐行を余儀なくされるほか、故障車や交通事故車が交通を著しく阻害している。

前記36km区間に橋が4ヶ所あり、最もプノンペン寄りのものは横断河川の水門に隣接しており、幅員が4mしかないため橋梁上での往復交通は不可能となっている。プノンペンから23kmの距離にある橋梁は1991年に床版を木からコンクリートに作り替えたものである。27km地点にあるベリー橋も1992年7月までは木製床版で、かつ片側通行となっていたが、現在はコンクリートに作り替えられている。30km地点にあった橋梁は破壊されたままで、これを迂回するために上流側にある水門近くにボックスカルバートと盛土が建設され現在通行に供されているが、

この隘路打開のため新設トラス橋を含む橋梁工事がUNDPおよびオーストラリアの援助のもと現在進行中である。

交通量はプノンペン市内で比較的多いが郊外に出ると少なくなり（約5,000台／日オートバイを含む）、6号線との分岐点を過ぎると更に減少する。6号線に向かう交通の70%はコンボンチャーム、コンポントムといった長距離交通である。通行時間帯は夜が明ける6時頃から午後3時頃までで、午後5時以後は交通量がほとんど途絶える。

4) プノンペン港

現在、海外からのプノンペン市への物資輸送は、シアヌークビル港／4号線経由よりもプノンペン港を利用する方が多いとされている。

同港での聴取結果では、プノンペン港への入港船舶の大きさは、乾期（11月より5月）で1,000t～1,500t（船舶喫水深さ4.2m）、雨期（6月～12月）で2,500t（同5.6m）となっている。

ピアはコンクリート床版で作られているが、その強度は1.5t／㎡程度である。

船便によるシンガポールからプノンペン港までの航行日数は5日～7日、河口よりプノンペン港までは約2日間である。

3.6 国道6A号線道路施設の現況

(1) 構造物の概況

1) 橋 梁

国道6A号線には26橋の橋梁があり、その総延長は936m、道路総延長の約2%に相当する。径間長は、1橋を除いてすべて12mで、最大橋長は120mである。構造形式は次のとおりである。

上部構造形式：単純鉄筋コンクリートT桁（26橋すべて）

下部構造形式：橋台・橋脚共にパイルベント形式（25橋）

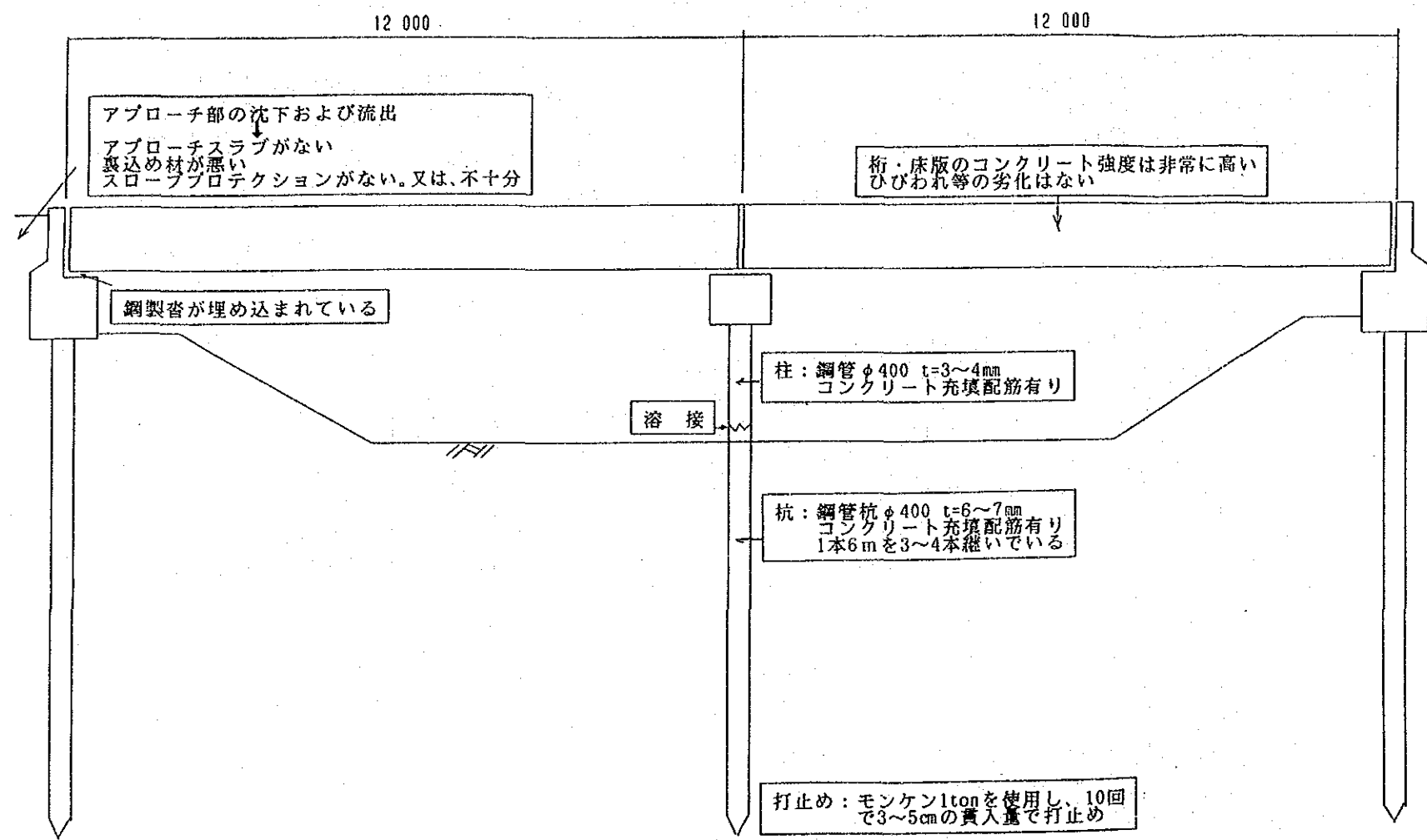
壁式橋脚（コンポンブラサット橋1橋）

a) 橋梁の特徴

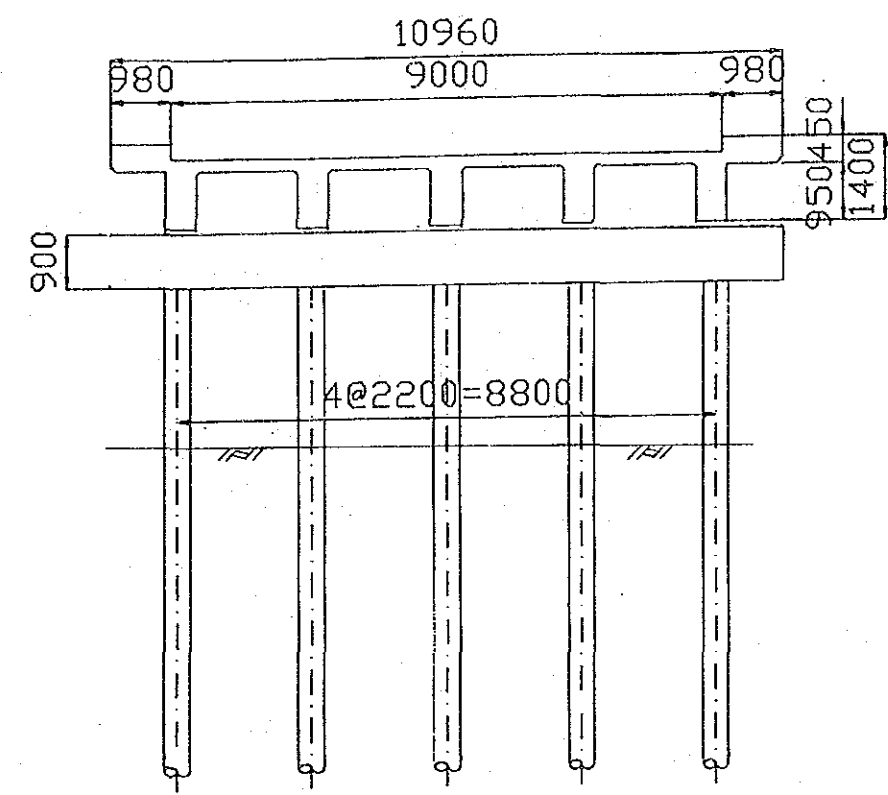
上部工の桁、下部工の柱、杭はすべて5本に統一されており、桁・柱・杭が一直線上に配置される構造となっている。このため、柱、杭には基本的に曲げモーメントは発生しない（図3-5参照）。

側面図

横断方向、縦断方向の異状変形
不問沈下等はない



断面図



桁・柱・杭が一直線上に配置されている
鉛直力が卓越し、曲げモーメントは非常に小さい

b) 現地調査、インタビュー結果から得た情報

現地調査およびインタビュー結果から得た情報は次のとおりである。

① 現地調査結果（図3-5参照）

上部工

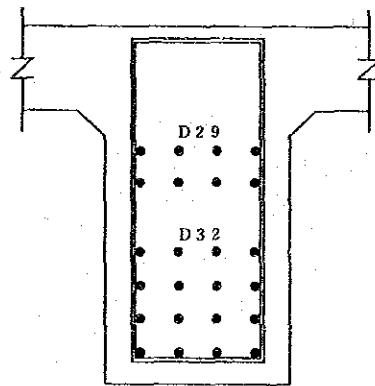
- ・ 桁形式は単純鉄筋コンクリートT桁である。ただし、桁は矩形のプレキャスト桁で、架設後床版を施工している。
- ・ 主桁本数、横桁本数共に5本で形状は次のとおりである。

主桁高 1.15m 桁幅 0.5m

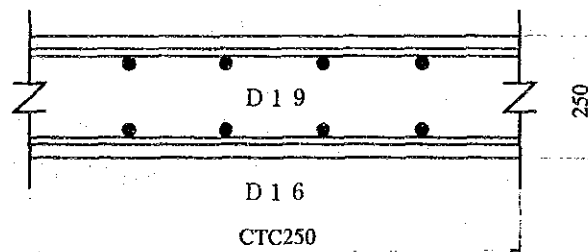
横桁高 0.55m 桁幅 0.3m

- ・ 配筋状態

主 桁



床 版



- ・ シュミットハンマー結果

シュミットハンマーによるコンクリート強度

部 材	コンクリート強度 (Kgf/cm ²)
桁	490~560
床 版	400~420

上表よりシュミットハンマーによるコンクリート強度は非常に高い値を示している。これは目視から判断する骨材の品質が良いことと、セメント量が多いことに起因しているものと思われる。

- ・ 支承は桁および下部工に鋼製沓が埋め込まれている。

下部工

- ・ 柱は5本でそれぞれをRCの梁で連結されている。
- ・ 柱は径φ40cm、肉厚t=3~4mmの鋼管に配筋されたコンクリートが充填されている。
- ・ 柱の鋼管は鋼管杭と溶接され一体化されている。
- ・ 杭は径φ40cm、肉厚6mm程度の鋼管杭である。
- ・ 杭には配筋されたコンクリートが充填されている。
- ・ 杭長は推定18~24mである。

橋梁全体の変状

- ・ 目視、測量結果から橋梁の変状、不同沈下等は人為的に破壊した箇所以外は健全であることが判った。このことから基盤杭は正常に機能していると考えられる。

② インタビュー結果

建設従事者の1人であるMr. Tan Hay Sen (元交通・運輸・郵便省技術局局長) にインタビューした結果、以下の情報を得ることができた。

- ・ 橋梁設計荷重はAASHTO HS20-44 (国道4号線の設計と同規格)である。
- ・ 当時の設計図、工事図面、竣工図等はすべて消失し、現在何も残っていない。
- ・ 鋼管杭の全長にわたり配筋し、コンクリートを充填した。

・ 基礎工

長さ6mの鋼管杭(φ40cm、t=6~7mm)を現場で3~4本継いで、ドロップハンマーにより打込んだ。最初の打込みは2本継いで12mにしており、杭先端は閉塞式とし、管内に土砂が入らないようにした。モンケンの重量は1tonと記憶している。杭の打止めは、10回落下で3~5cmとした。

c) 現地調査、インタビュー結果からの推定

① T桁の応力度

桁の種類	曲げモーメント	圧縮応力度	引張り応力度	鉄筋量
外桁	86.9 tm	60 kg/cm ²	1,510 kg/cm ²	4×(4-D32)
中桁	102.1 tm	64 kg/cm ²	1,680 kg/cm ²	2×(4-D32)

TL-20荷重を想定

② 床版

	曲げモーメント	圧縮応力度	引張り応力度	鉄筋量
支点部	-3.2 tm	51 kg/cm ²	1,600 kg/cm ²	D19 etc25cm
支間部	1.9 tm	50 kg/cm ²	1,280 kg/cm ²	D19 etc25cm

上記のとおり、支点部では圧縮応力度が日本の道路橋示方書のコンクリート許容圧縮応力度内(σ_{ca}=68.5kg/cm²)におさまるが、引張り応力度の場合、鉄筋の許容引張り応力度(σ_{sa}=1,400kg/cm²)を越えていることが想定される。しかし、通常の交通条件では問題ないことが明かになった。

③ 柱

鋼管に充填されたコンクリートで抵抗するとすれば、許容耐力は次のようになる。

条件 : コンクリート強度 σ_{ck}=210 kg/cm²
 許容応力度 σ_{ca}=1/3×210=70 kg/cm²

許容耐力 : P=1/4×0.4²×π×700=88t

上記のとおり、鉛直荷重のみであれば、柱の許容耐力は作用反力より大きくなり安全であるといえる（作用反力については、後記④基礎工参照）。

水平力の作用に対して現況の柱の耐力がどの程度あるか試算し、その結果から設計時にどの程度の水平力を考えていたか検討する。柱断面としてはコンクリート断面のみを考慮する。

柱断面を次のように仮定した。

径 $\phi 400\text{mm}$ かぶり $d' = 10\text{cm}$ 鉄筋 6-D16

許容応力度 σ_{ca} (コンクリートの許容応力度) $= 70 \times 1.25 = 87.5\text{kg/cm}^2$
(制動荷重の割り増しを想定)

σ_{sa} (鉄筋の許容応力度) $= 1800 \times 1.25 = 2,250\text{kg/cm}^2$

柱の抵抗モーメント

上記条件から抵抗モーメントを求めると $M = 3\text{tm}$ (コンクリート断面力で決定) となる。

荷重の想定

制動荷重と上部工死荷重の5%の両ケースについて断面力を算出する。

柱高 (m)	制動荷重 TL-20 (tm)	上部工死荷重 $\times 5\%$ (tm)
6	3.2(2.6)	13.7
8	4.0(3.3)	18.3
10	4.8(3.6)	22.9

()内AASHTOの制動荷重

上表より現況の柱の耐力は制動荷重程度であり地震荷重（死荷重の5%）は見込んでないことが分かる。

④ 基礎工

橋台、橋脚の杭1本当たりの推定反力

TL-20の場合

杭1本当たりの反力(t)

記	述	上部工自重	橋面工	橋脚梁自重	活荷重	合計
外	橋台	17.2	5.7	5.0	9.0	36.9
	橋脚	34.4	11.4	5.0	11.5	62.3
中	橋台	15.4	1.6	5.0	15.4	37.4
	橋脚	30.7	3.1	5.0	19.9	58.7

TL-14の場合

杭1本当たりの反力(t)

記	述	上部工自重	橋面工	橋脚梁自重	活荷重	合計
外	橋台	17.2	5.7	5.0	6.3	34.2
	橋脚	34.4	11.4	5.0	8.1	58.9
中	橋台	15.4	1.6	5.0	10.8	32.8
	橋脚	30.7	3.1	5.0	13.9	52.7

上表よりTL-20とTL-14では杭1本当たりの反力は1:0.9程度の差程度である。

杭基礎の支持力

インタビューと地質調査結果から基礎杭の長さを想定し、許容支持力を道路橋示方書に基づいて算出すると、95t程度確保できることが判明した。このことから、現在の基礎杭はTL-20荷重が載荷しても問題ないと推定される。

2) パイプカルバート

国道6A号線に沿って9ヶ所のパイプカルバートが設置されている。設置箇所はプノンペン側に集中しており、Sta. 27+000以降には設置されていない。

a) パイプカルバートの特徴

パイプカルバートの特徴は次のとおりである（写真1、2）。

- パイプカルバートの径はすべてφ1.5mで、必要に応じて本数を増しており、最大3本まで使用している。
- パイプカルバートの材質は鉄筋コンクリートである。

(2) 構造物の損傷状況

・ 橋 梁

国道6 A号線の各橋梁の損傷調査を以下の項目について行なった。

- ① 上部工鉄筋コンクリートT桁橋のコンクリート表面目視調査、および損傷部からの内部状況目視調査
- ② 下部工のコンクリート表面および鋼管表面目視調査、および損傷部からの内部状況目視調査
- ③ 基礎および橋脚鋼管杭の表面、および損傷部からの内部状況目視調査
- ④ シュミットハンマーによるコンクリート強度調査
- ⑤ コアサンプルによるコンクリート強度調査
- ⑥ 測量による橋梁の変状調査
- ⑦ アプローチ部の目視調査


以上の調査の結果に基づき、損傷状況を表3-9に示す損傷パターンに整理した。

表3-9 損傷パターン


損傷パターン		原因	補修内容案
1	上部工の落橋	爆破	再構築
2	橋脚・橋台・桁の損傷	爆破	損傷部の補修
3	床版の陥没	爆破	損傷部の補修
4	高欄の損傷	爆破	損傷部の補修
5	アプローチ部の流失	河川および雨水による洗掘	裏込の充填、スロープロテクション

損傷パターン別に代表例を選び、現状、原因、対策案、写真を以下に示す。また、損傷状況調査結果の要約を添付資料7に収録した。

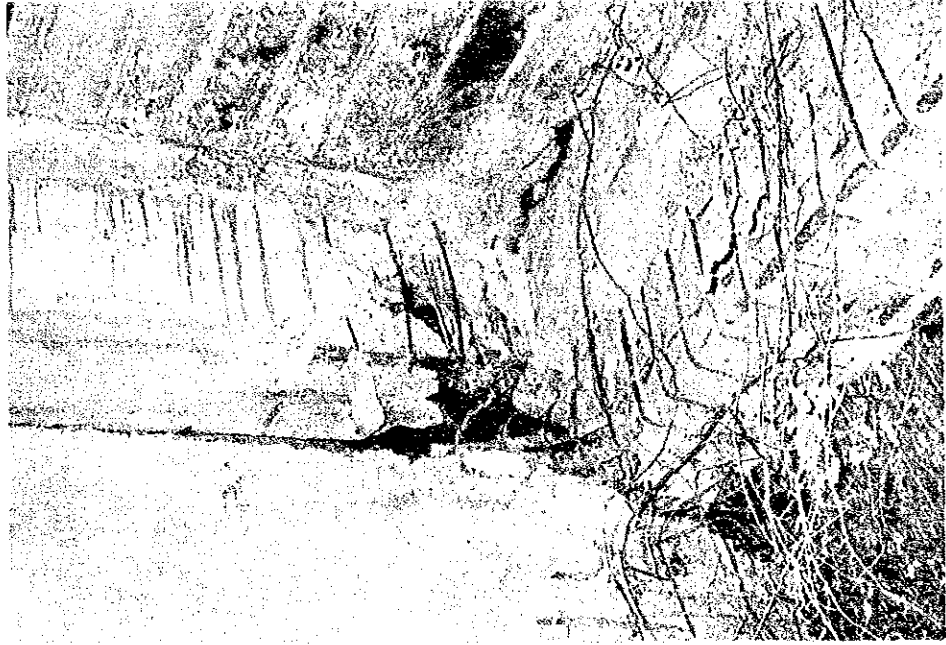
損傷橋梁の現状、損傷原因、対策

パターン 1 上部工の落橋	
現 状	<p>No.14 Prek Kheng橋 橋脚が爆破され上部工が完全に落橋、3 スパン、2 橋脚が損傷。落橋した部分には木製仮橋を架設。</p> <p>No.24 Kompong Prass 1st 橋台が爆破され上部工が完全に落橋、1 スパン、1 橋台が損傷。仮橋を設け通行している。</p>
写 真	 <p style="text-align: right;">No.14 Prek Kheng橋</p>
原 因	<p>1. 橋脚および橋台が爆破され、上部工が落橋した。</p>
対策案	<p>1. 上部工、下部工の撤去を行ない、再構築する。</p> <p>2. 上部工形式は、架設が容易で工期が短く重量の軽いものを、経済性を加味して選択する。</p>

損傷橋梁の現状、損傷原因、対策

パターン 2-1 橋脚、桁およびスラブの損傷	
現 状	<p>No.20 Prek Bak 橋脚が爆破され、柱、桁およびスラブに被害がおよんでいる。柱2本が損傷、1本が変形している。</p> <p>No.22 Prek Kra Poes 橋脚が爆破され、柱、桁およびスラブに被害がおよんでいる。柱1本が損傷、2本が変形している。</p>
写 真	 <p style="text-align: right;">No.20 Prek Bak橋</p>
原 因	<p>1. 橋脚が爆破されたが、落橋は免れた。</p>
対策案	<p>1. 上部工、下部工の撤去を行ない、再構築する。</p> <p>2. 上部工形式は、架設が容易で工期が短く重量の軽いものを、経済性を加味して選択する。</p>

損傷橋梁の現状、損傷原因、対策

ハク-7 2-2 上部工、橋台の部分損傷	
現 状	<p>No.4 Prek Ta Sun A 1 橋台の両外桁部付近が損傷しており、橋台、桁および床版に被害が及んでいる。</p> <p>No.23 Kompong Prasath A 2 橋台の両外桁部付近が損傷しており、橋台、桁および床版に被害が及んでいる。</p>
写 真	 <p style="text-align: right;">No.4 Prek Ta Sun橋</p>
原 因	<p>1. 橋台が爆破されたが、落橋は免れた。</p>
対策案	<p>1. 上部工、下部工を部分補修する。</p>

