

国際協力事業団
カンボディア国
通信・運輸・郵政省

チュルイ・チョンバー橋復旧計画

基本設計調査報告書

平成 4 年 11 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

国際協力事業団
カンボディア国
チュルイ・チョンバー橋復旧計画基本設計調査報告書

平成 4 年 11 月

109
61.5
GRS

LIBRARY

CA77
N-10

無調二
92-150

JICA LIBRARY



1104262191

24906

国際協力事業団

カンボディア国

通信・運輸・郵政省

チュルイ・チョンバー橋復旧計画

基本設計調査報告書

平成4年11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



国際協力事業団

24906

序 文

日本国政府は、カンボディア国政府の要請に基づき、同国のチュルイ・チョンバー橋復旧計画にかかる基本設計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4月5日から5月26日まで、外務省 経済協力局 無償資金協力課 首席事務官 横井 裕氏を団長とし、建設省、本州四国連絡橋公団、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、第1次基本設計調査団を、また、平成4年7月12日より8月2日まで、建設省 土木研究所 構造橋梁部長の藤原 稔氏を団長とし、本州四国連絡橋公団、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、第2次基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、カンボディア国政府関係者と協議を行なうとともに、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4年9月21日から9月30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者各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年11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、カンボディア国におけるチュルイ・チョンバー橋復旧計画 基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

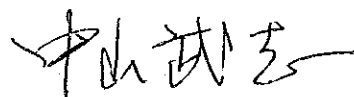
本調査は、貴事業団との契約により、弊社が平成4年3月30日より平成4年11月30日までの8ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、カンボディア国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

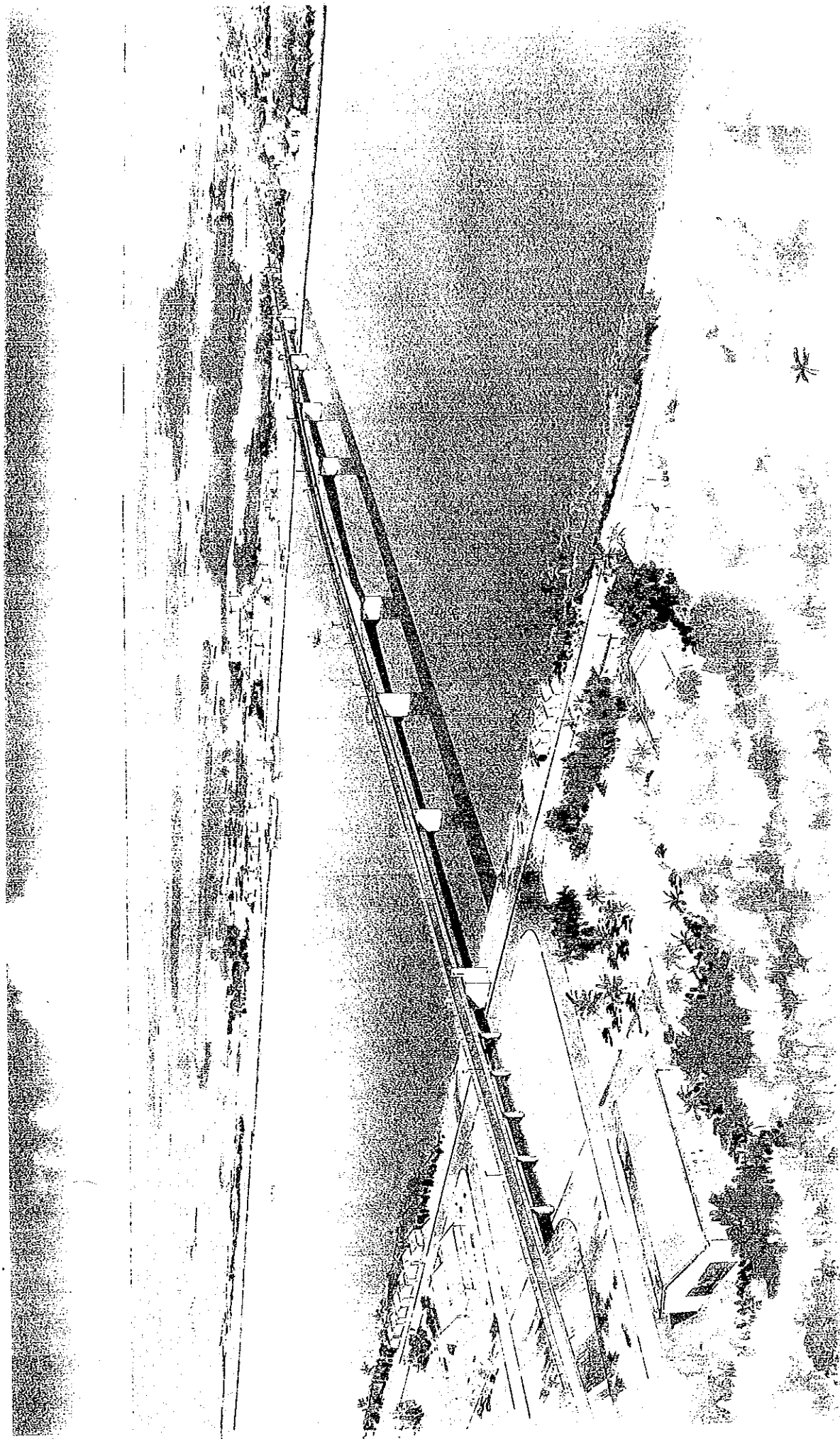
なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省、建設省、本州四国連絡橋公団関係者には多大のご理解ならびにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、カンボディア国においては、外務省、交通・運輸・郵政省の関係者、在カンボディア日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

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。

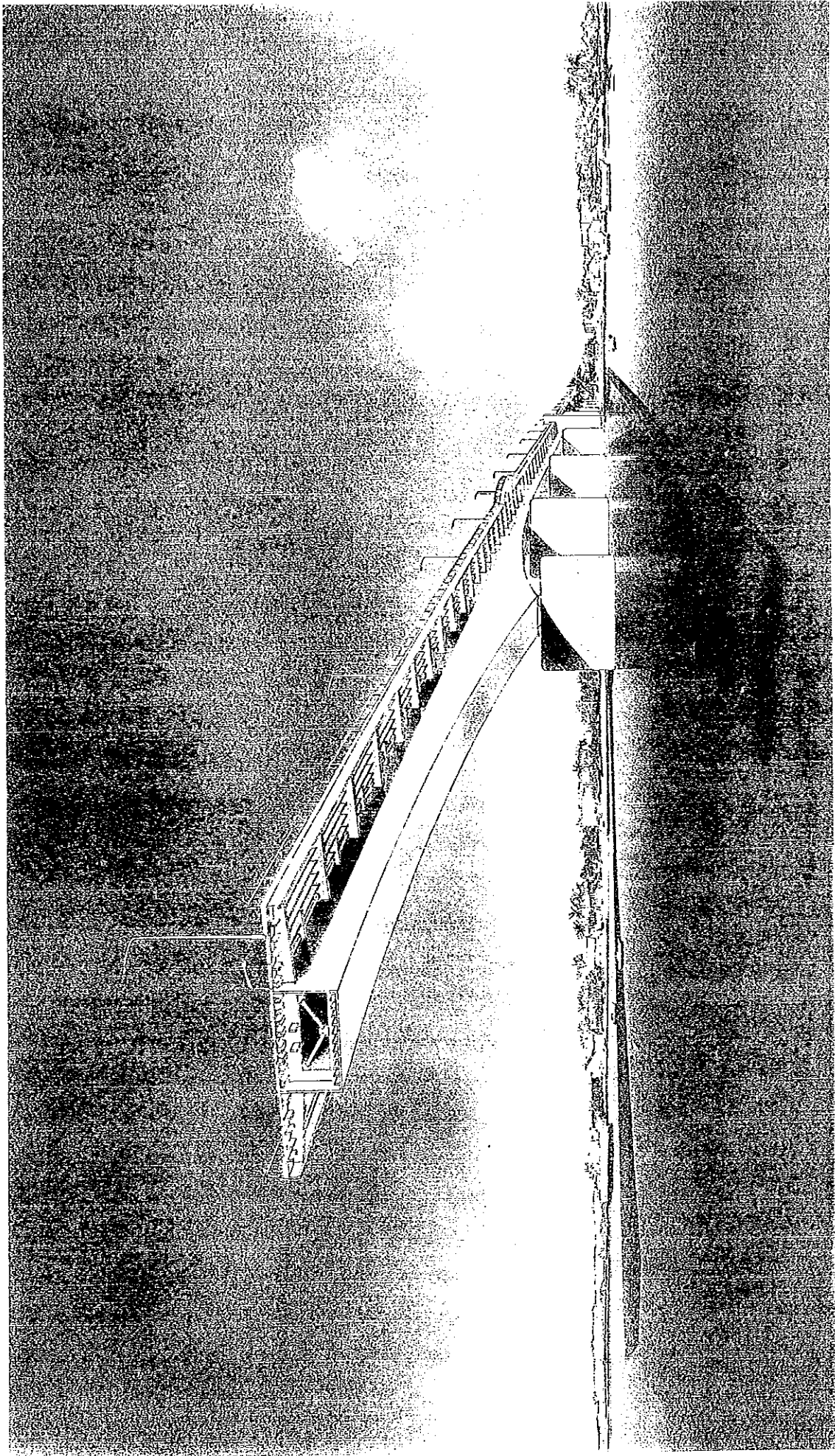
平成4年11月

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
チュルイ・チョンバー橋復旧計画
基本設計調査団
業務主任 中山 武志

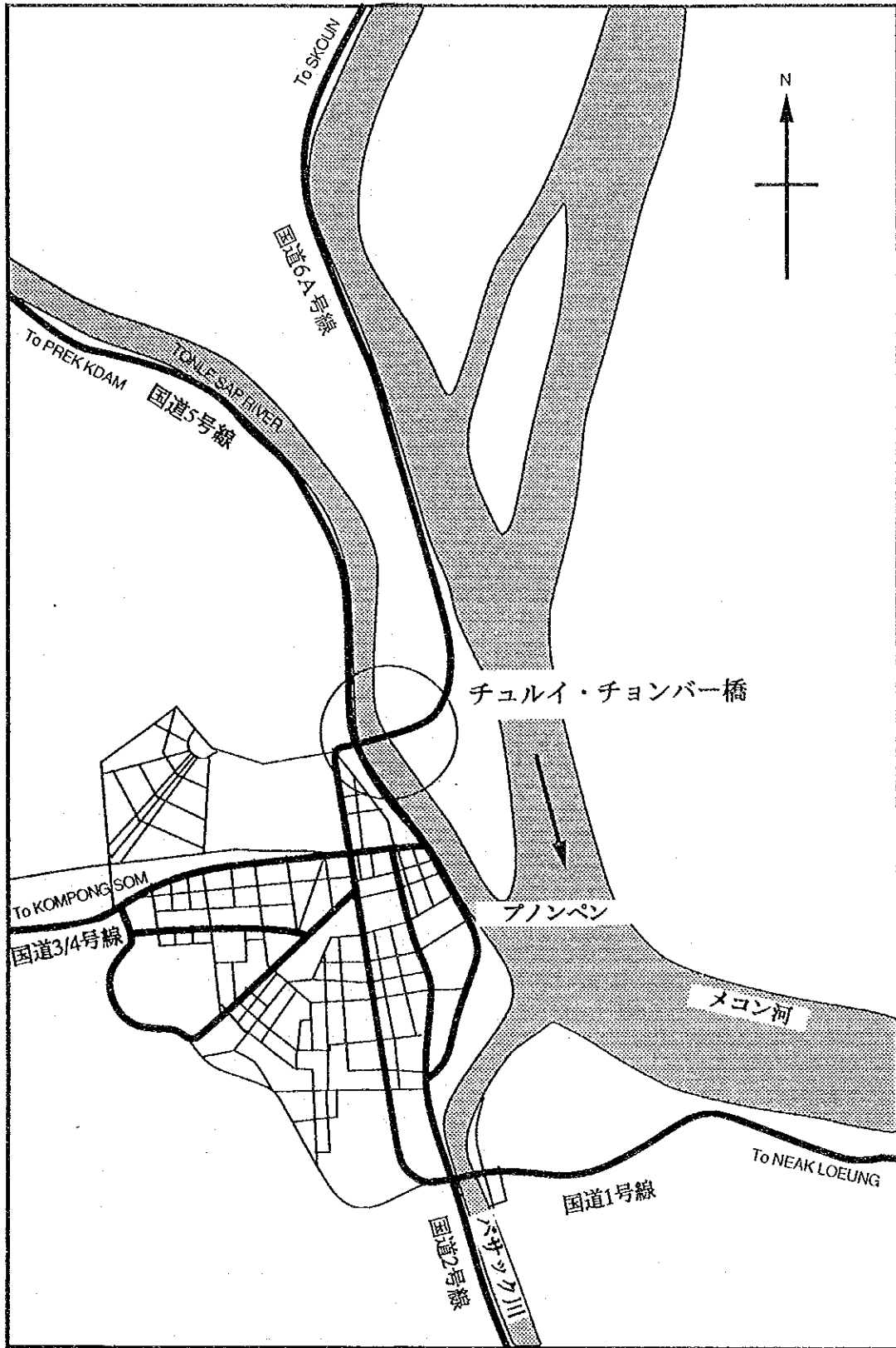




チュルイ・チョンパー橋完成予想図



チュルイ・チョンバー橋設計概念図



プロジェクト位置図

要 約

要 約

カンボディアは、インドシナ半島の北緯10度～15度、東経102度～108度に位置し、その東部をベトナム、北部をラオスに接し、南部をタイ湾に面している。人口は約892万人（1991年推定）、国土面積は181,035km²である。その首都プノンペン市は、カンボディア中央平野南部のトンレサップ川とメコン河の合流部西側に位置し、人口は80万人～100万人と推定されている。

本計画の対象であるチュルイ・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もので、プノンペン市とカンボディア東北部のメコン河沿いの豊かな農耕地域へ通じる道路（国道6A号線、6号および7号）を結ぶ唯一の橋梁で、重要な交通の拠点であった。しかし、1972年に内戦により破壊されて以来、これら地域へ向かう車両は、トンレサップ川をプノンペンから北部30km地点のカーフェリーにて渡らなければならなくなっている。また、人と小型自動車、オートバイ等は、本橋の近くで運航する小型の渡し船にて渡らなければならない状況となっている。

本橋梁は、プノンペン市と上記道路を結ぶ最重要地点として、また、プノンペン市内でも今後の発展地域として期待されているトンレサップ川左岸地域への市内との連結点として位置付けられている。完成後は、日交通量約5,000台が想定され、近郊開発ポテンシャルの増大、経済復興に大きく寄与するものである。このため、本橋の復旧は、内戦後の国内復旧を急ぐカンボディア国にとって、緊急の課題となっている。

また、本橋はプノンペン市の中心部の近くに位置し、多くの市民に長年にわたり通称「日本橋」と親しまれてきたものであり、この橋の再建はプノンペン市民全体の悲願ともいわれている。

このような背景のもと、同国政府より日本国政府に対し、同橋梁の復旧のための無償資金協力の要請が出された。

これを受けた日本国政府は、同橋の復旧についての基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団（JICA）が、平成4年4月5日から同年5月26日および平成4年7月12日から同年8月2日に、2度の基本設計調査団を現地に派遣した。調査団は、カンボディア国政府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、国道5、6号線の交通状況、チュルイ・チョンバー橋の損傷状況、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、同橋の復旧の可能性、妥当性を検討し、復旧部分の橋梁型式、支間割等についての基本設計を行なった。

調査の結果、チュルイ・チョンバー橋の全長709mのうち、落橋区間265mを除く444mは、ほとんど無傷に近い形で残存していることが明かとなった。落橋した3径間連続鋼床版鋼箱桁橋に隣接して残存する橋梁は部分的な補修にて再使用が可能であり、落橋部分については以下の諸元で復旧を行なうものとした。

上部工型式	:	3径間連続鋼床版鋼箱桁
幅員構成	:	車道幅 7.0m (3.5m×2) 歩道幅 2.2m (1.1m×2) 自転車道幅 3.8m (1.9m×2) 有効総幅員 13.0m
支間割、橋長	:	65m+135m+65m=265m
架設方法	:	大ブロックによる一括架設工法
下部工	:	鋼管矢板井筒基礎 2基

なお、再使用する残存橋梁、および土工部における損傷の主たるものは塗装、舗装等であるが、これらは補修によりその機能を回復させるものとした。

これらの内容は、ドラフト・ファイナルレポートにとりまとめられ、JICAは、平成4年9月21日から同年9月30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なった。

本計画の実施は、第1期工事として落橋部の復旧、第2期工事として残存橋梁および土工部の補修に分けられる。本計画の実施に必要な概算事業費は、1期工事2,794百万円、2期工事201百万円、総額2,995百万円と見込まれる。

本計画の実施に必要な工程は次のとおりである。

日本国政府とカンボディア国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、建設工事となるが、工事期間は、1期工事に12ヶ月、2期工事に7ヶ月を予定する。

チュルイ・チョンバー橋は、一部落橋しているため、この20年間アクセス道路の6A号線とともに使われることなく放置されてきた。このため、落橋区間265mを復旧することは、橋梁全体の活用のみならず、6A号線の再生につながることとなり、これにより、プノンペン市と国道6号線、7号線およびトンレサップ川左岸は連結され、地域交通、経済の発展に大きく寄与することとなる。より具体的には、以下の効果が期待される。

- ・ 国道6 A号線の復旧の促進、および、これの復旧後におけるブノンペン市と国道6号線、7号線間の交通の確保
- ・ ブノンペン市およびトンレサップ川左岸の発展促進
- ・ ブノンペン港の活性化
- ・ 水道、電気、電話の橋梁添架による地域住民生活の向上
- ・ 雇用機会の提供および社会の安定化の促進
- ・ 本計画の実施に従事することによる建設技術者の育成促進

本計画によって建設、補修される橋梁の維持管理については、事業実施機関である交通運輸郵政省の道路橋梁局により行なわれるが、これについては、予算的にも技術的にも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高く、その早期実現が望まれる。また、本計画に接続する国道6 A号線の復旧は、本計画の効果と密接な関係にあり、本橋梁の復旧とあわせて早期に復旧されることが望まれる。

目 次

序 文

伝達状

チュルイ・チョンパー橋完成予想図

チュルイ・チョンパー橋設計概念図

プロジェクト位置図

要 約

	頁
第1章 緒 論	1- 1
第2章 計画の背景	2- 1
2.1 カンボディア国の概要	2- 1
2.1.1 国家と人口	2- 1
2.1.2 国家経済	2- 2
2.1.3 行政制度	2- 4
2.2 調査対象地域の運輸・交通概況	2- 5
2.3 関連計画の概要	2- 8
2.3.1 国家開発計画	2- 8
2.3.2 道路整備計画	2- 9
2.4 要請の経緯と内容	2-10
2.4.1 要請の経緯	2-10
2.4.2 要請の内容	2-10
第3章 計画地の概要	3- 1
3.1 計画地の位置および社会・経済事情	3- 1
3.2 自然条件	3- 3
3.2.1 計画地の気象と地形	3- 3
3.2.2 計画地の河川状況	3- 3
3.2.3 計画地の地質概要	3- 7
3.3 計画地の道路・交通状況	3-18
3.4 橋梁部および土工部の損傷状況	3-24

	頁
第4章 計画の内容	4-1
4.1 目的	4-1
4.2 要請内容の検討	4-1
4.2.1 計画の妥当性、必要性の検討	4-1
4.2.2 実施・運営計画の検討	4-2
4.2.3 類似計画および国際機関等の 援助計画との関係・重複等の検討	4-7
4.2.4 復旧計画の検討	4-8
4.2.5 技術協力の必要性	4-8
4.3 チュルイ・チョンバー橋復旧計画の概要	4-9
4.3.1 落橋区間の復旧計画	4-9
4.3.2 既設橋梁および土工部の復旧	4-16
4.3.3 維持管理計画	4-17
4.3.4 残存橋梁の詳細調査	4-19
第5章 基本設計	5-1
5.1 設計方針	5-1
5.2 設計条件の検討	5-2
5.2.1 道路幾何構造設計基準	5-2
5.2.2 下部構造設計基準	5-3
5.2.3 上部工設計基準	5-5
5.3 基本設計	5-10
5.3.1 上部工形式の選定	5-10
5.3.2 下部工形式の選定	5-12
5.3.3 上部工基本設計	5-14
5.3.4 下部工基本設計	5-20
5.3.5 基本設計図	5-23
5.3.6 道路基本設計	5-29
5.4 施工計画	5-33
5.4.1 施工方針	5-33
5.4.2 施工計画	5-33
5.4.3 建設事情および施工上の留意事項	5-35
5.4.4 実施設計および施工監理計画	5-41
5.4.5 資機材調達業務	5-42
5.4.6 実施工程	5-44
5.4.7 概算事業費	5-46

	頁
第6章 事業の効果と結論	6-1
6.1 事業の効果	6-1
6.2 結 論	6-2

添付資料リスト

- 添付資料－1 調査団氏名
- 添付資料－2 調査日程
- 添付資料－3 相手国関係者リスト
- 添付資料－4 討議議事録
- 添付資料－5 橋梁損傷調査結果
- 添付資料－6 地形測量
- 添付資料－7 国道6A号線の概略復旧計画

図リスト

		頁
図-2-1	カンボディア国政府機構	2-4
図-2-2	カンボディア国主要国道網	2-6
図-3-1	プロジェクトサイトおよび関連インフラ位置図	3-2
図-3-2	プノンベン港における水位調査結果(1961-1974)	3-5
図-3-3	洪水地域および感潮影響範囲	3-6
図-3-4	地質断面図	3-10
図-3-5	コンシステンシー図	3-15
図-3-6	自然含水比と液性限界比重との関係	3-16
図-3-7	粒度組成曲線	3-17
図-3-8	プノンベン市および周辺地域の道路網	3-19
図-4-1	通信運輸郵政省の組織	4-2
図-4-2	道路・橋梁局の組織図	4-5
図-4-3	復旧計画図	4-10
図-4-4	現況および架け替え橋梁一般図	4-11
図-4-5	残存橋脚構造図	4-14
図-5-1	上部工一般図	5-15
図-5-2	標準断面図	5-16
図-5-3	縦リブ配置図	5-16
図-5-4	床板骨組み図	5-18
図-5-5	主桁骨組み図	5-18
図-5-6	主桁断面配置図	5-19
図-5-7	杭径比較のためのP4橋脚構造	5-22
図-5-8	全体一般図	5-24
図-5-9	上部工一般図	5-25
図-5-10	上部工標準断面図	5-26
図-5-11	P4橋脚構造図	5-27
図-5-12	P5橋脚構造図	5-28
図-5-13	旧橋図・計画図	5-30
図-5-14	橋梁部標準横断面図	5-31
図-5-15	土工部標準断面図	5-32

表リスト

		頁
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	カンボディア国の貿易収支	2- 3
表-2-4	外国からの援助の推移	2- 3
表-2-5	主要国道と延長	2- 5
表-2-6	道路整備計画	2- 9
表-3-1	粒度試験の結果	3-12
表-3-2	コンシステンシーの結果	3-13
表-3-3	活性度による粘土の分類	3-14
表-3-4	比重、湿潤密度、間隙比	3-14
表-3-5	交通量調査	3-18
表-3-6	渡し船による交通量	3-18
表-3-7	調査位置と深度およびコア採取状況	3-38
表-3-8	圧縮試験結果表	3-39
表-3-9	中性化試験結果表	3-40
表-4-1	交通機関の予算	4- 6
表-4-2	国道5号、6号線のメンテナンスコスト	4- 7
表-4-3	残存橋脚利用案と新規橋脚建設案の比較	4-13
表-4-4	残存橋脚安定計算結果	4-16
表-5-1	チュルイ・チョンパー橋構造形式の比較	5-11
表-5-2	下部工構造形式の比較	5-13
表-5-3	杭径比較	5-21
表-5-4	事業実施工程表	5-45

写真リスト

	頁
写真-3-1 チュルイ・チョンバー橋橋台背面盛土の沈下状況	3-30
写真-3-2 プノンベン側取付橋橋台前面石積の崩壊	3-30
写真-3-3 チュルイ・チョンバー側橋台前面の崩壊	3-31
写真-3-4 チュルイ・チョンバー側P8橋台支持層の侵食	3-32
写真-3-5 柱式橋脚付け根部コンクリートのクラック	3-32
写真-3-6 ブラケットの錆の状況	3-33
写真-3-7 既設鋼箱桁内部下フランジおよびリブの錆	3-33
写真-3-8 既設鋼箱桁内部連結部のボルトの盗難による損失	3-34
写真-3-9 コンクリート桁橋梁伸縮継ぎ手	3-34
写真-3-10 鋼箱桁橋梁伸縮継ぎ手	3-34
写真-3-11 車道部舗装の劣化	3-35
写真-3-12 高欄ポストの腐食	3-35
写真-3-13 P1橋台上流側支承の状況	3-36
写真-3-14 P8橋台上流側支承の状況	3-36
写真-3-15 P7橋脚ロッカー支承の状況	3-37
写真-3-16 チュルイ・チョンバー橋現況写真	3-37

略語リスト

B.P.	Beginning Point
Br.	Bridge
cm	Centimeter
EIV	Economic Intelligent Unit
E.P.	Ending Point
FMS	Finite Strip Method
GDP	Gross Domestic Product
GNP	Gross National Product
Gs	Specific Gravity
JICA	Japan International Cooperation Agency
kg/cm ²	Kilogram per Square-centimeter
kg/cm ³	Kilogram per Cubic-centimeter
t/m ²	Ton per Square-meter
km,KM	Kilometer
kw	Kilowatt
lit	Liter
MCTP	Organization of the Ministry of Communication, Transport and Post
m,sq.m,cu.m	Meter,Square-meter,Cubic-meter
mm	Millimeter
m/s	Meter per Second
m ³ /hr	Cubic-meter per Hour
PUC	Passenger Car Unit
PS	Horse-power
RBD	Road and Bridge Department
veh	Vehicle
WL	Liquid Limit
Wn	Natural Water Content

第 1 章 緒 論

第1章 緒論

カンボディア国は、プノンベン市内におけるチュルイ・チョンバー橋復旧について、無償資金協力を日本政府に要請した。日本国政府は、カンボディア国政府の要請をもとに、上記についての基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が平成4年4月5日から同年5月26日（第1次調査）、および平成4年7月12日から同年8月2日（第2次調査）の2度にわたり、基本設計調査団をカンボディア国に派遣した。

本調査の目的は、上記計画に関するカンボディア政府要請の具体的内容および背景を把握し、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計画案を選定し、その基本設計を行なうものである。また、本橋梁と国道6号線との接続は、全長4.2kmの6A号線により行なわれているが、これも内戦による爆破等により、橋梁部、土工部が各所により切断されている。チュルイ・チョンバー橋復旧の効果を上げるためには、この6A号線の機能回復が重要な要素となる。このため本調査においては、この6A号線の復旧計画についての検討も行なった。

基本設計調査団は、カンボディア国政府関係機関からチュルイ・チョンバー橋の現況について聴取し、協議、資料収集等を通じて要請の内容を把握したほか、下記の現地調査を実施した。

第1次調査

- ・ 本計画の技術的検討のため、プロジェクトサイトの安全面の確認、国道5、6号線の交通状況調査、国道6A号線の道路状況調査およびチュルイ・チョンバー橋の損傷程度調査、地質調査および交通状況把握のため交通量調査。
- ・ 国道3、4号線、プノンベン港およびメコン川の資機材輸送路として使用可能性調査。
- ・ 採石場の位置および採取可能量の調査。
- ・ 本計画の工事実施体制の調査

第2次調査

- ・ 落橋区間の橋梁修復計画策定、および現存橋梁の補修計画策定のための調査
- ・ 地形測量、地質調査、水文調査、計画地の調査
- ・ 建設関連調査
 - － タイ国における鋼橋の製作能力に関する調査
 - － 建設資機材調達状況に関する調査
 - － 建設労務、資機材価格調査
 - － 建設資機材輸送方法に関する調査
 - － 製作ヤードに関する調査

帰国後の国内作業の後、平成4年9月21日から9月30日において調査報告書案の現地説明を経て、同調査団は、本「基本設計調査報告書」を作成した。

なお、調査団の構成、調査日程、相手国関係者リスト、討議議事録等は巻末に添付されている。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 カンボディア国の概要

2.1.1 国家と人口

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、東部をベトナム、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。国土は181,035㎏の面積（北海道の約2倍に当る）に人口892万人（1991年推計）を有し、人口の95%はクメール族である。人口増加率は1981年から1988年平均で年2.3%であるが、1989年以後は表-2-1に示すように年2.8.%が見込まれている。

首都プノンペン、トンレサップ川とメコン河の合流部の西側に位置し、人口は80万人～100万人と推定されている。気候は熱帯モンスーン型、年間平均気温27.4℃、湿度80%で、雨季は6月から10月、乾季は11月から5月である。地形は国境に添って標高1,000m～1,500mの山脈が連なり、北部にダンレック山脈、東部にダルラック山地（最高峰海拔2,743m）、西部にカルダモン、エレファント山脈に囲まれているが、中央部に国土の4分の3を占める海拔10m～30mの中央平野が広がっている。中央平野の西部の最も低い部分がトンレサップ湖となっており、周辺の山地から川が流れ込み、南部からトンレサップ川として流出し、メコン河と合流する。メコン河はプノンペンから350km下り、途中ベトナム領を通過して南シナ海に注いでいる。

中国、ラオス領を流下してカンボディアに入るメコン河は、流域80万㎏、延長4千kmを有する大河で、雨季の増水期（高水位は9月～10月に生じる）に氾濫し下流地域に洪水をもたらすとともに、トンレサップ川とメコン河との合流地点から逆流しトンレサップ湖を乾季の約7倍に拡大させる。

表-2-1 カンボディアの人口推移

年	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、E I Uレポート参照

2.1.2 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は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許可された。1989年には土地の所有・相続も法的に認められた。一方、外国からの投資も許可され国営企業の民営化も始まった。

カンボディアは経済レベルとしては最貧国に属している。人口一人当りのGDPは、1960年代は隣国タイが\$150に対しカンボディアは\$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と大幅に遅れた。主要産業は農林水産業であり、鉱物資源は乏しい。1986年から経済社会復旧発展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、更に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。表-2-2は主要農産物の生産指標を示す。

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	—
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

カンボディア政府は、貿易活動に意欲的態度を示し、1989年からコンボンソム国際港を西側諸国に解放した。その結果、政府間貿易の主要相手国だったベトナム、ラオス、旧ソ連その他社会主義諸国から日本、インド、シンガポール、タイ、フランス等非社会主義諸国の民間機関との間の交易が伸びている。また、隣接国のタイやシンガポールとは国境経由の非公式通商が盛んで、これらの物資の流入で商業活動が潤っている。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ある。表-2-3はカンボディアの貿易収支を示している。

表-2-3 カンボディアの貿易収支

	1987	1988	1989	1990
東欧社会主義圏				
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
非東欧社会主義圏				
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 (Economic Interigent Unit、英国) レポート

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%は税収で、40%は国营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%は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-2-4に示すとおりである。

表-2-4 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
(社会主義圏)	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
ネーザランドン	0.2	0.6	0.2	0.2	0.5	1.0
ノルウェー	-	0.1	-	0.1	-	-
スウェーデン	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 連	0.3	0.3	0.4	0.2	3.4	0.6
国 計	8.4	6.8	7.1	5.0	5.4	5.4
無 償	109.1	122.3	188.4	198.4	210.5	24.7
有 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 (Economic Interigent Unit、英国) レポート

2.1.3 行政制度

カンボディア国行政機構は、カンボディアを代表する機関である国家評議会のもとに立法機関である国民議会と行政機関である閣僚評議会がある。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はカンボディア国政府機構図を示す。

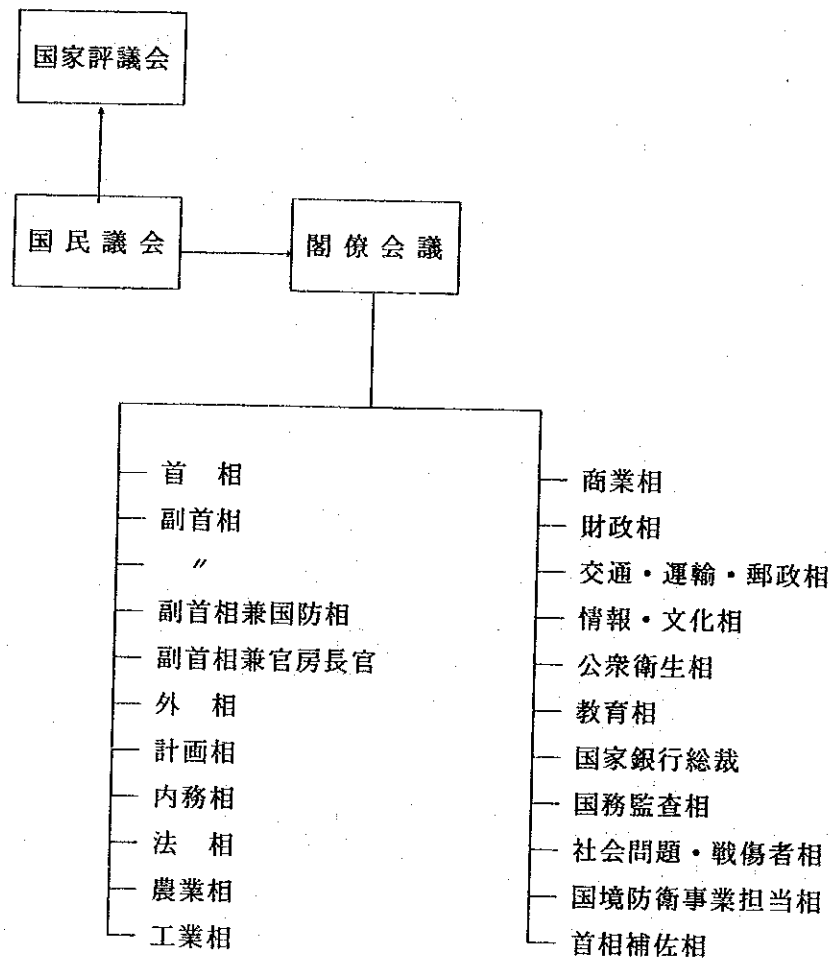


図-2-1 カンボディア国政府機構

2.2 調査対象地域の運輸・交通概況

(1) 陸 運

国内交通路としては道路の重要度が高い。基幹道路としてはプノンペンを中心に国内各方面に放射状に走る1～7号の国道がある。また、これら主要国道から分岐して諸地方を結ぶ国道がある。国道、州道を含めた道路全長は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、砂利道路は3,080kmである。主要国道は次の通り。

(Fig2-2参照)

表-2-5 主要国道と延長

国道名	ル ー ト	延 長 (km)	備 考
1号線	プノンペン-スワーイリエン-ベトナム国境	167	ネアクルンフェリー (メコン河)
2号線	プノンペン-ターケオ-ベトナム国境	120	
3号線	プノンペン-カンボート-ヴィールクン	202	終点4車線
4号線	プノンペン-コンボンソム	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 (トンレサップ川)
6A号線	チュルイ・チョンバー-チュンチュリック	44	始点5号線 (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-ベトナム国境	179	始点6号線 トンレベットフェリ (メコン河)
13号線	スヌオル-克蘭テェ-ラオス国境	300	始点7号線

鉄道は単線で、プノンペンからタイ国境のポイペートに至る鉄道385kmならびにプノンペン～コンボンソム間鉄道270kmがある。87年8月首都プノンペンとベトナムのホーチミン市を結ぶバス路線が開通、両国観光協力 (特にアンコールワット観光) も開始された。

(2) 水 運

海洋につながる内河港としてプノンペン港をもち、主要海港としてコンボンソム港、リアム港をもち、プノンペン港はメコンを約350km遡行するトンレサップ川右岸にある。コンボンサム港は以前に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、ソ連の援助で港の整備、能力の拡大が行なわれた。82年初めまでに2埠頭、4停泊場を設備し、ソ連はその後軍港としての同港の機能強化を促進したと伝えられる。3万t級の船舶の停泊が可能と報じられている。

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ベトナムのホーチミン市下流からプノンペンにいたり、更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。

(3) 航 空

国際空港としてプノンペンのポチェントン空港、シエムリアプ空港をもち、国内空港としてバタンバーン・ベンチャク、リアウ・コンボンソム、ストゥントゥラエンその他小飛行場をもっている。航空業務はカンプチ民間航空(Akaschar Kampuchea=Kampuchean Civil Aviation Agency)が担当している。現在、外国航空機乗り入れについてはバンコク航空、シンガポール航空、フィリピン航空、マレーシア航空、ベトナム航空、ラオス、旧ソ連、ポーランドが行なっている。

最近になって、タイ航空およびタイ・カンボディア合併のSK航空が定期運航を開始した。

2.3 関連計画の概要

2.3.1 国家開発計画

建国初の長期経済開発計画として、第1次5ヶ年計画（1986～1990）を86年1月より開始した。主な内容は次の通り。

- 1) 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人当りの年初保有量を350kgとする。木材20万 m^3 、漁獲13万tを達成する。ジュートの植付総面積を1万5,000haとする。
- 2) 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tを生産する。同時に総面積8,000～1万haの新ゴム園の造成を行なう。
- 3) 現存の工業生産能力を選択的に復旧することに努め、国情に合わせて中・小規模の新工業企業を段階的に建設する。1990年の電力生産は3億kwhとする。
- 4) 輸出と節約に努める。
- 5) 物資の分配、流通部門を早急に強化する。各種の商業部門を強化し、国家は主要産品、特に食糧、ゴム、主要農産物ならびに国营工場産の工業製品、輸入製品の購入、分配、受納、監督を行なう。国家と農民との間に購販関係を樹立し、強化する。
- 6) 建設投資は水利プロジェクト、交通・輸送、ゴム採取、商業・銀行部門などの基幹産業部門の再建に集中させ、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を優先的に進める。

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。

- 1) 米を主体とする農業新興と工業化
- 2) 近代化による労働生産性の向上と市場経済への移行
- 3) 外国企業の直接投資と合併事業の開放および観光振興、外国貿易の拡大
- 4) 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・チョンバー橋修復計画、コンボンソム／プノンペン港改修計画、鉄道／国道リハビリテーションなどが含まれている。

2.3.2 道路整備計画

現在実施中、あるいは計画中の道路整備プロジェクトは、以下のとおりである。

表-2-6 道路整備計画

区 間	延 長 (km)	内 容
1. 国道5号線		
ポイペートーシーソボン間	48	タイの援助により地雷の撤去と道路復旧を実施中。 総額144百万バーツ 2橋梁の復旧はイギリス
シーソボンーバタンバーン	68	スウェーデンの援助により国連が地雷の撤去と道路・ 橋梁復旧
バタンバーンーブノンペン	80-100	国連により地雷の撤去と道路・橋梁復旧 総額12百万ドル
橋梁復旧プロジェクト		オーストラリアにより橋梁下の地雷の撤去と橋梁資材 の提供
2. 国道6号線		
シーソボンーシュムリアブ		道路橋梁復旧計画
シーソボンーバンティ・チュ マー	60	米国により地雷の撤去と道路・橋梁復旧 総額1百万ドル 1992年7月完成予定
(注) 中国が工兵隊400名を派遣し国道6号線の復旧に当ると発表されている。		
3. 国道3号線		
ブノンペンーカンポート		洪水被害のあった橋梁の復旧
4. 国道4号線		
ブノンペンーコンボンソム		ボトルネックとなっている橋梁の改修

2.4 要請の経緯と内容

2.4.1 要請の経緯

チュルイ・チョンバー橋は、日本の戦後賠償の一環として供与された鋼材により、プノンペン市北部にてトンレサップ川を横断する橋長709mの橋として1963年に開通した。カンボディア政府はこの架橋に合わせて国道6A号線をトンレサップ川左岸に建設し、豊かな農耕地であるプノンペン東北部9州へアクセスしている国道6号、7号、13号へ直接連絡できるようにした。しかし、内戦中の1972年に爆弾により中央3径間が破壊され現在まで放置されたままとされている。本橋は、プノンペンから直接国道6号、7号を結ぶ交通網の最重要地点に位置しており、また今後のプノンペン市の発展地域として位置付けされているトンレサップ川左岸への連結点に位置しているため、カンボディア復興計画の最優先プロジェクトのひとつとなっている。

このため、同国にとってチュルイ・チョンバー橋の機能回復は緊急課題となっており、同国暫定政府より日本政府に対して無償資金協力の要請が出された。

2.4.2 要請の内容

復旧要請のなされているチュルイ・チョンバー橋の具体的内容は下記のとおりである。

1) 橋	長	:	709m (落橋部分265m)
2) 上部工	:	鋼箱桁橋	
3) 橋脚	:	コンクリート脚	
4) 基礎	:	直接基礎	
5) 車線数	:	車道2車線、自転車道、歩行者道	
6) 橋梁幅員	:	車道	$3.5 \times 2 = 7.0\text{m}$
		自転車道	$1.9 \times 2 = 3.8\text{m}$
		歩行者道	$1.1 \times 2 = 2.2\text{m}$
		計	13.0m

第3章 計画地の概要

第3章 計画地の概要

3.1 計画地の位置および社会・経済事情

チュルイ・チョンバー橋は、メコン河の合流地点よりトンレサップ川の上流約2 km 地点のプノンペンの東北部に位置している。(図-3-1参照)

首都プノンペンにはトンレサップ川とメコン河の合流点の西側に位置し、地形は平坦である。プノンペンは1434年、中国雲南省方面から南下し強大となったタイ族の王国シャムに侵略されアンコールの都を放棄して以来、クメール王朝から現在まで国の都として位置している。1884年以後フランスの植民地政策を受け、1945年日本軍の仏印処理により一時独立宣言をしたが、完全独立を達成したのは1953年である。首都プノンペンは、現在人口80万人以上をかかえ、社会の安定が進むにつれ、めざましい復興事業が進んでおり、首都への人口流入、車両の増加(特にモーターバイクの増加率はラオス、ベトナムより多いといわれている)、外貨の導入による建設計画等が進められている。一方、国連中心の難民帰還計画が進められ、市内には国連関係者が次々集結しつつある。

プノンペン市の対岸のトンレサップ川左岸道路(国道6 A号線)沿いには現在約6万人が住んでいるが、内戦が始まる前には2倍程度の人口があったといわれている。プノンペンの経済が拡大するに伴い、この地域は近郊農業を主体に経済発展のスピードを加速している。

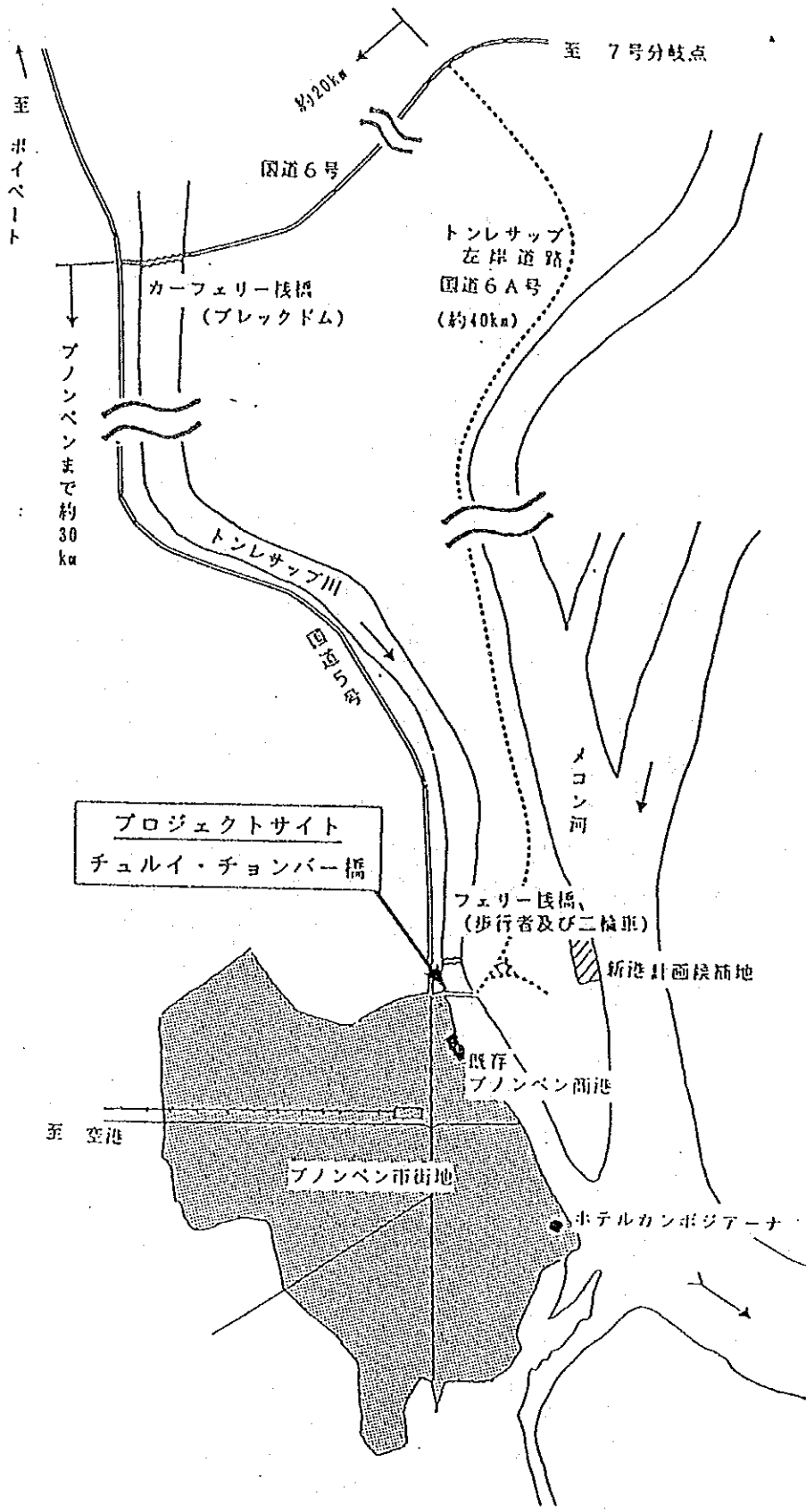


図3-1 プロジェクトサイトおよび関連インフラ位置図

3.2 自然条件

3.2.1 計画地の気象と地形

計画地の気候は熱帯モンスーン型で高温多湿であり、季節は11月～4月の乾期と5月～10月の雨期とに分かれる。さらに乾期は比較的涼しい11月～2月と暑い3月～5月とに分けられる。

降水量は周辺の山地に多く、中央平原は少ないため植生は周辺山地に密林がある他は、灌木と草原の混在するサバンナとなっている。しかし、中央平原は当国第一の農業地域である。ちなみに、プノンペンにおける平均気温、降水量は下表のようになっている。

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。

プノンペンの平均気温表および降水量

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均気温	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	9	8	28	73	146	129	129	147	231	250	134	36

本計画地であるプノンペン市は、カンボディア中央平原の南部、メコン河とトンレサップ川の合流地に位置し、標高約12mの平坦な地形である。チュルイ・チョンバー橋の架橋地点はこの平坦な地形に位置し、架橋地点の右岸側はプノンペン市の市街地であり、左岸側は農作地帯となっている。

3.2.2 計画地の河川状況

チュルイ・チョンバー橋のかかるトンレサップ川はトンレサップ湖の南端よりメコン河との合流点までの約100kmの間を南北に流れる幅約500m～1,000mの河川である。架橋地点の下流約2kmでメコン河と合流し、メコン河はこれより約350kmメコン平野を南下し、南シナ海へ通じている。

架橋地点の河川はほぼ南北に直線で川幅は約500m、河床の標高は平均-8mである。水位は各年平均で最低水位約2m、最高水位約11mである。最低水位は5月に発生し、雨期が始まると川の水はメコン河の合流地点より北上しトンレサップ湖に向かう。そして、雨期の終わりの10月に最高水位に達し、その後河川の水はトンレサップ湖よりメコン河に向かい南下する。流速は北流時1最大で約1.5m/s、南流時の最大で約3.0mといわれている(図-3-2参照)。増水期には図3-3に示すようにメコン河が氾濫し、トンレサップ左岸を含む広大な洪水地域が発生する。

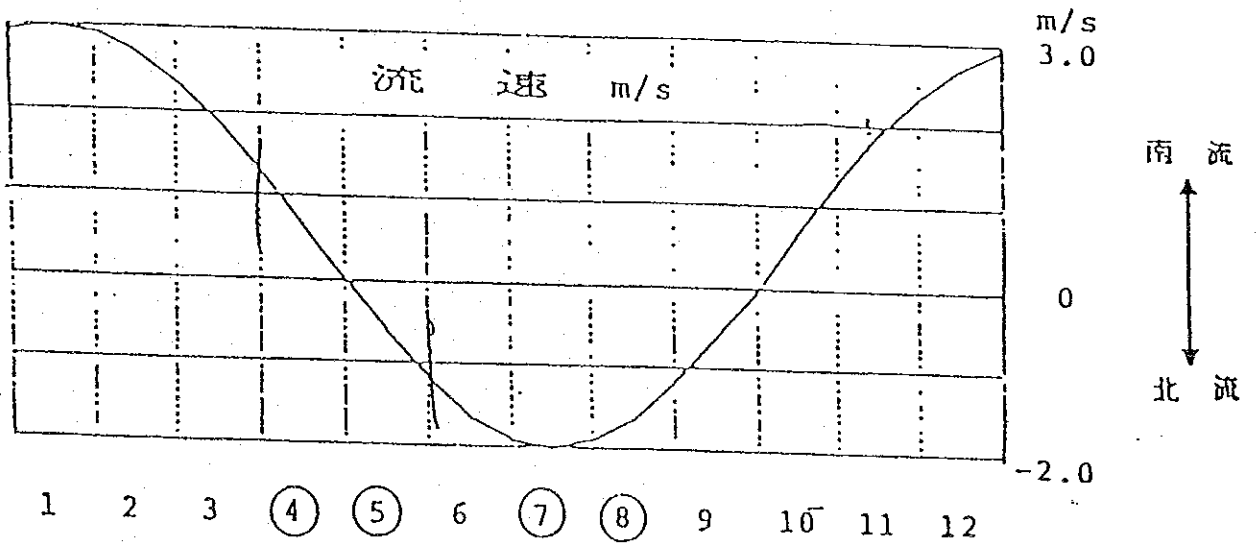
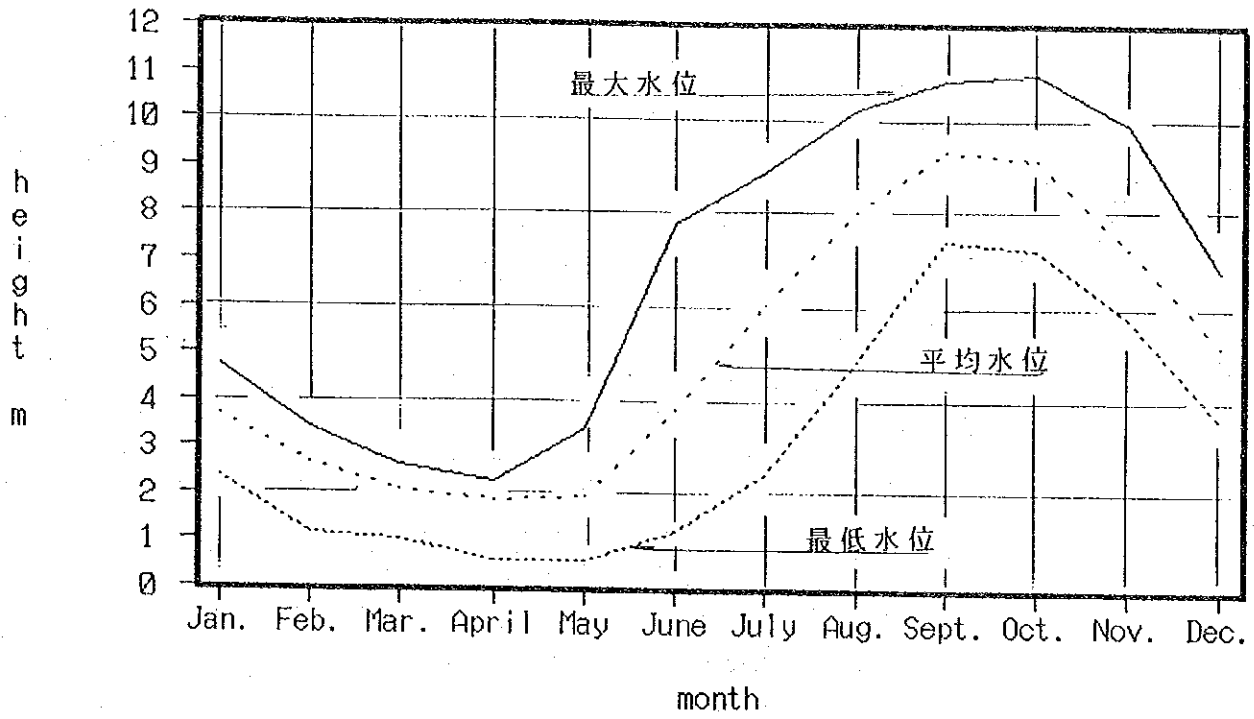


図-3-2 プノンペン港における水位調査結果 (1961~1974)
(プノンペン港湾局資料)

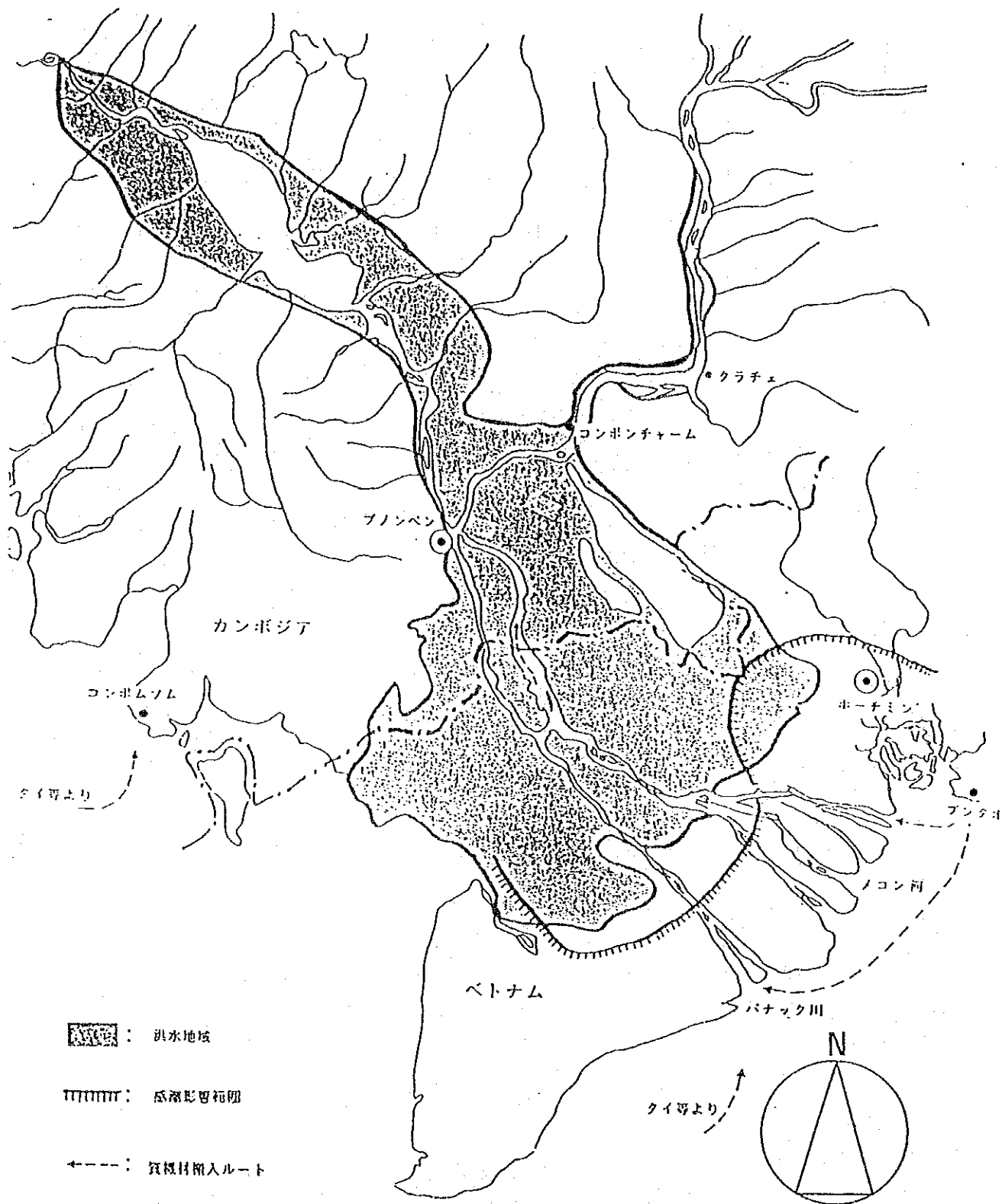


図-3-3

洪水地域および感潮影響範囲

3.2.3 計画地の地質概要

(1) 調査の概要

本調査は同上橋梁復旧基本設計に必要な下部構造の基礎資料を得る目的で実施したもので、調査の対象は落橋部分265m間のプノンペン側からの橋脚No.P 3、P 4、P 5、P 6の4ヶ所は台船を使用して水上からの調査、残存橋脚部分はプノンペン側から橋脚No. P 1、P 2、P 8の3ヶ所で陸上での調査である。

機械ボーリング調査は、水上調査では中国製R-100型試錐機（ハンドフィーダ）、陸上の調査は旧ソ連製R式、C式兼用の試錐機を使用し、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、これとは別に打ち込み式のサンプラーで一部不攪乱試料を採取し同様に土質試験に供した。

この他、プノンペン側からP 1、P 2、P 4の3橋脚部でコンクリートコアボーリングを実施し、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、コンクリートの中性化試験を現地にて実施した。これら調査の内容は下記の通りである。

調査項目	水上調査	陸上調査	計
機械ボーリング調査	4ヶ所 64.09m	3ヶ所 76.2m	7ヶ所 140.29m
標準貫入試験	61回	59回	120回
試料採取	18試料	17試料	35試料
土質試験	18試料	17試料	35試料

(2) 地質の概要

調査地域一帯の地質は主に古生代および中生代の堆積岩類が広く分布しており、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地表を覆って広く分布している。調査地周辺では第四紀の堆積層は、洪積層および現世の沖積層が厚く堆積し、その層厚は20m以上に達している。それらの状況は図-3-4に示すほかその概要を以下に示す。

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	砂	細～中粒砂
中生代または古生代	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	

地質各説

1) 沖積層

— 粒性土層

本層は左岸側（ブノンペン側）で層厚12～17m、河床部で1～4m、左岸側（チュルイ・チョンバー側）20mの層厚を有し、茶褐色、緑灰色～暗灰色を呈するシルト質粘土、砂質粘土、シルト、砂質シルトおよび腐植質粘土により構成される。N値は両岸で3～10の範囲にあり、その相対程度は軟～中位一部堅である。

— 砂質土層

本層は粘性土層中にレンズ状に挟在する形態で分布する砂質土層で、緑灰色～暗灰色を呈する細粒～粗粒砂よりなる。層厚は1.5～2.3mの範囲である。N値は9～17の範囲にあり、その相対密度は緩～中位である。

2) 洪積層

本層は右岸側（ブノンペン側）に分布しその深度は15～22m以深で層厚は約6m以上である。この層は暗緑灰色を呈する細粒～粗粒砂で構成され、N値は43～78の範囲にあり相対密度は密～極密である。

3) 基盤岩

－ 風化粘土層

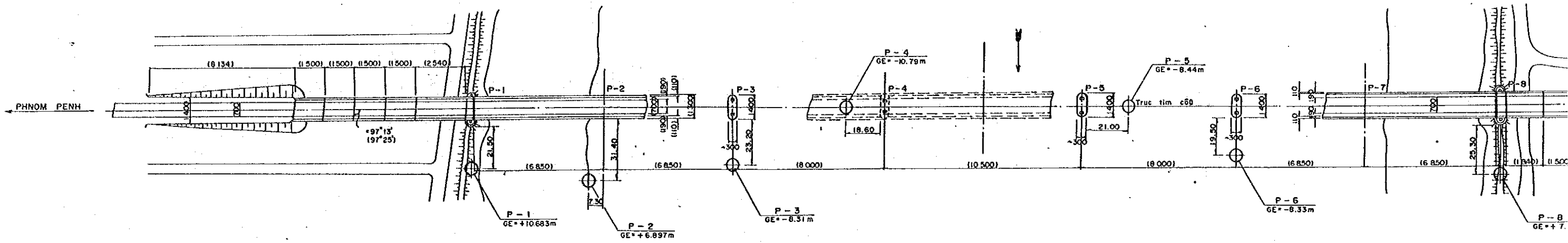
本層は当地区の基盤である砂岩、頁岩の風化によって生成された黄色～黄褐色を呈する硬質粘土層である。分布深度は標高－8～－12m以深で分布層厚は0～17mの範囲である。N値は10～45の範囲にあり、風化の程度に応じてその範囲は大きい。また本層中に白色の粘土（カオリン粘土）が挟在する。これは基盤岩である砂岩、頁岩中に挟在する脈岩の風化生成物である。

－ 砂岩層

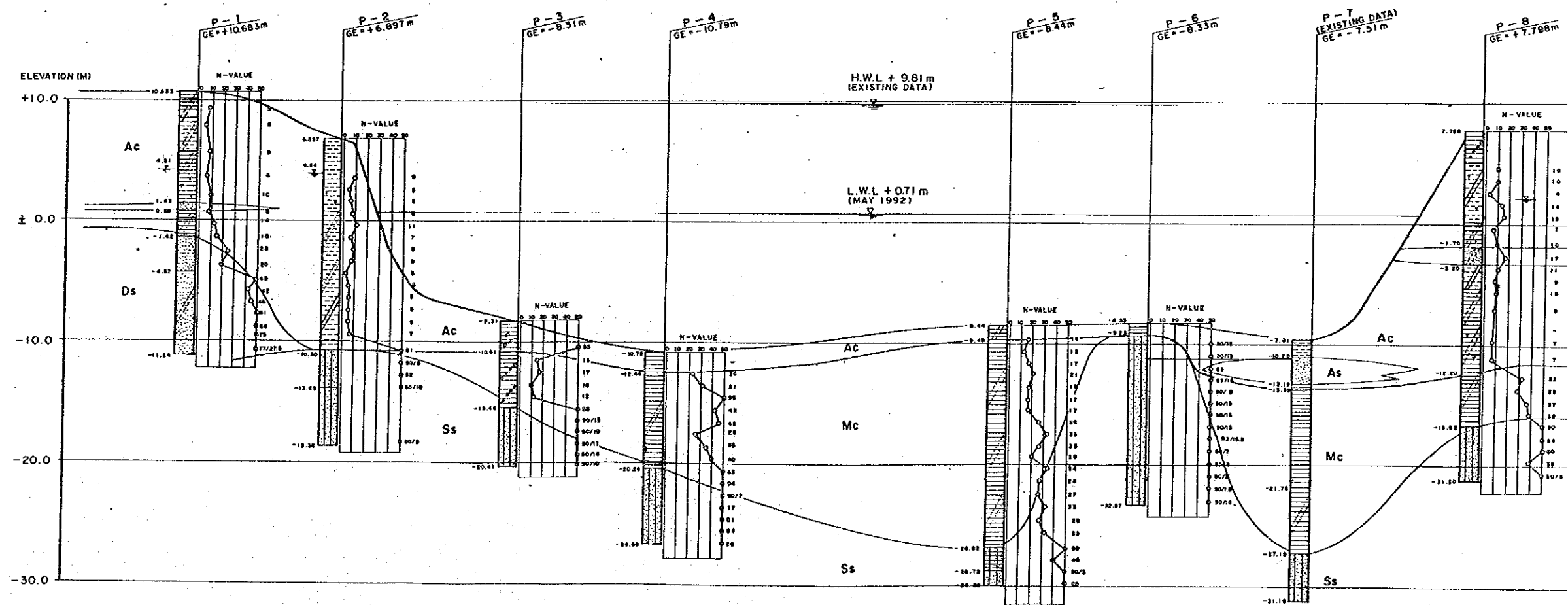
本層は当調査地域一帯に分布する基盤岩を構成する地層で黄～黄褐色を呈する砂岩層を主とし間に頁岩層を挟在する。本層は弱風化を受けており、N値は砂岩優勢の部分では62/30～50/1.5の範囲、頁岩優勢の部分では39～43の範囲である。この層の分布は標高－8～－26m以深とその範囲が大きい。この現象から本層の走向は北東－南西、傾斜は北西方向と推定される。

位置図

1 : 1,000

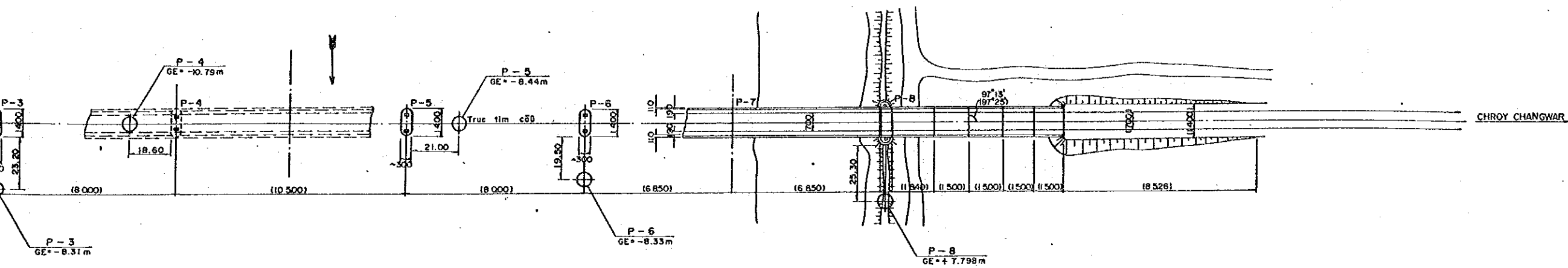


地質断面図及び柱状図 (H = 1/1,000 V = 1/200)

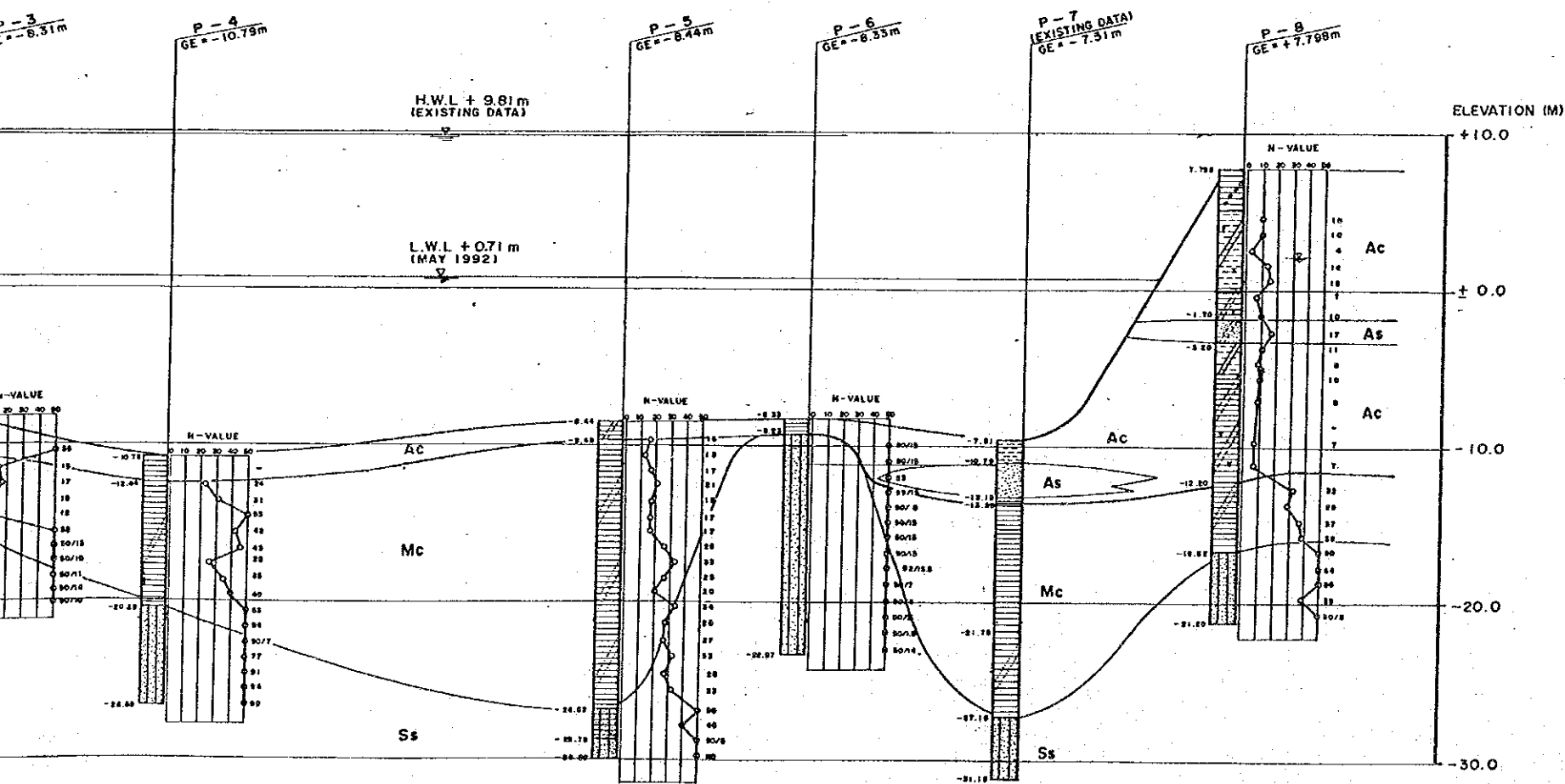


位置図

1 : 1,000



地質断面図及び柱状図 (H = 1/1,000 V = 1/200)



凡例

地質時代	地層名	記号	説明
第4紀	現世	粘土	Ac 粘土、シルト、有機質土
		砂	As 細~粗粒砂
	更新世	砂	Ds 細~粗粒砂
中世代	風化粘土	Mc 砂質~硬質粘土	
	砂岩	Ss 頁岩を伴う細粒砂岩	

SYMBOLS OF BORING LOG

主な記号		副記号		含有する材料の記号
粘土	砂岩	粘土質	僅かに粘土質	礫
シルト	泥岩、頁岩	シルト質	僅かにシルト質	有機質土
砂		砂質	僅かに砂質	貝殻
礫		礫質	僅かに礫質	凝灰質

(3) 土質試験

1) 概 要

土質試験は沖積層（A c、A s層）、洪積層（D s層）および基盤（頁岩を挟在する砂岩）の風化生成された硬質粘土（M c層）をその対象として、その物理的性質を解明する目的で実施した。試験試料は標準貫入試験の実施の際に得られた攪乱試料および別途打ち込み式採取法によって得られた不攪乱試料を使用した。地層別の試料数、試験の項目および数量は下記の通りである。

沖 積 層	A c 層	……………	10試料
	A s 層	……………	2 試料
洪 積 層	D s 層	……………	3 試料
風化粘土層	M c 層	……………	20試料
	計		35試料

(このうち打ち込み式試料採取 6 試料)

試 験 内 容

<u>試験項目</u>	<u>規 格</u>	<u>試験数量</u>
土粒子の比重試験	ASTM-D-85A	35試料
土の含水量試験	ASTM-D-2216	35試料
土の粒度試験	ASTM-D-422	35試料
土の液性限界試験	ASTM-D-423	27試料
土の塑性限界試験	ASTM-D-424	27試料
湿潤密度	ノギス法	6 試料

2) 試験結果

一 粒 度

粒度試験の結果は表-3-1および図-3-7に示す。この結果からA c層の細粒分は82%、M c層では69%である。また、A s層およびD s層の粗粒分は80%以上である。

表-3-1 粒土試験の結果

粒度組成 堆積層	礫	砂	シルト・粘土	No. 10 (2.00mm)(%)	No. 40 (0.425mm)(%)	No. 200 (0.0075mm)(%)
	平均値 代表値の範囲	平均値 代表値の範囲	平均値 代表値の範囲	平均値 代表値の範囲	平均値 代表値の範囲	平均値 代表値の範囲
沖積堆積層 (粘土質)	-	16.0 7.2 ~ 26.0	83.4 74.0 ~ 92.8	100 -	98.9 97.1 ~ 100	83.4 74.0 ~ 92.8
沖積堆積層 (砂質土)	12.5 6 ~ 19	71.5 68 ~ 75	16.0 6 ~ 26	88.0 81 ~ 95	66.0 54 ~ 78	16.0 6 ~ 26
洪積堆積層 (砂質土)	7.8 4.2 ~ 12.0	76.5 59.4 ~ 91.4	10.2 4.6 ~ 21.6	87.1 78.8 ~ 95.4	56.3 50.0 ~ 62.6	10.2 4.6 ~ 21.6
風化堆積層 (粘性土)	3.7 0 ~ 20.0	27.2 17.1 ~ 37.3	69.1 57.7 ~ 80.5	96.4 90.4 ~ 100	92.4 84.5 ~ 100	69.1 57.7 ~ 80.5

一 コンシステンシー特性

この試験は粒度試験とあわせて土の分類を目的として一般粘性土について実施した。この結果、得られたコンシステンシー特性は表-3-5および図-3-5に示す他、以下の通りである。

- A c 層、M c 層とも深度増加によるコンシステンシーの増減の傾向は認められない。
- 塑性図による分類ではA c 層およびM c 層ともほとんどCLに属する。
- 活性土による年度の分類では、A c 層で80%、M c 層で73%がカオリナイトを主成分とする不活性粘土～イライトを主成分とする通常粘土から成る。
- A c 層は $W_L \cong W_h$ 、 $I_c = -0.24 \sim 0.74$ の関係にあって不安定な状態にある。陸上部で地表に近い部分では調査時期が乾期なので I_c は比較的高い値となっている。
- M c 層は $W_L \geq 1.5W_n$ 、 $I_c \cong 1$ の関係にあり、比較的安定な状態にある。

表-3-2 コンシステンシーの結果

コンシステンシーの項目	W _n (%)	W _L (%)	I _p	I _f	I _t	I _c	活性土
	平均質	平均質	平均質	平均質	平均質	平均質	平均質
堆積層	代表値の範囲	代表値の範囲	代表値の範囲	代表値の範囲	代表値の範囲	代表値の範囲	代表値の範囲
沖積堆積層 (粘性上)	30.6 21.7 ~ 39.5	36.5 31.8 ~ 41.2	15.6 11.3 ~ 15.6	17.8 8.6 ~ 27.0	1.24 0.36 ~ 2.12	0.37 -0.24 ~ 0.74	0.98 0.63 ~ 1.39
風化堆積層 (粘性上)	24.4 19.9 ~ 28.9	43.3 37.6 ~ 49.0	19.7 15.4 ~ 24.0	15.3 10.0 ~ 22.9	1.55 0.95 ~ 2.15	0.93 0.75 ~ 1.19	1.07 0.73 ~ 1.14

ここに、CH : 塑性の高い無機質粘土、粘性の高い粘土。

CL : 塑性が低いないし中位の無機質粘土。礫質、砂質、シルト質粘土、粘性の少ない粘土。

MH : 無機質シルト、雲母質または珪藻質細砂シルトまたはシルト、弾性のあるシルト。

OH : 塑性中位～高位の有機質粘土。

ML : 無機質シルト、極細砂、岩粉、シルト質または粘土質細砂。

OL : 塑性の低い有機質シルトおよび粘土。

W_n : 自然含水比

W_L : 液性限界

W_p : 塑性限界

I_p : 塑性指数 $I_p = W_L - W_p$

I_f : 流動指数

I_t : タフネス指数 $I_t = I_p / I_f$

塑性限界における土の剪断強さの度合いを示す。

I_c : コンシステンシー指数 $I_c = W_L - W_n / I_p$

I_c > 1の時 比較的安定な状態である。

I_c ≒ 0の時 不安定な状態で攪乱すると液状化を呈し
強度が著しく低下する。

粘土の活性度

粘土の活性度は粘土鉱物と堆積の地質学的条件に関係が深く Skempton によって定義された。粘土は活性の小さい不活性粘土から活性が2以上の高活性の4グループに分類される。分類は下記の式による。

$$\text{活性度} = \frac{\text{塑性指数 } I_p}{2 \mu \text{ 以下の土粒子 } (\%)}$$

表-3-3 活性度による粘土の分類

活性土 A	活性度による粘性の種類	主要粘土鉱物	堆積環境
0.75以下	不活性粘土	カリオナイト主成分	淡水堆積粘土 海成粘土がリーチングを受けたすもの
0.75~12.5	通常の粘土	イライト主成分	海成または河口堆積粘土
1.25以上	活性粘土	有機コライドを含む A=2はモンモリロナイトを含む	

一 比重、湿潤密度、間隙比

各々の試験結果を表-3-4および図-3-6に示す。

- 土粒子の比重試験の結果は、各層とも妥当な値であり標準偏差は0.003~0.012の範囲にある。

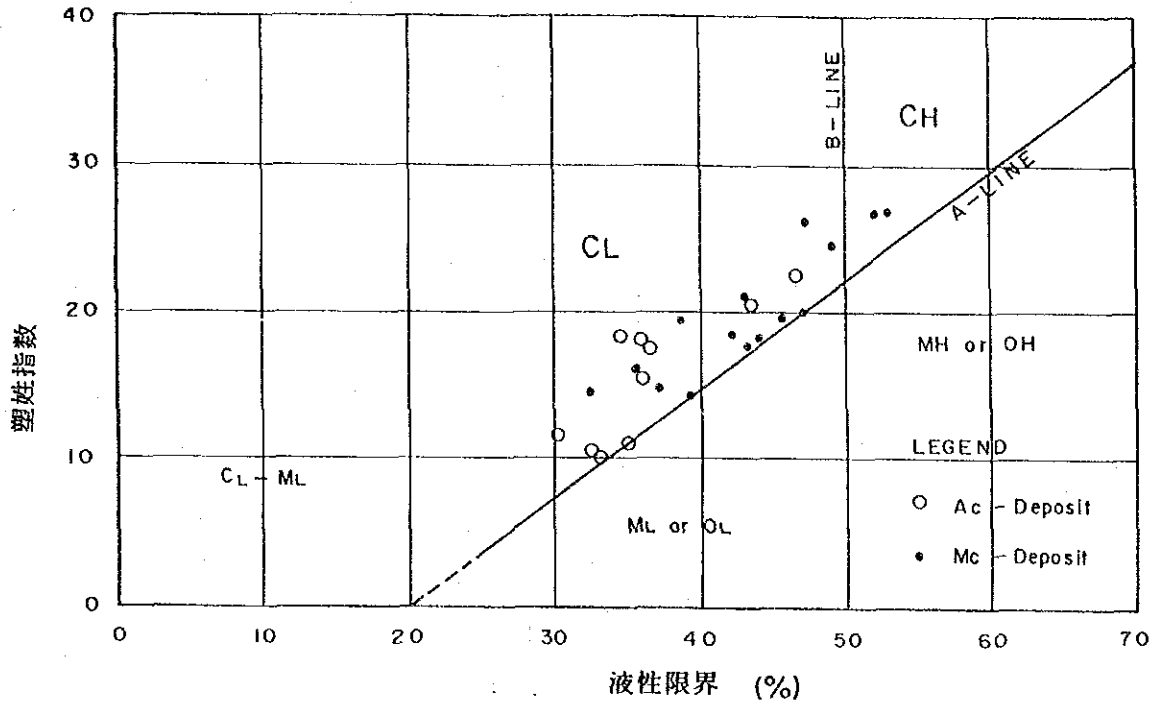
湿潤密度、間隙比

この試験値は打込み式の不攪乱試料採取によるもので、デニソン式のそれに対して試験値の精度は幾分低下していると思われる。

表-3-4 比重、湿潤密度、間隙比

項目	比 重	湿 潤 密 度	間 隙 比
	平 均 値	平 均 値	平 均 値
	代表値の範囲	代表値の範囲	代表値の範囲
沖積堆積層 (粘性土)	2.696	-	-
	2.686 ~ 2.706	-	-
沖積堆積層 (砂質土)	2.663	-	-
	2.660 ~ 2.666	-	-
洪積堆積層 (砂質土)	2.673	-	-
	2.666 ~ 2.680	-	-
風化堆積層 (粘性土)	2.702	1.93	0.794
	2.690 ~ 2.714	1.89 ~ 1.97	0.722 ~ 0.866

図一3-5 コンシステンシー図



塑性図

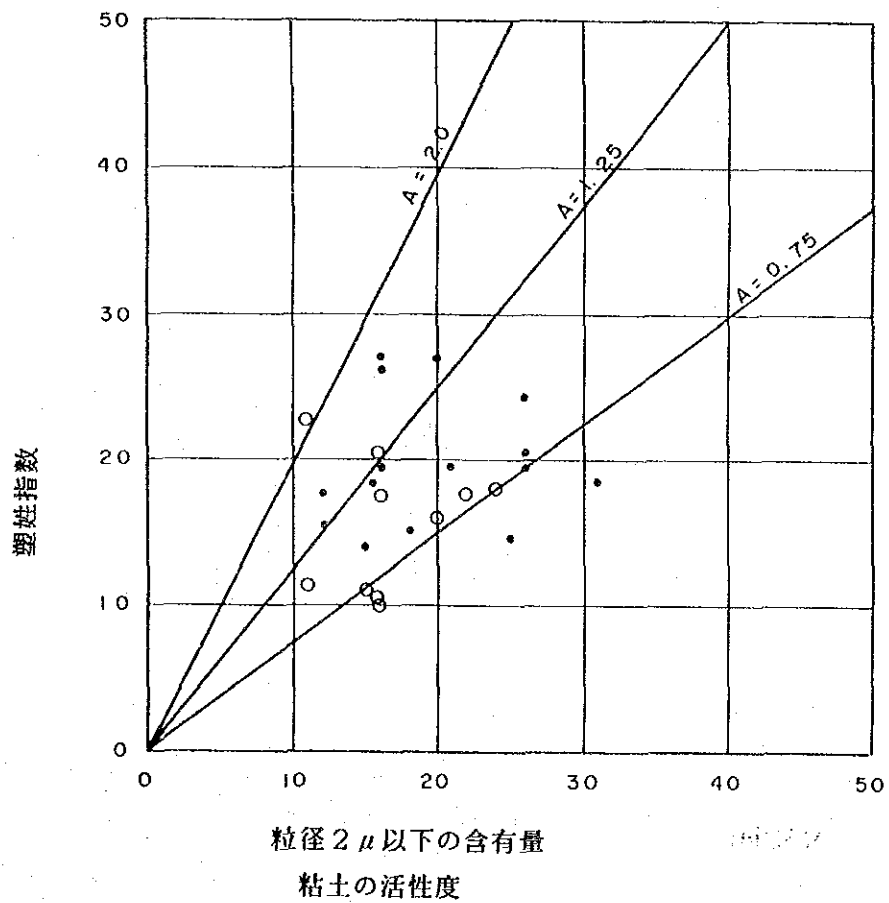


図-3-6 自然含水比と液性限界比重との関係

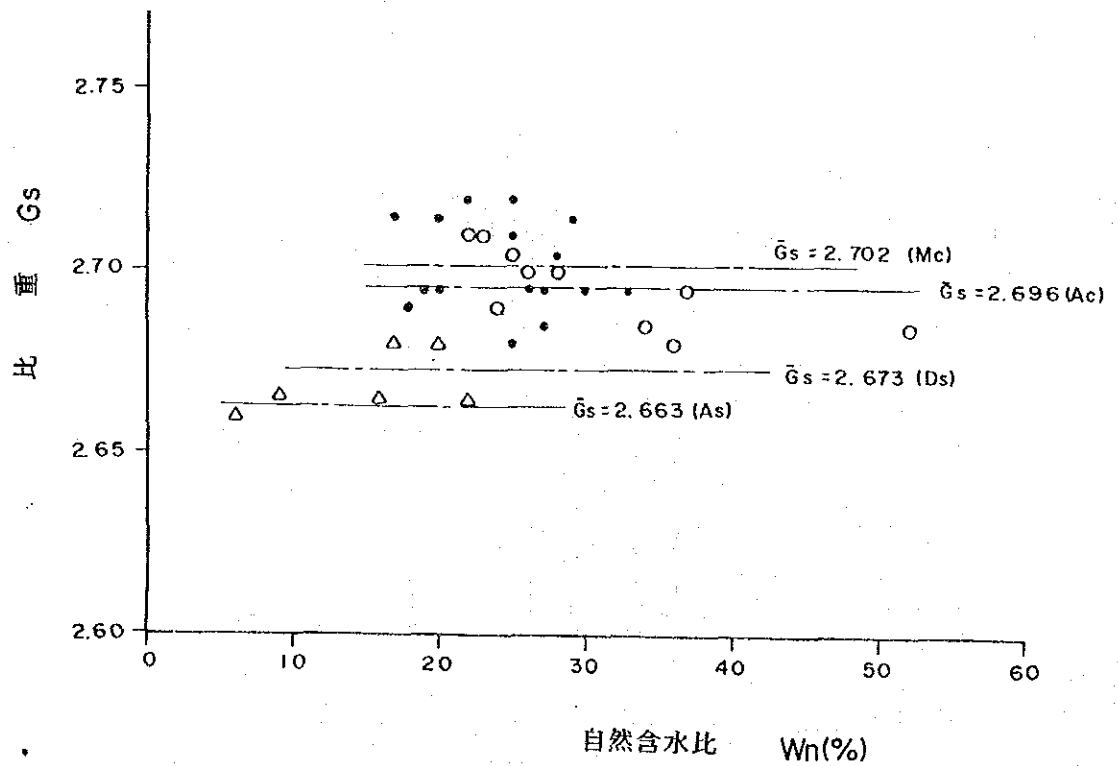
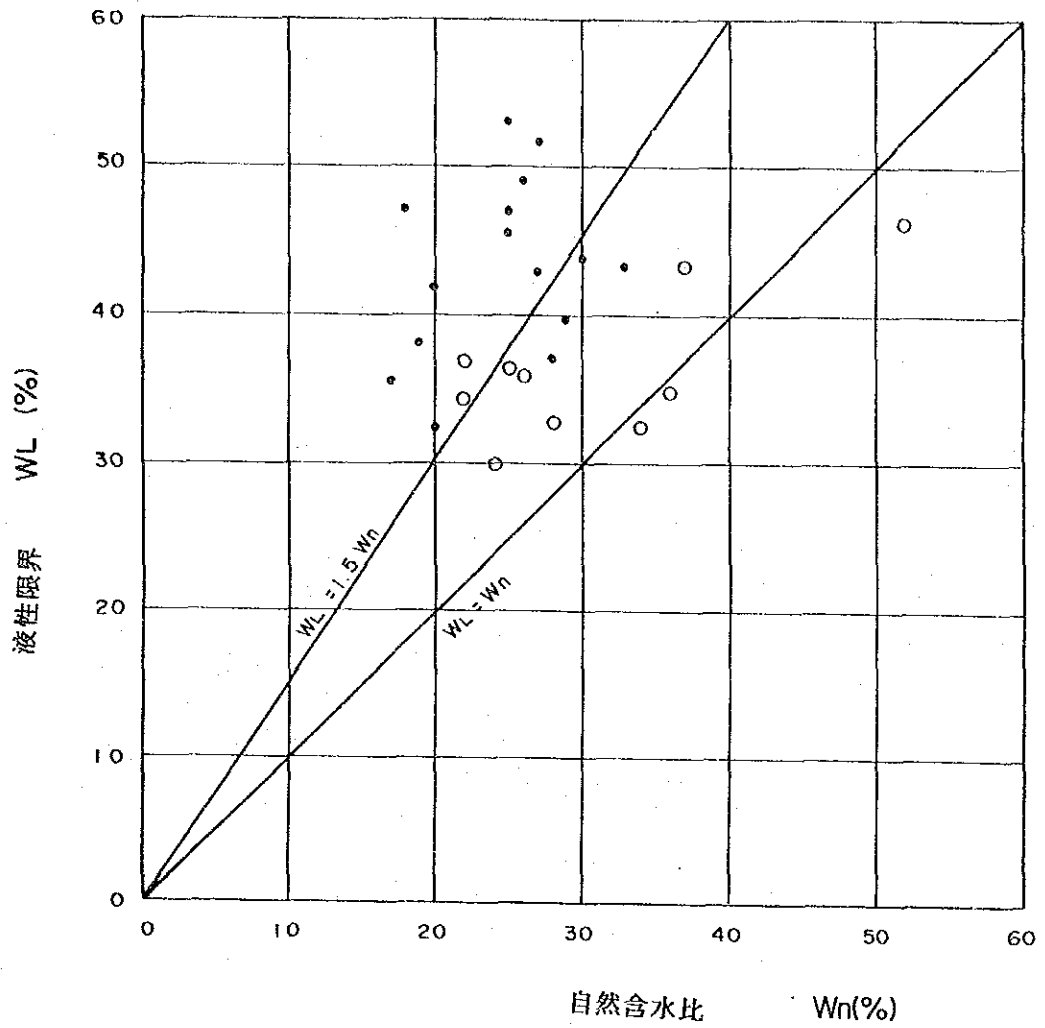
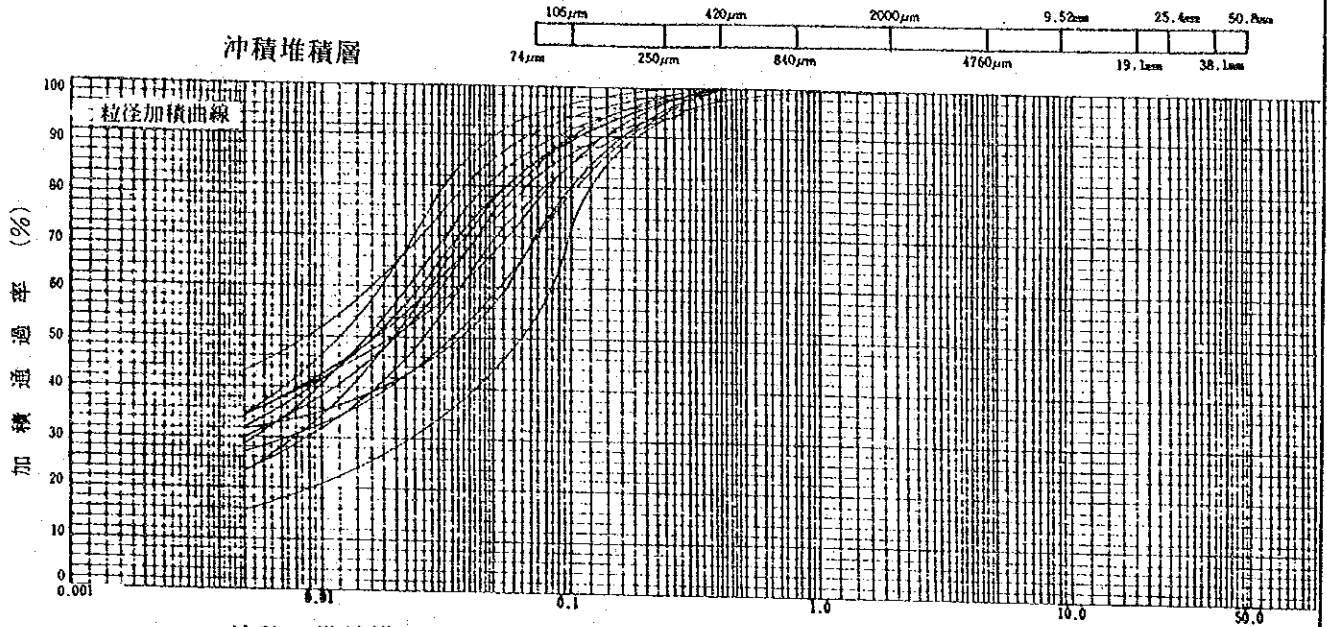
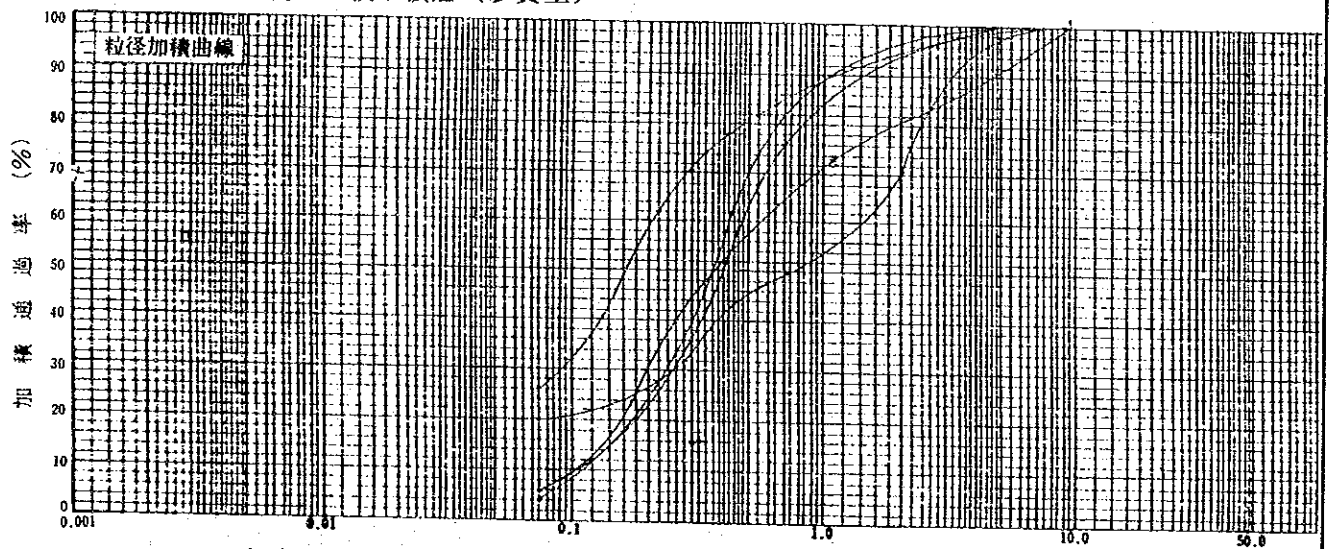


図-3-7 粒度組成曲線

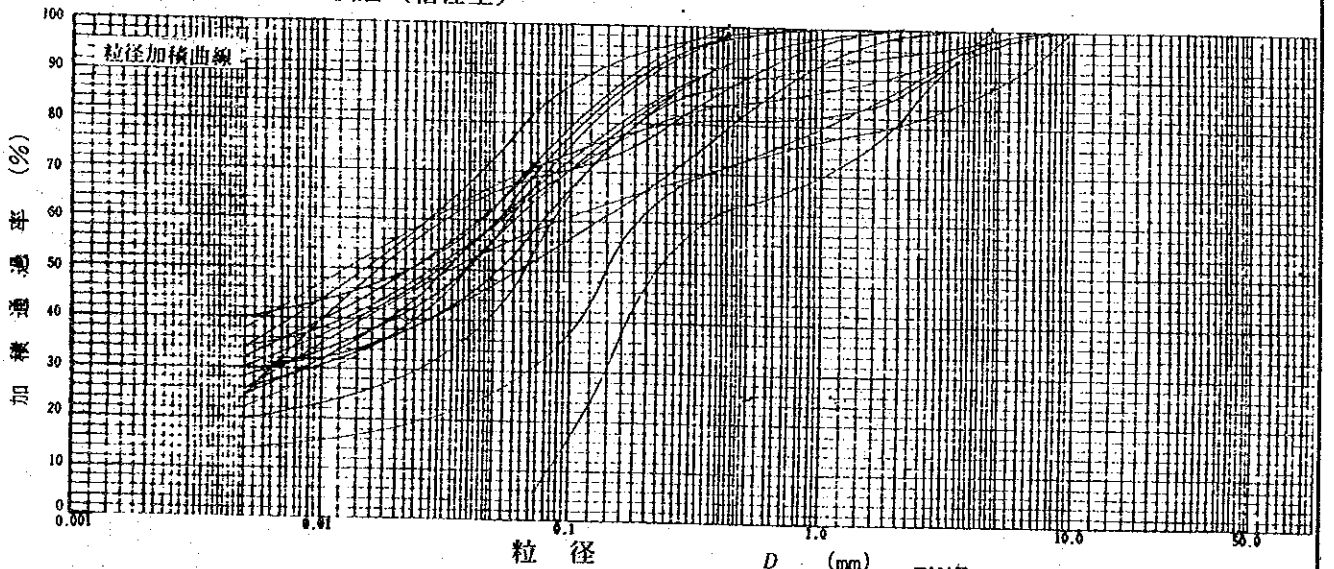
粒 径



沖積・洪積堆積層 (砂質土)



風化堆積層 (粘性土)



粒 径 D (mm)

FINE

コロイド	粘土	シルト	細 砂	粗 砂	細 礫	礫
0.001	0.005	0.074	0.42	2.0	4.76	75

3.3 計画地の道路・交通状況

プノンペン市およびその周辺の道路網は、図-3-9に示すとおりである。本調査ではチュルイ・チョンバー橋が破壊され通行不能後ほぼ全面的に交通が途絶えてしまった国道6A号線のチュルイ・チョンバー橋復旧後の利用交通を推定するために交通量調査と道路・交通状況調査を国道5号線、6号線において実施した。また、国道3号線、4号線に関してはカンボディア唯一の国際海港であるコンボンソムとプロジェクトサイトを結ぶ道路で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、これについても道路・交通状況調査を行なった。

(1) 交通量調査

交通量調査結果は表-3-5に示すとおりである。

表-3-5 交通量調査

(台/日、両方向)

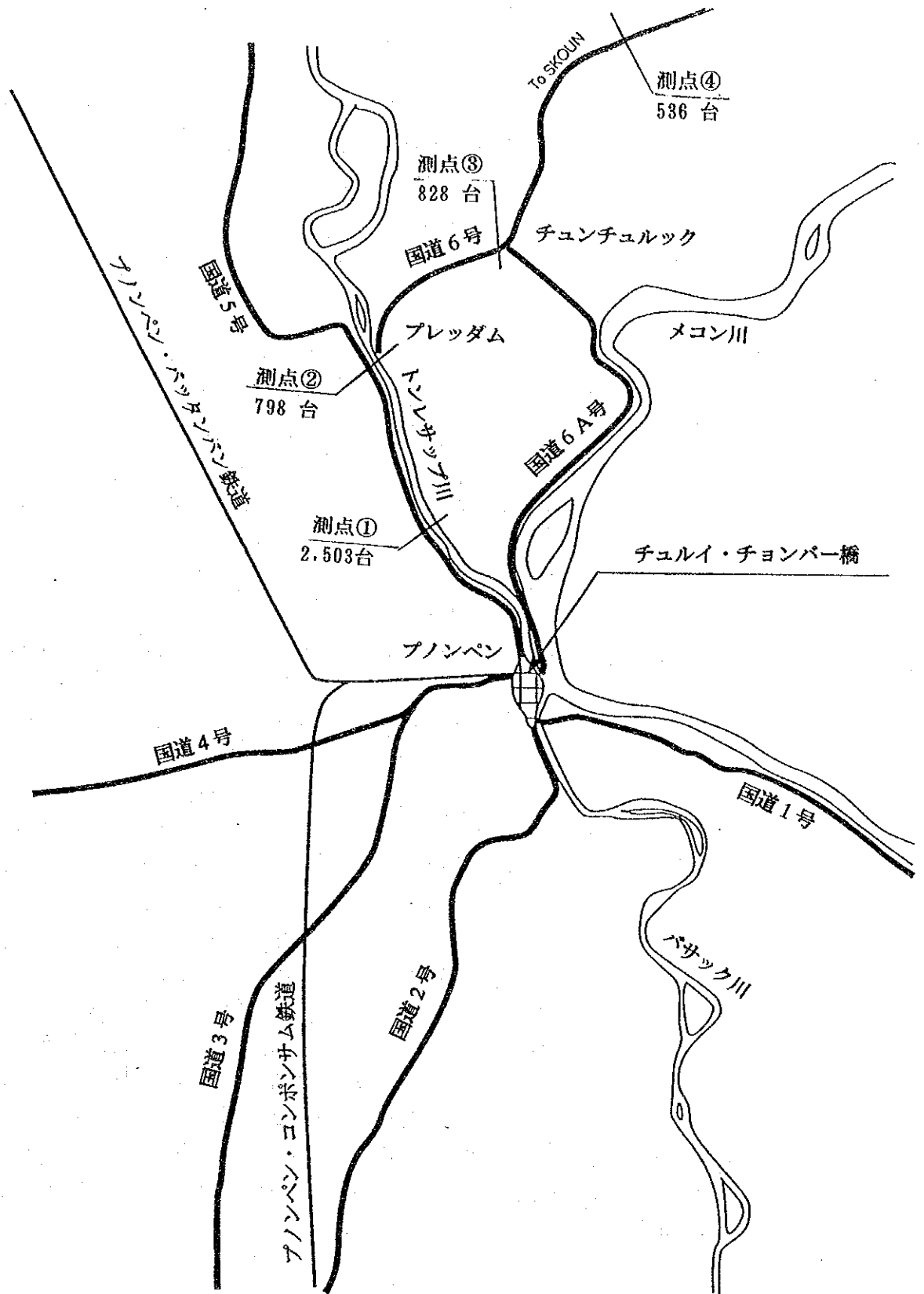
調査地点	車種					乗用車 積算
	自転車 オートバイ	乗用者	中間トラック	大型トラック	バス	
①RN 5 KM15	3,790	775	86	198	33	2,503
②P. Kdam Ferry	954	322	28	71	3	798
③RN 6 Chum	1,358	260	35	53	1	828
④RN 6 Skoun	1,000	153	11	31	2	536

乾季には河川の水位が低下するために水運は制限され港への交通量は低下する。従って、陸上部においても乾季には交通が低調となる。更に、乾季は農閑期となる。このため、今回の調査した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。今回の調査は朝から夕方まで行ない夜間は実施していない。これは治安上の問題と同時に郊外では夕方5時以後は交通が途絶えるためである。

プノンペン市内で橋の上流1ヶ所および下流2ヶ所で渡し船が運航している。それぞれの栈橋で交通調査を行なった。その結果を表-3-6に示す。

表-3-6 渡し船による交通量

	上流側	下流側(1)	下流側(2)
歩行者(人/日)	631	493	962
オートバイ/人転車(台/日)	754	692	449



図一三—八 フノンペン市および周辺地域の道路網

(2) 道路交通状況調査

本調査はチュルイ・チョンバー橋の周辺道路の交通状況と共に同橋の復旧に必要な建設資材の輸送路として想定される道路の現況を把握することを主たる目的に行なわれた。調査結果は以下のとおりである。

国道5号線（プノンペン市－6号線分岐点区間）

プノンペン市より北西に延びる国道5号線は、トンレサップ川西岸を北上し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主要幹線道路である。プノンペン市内より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6～8kmあり、沿道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、プノンペン郊外に出ると道路構造が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、道路条件からの容量低下は著しい。沿道土地利用は農業が主要なものとなる。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する。この区間に橋は4ヶ所あり、最もプノンペン寄り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。このため、朝のピーク時には交通のボトルネックとなるものと思われる。プノンペンから23kmの距離にある橋は1991年に床版を木からコンクリートに作り替えたものがあるが、27km地点にあるベリー橋は未だに製材を横に並べただけの木製床版で、かつ片側通行となっている。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している。交通量はプノンペン市内は比較的多いが郊外に出ると少なくなり（4,000台/日オートバイ含む）、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%はコンボンチャム、コンポントムといった長距離交通である。通行時間帯も夜が明ける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。

国道6号線（5号線分岐点～7号線分岐点）

プノンペン市より36km地点で国道5号線より分岐し東に延びる6号線は、分岐点であるプレックダムでトンレサップ川をフェリーで渡る。このフェリーは車8～10台容量のバージとタグボートを組み合わせたもので通常は2艘運行している。トンレサップ川を渡ってから7号線分岐点であるスクンまでは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。途中、16km地点で国道6A（通称トンレサップ左岸道路）と交差する。交差部までの走行時間は15分程度である。プレックダム―スクン間は全区間舗装されており、往復2車線非分離道路で、舗装部は5.5m、路肩も含めた車道幅は8～9mである。路面状況は多くのクラックとポットホールがあるが走行に差したる支障はない。沿道土地利用は途中2～3の集落を除いて農業のみである。プレックダムより23km地点にTaos川に架かる全長150mの橋梁がある。内戦により破壊された箇所にはベリー橋と木製床版を架け片側通行を行なっている。

交通量は1,000台/日（オートバイを含む）程度で朝7時から午後3時までに集中している。スクンは主要都市カンボントムおよびシームレアップを経てタイ国境へ向かう6号線と主要都市カンボンチャムを経てベトナム国境へ向かう7号線の分岐であるばかりか、7号線の途中スノールから分岐しラオス国境へ向かう13号線につながっている交通の要衝である。チュルイ・チョンバー橋が復旧され国道6A号線が通行可能となれば、現在国道5号線、6号線経由でプノンペンからカンボディア東北部へ往来している交通は、ほぼ全部国道6A号線へ転換するものと思われる。

国道3号線

プノンペン市よりコンポートをとおりコンボンソム港に通じる約250kmの道路で道路幅員は5.5～6.0mである。プノンペン市近傍ならびに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、雨季においてはかなりの交通制限が発生する。また路線には多くの橋梁が存在し、内戦により数橋が破壊され、現在ベリー橋等による仮橋が設けられているが、重量車の通行には制限が設けられている。4号線との交差点よりコンポート方向に数km地点の橋梁は、現在車両の通行は実質不能となっている。以上のようなことより、チュルイ・チョンバー橋の建設資機材の輸送路としては不適當である。

国道4号線

この道路はプノンペン市とカンボディア国唯一の海港コンボンスムを結ぶ重要幹線で、全長は約230km、幅員は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のなされた全天候型のカンボディア国内での最も近代的な道路であるといえる。途中、数多くの橋梁が存在するがこのうち数橋のほとんどが内戦のために破壊されており、ベアリー橋等にて1車線の仮橋が設けられている。(プノンペン市より各々82km、115km、139km、153km、205kmの各地点の橋梁)

このため通行車両には10~15tの重量制限が設けられている。

チュルイ・チョンバー橋の資機材輸送路として全面的に使用するためには、これら橋梁個所にて輸送重量に制限を設けるか、あるいは橋梁の補強等が必要となる。このため、チュルイ・チョンバー橋の資材輸送路としては、4号線よりもプノンペン港の方がより適しているものと思われる。(1960年におけるチュルイ・チョンバー橋の建設は、当時のプノンペン港を利用して行なわれた。)

プノンペン港

現在、海外からプノンペン市への物資の輸送は4号線よりもプノンペン港を利用する方が多いと云われている。プノンペン港への入港船舶の大きさは、乾季(11月より5月)では1,000t~1,500t(船舶喫水深さ4.2m)、雨季(6月~12月)では2,500t(船舶喫水深さ5.6m)といわれている。

また、岸壁はコンクリート床版にて作られているが、その強度は1.5t/m²といわれている。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2日間といわれている。

(3) 計画地の予想交通量

チュルイ・チョンバー橋は、首都プノンペンから北東9州へ直接アクセスする国道6A号線上にあるため、チュルイ・チョンバー橋が復旧し国道6A号線が通行可能となれば、国道5号を北上しブラックダムフェリーにてトンレサップ川を渡河し国道6号線経由でこれら地域へ向かう現況交通は、プノンペンから国道6号線と国道6A号線との交差点チュンチュルックまでで走行距離にして8km、走行時間にして1時間短縮されるため、ほぼ全面的に国道6A号線に転換する。

現在ブノンペンから国道5号線経由で国道6号線へアクセスしている交通はオートバイが約1,000台/日、オートバイ以外の自動車交通が350台/日程度であるが、これは架橋後国道6A号線を通過する転換交通と考えられ、これに現在チュルイ・チョンバー橋近辺をフェリーで往来している交通、国道6A号線沿いに貼っている人口(約6万人)から発生する交通、首都ブノンペンの近郊としての開発から発生する交通等が加わり、これらを合計すると計画地の交通量としては5,000台/日(オートバイを含む)程度が予想される。