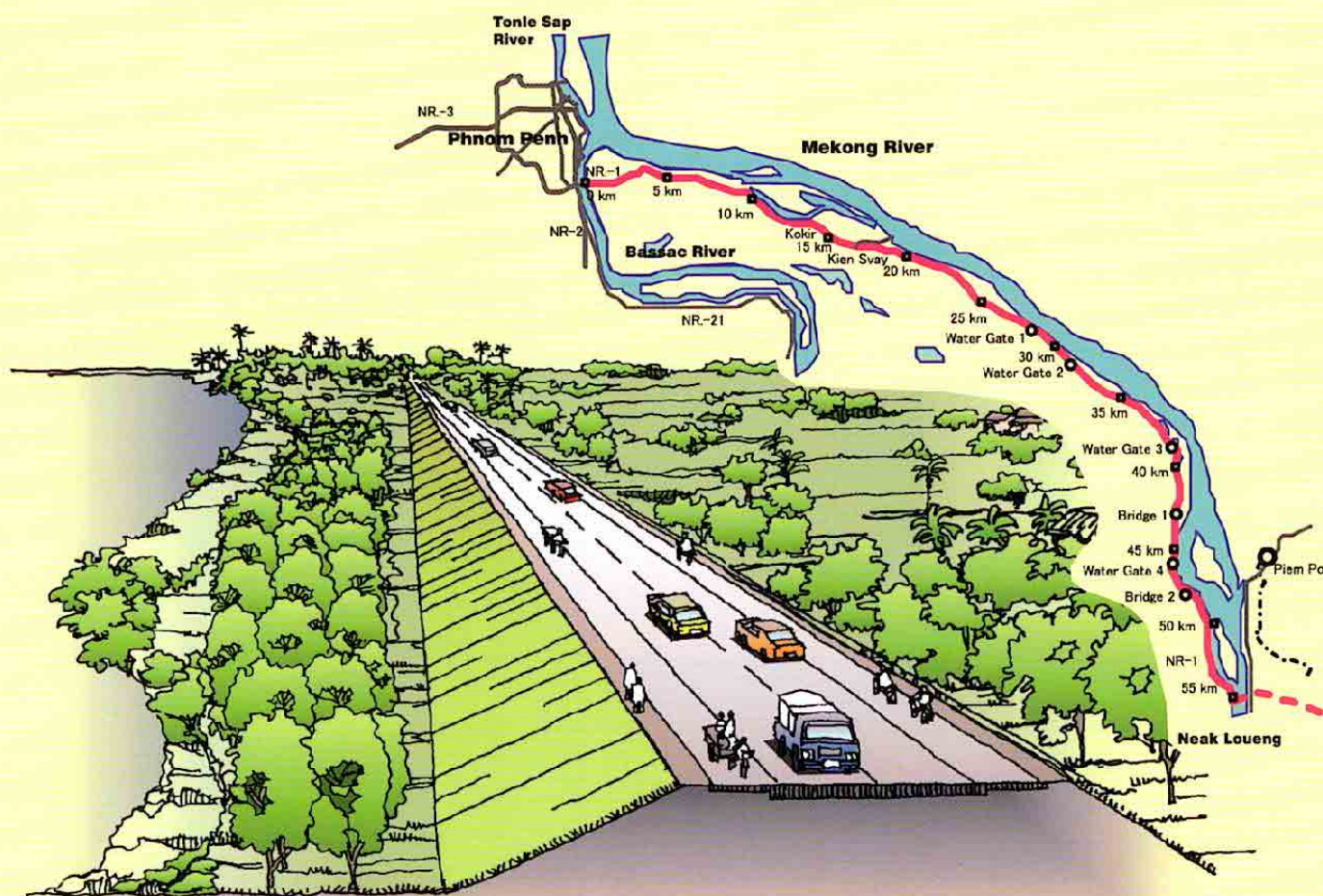


国際協力事業団

カンボディア国 公共事業運輸省

カンボディア国 国道1号線 プノンペン～ネアックルン区間 改修計画調査

最終報告書



要 約

平成15年3月

(株) パシフィックコンサルタンツインターナショナル
(株) 片平エンジニアリングインターナショナル

社 調 一

J R

03-027

国際協力事業団（JICA）

カンボディア国公共事業運輸省

カンボディア国
国道 1 号線
プノンペン～ネアックルン区間
改修計画調査

最終報告書

要 約

平成 15 年 3 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
株式会社 片平エンジニアリングインターナショナル

本調査では、下記の外貨交換率を使用した：

US\$ 1.0 = JPY 120 = Riel 3,990

(2002 年 10 月現在)

序 文

日本国政府は、カンボディア国政府の要請に基づき、同国の国道１号線プノンペン～ネアックルン改修計画調査にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成１４年５月から平成１５年１月までの間３回にわたり、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丸岡健二氏を団長とし、同社及び株式会社片平エンジニアリングインターナショナルから構成される調査団を現地に派遣しました。

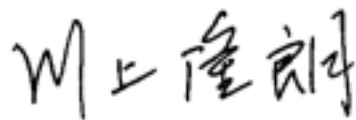
また、平成１４年４月から平成１５年１月の間、日本道路公団 企画部 道路環境課長代理 藤島幸年氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、カンボディア国政府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し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、カンボディア国の国道１号線の改修に寄与し、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 15 年 3 月



国際協力事業団

総裁 川上 隆朗

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 川上 隆朗 殿

ここに、カンボディア国国道1号線プノンペン～ネアックルン区間改修計画調査の最終報告書を提出いたします。本報告書は、平成14年4月19日に締結された貴事業団との契約に基づき作成いたしました。

本報告書は、国道1号線プノンペン～ネアックルン区間改修計画調査に係る開発調査についてまとめたもので、要約編、本編、資料編および図面集から構成されています。

要約編（和文および英文）には本調査結果全体の概説をまとめました。本編（英文）に本開発調査の結果を論じ、資料編（英文）及び図面集に本開発調査に係る付属・関連資料を取りまとめました。

本報告書の提出にあたり、諸般のご協力およびご助言を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、国土交通省、在カンボディア日本国大使館およびカンボディア国政府関係諸機関の方々に心からの謝意を表するとともに、この報告書がカンボディア国の社会・経済の発展に寄与することを念願致します。

平成15年3月

丸岡 健二

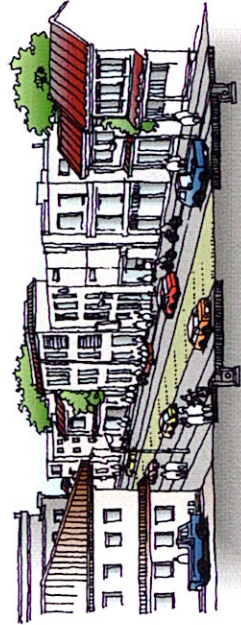
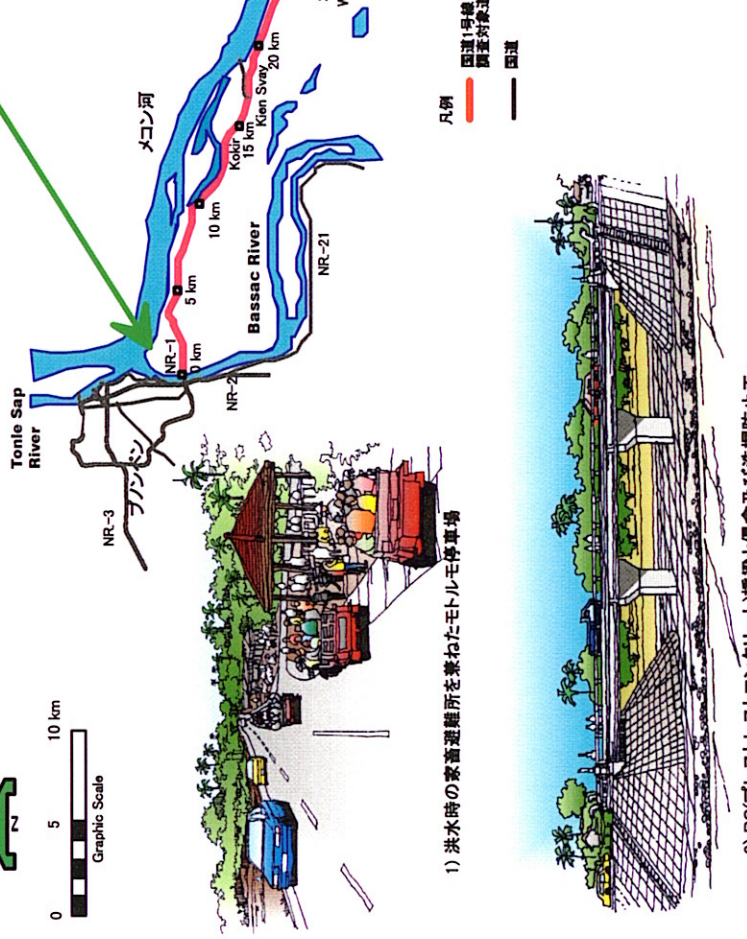
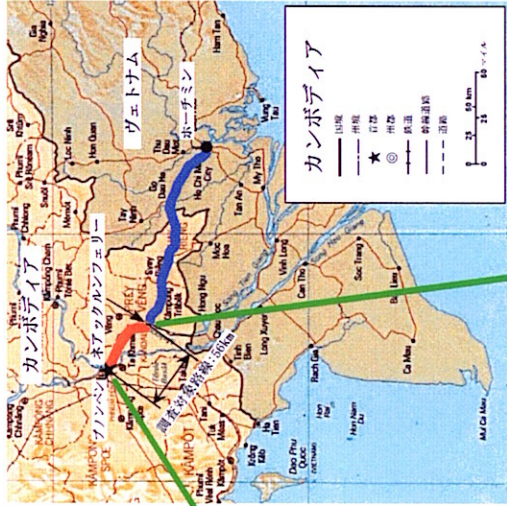
カンボディア国国道1号線
プノンペン～ネアックルン区間改修計画調査

団長 丸岡 健二

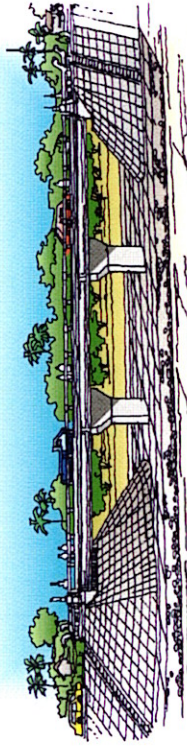
カンボディア国 国道1号線プンペン～ ネアツクルン区間改修計画調査



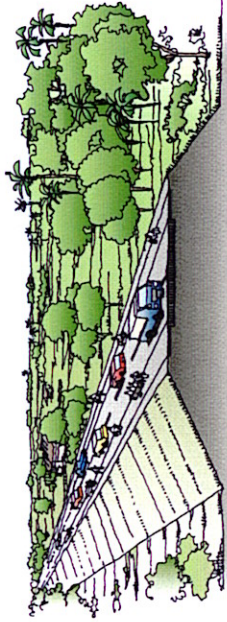
0 5 10 km
Graphic Scale



3) 都市部の道路改良計画、交通安全対策と将来の拡幅スペースを確保



2) PC(プレストレストコンクリート)橋梁と堰食及び洗掘防止工



4) 地方部の道路改良計画、緑道車道スペースを確保



舗装面の損傷が著しい(km 19+500)



既設水門、コンクリートの損傷が激しい。床版に穴有(km 50+040)



簡易構梁(ベアーリ-構) 橋長:99m、有効幅員:4m (Km 42+830)

プロジェクトの意義

洪水の影響を受けない全天候型道路への改良

1. 一年を通しての交通の確保
2. 交通安全の確保と環境の保全
3. 経済及び社会開発の促進
4. 生産地と消費地の連絡強化
5. 市場経済の発展と貧困の軽減

国道1号線プノンペン～ネアックルン区間改修計画調査

調査対象地域の現況写真 (1/3)



Km 0+000: 起点: Monivong橋東詰

橋長: 270m, 幅員: 有効幅員 11m

橋種: PC箱桁橋

重量交通に対応する補強が必要である。

洗掘が橋脚、橋台及び盛土部分に見受けられる。

東側に市場がある。



Km 1+000: 両側に市場がある。

高速車と緩速車が混在しているために、
渋滞が頻繁に発生する。

舗装幅: 7m

路肩幅: 2～3.5m (舗装無)



Km 18+000: 地方部の道路現況

舗装構造の損傷が目立つ。

重量車両の全車両への割合(PCU): 13.9%

その内、25t以上の車両の割合: 19.1%



Km 28+450: 2002年竣工のコルマタージュ水門

有効幅員: 13.5m

国道1号線プノンペン～ネアックルン区間改修計画調査

調査対象地域の現況写真 (2/3)



Km 40+000: 地方部の道路現況
ポットホールがあり、損傷が激しい。
平坦性が著しく低い。
舗装幅: 6m、路肩幅: 2m



Km 42+850: 簡易橋梁(ベアリー橋)

2000年洪水時に人工的に堤防を開削
橋長: 99m、幅員: 4m、車両重量制限: 16 t
2002年乾期に橋脚、河床及び盛土部の
防護工が実施された。



Km 50+015: 既設水門
1976(ポルポト政権下)建設

有効幅員: 5.8m
コンクリートの損傷が著しい。
コンクリート床版が損傷し、穴が開いている。
応急処置として道路表面に鉄板を敷いている。



Km 55+300: 終点部: ネアックルンフェリー乗り場(西側)
フェリー上の様子



国道1号線プノンペン～ネアックルン区間改修計画調査

調査対象地域の現況写真 (3/3)



小型トラックとオートバイの事故
交通ルールの不徹底が主な原因。
(Km 18+000)



Chbar Ampovでの交通状況
モトルモにより渋滞が引き起こされる。
(Km 2+000)



国道11号線（ネアックルン～Prey Veng間）
洗掘による盛土及び舗装の損傷が激しい。
洪水時には越流ヶ所が多発。



Bassac河沿いのコルマタージュ水門
国道1号線の西側の地域にある。



調査対象位置図

略 語 ― 覧

機関名及び団体名

AASHTO	: 米国運輸道路技術者協会 (American Association of State Highway and Transportation Officials)
ADB	: アジア開発銀行 (Asian Development Bank)
ASEAN	: 東南アジア諸国連合 (Association of South East Asian Nations)
FRMR	: 道路補修・維持管理基金 (Fund for Repair and Maintaining of Road)
JICA	: 国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency)
MPWT	: 公共事業運輸省 (Ministry of Public Works and Transport)
NIS	: 国家統計局 (National Institute of Statistics)
PMU	: プロジェクト・マネージメント・ユニット (Project Management Unit)
RMMO	: 道路維持管理・運営機構 (Road Maintenance Management Organization)

その他

AIDS	: 後天性免疫不全症候群 (Acquired Immune Deficiency Syndrome)
ALT	: 代替案 (Alternative)
ALEF	: 等価軸重換算係数 (Axle Load Equivalency Factors)
B	: 幅 (Broadness)
B/C	: 費用対便益比 (Benefit/Cost)
BCD	: 下流側境界条件 (Boundary Condition of Downstream)
BCU	: 上流河境界条件 (Boundary Condition of Upstream)
BOD	: 生化学的酸素要求量 (Biochemical Oxygen Demand)
Br	: 橋梁 (Bridge)
CBR	: シービーアール (California Bearing Ratio)
CO	: 一酸化炭素 (Carbon Monoxide)
COD	: 化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand)
D	: 深さ (Depth)
DBST	: デービーエスティー (Double Bituminous Surface Treatment)
DCDP	: カンボディア長期計画 (Draft Cambodia Development Plan)
EIRR	: 経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return)
El	: 標高 (Elevation)
GDP	: 国民総生産 (Gross Domestic Products)
H	: 高さ (Height)
HIV	: ヒト免疫不全ウイルス (Human Immunodeficiency Virus)
HWL	: 計画水位 (Design High Water Level)
IC	: インターチェンジ (Interchange)
IEIA	: 初期環境影響評価 (Initial Environmental Impact Assessment)
IS	: 交差点 (Intersection)
Km	: 現況道路測点 (インベントリー調査用測点)
L	: 長さ (Length)
Ln	: 自然対数 (Natural Logarithm)
M _R	: 路床変形係数 (Resilient modulus) (psi)
MSL	: 平均海水面 (Mean Sea Level)
[HN1]NO ₂	: 二酸化窒素 (Nitrogen Dioxide)
NR	: 国道 (National Road)
NR-1	: 国道1号線 (National Road No.1)
OD	: 起終点 (Origin and Destination)

PC	: プレストレスト・コンクリート(Pre-stressed Concrete)
Pk	: MPWT使用の測点
psi	: サービス指数 (Performance) Serviceability Index
p ₀	: 初期設計サービス指数
p _t	: 設計最終サービス指数
Q or Q ₀	: 設計流量
RC	: 鉄筋コンクリート (Reinforced Concrete)
SEDP	: 5カ年開発計画 (Socio-Economic Development Plan)
SN	: 舗装の強度 (Structural Number)
SO ₂	: 二酸化硫黄 (Sulfur Dioxide)
SS	: 浮遊物質 (Suspended Solids)
St	: 設計中心線の測点
S ₀	: 交通量予測と舗装の性能の総合的な誤差
T	: 時間 (Time)
TMP-PPMA	: プノンペン首都圏交通マスタープラン (Transport Master Plan of the Phnom Penh Metropolitan Area)
US	: アメリカ合衆国 (United States of America)
W	: 幅 (Width)
W/C	: 純積載数量容量 (Weight-Capacity)
WG	: 水門 (Water Gate)
W ₁₈	: 18-kip等価軸数
Z _R	: 標準偏差
PSI	: p ₀ - p _t
φ □	: 直径
σ	: 応力
σ _{ck}	: コンクリート圧縮応力
σ _{py}	: 鋼材引張り応力

単位

cm	: センチメートル	MPN	: 最確数 (Most Probable Number)
dB	: デシベル	m/s	: メートル毎秒
ha	: ヘクタール	m ³ /s	: 立方メートル毎秒
hr	: 時間	N/mm ²	: ニュートン毎立方ミリメートル
km	: キロメートル	pcu	: ピーシーユー (Passenger Car Unit)
km ²	: 平方キロメートル	pcu-hr	: ピーシーユー時間 (Passenger Car Unit – Hour)
km/h	: キロメートル毎時	ppm	: ピーピーエム (Parts per Million)
kN	: キロニュートン	Riel	: リエル (Riel:カンボディア現地通貨)
kN/m	: キロニュートン毎メートル	t	: トン
kN/m ³	: キロニュートン毎立方メートル	t/ha	: トン毎ヘクタール
m	: メートル	\$	: ドル
m ²	: 平方メートル	%	: パーセント
mg/l	: ミリグラム毎リットル	°	: 度
mm	: ミリメートル		

調 査 概 要 表

1.国名	カンボディア国				
2.調査名称	カンボディア国 国道1号線プノンベン～ネアックルン区間改修計画調査				
3.受入機関	公共事業運輸省				
4.調査目的	国道1号線プノンベン～ネアックルン区間改修に関わるフィージビリティ調査を実施し、かつ技術移転を行なうこと。				
1.調査対象地域 国道1号線のプノンベン～ネアックルン区間約56kmとその周辺地域及び周辺のメコン河氾濫原洪水対策調査。					
2.計画目標年 2015年		3.経済フレーム	対象地域人口	千人	8,887
			対象地域一人当り GRDP	'000 リル/人	1,440
4.交通需要予測 9,996～64,140 PCU/日			実質年伸び率	%	6.0
5.技術的検討概要					
(1)洪水対策					
・調査対象地域の洪水状況を把握するため、水理モデルによるシミュレーションを行った。また、計画高水位(HWL)を2000年洪水水位とし、余裕高として道路盛土50cm、橋梁及びボックスカルバート100cmを設定した。					
・洪水軽減計画として、メコン河本川より右岸氾濫原への流入量の検討を行った。その結果、流入量を現況の2,200m ³ /sから2,700m ³ /sに増加させる計画を選定した。この計画のシミュレーションでは、2000年洪水時の人工開削部により9～14cm下がったメコン河の洪水水位がさらに2～3.5cm下がる結果が出た。					
・国道1号線がメコン河に面している合計3,800mの間ではメコン側ののり面保護のため、練り石積みによる護岸(1ヶ所、900m)及びのり面の勾配を1:3として盛土前面の湿地性樹木によるグリーンベルトを組み合わせた護岸工(4ヶ所、2,900m)を計画した。					
(2)道路					
・中心線は既存の国道1号線の中心線を基本に、設計速度80km/hrを満足するものに設定した。					
・比較代替案を検討した結果、交通容量の増加と交通安全対策のため、Kokir市場までは中央に車線増加に対応できる用地を確保し、2.5mの低速車用車線を全線にわたって設置する案が選定された。					
(3)舗装					
・全線アスファルト舗装で計画し、AASHTOの「舗装構造設計指針」により設計した。					
・現況の路床の状況が悪いため、良質材に置き換えることにより設計CBRを9と設定した。					
・調査対象道路を交通需要予測の結果より5区間に分け設計した。					
(4)開口部構造物					
・橋梁上部工は、橋種を比較検討した結果、経済性、施工性及び維持管理の容易さを考慮してPC単純合成I桁とした。					
・河床の洗掘及びのり面の浸食防止工として、ふとん籠と礫による護床工及び練り石積みによる護岸工を各構造物に設置した。					
6.道路改良計画					
・縦断線形を2000年洪水水位から50cmの余裕高を確保した高さとし、舗装厚を改善する。					
・アスファルト舗装(路床、下層路盤、上層路盤及び表層)を実施する。					
・横断面構成は2車線(3.5m/車線)+低速車用車線(2@2.5m/車線)+路肩である。					
・Kokir市場まで将来の拡幅用地を中央部に確保し、タイガービール工場への交差点まで歩道、側溝及び街灯を設置する。					
・タイガービール工場への交差点に信号を設置して導流化を図る。					
・2ヶ所の仮設橋梁からPC(プレストレスコンクリート)橋梁へ、浸食及び洗掘対策を施して架替、もう1ヶ所で新設する。					
・2ヶ所で浸食対策を施したパイプカルバートの敷設替えを実施する。					
・2ヶ所の水門をRC(鉄筋コンクリート)ボックスカルバートに浸食対策を施して改築、9ヶ所で新設する。					
・盛土のり面保護のため護岸工を900m、のり面脇に樹木の植生工を2,900mに渡り実施する。					
・交通安全対策として、マーキング、ガードポスト、ガードレール、規制・警告・案内標識、距離標及び信号を設置する。					
・道路関連施設として、モトルモ停車場兼洪水時の家畜避難所、軸重計測施設、及び道の駅の建設など。					
7.道路維持管理計画					
現在、道路維持管理は道路補修・維持管理基金(FRMR)から充当され、公共事業省及び各県の公共事業局が実施している。道路維持管理に関する予算のほとんどは緊急復旧的に使われており、定期的な維持管理作業を実施するには不足している状況である。					
カンボディア政府の国道改修の重視政策により、今後、道路の維持管理需要は増大し、これに対応するため維持管理体制を強化することが不可欠となる。そのため、日常的におこなう維持管理業務の資金を確保するために、原因者負担の原則を確立して道路利用者から低額の料金を徴収する方策を検討することを提言する。					
8.事業実施計画と総合評価					
(1)事業実施計画					
施工期間を工種毎に検討した結果、全体の施工期間を36ヶ月と設定した。事業実施期間は2003年からとし、2007年後半に供用を開始する計画とした。概算工事費は3,833.8万USドル、概算事業費は、4,340.8万USドルとなった。					
(2)経済評価					
経済的内部収益率は13.3%となり、感度分析は8.4～19.1%の範囲内に収まった。					
(3)環境評価					
初期環境影響評価(IEIA)は、カンボディアの環境法及びJICAの環境影響評価ガイドラインに則っておこなわれた。その結果、プロジェクトの実施により不可逆的な社会・環境的影響がないことが確認された。特に改修工事は現道改良であることから新たな用地収用は発生しない。移転が必要な住民が存在するが、実施機関が速やかに予算を確保し移転事業を実施することを提言する。					
(4)総合評価					
本プロジェクトは、国民経済的に見て十分な投資効果が期待でき、社会・経済的開発の促進を期待して高い優先度が与えられるべきである。実施後、全天候型で国際規格に準拠した舗装道路が実現し、交通安全の確保及び沿道の環境保全に貢献し、生産地と消費地の間を連絡して経済活動を高め、プノンベン～ネアックルン区間の開発が促進され、貧困層の就業機会が増す。					
9.結論と提言					
本調査結果は、事業化に高い妥当性を示している。即ち、当該事業の技術的可能性が高く、社会・環境的に不可逆となるような深刻な影響はなく、経済分析からも高い投資効果が期待できる案件である。したがって、実施機関が事業化に向けて必要となる行政手続きを速やかにおこなうことを推奨する。					

調 査 の 概 要

カンボディア国道1号線プノンペン～ネアックルン区間改修計画調査

調査期間:2002年4月～2003年2月

受入機関:公共事業運輸省(MPWT)

1. 調査の背景と経緯

国道1号線は、首都プノンペン(Phnom Penh)とBavet(ヴェトナム国境)を連絡し、全長166kmである。Bavetは、ヴェトナム南部に通じる主要な国境通過点であり、ホーチミン(Ho Chi Minh)まで72kmに位置する。このプノンペン～ホーチミン間道路は、アジアハイウェイA-1号線とアセアン(ASEAN)ハイウェイ1号線の一部を構成し、プノンペン～ホーチミン間の主要な交通が利用する。国道1号線は、以下の2区間で構成されている。

- C-1区間: プノンペン～ネアックルン(Neak Loueng)間
- C-2区間: ネアックルン～Bavet(ヴェトナム国境)間

アジア開発銀行(ADB)の融資により実施されている「ホーチミン～プノンペン間道路改良プロジェクト」では、カンボディアの平野地域(Plain Region)を東西に横断する主要幹線道路国道1号線を改良することを目的としている。平野地域は、5州(Kandal, Prey Veng, Svay Rieng, Kanpong Cham, Takeo)及び首都プノンペンからなり、総面積は14%に過ぎないが、総人口の50%以上の680万人(2002年)が定住し、GDPの54%を生産している。

C-1区間(56km)は国際協力事業団(JICA)により本調査が実施され、C-2区間(105km)はADBにより改良が実施中で2003年に完了する予定となっている。

本調査の計画目標年次は、カンボディア政府が計画・実施している他の調査との関連から、2015年とする。

調査対象地域は、国内の主要な生産地/主要消費地とともに国際交易/投資といった開発ポテンシャルの高い地域である。また、この地域は、最大の消費地である首都プノンペンへ向けて穀物(米、とうもろこし)、野菜、魚及び家畜の生産が盛んである。したがって、道路が改良されると、この地域の開発が促進され交通量が増加すると予想される。

国道1号線が担うべき役割と果たすべき機能は、以下の通りである。

- 洪水の影響を受けない全天候型道路に改良して年間を通して確実な通行機能を確保する
- オートバイ及びモトルモなど低速車を分離し、交通安全を確保し環境を保全する
- マーケットへのアクセスを改善して競争の環境を整えて価格を低下させ、貧困層に就業機会を増し、定住圏の間を連絡して経済活動を高め、社会開発を促進する
- 国際基準に準拠した幹線道路の実現により、生産地と消費地、資源開発と交易の結びつきを強化することにより、現在移行中の市場経済を発展させ、貧困の削減を図る

2. 調査の概要

2.1 洪水対策

(1) 現況及び被害状況

調査対象地域の氾濫原は非常に広大であり、プノンペン周辺で幅が約40～50 km、ネアックルン周辺で幅が約20 kmにもなる。この洪水エリアは「メコン河本川ゾーン」、「左岸洪水氾濫原ゾーン」、「右岸氾濫原ゾーン(コルマタージュ地域)」に分かれる。国道1号線(C-1区間)は「右岸氾濫原ゾーン(コルマタージュ地域)」に含まれる。

国道1号線(C-1区間)沿いでの2000年洪水時の最高水位は3ヶ所(水深0.5m以下)の越流を含む2/3の区間で道路天端とほぼ等しい水位であったと推定した。2000年洪水時には、プノンペン周辺の洪水位が上がり、市街地が洪水の危険にさらされたため、2ヶ所の人工開削部が設けられた。洪水調査によって、2000年洪水による家屋、農業等の洪水被害は他の年の洪水による被

害とほとんど同じであることが明らかとなった。このことは、2000年洪水による被害が国道1号線(C-1区間)における2ヶ所の人工開削部によっては増加しなかったことを意味する。

国道1号線(C-1区間)沿いにおける2ヶ所の人工開削部による水理的効果を明らかにするために、水理シミュレーションモデルを構築した。その結果、2000年洪水時の人工開削部によるプノンペン及びネアックルンでの最高水位の低減効果はそれぞれ9 cmと14 cmと推定された。プノンペン及びネアックルンでのこの水位低減はこれら2つの市街地が洪水から免れたように見えることを考慮すると大変重要なものであった。

(2) 洪水軽減計画

氾濫原の中を道路が通過する場合は、道路が洪水流の障害とならないことが原則である。この原則と国道1号線(C-1区間)を洪水時でも通行可能な全天候型の道路に改良するという目的に基づいて、国道1号線(C-1区間)の道路盛土高と開口部を計画した。

計画水位(HWL)は、国道1号線(C-1区間)沿いの洪水水位が経年的に上昇しているという明確な傾向は見られないため、既往最高水位である2000年洪水水位と設定した。道路沿いの水面の波高と、流れてくる可能性のある浮遊物に対する安全性を確保するために、道路盛土に0.50 m、橋梁及びボックスカルバート1.00 mの余裕高をHWL上に取り事とする。

開口部の計画は、メコン河右岸の氾濫減への流入流量別に代替案を設定し検討した結果、流入量を現況より増加させる案が選定された。この計画により、プノンペン～ネアックルン間のメコン河の水位を2～3.5 cm低下させることが、シミュレーションにより判明した。開口部の種類は、現在の開削部付近に橋梁、その他の地点にボックスカルバート及びパイプカルバートを計画した。また、周辺の土地利用により必要に応じてボックスカルバートにストップログを設置する計画とした。開口部の概要を次表に示す。

開口部	長さ/大きさ	箇所数
橋梁	橋梁1:66m, 橋梁2:100m, 橋梁3:66m	3ヶ所
ストップログ付き新設ボックスカルバート	2連: 幅2.0m x 高さ5～6m	6ヶ所
ストップログ無し新設ボックスカルバート	2連: 幅2.0m x 高さ5～6m	3ヶ所
パイプカルバートの改修	径1.0m x 1 本	2ヶ所
古い水門の改修(ボックスカルバートによる)	2連: 幅2.0m x 高さ5.6m, 3連: 幅2.0m x 高さ5.8m	2ヶ所
日本の無償による水門	変更なし	4ヶ所

注:6ヶ所のボックスカルバートに、農業用水の利用のためにストップログの挿入用スロットを取り付ける。

(3) 浸食及び洗掘防止工

C-1区間がメコン河に面している5ヶ所(3,800m)の区間では、盛土のり面を浸食から保護するために、防護工を施す。もっとも浸食の激しいKm 19付近(900 m)には、練り石積み工を、その他4ヶ所(2,900m)には、メコン河よりののり面を緩勾配(1:3)とその前面にグリーンベルトを計画した。

橋梁とボックスカルバートには、乱れを伴った縮流による浸食と局所洗掘に対する保護が必要である。橋梁には橋台回りに対する練り石積み護岸とふとん籠と礫による護床工を、ボックスカルバートの流入口及び流出口は練り石積み護岸及び、ふとん籠と礫による護床工を計画する。

2.2 道路

平面線形の選定に当たっては次の基本方針を採用した。

- 現在の中心線を極力踏襲する。
- 現在の線形の不適当な部分を修正する。
- 現在の線形が設定した基準を満たしていない場合は修正する。

調査対象道路の通過する地域の地形が平坦であることから、橋梁やカルバートの取り付け部で1%程度の縦断勾配を用いたほかは、一般には縦断勾配は0.1%以下であった。

横断構成は、以下の条件で計画した。

- i) 設計速度: 80km/hr
- ii) 車道幅員: 3.5m/車線
- iii) 低速車用スペースを兼ねた路肩幅: 2.5m
- iv) 横断勾配: 3%
- v) 路肩横断勾配: 4%

幅員構成を下表に示す。

区間	1	2	3	4	5	6	7
測点 (St)	0+000 ~ 0+300	0+300 ~ 3+500	3+500 ~ 7+000	7+000 ~ 13+500	13+500 ~ 14+000	14+000 ~ 36+000	36+000 ~ 55+300
幅員構成タイプ	I	II	II	III	IV	V	V

- タイプ別幅員構成

単位: m

タイプ	総幅員	路肩	歩道	舗装路肩	車道	中央帯	車道	舗装路肩	歩道	路肩
I	24.0	-	2.5	2.0*	6.5	2.0	6.5	2.0*	2.5	-
II	24.0	-	2.5	2.5	3.5	7.0**	3.5	2.5	2.5	-
III	21.0	1.0	-	2.5***	3.5	7.0**	3.5	2.5***	-	1.0
IV	24.0	-	2.5	2.0*	6.5	2.0	6.5	2.0*	2.5	-
V	14.0	1.0	-	2.5***	3.5	-	3.5	2.5***	-	1.0

* 駐車帯として利用。

** 将来の車道拡幅のために利用。

*** 低速車用車線として利用。

道路改良後、車両の走行速度が増加することに対応して交通安全を確保するため、以下の設備を提案した。

- i) ロードマーキングの活用
- ii) 高盛土区間及び橋梁・ボックスカルバートへのアプローチ部へのガードポスト設置、ボックスカルバート上へのガードレール設置
- iii) 交通信号、規制・警戒・案内標識の設置、道路管理用として全線にわたる距離標の設置
- iv) 住民への啓蒙

道路の機能を高めるとともに交通安全対策の一環として、次の施設を設置することを提案した。

- i) モトルモ停車場兼洪水時家畜避難所
- ii) バス停留所
- iii) 道路横断施設(乾期のボックスカルバートの利用及び歩道橋)を設置して、交通流及び歩行者の安全を確保する。
- iv) 過積載車両対策として軸重測定施設を設置して、道路維持管理に供する。
- v) 沿線地域へのアクセスを確保するために交差道路に平坦なアプローチ部を設ける。
- vi) 利用者の休息施設の確保、道路の利便性を高める、地域の特産物の販売などを目的として道の駅を設置する。

2.3 舗装

舗装設計では AASHTO の「舗装構造設計指針」を用い、必要に応じ日本道路協会の「アスファルト舗装要綱」を参考とした。現存の路床の CBR が約 2 程度と小さいことから、良質材に置き換えることによる改良を計画し、設計 CBR として 9 を設定した。交通量は交通需要予測の結果を用いた。調査対象道路を交通量別に 5 区間に分け、必要舗装強度を算定した。必要な強度を得る舗装構造(表層、上層路盤、下層路盤の各層様々な層圧の組み合わせ)の中から、もっとも経済的な構造を選択した。下表に各区間の舗装構造を示す。

設計区間	1	2	3	4	5
測点 (St.)	起点 -3.5	3.5 - 7	7- 14	14 - 36	36 - 終点
Pk (公共事業・運輸省測点)	5.6 - 9.1	9.1 - 12.6	12.6 - 19.6	19.6 - 41.6	41.6 - End
舗装構造(全厚、表層厚)	55cm, 10cm	52cm, 10cm	49cm, 10cm	59cm, 5cm	57cm, 5cm

2.4 開口部構造物

洪水軽減計画の検討結果に基づき、開口部構造物を計画した。橋梁(上部工:PC-I 連結桁、下部工:RC 楕円柱、基礎:RC 場所打ち杭)は3橋、ボックスカルバート11ヶ所(ストップログ付2連:7ヶ所、ストップログ付3連:1ヶ所、ストップログ無2連:3ヶ所、全てRC構造で既製コンクリート杭)、パイプカルバート(径1.0m)2ヶ所となった。橋梁形式は、自然条件、総工事費、施工方法、工期、維持管理の容易さなどを考慮して他橋種との比較検討を行い、決定した。また、ボックスカルバートは、渇水時に人や大型の自然動物、家畜も容易に道路を横断できることも考慮し計画した。

2.5 道路維持管理システム

現在、道路維持管理は道路補修・維持管理基金(FRMR)から充当され、公共事業省及び各県の公共事業局が実施している。道路維持管理に関する予算のほとんどは緊急復旧的に使われており、定期的な維持管理作業を実施するには不足している状況である。各県の公共事業局と公共事業運輸省はともに以下の課題を抱えている。

- 道路と橋梁建設の機械不足
- 道路と橋梁の機械を運営・管理する人材不足
- 建設機械の熟練オペレータ不足
- 機械整備の施設と道具不足
- 組織の運営能力と調査研究能力不足

維持管理能力を向上し、今後の需要の増大に対応するために、資金面で資金拡大と制度面で脆弱さの解消を図る必要がある。カンボディア政府の国道改修の重視政策により、今後、道路の維持管理需要は増大し、これに対応するため維持管理体制を強化することが不可欠となる。そのため、日常的小おこなう維持管理業務の資金を確保するために、原因者負担の原則を確立して道路利用者から低額の料金を徴収する方策を検討する必要がある。

3. 道路改良計画

以下の項目は、短期及び長期における道路改良計画である。

- 1) 縦断線形を2000年洪水位から50cmの余裕高を確保した高さとし、舗装厚を改善する。
- 2) アスファルト舗装(路床、下層路盤、上層路盤及び表層)の実施。
- 3) 低速車用車線の確保。
- 4) タイガービール工場への交差点まで、歩道、側溝及び街灯設置。
- 5) Kokir 市場まで将来の拡幅用地を中央部に確保。
- 6) タイガービール工場への交差点に信号を設置して導流化を図る。
- 7) 2ヶ所の仮設橋梁からPC(プレストレスコンクリート)橋梁へ、浸食及び洗掘対策を施して架け替え。
- 8) 2ヶ所で浸食対策を施したパイプカルバートの敷設替え。
- 9) 2ヶ所の水門をRC(鉄筋コンクリート)ボックスカルバートに浸食対策を施して敷設替え。
- 10) 浸食及び洗掘対策を施した橋梁1橋の新設。
- 11) 浸食対策を施したRC(鉄筋コンクリート)ボックスカルバートを9ヶ所で新設。
- 12) 盛土のり面保護のため護岸工を900m、のり面脇に樹木の植生工を2,900mに渡り実施。
- 13) 交通安全対策として、マーキング、ガードポスト、ガードレール、規制・警戒・案内標識、距離標及び信号の設置。
- 14) 道路関連施設として、モトルモ停車場兼洪水時の家畜避難所、バス停車場、歩道橋、車重計測施設、交差道路のアプローチ部の建設。
- 15) 必要であれば、料金所と管理施設の設置。

4. 事業実施計画

事業実施計画を作成するに当たり、各工事・工種毎の数量を算出し、施工方法を選定した後に施工計画を作成した。施工に関する条件は以下の通りと設定した。

- 土工： 11月～4月（乾期施工）
- 舗装工： 通年
- 基礎工及び下部工（洪水位以下）： 11月～4月（乾期施工）

以上より、道路改修工事に必要な期間は、全体で 36 ヶ月となった。事業実施計画を下表に示す。

	2003												2004												2005		2006		2007	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	前	後	前	後	前	後		
基本設計																														
詳細設計/ 入札書類作成																														
請負業者事前審査 入札/入札評価、契約																														
施工																														

5. 経済評価

各工事・工種毎の数量及び施工計画から、プロジェクトコストを算出した。積算の前提条件を示す。

- i) 外貨に対する変動及び通貨実態を考慮して、コストは米ドルベースとした。
- ii) 単価の設定は、2002年10月時点の設定とした。（1ドル=120円=3,990リエル）
- iii) 共通仮設費、現場経費及び一般管理費をそれぞれ直接工事費の4%、17%、10%と設定した。
- iv) 実施設計費及び施工監理費は、それぞれ直接工事費の4%、7%として見積もった。
- v) 用地補償費、障害物移設費及び環境測定費は、別途積算した。
- vi) 不発弾探査及び撤去費は、本調査対象地域に危険地帯がないため、計上を見送った。
- vii) 特別に輸入する機械の単価については、別途積算した。

経済分析の前提条件を以下に示す。

- i) 交通量は、交通需要予測の結果を用いた。
- ii) 経済成長率6%/年を基本ケースとした。
- iii) プロジェクトライフを20年と仮定した。
- iv) 便益は、計量化可能な走行時間及び走行費用の節約の2項目について算出した。
- v) 割引率は12%とした。
- vi) 感度分析は経済成長、建設費と便益の増減及び時間価値に関する分析を行った。

基本ケースの経済的内部収益率は 13.3%となった。また、感度分析においても主要なケースで 12%を超過している。したがって、本プロジェクトの実施は、経済的に妥当性がある。

6. 環境評価

初期環境影響評価（IEIA）は、カンボディアの環境法及び JICA の環境影響評価ガイドラインに則っておこなわれた。その結果、プロジェクトの実施により不可逆的な社会・環境的影響がないことが確認された。特に、現道改良であることから用地収用や住民移転問題など深刻な社会問題を引き起こすことはない。

調査の過程で、IEIA 報告書に対する環境省からのコメントを受けて、生態系環境及び事業実施に関する追加の検討をおこなった。実施機関である公共事業運輸省は、これらを取り込んだ最終報告書を環境省へ提出し、環境省から事業化への承認を取り付けた。

したがって、環境面から見た本プロジェクトの実現可能性は担保されている。

7. 結論と提言

(1) 結論

本プロジェクトは、国道1号線C-1区間(プノンペン～ネアックルン間)を洪水対策に配慮して全天候型で国際規格に準拠した道路に改修することにより、カンボディアの主要幹線道路であるとともに戦略的な国際幹線道路であるアジアハイウェイA-1号線を実現することを目的としている。

調査対象路線が整備されることにより、交通安全の確保及び沿道の環境保全に貢献し、生産地と消費地の間を連絡して経済活動を高め、輸送コストの低減により市場へのアクセスが改善され、競争原理を導入して価格を低下させ、プノンペン～ネアックルン区間の開発が促進され、貧困層の就業機会が増す。また、国内の貨物とともにベトナムへの国際貨物の輸送需要が高まることが予想される。

- i) 国道1号線C-1区間は、道路改修の必要性和緊急性が高いことが判明した。また、経済的に十分な投資効果が期待できる。
- ii) 計画洪水に対して首都プノンペンやC-1区間、C-2区間、国道11号線及び周辺の定住圏への洪水リスクを低減できる位置と規模で開口部を計画した。また、開口部から流入する洪水は、メコン河右岸低平地(コルマタージュエリア)へ負の影響を与えないことが確認された。
- iii) 本調査で提案されている道路改修は、適切な洪水対策を講じて、洪水の影響を受け難い計画路面高と道路構造が設計されていることから、技術的にも信頼性の高い改修計画となっている。
- iv) 提案されている改修計画は、追加的用地収用は必要としない。住民移転問題は暫定的な道路敷(30m)内にある1,805家屋が移転対象となるが、道路敷(60m)内へ移転することを認め、同時に移転を補償している。

(2) 提言

1) 道路改修資金の確保

改修本体工事实施には、二国間や国際機関から開発援助を得てプロジェクトの実現に向けた協力を要請することを提言する。本体工事に関連する費用(家屋移転、公益施設移設の補償費等)は、カンボディア政府の予算で確保する。

2) 事業実施の前提となる30m幅の道路敷の確保

改修工事实施には30m幅の道路敷内の家屋を移転し、公益施設を移設する必要がある。このための公式手続を早急に開始し、事業実施の前提となる30m幅の道路敷を確保する。

3) 沿道の開発規制

住民及び公益施設を移転させた後本事業が実施されるまでの間、沿道の開発計画を改修計画と関連で検討し、必要に応じて適切に規制する。

4) 2ヶ所の簡易橋の維持管理

2ヶ所の簡易橋を改修工事が始まるまでの間利用する必要があるため、公共事業運輸省は簡易橋と迂回路を適切に維持管理する必要がある。

5) 過積載車の取り締まり強化

橋梁や舗装の損傷に深く関係する大型車に対しては、現在の橋梁付近に車軸検査所を直ちに設置して過積載車の取り締まりをおこなうことを提言する。

6) 道路維持管理の財源確保

カンボディア政府の国道改修の重視政策により、今後、道路の維持管理需要は増大し、維持管理体制を強化することが不可欠となる。そのため、原因者負担の資金確保とともに、日本政府に要請している道路維持管理キャッチアッププログラムを援助完了後も継続する。

7) コルマタージュ水門に付随する水路改修

国道1号線には我が国の無償資金協力でコルマタージュ水門が整備されているが、付随する水路が浸食されている。これらの水門は、農業用利水施設であるとともに洪水被害リスクを低減させる機能を有しているため、浸食防止工を講じた水路を改修する。

8) メコン河の護岸浸食防止策

調査対象地域では、メコン河沿いで護岸の浸食が進行している箇所がある。この浸食状況を毎年観測し、国道1号線に悪影響を与えることがないように予防的な防止策を講じる。

9) ネアックルンフェリー渡河地点でのメコン河架橋調査

現在、フェリー利用者に渡河リスクと高コストを強いている。そのため、フェリーによる渡河を解消することが求められる。メコン河の架橋に関する調査を開始する。

10) Chbar Ampov交差点改良に関する総合的な検討

Chbar Ampov交差点は、ネアックルンフェリー、Kokir市場前とともに国道1号線C-1区間の交通ボトルネックとなっている。したがって、国道1号線C-1区間が改修されるのに合わせて改良されることが望ましい。しかし、この交差点を取り巻く物理的制約は非常に厳しく、第2Monivong橋建設を前提条件とした交差点改良が意味を持つ。したがって、この交差点改良に関連する、Chbar Ampov市場、Kbal Ntal交差点および周辺地域の道路網などを含む総合的な検討が必要である。

カンボディア国
国道1号線プノンペン～ネアックルン区間
改修計画調査

最終報告書

要 約

目 次

序文

伝達状

プロジェクトの意義

調査対象地域の現況写真

調査対象位置図

略語一覧

調査概要表

調査の概要

Page

1. プロジェクト背景.....	S - 1
2. 自然条件及び現況	
(1) 自然条件.....	S - 1
1) 地形・地質	S - 1
2) 気候・水文	S - 2
3) 環境	S - 4
(2) 社会状況.....	S - 6
(3) 農業及び土地利用.....	S - 6
(4) 道路網及び道路輸送.....	S - 8
(5) 道路交通.....	S - 10
(6) 道路	S - 13
(7) 橋梁及びカルバート構造物.....	S - 15
3. 社会経済フレームワーク	
(1) 社会経済フレームワーク	S - 18
1) 現況	S - 18
2) 社会経済フレームワーク	S - 19
(2) 交通需要予測.....	S - 20

4. 洪水及び洪水軽減	
(1) 洪水と洪水被害の状況.....	S - 22
(2) 水理シミュレーションモデル.....	S - 27
(3) 洪水軽減計画.....	S - 27
1) 道路盛土の計画高	S - 28
2) 開口部の計画	S - 28
(4) 浸食および洗掘防止工.....	S - 29
1) 盛土斜面の保護	S - 29
2) 橋梁及びボックスカルバートの保護.....	S - 29
5. 道路及び道路施設改修計画	
(1) 基本方針及び設計基準.....	S - 32
1) 道路及び道路関連施設	S - 32
2) 開口部構造物	S - 34
(2) 改修計画比較検討.....	S - 36
(3) 予備設計.....	S - 38
1) 道路及び舗装	S - 38
2) 開口部構造物	S - 40
3) 施工工程	S - 43
6. 事業実施計画	
(1) 道路改良計画.....	S - 45
(2) 施工計画.....	S - 45
(3) 事業実施計画.....	S - 46
7. プロジェクトコスト	S - 46
8. 道路維持管理計画	
(1) 財務状況.....	S - 48
(2) 道路維持管理業務.....	S - 48
(3) 道路維持管理の財源確保.....	S - 49
9. プロジェクト評価	
(1) 経済評価.....	S - 49
1) 便益・費用分析	S - 50
2) 感度分析	S - 51
(2) 財務評価.....	S - 52
(3) 環境評価.....	S - 53

1) 自然環境への影響	S - 53
2) 社会環境への影響	S - 54
3) 汚染への影響	S - 55
(4) 総合評価.....	S - 57
1) 技術的フィージビリティ	S - 57
2) 環境影響評価	S - 57
3) 経済的フィージビリティ	S - 57

10. 結論と提言

(1) 結論	S - 58
(2) 提言	S - 59

表 目 次

	<u>Page</u>
表 S-2-1 公共施設及び宗教施設	S - 6
表 S-2-2 国道 1 号線C-1区間における平均旅行速度	S - 11
表 S-2-3 既設構造物の諸元表	S - 16
表 S-2-4 既設構造物のインベントリ調査結果	S - 16
表 S-2-5 既設構造物に対する評価点	S - 17
表 S-2-6 既設構造物の総合評価	S - 17
表 S-2-7 既設構造物架け(敷設)替えの理由	S - 18
表 S-3-1 SEDP-2の経済指標の目標	S - 19
表 S-3-2 中間シナリオにおける経済成長フレーム	S - 19
表 S-3-3 年次別人口予測	S - 20
表 S-3-4 大交通ゾーン別の将来人口推計値と生成交通量	S - 20
表 S-3-5 国道 1 号線C-1区間の交通需要予測結果	S - 21
表 S-4-1 提案する国道1号線 (C-1区間) 沿いの開口部	S - 29
表 S-5-1 幾何構造設計基準	S - 32
表 S-5-2 盛土高の代替案	S - 33
表 S-5-3 設計上の条件要素	S - 34
表 S-5-4 設計荷重の種類	S - 34
表 S-5-5 材料の単位体積重量及び上載荷重	S - 35
表 S-5-6 近年実施された道路及び橋梁プロジェクトでの適用基準	S - 35
表 S-5-7 適用材料及び強度	S - 35
表 S-5-8 代替案比較表	S - 36
表 S-5-9 幾何構造設計基準の推奨値と実際に使用した値の比較	S - 38
表 S-5-10 開口部構造物の標準タイプ	S - 40
表 S-5-11 適用する橋梁形式ケース2の特性評価	S - 41
表 S-5-12 開口部構造物の概要	S - 43
表 S-5-13 カルバート敷設工程	S - 44
表 S-5-14 橋梁建設工程	S - 44
表 S-5-15 道路築造工程	S - 44
表 S-6-1 工事種類別数量	S - 45
表 S-6-2 事業実施計画	S - 46
表 S-7-1 直接工事費に対する間接費の比率	S - 46
表 S-7-2 事業費総括表	S - 47
表 S-9-1 プロジェクト費用の積算	S - 50

表 S-9-2	走行時間及び走行費用の短縮による便益	S - 50
表 S-9-3	便益・費用分析結果	S - 50
表 S-9-4	経済成長の代替案による感度分析の結果	S - 51
表 S-9-5	建設費及び便益の増減に対する感度分析	S - 51
表 S-9-6	時間価値に関する感度分析結果	S - 51
表 S-9-7	資本投資資金とローカル資金	S - 52
表 S-9-8	資本投資資金の調達額と支出必要額との比較.....	S - 52

目 次

	<u>Page</u>
図 S-2-1 カンボディアにおける年平均降雨量分布	S - 2
図 S-2-2 Chrouy Changvarにおける年最高水位	S - 3
図 S-2-3 Kampong Cham からネアックルン間でのメコン河沿いの河岸浸食動向	S - 4
図 S-2-4 土地利用図	S - 7
図 S-2-5 調査対象地域における幹線道路網	S - 9
図 S-2-6 プノンペン - ホーチミン間現存路線	S - 9
図 S-2-7 コードンライン調査地点における通過交通量比較	S - 10
図 S-2-8 国道網利用者の交通手段	S - 11
図 S-2-9 国道網利用車の起終点分布	S - 11
図 S-2-10 平均旅行速度	S - 12
図 S-2-11 Chbar Ampov交差点における12時間方向別交通量	S - 12
図 S-2-12 貨物車の積載数量と積載容量	S - 13
図 S-3-1 1人あたりのGDP推移	S - 18
図 S-3-2 大交通ゾーン別の車輛交通生成量	S - 21
図 S-3-3 国道 1 号線C-1区間の交通需要予測結果	S - 22
図 S-4-1 2000年洪水の状況	S - 24
図 S-4-2 2000年洪水時における越流箇所	S - 25
図 S-4-3 2000年洪水時における国道1号線（C-1区間）沿いの推定最高水位	S - 26
図 S-4-4 水理シミュレーションモデルの構造	S - 27
図 S-4-5 国道1号線（C-1区間）に沿って計画する開口部位置	S - 30
図 S-4-6 道路盛土のり面に対して計画する浸食防止工	S - 31
図 S-5-1 舗装設計の全体的流れ	S - 33
図 S-5-2 構造物の適用標準横断面	S - 34
図 S-5-3 標準横断面図の例	S - 38
図 S-5-4 ボックスカルバートの道路横断施設としての使用例	S - 39
図 S-5-5 舗装構造	S - 40
図 S-5-6 PC上部工標準断面構成	S - 41
図 S-5-7 概略設計用開口部構造物の位置図	S - 42

要約

要 約

1. プロジェクト背景

国道1号線は、プノンペン(Phnom Penh)－Bavet(ヴェトナム国境)間、全長166kmである。Bavetは、ヴェトナム南部に通じる主要な国境通過点であり、ホーチミン(Ho Chi Minh)まで72kmに位置する。このプノンペン－ホーチミン間は、アジアハイウェイA-1号線とアセアン(ASEAN)ハイウェイ1号線の一部をなし、プノンペン－ホーチミン間の主要な交通が利用する。

国道1号線は、以下の2区間で構成される。

- C-1区間: プノンペン－ネアックルン(Neak Loueng)間
- C-2区間: ネアックルン－Bavet(ヴェトナム国境)間

アジア開発銀行(ADB)の融資により実施されている「ホーチミン－プノンペン間道路改良プロジェクト」では、カンボディアの平野地域(Plain Region)を東西に横断する主要幹線道路国道1号線を改良することを目的としている。平野地域は、5州(Kandal, Prey Veng, Svay Rieng, Kanpong Cham, Takeo)及び首都プノンペンからなり、総面積は14%に過ぎないが、総人口の50%以上の680万人(2002年)が住み、GDPの54%を生産している。

C-1区間(56km)は国際協力事業団(JICA)により本調査が実施され、C-2区間(105km)はADBにより改良が実施中で2003年に完了する予定となっている。

調査対象地域は、国内の主要な生産地/主要消費地とともに国際交易/投資といった開発ポテンシャルの高い地域である。また、この地域は、最大の消費地である首都プノンペンへ向けて穀物(米、とうもろこし)、野菜、魚及び家畜の生産が盛んである。したがって、道路が改良されると、開発が促され交通量が増加すると予想される。

国道1号線が担うべき役割と果たすべき機能は、以下の通りである。

- 洪水の影響を受けない全天候型道路に改良して年間を通して確実な通行機能を確保する
- オートバイ及びモトルモなど緩速車を分離し、交通安全を確保し環境を保全する
- マーケットへのアクセスを改善して競争の環境を整えて価格を低下させ、貧困層に就業機会を増し、定住圏の間を連絡して経済活動を高め、社会開発を促進する
- 国際基準に準拠した幹線道路の実現により、生産地と消費地、資源開発と交易の結びつきを強化することにより、現在移行中の市場経済を発展させ、貧困の削減を図る

2. 自然条件及び現況

(1) 自然条件

1) 地形・地質

地形

カンボディアは地形の面から、平野地域(Plain Region)、トンレサップ湖地域、海岸地域、高原・山岳地域に分類される。カンボディア全体の面積は182,035 km²であり、平野地域の州・市(プノンペン、Kandal, Kanpong Cham, Prey Veng, Takeo)の合計面積は25,100 km²である。平野地域の人口は全国の人口1千3百万人の51%を占めている。

調査対象道路はメコンその他の川の後背湿地を通過しており、調査対象地域の地形

は全体的に平坦である。調査対象道路で最も標高が高いのは、始点であるMonivong橋東側のマーケット付近の市街地で、約11mであり、逆に標高が最も低いのは終点付近で約8mである。

地質

調査対象地域は、メコン河右岸の沖積低地に位置している。この地域の地盤の土質は主としてゆるい砂、シルト、粘土から成り、支持力は比較的に低い。

ボーリング結果から、橋梁基礎の支持層は地表から20～30mの深さまで見当たらない。このため、道路構造物の基礎としては比較的大規模なものが必要となる。

シルトや粘土を多く含む土が道路の盛土にも使われており、このため、路床の支持力も低く、舗装寿命の低下の原因となっている。

2) 気象・水文

気候

調査対象地域の気候は雨期と乾期という2つの季節に明確に分かれる。雨期は5月中旬から11月にかけての南西モンスーンによってもたらされ、頻繁な豪雨をとまなう。乾期は12月から4月にかけてであり、北東モンスーンの影響を受ける。雨期と乾期の間には短い遷移期間がある。調査対象地域の年降雨量は約1,400 mmであり、9月に最大雨量が発生する(図 S-2-1 参照)。

調査対象地域における年間平均気温は約28℃であり、最高月平均気温は34.6℃(4月)、最低月平均気温は21℃(12月)である。相対湿度は67%(3月)～84%(9月)である。風速は、5.6～12.5m/sの範囲で変化し、瞬間風速は16～18m/sに達する。

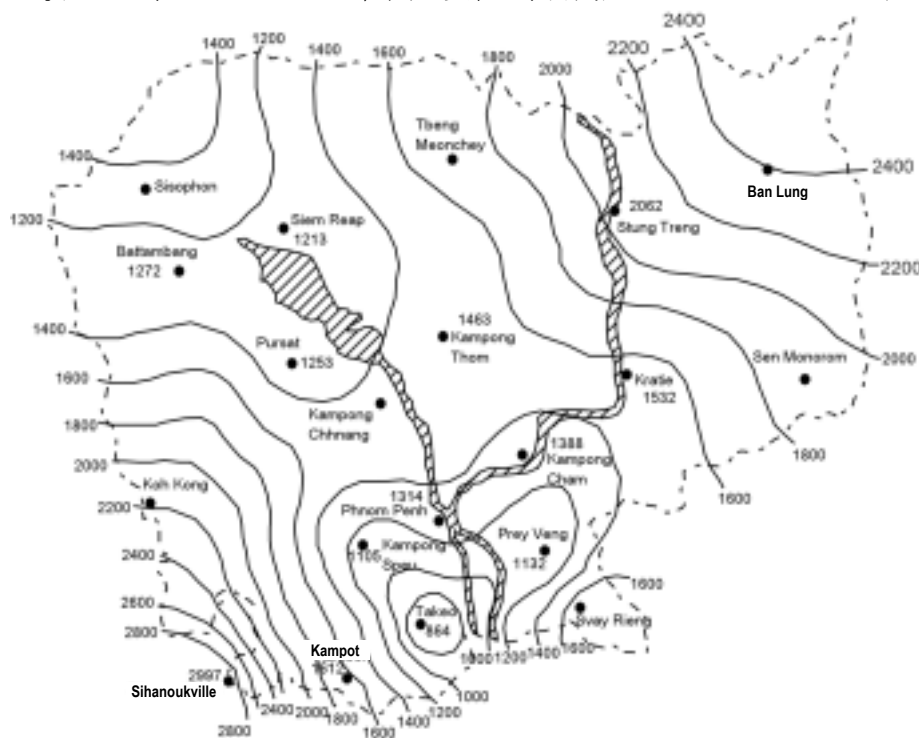


図 S-2-1 カンボディアにおける年平均降雨量分布

メコン河

メコン河はチベットを水源とし、中国、ミャンマー、タイ、ラオス、カンボディア、ヴェトナムを流れる東南アジアで最長の河川である。メコン河の河川長は4,200 kmであり、全流域面積は783,000 km²である。カンボディア国内のメコン河は流域面積が154,895 km²であり、これはメコン河本川流域(61,337 km²)、Tonle Sap河流域(79,310 km²)及びBassac河流域(14,248 km²)からなる。

水位

メコン河流域における降雨によって、メコン河、Tonle Sap河及びBassac河の水位は5月末ないし6月から上昇を初め、8月末ないし9月ごろピークとなる。その後水位は下降し、2月ないし3月ごろに最低となる。

Chrouy Changvar水位観測所における1894年から2001年までの年最高水位によると、洪水最高水位の上昇傾向は明確には見られない(図 S-2-2 参照)。しかしながらKampong Cham水位観測所の1960年から2001年までのデータによると、最近10年間に於いて洪水最高水位の上昇傾向が見られる。この上昇傾向が継続するかどうか、さらにその上昇傾向の理由についてはより集中的かつ広範囲な調査が必要である。

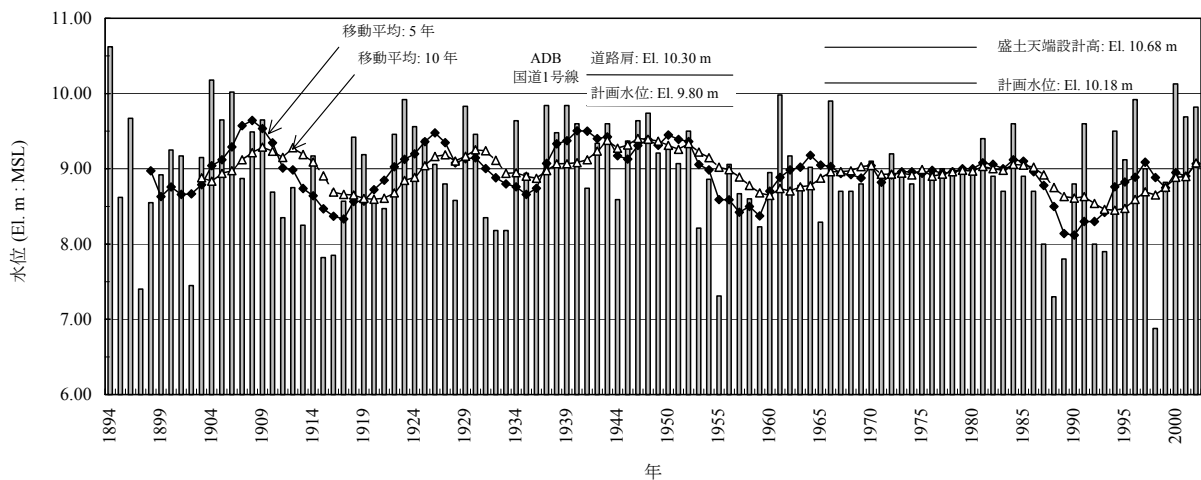


図 S-2-2 Chrouy Changvarにおける年最高水位(1894年～2002年)

プノンペンと国道1号線(C-1区間)周辺における最近の主要洪水は1996年、2000年、2001年及び2002年に発生した。これらの洪水の中で2000年洪水はプノンペンと国道1号線(C-1区間)周辺において最も厳しい洪水であった。この2000年洪水の最高水位はプノンペン周辺のChrouy Changvar水位観測所でEl. 10.13 mを記録し、Bassac Chaktomuk水位観測所でEl. 10.18 mを記録した(平均海水面(MSL)に基づく。)2000年洪水は2山ピークで長期間の洪水が継続したという点で他の洪水とは特徴を異にする。

洪水の確率年

洪水の年最高水位の生起確率を解析した。1996年洪水、2000年洪水、2001年洪水及び2002年洪水に関する確率年はプノンペン及び国道1号線(C-1区間)周辺でそれぞれ8年、12年、6年及び6年であった。

洪水流出量に近似したものとして7月から11月の水位を累加し、生起確率解析を行なっ

た。この解析方法では、2000年洪水は23年確率となった。

河岸浸食を含む河川形態

国道1号線(C-1区間)沿いのメコン河における河岸浸食の動向を1968年と1996年の地形図に基づき比較検討した(図 S-2-3 参照)。この比較によって、4ヶ所の河岸浸食地点が明らかとなった。さらにこの4ヶ所の内、Km 18+000 から 26+000が最もきびしい浸食箇所であった。この検討に基づき、河岸浸食を毎年観測すること、さらに、河岸浸食が国道1号線(C-1区間)に対し真に重大な問題となる場合はそれ以前に、何らかの対策を講じることを提言する。

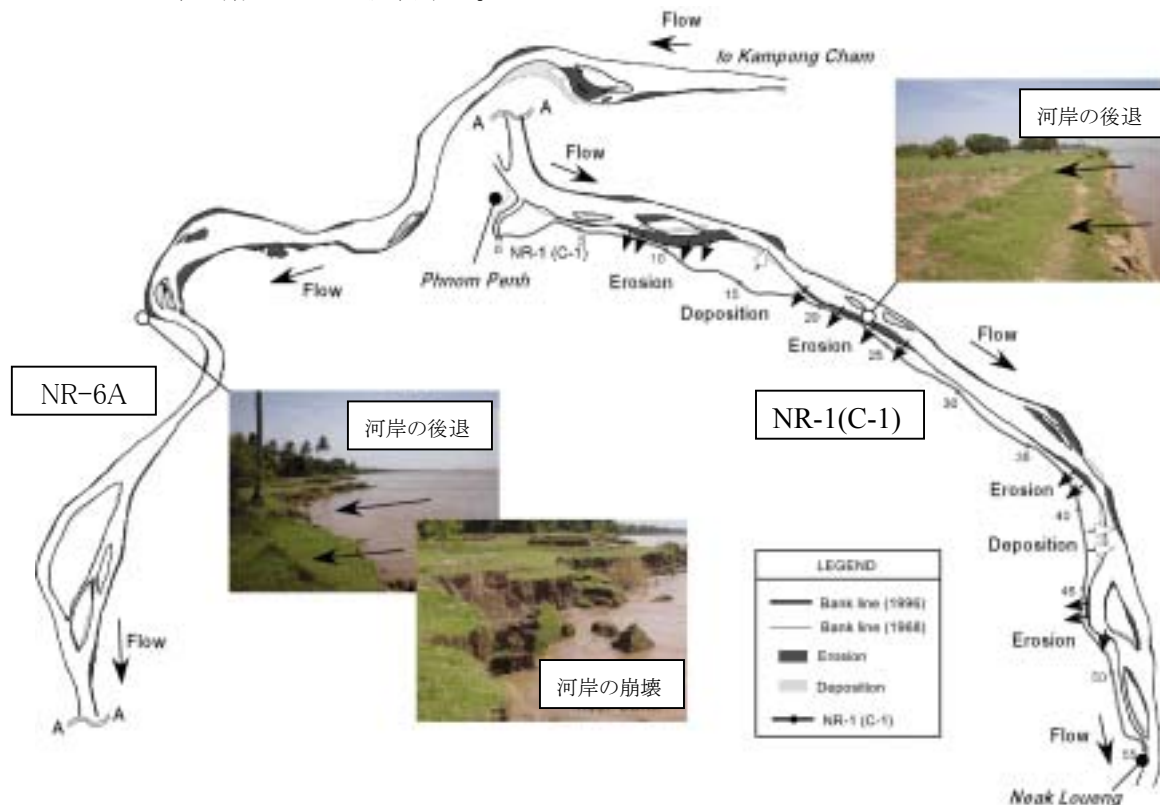


図 S-2-3 Kampong Cham からネアックルン間でのメコン河沿いの河岸浸食動向

3) 環境

植生

国道1号線沿線には多様な植物種が生育するが、重要商品樹種としてはパンノキ、マンゴ、ココヤシ、タマリンド、竹類等がある。地域住民の燃料として14種類の樹木灌木が利用されている。これら樹種には洪水敷に生育するものもあり、燃料木や丸太材として利用されるものもある。多種の野菜や果物が栽培され地域集落に供給されている。自生野生植物では、ハス、カキ等から果実を採取し食料としており、外来種のナツメ、タマリンドもある。野生の野菜類も地域住民の重要な食料となっており、同時にこれらの植物は家畜の飼料としても重要性が高い。多品種の穀類、稲が低地、洪水氾濫原で栽培され、この低湿地と洪水氾濫原が重要で多様な生産システムの生態系であることが認識される。

動物相

調査対象地域には野生動物が生息するが、余り多くはない。低湿地や洪水氾濫原には相当数の水生鳥類が生息し、70種類の鳥類が報告され、その大部分は湿地生息の種で、他は林地生息の種である。魚類の生息種は100種を超え、大部分はカンボディア既存種である。地域の住民、漁師は時期や季節により農業と漁業をバランスよく営んでいる。

自然史跡保全地と保全地区

調査対象地は歴史的遺跡保全地区の対象地区に属さない。また、アンコール期や前アンコール期の遺跡は存在していない。対象地区は住宅地と農地が主体となり、国立公園や保全地区にも属していない。メコン河の沿岸にはMohaleap、Kien Svay Khnong、Kien Svay Krauの3ヶ所のレクリエーション地とレクリエーションセンターが存在する。

汚染レベルの状況

水質、大気、騒音の測定調査を行い汚染レベルの状況を次の地点で行った。測定地点は4ヶ所でMonivong橋より20.7km地点(測点-1)、45.3km地点(測点-2)、ネアックルン(測点-3)、及びMonivong橋(測点-4)である。資料採取後、環境省での試験分析を行い結果は次の通りである。

- 水質

水質:BOD量は観測点1 (2.4mg/l)、2 (45.79mg/l)、3 (4.1mg/l)、4 (46.12mg/l)ではカンボディア国基準値(80mg/l 以下)より低く、特に観測点1及び3は基準値より極めて低い。COD量は観測点1 (42.28mg/l)、2 (88.41mg/l)、4(46.12mg/l)では高いものの基準値(100mg/l以下)を十分下回っている。浮遊物量SSは観測点1 (136mg/l)、4 (154/mg/l)ではかなり高く基準値(120mg/l以下)を超え、大腸菌群数は測点1 (11,000MPN/100ml)で基準値(5,000 MPN/100ml以下)を超えている。これは観測地点1の近くに製板工場や船着き場が存在しその汚染影響に起因している。

- 大気

二酸化硫黄(SO₂): SO₂濃度は全観測点で基準値0.112ppmを下回る。田園地方部では濃度の範囲は0.0009ppm～0.001 ppmで都市部では0.0018ppm～0.014 ppmである。SO₂濃度は都市部の方が一般的に高くなっている。

二酸化窒素(NO₂): NO₂濃度は全観測点で基準値0.052ppmを下回る。田園地方部では濃度の範囲は0.0304ppm～0.0349ppmで都市部では0.0454ppm～0.0494 ppmである。NO₂濃度は都市部の方が一般的に高くなっている。

一酸化炭素(CO): CO濃度は全観測点で基準値17.21ppmを下回る。田園地方部では濃度の範囲は1.45ppm～1.66ppmで都市部では2.08ppm～3.75ppmである。CO濃度は都市部が一般的に高くなっている。

- 騒音レベル

騒音レベルは全観測点で基準値の住居地区60dB(A)、商業地区70 dB(A)を下回る。田園地方部では騒音レベルの範囲は最小50.4dB(A)～最大78.4 dB(A)で都市部では最小68.6 dB(A)～最大77.7 dB(A)であるが、最大騒音レベルは短時間の発生で、一般的には恒常的に低い騒音レベルとなっている。

(2) 社会状況

道路の現況は、Monivong橋からの3kmとネアックルンフェリーターミナルの近辺を除き、農村部を横断する。道路は3～6mの盛土上にあり、周辺はメコン河の氾濫原となっている。道路脇の住宅及び商店の多くは、コンクリート杭の上に建つ高床式であり、木製の床及び壁とタイル状の屋根からなる。商店の多くは、路肩と店舗を木製の棧橋などでつなぎ、時には路肩などをコンクリートで補強している。

沿道には、2ヶ所の小都市がある。一つはMonivong橋東詰近辺のChbar Ampovであり、もう一つはKokirマーケットを中心としたKien Svayである。その他にKandal Leu, Kandal Kraom及びPrek Ta Kaevという3ヶ所の集落がある。

公共施設は、学校、病院及び変電所がある。アンコールやプレアンコール時代の遺跡や寺院は存在しないが、上座仏教の寺院は数多く存在する。

表 S-2-1 公共施設及び宗教施設

No.	施設	側点(Km)	備考	No.	施設	側点(Km)	備考
1	市場	0+100	Chbar Ampov	15	市場	13+600	Kokir
2	寺院	1+200	Nirouth Rangsey	16	病院	13+900	Bang Aek Srok Kiensvay
3	寺院	3+900	Chheu Teal Khpos	17	寺院	14+300	Vanntamul
4	市場	6+000	Prek Aeng	18	寺院	15+200	Slakaet
5	小学校	6+100	Prek Aeng	19	学校	15+200	Slakaet
6	寺院	8+100	Muchheum Voan	20	寺院	16+300	Sutharam
7	寺院	9+000	Cham Pha	21	寺院	17+650	Dei Edth
8	寺院	9+100	Chan Rangsey	22	学校	17+700	Chey Voramann Ramon 7
9	病院	9+900	Kbal Kaoh	23	寺院	18+700	Enn Prum Broey
10	小学校	10+300	Yok Bat	24	学校	20+500	Sdau Kanlang
11	寺院	10+500	Kien Svay Khnong	25	学校	35+100	Hun Sen Samrong Thum
12	寺院	11+200	Chitaram	26	寺院	39+600	Dei Dosh
13	寺院	12+200	Kien Svay Krau	27	寺院	49+200	Kampong Phnom
14	学校	12+200	Rasmei Sammak	28	学校	54+900	Kampong Chamlang

上水道は設置されているが、場所によっては民間所有である。しかし、多くの人々が地下水や河川及び湖沼の水を利用している。電線及び光ファイバーケーブルが沿線に敷設されている。

(3) 農業及び土地利用

作物及び作付けパターン

Kandal州はプノンペン近郊であり、米、トウモロコシや野菜のような多くの作物が栽培されている。Kandal州の米の収量は239,780 t/年であり、国全体のわずか6%である。しかしながら、Kandal州のヘクタール当たりの米の収量は3.14 t/ha であり、国の平均の1.97 t/ha よりずっと大きい。

調査地域(メコン河とBassac河との間)の作付けパターンは、2つのパターンから成る。これらは、「洪水減水期の水稻を含む乾期作水稻」と、「灌漑を伴う乾期作水稻」である。その他は

雨期作水稻と、トウモロコシ、野菜等である。減水期水稻は12月、1月あるいは2月に作付けする。雨期作水稻は5月、6月に作付けし、洪水の前に収穫する。

コルマタージュ地域の土地利用は、草地、灌木地、氾濫原の灌木地、そして湖及び河川からなる湿地が47.5%を占め、水田、畑地、村の地域が52.5%を占める(図 S-2-4 参照)。

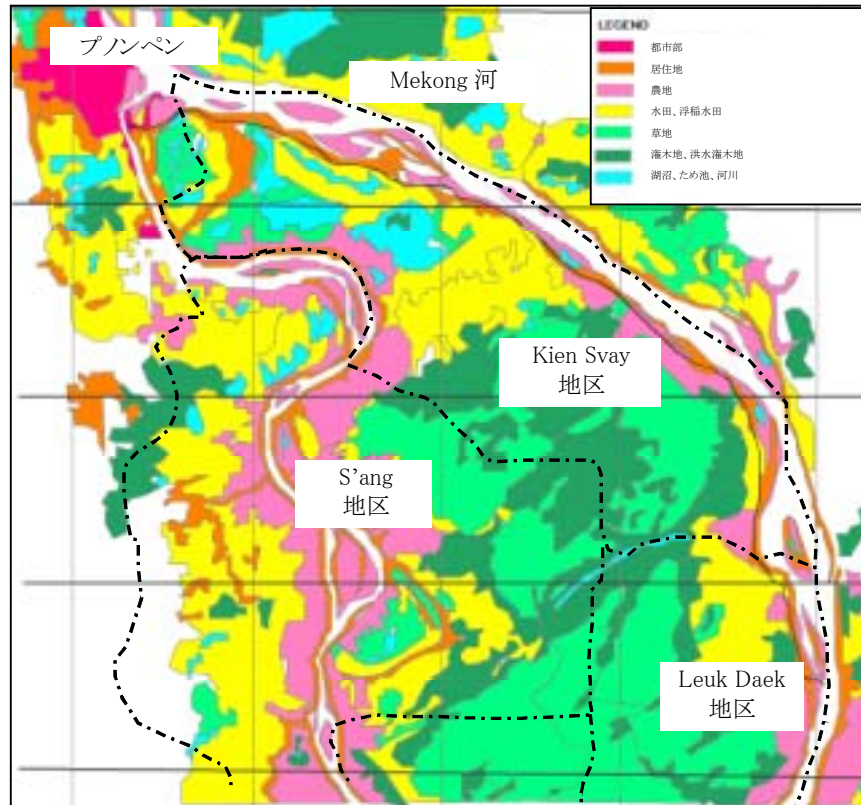


図 S-2-4 土地利用図

コルマタージュシステム

コルマタージュ地域には国道1号線(C-1区間)沿いに12ヶ所とBassac河左岸沿いに38ヶ所の合計50ヶ所のコルマタージュシステムが存在する。これらの内、国道1号線(C-1区間)沿いでは5ヶ所が機能しており、Bassac河沿いでは36ヶ所が機能している。コルマタージュシステムの目的は、コルマタージュ地域に流入する洪水流を貯留し、乾期に貯留水を灌漑に利用することと、栄養分を含んだ肥沃土を周辺の水田等に沈泥させること、さらにコルマタージュ水路及び周辺に沈泥したシルトを用いて農地を広げることである。

水門を含むコルマタージュシステムは農民によって操作され維持管理される。水門あるいは水路は雨期作水稻を収穫後開放され、洪水後の灌漑水を貯留するために閉鎖される。水門が無い幾つかの水路はいつも開放されており、周辺の河川水位の動きにまかせている。

洪水被害

コルマタージュ地域の中のKien Svay地区のデータによると、2000年には洪水のために雨期作水稻は収穫できなかった。しかしながら、2000年の乾期作水稻による全収穫量は、雨期作水稻と乾期作水稻の両方が収穫された1999年の1.3倍であった。このことから、2000年洪水は農民に対する大きな被害が発生しなかったと思われる。さらに、本調査における農民への聞き込み調査結果でも、コルマタージュ地域の47村落の内、2000年の年収入が減少したのはわずか7村落に過ぎなかったことが判明した。その他の村では22村落で年収入が同

じであり、18村落で増加したという回答であった。このような被害状況に基き、2000年洪水はコルマタージュ地域に対する農業被害をほとんど引き起こさなかったと言える。

開口部に関するコメント

農民は水路をとまうコルマタージュシステムを回復するために、国道1号線(C-1区間)沿いの開口部を望んでいる。もし、開口部周辺の家屋に対して開口部による悪影響が生じなければ、国道1号線(C-1区間)の全ての地点が開口部の可能な場所になる。

(4) 道路網及び道路輸送

カンボディア国内の道路網は、国道、州道及び地方道で構成されている。内訳は、国道:44路線(4,756km)、州道:124路線(5,700km)である。国道は、1桁国道7路線(2,0002km)と、37路線の2桁国道(No.11~78, 2,754km)で構成されている。また、州道は3桁の号数からなり(No.101~339)なる。公共事業運輸省(MPWT)管轄の道路は、12,156kmに及び行政上以下の2種類に分類されている。

- 国道:首都と州都、主要地方都市及び主要国境通過点とを結ぶ
- 州道:州都と国道沿線にない地方都市とを結ぶ

国際道路網はアジアハイウェイとアセアンハイウェイの2種類ある。前者は、加盟国の道路運輸社会基盤を建設し、アジアとヨーロッパを結ぶ役割を担っている。同時に、地域間及び国際協力体制の確立を促し、国際間貿易及び運輸を活性化させる狙いがある。また、後者は、アセアン加盟国間運輸網を協力して開発するために、人及び物流の主要交通軸をなしている。

国道1号線と5号線はアジアハイウェイA-1号線とアセアンハイウェイ1号線の一部を構成している。一方、国道4号線、6号線及び7号線は、A-11号線の一部を構成している。また、国道1号線の終点であるBavetはカンボディアーヴェトナム間の主要国境通過点をなしている。

図 S-2-5 は、主要幹線道としての国道1号線、6号線及び7号線、準幹線道としての国道11号線及び21号線を含む調査対象地域の幹線道路網を示している。

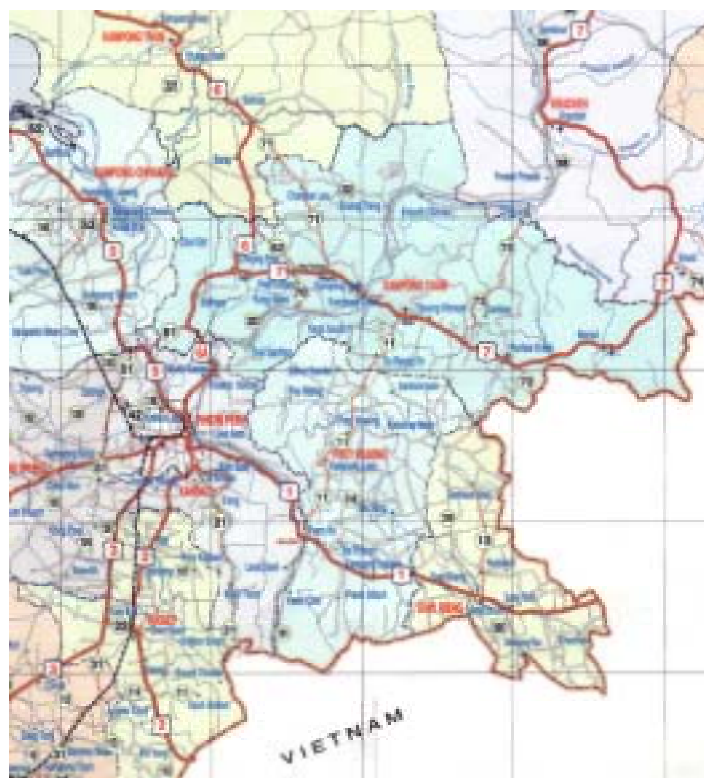


図 S-2-5 調査対象地域における幹線道路網

プノンペンーホーチミン間を結ぶ道路は3路線存在しており、図 S-2-6 に示す通りである。それぞれの道路延長は、1号線経由:246km、6号・7号線経由:355km、2号線経由:421kmとなっている。

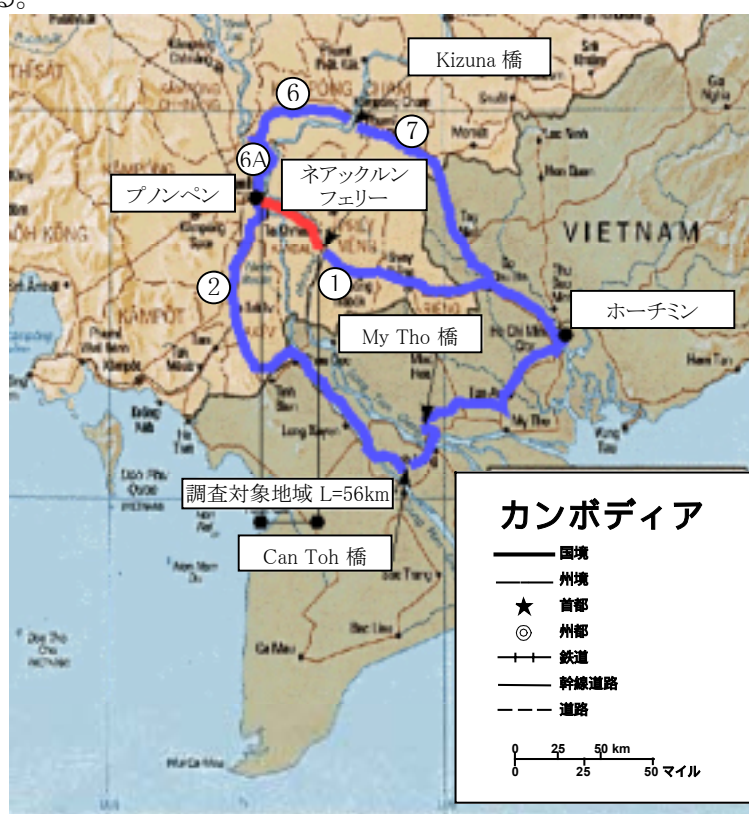


図 S-2-6 プノンペンーホーチミン間現存路線

調査対象地域内の幹線道路は、洪水により寸断されれば、ほとんどの場合代替ルートを確保できる状況にない。主な理由を以下に述べる。

- 1) 道路網が非常に粗く、代替する路線が存在しない区間が多い。
- 2) メコン河を渡河する橋が1橋のみであるため、メコン河及びその支川が大きな交通障害になっている。

(5) 道路交通

a. 交通量調査 (コードンライン調査)

図 S-2-7 に示すように、国道1号線C-1区間における24時間交通量は約16千台、昼夜率は1.18、ピーク率は0.14であった(NR1-1)。また、国道1号線C-2区間における24時間交通量は約4千台であり、昼夜率は1.11、ピーク率は0.17であった(NR1-2)。

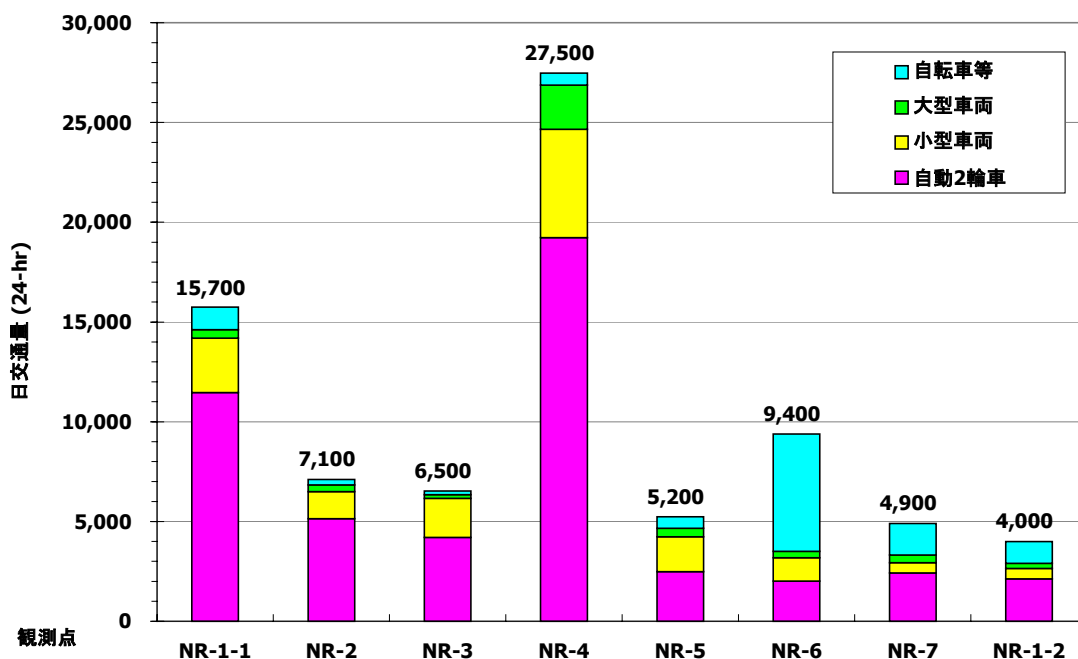


図 S-2-7 コードンライン調査地点における通過交通量比較

b. 交通手段

図 S-2-8 に示すように、「徒歩」を除く交通手段は、明らかに「モーターバイク」であり57.8%を占める。続いて「乗用車」が11.1%、「自転車」が10.1%、そして「バイクトレーラー」が6.2%を占める。他の小型自動車である「ミニバス」や「小型トラック」はそれぞれ4.8%と4.2%を占める。一方、「バス」、「大型トラック」、「トレーラートラック」のような大型自動車は、それぞれ0.2%、4.8%、0.9%を占めるに過ぎない。

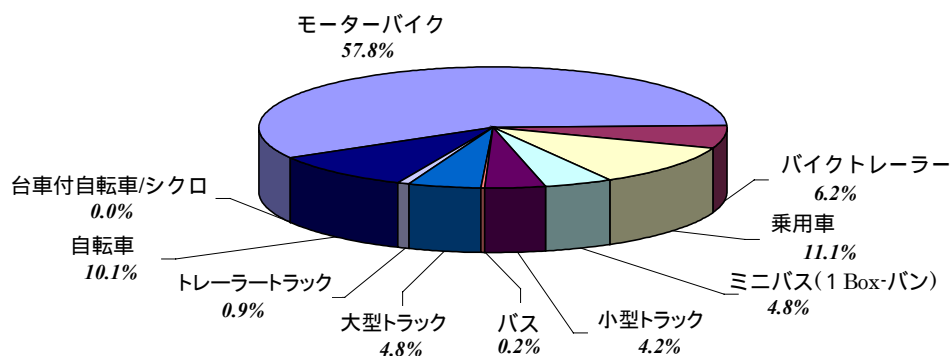


図 S-2-8 国道網利用者の交通手段 (「徒歩」を除く)

c. 起終点 (OD)

図 S-2-9 に示すように、車両OD調査結果によると、コードンラインを通過する車両の約45%がプノンペン市を起終点としている事が判明した。二番目に多い起終点はKandal州で約31%を占める。続いて国道4号線沿道の地域とKampong Cham州がそれぞれ約8%と6%を占める。国道1号線のメコン河以遠の地域は約5%を占める。

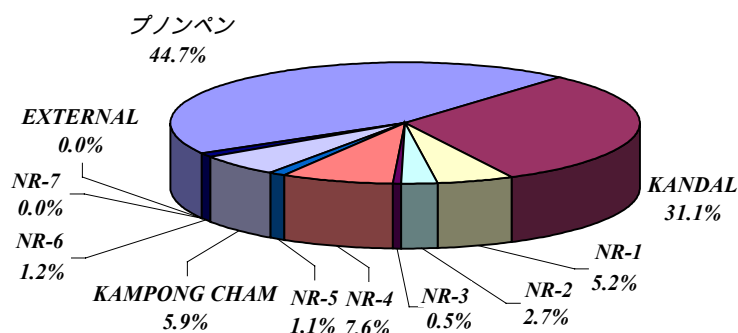


図 S-2-9 国道網利用車の起終点分布 (車両OD)

d. 旅行速度

表 S-2-2 と図 S-2-10 に示すように、旅行速度調査によると、国道1号線C-1区間（Chbar Ampov～Prek Tonloab間）における、平均旅行速度は時速37.2kmで、平均所要時間は1.48時間（89分）であった。

表 S-2-2 国道1号線C-1区間における平均旅行速度

区間	方向	朝	昼	夕	平均	備考 (区間距離)
全区間	北行き	36.2	37.3	38.1	37.2	Chbar Ampov～Prek Tonloab (0.0 km - 55.0 km)
	南行き	37.9	38.0	35.8	37.2	

単位: km/h

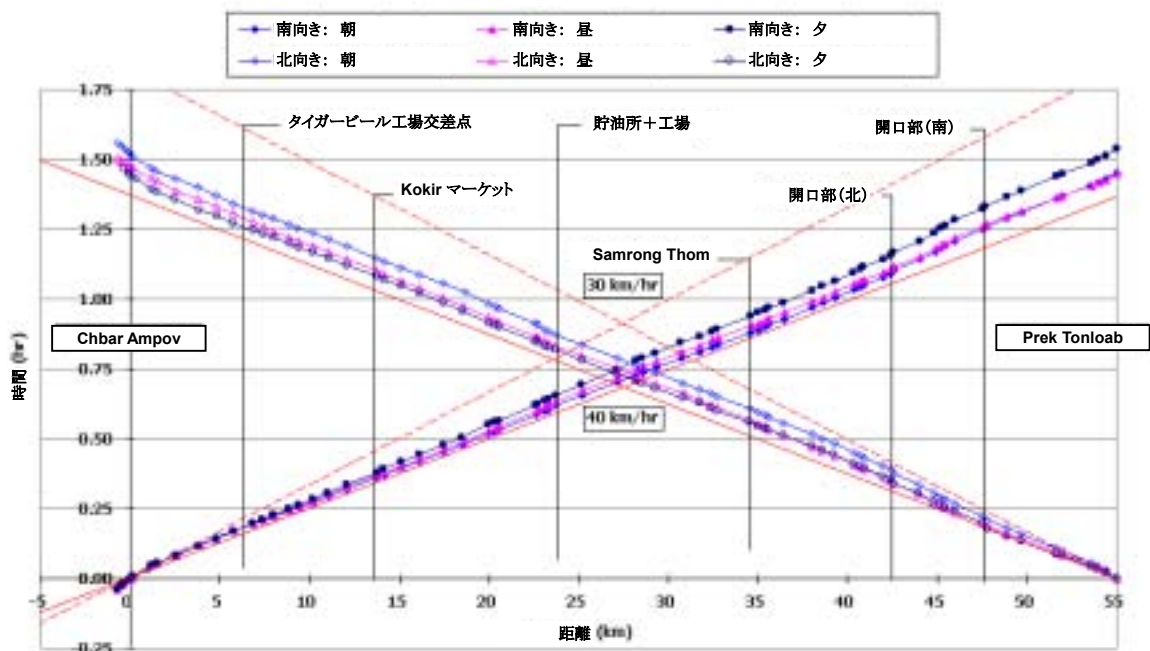


図 S-2-10 平均旅行速度

e. 交差点方向別交通量調査

図 S-2-11 に示すように、Chbar Ampov交差点(Monivong橋東詰)は、昼間12時間に約128千台(45千 pcu)の車両を処理している。そのうち、112千台(28千 pcu)はモーターバイクで87%(pcu換算では62%)を占める。続いて、小型車が10千台(13千 pcu)で8%(pcu換算では28%)を占める。

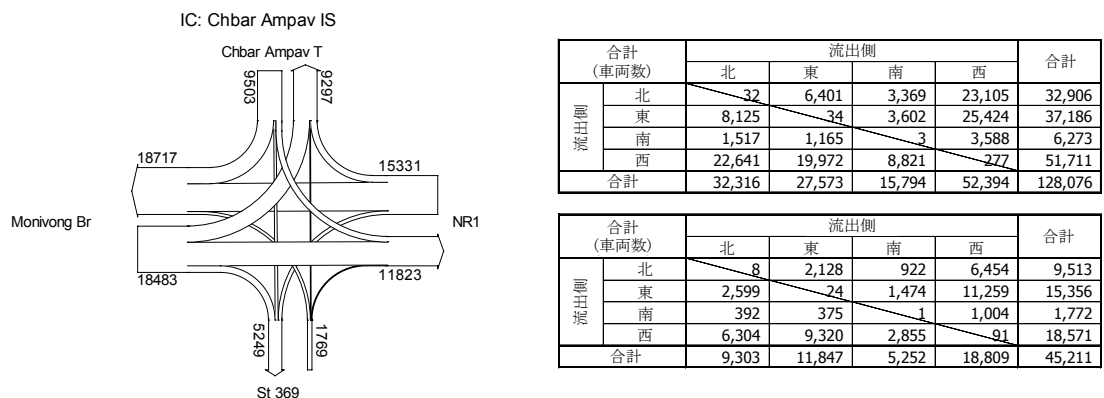


図 S-2-11 Chbar Ampov交差点における12時間方向別交通量

f. 貨物流動調査 (積載量)

図 S-2-12 に示すように、空車を除く車種別の純積載数量を求めると全体的に「過積載」の傾向にあることが判明した。純積載数量容量(W/C)比は、小型車で2.08、大型車で1.55、牽引車で1.40、全体では1.56となった。

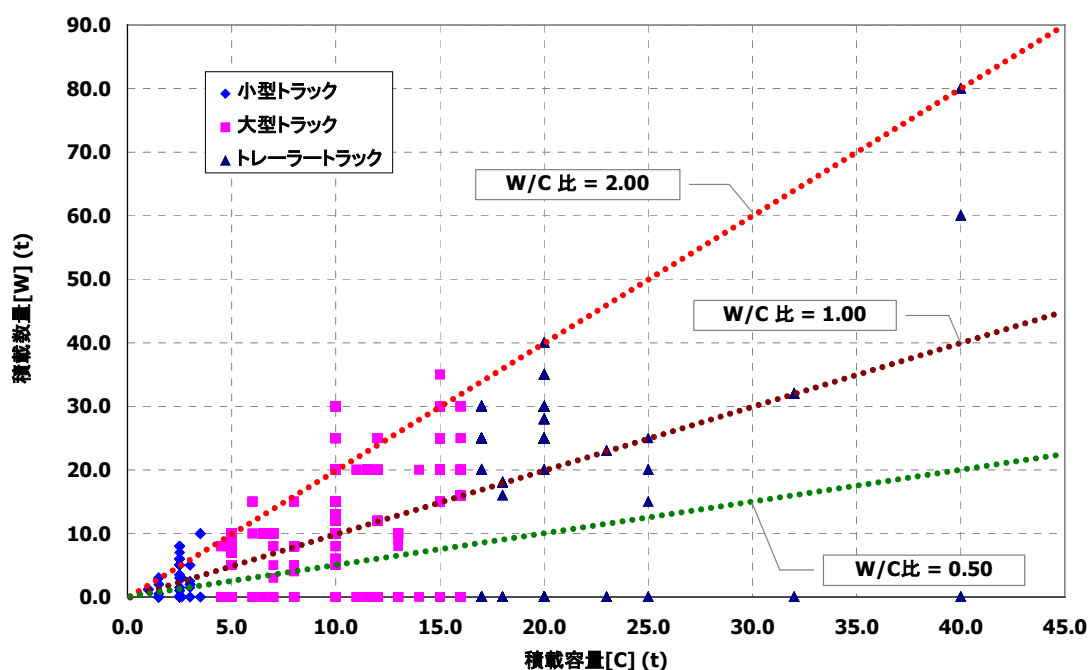


図 S-2-12 貨物車の積載数量と積載容量 (インタビューベース)

(6) 道路

道路インベントリー調査、地形調査等の調査により明らかとなった調査対象道路の現状と問題点はいかに述べるのとおりである。

線形

現状の線形は全体的に曲線半径も大きく、良好な線形となっている。例外としてはKm 32+600~32+800付近に曲線半径の小さい区間がある。また、Km 13+500~18+000間に曲線半径の小さい区間が連続している。しかし、これらの区間は現況の道路敷内で設計基準を満足するように修正が可能である。

路面高

(i) 路面高の不足

現存の路面高は2000年洪水の水位より低い区間がある(Km 18+500~19+500, 43+700~44+700, 46+000~48+000, 49+400~50+600等)。これらの区間は、洪水期には冠水する恐れがある。

(ii) 道路幅の不足

道路幅が9mに満たない区間が随所に見られる。これらの区間では、対向2車線道路として通常必要とされる最小の道路幅(車道幅員7m+路肩幅1m(両側)=9m)が確保されない。したがって、車両がすれ違う際には徐行を余儀なく



道路幅の不足



植生で保護された盛土のり面

される。このような区間はKm 30+000から終点まで多く存在する。

(iii) 盛土のり面の浸食

現存の盛土のり面は、多くの区間で植生によって保護されている。しかし、一部の区間では、のり肩付近が急勾配となっており、逆にのり尻付近では緩勾配となっている。これは、過去に浸食を受けた可能性があり、改修計画ではのり面保護工は必要である。

舗装

(i) 劣悪な舗装状況

調査対象道路の大部分の区間は「損傷」或いは「著しく損傷」と判定される状態である。「良好」と判定された区間は無く、「可」と判定された区間は全体のわずか3%であった。損傷のタイプとしては次のようなものがある。

クラック： 走行状況から感じると、平坦性も確保されていて走行速度もある程度維持できるように見えるが、停車して観察すると数多くのクラックが発生していることがわかる。これらのクラックは相当進行しており、補修しないとポットホールとなって走行に支障をきたすようになる。

ポットホール：クラックが進行して舗装構造の一部が消失したもの。舗装が5~20cmの深さで陥没し、車両はこの穴を避けるため徐行を余儀なくされる。

舗装の消失：アスファルト表層を含む舗装構造の部分が消失し、砂利もしくは土道となっている。このタイプの損傷は部分的に存在するが、規模の大きい区間はKm 18+000~19+000に存在する。



発達したクラック



完全に破壊した舗装 (Km 18+000~19+000)



ポットホールを補修した箇所;すでにクラックが発生



拡大したポットホールと舗装端部の破損

(ii) 舗装の強度不足

現存の舗装は、厚さ15~30cm程度のマカダム舗装である。現在の交通量と大型車混入率を考えると、舗装強度は不足し耐久性に欠ける。このため、舗装が損傷し、維持費用の増大を招いている。

(iii) 舗装幅の不足

Monivong橋東側の市街化区間を除き、舗装幅は5~6mしかなく、非分離2車線道路としては不足している。このため、車両がすれ違うときは徐行を余儀なくされている。

橋梁、カルバート及び水門

- (i) Km 42+800付近とKm 48+000付近は、2000年洪水の際に、メコン河の水位を低下させるために堤防を兼ねた道路を掘削した箇所で、その跡にベイリー橋が架けられている。これらの橋は仮設の構造で16tの重量制限がかけられており、大型車の通行に支障をきたしている。また、橋の幅員は4mで、相互通行ができない。
- (ii) Km 41+040及びKm 50+015には老朽化した水門(灌漑用)がある。これらの水門の幅は6.5m及び5.8mで、車両がすれ違うときは徐行を余儀なくされている。さらに、Km 50+015の床版は破損しており、応急措置として鉄板のカバーが置かれている。

交通管理・交通安全施設

- (i) プノンペン〜ネアックルン間には信号が設置されている交差点は無い。Monivong橋東側の市街地及びKokirマーケット付近の交差点では横断歩行者も多く交通信号の設置が必要である。
- (ii) プノンペン〜ネアックルン間には合計27本の交通標識が設置されているが、ほとんどすべてが横断歩行者用の注意標識である。市街地での速度規制の標識などは設置されていない。また、横断歩道や車線表示など交通安全施設も全く無い。道路が改良されると車両の走行速度も上がることから、交通管理・交通安全施設を適切に設置する必要がある。

電力線・電話線等

調査対象道路の全区間にわたり、道路中心線から約6.5m、地表から約60cmの位置に、通信用光ファイバーケーブルが埋設されている。また、Km 0+100からKm 20+400までの区間には電力線(電柱)が設置されている。これらの施設は工事に先立ち移転する必要がある。

(7) 橋梁及びカルバート構造物

現在確認されている既設構造物は10ヶ所あり、内訳は、水門6ヶ所、仮設鋼桁橋(ベイリー橋)2ヶ所、及びパイプカルバート2ヶ所である。対象道路上の既設構造物のキロ程、地名あるいは名前、及び形式を表 S-2-3に示す。また、地域住民からの聞き取り調査により過去に構造物が存在していたとされる4ヶ所についても表に記述する。

表 S-2-3 既設構造物の諸元表

番号	キロ程 (Km)	構造物名	構造物諸元		構造形式 (橋梁径間数、水門ゲート数)
			延長(m)	横断延長(m)	
1*	20+640	Sdau Kanlang	聞き取り調査		過去にパイプカルバートが存在
2	24+000	Prek Loueng Culvert	0.50	10.50	φ 0.5m (鋼パイプ)
3	24+840	Rohat Kchal Culvert	1.00	12.50	φ 1.0m (コンクリートパイプ)
4	28+450	Prek Pol Water Gate	10.10	20.00	3 ゲート式ボックス (日本政府無償)
5	31+120	Prek Yourn Water Gate	10.10	23.50	3 ゲート式ボックス (日本政府無償)
6*	32+800	Prek Ta Kaev	聞き取り調査		過去にパイプカルバートが存在
7*	36+900	Spean Dek	聞き取り調査		過去に鋼橋が存在
8	38+923	Prek Chrey Water gate	10.10	23.50	3 ゲート式ボックス (日本政府無償)
9	41+040	Prek Samrong Thom Water Gate	7.80	8.50 (6.50)	2 ゲート式水門
10	42+830	Pou Miev Bridge	99.00	5.70 (4.00)	3 径間橋梁
11	45+776	Kokir Thom Water Gate	10.00	20.00	3 ゲート式ボックス (日本政府無償)
12	47+967	Khbal Chrouy Bridge	66.00	5.50 (3.80)	2 径間橋梁
13	50+040	Kampong Phnom Water Gate	7.70	8.50 (5.60)	3 ゲート式水門
14*	52+100	Spean Wat	聞き取り調査		過去に鋼橋、パイプカルバートが存在

*: 聞き取り調査により判明した構造物が存在した箇所

インベントリー調査を既設構造物10ヶ所について行った。調査結果の概要を以下に示す。

Pou-Miev橋及びKhbal-Chrouy橋(10, 12)は、2000年洪水時に道路を開削し、緊急的に仮設橋として建設された。2,3年の供用を見込んだ鋼ベイリー形式である。本調査時点では2橋の河床防護工及び橋脚の補強工が実施されていた。

4ヶ所のコルマタージュ水門(4, 5, 8, 11)は、灌漑用として日本政府による無償資金協力によって2002年に竣工している。これらの水門上の総幅員は13.5mであり、アジアハイウェイの基準を満足し、水門構造の現況も耐久性が十分ある。

表 S-2-4 既設構造物のインベントリー調査結果

番号	構造物名	概要
2	Prek Loueng Culvert 1965 年建設	鋼製パイプカルバート、径 0.5m。洪水時における排水用として利用されている。調査時は泥土が詰まっていた。沈下は収まっており、流入部及び排出部に洗掘が見られる。
3	Rohat Kchal Culvert 1979 年建設	鉄筋コンクリート製パイプカルバート、径 1.0m。コンクリートの品質は低くクラックなどがある。洪水時における排水用として利用されている。
9	Prek Samrong Thom Water Gate 1977 年建設	クラック、剥離、剥げ落ち、ジャンカ、遊離石灰、鉄筋の露出などが見受けられ、欠陥度が大きい。メコン河の増水期に流入する量は、メコン側に建設された木材工場の盛土のため、非常に限られている。
13	Kampong Phnom Water Gate 1976 年建設	床版は剥離し陥没している。表面は鉄板を敷き、裏面はコンクリートで補修されている。剥離、剥げ落ち、ジャンカ、クラック、遊離石灰、鉄筋の露出が確認できる。コンクリート表面には、全体に渡り骨材が浮き出ている。流れは雨期のみ存在する。

インベントリー調査の結果に基づき、既設構造物の安全性を評価した。この結果を基に、補修及び敷設換えを判断する。次表に示す項目と基準で評価点を算出する。

表 S-2-5 既設構造物に対する評価点

耐久性	耐荷性 (設計荷重)	機能性			評価点
		変形・変位	車道幅員	通水断面	
損傷・欠陥無し	活荷重 20 t 以上	変形・変位無し	基準以上	洪水軽減計画以上	4 (A)
多少の損傷・欠陥により点検が必要	-	多少の変形・変位があるが機能的には問題なし	-	-	3 (B)
損傷・欠陥度が大きく詳細な点検が必要	-	変形・変位が大きく機能性に多少問題あり	-	-	2 (C)
損傷・欠陥度が著しく緊急補修又は架替が必要	活荷重 20 t 以下	変形・変位が著しく機能性に問題あり	基準以下	洪水軽減計画以下	1 (D)

これら既設構造物の内、竣工図が確認できたのは、日本政府無償資金協力によって建設されたコルマタージュ水門4ヶ所でのみである。その他の既設構造物はインベントリー調査の結果に基づき健全度を判断した。

例をあげると、2ヶ所の水門(9, 13)の床版について日本国の活荷重「T-20」を用い、概算による強度評価を行った。配筋は、露出した鉄筋や類似構造物の情報により類推した。計算結果により、20 t 以下の設計荷重にも耐え得る強度がないことが判明した。

さらに、軸重調査の結果によると、過積載の車両が多いことが判明している。これらの過積載車両により、近い将来既設構造物の欠陥・損傷度が著しく増加すると考えられる。



番号 13. Km 50+040 Kampong Phnom Water Gate
床版下面：剥げ落ち、露出した鉄筋、コンクリートによる補修跡が確認できる。

表 S-2-6 既設構造物の総合評価

評価項目		構造物番号									
		2	3	4	5	8	9	10	11	12	13
耐久性	損傷・欠落度	2	2	4	4	4	1	2	4	2	1
耐荷性	活荷重 20 t 以上			4	4	4			4		
	活荷重 20 t 以下	1	1				1	1		1	1
機能性	変形・変位	4	4	4	4	4	3	2	4	2	3
	車道幅員	十分		4	4	4			4		
		不足	1	1			1	1		1	1
	通水断面	十分		4	4	4			4		
		不足	1	1			1	1		1	1
	合計評価点	9	9	20	20	20	7	7	20	7	7
総合評価		C	C	A	A	A	D	D	A	D	D

A: 健全 (17-20 点) B: 普通 (13-16 点) C: 健全性に欠ける (9-12 点) D: 危険 (5-8 点)

パイプカルバート2ヶ所(2, 3)、水門2ヶ所(9, 13)及び仮設鋼ベイリー橋2ヶ所(10, 12)は、補修又は架け替えが必要である。しかし、既設構造物の品質を考慮すると、拡幅を伴う補修は非常に困難又は不可能であるため、これらの構造物は架け替えが望ましい。各構造物における架け替えの理由を下の表に示した。

過去に構造物が存在したヶ所について、新規構造物の可能性を検討した。その結果、(6, 7)は、水文・地形的に新規構造物に適した場所であるが、(1, 14)は、付近に居住している家屋への影響があるため不適切とした。

表 S-2-7 既設構造物架け替えの理由

構造物	番号	理由	新規構造物
パイプカルバート	2, 3	健全性不足、車道幅員不足(6.5 & 6.7m)、 コンクリートの品質劣化	パイプ又は ボックスカルバート
水門 (Water gate)	9, 13	健全性不足、車道幅員不足(6.5 & 5.8m)、 コンクリートの品質劣化、 既設部と新設部とのコンクリートの付着不足	水門 (ボックスカルバート)
仮設鋼橋 (Bailey Bridge)	10, 12	健全性不足、車道幅員不足(4.0m)、 強度不足、安定性不足、重量制限 (16t) 耐久性不足(ペイリー橋＝仮設橋梁)	橋梁

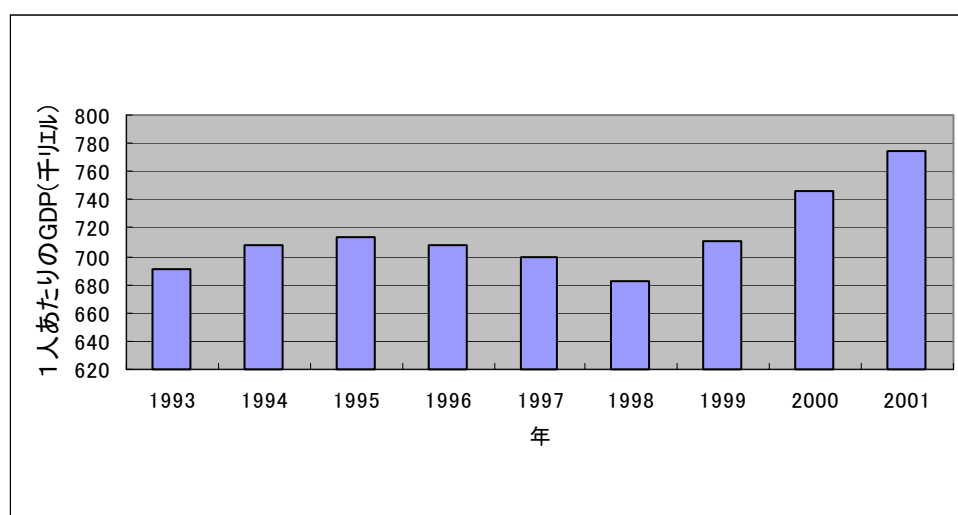
3. 社会経済フレームワーク

(1) 社会経済フレームワーク

1) 現況

カンボディア経済は市場経済体制に移行して以来、1997から98年にかけての政治問題に端を発した経済の停滞は見られたが、基本的に力強い回復基調にある。1993年から2001年の8年間の年平均経済成長率は5.7%であった。2001年の国民1人あたりのGDPは102万リエルであり、1998年から3年間の年平均成長率は3%であった。

2001年のGDPに対する農業セクターのシェアは37%を占め、1993年の46%に比べると大幅な減少を示している。工業分野は引き続き成長を示しており、1993年の12%から2001年の21.9%と倍増の勢いにある。これは、繊維、既製服、履物及び建設工業の急速な拡大によっている。観光産業は明確な成長産業であるが、この産業を含むサービス産業のシェアは35%と変化していない。



注: グラフ内の数値は全て1993年時の現在価値である。

図 S-2-1 1人あたりのGDP推移

1998年の人口センサスによれば、カンボディアの人口は1,144万人であり、男性551万人、女性593万人であった。世帯数は219万世帯であるため、家族構成人数は5.2人/世帯である。人口は引き続き増加するものと考えられており、2001年の1,310万人から2015年には1,809万人になると予測される。この間の年平均成長率は2.3%と想定される。

2) 社会経済フレームワーク

第1次社会・経済開発5カ年計画期間の経験に基づき、第2次社会・経済開発5カ年計画(SEDП-2)が2001年に策定された。この国家開発計画の目標は次の通りである。

- 貧困者層を含めた国民に対して十分な経済成長
- 社会・文化の開発
- 自然資源の持続的利用と環境管理

以上の目的を達成するために、次のマクロ経済指標が設定された。

表 S-3-1 SEDП-2の経済指標の目標

	2001	2002	2003	2004	2005
GDP 成長率(実質)(%)	6.0	6.0	6.0	6.5	6.5
国民1人あたりの GDP (US\$)	275	295	317	341	359
農業成長率 (%)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
工業成長率 (%)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
サービス成長率 (%)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

出典: SEDП-2

上記の2005年に至るまでの社会・経済フレームは、この調査の前提とした。

カンボディア政府は、2020年を目標年次とした“カンボディア長期計画、2001-2020 (DCDP)”を策定した。この計画をレビューした結果、年平均経済成長率:7.5%は、過去の経済の推移や将来の同国の開発ポテンシャルから判断すると、非常に楽観的な計画であるといえる。従って、DCDP 計画で提案されているGDP成長率は“高度成長シナリオ”とした。

カンボディアの過去のGDPの推移によると、経済成長率は年率5～7%の間で推移している。過去のトレンド分析に基づいて、“中間シナリオ”の経済成長率を6%と設定した。このシナリオは交通需要予測のマクロ経済フレームとして使用された。

近年のカンボディアのGDPの高い成長は、繊維、被服、履物工業に集中した投資の結果であるが、将来ともこの状況が続くとは限らない。このような影響を取り除き、低成長に推移するとしたのが“低成長シナリオ(年平均:4.5%)”である。

しかしながら、高成長、低成長シナリオについては、経済分析における感度分析において検討した。

表 S-3-2 中間シナリオにおける経済成長フレーム

	1996 – 2000	2001 - 2005	2006 - 2010	2011 – 2020	(SEDП-2)
GDP 成長率(実質) (%)	5.1	6.0	6.0	6.0	(6.2)
第1次産業 (%)	2.0	3.2	3.2	3.2	(3.5)
第2次産業 (%)	16.8	12.4	10.2	9.6	(7.0)
第3次産業 (%)	3.6	8.0	4.8	4.2	(8.0)

出典: JICA 調査団

将来カンボディア全国及び州別人口予測は、国家統計局(NIS)が予測している。この予測を詳細にレビューした結果、この予測値は妥当なものと判断し、本調査の人口予測値とした。

NISの予測によれば、人口予測は“PEOPLE”のソフトを使用し、年齢構造、出生率、死

亡率、市/州間の移住人口等の要因が使用されている。予測された将来人口は次の通りである。

表 S-3-3 年次別人口予測

年次	人口 ('000)	年平均成長率(%)
2001	13,099	-
2002	13,433	2.5
2005	14,454	2.5
2010	16,245	2.4
2015	18,091	2.2
2020	19,918	1.9

出典: 人口予測 2001 - 2021, NIS

(2) 交通需要予測

a. 生成交通量

調査対象地域の発生集中交通量を、TMP-PPMA¹から得られた生成交通率を利用して求め、それをコントロールトータルとして設定した。表 S-3-4 に示すように、国道1号線 C-1区間沿道地域の生成交通量は同地域の人口増加 (2015/2002=1.28倍) に伴い、2002年の718千トリップから2015年には981千トリップ (2015/2002=1.37倍) に増加するものと想定される。

表 S-3-4 大交通ゾーン別の将来人口推計値と生成交通量

人口 (単位: 1,000 人)					生成交通量 (単位: 1000 パーソントリップ/日)				
年	2002	2005	2010	2015	年	2002	2005	2010	2015
PP	1,233	1,387	1,657	1,932	PP	3,478	3,995	4,871	5,795
KD-1	306	325	359	392	KD-1	718	780	879	981
KD-2	417	444	490	536	KD-2	1,012	1,099	1,239	1,382
KD-3	88	93	103	112	KD-3	206	224	252	281
KD-4	102	108	119	131	KD-4	239	260	293	326
KD-5	109	116	128	140	KD-5	256	278	313	349
KD-6	209	222	246	268	KD-6	492	534	602	671
PV	1,060	1,110	1,192	1,263	PV	2,491	2,664	2,920	3,157
SR	541	570	620	667	SR	1,271	1,369	1,519	1,666
KCM	1,837	1,952	2,146	2,333	KCM	4,317	4,685	5,257	5,832
NR-2	896	945	1,030	1,114	NR-2	2,107	2,269	2,523	2,786
NR-3	636	675	742	813	NR-3	1,495	1,619	1,819	2,033
NR-4	1,070	1,177	1,369	1,576	NR-4	2,514	2,825	3,355	3,941
NR-5	1,920	2,059	2,313	2,588	NR-5	4,511	4,942	5,666	6,471
NR-6	2,445	2,651	3,019	3,411	NR-6	5,747	6,363	7,396	8,528
NR-7	566	619	714	815	NR-7	1,329	1,486	1,749	2,038
合計	13,434	14,454	16,245	18,091	合計	32,181	35,391	40,651	46,237

凡例:

PP: プノンベン

KD-1~6: NR1~6 沿線の Kandal 州

PV: Prey Veng

SR: Svay Rieng

KCM: Kampong Cham

NR-2~7: NR-2~7 沿線の州

トリップ生成原単位 : 2002 = 2.35, 2005 = 2.40, 2010 = 2.45, 2015 = 2.50

修正率 : 都市 = 1.20, 地方 = 1.00

¹ プノンベン首都圏交通マスタープラン(プノンベン市公共事業運輸局/国際協力事業団、2000年)

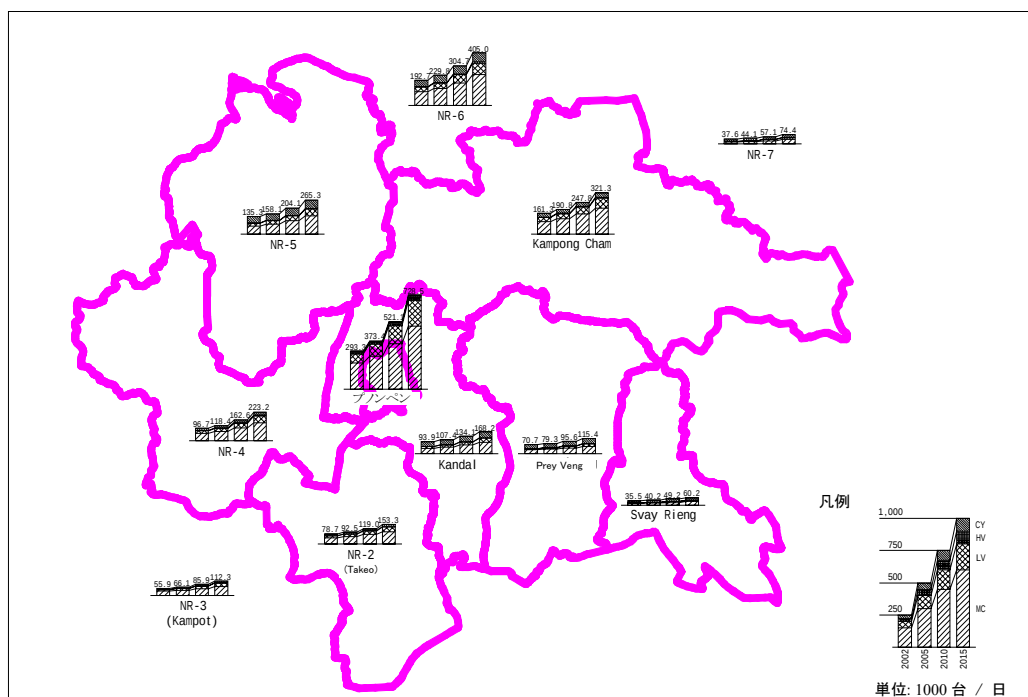


図 S-3-2 大交通ゾーン別の車輛交通生成量 (地域ベース)

b. 交通需要予測結果

交通需要予測分析結果によると、「プロジェクト有り」のケースでは、国道1号線C-1区間の平均日交通量は、2002年の7.3千台 (pcu換算) から2015年の16.7千台 (pcu換算) に増加 (2015/2002=2.28倍) しても、平均旅行速度は現在の34.4km/hrに対して、2015年でもほぼ50km/hrの水準 (2015/2002=1.43倍) に保たれ、総走行台時間も2002年の11.8千台時 (pcu時換算) に対して、2015年でも18.7千台時 (pcu時換算) の水準 (2015/2002=1.59倍) に保たれる。プロジェクトによる総節約時間は、「プロジェクト無し」のケースと比較して、2015年には一日当たり 8.6千台時 (pcu時換算)、年間では3百万台時 (pcu時換算) 以上に達する。

表 S-3-5 国道1号線C-1区間の交通需要予測結果

Strada リンク	測点 (Km)	延長 (km)	容量台キロ (pcu-km)				自動車台キロ (pcu-km)				自動車台時 (pcu-hr)				
			2002	2005	2010	2015	2002	2005	2010	2015	2002	2005	2010	2015	
A	0.0 ~ 3.5	3.5	213,750	213,750	315,000	315,000	101,584	126,161	176,495	224,490	2,560	3,237	4,423	5,741	
B	3.5 ~ 7.0	3.5	105,000	105,000	210,000	210,000	45,997	56,350	81,050	103,761	1,150	1,409	1,621	2,594	
C	7.0 ~ 14.1	7.1	211,500	211,500	317,250	317,250	62,865	75,710	111,722	145,764	1,572	1,893	2,234	2,915	
D	14.1 ~ 25.2	11.1	222,000	333,000	499,500	499,500	58,301	69,301	105,401	134,772	1,943	1,733	1,757	2,246	
E	25.2 ~ 36.3	11.1	221,000	331,500	497,250	497,250	52,379	62,627	94,575	121,151	1,746	1,566	1,576	2,019	
F	36.3 ~ 46.8	10.5	210,000	315,000	472,500	472,500	45,969	55,167	83,129	106,754	1,532	1,379	1,385	1,779	
G	46.8 ~ 55.4	8.6	174,000	261,000	391,500	391,500	37,717	45,298	67,445	86,963	1,257	1,132	1,124	1,449	
合計、平均			55.4	1,357,250	1,770,750	2,703,000	404,812	490,614	719,815	923,654	11,761	12,349	14,121	18,745	
指数 (2002=1.00)				1.00	1.30	1.99	1.99	1.00	1.21	1.78	2.28	1.00	1.05	1.20	1.59

Strada リンク	測点 (Km)			延長 (km)	日交通量 (pcu)				平均速度 (km/hr)				平均 VCR			
					2002	2005	2010	2015	2002	2005	2010	2015	2002	2005	2010	2015
A	0.0	~	3.5	3.5	29,024	36,046	50,427	64,140	39.7	39.0	39.9	39.1	0.48	0.59	0.56	0.71
B	3.5	~	7.0	3.5	13,142	16,100	23,157	29,646	40.0	40.0	50.0	40.0	0.44	0.54	0.39	0.49
C	7.0	~	14.1	7.1	8,917	10,739	15,847	20,676	40.0	40.0	50.0	50.0	0.30	0.36	0.35	0.46
D	14.1	~	25.2	11.1	5,252	6,243	9,496	12,142	30.0	40.0	60.0	60.0	0.26	0.21	0.21	0.27
E	25.2	~	36.3	11.1	4,740	5,668	8,559	10,964	30.0	40.0	60.0	60.0	0.24	0.19	0.19	0.24
F	36.3	~	46.8	10.5	4,378	5,254	7,917	10,167	30.0	40.0	60.0	60.0	0.22	0.18	0.18	0.23
G	46.8	~	55.4	8.6	4,335	5,207	7,752	9,996	30.0	40.0	60.0	60.0	0.22	0.17	0.17	0.22
合計・平均				55.4	7,307	8,856	12,993	16,672	34.4	39.7	51.0	49.3	0.30	0.28	0.27	0.34
指数 (2002=1.00)					1.00	1.21	1.78	2.28	1.00	1.15	1.48	1.43	1.00	0.93	0.89	1.15