

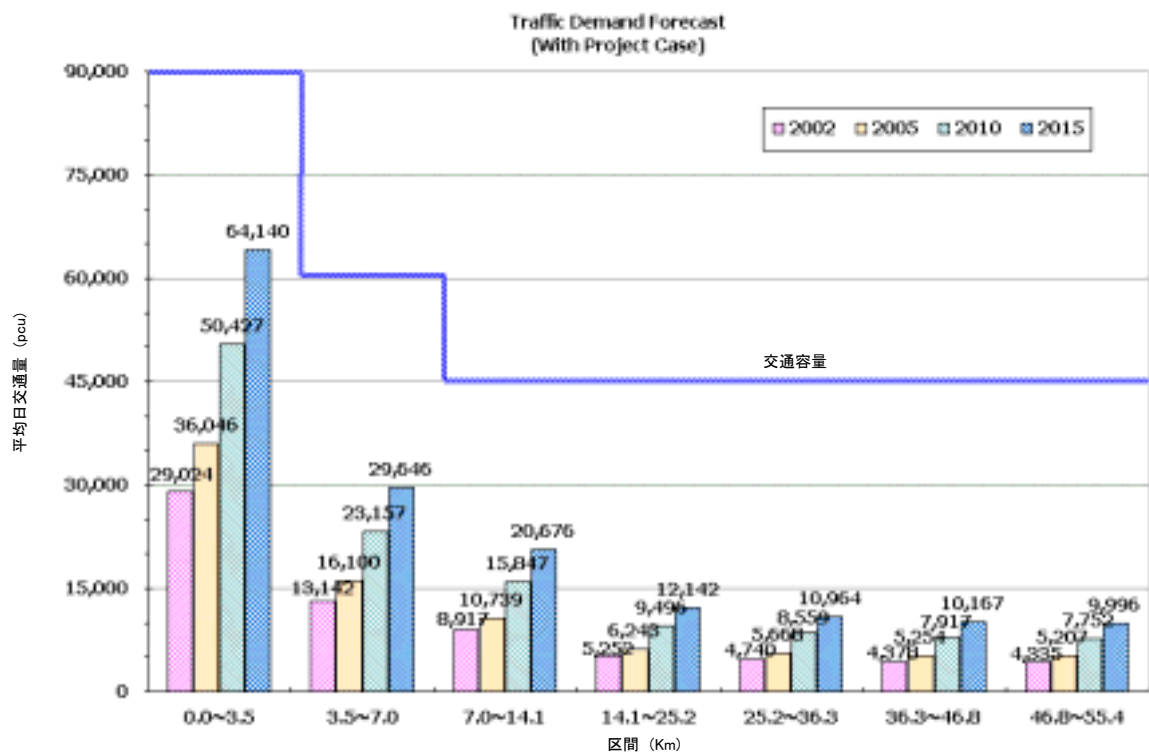


図 S-3-3 国道1号線C-1区間の交通需要予測結果

4. 洪水及び洪水軽減

(1) 洪水と洪水被害の状況

洪水ゾーン

プノンペン、国道1号線 (C-1及びC-2区間) 及び国道11号線周辺の洪水エリア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の氾濫エリアである。この広大な洪水エリアは3つのゾーンに分かれる。これらは、「ゾーン1:メコン河本川ゾーン」、「ゾーン2:左岸洪水氾濫原ゾーン」、「ゾーン3:右岸氾濫原ゾーン(コルマタージュ地域)」である。国道1号線 (C-1区間) はゾーン3に含まれる。国道1号線 (C-2区間) と国道11号線はゾーン2に含まれる。洪水流はこれらのゾーンに分かれて流れ、ゾーン1とゾーン2がネアックルン付近で連結する(図 S-4-1 参照)。

さらに、ゾーン3は3つのサブゾーンから構成されている。これらは、「サブゾーン3-1:メコン河からの水のゾーン(東側地域)」、「サブゾーン3-2:静水ゾーン(中央地域)」、「サブゾーン3-3:Bassac河からの水のゾーン(西側地域)」である。ゾーン3(コルマタージュ地域)の地形に基づき、「サブゾーン3-1:メコン河からの水のゾーン」の疎通能力のポテンシャルを3,600 m³/sと推定した。

2000年洪水における状況

1996年洪水、2000年洪水及び2001年洪水の状況を調査対象地域を取り囲む国道1号線 (C-1区間)、国道1号線 (C-2区間) の一部、国道11号線及び国道6号線及び6A号線沿いの

住民に対する聞き込みによって調査した。調査結果は以下のとおり。

国道1号線(C-1区間)沿いでは2000年洪水によって水深0.5 m以下の道路越流が3ヶ所で発生した。一方、国道1号線(C-2区間)と国道11号線沿いには2000年洪水によって深刻な洪水被害が発生した。すなわち、ネアックルン東から約9 km区間の国道1号線(C-2区間)とネアックルン東からPrey Vengまでの国道11号線では合計22ヶ所の決壊を含む道路越流が発生した(図 S-4-2 参照)。

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(図 S-4-3 参照)。国道1号線(C-1区間)からコルマタージュ地域(ゾーン3)への2000年洪水時の流入量は、2ヶ所の人工開削部と、3ヶ所の当時建設中だった日本の無償資金協力による新しい水門からの流入量を含んで2,276 m³/sと推定した。この2,276 m³/sは右岸氾濫原(ゾーン3)の中の「サブゾーン3-1:メコン河からの水のゾーン」の持つ疎通能力のポテンシャルである3,600 m³/sの63%である。

洪水被害

洪水被害調査によって、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。

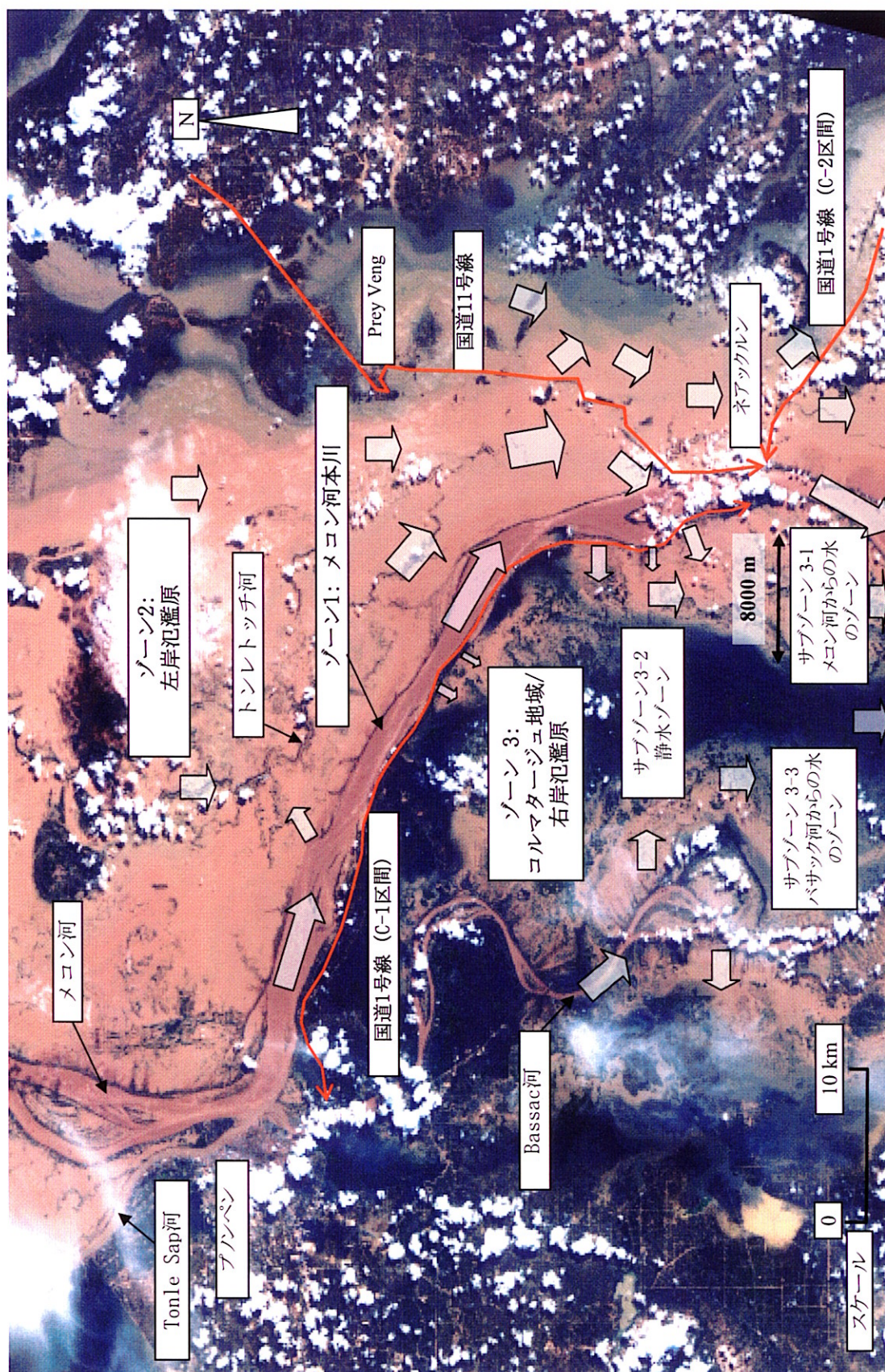


図 S-4-1 2000年洪水の状況(2000年9月26日撮影のランドサットイメージ)

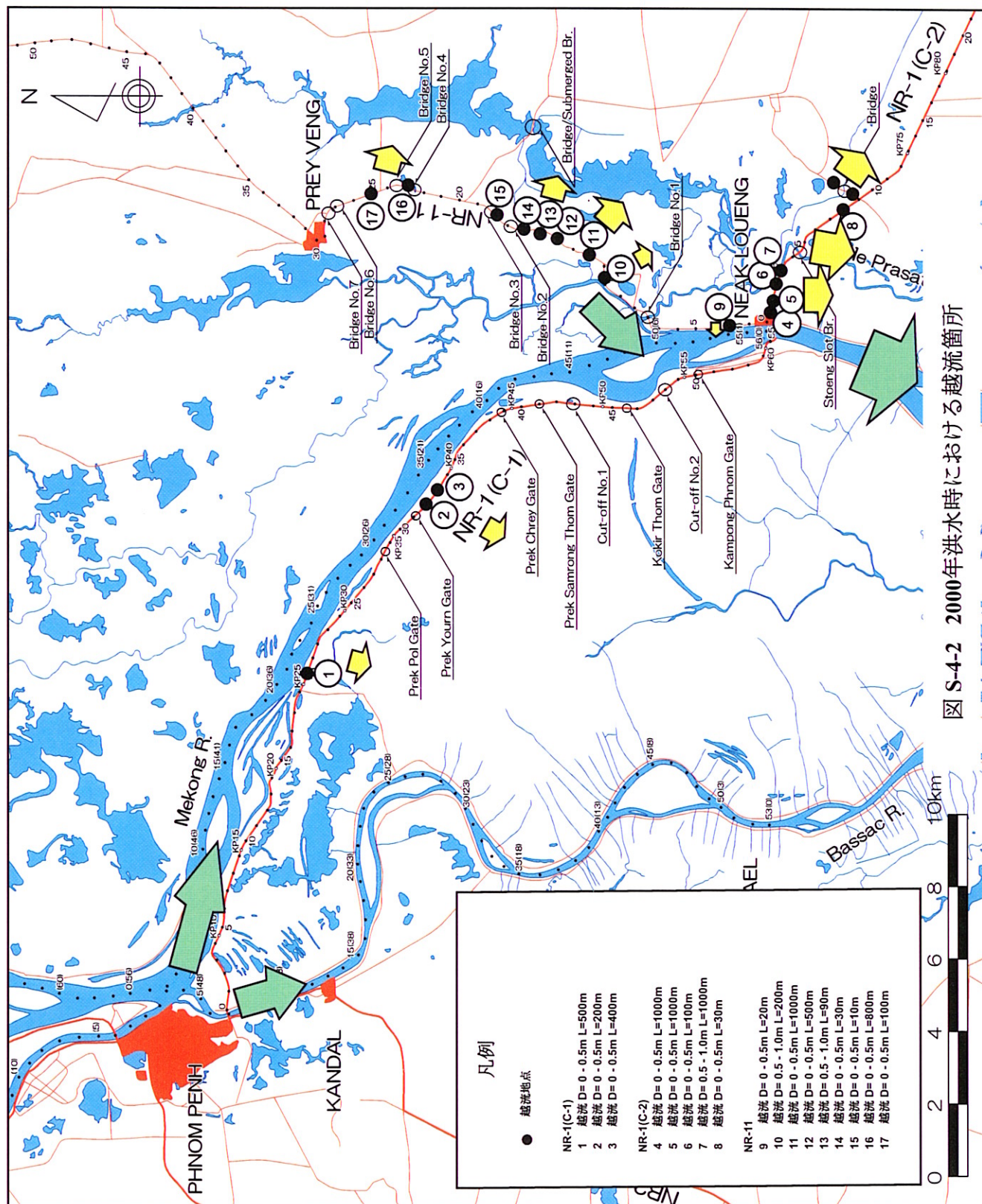


図 S-4-2 2000年洪水時における越流箇所

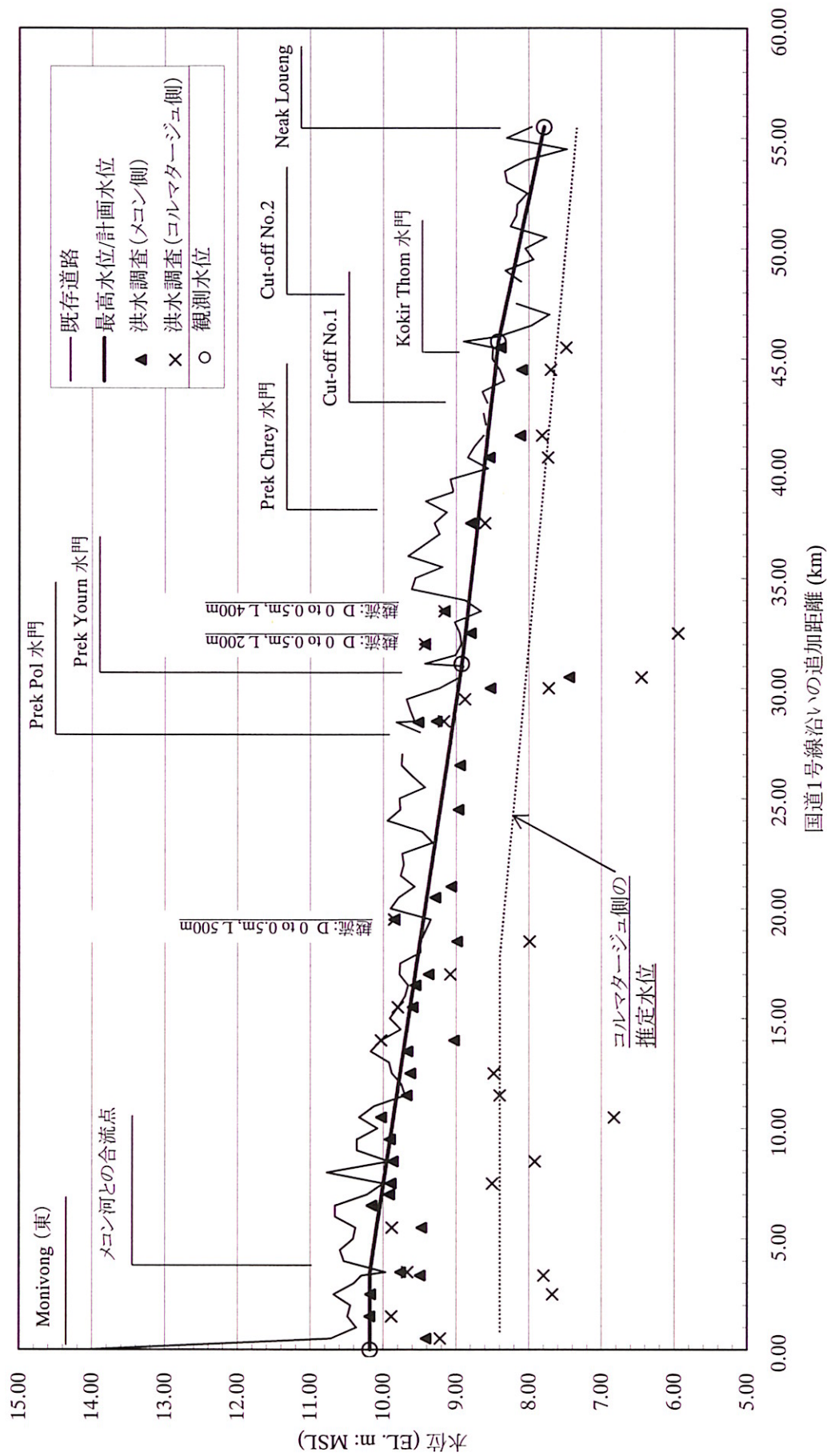


図 S-4-3 2000年洪水時における国道1号線 (C-1区間) 沿いの推定最高水位

(2) 水理シミュレーションモデル

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、MIKE11ソフトを用いた非定常水理シミュレーションを構築した(図 S-4-4 参照)。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ことを考慮すると大変重要なものであった。しかしながら、洪水水位があと僅か高ければこれらの市街地は洪水氾濫に見舞われた可能性がある。従って、2000年プノンペン及びネアックルンにおける洪水危険性は依然として高かったと言える。さらに、人工開削部による国道1号線(C-2区間)と国道11号線沿いの洪水水位の低減効果は13～14 cmと推定するとともに、国道1号線(C-2区間)に対する洪水流量の低減効果は約350 m³/sと推定した。一方、国道1号線沿いの2ヶ所の人工開削部からの流入量によって、コルマタージュ地域内の水位が62 cm 上昇したと推定した。しかし、この水位上昇はコルマタージュ地域内の洪水被害を増大しなかった。

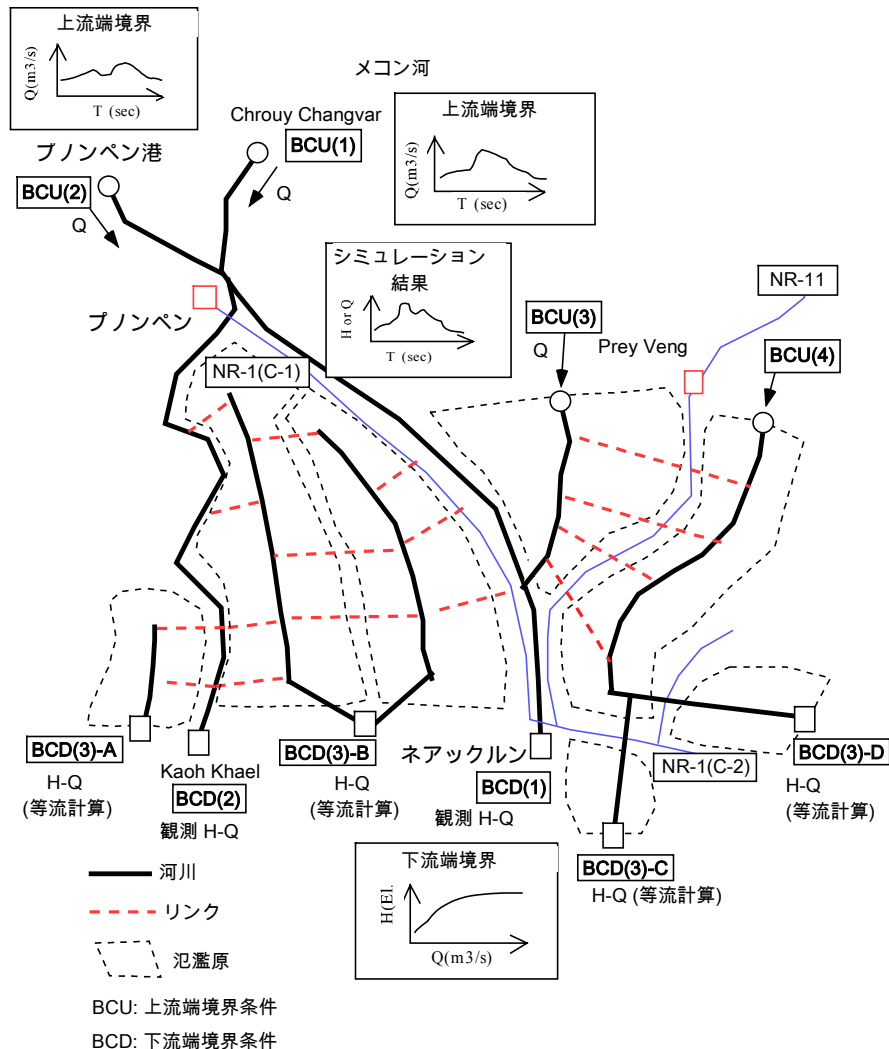


図 S-4-4 水理シミュレーションモデルの構造

(3) 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。

1) 道路盛土の計画高

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、国道1号線(C-1区間)の計画水位(HWL)を既往最高水位である2000年洪水水位と同一とすれば十分である。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、HWLの上に以下の余裕高を取る事とする。

計画水位 (HWL): 2000年洪水の最高水位
余裕高: 道路盛土 0.50 m
橋梁及びボックスカルバート 1.00 m

2) 開口部の計画

開口部の代替案:

開口部によるメコン河の洪水水位低減に関する水理効果を考慮し、以下の3つの開口部代替案を設定した。

代替案 A: 現況の流入流量の維持 (Q_o の63~70%)

代替案 B: 流入流量の増加 (Q_o の75~80%)

代替案 C: 最小の流入流量 (Q_o の14%)

ここで Q_o はメコン河右岸氾濫原(ゾーン3)における、メコン河からの水のサブゾーン(サブゾーン3-1)の持つ流量ポテンシャル($3,600 \text{ m}^3/\text{s}$)である。

開口部の適地:

橋梁やカルバートを含む開口部の適地を調査した。新たな開口部はKm 20+000~ネアックルン間で検討することが可能で、開口部による洪水影響を受ける家屋が少なく、周辺地域が広い農地か空き地である個所に新たな開口部を設置することができる。Km 0+000~Km 20+000の区間は多くの家屋が存在することと、コルマタージュ側における土地を集約的農地として利用されているため、新たな開口部を設置することはできない。開口部の適地は合計13ヶ所であり、3ヶ所の橋梁の適地、合計6,800 mに及ぶ10ヶ所のボックスカルバートの適地及び2ヶ所の既存のパイプカルバート地点からなる。

開口部のタイプ:

開口部の適地の内、開削部No.1と開削部No.2に $1,700 \text{ m}^3/\text{s}$ ~ $1,800 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量が集中するため、これらの地点には橋梁を計画する。その他の地点では、洪水流が国道1号線(C-1区間)沿いに一様に分布するため、ボックスカルバートやパイプカルバートを計画する。

さらに、既存の開削部No.1での深い洗掘を含む、乱れをともなった集中した流れにより局所洗掘が進行する可能性を考慮すると、既存の局所洗掘を現地盤面まで埋め戻すことが必要である。同時に、開削部No.1の現状での流入の疎通能力(流水断面)を維持するために、約400 m 北側に離れた地盤の標高が低い地点に開削部を追加する。

既存の開削部No.2への流入水が橋脚に斜め方向から当たるため、既存の開削部No.2を周辺地盤の標高が低い約300 m 南側に移動し、新たな橋を設置する。橋の位置を移動することで、洪水流の勢いをメコン河側の氾濫域の中で拡散することができるとともに、流入水の流向も橋軸に対して直角方向へ修正できる。

最適な開口部代替案の選定：

代替案の水理効果を本調査で構築した水理シミュレーションモデルを用いて検討した。代替案A、B、Cの内、代替案Cはプノンペン周辺の洪水状況を悪化させることから許容できない案である。代替案Aについては、プノンペンの洪水危険度が依然として高いことから、推奨できる案ではない。

水理シミュレーションに基づき、代替案Bがプノンペン及びネアックルンでの洪水水位を代替案Aよりさらに2～3.5 cm下げることができる。この2～3.5 cmはプノンペン市民にとって洪水の可能性に対する恐怖感を含む洪水危険度を減少するという観点で大変重要である。さらに、代替案Bは国道1号線(C-2区間)に向かう洪水流量を代替案Aより60 m³/s 減少可能であるとともに、Bassac河に対し何らの悪影響も及ぼさない。

従って、代替案B (ALT. B-1) を選定する(表 S-4-1 及び 図 S-4-5 参照)。

表 S-4-1 選定された国道1号線(C-1区間)沿いの開口部

開口部	長さ/大きさ	ヶ所数
橋梁	橋長合計: 232m (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	幅 2.0m x 高さ 5.0～6.0m x 2 連	6 ヶ所
ストップログ無し 新設ボックスカルバート	幅 2.0m x 高さ 5.0～6.0m x 2 連	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)	幅 2.0m x 高さ 5.6m x 2 連 幅 2.0m x 高さ 5.8m x 3 連	2 ヶ所
日本の無償による水門	変更なし	4 ヶ所
合計		20 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。

(4) 浸食及び洗掘防止工

1) 盛土のり面の保護

国道1号線(C-1区間)に沿って、5ヶ所合計3,800 mの区間で国道がメコン河に面しており、このような区間で洪水流が盛土のり面に頻繁に当たっている。このような区間に対しては、メコン側の盛土のり面を波や流れによる浸食から守るために、通常の張芝によるのり面保護のみならず、Km 18+600 ～19+500 (900 m) の区間の最も浸食に関して厳しい区間に対しては、練り石積みによる護岸を計画する。その他の4ヶ所に関しては、道路のメコン側のり面を緩勾配(1:3)とし、盛土前面に湿地性樹木による合計2,700 mのグリーンベルトを計画する(図 S-4-6 参照)。

2) 橋梁及びボックスカルバートの保護

乱れを伴った縮流による浸食と局所洗掘に対する橋梁とボックスカルバートの保護が必要である。橋梁に対する保護として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計画する。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。

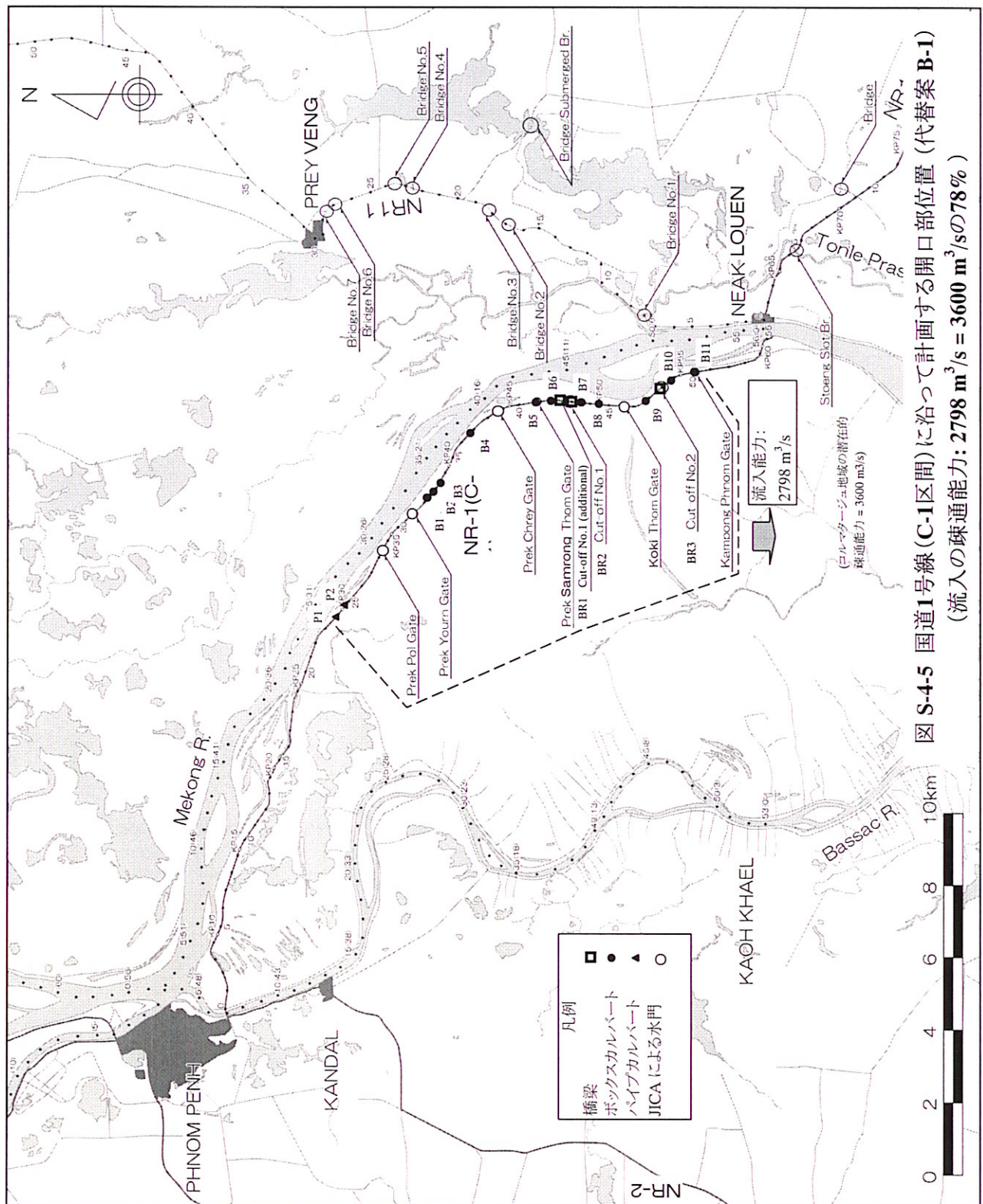


図 S-4-5 国道1号線 (C-1区間) に沿って計画する開口部位置 (代替案 B-1)

(流入の疎通能力: 2798 m³/s = 3600 m³/s の78%)

5. 道路及び道路施設改修計画

(1) 基本方針及び設計基準

1) 道路及び道路関連施設

基本方針

道路の設計に当たっては、下記の事項に留意した。

- i) 調査対象道路はカンボディアの国道の中でも最重要路線であり、洪水時にも安全に通行できるようにする必要がある。このため、洪水位に対し十分な余裕高を持つよう路面高を設定する。
- ii) 洪水によるのり面の浸食、盛土内への水分の浸入に耐えうる盛土構造とする。
- iii) 調査対象道路は、バンコク～プノンペン～ホーチミンを結ぶアジアハイウェイのA-1号線を構成することから、アジアハイウェイ設計基準を基本とする。
- iv) 道路の設計に当たっては、家屋の移転等の社会的影響を極力小さくするため、現在の道路中心線を極力踏襲する。調査対象道路の沿道は、一部の市街化地域を除き、家屋はあまり密集していないが、この点は常に念頭において設計に当たる必要がある。
- v) 道路が改良されると、車両の走行速度が上がる傾向がある。このため、交通安全対策に十分留意する必要がある。

幾何構造基準

調査対象道路の幾何構造基準を設定するにあたり、次の基準を参考にした。

- i) カンボディア国の基準：「道路設計基準、1999、第1篇：幾何構造設計」
- ii) AASHTO(米国運輸道路技術者協会)の基準：「道路・街路幾何構造設計の基本方針」
- iii) 日本の道路構造令

上記を参考とし、地形、沿道の土地利用状況、想定される交通運用(規制)、交通特性、経済性等の要素を考慮し、次のような幾何構造設計基準を採用した。

表 S-5-1 幾何構造設計基準

設計要素	単位	推奨値
設計速度	km/時	80
車線幅	m	3.50
設計車両		WB-15 (AASHTO)
最小曲線半径(平面)	m	280
最小曲線長	m	70(望ましい値)
最小緩和曲線長	m	70
緩和曲線を省略する最小曲線半径	m	380(絶対値) 900(望ましい値)
停止視距	m	115
最大縦断勾配	%	4
最小縦断曲線半径(凹型)	m	2,000
最小縦断曲線半径(凸型)	m	3,000
最大片勾配	%	6
片勾配を省略する最小曲線半径	m	2,500
横断勾配 (車道部及び舗装する路肩) (非舗装路肩)	%	3 4

路面高

洪水位に対してどの程度の余裕高をもった路面高を設定するかは重要な要素である。
次の3種の路面高について検討した。

表 S-5-2 盛土高の代替案

代替案	A	B	C
盛土高*(洪水位+cm)	50	20	80

*のり肩部での路床最上面の高さ

洪水位に対する余裕高、舗装の強度への浸水の影響、経済性等を考慮し、代替案Aを選定した。

舗装の設計基準

舗装設計の基本的基準としては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。

AASHTOの指針では次の式を用いて必要な舗装の強度(SN)を求める。

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 9.36 * \text{log}_{10} (SN+1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \{ \angle \text{PSI} / (4.2 - 1.5) \}}{0.40 + 1094 / (SN+1)^{5.19}} + 2.32 * \text{log}_{10} M_R - 8.07$$

ここに

W_{18} = 18-kip 等価軸数

Z_R = 標準偏差

S_0 = 交通量予測と舗装の性能の総合的な誤差

$\angle \text{PSI}$ = 初期設計サービス指数 p_0 と設計最終サービス指数 p_t との差

M_R = 路床の変形係数(psi)

図 S-5-1 に舗装設計の全体の流れを示す。

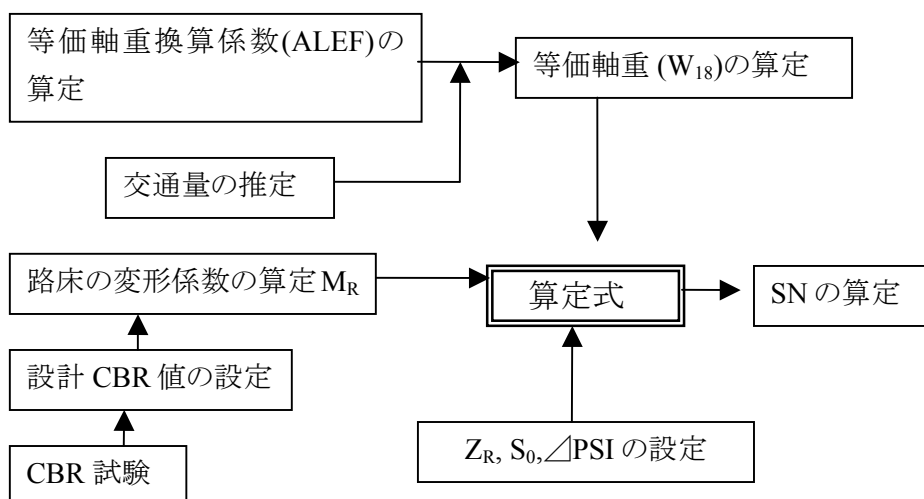


図 S-5-1 舗装設計の全体的流れ

2) 開口部構造物

近年建設された橋梁及びカルバートは、カンボディア、アメリカAASHTO、オーストラリア、日本など、種々の設計基準を適用している。

国道1号線は、アジアハイウェイを構成していることから、以下の基準を参照した。

参照した設計基準:

- Standard Specifications for Highway Bridges: AASHTO, USA 1996
- 道路橋示方書: 日本道路協会, 1996, 2002
- 河川管理施設等構造令: 日本河川協会, 1998
- Bridge Design Standard: Ministry of Public Works and Transport, Cambodia 1999
- Road Design Standard: Ministry of Public Works and Transport, Cambodia 1999

橋梁、カルバート上の標準断面構成を図 S-5-2 に示す。

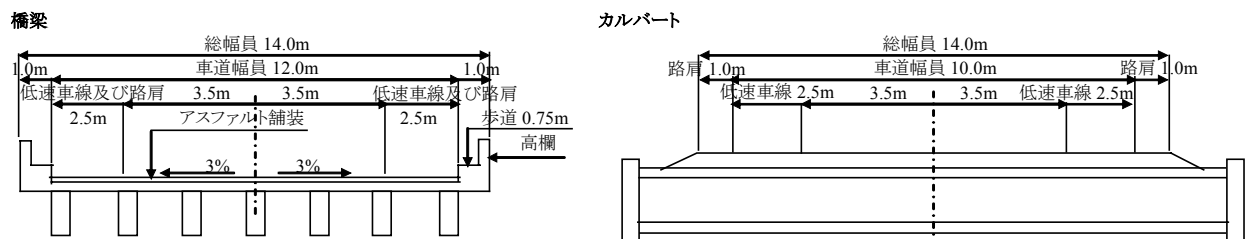


図 S-5-2 構造物の適用標準横断面

設計上の条件要素は、以下の通りである。

表 S-5-3 設計上の条件要素

条件	部位	要素
規模	共通	地形測量、平面・縦断線形、横断構成
	上部工	計画高水位、計画河床幅、計画水面幅、桁下余裕高
	下部工	計画河床高、基礎根入れ深さ、護岸工、護床工
	基礎工	支持層、地質調査結果
	カルバート	計画高水位、計画河床幅、計画水面幅、桁下余裕高 底面高、土被り厚、護岸工、護床工
形式	橋梁	建設工費、工期、施工方法、安定性、維持管理の難易、施工経験
	カルバート	建設工費、工期、施工方法、安定性、施工経験
	防護工	盛土のり面への練り石積み工[護岸工]、河床への蛇籠工[護床工]

設計荷重の種類を表 S-5-4 に示す。

表 S-5-4 設計荷重の種類

永久荷重		従荷重及び特殊荷重	
1	死荷重	10	活荷重
2	土圧	11	群集荷重
3	乾燥収縮、クリープ	12	風荷重
4	不同沈下	13	地震荷重
5	水圧	14	施工時荷重
6	浮力	15	衝突荷重(浮遊物、船舶等)
7	プレストレスの影響	16	温度変化の影響

使用する主な材料の単位体積重量を表S-5-5 に示す。

表 S-5-5 材料の単位体積重量及び上載死荷重

種類	材料	単位	値	材料	単位	値
死荷重	アルミニウム合金	kN/m ³	26.7	砂質土(細粒)	kN/m ³	15.5-17.5
	アスファルト舗装材	kN/m ³	22.0	砂質土(粗粒)	kN/m ³	18.0-19.5
	盛土	kN/m ³	16.0-19.0	砂質土(湿潤)	kN/m ³	22.5
	路盤材	kN/m ³	19.0-23.0	鋼、鋳鋼	kN/m ³	77.0
	軽量コンクリート	kN/m ³	12.3-19.6	水	kN/m ³	9.8
	コンクリート	kN/m ³	22.5-26.0	水(塩分)	kN/m ³	10.0
	石積み	kN/m ³	23.5			
上載死荷重	舗装	mm	50	添加物	kN/m ³	無
	地履	kN/m ³	22.5-26.0	他	kN/m ³	無
	高欄	kN/m ³	22.5-26.0			

本調査には、現状の交通車両状況を考慮し、十分な耐久性を与え、かつ過剰な設計にならない活荷重体系を適用した。また、本調査対象道路は国道1号線及びアジアハイウェイA-1号線の一部であり、国際及び国内の幹線道路網を構成することも考慮した。

本調査では、「日本の活荷重体系: TL-25,B-活荷重(道路橋示方書, 2002)」を構造物設計に採用する。また、AASHTO(HL-93, HS20-44)、及びカンボディア国内法、車両規制及び基準を参照する。

日本の基準は4基準(AASHTO、カンボディア、カナダ・オンタリオ、日本)の中で最も大きな軸重(20t)を設定している。また、過去の基準である(TT-43)を包括しており、総重量としても、3基準(AASHTO、カンボディア、日本)の中で最も重い設定である。また、近年にカンボディア国で実施されたプロジェクトにおいての実績も多い。表S-5-6 に、近年の道路及び橋梁プロジェクトでの適用基準を示す。

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

基準	設計構造物	場所	施工時期	資金
道路橋示方書、日本	コルマタージュ水門	NR-1, C-1 区間	2002	日本無償資金協力
AASHTO, アメリカ	道路構造物	NR-1, C-2 区間	2002~	ADB
道路橋示方書、日本	橋梁	NR-6A	2001~	日本無償資金協力

構造物に用いる主な材料とそれらの強度を表 S-5-7に示す。

表 S-5-7 適用材料及び強度

コンクリート [σ ck: コンクリート設計基準強度 (28 日)]			
PC 桁	σ ck = 35N/mm ²	橋台、橋脚	σ ck = 21N/mm ²
RC 桁	σ ck = 24N/mm ²	RC 杭(場所打ち)	σ ck = 30N/mm ²
RC 床版、横桁	σ ck = 24N/mm ²	RC 杭(工場製品)	σ ck = 30N/mm ²
踏掛版	σ ck = 24N/mm ²	ボックスカルバート(場所打ち)	σ ck = 21N/mm ²
RC 高欄	σ ck = 21N/mm ²	パイプカルバート(工場製品)	σ ck = 30N/mm ²
鋼材			
鉄筋	SD295, SD345 (降伏点 σ py >300N/mm ²)		
PC 鋼材	T-12.7mm (引張荷重 σ pt= 183kN), φ23mm (降伏点 σ py >930N/mm ²)		
その他			
裏込め土(橋台背面)	内部摩擦角 φ=30°、単位体積重量 r=19 kN/m ³ (砂質土)		

(2) 改修計画比較検討

本調査の主目的は、国道1号線を「洪水の影響を受けない全天候型道路」に改良することである。氾濫原への流入量、舗装構造、幅員構成及び工費等を指標とし、以下に示す5種類の代替案を総合的に比較検討することにより、「洪水の影響を受けない全天候型道路」の条件を満足する最適案を選定する。主な検討項目は盛土高、氾濫原への流入量、舗装構造、幅員構成である。以下に比較検討の詳細を記述する。

- 1) まず、全ての基本ケースとして代替案-I aを設定する。代替案-I aは、現況の国道1号線の機能を現状維持する改良計画であり、舗装構造は現況のDBSTに設定した。この基本ケースにより、改修計画の特徴をつかむ。それにより、土工及び舗装工の費用が建設費全体の8割を占め、構造物は15%に過ぎない事が判明した。
- 2) 次に、道路機能維持のための重要な課題である洪水対策を検討するため、氾濫原への流入量の異なる代替案-I a ($Q=2,200\text{m}^3/\text{s}$)、代替案-II a ($Q=470\text{m}^3/\text{s}$)、代替案-III a ($Q=2,700\text{m}^3/\text{s}$)を比較する。代替案-III a の流入流量はポンペン及びネアックルン都市部を含めた国道1号線沿線の洪水対策としての効果が大きくに有用であり、工費への影響も約6%とわずかであるため、氾濫原への流入量を $2,700\text{m}^3/\text{s}$ と設定し、その計画に沿った開口部構造物を計画する。
- 3) 最後に、残りの検討項目である幅員構成を検討するため、代替案-III aをベースに幅員構成の異なる代替案-III ab (Km0~14:19m, Km14~56:14m)、代替案-III b (Km0~14:24m, Km14~56:14m)を設定する。代替案-III aの舗装構造のままではDBSTであり、別途検討の結果カンボディア国の維持管理体制や国道1号線が国内だけでなく国際的な幹線道路として担うべき役割と果たすべき機能を総合的に判断して選定したAC舗装とは異なるため、舗装構造AC舗装として幅員構成を検討する。この2案を、幅員構成の工費への影響について比較検討した結果、代替案-III ab と代替案-III b との工費の差は、約5%であると判明した。

以上より、代替案-III b が質的にも量的にも調査の目的に合致した最適案であることが判明した。表S-5-8に比較検討結果をまとめた。

表 S-5-8 代替案比較表

代替案*	I a	II a	III a	III ab	III b
比較項目					
氾濫原への流入量	2,200 m^3/s	470 m^3/s	2,700 m^3/s	2,700 m^3/s	2,700 m^3/s
新設及び改良 開口部構造物	橋梁 2 ハイクアルハート 2 ボックスカルハート 2	橋梁 0 ハイクアルハート 2 ボックスカルハート 2	橋梁 3 ハイクアルハート 2 ボックスカルハート 11	橋梁 3 ハイクアルハート 2 ボックスカルハート 11	橋梁 3 ハイクアルハート 2 ボックスカルハート 11
幅員構成 (低速車用車線)	1.5m(全線)	1.5m(全線)	1.5m(全線)	2.5m (Km 0.0~14.0) 1.5m (Km 14.0~56.0)	2.5m (全線) 中央に拡幅用地確保 (Km 0.0~14.0)
舗装構造	DBST	DBST	DBST	AC	AC
工費指標	1.00	0.85	1.06	1.19	1.24

* I: 氾濫原への流入量 $2,200\text{m}^3/\text{s}$ 、II: 氾濫原への流入量 $470\text{m}^3/\text{s}$ 、III: 氾濫原への流入量 $2,700\text{m}^3/\text{s}$

a: 低速車用車線 1.5m、b: 低速車用車線 2.5m

以下に、各代替案について詳述する。

代替案-I a: 現況の流入能力保持

この案では、構造物などの施設面では現況の規模を保つ。メコン河から南側の氾濫原への流入能力は現状の約 $2,200 \text{ m}^3/\text{s}$ を維持する。道路の幅員構成は、非分離2車線で、1.5m幅の舗装路肩(低速車用車線)を全線に設置する。舗装構造は、現況と同じくDBSTである。

代替案-II a: 開削部閉鎖による流入能力の低減

この案は、代替案-I a をベースに氾濫原への流入能力のみを2000年洪水の前の段階まで引き戻す案である。現況の2ヶ所の開削部を閉鎖し、橋梁を設置しない。流入能力は、約 $470 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

代替案-III a: 洪水対策の改善

この案は、代替案-I a をベースに氾濫原への流入能力のみを約 $2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ にまで増加させ、洪水対策を改善する案である。開口部構造物は、橋梁3ヶ所、カルバート13ヶ所及びコルマタージュ水門4ヶ所である。

代替案-III ab: 最低限の交通容量を確保

この案は、代替案-III a をベースに起点からKokir 市場 (Km 14.0)までの区間の舗装路肩(低速車用車線)の幅員を2.5mとする案である。この区間では、低速車(自転車、オートバイ及びモトルモ)の交通量が大きく、他の交通の妨げとなり交通事故が発生しているため、この改善が目的である。この案では、舗装構造を別途検討して決定したAC舗装とする。

代替案-III b: 交通容量の改善

この案は、代替案-III ab をベースに2.5m幅の低速車用車線を全線に渡って設置して交通容量の増加と交通安全対策を図り、Kokir 市場までは将来の交通量増加に対応できる用地を中央に確保する案である。

次に代替案-III bの主な利点を述べる。

- 1) 国道1号線が備えるべき機能は、全天候型道路として生産地(農村部)と消費地(首都プノンペンなど都市部)を結ぶことである。特に、調査対象地域にはカンボディア平野部に属し、14%の国土に総人口の半分以上が居住しているため、農業及び漁業生産が高い。代替案-III b は、この機能を最適に満足する案である。
- 2) 代替案-III b の開口部は、プノンペン及びネアックルン都市部を含めた国道1号線沿線の洪水対策を改善する。それにより、国道1号線は洪水に影響されない確かな幹線道路となり、アジアハイウェイA-1号線の一部として機能する。
- 3) 代替案-III b は低速車線交通と将来の拡幅に適した対応がとれる案である。低速車用車線は高速車両との交通を分離することにより、交通の安全が確保される。特に、約1.5m幅のモトルモへの好影響が大きい。中央部の用地は、将来交通需要予測によって得られた交通需要に対応するための、車線増加に対応できる。
- 4) 以上の利点を確保するために必要な費用は、代替案-III ab と比較して約5%増である。この割合は、経済効果を始めその他の利点を考慮すると必要なものである。

(3) 予備設計

1) 道路及び舗装

平面線形

平面線形の選定に当たっては次の基本方針を採用した。

- i) 現在の中心線を極力踏襲する。
- ii) 現在の線形の不適当な部分を修正する。
- iii) 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。

縦断線形

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、縦断線形も一般に平坦なものとなっている。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。

幾何構造設計基準の推奨値と実際の設計に用いた値との比較

幾何構造設計基準の推奨値と実際の設計に用いた値の比較を表 S-5-9 に示す。

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

設計要素	推奨値	実際に用いた値
最小平面曲線半径 (m)	280	300
最小曲線長 (m)	140 (望ましい値)	142
最小緩和曲線長 (m)	絶対値: 44 望ましい値: 70	72
緩和曲線を省略する最小曲線半径 (m)	絶対値: 380 望ましい値: 900	495
最小縦断曲線半径 (m)	凹型: 2,000 凸型: 3,000	凹型: 3,200 凸型: 6,200
停止視距 (m)	115	115 以上
最大片勾配 (%)	6.0	4.0
最大縦断勾配 (%)	4.0	1.6

標準横断

図 S-5-3 に標準横断図の例を示す。

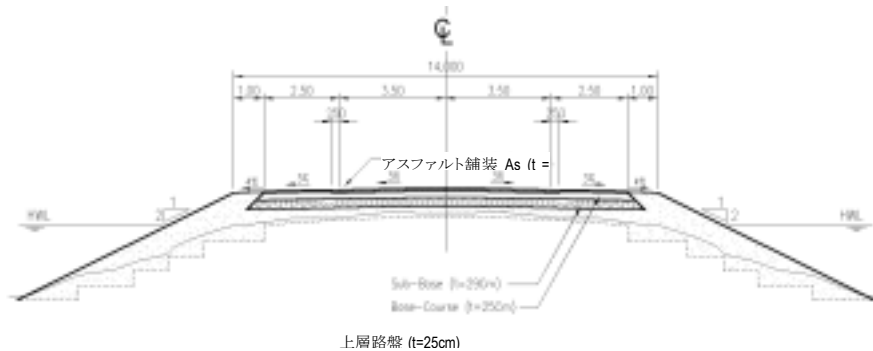


図 S-5-3 標準横断図の例 (舗装タイプ D)

軟弱地盤

調査対象道路はメコン河の沖積低地を通過していることから、軟弱地盤の存在が懸念

された。軟弱地盤と推定された箇所での土質調査の結果を用いて盛土の沈下と安定を計算した。この結果から、大きな問題はないと判断される。しかし、今後設計段階でさらに詳細な土質調査と解析をする必要がある。

道路管理施設及び交通安全施設

道路改良後の車両走行速度の増加に対応し、交通安全を確保するために、次のような対策を計画した。

- i) マーキング、ガードポスト、ガードレールの設置
- ii) 規制・警告・案内標識の設置
- iii) 距離標の設置
- iv) 信号の設置
- v) 交通安全に関するパンフレットの配布

図 S-5-4 にボックスカルバートの横断施設としての使用例を示す。

道路関連施設

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ような施設を設置することを計画した。

- i) モトルモ停車場・モトドップ待合場所(家畜避難所)
- ii) バス停留所
- iii) 歩道橋の設置、ボックスカルバートの横断施設としての利用
- iv) 車重測定所
- v) 交差道路のアプローチ部の建設
- vi) 道の駅
- vii) 料金所(維持費用の徴収に必要であれば)

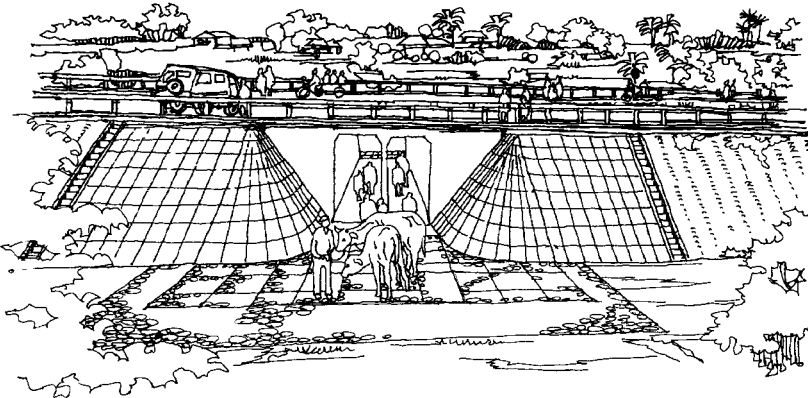


図 S-5-4 ボックスカルバートの道路横断施設としての使用例

舗装設計

AASHTOの設計法を用いて舗装を設計した。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に設定した。また、大型車の等価軸重換算係数は交通調査の一環として実施した「車両重量測定」の結果から1.89と推定した。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。図 S-5-5 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
舗装タイプ	A	B	C	D	E

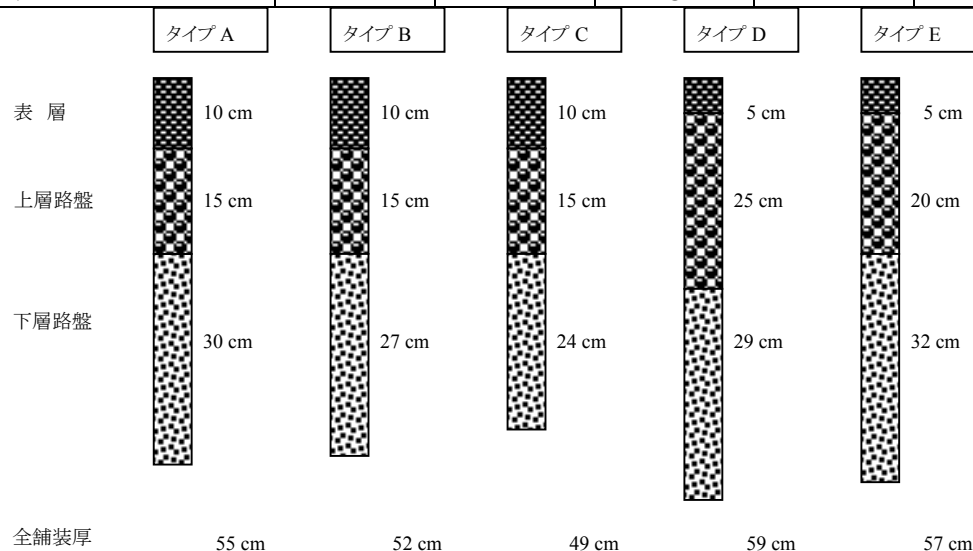


図 S-5-5 舗装構造

2) 開口部構造物

現地踏査結果、地形測量、水文・水理解析及び地勢状況を踏まえ、国道1号線、C-1区間の開口部構造物位置、形式、規模を検討した。

開口部の構造物を4タイプとして標準化し、表 S-5-10 にまとめた。

表 S-5-10 開口部構造物の標準タイプ

タイプ No.		規模	タイプ詳細
タイプ A: 橋梁	A-1	橋長 50m = 2@25m	上部工:PC-I 桁 (連結桁) 基礎工:杭基礎、杭長 20-30m 支持層:現地盤から 25-35m 深 防護工:のり面防護工(練石積)、河床防護工(蛇籠)
	A-2	橋長 75m = 3@25m	
	A-3	橋長 100m = 4@25m	
	A-4	橋長 150m = 6@25m	
	A-5	(橋長 150m 以上)	
タイプ B: ボックスカルバート	B-1	1-箱 2.0m= 1@ 2.0*4.0-6.0m	ボックス本体:RC 構造 基礎工:RC プレキャスト角杭 (一辺 30cm、杭長 12m*) 防護工:のり面防護工(練石積)、河床防護工(蛇籠)
	B-2	2-箱 4.0m= 2@ 2.0*4.0-6.0m	
	B-3	3-箱 6.0m= 3@ 2.0*4.0-6.0m	
タイプ C: ボックスカルバート (ゲート付)	C-1	1-箱 2.0m= 1@ 2.0*4.0-6.0m	ボックス本体:RC 構造、簡易ゲート機能付き 基礎工:RC プレキャスト角杭 (一辺 30cm、杭長 12m*) 防護工:のり面防護工(練石積)、河床防護工(蛇籠)
	C-2	2-箱 4.0m= 2@ 2.0*4.0-6.0m	
	C-3	3-箱 6.0m= 3@2.0*4.0-6.0m	
タイプ D: パイプカルバート	D-1	1-パイプ φ1.0m	パイプ本体:RC プレキャスト構造、コンクリート全巻立 基礎工:直接基礎

*: 国道 1 号線 C-1 区間で日本無償での新設水門と同等の杭種及び杭長

注: RC: 鉄筋コンクリート、PC: プレストレストコンクリート

橋梁

橋梁形式を選定するにあたり、総工事費、施工方法、工期、経験、材料入手の難易、維持管理、通水断面への影響度、景観性の面、等から、次の4橋梁形式(橋長=100m)を総合比較した。

ケース1:RC桁(PCスラブ)橋ー6径間@16.7m

ケース2:PC-I桁橋ー4径間@25.0m

ケース3:PC-I桁橋ー3径間@33.3m

ケース4:鋼鈑桁橋ー4径間@25.0m

上記4ケースの比較検討結果から、PC-I型連結桁橋(スパン@25m)を最適標準形式として選定した。橋脚上の桁連結することによって伸縮装置の設置が不要になり、維持管理性及び走行性が向上する。適用形式は以下の通りである。

ケース2: 上部工 **PCI-型連結桁橋、スパン長@25m**

下部工 **RC逆T式橋台及び橋脚**

基礎工 **RC場所打杭、径1.0m、杭長20ー25m**

選定理由を下表に示す。また、橋梁の標準断面構成を図 S-5-6 示す。

表 S-5-11 適用する橋梁形式ケース2の特性評価

	特性	評価
1	建設工事費	最も安価
2	建設工期	短期:約 17 ヶ月
3	施工方法の能力、施工経験	架設桁架設工法 カンボディアでの施工経験豊富
4	材料の入手の難易	PC 鋼線を除き材料カンボディア国内で入手可
5	橋脚による河積阻害率(%)	適正: 5.4% 河川構造令(日本)での最小スパン長:20m
6	維持管理	コンクリート橋であり、ほとんど不要
7	周囲への環境影響	桁製作、杭施工時等、周辺環境に与える影響が少ない

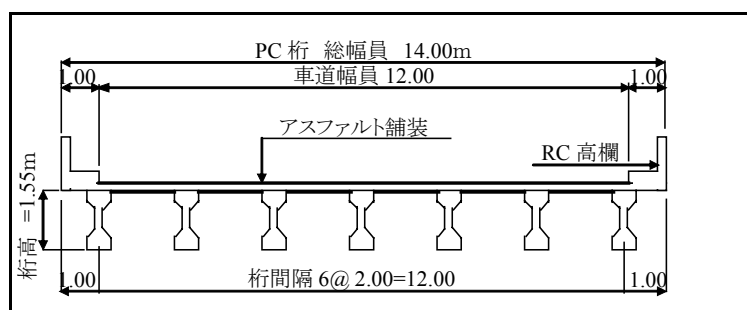


図 S-5-6 PC上部工標準断面構成

カルバート

パイプカルバート: 住居地域に近接した箇所は、建設工期を短くすること、及び現道利用のための半断面施工を考え、プレキャスト製品のRCパイプを適用する。パイプにはコンクリートで全巻き立てを施し、漏水を防ぐ。

ボックスカルバート: 水文・水理検討を基に、RCボックスカルバートを適用する。また、ゲート付き又はゲートなしのボックス構造を区分して設計する。RC角杭をボックスカルバートの基礎として適用する。

開口部構造物の保護工

洗掘、洪水による橋梁防護策として、河床への蛇籠、取り付け盛土への練り石積み工を敷設する。カンボディアでの効果的な護岸、護床工法である。のり面の傾斜は、橋台前面を1:1.5とし、カルバートの流入部及び流出部は1:1とした。

本プロジェクトの開口部構造物の数、位置及び規模は、現地踏査結果、地形測量、水文・水理及び地勢状況の検討結果を基に、国道1号線(C-1区間)からコルマタージュ側への流水容量等、計画洪水位、計画通水断面を算定し、図 S-5-7 のとおり選定した。

橋梁の桁下余裕高及びボックスカルバートの頂版下の余裕高は1.0mと設定した。これは、流木などの浮遊物及び地域住民が利用する手漕ぎ船などの通過を見込んでいる。

パイプカルバートの最小土被りは2.0mとし、ボックスカルバートは舗装の表層及び上層路盤の厚さを含めて50cmとした。

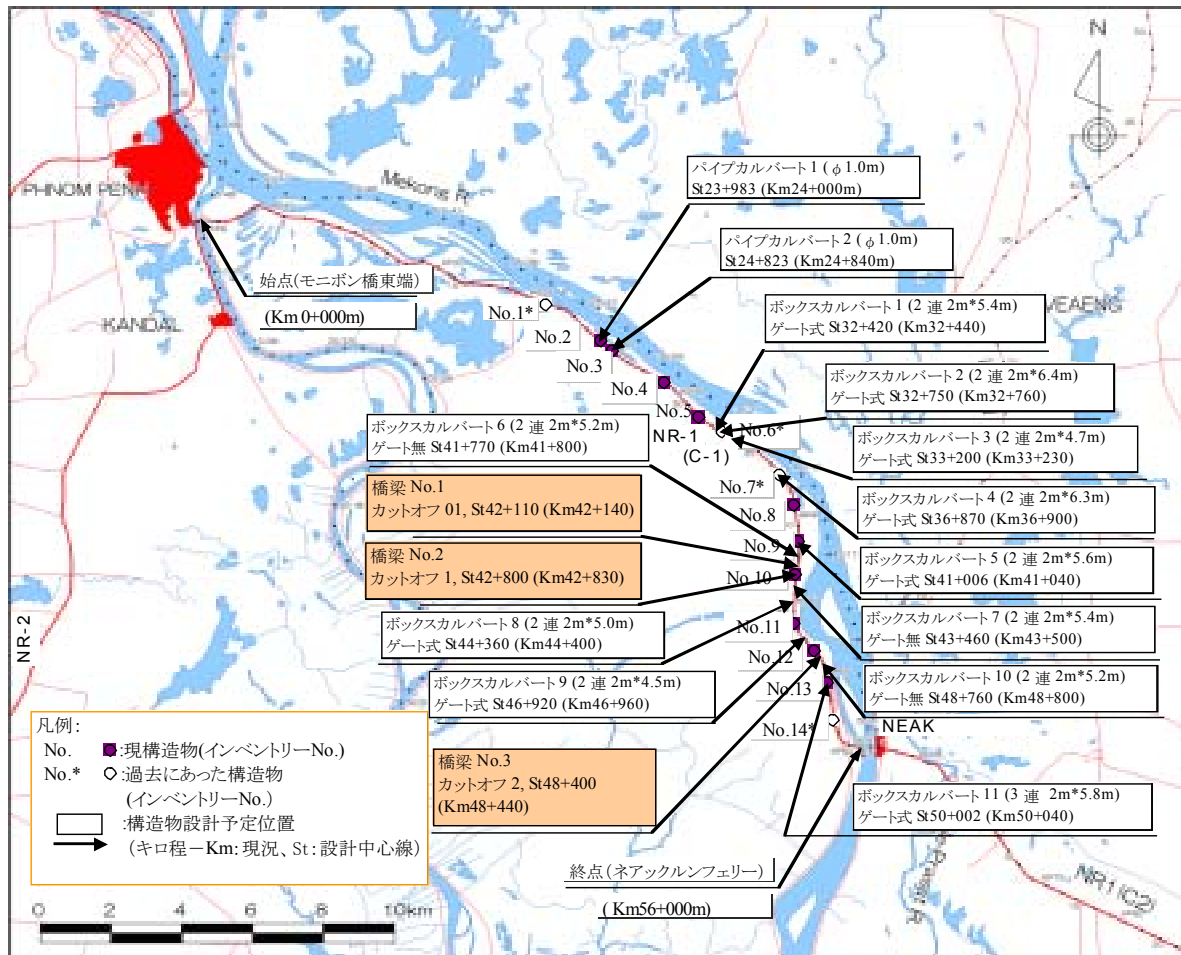


図 S-5-7 概略設計用開口部構造物の位置図

開口部構造物の概要を表 S-5-12に示す。

表 S-5-12 開口部構造物の概要

- 橋梁 (PC-I桁型連結桁)

番号	位置図上の番号	St+	(Pk+)	橋長(スパン割、桁高)	備考
Br-1	9	St 42+ 110	(Pk 47+ 740)	L=66m (3 @ 22m, H=1.35m)	新規開口部
Br-2	10	St 42+ 800	(Pk 48+ 430)	L=100m(4 @ 25m, H=1.55m)	カットオフ No.1
Br-3	14	St 48+ 400	(Pk 54+ 040)	L=66m (3 @ 22m, H=1.35m)	新規開口部

- ボックスカルバート (RC、ゲート付)

番号	位置図の上番号	St+	(Pk+)	規模	備考
BC1	3	St 32+ 420	(Pk 38+ 040)	2 連 B2.0m*H5.4m	新設
BC2	4	St 32+ 750	(Pk 38+ 360)	2 連 B2.0m*H6.4m	過去にパイプカルバート有
BC3	5	St 33+ 200	(Pk 38+ 830)	2 連 B2.0m*H4.7m	新設
BC4	6	St 36+ 870	(Pk 42+ 500)	2 連 B2.0m*H6.3m	過去に鋼橋有
BC5	7	St 41+ 006	(Pk 46+ 640)	2 連 B2.0m*H5.6m	Prek Samroang W.G. 改築
BC8	12	St 44+ 360	(Pk 50+ 000)	2 連 B2.0m*H5.0m	新設
BC9	13	St 46+ 920	(Pk 52+ 560)	2 連 B2.0m*H4.5m	新設
BC11	16	St 50+ 002	(Pk 55+ 640)	3 連 B2.0m*H5.8m	Kampong Phnom W.G. 改築

- ボックスカルバート (RC、ゲート無)

番号	位置図上の番号	St+	(Pk+)	規模	備考
BC6	8	St 41+ 770	(Pk 47+ 400)	2 連 B2.0m*H5.2m	新設
BC7	11	St 43+ 460	(Pk 49+ 100)	2 連 B2.0m*H5.4m	新設
BC10	15	St 48+ 760	(Pk 54+ 400)	2 連 B2.0m*H5.2m	新設

- パイプカルバート (RC プレキャスト)

番号	位置図上の番号	St+	(Pk+)	規模	備考
Pipe1	1	St 23+ 983	(Pk 29+ 600)	D=1.0m	パイプカルバート改築
Pipe2	2	St 24+ 823	(Pk 30+ 440)	D=1.0m	パイプカルバート改築

開口部構造物の維持管理留意点

既存構造物橋の点検は、補修費を低減することを念頭に、有効的な手段で実施することが重要である。適切な評価と、早急・効果的な補修工事を実施すれば、構造物の寿命は延伸される。

3) 施工工程

調達計画

建設に使用される材料及び重機は、プノンペンで調達する。但し、舗装の路床材、下層路盤材、上層路盤材及び骨材は、今回の調査で運搬費が最も安価であると判断されたプノンペン市郊外より調達する。

実施工程

本案件は、大きく分け道路築造と構造物構築 (ボックスカルバート、パイプカルバート及び橋梁) の2つに大別される。

現地の自然状況を考慮して、以下の施工条件を設定した。

- 土工: 11月～4月の6ヶ月、乾期に施工
- アスファルト舗装工: 通年施工
- 洪水位以下の下部工及び基礎工: 11月～4月の6ヶ月、乾期に施工

上記した各項目の実施計画を次表に示す。

表 S-5-13 カルバート敷設工程

年	1								
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9
項目									
準備工							(4.5ヶ月:ボックスカルバート)		
迂回路工							(3.0ヶ月:パイプカルバート)		
ボックス基礎工									
カルバート布設工									
護岸工									
附帯工									

表 S-5-14 橋梁建設工程

年	1												2						
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
項目																			
準備工																			
迂回路工																			
PC桁製作																			
下部工																			
橋脚工1																			
基礎工																			
躯体工																			
橋脚工1																			
基礎工																			
躯体工																			
橋脚工2																			
基礎工																			
躯体工																			
橋脚工3																			
基礎工																			
躯体工																			
橋脚工2																			
基礎工																			
躯体工																			
上部工																			
架設工																			
床版工他																			
護岸工																			
護床工																			
附帯工																			
迂回路撤去工																			
片付け																			

(18.5ヶ月)

凡例

: 雨期

表 S-5-15 道路築造工程

年		1												2												3											
月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
項目																																					
準備工																																					
土工																																					
	盛土工																																				
	路床工																																				
舗装工																																					
	下層路盤工																																				
	上層路盤工																																				
	表層工																																				
歩道工																																					
排水工																																					
道路設備工																																					
片付け																																					

(35.0ヶ月)

凡例

: 雨期

6. 事業実施計画

(1) 道路改良計画

道路改良計画により、国道1号線の交通が一年を通して確保され、洪水の被害を受けなくなる。また、アジアハイウェイA-1号線の一部として国際基準を準拠する。以下にあげる項目は、短期及び長期における対象道路の改良計画である。

- 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 市場まで将来の拡張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・警告・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及び道の駅の建設。
- 15) 必要であれば、料金所と管理施設の設置。

(2) 施工計画

各工事・工種の数量を算出し、施工方法を選定した後、現場の状況などを加味し、施工計画を作成した。主な工種の数量を表 S-6-1 に示す

表 S-6-1 工事種類別数量

工事	工種	単位	数量
土 工	掘削工	m ³	1,564,852
	舗装撤去工	m ²	333,000
	盛土工	m ³	1,259,102
	路床工	m ³	396,400
	のり面工	m ²	743,064
	盛土材	m ³	1,259,102
	路床材	m ³	296,500
舗装工	下層路盤工	m ²	769,980
	上層路盤工	m ²	827,620
	表層工	m ²	695,000
構造物工 (橋梁工)	全長=66.0m (3@22m) 幅員=14.0m	m ²	924
	全長=100.0m (4@25m) 幅員=14.0m	m ²	1,400
	全長=66.0m (3@22m) 幅員=14.0m	m ²	924

上記の数量と選定された施工方法を基にして、施工工程を作成した。事業実施に当たり、工期は36ヶ月となった。

(3) 事業実施計画

経済分析を実施するに当たり、表 S-6-2に示す事業実施計画を作成した。

表 S-6-2 事業実施計画

		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	期		期		期										
																								前	後	前	後	前	後									
1)	基本設計																																					
2)	詳細設計/ 入札書類作成																																					
3)	請負業者事前審査																																					
4)	入札公示																	★																				
5)	入札/入札評価																																					
6)	契約																			★																		
7)	施工																																					
8)	竣工																													★								

7. プロジェクトコスト

本調査でおこなった積算は、2002年10月時点での積算である。総事業費は内貨、外貨及び税金から構成されている。外貨は、輸入された材料(現地調達可能なものを含む)、物資、外国居住者の賃金、及び経費等であり、内貨については、現地調達材料、現地人賃金等である。内貨については、カンボディア国内で日常的に使用されている米ドルにて積算する。なお、外貨交換率は1US\$=120.00円とした。

建設費

建設費は、直接工事費と間接費から構成される。直接工事費は、現地における市場価格を基に算出する。間接費は直接工事費に一定の比率を乗じて算出する。本案件における直接工事費に対する間接費の比率を表 S-7-1 に示す。

表 S-7-1 直接工事費に対する間接費の比率

項目	直接工事費に対する比率
共通仮設費	4%
現場経費	17%
一般管理費	10%

設計監理費

設計監理費における実施設計費を直接工事費の4%、施工監理費を6%と設定する。

用地補償費

用地補償費は、家屋、フェンス、樹木、農園及び経費等の項目から構成される。用地補償費を表 S-7-2に示す。

障害物移設費

工事施工に際して、電柱及び地中に埋設されている光ケーブルの移設が必要となる。障害物移設費を表 S-7-2に示す。

不発弾探査及び撤去費

本調査対象地域では、不発弾に関する危険地帯はないとされているため、不発弾の探査は基本的に必要ない。従って、本調査では不発弾探査及び撤去費を計上しない。ただし、不発弾が発見された場合は周辺の探査が必要になる。

環境測定費

本調査で実施された初期環境影響評価の結果に基づき、算出した。主に、環境モニタリングプログラム、環境管理計画の実施費用である。

事業費

事業費は、建設費、設計監理費、用地補償費、障害物移設費、不発弾探査・撤去費及び環境測定費から構成される。本案件の事業費を表 S-7-2 に示す。

表 S-7-2 事業費総括表

項 目	金額	内貨	外貨	税金
1.建設費				
1)直接工事費				
土工	7,194,800	4,611,300	2,160,170	423,330
舗装工	13,074,450	8,195,100	3,838,850	1,040,500
構造物工	6,858,200	4,397,800	2,060,020	400,380
排水工	386,200	243,200	113,800	29,200
道路設備工	1,646,000	965,300	452,250	228,450
直接仮設工	331,300	217,600	101,900	11,800
小計	29,490,950	18,630,300	8,726,990	2,133,660
2)間接費				
共通仮設費	1,179,638	745,212	349,080	85,346
現場経費	5,013,462	3,167,151	1,483,588	362,722
一般管理費	2,654,186	1,676,727	785,429	192,029
小計	8,847,285	5,589,090	2,618,097	640,098
建設費合計	38,338,235	24,219,390	11,345,087	2,773,758
2.設計監理費				
実施設計	1,179,638	745,212	349,080	85,346
施工監理	1,769,457	1,117,818	523,619	128,020
設計監理費合計	2,949,095	1,863,030	872,699	213,366
3.用地補償費	1,395,322	1,268,474	0	126,847
4.障害物移設費	655,097	595,543	0	59,554
5.不発弾調査・撤去費	0	0	0	0
6.環境測定費	69,810	63,464	0	6,346
事業費合計	43,408,000	28,010,000	12,218,000	3,180,000

単位: US\$

8. 道路維持管理計画

(1) 財務状況

現在の予算制度では、道路に関する支出は建設と維持管理に分かれている。しかし、道路維持管理のための資金の多くは緊急復旧的に使われていて、通常の維持管理のためには殆ど残されていないと思われる。2000年及び2001年の予算は、新たに道路維持管理費として年間100億リエル(250万米ドル相当)追加された。2002年予算は、161.8億リエルで、この内道路維持管理費は105億リエルである。

道路維持管理費は、2002年5月から首相と経済財務省直轄となった道路補修・維持管理基金(FRMR)から充当される。道路維持管理費は、公共事業運輸省が所管している国道、州道などの補修・維持管理に使われる。したがって、公共事業運輸省は2003年から道路維持管理の計画と整備基準/目標を策定して経済財務省に予算請求しなくてはならない。

このような行政的な変更に加えて、2002年7月道路維持管理キャッチアッププログラムに関する援助を日本政府に要請した。

(2) 道路維持管理業務

公共事業運輸省は、全国で12,156kmの道路を所管している。道路維持管理費は、燃料税と車輛登録税によっている。

調査対象路線である国道1号線C-1区間(プノンペン～ネアックルン間)の維持管理体制は、以下の区間に分かれている。

- 1) プノンペン側始点からVeal Sbovまで約3.5km区間は、プノンペン市公共事業局が所管している。
- 2) Veal Sbovから終点ネアックルンまではKandal州公共事業局が所管している。
- 3) 現在、公共事業運輸省PMU-Iが全線にわたって洪水被害に対する緊急補修を実施している。

国道の維持管理システム及び組織は、原則として、公共事業運輸省が維持管理の全体計画を策定し、毎年の実施プログラムを決める。一方、各州の公共事業局は決められたプログラムに沿って事業を実施する。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。

道路は老朽化が進んでいて、舗装とともに洪水対策として路面高を高くする必要がある。さらに、多くの橋梁が、最近の大型車の増加にともなって損傷が進み、危機的な状況にある。したがって、損傷した橋梁は、交通ボトルネックとなり、交通安全を危うくして、円滑な交通輸送の妨げとなっている。

道路の維持管理事業の実施を担当している公共事業局と公共事業運輸省PMU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。

道路維持管理キャッチアッププログラムの実施組織である道路維持管理・運営機構(RMMO)は、パイロット・プロジェクトとして実際の道路整備を実施しながら建設機械のオペレータ育成や運営・管理する人材育成を図り、結果として道路維持管理能力を強化することが期待されている。

(3) 道路維持管理の財源確保

本プロジェクトは、住民移転費や公益施設の移設費を含んで事業規模が43.4百万米ドル(1,680億リエル相当)である。これは、2002年の政府の総投資額5,114億リエルと比べて明らかなように、財政的に大きな負担となる。さらに、プロジェクトが完成し供用が開始すると、現在の国道にかけている年平均1.2百万リエル/kmをベースに見積っても年間の維持管理費は66.5百万リエルとなる。さらに、10年毎に定期的な維持管理として63億リエルの追加的な投資が必要となる。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。

この体制を資金面から支える以下のような財源確保策を提言する。

- 1) 公共事業運輸省は、道路の維持管理に必要となる予算を道路補修・維持管理基金(FRMR)から確保すること。
- 2) 現在、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日本からの援助が終わっても継続すること。
- 3) 緊急的道路補修のための財源として、原因者負担により以下の資金確保策を検討する。
 - ネアックルンフェリーを利用する大型車に追加料金を課す
 - 車軸検査所を兼ねた料金所を新設して通過する大型車から低額の料金を徴収する

9. プロジェクト評価

(1) 経済評価

経済評価は、本プロジェクトへの投資が国民経済的に見て実施に値するかどうかを評価することである。

経済費用

本プロジェクトの経済費用は、先の章で積算した財務費用を経済費用に換算して積算された。

表 S-9-1 プロジェクト費用の積算

		財務費用	経済費用
1	建設費	38,338	32,933
2	用地取得及び移転補償費	1,396	974
3	電気・通信施設移転費	655	457
4	エンジニアリング費用	2,949	2,491
5	環境管理費	70	49
事業費		43,408	36,904

単位: US\$ '000

道路の維持管理費用は、プロジェクトが実施されない場合とプロジェクトが実施された場合の維持管理費用の差と定義された。前者の維持管理費用は、2002年のMPWTの維持管理費を勘案して、単位キロあたりUS\$ 300/年が必要である。それに対して後者の維持管理費用は、提案している舗装が維持管理活動をあまり必要としないアスファルトコンクリート舗装であることからUS\$ 1,530/キロ・年である。従って、道路の維持管理費用はUS\$ 1,230/キロ・年を計上した。

便益

プロジェクトの実施によって発生する便益は数多くあるが、本調査では次に示す計量化できる便益を取り上げた。

- 走行時間の節約
- 走行費用の節約

走行時間節約と走行費用の節約は、プロジェクト道路上の交通需要と単位時間価値及び走行経費により算出された。

表 S-9-2 走行時間及び走行費用の短縮による便益

	走行時間節約	走行費用		
		固定費用の節約	走行経費の節約	走行費用の節約
2005	606,424	330,505	2,688,948	3,019,454
2010	1,044,896	483,057	3,672,314	4,155,370
2015	1,745,169	648,042	4,618,931	5,266,974

単位: US\$

1) 便益・費用分析

以上述べた便益と経済費用に基づき、経済分析を行った。表 S-9-3 に便益・費用分析結果を示す。この分析によれば、20年のプロジェクトライフ期間の純現在価値311.5万米ドル、B/C 比率1.106となる。この分析には割引率12%を使用した。経済的内部収益率 (EIRR)は13.3%であった。

表 S-9-3 便益・費用分析結果

B/C 比率	1.106
純現在価値(US\$ '000)	3,115
経済的内部収益率(EIRR)	13.3%

注: 1) プロジェクトライフを 20 年と仮定した。

2) 割引率は 12%を適用した。

2) 感度分析

経済指標に影響を与えるパラメータに対する感度分析を行った。特に、次に示す項目である。

- 経済成長シナリオの採用（基本ケースの成長率6%/年に対して高経済成長8%/年、低経済成長4%/年）
- 事業費が20%増加した場合、もしくは便益が20%減少した場合
- 旅行時間節約の便益を50%に減額した場合及び時間価値の年度ごとの増加がないとした場合

経済成長の代替案による感度分析の結果を表 S-9-4 に示す。

表 S-9-4 経済成長の代替案による感度分析の結果

	経済的内部収益率
本ケース(中間成長シナリオ)	13.3%
高成長シナリオ	15.3%
低成長シナリオ	11.3%

注: 1) プロジェクトライフを 20 年と仮定した。
2) 割引率は 12%を適用した。

事業費もしくは便益が10%、20%増加・減少した場合の便益費用分析を行った。表 S-9-5 に示すとおり、大部分のケースで経済的にフィージブルである。

表 S-9-5 建設費及び便益の増減に対する感度分析

		便 益				
		20% 減少	10% 減少	基本ケース	10% 増加	20% 増加
建設費	20% 増加	8.4%	9.8%	11.0%	12.0%	13.3%
	10% 増加	9.4%	10.8%	12.1%	13.3%	14.4%
	基本ケース	10.5%	11.9%	13.3%	14.6%	15.8%
	10% 減少	11.8%	13.3%	14.7%	16.0%	17.3%
	20% 減少	13.3%	14.9%	16.4%	17.8%	19.1%

注: プロジェクトライフを 20 年と仮定した。

旅行時間節約について、旅行時間節約の便益を50%に減額した場合、旅行時間節約便益をゼロとした場合及び時間価値の年度ごとの増加がないとした場合について、感度分析を行った。その結果を表 S-9-6 に示す。感度分析の結果、旅行時間便益をゼロとする場合以外は、経済的にフィージブルである。

表 S-9-6 時間価値に関する感度分析結果

	経済的内部収益率
基本ケース	13.3%
旅行時間節約の便益を 50%に減額した場合	11.7%
旅行時間節約便益をゼロとした場合	9.9%
時間価値の年度ごとの増加がないとした場合	12.2%

注: 1) プロジェクトライフを 20 年と仮定した。
2) 割引率は 12%を適用した。

経済的観点からの結論

以上分析した通り、多くのケースの経済指標は、経済的内部収益率12%を超過していることから、本プロジェクトの実施は、経済的に妥当性がある。

(2) 財務評価

財務分析においては、プロジェクトを円滑に実施するため、政府の資本投資資金とローカル資金の財政能力があるか否かを評価した。

資本投資資金

表 S-9-7 は、将来における政府の資本投資資金とローカル資金の調達状況を、GDPと政府予算の予測に基づき推計したものである。この推計結果によれば政府の資本投資資金は、本プロジェクトの実施が予定されている2003～2006年の4カ年間で、7.9兆リエルもしくは20億米ドルを支出することが可能であると推計される。

表 S-9-7 資本投資資金とローカル資金

	ローカル資金	資本投資資金	%
2001	325.0	1,025.0	31.7%
2002	511.4	1,704.7	30.0%
2003	542.1	1,807.0	30.0%
2004	574.6	1,915.4	30.0%
2005	609.1	2,030.3	30.0%
2006	645.6	2,152.1	30.0%
2007	684.4	2,281.2	30.0%

出所: 1)2001年の数字は、カンボディア統計年鑑, 2001

単位:10 億リエル

2)その他の数字は JICA 調査団による

このうち、道路分野のシェアは資本投資の16%であることから、同時期に3.2億米ドルの支出が可能である。これに対して、本プロジェクト道路を含む現在実施中のプロジェクトの投資必要額14.5億米ドルであり、優先順位の高い道路プロジェクトを含むと、42.6 億米ドルとなる。従って、現在実施中のプロジェクトと本プロジェクトを含む優先順位の高いプロジェクトの約50%の実施は可能である。

表 S-9-8 資本投資資金の調達額と支出必要額との比較

2003 ～ 2007 年までの資本投資予算額	US\$ 百万	1,996.0
道路分野のシェア	%	16
2003 ～ 2007 年までの道路分野の予算額	US\$ 百万	319.4
事業実施中の必要額	US\$ 百万	145.3
優先順位の高い道路事業必要額	US\$ 百万	425.5
バランス	US\$ 百万	- 251.4

(3) 環境評価

1) 自然環境への影響

i) 水文環境への環境影響

水文環境に対する負の環境影響

橋梁、カルバート等建設、土工事施工時に、河床の変化により流量や流下方向に変化が生じる。

水文環境に対する正の環境影響

道路整備、橋梁、カルバートの建設後の洪水状況は国道1号線沿線のみでなく、プンペン及びネアックルン周辺でも大きく安定する。氾濫原への流入水は、内水漁業及び肥沃な土壌を運び込む面において農業にも好影響を与える。

負の環境影響に対する緩和策

橋梁を含む開口部構造物の位置及び規模の選定には、住民の土地利用の妨げとならない地点を選定する。

橋梁等の建設期間中は、掘削、盛土造成、特殊な工事行為等に対して適切な影響緩和策や残土処分規制、管理対策を講ずる。

ii) 土壌に対する環境影響

負の環境影響

道路沿いの高い盛土部や深い掘削部等での表層土の掘削や土壌浸食の恐れのある露出のり面では、土壌浸食が発生しやすい。土取場や採石場へのアクセス道路や仮設道路は土壌への阻害要因を引起し易い。建設に携わる大型車両の通行は、土壌及び植生に影響を及ぼす。

正の環境影響

浸食作用の発生しやすい場所は防災対策計画、設計基準を対応させることにより浸食作用が低減する。

国道1号線が改良された後は、全ての車両が粉塵を撒き散らすことなく走行し、肥沃な表層土が保存される。

負の環境影響に対する緩和策

耕作地は、採石場や土取り場を選定しない。掘削する土壌では、表層を保存し建設後埋め戻し、現況復旧する。

採石場や土取り場への仮設道路は、現況の農地区画を利用して設置し、耕作地の減少を極力避ける。

建設中は、施工業者が耕作地への損傷及び締め固めを防ぐ対策をとり、工事契約条件と仕様書には保護に対する保全条件を規定する。

iii) 動植物相への環境影響

負の環境影響

道路整備準備工での樹木伐採、撤去行為は多数の樹木を消失する。建設従事者

に十分な管理がなされていない場合には、容易に自然資源や野生動物に損傷、危害を加える恐れがある。乾期で干上がった水路及び河川での建設行為により障害物を生じ、洪水時に生息する魚類に影響する恐れがある。

正の環境影響

事業整備後は氾濫原に安定した流入水が期待でき、動植物の生息にふさわしい自然環境条件の改善に寄与する。

負の環境影響に対する緩和策

建設中は、施工業者が動植物相への被害に注意する。また、工事契約条件と仕様書には保護に対する保全条件を規定する。

2) 社会環境への影響

i) 社会環境に対する環境影響

負の環境影響評価

本事業の道路敷の確保による移転対象住民は1805世帯に達する。また建設作業により水道管、電線及び電話線を移転させる必要がある。

正の環境影響

特になし。

負の環境影響に対する緩和策

政府は、事業により影響を受ける住民が、土地を除き建物、農作物及び果樹に対する補償を受けることができるの方針を明らかにしている。実施機関は、適切な補償がなされるように予算を確保し所定の手続きを円滑に実施すること。

ii) 交通に関する環境影響

負の自然環境影響

建設工事期間中、特に施工場所では交通停滞、混雑が発生する。工事車両の走行速度の規制や安全管理、安全教育が欠けている場合にはスムーズな交通の流れを阻害する等の影響を引き起こす。

正の環境影響

国道1号線の整備後は洪水の影響等、ほとんどの負の影響は無くなり、安全な交通が一年中確保され、周辺環境が保存され、道路利用者にとって利便性の高いものとなる

負の環境影響に対する緩和策

交通停滞、渋滞を緩和するために施工業者は州の運輸局や警察との調整を行い適正な緩和策を準備する。施工業者は現場周辺での交通安全のため、建機運転者に対し、速度制限及び罰金等の交通に対する安全教育を行う。また、適切な標識や安全柵の設置、交通安全と地域住民の安全のために旗振り警備員の配置を行う。テレビ、ラジオ、新聞を通じて工事の範囲や時間帯などの情報を地域住民等に伝達する。

iii) 衛生面に関する環境影響

負の環境影響

工事現場で発生する水溜まりは熱帯地域ではマラリア、デング熱、充血吸虫等の昆虫により媒介する伝染病の発生につながる。適正な衛生管理、健康管理が地域住民、特に建設キャンプでの建設従事者に対して行われない場合には伝染病が発生する可能性がある。

正の環境影響

排水用の側溝が都市部に設置される。この設備は水の滞留を防ぎ、衛生面での改善につながる。

負の環境影響に対する緩和策

工事施工業者は水溜まりの無い状況を作るべく努力する。地域住民や建設従事者に対し水溜まりに起因する伝染病の危険性や感染防止策の適切な情報を提供する。

iv) 建設従事者の健康阻害とHIV/AIDSに対する環境影響

負の環境影響

カンボディア国では売買春、知識のなさによる麻薬の乱用が直接、間接的にHIV/AIDSの感染を広げている。車両運転者や派遣される建設従事者等の移動人口はHIV保菌者及び媒介者となりかねない。

正の環境影響

建設従事者や地域住民への健康管理啓蒙の教育プログラムや管理計画の普及を通して、HIV/AIDSに対する地域住民の知識が向し、感染の広がり防止に貢献する。

負の環境影響に対する緩和策

工事施工業者は請負契約事前条項の中でHIV/AIDSに対する建設従事者への教育や規制、感染防止対策実施の戦略、防止プログラムを記載する。建設承認への事前条件として、工事請負業者はHIV防止計画に対する基金を設ける事とする。工事契約条件と仕様書には感染の広がりを防止する防止プログラムを規定する。

3) 汚染への影響

1) 大気汚染、粉塵に対する環境影響

負の環境影響

工事期間中の建設車両、建設機械からは排気ガス及び粉塵が発生する。盛土材料の運搬作業や造成盛土工事による沿道への粉塵の発生がある。骨材の混合や破碎工程では粉塵が飛散する。

正の環境影響

洪水の影響を受けない全天候型の道路整備により年間を通し円滑な交通の確保できるため、現況に比べ排気ガスの滞留及び粉塵発生が減少する。

負の環境影響に対する緩和策

排出ガス基準に従って車両及び機械類は規則的に整備点検を行う。工事期間中、乾燥材料の混合や破碎工程での粉塵が発生する場所では散水を励行する。土取場や採石場への道路往還には粉塵抑止計画を立てる。工事現場での資材運搬では資材の落下、飛散を防止するためのカバーを装着する。

ii) 水質汚染に対する環境影響

負の環境影響

適正な管理が行われない場合、瀝青材料、燃料、潤滑油等が流水や干上がった河床に流出し、水質汚染を引き起こす。盛土材等には微細粒子が含まれており、泥土が流出して付近の水系に問題を起こす。建設キャンプからの污水排水も適切な管理が行われていない場合には、水系に流出し水質汚染を引き起こす。

正の環境影響

特にない。

負の環境影響に対する緩和策

盛土材、骨材等は水分沈殿設備が整い、囲障壁のある資材置場に貯蔵し水系への流出を回避する。排水の必要が有る場合、污水廃水は適切な処理を施すものとする。瀝青材料の貯蔵や混合場所は適切な処理が必要である。瀝青材料混合準備に用いる全ての石油製品は十分な管理を行い地域水系への流出を防止する。工事車両や機械から水系に漏れ出る油類は適切な管理を必要とする。

車両の維持管理や燃料補給には潤滑油や燃料漏れ防止を設計した工事キャンプ地内で行う。廃油製品類は収集、貯蔵し、承認された廃棄場所で処理する。污水排水は、水系に排出する前に、適切な全ての対策処理を講ずる。

iii) 騒音と悪臭に対する環境影響

負の環境影響

騒音と臭気汚染は工事期間中の車両、装置、機械類、特に稼働の車両や混合、破碎プラント等から発生する。アスファルト混合プラントは騒音と共に臭気や火災の危険性もある。近くに病院や学校等影響を受けやすい地区では車両や機械類による建設作業は許容騒音レベルに達する。

正の環境影響

洪水の影響を受けない全天候型の道路整備により年間を通し円滑な交通が確保されることにより環境の保全が期待される。

負の環境影響に対する緩和策

稼働中の車両や混合・破碎プラント等は許容騒音レベルや臭気基準を超えないよう防止対策を強化する。機械類や車両等は騒音低減のために適切な維持管理を行う。防止のための準備措置は契約条件と仕様書の規定条件に明記し、工事期間中、工事請負業者は騒音、悪臭防止に配慮しなければならない。

iii) 廃棄物処理と衛生に対する環境影響

負の環境影響

既存道路から廃棄物が多く発生する。このような廃棄物は周辺に負の環境影響を及ぼす。

正の環境影響

特になし。

負の環境影響に対する緩和策

全ての建設資材は還元資源として再活用し、止むを得ない場合には適正な廃棄処理を行う。小規模で多数の公共工事の現場では、これは特に役立つものである。

ゴミ箱や衛生施設等の設置を行う等の適切な対策を講ずる。固形廃棄物については、工事請負業者は概略の基本的な管理計画を準備し、ゴミはゴミ箱に収集し毎日廃棄処分する。

(4) 総合評価

1) 技術的フィージビリティ

本調査は、各種の技術調査、自然条件調査、社会環境調査など広範な調査・検討を経て計画・設計されていることから、技術的可能性を損なうリスクを最小限にしてある。技術的な検討結果と付随するコストは、実施機関である公共事業運輸省のカウンターパートとの協議、関係各機関との意見交換を重ねて得られたものである。特に、比較代替案の選定では、洪水対策が周辺地域へ自然環境的にも社会環境的にも悪影響をあたえないものであることを確認した。したがって、本調査結果は、技術的に見て、高い実現可能性を持っているといえる。

2) 環境影響評価

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。

3) 経済的フィージビリティ

本プロジェクトの実施により期待できる便益のうち、主要な定量化し得るものは調査対象地域の現在と将来発生が見込まれる交通に対する走行コスト及び時間の削減である。経済分析は、将来の社会経済フレームをベースにして予測された交通需要に対しておこなわれた。計画目標年次2015年までの交通需要の伸びは、全車種平均して5.8%である。このベースケースでの経済的内部収益率(EIRR)は13.3%であった。ま

た、経済成長シナリオによるEIRRの変動は、11.3%から15.3%の範囲であった。

したがって、本プロジェクトは、経済分析により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。同時に、プロジェクトの実施により、建設中及び建設後を通じて就業機会が増し、調査対象地域の貧困を軽減し、輸送コストの低減により市場へのアクセスが改善され、農業の振興に貢献することが期待できる。

10. 結論と提言

(1) 結論

1) プロジェクトの意義

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。

調査対象路線の整備意義は、全天候型で国際規格に準拠した舗装道路の実現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ることにより貧困層の就業機会が増す。同時に、地元住民は学校、寺院などの公共施設へのアクセスが改善されることが期待できる。

調査対象路線の整備は、アジアハイウェイA-1号線の整備促進に寄与し、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。

このような変革は、交通ボトルネックとなっている簡易橋や交通事故といった阻害要因を解消し、沿道の定住圏相互の結びつきを強くすることにより、高い開発ポテンシャルを有すPlain Region（平野地域）に直接的にも間接的にも多くの便益をもたらす。

2) 事業実施の妥当性

- i) 国道1号線C-1区間は、第2次5ヵ年開発計画（SEDP-2）で高い優先度が与えられているが、本調査の結果、道路改修の必要性和緊急性が高いことが判明した。また、プノンペン近郊では交通量が多く、沿道には定住圏が点在していることから、経済的に十分な投資効果が期待できる。
- ii) C-1区間には、2000年洪水時に首都プノンペンを冠水から守るために人工的に開削された開口部が2ヶ所あり、現在も荷重制限された1車線の簡易橋が架かっている。本プロジェクトでは、計画洪水に対して首都プノンペンやC-1区間の洪水被害リスクを低減するだけでなく、国道1号線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ように適切な位置と規模に開口部を計画した。また、計画洪水時に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）へ負の影響を与えることがないことが確認され、周辺環境に与える影響から見ても実現性の高い改修計画である。

- iii) C-1区間の現道は、損傷が著しく年間を通じて安全で確実な交通の確保が難しい状況にある。さらに、洪水の影響を受けやすい道路構造のため、通常の維持管理では円滑な交通を確保できず、道路利用者に高い輸送コストを負担させている。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が、現在の道路敷(60m)内にある家屋の移転をともなう住民移転の問題を惹起させる。現行の住民移転手続きでは、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、60m幅の道路敷の内側へ移転することを認め、同時に移転を補償している。この手法は、沿道住民に広く受け入れられており、これまでこの手法によっておこなわれた住民移転では社会的問題は生じていない。

(2) 提言

1) 道路改修資金の確保

提案された道路改修計画の実施に必要な資金は、改修本体工事と工事に関連するものからなる。前者は、政府の財政的負担を軽減するため、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。後者は、家屋の移転や公益施設の移設に必要な補償費であり、カンボディア政府の予算で資金を確保することを提言する。

2) 事業実施の前提となる30m幅の道路敷の確保

改修工事に必要となるスペースを確保するには、現在、30m幅の道路敷内にある家屋を移転し、沿道にある電力、通信など公益施設を移設しなくてはならない。これらの移転及び移設には公式の手続きが必要であり、早急に開始して早期に事業実施の前提となる30m幅の道路敷を確保することを提言する。

3) 沿道の開発規制

カンボディア政府は、道路改修される前に、住民移転や沿道に敷設されている電力や通信ケーブルなどの公益施設を調査して移設にともなう費用の予算措置をおこなう。しかし、改修工事が開始するまでの期間に適切な開発規制をおこなわないと、沿道の民間開発や所管する機関が独自の事業計画で公益施設の敷設が進む可能性がある。このような追加的な開発は、既存の家屋の移転や公益施設の移設をベースに立案された事業実施計画を変更させ、円滑な事業実施を損なう恐れがある。したがって、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ことを提言する。

4) 2箇所の簡易橋の維持管理

2箇所の簡易橋は、改修工事が始まるまで利用される。改修工事が始まるには最低2年程度かかるので、その間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。特に、St 42+800 (Pk 48+430)に架かっている簡易橋は、現在の位置に新たな橋梁が架かるので、新たな位置に移すことを提言する。

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、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。この体制を資金面から支える以下のような財源確保策を提言する。

- i) 公共事業運輸省は、道路の維持管理に必要となる予算を道路補修・維持管理基金(FRMR)から確保すること。
- ii) 現在、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日本からの援助が終わっても継続すること。
- iii) 緊急的的道路補修のための財源として、原因者負担により以下の資金確保策を検討する。
 - ネアックルンフェリーを利用する大型車に追加料金を課す
 - 車軸検査所を兼ねた料金所を新設して通過する大型車から低額の料金を徴収する

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。この洪水対策機能を果たすために、浸食防止工を講じた水路の改修を提言する。

また、Bassac河左岸にはコルマタージュ水門と付随する水路があり、洪水被害リスクを低減させる機能を有している。しかし、多くの水門が老朽化し損傷しているため、洪水対策機能を有効に果たせずにいる。したがって、農業用施設として利水機能と洪水対策機能を発揮させるため、Bassac河左岸にあるコルマタージュ水門と付随する水路の改修を提言する。

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ことを提言する。

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

本プロジェクトは、国道1号線を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、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であり、現在、多くのフェリー利用者に渡河リスクと高コストを強いていることから、フェリーによる渡河を解消することが求められる。したがって、メコン河の架橋に関する調査を開始することを提言する。

(10) 第2Monivong橋計画を含むChbar Ampov交差点改良調査

Chbar Ampov交差点は、ネアックルンフェリーとKokirマーケットと並ぶ国道1号線C-1区間のボトルネックとなっている。したがって、C-1区間が洪水の影響を受けない全天候型道路に改良されると同時に整備されることが望ましい。しかしながら、周辺状況の制約(急な縦断勾配、中心線のクランク状の折れ曲がり及び困難な周辺の土地収用)により、交差点改良のみで現況を改善することは非常に困難である。第2Monivong橋を新設することにより、改良が容易となる。

Chbar Ampov交差点の改良計画作成に当たり、プノンペン市Mean Chey地区での詳細な調査を行うことを提言する。その調査は、Chbar Ampov交差点だけでなく、Chbar Ampovマーケット及びKbal Ntal交差点を含んで地域的な視点で実施されるべきである。

JICA 本部、作業監理委員会および調査団

JICA 本部メンバー

- 1) 成瀬 猛 : 課長、社会開発調査第一課
- 2) 梅永 哲 : 課長代理、社会開発調査第一課
- 3) 三條 明仁 : スタッフ、社会開発調査第一課

JICA 作業監理委員会メンバー

- 1) 藤島 幸年 : 委員長 / 道路計画、日本道路公団 企画部 道路環境課長代理
- 2) 竹島 睦 : 委員 / 水文・水理、国土交通省 河川局 河川環境課長補佐

JICA 調査団メンバー

- 1) 丸岡 健二 : 総括 / 道路計画
- 2) 古川 隆司 : 副総括 / 河川・洪水対策
- 3) 櫻井 裁之 : 副総括 / 道路設計
- 4) 北村 忠紀 : 水文・水理解析
- 5) 磯元 賢志 : 交通調査 / 交通需要予測
- 6) 高井 好巳 : 構造物設計
- 7) 渡邊 亮平 : 施工計画・積算
- 8) 松永 伸一 : 農業・灌漑調査
- 9) 木村 俊夫 : 経済分析
- 10) 田中 廣 : 社会環境配慮
- 11) 中野 秀俊 : 業務調整 / 水理構造物設計

Cambodian Counterpart Team Members

- 1) Mr. Chhin Kong Hean : Team Leader, Director General, Directorate of Public Works
- 2) Mr. Tauch Chankosal : Coordinator, First Director General, Directorate of Public Works
- 3) Dr. Yit Bunna : Coordinator, Director, Public Works Research Center
- 4) Mr. Phy Sophort : Coordinator, Deputy Director, Public Works Research Center
- 5) Mr. Khun Srun : Traffic Engineer, Public Works Research Center
- 6) Mr. Kong Sophal : Pavement Specialist, Public Works Research Center
- 7) Mr. You Dara : Highway Engineer, Department of Road and Bridge
- 8) Mr. Nop Kilarith : Bridge and Structure Engineer, Department of Road and Bridge
- 9) Mr. Mak Samnang : Hydrological and Hydraulic Analysis, Department of Waterway