

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

本プロジェクトは、首都と農業生産地との物流の確保・安定化を図ることを目的とする、カンボディア国側プロジェクトの実施に資するため、国道6A号線の内、下記3箇所の橋梁建設を行うものである。

国道6A号線橋梁建設箇所一	24号橋 (39k868m)	橋梁規模 150m
	25号橋 (40k498m)	橋梁規模 50m
	26号橋 (41k246m)	橋梁規模 100m

3.2 プロジェクトの基本構想

日本政府は、カンボディア政府の要請に応じ、要請の背景と内容を理解し、またプロジェクトの緊急性・実現性、日本の無償資金協力としてのプロジェクトの規模を審査すべく、1996年3月に事前調査団を現地に派遣した。

事前調査団は、要請された国道6A号線の26橋梁を含む道路施設の現況調査を実施し、緊急性の順位付けとその対策を提案した。事前調査では、以下の道路施設が最も緊急性が高いと判断された。

国道6A号線：	24号橋	修復／改良
	25号橋	修復／改良
	26号橋	架け替え
	土工区間 2km	補修
国道7号線：	モアットクモン橋	架け替え
	メアリンテアク橋	架け替え
	土工区間 11.5km	修復／改良

事前調査団は、上記の緊急性の高いものに加え、損傷・欠陥が見られるが橋の機能に影響しないものも含め、15道路施設の基本設計調査を実施することを提案した。日本の関係政府機関との協議の結果、国道6A号線上の3橋梁が選定され、基本設計の実施に至った。

調査団は、カンボディアのカウンターパートとともに要請された全ての道路施設について現地調査を行い、選定された3橋梁の緊急性を確認した。

さらに調査団は、プロジェクトの基本方針として以下の項目を十分考慮することを確認した：

国道6A号線は、将来のアジアハイウェイ構想、また首都プノンペンとコンポンチャム州連絡（6、7号線と連絡）の重要幹線道路として位置付けられており、その機能、構造特性とも重要幹線としての配慮が要求される。

一方、本プロジェクトの対象施設は6A号線の中でも特にメコン河の氾濫原を横断する形で建設されているものであり、洪水流に対する施設の安全はもとより、この施設が周辺（上流・下流を含めて）に及ぼす自然・社会的影響を十分に勘案して計画することは極めて重要である。

したがって、プロジェクトの基本方針として以下の事項を十分に考慮する必要がある。

- * 調査対象路線は重要幹線であり、洪水時においてもその機能が維持される必要がある。また、この道路は洪水時においては、住民・家畜の避難場所としての役割を持っており、洪水時に冠水させることは出来ない。特に当該地域の洪水は氾濫水の滞留時間が長期間に亘るため、上記機能が維持されない場合の社会的影響は大きい。
- * 氾濫原は乾季・雨季とも農業・漁業に広く利用されており、氾濫原における水の利用は無数のため池により複雑・巧みに行なわれている。洪水時の水はため池に貯留され乾季に効率よく利用されている。したがって、道路盛土により洪水流を完全に遮断することは出来ない。また、23号橋は氾濫原を縦断している河川であり、通常は氾濫原の水を排水する機能も果たしている。
- * 6A号線の橋梁開口部は建設当時より水路あるいは沼地を渡る場所に計画されたが、洪水流に対する配慮は不十分であり、これまで大規模洪水時には、6A号線の破堤、または6号線の破堤を繰り返してきた。即ち洪水流に対する通水断面は明らかに不足している。この状況は6号線改修後においても変わっていない。洪水の通水断面の不足は道路盛土体の越流を引き起こし、破堤につながる。
- * 6、6A号線上流には、数万人の住民が定住しており、通水断面不足による堰上げはこれら上流域に大きな悪影響を及ぼす。この意味から、堰上げは最小限に抑えることが望ましい。

結果として、目的とする3橋梁は、上記の条件、特に水理条件と橋梁下部工の構造的欠陥を考慮した上で必要な通水断面（橋長）を求め、架け替えが実施されることとなった。

また、今回の対象橋梁は3橋あるが、各架橋位置での必要通水断面（橋長）は既往最大洪水である1996年洪水を対象とし、水理的安全性、上下流側の水路の形成状況および下流側の土地利用、周辺の洪水状況を悪化させないという点を十分考慮して決定するものとする。

各橋梁の計画施設内容は、以下3橋梁の架け替えである。

表 3. 2. 1. 計画施設概要

橋梁名 (キロ程)		24号橋 (39k868m)	25号橋 (40k498m)	26号橋 (41k246m)	
線形	平面	直線（取付道路曲線）	直線	直線	
	縦断	レベル (取付道路起点 2%)	レベル (取付道路終点 2%)	レベル (取付道路起終点 2%)	
橋長 (m)		150.050m	50.050m	100.050m	
支間長 (m)		6×25.000	2×25.000	4×25.000	
総幅員 (m)		11.000	11.000	11.000	
(車道幅員) (m)		(9.000)	(9.000)	(9.000)	
橋面積 (m ²)		1650.55	550.55	1100.55	
橋梁形式	上部工	プレストストコンクリート (PC) 合成 I 桁			
	下部工	橋台	鉄筋コンクリート逆 T 式		
		橋脚	鉄筋コンクリート張出梁式		
	基礎工	場所打鉄筋コンクリート杭Φ1.0m			
	護床工	蛇籠工			
	護岸工	石積工			
数量	橋梁	上部工桁 (本)	30	10	20
		下部工 (基)	7	3	5
		基礎杭 (本) φ1.0m	橋台 22 本 (L=11.0m) 橋脚 30 本 (L= 9.0m)	橋台 22 本 (L= 8.0m) 橋脚 8 本 (L= 8.0m)	橋台 16 本 (L=11.0m) 橋脚 18 本 (L=10.0m)
		護床工 (m ²) Type-1: t =50cm	6700.0	2193.0	4971.0
		護床工 (m ²) Type-2: t =100cm	1377.0	376.2	915.2
		護岸工 (m ²)	5027.0	2421.0	4395.0
		延長 (m)	646.244	254.717	339.95
	取付道路	舗装工 (延長m)			
		表層 5cm	646.244	254.717	339.95
		上層路盤 20cm 下層路盤 35cm			

幅員構成

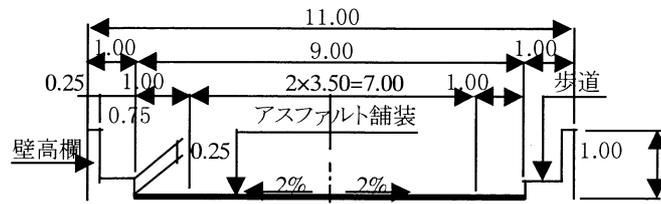


図 3.2.1. 橋梁部幅員構成

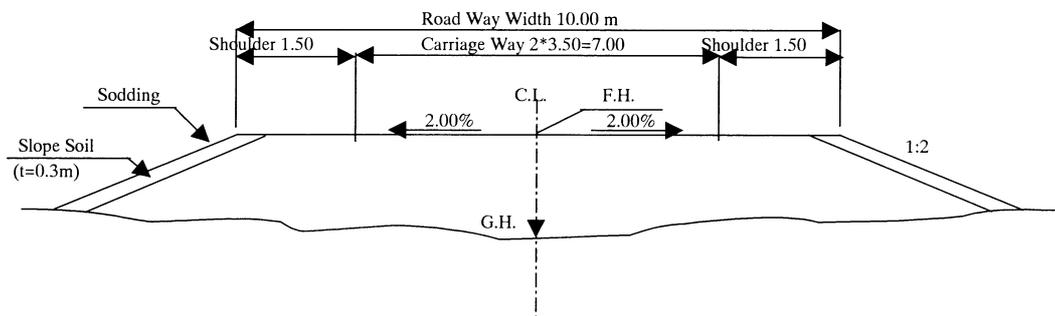


図 3.2.2. 土工部幅員構成

3.3 基本設計

3.3.1 設計方針

(1) 自然条件に対する方針

プロジェクト対象地域はメコン河中流域にあり、東南アジアのモンスーン襲来による多雨地域に属する。さらに対象施設の3橋は6A号線の中でもメコン河右岸の氾濫原を横断する区間に架かるものである。このため、施設の計画に当たっては、道路盛土（洪水を遮断）および橋梁（洪水を流下）による氾濫原内の洪水流に対する影響を十分考慮し、周辺住民に対する社会的影響、上流側への水理的悪影響等を最小限にするよう配慮をする。

施設の計画地点周辺は地形が水田・畑地で平坦であるが、特に橋梁の上下流の水路の形成状況は、水理的要素を検討する上で重要であり、橋梁の長さ、位置の決定にはこれらを十分考慮するものとする。

地質については、構造物の基礎としては比較的浅いところで所定の強度が得られる地盤であるが、水路部分では洪水による洗堀が避けられないため、護岸・護床工を計画する必要がある。

当該地域は、インドシナ半島の西に位置し、環太平洋地震帯の西端の地震空白帯に位置する。国際地震センターの資料に依ればカンボディアとその近隣諸国では地震の記録は無い。また、世界の被害地震の表（宇津徳治 -1990-）に依れば同様に有史以来、被害地震の記録は無い。この様な状況から、対象地域では橋梁に対する地震の影響は無視して良い。

(2) 社会条件に対する方針

本計画の対象橋梁は重要幹線道路に位置しているので、早急な橋梁の架替工事が望まれている。特に、仮設橋にて現交通を開放している26号橋の架替工事が最優先である。他の橋梁については、工事中においても現交通を確保するために、迂回橋を含む迂回道路の建設あるいは現橋梁を迂回路とすることが考えられる。さらに、取付道路の改修に際しては、片側交互通行の施工となる。

上記のような新たな迂回路建設や新たな位置での橋梁建設に際しては、既設道路沿線

に点在する家屋の移転を少なくするように、これらの施工位置を検討する。

(3) 建設事情に対する方針

カンボディア全土での建設状況は、国際援助機関や二国間援助による幹線道路整備(橋梁を含む)により活況を呈している。今後も更なる援助プロジェクト(道路、港湾、空港等)が継続すると予想される。このような建設事情により、土木技術者が官庁機関や民間業者内において育成されて来ている。しかしながら、過去の内戦の影響により、中堅以上の熟練工を含む土木技術者は他の国と比べて少ない。したがって、本計画では、国外から派遣される土木技術者や橋梁特殊工等による現地人への橋梁工事の技術移転も重要である。

最近の橋梁タイプは仮設橋を除くと、コンクリート橋である。本計画においても、自然条件の許す限り、当該国になじみがあり、かつ雇用の拡大が図られるコンクリート橋が望ましい。

(4) 現地業者、現地資機材の活用についての方針

現地建設業者は関連省庁に登録を行って、最近の国土復興に伴うインフラ整備プロジェクトの建設工事元請け、あるいは下請け業者として活動している。なお、これらの大手企業の数社には外国資本が入っている。本計画の実施の際には、現地建設企業は下請け業者、あるいは機械リースや労務調達先となるであろう。

現地建設資材には、現地にて製造される資材と輸入品として現地市場から得られる資材に分かれる。これらの代表的な資材として、前者は骨材、後者はセメントや鉄筋である。一方、現地建設機材は公共事業省や建設業者の保有道路機材や輸入品として現地市場から得られる一般的な小機材である。したがって、本計画の取付道路工事に關する資機材は、上記に示されたものを大いに活用するようにする(参照:4.1.5 資機材調達計画)。なお、公共事業省道路建設センター(RCC)所有の機材については、他プロジェクトでの使用予定が既にあるため、本プロジェクトへの使用は当面考慮していない。しかし、基本設計概要報告書説明時に公共事業省側から、建設時点で道路建設センター(RCC)の機材を使用可能性があるか再度検討してほしい旨の要望があった。

(5) 道路、橋梁建設の範囲、グレードの設定に対する方針

取付道路および橋梁の規模・範囲は、地形・地質、水文、交通量、その他調査(類似案件等)を基に検討し、特に氾濫原流域の特性を十分把握しながら適切な橋梁計画を実施する。

橋梁建設のグレードについては、国道6A号線はプノンペンとコンボンチャム州を連結する重要な幹線国道であり、以下に示すような、近年建設された6号線、7号線と同格のグレード及びレベル(設計、施工上の条件等)の建設計画とする。

- －設計基準：道路橋示方書（日本道路協会）、道路幾何構造令（日本道路協会）、河川構造令（日本河川協会）
- －活荷重：B活荷重
- －対象洪水：過去最大の1996年洪水による被害を悪化させない

(6) 工期に対する方針

自然条件で述べたように、工期に影響する要因は、雨期の長さであり、工事の工程は自然条件に大きく左右される。

本橋梁の建設計画は、路線をシフトし付け替える箇所、また、現橋位置で河川改修した箇所に建設を計画するため、大量の土工事、コンクリート用材料が必要とされる。土取り場、採石場は現国道6A号線終点付近を予定しているが、工事の殆どは乾期に施工せざるを得ない。

従って、工期、施工計画は、現地業者、労働者、資材機材の量的問題、施工管理の質的問題及び経済性等を十分に検討することが重要である。

3.3.2 基本計画

(1) 水文解析

国道6A号線および国道6号線沿いの橋梁全体による洪水疎通能力を検討した。この検討結果に基づき24号橋、25号橋および26号橋に関して、これらの橋梁が受け持つべき洪水疎通能力を検討し、橋長および高さからなる開口部の大きさを検討した。

1) 1996年洪水位における国道6A号線上下流水位

近年の代表洪水の内、1996年洪水、1997年洪水、1999年洪水に関して、国道6A号線のメコン側水位（上流水位）とサップ側水位（下流水位）を推定した。

国道6A号線付近のメコン河洪水位

図 3.3.1 にメコン河の最高水位として、Kampong Cham および Chrouy Changva

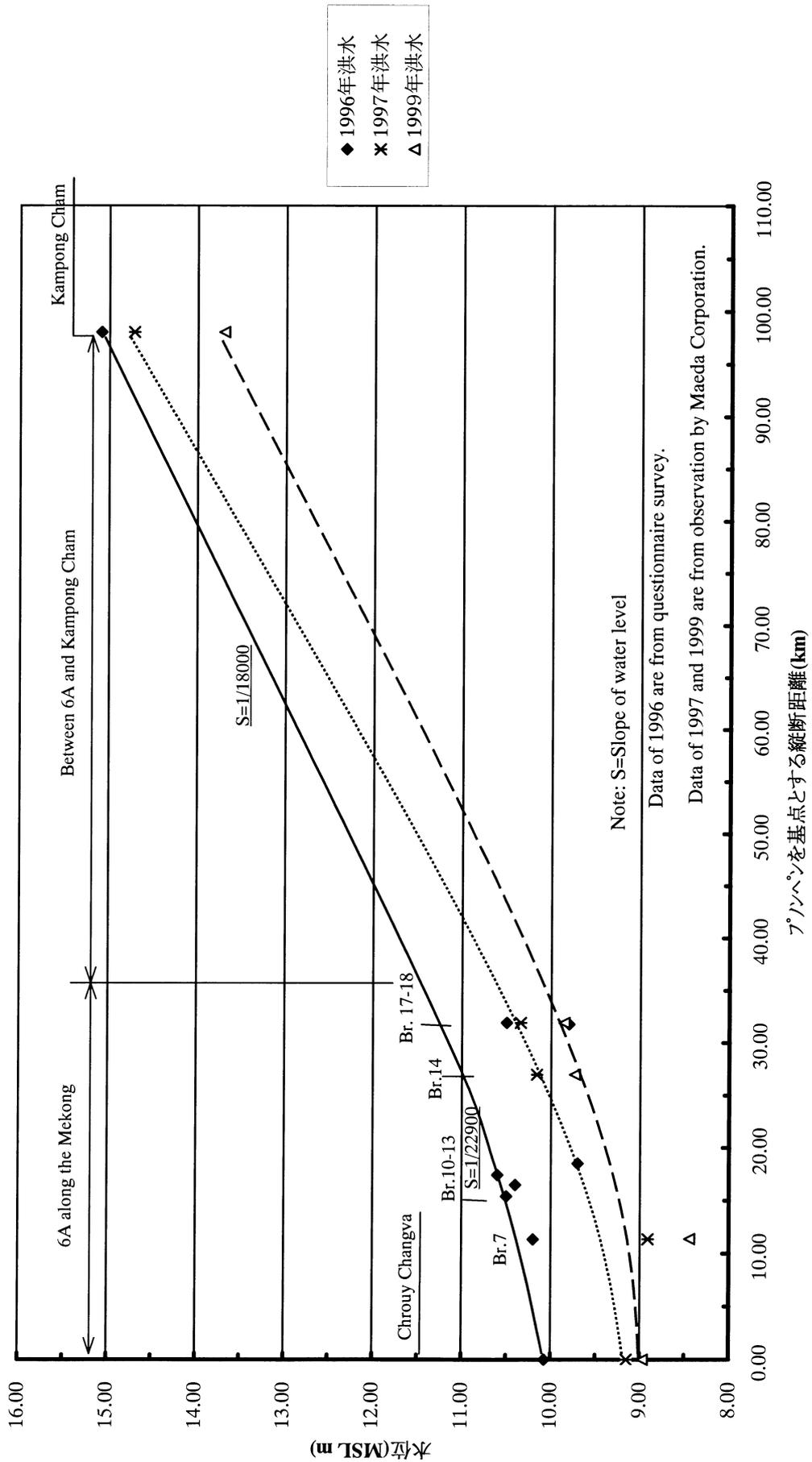
観測地点と国道6A号沿い0km地点（フハパン）～35km地点（沓濫原横断区間基点）の橋梁位置における水位を示す。これより、国道6A付近のメコン河洪水水位を表3.3.1のように推定した。

表 3.3.1 国道6A号付近のメコン河洪水水位

洪水	洪水位
1996年洪水	MSL 11.60m
1997年洪水	MSL 10.60m
1999年洪水	MSL 10.10m

注) MSL：平均海面水位を基点とする標高

図 3.3.1 メコン河沿いの最高水位



国道 6 A 号線の上流側洪水水位および下流側洪水水位

図 3.3.2 および下表に国道 6 A 号線 35km 地点～45km 地点の、メコン河氾濫原横断区間における上流側洪水水位（メコン側水位）を示す。また下表には同時点の下流側洪水水位（サップ側水位）の推定値を示す。1996 年洪水の上流側洪水水位に関しては、21 号橋～22 号橋の間で道路肩に約 0.2m の緊急盛土をして越流を防いだ事実も考慮した。推定した洪水水位は表 3.3.2 の通り。

表 3.3.2 国道 6 A 号線上下流洪水水位

洪水	上流側洪水水位	下流側洪水水位	水位差
1996 年洪水	MSL 11.40m	MSL 9.80m	1.60m
1997 年洪水	MSL 10.00m	MSL 9.65m	0.35m
1999 年洪水	MSL 9.60m	MSL 9.30m	0.30m

2) 1996 年洪水における氾濫流量

国道 6 A 号線、国道 6 号線およびメコン河で囲まれたメコン河右岸氾濫域における 1996 年洪水時の氾濫流量を推定した。推定方法としては以下の 3 方法である。

- ① メコン河の Kampong Cham および Chrouy Changva 間での洪水流量の低減からの推定
- ② 国道 70 号線およびメコン河沿いの河川流入量ならびに道路越流量からの推定
- ③ 国道 6 A 号線および国道 6 号線からの流出流量からの推定

推定方法 1 : メコン河の Kampong Cham および Chrouy Changva 間での洪水流量の低減からの推定

1996 年洪水における上記 2 観測地点での洪水流量と低減流量は以下の通り。

Kampong Cham	41,937 m ³ /s
<u>Chrouy Changva</u>	<u>22,881 m³/s</u>
ピーク低減	19,056 m ³ /s

上記のピーク低減は主として Kampong Cham から国道 6 A 号線 35km 地点までの左右岸の氾濫原への洪水流の流入による。左右岸への洪水流の流入割合を地形から設定し、メコン河右岸氾濫域への流入量を表 3.3.3 のように推定した。

図 3.3.2 国道6A氾濫原横断区間の上流側最高水位

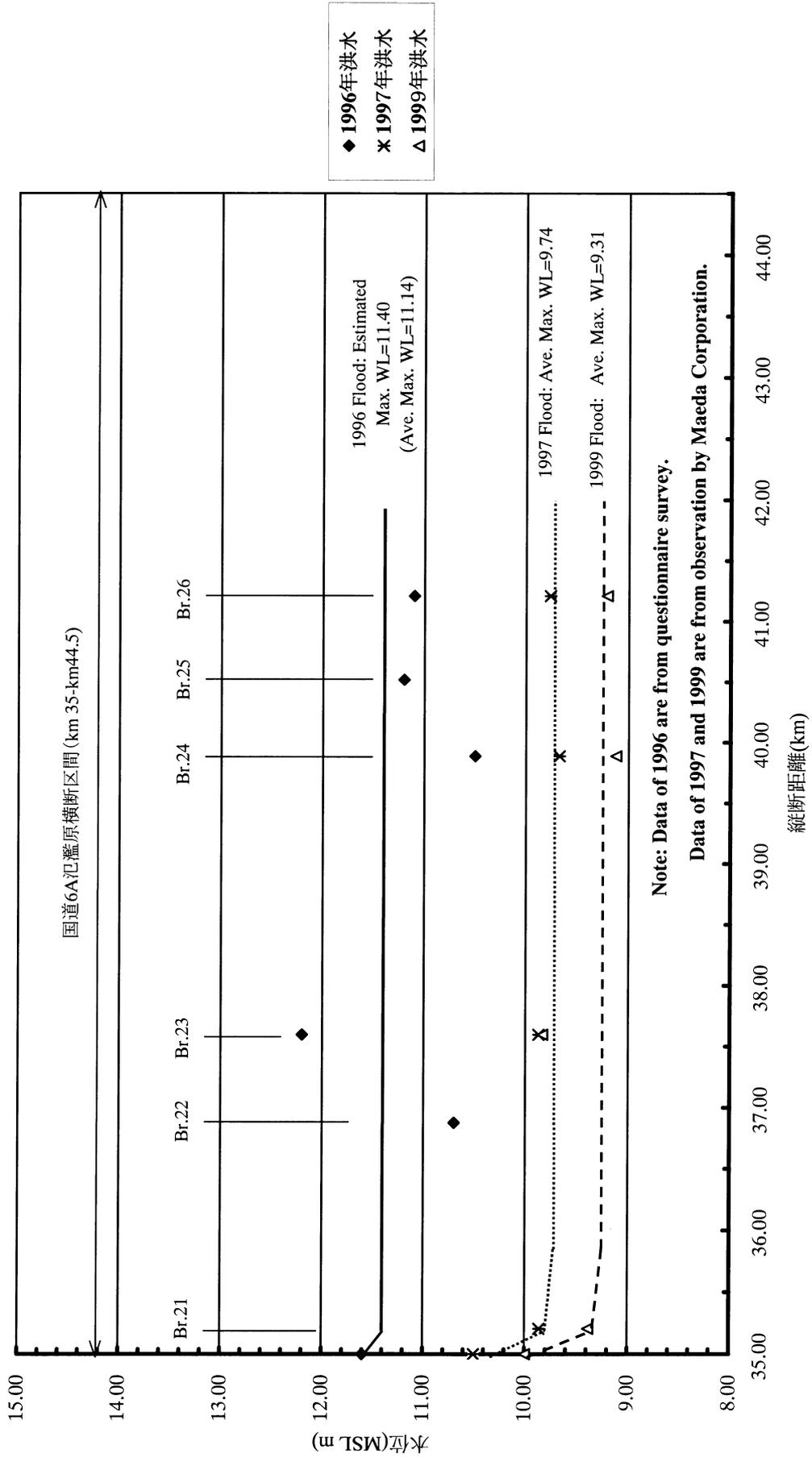


表 3.3.3 観測流量から推定したメコン河右岸氾濫域への流入量

メコン河右岸への流入割合	メコン河右岸への流入流量
30%	5,717 m ³ /s
40%	7,622 m ³ /s
50%	9,528 m ³ /s

上記の内、メコン河右岸の流入割合 40%が地形的に見て、妥当なケースである。

推定方法 2 : 国道 70 号線およびメコン河沿いの河川流入量ならびに道路越流量からの推定

国道 70 号線およびメコン河沿いの河川流入量ならびに道路越流量を約 7920 m³/s と推定する。

推定方法 3 : 国道 6 A 号線および国道 6 号線からの流出流量からの推定

1996 年洪水における国道 6 A 号線の上下流水位に対して、国道 6 A 号線および国道 6 号線からの流出流量を推定した。国道 6 A 号線の 21 号橋～26 号橋に関しては、水位および水位差に基づく水理計算を行った。国道 6 号線に関しては、2 号橋位置での実測流量観測による水位流量曲線から算定した流速カーブを適用した。さらに、国道 6 号線に関しては 2 号橋および合計延長 530m の道路越流区間からの流出を考慮した。流出流量の推定結果は表 3. 3. 4 の通り。

表3. 3. 4 1996年洪水における国道 6 A号線および国道 6 号線からの流出流量

橋梁	26号橋洗掘前 (河床高：MSL 7.00) (m ³ /s)	26号橋洗掘後 (河床高：MSL 0.50) (m ³ /s)	26号橋洗掘途中 (河床高：MSL 4.00) (m ³ /s)
21号橋	197	197	197
22号橋	676	676	676
23号橋	985	985	985
24号橋	1668	1668	1668
25号橋	71	71	71
26号橋	315	1252	726
国道6A号線小計	3912	4849	4324
2号橋	1337	1337	1337
越流	2129	2129	2129
国道6号線小計	3467	3467	3467
合計	7379	8316	7790

注) 国道6A号線上流側水位と下流側水位は1996年洪水水位に設定。

上流側計画水位：MSL 11.40 m

下流側計画水位：MSL 9.80 m

上表では 26 号橋に関して、洗掘前、洗掘後および洗掘途中の 3 ケースに関して 1996 年洪水時の流出流量を検討している。洗掘前のケースは、26 号橋が 1960 年代に建設された直後で、橋梁位置および上下流とも洗掘されていなかった当時の状況である。洗掘後のケースは、1996 年洪水終了直後に 26 号橋位置および上下流が最終形状まで洗掘されきった状況である。洗掘途中は 26 号橋位置および上下流の洗掘状態が 1996 年洪水開始前と洪水終了時との中間のケースである。洗掘の最終形状は、橋梁部を通過する 2～3 週間の長期にわたる洪水流の疎通の後の状況である。最大流量の通過時は洗掘は最終形状に到達する過程であると考えられる。このような点から、1996 年洪水の流出流量の検討においては 26 号橋が洗掘途中のケースが妥当であると考えられる。

1996 年洪水の流入流出流量

1996 年における国道 6 A 号線および国道 6 号線からの洪水流出流量 $7790 \text{ m}^3/\text{s}$ は、メコン河の洪水流量の低減から推定したメコン河から氾濫原への流入流量約 $7620 \text{ m}^3/\text{s}$ と、メコン河沿いの河川および道路越流量から氾濫原への流入量を推定した $7920 \text{ m}^3/\text{s}$ と比較し、妥当な数値となっている。従って、1996 年洪水における国道 6 A 号線および国道 6 号線上流の流入流出流量として $7790 \text{ m}^3/\text{s}$ を採用する。

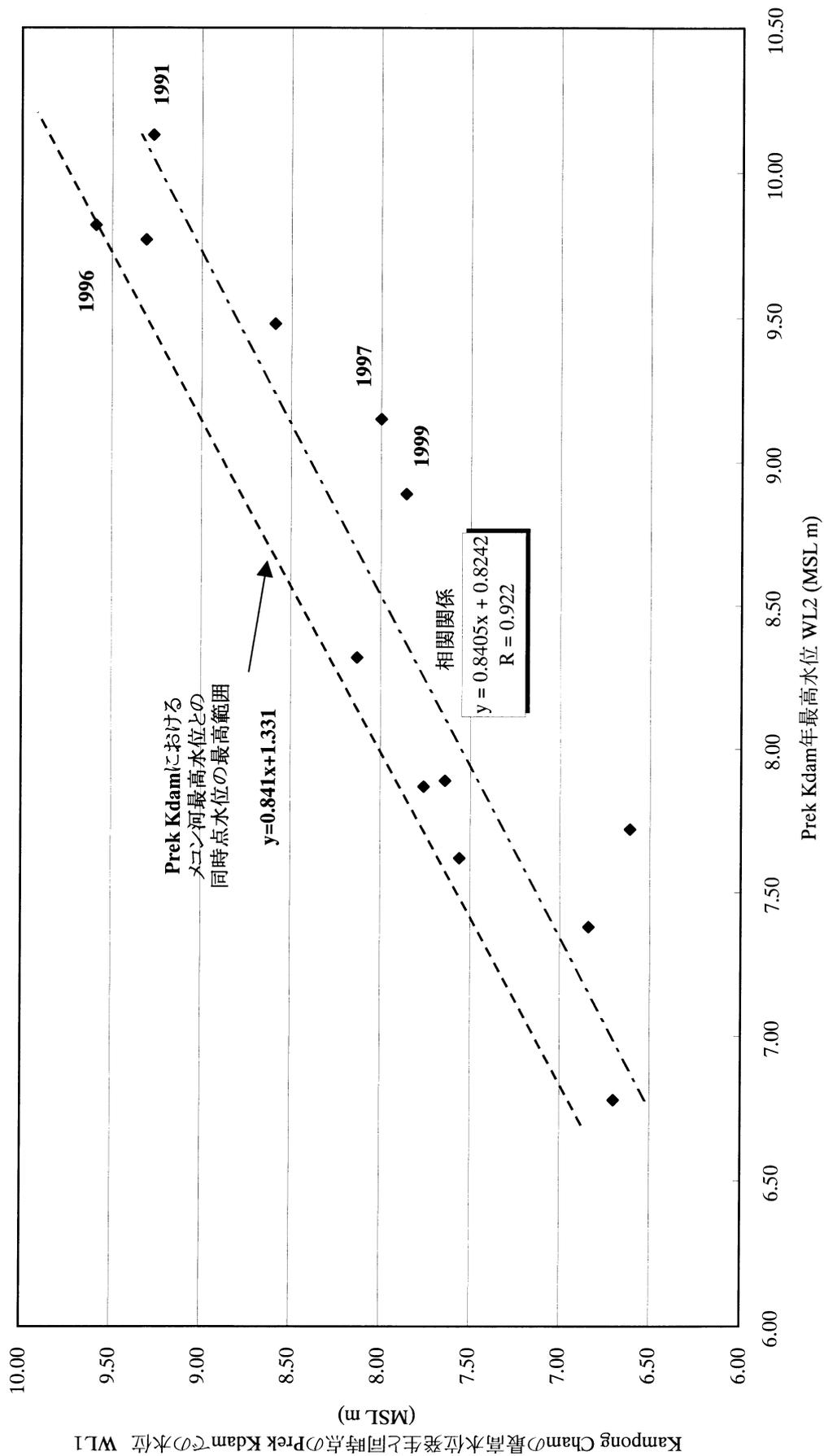
3) 国道 6A 号線下流側水位

1996 年洪水に関する Gumbel 法による確率評価では、メコン河最高水位については 10 年確率洪水であったのに対して、サップ側最高水位については 6 年確率と低くなっている。また、1997 年洪水および 1999 年洪水にみるように、国道 6 A 上下流水位は 0.3m と小さいケースも発生しており、1996 年洪水における水位差 1.6m は異例の大きさであるといえる。橋梁部の疎通能力検討に当たって、国道下流側水位および上下流水位差は重要である。以下にこれらに関する検討を示す。

メコン河の年最高水位とサップ川の年最高水位の相関関係は高く、メコン河に洪水が発生する場合、支川のサップ川でもメコン河の確率洪水相当の洪水が発生する可能性が高いことが予想できる。従って、メコン河とサップ川の洪水位を 10 年確率としたケースについても疎通能力を検討する必要がある。

図 3.3.3 に「Prek Kdam における年最高水位」と、Kampong Cham が最高水位になった時点と「同時点の Prek Kdam での水位」の関係を示す。両者の関係から Prek Kdam の 10 年確率水位 $\text{MSL } 10.15 \text{ m}$ から Prek Kdam での同時点水位を $\text{MSL } 9.87 \text{ m}$ とし、これを基点にメコン河の水位縦断勾配と同じ $1/22000$ で氾濫原内水位を

図 3.3.3 Prek Kdamにおける年最高水位とKampong Cham年最高水位との同時点水位の相関関係



引き伸ばし、国道6A号線下流水位を推定した。この結果、国道6A号線下流側水位をMSL 10.70 mと推定した。この場合、国道6A号線上下流水位差は0.70mとなる。

4) 国道6A号線および国道6号線の現況疎通能力

国道6A号線の現況疎通能力を求めた。国道上下流の水位については1996年洪水での実際の水位および上下流水位差を適用する場合と、メコン河とサップ川の両河川で10年確率洪水を適用する場合の2ケースとした(表3.3.5参照)。

表3.3.5 国道6A号線および国道6号線の現況疎通能力

(Unit: m³/s)

橋梁	メコン側水位	1996年洪水位	10年確率洪水位
	サップ側水位	MSL 11.40 m MSL 9.80 m	MSL 11.40 m MSL 10.70 m
21号橋		197	192
22号橋		676	695
23号橋		985	800
24号橋		1,668	1,274
25号橋		71	71
26仮設橋		337	349
国道6A号線		3,934	3,381
2号橋		1,337	1,337
F-1号橋		209	209
F-2号橋		298	298
F-3号橋		412	412
国道6号線		2,257	2,257
合計		6,191	5,637

5) 国道6A号線 24号橋、25号橋および26号橋の水理的計画

計画洪水

国道6号線との整合性を考慮し、1996年洪水相当を上記橋梁の計画洪水とする。メコン河に洪水が発生する場合、支川サップ川にもメコン河の確率洪水相当の洪水が発生することが十分予想できる。橋梁の疎通能力の検討に当たっては、メコン河が1996年洪水相当(Gumbel法で10年確率洪水)とし、サップ川についても10年確率洪水となる場合を想定する。

洪水流量疎通の考え方

1996年洪水の国道6A号線および6号線の上流側氾濫原(メコン側)への流入流

量と両国道の現況疎通能力の差を、国道6A号線の橋梁を改修・拡幅することによって下流側氾濫原（サップ側）へ流下させる計画とする。

計画水位および計画流量

国道6A号線の計画水位および計画流量を以下のように設定した。

計画水位	:	上流側水位	MSL 11.40m
		下流側水位	MSL 10.70m
計画流量	:	国道6A号線	5,534 m ³ /s (2,153 m ³ /s の増加)
		国道6号線	2,257 m ³ /s
		合計	7,790 m ³ /s

24、25、26号橋開口部の計画

橋梁開口部：

国道6A号線への氾濫流は23号橋および24号橋～26号橋の間に引き込み易い状況となっている。特に24号橋は氾濫域からの主要な排水口となっている。26号橋については、24号橋～国道6A号線終点までの氾濫流の主要な出口となっている。また、橋梁付近の河道および下流に形成されている河道の状況から、24号橋に関しては約150m程度の開口部幅が限度である。25号橋については下流に約30m～50mの河道が形成されているおり、洪水流のスムーズな流下を考え、橋梁開口部幅を下流河道程度に広げることが望ましい。

橋梁開口部については24号橋、25号橋および26号橋の3橋とも拡幅・改修する以下のケースが最適である（表3.3.6参照）。

24号橋	橋長 150m
25号橋	橋長 50m
26号橋	橋長 100m

表3.3.6 24、25、26号橋の計画開口部

橋梁	計画水位		計画高		計画幅		法勾配	流速		疎通能力 (m ³ /s)	備考
	上流側 (MSL m)	下流側 (MSL m)	底面 (MSL m)	桁下 (MSL m)	底面 (m)	橋長 (m)		流入 (m/s)	流出 (m/s)		
21号橋	11.40	10.70				16.70				192	現況
22号橋	11.40	10.70				120.00				695	現況
23号橋	11.40	10.70				57.00				800	現況
24号橋	11.40	10.70	3.00	12.40	133.20	150.00	1:1	2.14	2.34	2537	拡幅・改修 25mx6span
25号橋	11.40	10.70	6.50	12.40	40.20	50.00	1:1	1.95	2.31	429	拡幅・改修 25mx2span
26号橋	11.40	10.70	6.00	12.40	89.20	100.00	1:1	2.01	2.32	1023	拡幅・改修 25mx4span
国道6A小計						493.70				5676	
2号橋	11.40					158.90				1337	現況
F-1号橋	11.40					54.00				209	現況
F-2号橋	11.40					54.00				298	現況
F-3号橋	11.40					54.00				412	現況
国道6小計						320.90				2256	
合計						814.60				7932	

注： 24、25および26号橋の計画橋長はHWL 11.40mにおける水面幅。

桁下高：

現況橋梁の桁下高は以下の通り。

- 21号橋 MSL 11.15m
- 22号橋 MSL 11.05m
- 23号橋 MSL 12.20m
- 24号橋 MSL 11.10m
- 25号橋 MSL 11.30m
- 26号橋 存在しない

上記の桁下高と上流側計画水位 MSL 11.40m の比較から、嵩上げが必要な橋梁は21、22、24、25号橋である。今回の対象橋梁以外の21号橋および22号橋については将来、嵩上げを行うことを検討すべきである。

さらに、これらの橋梁の1996年洪水時での流速は橋梁流入部で1.8 m/s程度、流出部で3.4 m/s程度に達したと推定する。洪水時の流木は比較的少ないとは予想するが、国道6A号線上流側での農耕や橋梁直上流での小規模な漁業を原因とする浮遊物の流下は避けられない。このような橋梁部での比較的早い流速と桁下高の不足は、橋梁の安全性を著しく低下させるものである。従って、24、25および26号

橋について、桁下余裕高を確保する計画とする。

わが国における「河川管理施設等構造令」（表 3.3.7 参照）を参考にすると、24、25、26 号橋の桁下余裕高はそれぞれ 1.2 m、0.8 m、1.0 m となる。

表 3.3.7 日本の「河川管理施設等構造令」第 20 条の河川堤防余裕高

計画洪水 流量 Q (m^3/s)	$Q < 200$	$200 \leq Q < 500$	$500 \leq Q < 2,000$	$2,000 \leq Q < 5,000$	$5,000 \leq Q < 10,000$	$10,000 \leq Q$
余裕高 ΔH (m)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0

本計画では上下流水位が 3 橋とも同じである。また、この上下流水位での 3 橋での通過流速は 2 m/s～2.3 m/s 程度とほぼ同じである。このような理由から、3 橋の桁下余裕高に差を与える理由が水理的にはないため、3 橋とも同一の桁下余裕高とする。桁下余裕高としては、「河川管理施設等構造令」を参考に 0.8m～1.2m の中間値である 1.0m とする。計画桁下高は以下の通りである。

24、25、26 号橋桁下高： MSL 12.40 m 以上（桁下余裕高 1.00m）

道路盛土部分については、橋梁から離れた地点では道路上下流には湛水はあるが、流速は 10cm/s 以下の極めて小さな流速となる。従って、道路盛土の余裕高については橋梁部分より小さな 0.80m とする。

(2) 橋梁

1) 計画河川条件

対象橋梁及び取付道路は、前述の水文解析及び下記の基本的な条件を満足するよう計画する。

対象橋梁及びその取付道路の縦断計画・設計においては以下の設計基準に従うこととする。

・計画洪水位

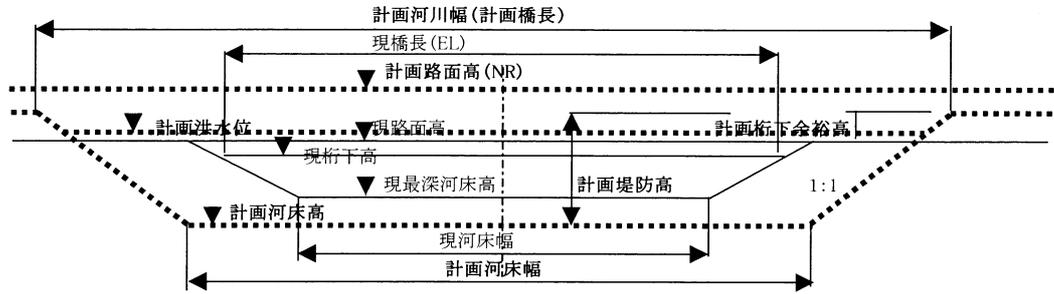
橋梁開口部：1996 年洪水規模の洪水位(MSL+11.400)および流量

- ・桁下余裕高
桁下余裕高については、水文解析結果より 1.0m 以上を確保するものとする。
- ・取付道路盛土面：1996 年洪水位（MSL+11.400）+堤防余裕高以上
- ・堤防余裕高：水文解析結果より、0.80m 以上を確保する。
- ・計画河川断面
各対象橋梁の規模、橋長は、現地測量、調査及び前述の水文解析等から表 3.3.8 の如くなる。また、表 3.3.9 に対象橋梁位置の現況及び計画河川断面の諸数値を示す。

表 3.3.8 各橋梁の規模、橋長

橋梁名	橋梁規模(橋長)	河川計画疎通能力 (Qm ³ /s)
24 号橋	148.0m (150m)	2,537
25 号橋	48.0m (50m)	429
26 号橋	98.0m (100m)	1,023

表 3.3.9 現況及び計画河川断面諸数値



項目	橋名	Br.24	Br.25	Br.26	備考
現況	現橋長(現河川幅)	84m	12m	36m	
	現路面高	+12.45	+12.49	+12.40	
	現桁下高	+11.00	+11.19	+11.10	
	現最深河床高	+1.63	+7.02	+1.00	
	現河床幅	70m	5m	25m	
	現桁下～現河床の深さ	9.4m	4.2m	10.1m	
	1996年洪水水位	+10.50	+11.19	+11.10	
	平水位(2月)	+4.32	+7.32	+7.30	
計画	計画洪水流量m ³ /sec	2537	429	1023	
	計画河川幅(計画橋長)	148.0m(150m)	48.0m(50m)	98.0m(100m)	
	計画洪水水位	11.40	11.40	11.40	
	計画河床幅	125.2	34.2	83.2	
	計画河床高	3.00	6.50	6.00	
	計画堤防高	12.2	12.2	12.2	
	桁下余裕高	1.00	1.00	1.00	
橋梁部計画路面高	14.29→14.40以上	14.29→14.40以上	14.29→14.40以上		

2) 適用設計基準および規格

① 適用設計基準

カンボディア国では、道路・橋梁に関して公共事業運輸省発行の“Road Design Standard 1999”、“Bridge Design Standard 1999”があるが、他幹線道路の国道6・7号線において日本の基準を適用している。本プロジェクトでは、同一路線上での思想統一を図るべく、6・7号線と同様に日本の基準を採用する。

- － 道路幾何構造令：日本道路協会
- － 道路橋示方書・同解説：日本道路協会
- － 河川管理施設等構造令：日本河川協会

② 橋梁設計基準

a) 幅員構成

表 3.3.10 橋梁標準横断面の諸元

種別	諸元
車道	$2 \times 3.50 = 7.00\text{m}$
側帯	$2 \times 1.00 = 2.00\text{m}$
歩道	$2 \times 0.75 = 1.50\text{m}$
地履(壁高欄)	$2 \times 0.25 = 0.50\text{m}$
全幅員	11.00m
横断勾配	2.0%
舗装	アスファルト

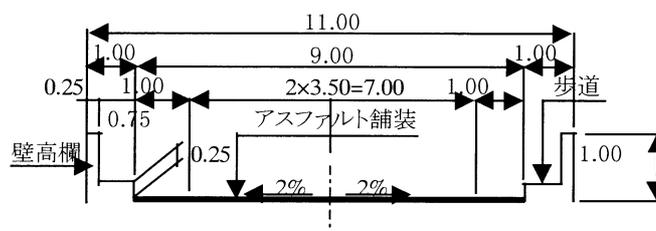


図 3.3.4 橋梁標準横断面図

b) 設計手法

構造解析は弾性理論により行い、施工段階ごとの構造系の変化を考慮する。断面力算出においては、荷重分配作用が考慮できる平面格子構造理論を採用し、設計荷重時に部材発生応力度が許容応力度以下にあること、および終局荷重時には作用断面力が部材断面耐力以下であることを検証する。

c) 設計荷重

日本の設計基準による。

一 主荷重

(i) 死荷重

表 3.3.11 材料の単位体積重量 (kgf/m³)

材 料	単位重量	材 料	単位重量
鋼、鋳鋼、鍛鋼	7850	アスファルト	2300
鋳鉄	7250	瀝青材	1100
アルミニウム	2800	盛土、路床土（締固）	1900
木材	800	自然土	1800
無筋コンクリート	2350	地下水	1000
コンクリート（鉄筋/プレレストレスト）	2500	セメントモルタル	2150

(ii) 活荷重および衝撃

TL-25 (B活荷重)

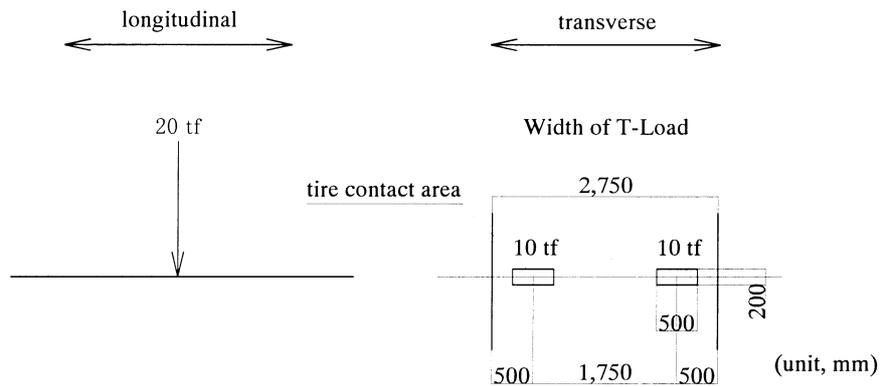


図 3.3.5 T荷重

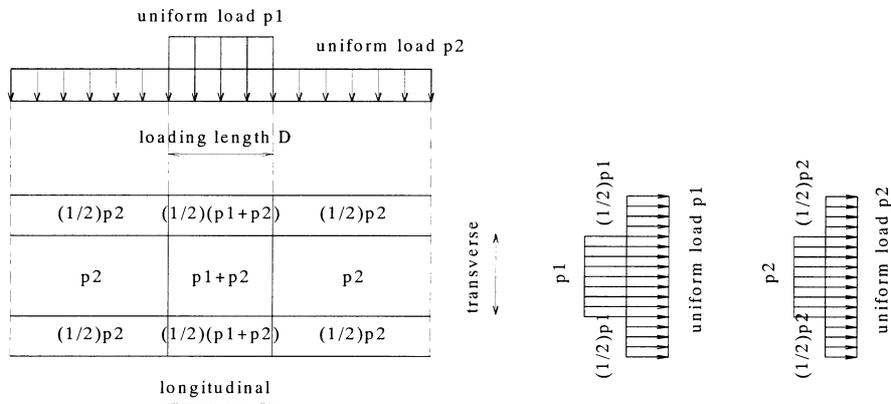


図 3.3.6 L 荷重

表 3.3.12 L 荷重 (B 活荷重)

主載荷荷重						従載荷荷重
等分布荷重 p_1			等分布荷重 p_2			
載荷長 D (m)	荷重 (kgf/m ²)		荷重 (kgf/m ²)			
		曲げモーメントを算出する場合	せん断力を算出する場合	$L \leq 80$	$80 < L \leq 130$	$130 < L$
10	1000	1200	350	$430 - L$	300	

L ; 支間長 (m)

表 3.3.13 歩道等に載荷する等分布荷重

支間長 (m)	床版設計用	主桁設計用		
	—	$L \leq 80$	$80 < L \leq 130$	$130 < L$
等分布荷重 (kgf/m ²)	500	350	$430 - L$	300

衝撃係数 : $i = 20 / (50+L)$ (T 荷重)

$i = 10 / (25+L)$ (L 荷重)

その他 : 土圧、水圧、浮力、クリープ、乾燥収縮、温度変化

— 特殊荷重

— 地震荷重

地震の影響はないが、設計水平震度は最小値 $k_h = 0.05$ を考慮する。

d) 材料強度

(i) コンクリート

設計基準強度	P C 主桁	$\sigma_{ck}=350\text{kgf/cm}^2$
	R C 床版	$\sigma_{ck}=240\text{kgf/cm}^2$
	横桁	$\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$
	橋台、橋脚	$\sigma_{ck}=210\text{kgf/cm}^2$
	場所打ち杭	$\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$

(ii) 鉄筋

異形鉄筋—SD295 降伏点強度 $\sigma_{py}=30\text{kgf/mm}^2$

(iii) P C 鋼材

記号	呼び名	
SWPR7B	7S12.7B	降伏点強度 $\sigma_{py}=160\text{kgf/mm}^2$

3) 橋梁施設計画

① 設計方針

対象橋梁施設を計画するにあたり、主に以下の基本事項に配慮した。

a) 橋梁の規模

橋梁架設地点では、水文解析結果、現地形状況から、河川の通水断面を十分に確保する。本来の目的である河川の流下が橋梁を建設することによって阻害されないよう、適度な橋梁規模を計画する。

桁下余裕については、洪水時に流水、流木等の圧力により橋梁が被害を受けないよう適切な余裕高を設定し、橋長、縦断線形を計画する。

b) 橋梁形式

橋梁形式は、河川条件からの橋長／支間長、現地での施工技術・経験、建設資機材等の建設事情、雨期や河川内の施工方法、工期の短縮、建設費用及び将来の維持管理等を総合的に判断して選定する。

また、現地で実施した地形・地質調査状況を把握し、適切な橋梁形状、基礎工を計画する。

c) 経済の活性化及び技術移転

現地で工事を行うことが経済の活性化と技術移転を促し、現地の技術、労働者を活用できるように工事体制、施工方法を計画する。

以上から、橋種のうち、上部工は施工経験（6,7号線等）、材料の入手、維持管理等の面からコンクリート系を主に検討し、下部工は経済性の他、仮設、締め切り等を含めて形式、形状を検討した。また、基礎工は地質調査結果を基に、施工実績、構造安定性、経済性等の面から、コンクリート杭を中心に比較検討した。

② 橋梁規模の決定

a) 標準橋長及び支間長の設定

橋梁架橋計画は、前述の水文解析から算定された計画洪水量、水位、通水断面等から、橋長、桁下空間を検討し、橋梁（上部工、下部工、基礎工、取付工等）規模、形式を決定する。

26号橋をベースにし、橋長100mとした場合の径間数をそれぞれ8,5,4,3とした4ケースについて経済性、河川特性、施工性等を比較検討した結果、第3案：4径間（4×25m支間長）が最適案であると判定した。

b) 各橋梁計画位置の設定

24号橋：サップ川寄りへ20mシフトした位置に架橋——橋長150mであり、現橋位置に架け替えた場合は延長120m程度の一般交通用仮橋を設置せねばならず不経済であり、かつ長期間の仮橋交通供用は安全性に劣る。従って、道路線形改良、施工性、土地収用性(家屋、民地)、河川通水性も含め、新路線（橋梁始点39km+868m）として架橋する。図3.3.7は、架橋位置概要である。なお、現道からのシフト量は、表3.3.14に示す通り、現橋への影響、工期、工事中の安全性、用地・住民移転への影響等を考慮して20mとした。

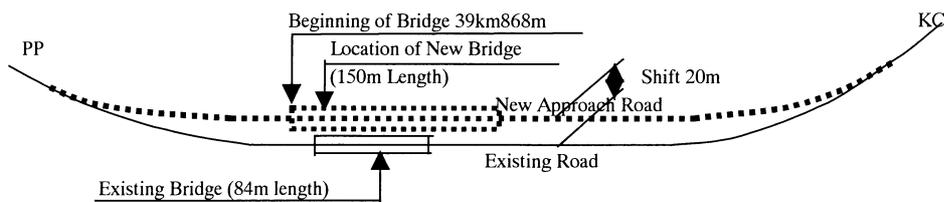


図 3.3.7 24号橋架橋位置概要図

表 3.3.14. 24号橋シフト量比較

Case No.	施工、工事中の安全性及び現況道路への影響 河道への影響、等	用地、住居移転等の影響	評価
Case-A 当初計画案 シフト量 20m 橋梁始点 39k868m	<ul style="list-style-type: none"> ・現道と新設道との純間隔は 9m で、工事中の交通・住民等への安全性は十分確保される。 ・新橋下部工施工時の現橋への影響は、十分な離れが確保され問題ない。 ・上下流の現河道幅・護岸の摺り付けがスムーズになり、橋梁始点位置は当案が妥当である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・用地、住居移転費用（先方政府負担）が Case-B より多くなる（26 家屋）。 ・住居移転については、そのほとんどが現況 ROW 内に不法占拠となっている。 	○
Case-B シフト量 15m 橋梁始点 39k863m	<ul style="list-style-type: none"> ・現道と新設道との純間隔は 4m で、工事中の交通・住民への安全性に欠ける。 ・新橋下部工施工時に現況への影響があり、これを避けるため橋梁始点を 5～10m バックさせる必要がある。また、現橋の第 5 橋脚など、老朽化した杭への近接施工は危険である。さらに、取付道路においても、施工時における一般道路供用中の安全性は、純間隔が 4m と余りにも近いため、危険性が増すことになる。 ・上下流の現河道幅、護岸の摺り付け計画は、橋梁始点のバックが多少影響する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・用地、住宅移転費用は Case-A より少ない（25 家屋）。現況 ROW（50m 全幅）内に不法住居が殆どである。 ・新用地取得は 5m シフト量の延長分面積が Case-A より縮小される。（約 - 1250m²） 	△
Case-C シフト量 0m 橋梁始点 39k868m	<ul style="list-style-type: none"> ・仮橋の規模が 120m 程度となり、経済性に劣る。 ・仮橋を長期間供用する事は、安全性に劣る。 ・総工事費は、3 案中最も高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・用地、住宅移転費用は最も少ない（24 家屋）。現況 ROW（50m 全幅）内に不法住居が殆どである。 ・新用地取得は Case-A より縮小される。（約 - 3000m²） 	工期が長くなり不可能

25号橋：現橋位置に架橋——橋長 50m と短く、線形、土地収用の問題等より現橋位置に架橋し、一般交通の仮設道路、栈橋は土地利用状況よりメコン河寄りへ計画する。現況の河川を踏まえ、橋梁始点は 40km + 498m とする（図 3.3.8 参照）。

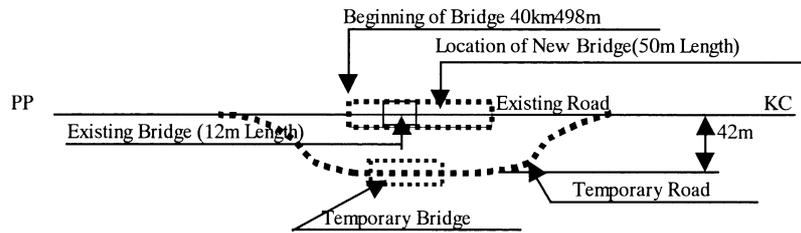
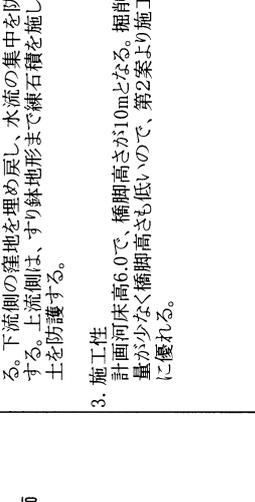
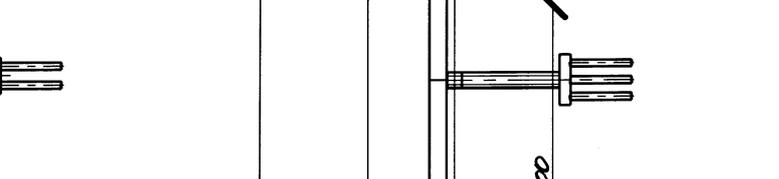


図 3.3.8 25 号橋架橋位置概要図

26 号橋：現橋位置よりコンポンチャム側へ移動して架橋——現橋位置は河川ではなく、過去の洪水で洗掘され最深部は-1.0m であり、この位置の架橋は橋脚高等、大規模となり不経済となる。また現河床地形、河川流等問題があり、表 3.3.15 の比較表の如く、経済性、施工性、河川特性等から、また、過去の洪水による道路被害状況も考慮し、架橋位置を終点側へずらすのが妥当である。

表3.3.15 26号橋架橋位置比較表

側面図	特性	評価
<p>第1案：K C 側破堤部</p> 	<p>1. 経済性 経済的(1.00)</p> <p>2. 河川特性 過去の洪水で破壊した個所であり、河道を設けるのに適している。架橋地点の標高はフラットであり、計画河床高は現地盤よりやや低いMSL+6.00とする。現在の深掘れ部に設ける盛土高は、浸透水による堤体の破壊を防止するため良質粘性土を十分転圧して構築する。また、上流側のすり鉢地形を埋め戻し、水流が旧橋梁地点に集中することを防止する。下流側の渾地を埋め戻し、水流の集中を防止する。上流側は、すり鉢地形まで練石積を施し、盛土を防護する。</p> <p>3. 施工性 計画河床高6.0で、橋脚高さが10mとなる。掘削土量が少なく橋脚高さも低いので、第2案より施工性に優れる。</p>	<p>◎</p>
<p>第2案：既設橋梁位置</p> 	<p>1. 経済性 不経済(1.05)</p> <p>2. 河川特性 既設橋梁位置で、過去の洪水により洗掘された深掘れ部に架橋する。水理上の有効断面は、上下流の河床縦断形状がスムーズになるようMSL+6.00となるが、架橋付近の現在の局所的深掘高MSL-1.00を河床高に設定する必要がある。橋梁下流河道は、底面幅75.2mで長さ70mにわたり掘削して整備する。上流河道は、底面幅75.2mで長さ50mにわたり掘削して整備する。</p> <p>3. 施工性 計画河床高-1.0で、橋脚高さが17mとなる。掘削土量が多く橋脚高さも高いので、第1案より施工性に劣る。</p>	<p>△</p>

橋長は 100m であり、架橋位置は施工性も考慮し橋梁始点を 41km+246m とする。(図 3.3.9 参照)

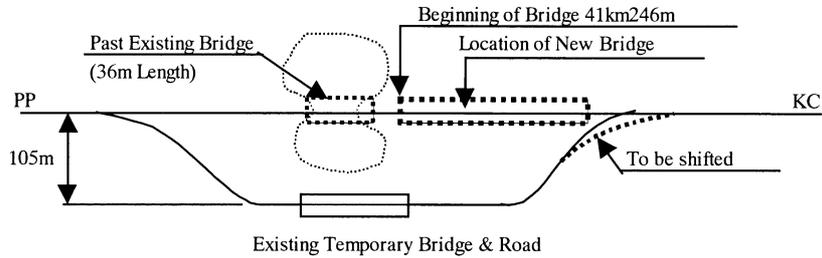


図 3.3.9 26 号桥架橋位置概要図

各橋梁の計画橋長は、水文解析より決定された必要計画河川幅を基に、各々図 3.3.10 の通りとなる。

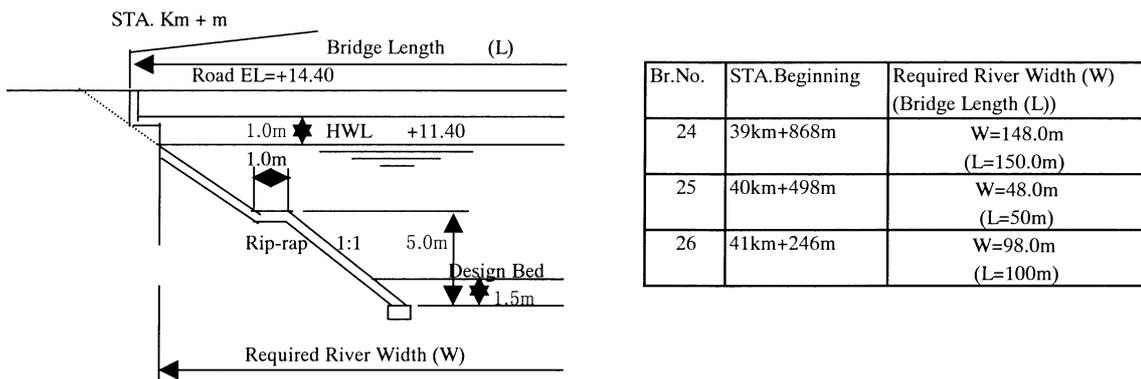


図 3.3.10 橋長と計画河川断面との関係

c) 橋梁の最適支間割（橋脚中心間距離）の決定

橋梁の最適な支間割は、経済性、施工性、工期及び河川阻害率等の河川特性を考慮して決定する。橋長を 100m(26 号橋)として、支間長をそれぞれ 12.5m、20m、25m、及び 33.3m の 4 案にて上記に述べた諸特性を表 3.3.16 に検討した。

以上から、経済性、施工上の工期、河川阻害率など総合的に判断し、

第 3 案：4 @ 25m = 100m とし、25m 支間長を最適支間割として各橋に採用する。

表3.3.16 橋梁支間長(100m)の比較

	側面図	断面図	特性	採用
第1案:8径間RC-T桁			<ol style="list-style-type: none"> 1. 経済性:第2位(1.02) 2. 工期:最も長い(8.5ヶ月) 3. 施工性:架設地点での支保工、桁製作となり支保工組み立て、杭本数が多く打設等長期化 4. 河川特性:河川内の橋脚数が多く河積阻害率が高い(10.5%)。 5. その他 	△
第2案:5径間PC一桁			<ol style="list-style-type: none"> 1. 経済性:第3位(1.03) 2. 工期:長い(6ヶ月) 3. 施工性:桁自重が軽く運搬、ガーダー架設が容易。橋脚、杭本数が多く長期化(桁自重28トン) 4. 河川特性:河積阻害率は6.8%。 5. その他 	○
第3案:4径間PC一桁			<ol style="list-style-type: none"> 1. 経済性:第1位(1.00) 2. 工期:やや短い(5ヶ月) 3. 施工性:桁は42トンで、運搬時は注意を要する。橋脚、杭本数が少なく工期が短縮化 4. 河川特性:河川内の河積阻害率は5.4%。 5. その他 ;標準化スパンとして、実績あり(6・7号線)。 	◎
第4案:3径間PC一桁			<ol style="list-style-type: none"> 1. 経済性:第4位(1.04) 2. 工期:最も短い(4.5ヶ月) 3. 施工性:桁が重く(72トン)、運搬が難しい。橋脚、杭本数は少なく工期は最も短縮できる 4. 河川特性:河積阻害率は4.0%と少ない 5. その他 	△

③ 橋梁形式の選定

橋梁形式の選定は経済性のみで決定されるものではなく、自国における使用材料の入手難易度、技術レベル、施工経験、施工法、施工性、維持管理等を現地状況に考え合わせて選定される。また、地形地理上、地質調査結果等から下部工、基礎工の形式が選定される。

以下のように、上部工、下部工及び基礎工について比較検討し、最適形式を決定した。

a) 上部工適用形式

上部工形式は、鉄筋コンクリート (RC) 橋、プレストレストコンクリート (PC) 橋及び鋼橋に区分される。

本基本設計の橋梁規模は 50～150m 程度となり、また、前述の支間割比較表等から形式が決定されるが、表 3.3.17 に一般的な上部工形式と最適支間長、桁高比を示す。

表 3.3.17 上部工形式と支間長との関係

形式		支間長(m)				桁高支間比 の目安
		20	30	40	50	
RC橋	床版	■■■■				1/15～17
	中空床版	■■■■				1/17～20
	単純T桁	■■■■				1/15
	単純箱桁		■■■■			1/18
	連続箱桁			■■■■		1/20
PC橋	床版	■■■■				1/20
	中空床版	■■■■				1/20
	I、T桁(ポストテンション)	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	1/15～20
	単純箱桁			■■■■	■■■■	1/18～22
鋼桁	H形鋼桁	■■■■				1/22
	非合成単純I桁	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	1/17
	合成単純I桁		■■■■	■■■■	■■■■	1/18
	非合成連続I桁			■■■■	■■■■	1/18～20

(■■■■ :適用形式)

上部工形式は使用材料入手の難易にも関わるが、自国でのセメント、骨材が入手でき、また、コンクリート橋の架橋実績が多い(近年の6,7号線も含め)。鋼橋は実績が少なく、不経済であり、架設後の塗装等の維持管理が必要である。従って、コンクリート橋形式を採用した。

本基本設計の対象橋梁は、経済性、河川特性、施工性等から 25m 程度の桁長が最適であり、ポストテンショニング方式の PC 単純桁形式を採用する。この形式には単純 T 桁と単純合成 I 桁がある。支間長 25m の場合で、経済性、施工実績、施工性（現場にて横締め必要性、桁自重の程度による架設の容易性、安定性）の点で、表 3.3.18 のように単純合成 I 桁形式が有利である。従って、本基本設計の上部工形式は、単純合成 I 桁を採用し、近年国道 6,7 号線で施工された橋梁仕様も参考にする。

表3.3.18 上部工形式の比較

	A:プレストレストコンクリートT桁	B:プレストレストコンクリート合成桁	C:鋼 I 桁
上部工断面形状 (支間長25mの場合)	<p>Dimension: cm</p>	<p>Dimension: cm</p>	<p>Dimension: cm</p>
経済性	○ 経済的 (1.00)	○ 経済的 (1.00)	△ 不経済 (1.14)
施工性	△ 架設規模は桁自重がB案より重く施工性は劣る (47 ton/本)	○ A案より自重が軽く架設性は優れる (42 ton/本)	△ 3案のうち架設性は優れる 熟練技術が必要(製作、継手)
工期	△ やや長い	△ やや長い	○ 短い
構造特性他	PC構造ポストテンションT桁 維持管理不要	PC構造ポストテンションI桁 実績有り 維持管理不要	鋼構造I桁 輸入資材 塗装維持管理必要
採用形式	△	◎	△

— 上部工の設計に関する詳細事項

- ・主桁の PC 鋼材は、PC 鋼より線（7S12.7B）を使用し、定着はフレシネー工法を採用する。
- ・支承、伸縮継手は、維持管理の不要なゴム製とする。
- ・高欄は、歩行者の安全性の面から鉄筋コンクリート壁式とする。
- ・舗装は道路と同様のアスファルトとし、5cm 厚とする。

b) 下部工適用形式

下部工形式は、上部工の規模（桁長、反力）、下部工高、河川断面及び地質条件により決定される。一般的な下部工（橋台、橋脚）形式の選定は表 3.3.19 に基づく。

表 3.3.19 下部工形式と高さとの関係

橋台形式	適用高(m)		
	10	20	30
重力式	=====		
半重力式	=====		
逆T式	=====		
控え壁式		=====	
門形ラーメン式		=====	
箱形式		=====	

橋脚形式	適用高(m)		
	10	20	30
壁及び柱式	=====	=====	=====
2柱式	=====	=====	
ラーメン式	=====	=====	=====

(**=====** :適用形式)

橋台形式は、上部工の桁長 25m 規模、高さ 8～10m、基礎工が杭式であること、経済性、施工性も考慮し、鉄筋コンクリート逆 T 式橋台を採用した。

橋脚形式は、橋台同様の条件より、表 3.3.20 の 3 形式が考えられるが、河川上、基礎との整合性、経済性、施工性の面から、鉄筋コンクリート張出し梁の楕円形柱式を採用した。

表3.3.20 橋脚形式の比較

	A:鉄筋コンクリート壁式	B:鉄筋コンクリート張出し式	C:鉄筋コンクリート円柱式
橋脚形状	Dimension:cm 	Dimension:cm 	Dimension:cm
経済性	(1.27) △	(1.00) ○	(1.04) ○
工期	△	○	○
河川阻害率	○	○	△
流心変化の 適応性	△	○	○
基礎との 整合性	△	○	○
採用形式	△	◎	△

一 下部工の設計に関する詳細事項

- ・橋脚フーティングの根入れ深さは、洗掘防止上計画河床より 2m 以深とし、蛇籠工を敷く。橋台フーティングは日本の河川構造物設置基準に基づく。
- ・高盛り土の場合の橋台背面側は、不同沈下を防止するため踏掛板（鉄筋コンクリート製）を設置する。
- ・橋台付近の護岸は橋台ウイング、練り石積み工を敷設する。
- ・下部工断面は、鉄筋の入手が容易な 29mm 径以下となるよう設計する。
- ・下部工フーティング上面は、施工性を考え水平としテーパは付さない。

c) 基礎工適用形式

橋梁架設地点の地質調査結果から、支持層は下部工フーティングより 5~10m 程度の深さにある。基礎工は上部工規模、地質条件及び河川洗掘上の安定性等より杭基礎形式となる。

一般的な基礎杭の適用形式は、上部工規模、地質上、支持層深さから表 3.3.21 に示す通りである。

表 3.3.21 基礎形式の種類

基礎工形式		杭長 (m) 支持層				摘要
		10	20	30	40	
直接基礎						
杭基礎	RC円、角杭 (30~50cm)					小規模橋梁
	PC、PHC杭 (50~100cm)					中小規模橋梁
	鋼管杭 (60~100cm)					大中規模橋梁
	場所打杭 (80~150cm)					大中規模橋梁
	本プロジェクト地域の支持層					基礎工より 5m~10m以深、N値50以上の締まったシルト層を支持層とする。

(:適用形式)

当国における杭形式は、近年、コンクリート杭が採用されている。本プロジェクトでは、地質調査結果から、杭長が 5~10m 程度で、場所打ちコンクリート杭の適用範囲である。また、RC角杭 (35~40cm) も多くの実績がある。本対象橋梁の基礎杭形式は、代表的な下部工 (橋台) について経済性、施工性 (杭打ち能力、機種)、工期等、総合的に比較を行った結果を表 3.3.22 に示す。

それらの比較及び、洗掘に対する構造的安定性から、基礎杭形式は、場所打ちコンクリート杭を採用し、杭径は橋梁規模からΦ1.00m とした。

表3.3.22 杭形式の比較

	A:鉄筋コンクリート場所打ち杭Φ1.00m		B:鉄筋コンクリート角杭40×40cm	
橋台及び杭形状	Dimension:cm		Dimension:cm	
	<p>Cast-in Place Pile φ1000 L=11.0m n=8</p> <p>1000 3500 1000 5500</p> <p>$\bar{N} > 50$</p>		<p>RC Pile 40×400 L=10.0m n=45</p> <p>500 40 500=6000 500 7000</p> <p>$\bar{N} > 50$</p>	
経済性	○	経済的 (1.00)	△	不経済 (1.45)
施工性	○	N値50以上の固結粘土の支持層に対し場所打ち杭が適している	△	支持層が固いため杭打ち込み時に杭体破損の恐れあり
工期	○	杭本数が少なく工期は短い	△	杭本数が多く工期は長い
構造特性	支持層への到達確実性が高い 場所打ち工法(リバース工法)		支持層への到達確実性が低い 打ち込み又はプレボーリング工法	
採用形式	◎		△	

一 基礎杭の設計に関する詳細事項

- ・ 場所打ちコンクリート杭の主鉄筋は、使用実績から径 35mm 以下とする。
- ・ 杭の支持力は、支持層を N 値 50 以上の固結シルト層とし、常時の 1 本の許容支持力は目安として 180 t/本とする。
- ・ 施工方法は、地盤条件、施工の確実性、実績より、リバーサーキュレーション工法とする。

(3) 道路、舗装

1) 幾何構造設計

① 適用基準

幾何構造設計の適用基準は、国道 6 A 号線復旧工事や国道 6 & 7 号線改良工事に採用された「道路幾何構造令（日本道路協会）」とする。

② 幾何構造基準

幾何構造諸元は上記の工事と同様に表 3.3.23、また幅員構成(取付道路)諸元は事項の表 3.3.24 の通りとする。

表 3.3.23 幾何構造諸元一覧表

種別	単位	標準値
設計速度	Km /h	60
平面曲線		
最小曲線半径	M	120
最大片勾配	%	6
最小曲線長	M	100
縦断曲線		
凹形最小曲線半径	M	1,000
凸形最小曲線半径	M	1,400
最大縦断勾配	%	5.0
横断勾配	%	2.0
車線幅	M	3.5

表 3.3.24 幅員構成諸元表

種別	諸元
車道	2×3.5=7.0m
路肩(バイク+路肩)	2×1.50=3.0m
全幅員	10.00m
横断勾配	2.0%
舗装	アスファルト

(参照：道路標準横断図)

③ 平面・縦断線形

a) 平面線形

平面線形は下記条件を基に設計する。

- ・ 橋梁はそれぞれ以下の位置とする。なお、橋梁位置の詳細な理由は「(2)橋梁、3)橋梁施設計画」による。
 - － 24号橋梁：サップ川よりに 20m シフトした位置
 - － 25号橋梁：直線区間の現況位置
 - － 26号橋梁：直線区間で、現橋よりコンポムナム側シフトした位置
- ・ 以下の条件は 24号橋梁に適用する。
 - － 橋梁区間は建設工事を円滑に行うために直線とする。
 - － 橋梁区間は上記と同じ理由により片勾配を付けない。すなわち、橋梁の前後に片勾配の擦り付けに必要な直線を確保する。
 - － コンポムナム側は既設の複合曲線を単曲線に改善する。

b) 縦断線形

縦断線形は下記条件を基に設計する。

- ・ 橋梁区間の道路高は「(3)橋梁、1)計画河川条件」に示される橋梁部計画路面高を確保する。
- ・ 橋梁区間は建設工事を円滑に行うために縦断曲線を挿入しない。
- ・ 計画道路高は基本的には短い区間で既設道路高に擦り付ける。しかしながら、24号橋と25号橋間は約 500m と短いことやこの区間の沿線は住民が多いことにより、この間においては計画道路高は既設高に擦り付けない。

2) 舗装設計

① 適用基準

舗装設計の適用基準は、国道6 A号線復旧工事や国道6 & 7号線改良工事に採用された「アスファルト舗装要綱（日本道路協会）」とする。

② 設計条件

a) 設計 CBR

計画道路高は既設道路高より約2 m高いので、計画道路を現況に摺付ける区間を除く大部分の区間（新設や嵩上げ区間）は路床1 mを確保することになる。路床材は河川土工からの発生土や工事施工箇所近隣の農地からの購入土による。これらの土質試験結果より設計 CBR は6 %とする。

b) 設計期間

計画舗装の設計期間は、舗装適用基準で述べた工事と同じく5ヶ年とする。

c) 設計交通量

(i) 設計交通量

設計交通量は工事施工区間の No.39+700 で調査された交通量を基にする。舗装設計に必要な車種毎の日交通量(台/日/方向)は、大型車混入率が高い下り線の調査交通量に昼夜率から判断した1.1倍を乗じて算出した。その結果は表3.3.25に示す通りである。

表 3.3.25 設計交通量

車 種	調査交通量(台/16時間)		日交通量 (台/日/方向)
	上り線	下り線	
乗用車／ピックアップ	587	542	596
ミニバス／小型トラック	581	559	615
大型バス	24	23	25
中型トラック	35	59	65
大型トラック	45	46	51
トレーラ	6	19	21
大型車混入率	8.6	11.7	—

(ii) 交通量の伸び率

交通量の伸び率は、「メコン橋建設計画調査」結果である3%を採用する。

(iii) 設計交通量の決定方法

設計交通量の決定方法は、基準書の走行車両の輪荷重による方法を採用する。

③ 舗装構造設計

a) 必要アスファルト換算舗装厚

(i) 計算式

アスファルト舗装の必要換算舗装厚は下式による。

$$T_A = 3.84 \times N^{0.16} / CBR^{0.3}$$

ここで、 T_A : 舗装各層を表層および基層用加熱アスファルト混合物で設計したときの必要厚さ (cm)

N : 設計期間 (n = 5 年) における累積5トン換算輪数 (輪 / 1 方向)

CBR : 路床の設計 CBR

また、設計期間5年における N (累積5トン換算輪数) は下式による。

$$\alpha_i = (P_i / 5)^4$$

$$N_5 = \sum n_i \times \alpha_i$$

$$N = N_5 \times a \times 365 \times 5$$

ここで、 α_i : 輪荷重 P_i による舗装へのダメージ係数 (5ton 輪荷重の場合 $\alpha_i = 1.0$)

P_i : 計測輪荷重 (本設計では車種毎の標準荷重を採用、ton)

N_5 : 日当たりの累積5トン換算輪数 (輪数 / 日 / 1 方向)

a : 交通供用後 2.5 年後(交通調査時より 5.5 年後)の交通量の伸び率

n_i : 輪荷重 P_i の日当たり輪数 (輪 / 日 / 1 方向)

(ii) 計算結果

日当たりの累積5トン換算輪数(N_5)は、表 3.3.26 に示す通りである。

表 3.3.26 日当たりの累積5トン換算輪数

車種	総重量 (ton)	車輪 位置	P_i (ton)	n_i (輪/日/1方向)	α_i	$n_i \times \alpha_i$ (輪/日/1方向)	
乗用車/ ピックアップ	2	前	1.0	596	0.0016	1.0	2.0
		後	1.0	596	0.0016	1.0	
ミニバス/ 小型トラック	4	前	0.4	615	0.0000	0.0	6.5
		後	1.6	615	0.0105	6.5	
大型バス	12	前	5.0	25	1.0000	25.0	121.0
		後	7.0	25	3.8416	96.0	
中型トラック	14	前	1.4	65	0.0062	0.4	102.7
		後	5.6	65	1.5735	102.3	
大型トラック	25	前	2.5	51	0.0625	3.2	105.2
		後軸前	5.0	51	1.0000	51.0	
		後軸後	5.0	51	1.0000	51.0	
トレーラ	43	前軸前	3.0	21	0.1296	2.7	149.7
		前軸後	6.5	21	2.8561	60.0	
		後軸前	6.0	21	2.0736	43.5	
		後軸後	6.0	21	2.0736	43.5	
合計							$N_5 = 487$

したがって、 $N = 487 \times (1.03)^{5.5} \times 365 \times 5 = 1,045,000$

$$T_A = 3.84 \times (1,045,000)^{0.16} / 6^{0.3} = 20.6\text{cm}$$

b) 舗装構成の決定

(i) 設定した断面の等値換算厚と等値換算係数

表層、基層、上層路盤および下層路盤に設定した断面の等値換算厚： T_A' は、下式より求められる。

$$T_A' = a_1 \times T_1 + a_2 \times T_2 + a_3 \times T_3$$

ここで、 a_1, a_2, a_3 : 等値換算係数 (表 3.3.27)

T_1, T_2, T_3 : 各層の厚さ (cm)

表 3.3.27 道路材料の等値換算係数

使用位置	材料および規格	等値換算係数
表層・基層	表層・基層用加熱アスファルト混合物	1.00
上層路盤	粒度調整碎石（修正 CBR80 以上）	0.35
下層路盤	クラッシュラン（修正 CBR30 以上）	0.25

(ii) 表層、基層および路盤各層の必要最小厚

表層、基層および路盤各層の必要最小厚の規定は、以下の通りである。（舗装要綱）

表層＋基層：5cm

路盤各層：最大粒径の3倍かつ10cm

(iii) 最適舗装構成

舗装材料の調達状況や従来採用された断面を参考とし、最適舗装構成を以下のように決定した。

なお、本プロジェクトは、現国道6A号線の路肩が舗装されていないこと及び国道6A号線の改修という位置付けのため、路肩は舗装しない。

表層：5cm

上層路盤：20cm

下層路盤：35cm

上記断面の等値換算厚： $T_A' = 20.8\text{cm}$ は必要アスファルト換算舗装厚： $T_A = 20.6\text{cm}$ を満足する。

最適舗装構成を含む道路標準横断は、図 3.3.11 に示す通りである

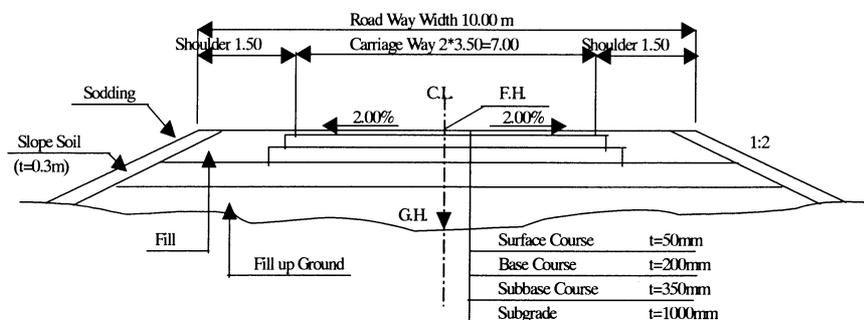


図 3.3.11 舗装構成図

(4) 護岸、護床工

1) 洗掘特性と護岸・護床工の必要性

24、25、26号橋位置および周辺の洗掘特性としては以下の通りである。

24号橋： 既存橋梁の上下流に河道が形成されている。上流側の縮流による洗掘は著しくなく、橋脚周辺での洗掘が中心となっている。

25号橋： 既存橋梁上流側には河道が形成されていない。下流側には河道が形成されている。上流側では縮流が生じている。下流側では流水の乱れによる河床・河岸の洗掘が発生している。

26号橋： 橋梁地点の上下流には、河道が形成されていない。上流側には縮流の影響による橋梁位置に向かうすり鉢状の地形が形成されている。橋梁位置では橋脚周辺の洗掘に加えて、流水が通過することによる洗掘が河床全体に亘って生じている。下流側には流水の乱れで生じた窪地状の洗掘が橋梁より 15m～70m 下流まで存在している。現在の洗掘深および範囲は 1996 年洪水を含む過去の洪水による洗掘が累加したものである。

表 3.3.28 に本調査の地形測量成果に基づく、国道 6A 号線 21 号橋～26 号橋での 1996 年洪水による洗掘深を示す。

表3.3.28 1996年洪水による洗掘深

橋梁	橋長 (m)	1996年洪水以前の最深河床高 (MSL m)	1996年洪水後の最深河床高 (MSL m)	洗掘深 (m)	備考
21号橋	16.7	7.20			
22号橋	120.0	7.40	5.00	2.40	
23号橋	57.0	2.60	2.50	0.10	
24号橋	84.0	2.40	1.70	0.70	
25号橋	12.0	7.00	7.00		洪水後に蛇籠により河床復旧
26号橋	36.0	3.00	0.50	2.50	約15～70m下流範囲でMSL -1.0m程度まで洗掘

橋梁計画に当たっては、洗掘および河床低下による橋脚および橋台の安全性を確保するため、橋脚および橋台を計画河床より十分低く設置する。さらに杭基礎をこれらの下に設け、橋脚および橋台の安定性および洗掘に対する安全性を高める。橋台周辺および橋梁付近の上下流河岸に護岸を設け、侵食・洗掘に備える。また、洗掘

に対する安全性を高めるため、橋梁位置および周辺に護床工を設置することとする。

2) 橋脚および橋台の基礎の深さ

洪水時に 24、25 および 26 号橋の上流側は、流速が極めて小さな湛水状況となっており、これらの橋梁はあたかも溜池からの流出口に相当している。このため、上流側からの土砂の流下はほとんどなく、橋梁位置および周辺での水流の乱れによって一方的に河床の土砂が巻き上げられ、流出することで洗掘が累加されている。このような状況から、通常の河川に設ける橋梁のように上下流の流砂量が連続する状況下での橋脚、橋台の深さの考え方では不十分である。橋脚の洗掘対策のためには、橋脚フーチングを河床下に設けるとともに、杭を深く入れる。橋台基礎にも杭を設け、洗掘に備える。このような橋脚および橋台基礎を深く設置することに加えて、周辺の護岸および護床によって洗掘に対処する。

橋脚フーチング天端： 護床工が破損する場合でも、洗掘に対する安全性を確保できるよう、橋脚フーチング天端は計画河床下 2.00m に以下に設置する。

橋台深さ： 橋台基礎を現地盤より下げ、周辺を護岸および護床工により防護する。

3) 護岸

護岸は練り石積みとして、基礎の天端を計画河床下 1.5m に設置する。護岸基礎下には杭を設け、基礎の洗掘の場合も護岸が崩壊しないようにする。

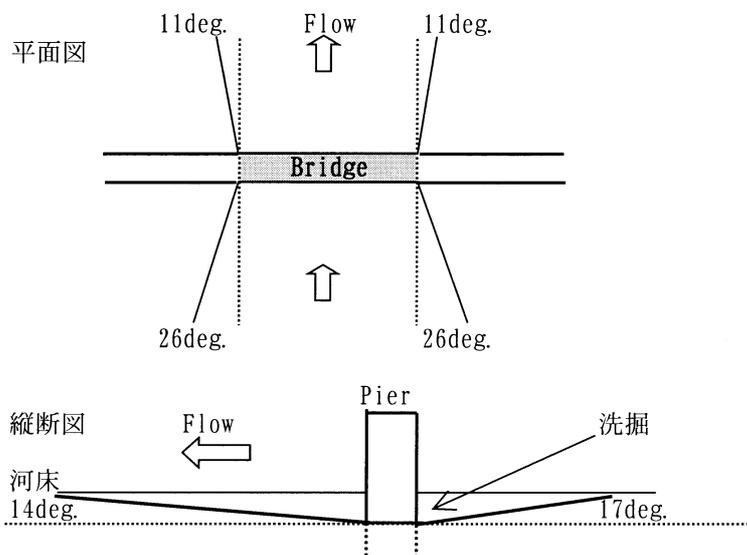
4) 護床工

洗掘の平面形状および縦断形状

平面的には橋梁位置の上流側で急縮流が生じ、下流側で水流の急拡が生じる。縦断的には橋梁位置で縮流および橋脚付近の水流の乱れによる局所洗掘が生じる。このような洗掘の平面・縦断形状のパターンを 26 号橋周辺の地形から表 3.3.29 のように推定した。

表 3.3.29 洗掘の平面形状および縦断形状

平面形状：	上流側縮流角度	11deg.	下の平面図参照
	下流側急拡流角度	26deg.	下の平面図参照
縦断形状：	上流側水中安息角	17deg.	下の縦断図参照
	下流側水中安息角	14deg.	下の縦断図参照



洗掘範囲の推定

24、25、26号橋の計画橋梁について橋脚周辺における洗掘深を Laursen のカーブによって算定した。洗掘の上下流方向の長さを 26号橋地点の地形データから求めた土砂の水中安息角（下り勾配 17deg.、上り勾配 14 deg.）を用いて求めた。洗掘の横断方向の幅については、上流側の流水の縮流角度（26 deg.）および下流側の拡散角度（11 deg.）を用いて求めた。表 3.3.30 に洗掘深および洗掘範囲の推定結果を示す。

表3.3.30 護床工がない場合の24、25および26号橋の洗掘

国道上流側計画水位： MSL 11.40 M
 国道下流側計画水位： MSL 10.70 m
 水位差 0.70 m
 橋脚幅： D= 2.00 m 楕円橋脚
 洗掘深 Z_s ： Laursenのカーブを適用
 橋脚前頭部（半円形）に関する補正係数： K_s 0.90

橋梁	計画河床高 Z_o (MSL m)	計画橋長 L_b (m)	橋梁中央の水深		Z_s/D	洗掘深 $Z_s \times K_s$ (m)	上流側洗掘長 L_{s1} (m)	下流側洗掘長 L_{s2} (m)
			H_o (m)	h_o/D				
24号橋	3.00	150	8.05	4.03	2.30	4.14	13.54	16.60
25号橋	6.50	50	4.55	2.28	1.90	3.42	11.19	13.72
26号橋	6.00	100	5.05	2.53	2.00	3.60	11.78	14.44

護床工の計画範囲

護床工は、もし、護床工がない場合、橋梁位置および上下流に発生する河床洗掘をカバーする範囲で設置することとする。護床工は蛇籠（ふとん籠）で行う。また、護床工の最下流部では、河床の洗掘低下が発生することが予想される。この洗掘低下によ

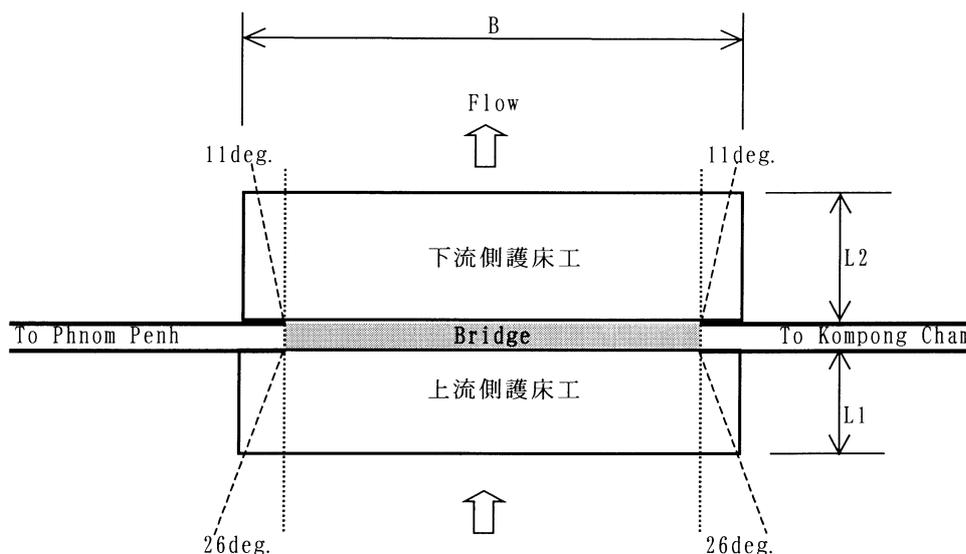
る護床工末端の崩壊をできるだけ防止するよう、護床工の最下流部には礫による捨石を行う。

護床工の上下流計画長として、橋脚上下流の洗掘長の 1.5 倍とする。この上下流計画長から縮流および拡散角度を適用して横断方向幅を求めた。結果は表 3.3.31 の通り。なお、25 号橋および 26 号橋については、下流側の洗掘・河床低下が発生する場合でも、橋梁周辺の河床を保護できる範囲として設定した。

護床工の最下流部には、捨石を護床工全幅にわたり流れ方向 10m の長さで行う。

表 3.3.31 護床工の長さおよび幅

橋梁	橋長	護床工		
		上流側の長さ L1	下流側の長さ L2	横断方向幅 B
24 号橋	150 m	20 m	25 m	170 m
25 号橋	50 m	17 m	21 m	70 m
26 号橋	100 m	18 m	22 m	120 m



護床工材料の粒径

護床工材料となる礫の粒径は、蛇籠の鉄線が劣化する場合でも護床機能を発揮できるように、1996 年洪水の上下流水位差 1.6m に対して、各礫が流水によって動かない大きさを岩垣式により算定し、これに安全率 1.5 を掛けて求めた。

護床工材料の粒径： 25 cm～30 cm

護床工最下流に設置する捨石の粒径も上記と同様の大きさとする。

3.4 プロジェクトの実施体制

3.4.1 組織

カンボディア国における航空、道路、鉄道、水運等の全ての交通運輸は基本的に公共事業運輸省（Ministry of Public Works and Transport）により所管されている。

本計画の実施機関は 1999 年の公共事業運輸省の組織改変に伴い編成された施設建設センター（Heavy Equipment Center）である。当該省、及び当該センターの組織は図 3.4.1 に示す通りである。

当該センターは橋梁を含む国道の建設・改修に係わる計画策定から実施・監理に至る業務を行なっている。一般的には開発計画が実施された後は、公共事業局下の道路局（Department of Road）が日常的な維持管理を行っており、場合によっては各州に点在する地方公共事業局にも行われる。

施設建設センターにおいて、本計画に関連する下部組織、及びその内容は以下の通りである。これらの組織からも重機オペを含む建設機械は調達の可能性はある。

・道路建設センター（Road Construction Center）

設立年 : 1994 年

援助国 : 日本

設立目的 : プノンペン近郊幹線国道の復旧、通常および定期的な維持管理体制の強化。公共事業運輸省の供与機械を含む建設機械の整備や維持管理体制の確立。

土木・機械技術者、オペレーター等の技能者育成。

所在地 : 国道 4 号線、国際空港から 6 km（米国のモータープール跡地）

建設機材 : 日本からの無償供与機材（土工事や道路工事に用いた機材）AusAID が残した若干の重機

職員数 : 159 名（ブルドザーの台数に合わせて、4 チーム体制）

上記職員の他に、現在日本から派遣された JICA 専門家 2 名が現地職員に対して施設運営・建設機材修理についての教育指導を行ないつつ、機材の保守管理を行なっている。

工事経験 : 日本無償援助プロジェクトによる 6 & 7 号線改良工事

国道 6 A 号線の 26 号橋の仮設道路

国道 5 号線バットンバン付近でのラテライト工事(1 チーム派遣中)

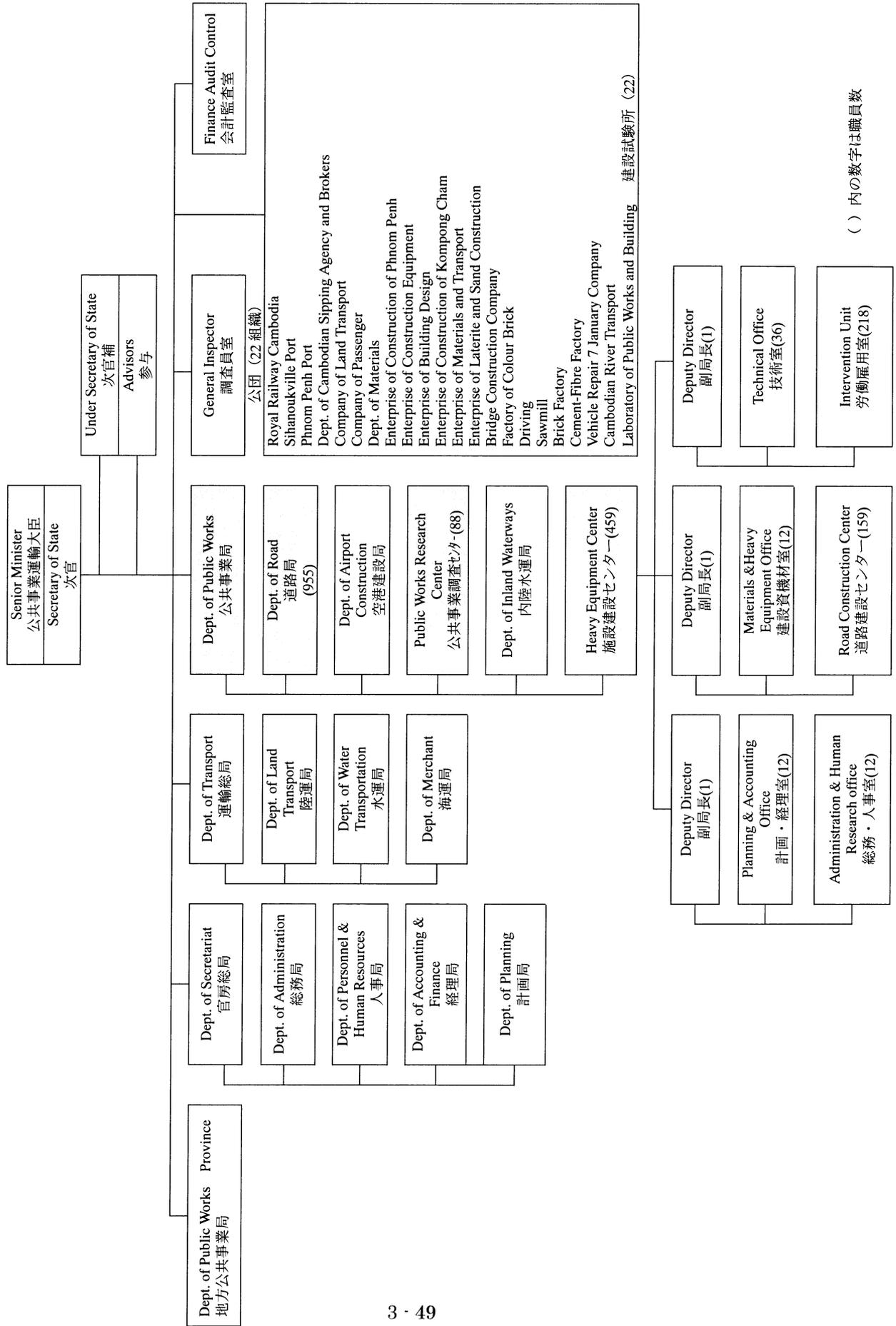


図 3.4.1 公共事業運輸省及び施設建設センターの組織図

- ・ 労務雇用室 (Intervention Unit、旧名：ODEM ワークショップ)

本部署の職員は 218 名で、ワークショップは RCC に隣接している。所有機材は約 100 台は今までに購入したものか、援助プロジェクトにより供与されたものである。これらの機械の多くはソ連邦から調達されたもので、古い機械が多い。また財政難のために維持管理が難しくなっている。

本計画に関連する施設建設センター以外の組織、及びその内容は以下の通りである。

- ・ 公共事業調査センター

本センターは職員数 88 名で、外国援助機関の内のアジア開発銀行 (ADB) の開発融資の窓口となり、入札実施等における技術的な助言を行なっている。また、本部署は公共事業・運輸省における技術や調査部門の担当部局とし、全国の道路や橋梁台帳の作成や地図情報の蓄積、道路法規等の作成業務を行なっている。

- ・ 建設試験所

本試験所は多くのプロジェクトから報酬を受けて、様々な試験依頼に応じている。

設立年 : 1999 年

援助国 : フランス

所在地 : ポンチェント国際空港付近

職員数 : 22 名 (エンジニア : 4 名、テクニシャン : 10 名、その他 : 8 名)

試験内容 : 道路工物品質管理試験、建設材料試験、生コン/合材試験 (配合試験を含む)、土質調査試験 (ボーリングを含む)、交通量調査、技術員の派遣。

なお、鉄筋の引張試験機は本試験所にはなく、さらに、技術大学所有のソ連製試験機は使用不可能な状態にある。

3.4.2 予算

公共事業運輸省関連の予算の経年変化を下表に示す。これらの予算は近隣諸国と比べ少ないので、道路に関しては簡易な修復程度に止まっている。大規模な道路改修や橋梁改良については、今後とも外国援助機関等の経済的/技術的な支援に頼らざるを得ない状況にある。

表 3.4.1 公共事業運輸省関連の予算の経年変化 (単位：US\$1,000)

予算年	1995	1996	1997	1998	1999
公共事業運輸省	10,857	5,385	5,441	2,410	7,483
公共施設整備費	8,546	4,147	4,282	1,753	6,465
組織運営費	2,311	1,238	1,159	657	1,018

注) ・公共施設整備費には道路改修費や維持費が含まれる。

- ・ 1998 年の予算は 1997 年後半からの政変の影響により、他の年より低かった。
- ・ 予算金額は各年の US\$ に対する Riel の交換レートより、米国ドルに換算。

3.4.3 要員・技術レベル

本計画の担当機関は(1)で述べたように、施設建設センターであり、当該部門の職員は 459 名である。その他の関連組織である公共事業調査センターには 88 名、道路局には 955 名、建設試験所には 22 名の職員が配属されている。

本計画に係わる技術者は、国内の大学や省内の訓練学校を卒業している。また、これらの技術者には海外における留学／研修経験を持つ者も多数である。現状の土木技術レベル、特に橋梁に関しては国際水準に到っていないが、新技術の取得への意気込みは高い。今後、本計画のような海外援助プロジェクトに多くの職員が参加することにより、技術レベルの向上が図られることが期待される。

第4章 事業計画

第4章 事業計画

4.1 施工計画

4.1.1 施工方針

本計画は国道6A号線の距離標40.5km付近に隣接する3橋梁の架替工事である。本計画を無償資金協力として実施する場合の施工方針は次のように策定した。

- －事業規模より、2期分けが想定される。架け替えの緊急性により、1期工事では26号橋、2期工事では24号橋と25号橋を架け替える。
- －施工上の制約や工事費低減を考慮して、各期工事の工期はそれぞれについて2乾季を含む16ヶ月と18ヶ月とする。なお、1期と2期工事は重複する期間がある。
- －工事費低減を図るため、建設機械や仮設資材は転用を考慮した数量とする。なお、建設資機材は品質や一定量の調達に支障のない限り、できるだけ現地調達とする。
- －現地では豊富な施工経験のある土木技術者が少ないので、日本人技術者の下での各分野毎の責任者は第三国からの派遣とする。
- －数少ない機械設備の運用や高品質が求められるPC桁やパネルの製作には日本から指導員を派遣する。また、高品質が求められる生コンクリートのプラント建設も同様である。
- －架設桁によるPC桁の架設工事やハーフ-サイクル-シオン工法による基礎工事は、現地において実績が少ない。したがって、これらの工事に必要な特殊作業員は日本人や第三国人による。
- －現橋梁の撤去工事や迂回橋梁の設置／撤去工事は、以下の理由により本計画に含む。
 - ・ 現24号橋は新設橋梁の河積を阻害するとともに、新設護岸の施工に支障をきたすので撤去される。
 - ・ 現25号橋は新設橋梁と同位置にあるので、現橋梁を撤去するとともに、工事中の現交通のために迂回橋(道路)が必要となる。
 - ・ 現26号橋梁区間は盛土部となるので、残存する橋梁施設を撤去する。また、現仮設橋(道路)は新設橋梁への河道の障害となるので撤去される。

4.1.2 施工上の留意事項

本計画は橋梁工事が主体である。橋梁形式は施工条件、維持管理や工事費等の比較検討の結果、上部工はPC桁とPCパネルを用いたコンクリート床版、下部工はハーフ-サイクル-シオン工法による杭基礎、逆T式鉄筋コンクリート橋台、張出梁式小判形鉄筋コンクリート橋脚となった。橋梁工事においては、主要な資機材や工事係・特殊作業員等は日本を含む外国より調達される予定であるので、建設工事自体は難解なも

のでない。しかしながら、工事サイトは雨季には道路以外はほとんどが水没すること、また橋梁の開口部は上下流の水位差によっては洪水の流速が毎秒2～3mとなること等より、雨季の洪水対策は十分考慮する必要がある。

更に、同国は内戦終了後治安は著しく改善されてはきているが、一般犯罪に対する治安対策、地雷対策は非常に重要事項である。

また、既存の道路施設の許容値を越えた過積載の車両はすでに問題となっているが、本工事で使用する車両についても、十分に留意する必要がある。

このような状況を踏まえ、工事に際して留意すべき事項を以下に示す。

- －本工事が雨季を含む工期内に完成されるためには、建設業者による工程、品質、資機材、労務の計画・管理やコンサルタントによる施工監理が重要である。
- －現地では日本の労働安全基準法に相当するものはないが、事故等による労務者との紛争を防止するため、労務者の安全教育や安全対策を日本の工事に準じて実施する。
- －工事期間中は一般車両や地域住民に対する安全にも十分に配慮する必要がある。
- －26号橋梁の仮橋の重量制限は20tonであるので、PC桁等製作所は同橋のプノンペン側に設けるとともに、大型工事用車両の仮橋の通行を禁止する。
- －24号橋梁は基礎の損傷が著しいため、工事用車両の通過、資材運搬車両の通過に関しては、その重量に十分留意すること。
- －地雷、不発弾等は、既にカンボジア側で確認済みとのことであるが、川床、或いは堆積土砂のなかに残っている可能性は否定できない。したがって、工事に際してこの対策に十分配慮する必要がある。

4.1.3 施工区分

本計画を日本の無償資金協力によって実施する場合の日本側とカンボディア側の事業区分は、以下の通りである。

(1) 日本側負担分

- ・ 橋梁の建設
- ・ 取付け道路の建設
- ・ 護岸や護床工の建設
- ・ 現橋（道路）／仮橋（仮設道路）の撤去
- ・ 建設工事に伴う迂回橋（道路）や工事用栈橋（道路）の建設および撤去
- ・ 建設工事のためのキャンプヤードおよび施工ヤードの建設および撤去

- ・上記建設工事に必要な資機材や労務の調達
- ・上記建設工事の現場管理
- ・事業実施に必要なコンサルタント業務

(2) カンボディア側負担分

- ・土地収用（建設用地の取得および仮設工事に必要な用地の提供）
- ・政府所有の土取場の無償提供

4.1.4 施工監理計画

(1) 実施設計、施工監理の基本方針

1) 実施設計

実施設計の基本方針は下記の通りである。

- ・実施設計での現地調査は、基本設計に基づいた現場確認作業、施工／積算に関する補足調査、追加測量／土質調査を行う。また、相手国政府関係機関と実施設計に伴う様々な確認事項についての最終的な協議を行う。
- ・国内作業での実施設計完了後、相手国政府関係機関に実施設計の内容について説明／協議を行う。なお、本計画は期分けにより実施されるので、各期毎に入札図書の作成を行う。

2) 施工監理

施工監理の基本方針は下記の通りである。

- ・施工監理技術者は、下記(2)に述べる業務を円滑に遂行するように努める。また、日本国内において本計画の支援体制を確立する。
- ・本計画の橋梁に採用される PC 桁やパースキュレーション工法による基礎杭は、カンボディア国においては実績が少ない。それ故に、日本人の施工監理技師は建設業者と協力して、相手国政府の関係者に技術移転を行う。

(2) 施工監理業務

現地に派遣された施工監理技術者は、主として以下の業務を実施する。

- ・工事計画や施工図の承認
施工業者より提出される工事計画書、工程表、施工図が契約書、契約図面、仕様書等に適合しているかどうかを審査して承認を与える。

- ・ 工程管理
 施工業者より工事の進捗状況の報告を受け、工期内に工事が完了するように必要な指示を出す。
- ・ 品質検査
 現場において、工事材料や施工の品質が契約図面や仕様書に適合しているかを検査して承認を与える。
- ・ 出来形検査
 完成断面や平面形状等を検査し、出来形が管理基準を満足しているかチェックを行うと同時に数量の確認をする。
- ・ 証明書の発行
 施工業者への支払、工事の完了、瑕疵担保期間の終了等の際に必要な証明書を発行する。
- ・ 報告書の提出
 施工業者が作成する工事の月報、完成図面、完成写真等を検査し、カンボディア政府と国際協力事業団等に提出する。また、工事終了後に完了報告書を作成し、国際協力事業団に提出する。

(3) 施工監理体制

現地にて施工監理に携わる日本人技術者の人数や期間は、工事内容や工期を考慮して下記の通りである。また、技術移転を目的として現地スタッフを雇用する。

- ・ 総括
 総括は各期分け毎の着手時や竣功時にスポット派遣される。
- ・ 常駐橋梁技師
 常駐橋梁技師は全工期に渡り常駐し、工事全般の監督業務を行う。

4.1.5 資機材調達計画

(1) 資材

1) 基本方針

建設工事に必要な材料で、現地にて入手可能な材料は、原則として現地調達とする。また、輸入品であっても、カンボディア国内市場で自由に入手できる材料は現地調達とみなす。ただし、品質に問題のあるもの、あるいは流通量が十分でなく、一定期間に入手し難いものについては、日本および第三国(タイ)から調達することとする。

2) 資材調達状況

本工事に必要とされる主要な建設資材の調達状況は以下の通りである。

① セメント

国内でのセメント工場は国道3号線沿いでプノンペンから130 km 地点に1工場があるのみで、その製造量は少なく、品質も一定でないとのことである。一方、セメントの国内需要量は近年の経済復興に伴って増加している。したがって、大部分の需要量は海外から供給されている。主な輸入先はタイ、インドネシア、中国、韓国である。輸入の大部分を占めるタイ産のセメントはエレファントセメントで、その品質に問題はない。

② 骨材

プノンペン市内／近郊で使用される天然砂は、メコン川カンダール地区(サップ川合流地点から上流 35 km 地点)やコンボンスプー郊外の河川から乾季に採取される。一方、砂利はメコン川クラチェ地区(サップ川合流地点から上流 200 km 地点)から乾季に採取されるが、その量には限りがある。

玉石はトラウング(国道7号線、コンボンチャンから西 18 km 付近)で採取されるが、その量は少ない。したがって、本計画において石張／フトン籠に大量に使用が見込まれる玉石は、26号橋付近の原石山(現碎石場)から採取される雑割石を使用することとし、数量・品質ともに十分適用可能である。

コンクリート用粗骨材および土工部路盤材は、26号橋付近の原石山から採取される風化岩がその対象であり、数量・品質ともに十分適用可能である。路盤材は、プノンペン郊外にて稼働中の碎石プラント3工場で製造可能である。

アスファルト用骨材は、プノンペン市内で市販されている細骨材およびメコン河より採取される砂が使用可能である。過去のカンボディア国内の基幹道路で使用実績があり品質に問題はなく、またその量も十分存在する。

③ 鉄筋・構造用鋼材・P C鋼材

鉄筋は国内で製造されていないので、国内需要量はすべて輸入に依存している。輸入先はタイ、中国、ロシア、インドネシア、韓国である。これら鉄筋の規格や品質は日本と同様であり、問題はない。

構造用鋼材は特殊な鋼材(シートパイル、鋼管杭、H鋼など)を除くと、鉄筋と同様に輸入品を国内市場から調達可能である。一方、P C桁に関連する鋼材(P Cケーブル、シーブス、定着具)は国内需要がないので、国内市場から調達不可能である。

④ 型枠材

仮設資材として使用される建設用木材は、プノンペン市内や近郊の取扱業者／製材所にて調達が可能である。一方、一般的なコンクリート用型枠は輸入された合板、PC 桁・板用の型枠は転用や高い製作精度より海外(日本)から調達する鋼製型枠による。

⑤ 盛土材

本計画地を含む地域は東西をメコン河とサップ川に挟まれた平地であるので、元々の国道 6 A、6、7 や 6 1 号線は道路脇からの掘削盛土(サイドボロー)により建設された。しかし、今日の国道 6 A の隣接地は農耕地(水田、畑)や居住地となっているので、道路脇からの掘削盛土は安易ではなく、農耕地の地主に採掘権を支払う必要がある。なお、現場近くに政府所有の土取場があり、数量・品質ともに十分適用可能である。

⑥ 生コンクリート

生コン工場はプノンペン近郊に 4 箇所ある。しかし、生コン製造関係者によると、生コンの輸送距離はプノンペン市内の交通混雑により 25 km (1 時間以内)が限度であるとのことである。よって、本計画にこれら工場からの生コンの使用は長距離輸送による品質低下のため不相当であり、現場に仮設生コンプラントを建設する必要がある。

⑦ アスファルトコンクリート

合材工場はプノンペン近郊に 3 箇所と本計画地付近に 1 箇所ある。

本計画ではこれらの工場から合材を調達することが下記理由により望ましい。

- ・プノンペンから計画地まで輸送する場合、その時間は 2 時間以内であることや、気温が高いために合材の温度低下は少ない。
- ・本計画の主要工事は橋梁であり、付属する取付道路工事に仮設合材プラントの新設の必要性が低い。

⑧ 鉄筋コンクリート杭

鉄筋コンクリート杭(主に建築の基礎杭)は購入生コンを使用して、プノンペン市内や近郊の工場にて製造されている。本計画においては RC 杭を護岸の基礎杭として採用するが、経済面より現場製造とする。

3) 資材調達計画

上記の資材調達状況を考慮して、本計画の主要な資材の調達計画は表 4.1.1 の通りとする。

表 4.1.1 材料調達先

材 料 名	規 格	調 達 先			備 考
		カンボジア	日本	第三国	
盛土材		○			
アスファルト混合物		○			既設プラントより
アスファルト乳剤		○			輸入品
上層路盤材	粒度調整砕石	○			
下層路盤材	砕石	○			
区画線用ペイント			○		
道路標識板	速度、重量	○			
セメント	ポルトランドセメント	○			輸入品
混和材		○			輸入品
細骨材	砂	○			
粗骨材	砕石	○			
鉄筋	異形鋼棒	○			輸入品
PC鋼材	12.7mm 19.3mm		○		
シース	φ50mm φ38mm		○		
定着装置	7T13M130.8 1T17.8		○		
ゴム支承	支承附属品付		○		
伸縮装置	伸縮量 25mm		○		
雨水管	塩ビ管	○			輸入品
雑割石	25~30cm	○			
トンネル用鉄線	GS-7	○			輸入品
鋼製型枠			○		PC桁・板用
合板		○			輸入品
支保材,足場材				○	
鋼矢板Ⅲ型				○	中古品
鋼矢板止水			○		
覆工鋼板	1*2*0.2m			○	中古品
形鋼	H杭材		○		
形鋼	その他	○			輸入品
燃料		○			輸入品

(2) 建設用機械

1) 基本方針

建設機械の調達には資材と同様に、現地で調達可能な機械は現地調達とする。汎用性のある機械は現地調達とするが、大型機械や特殊機械については、それらの故障または使用不可となった場合、工事や工程に与える影響が大きいため、これらは日本調達を基本とする。

2) 建設機械調達状況

① 建設機械調達一般状況

建設機械は官民ともにある程度保有しているため、使用時期やリース料等の条件次第によりリースが可能である。官側の公共事業運輸省は海外からの援助機械や援助プロジェクトで使用された重機、民間企業(施工会社やリース会社)は援助プロジェクトを施工するために購入/持込みした機械や援助プロジェクトで残された重機を保有している。これらの建設機械は今日までの援助プロジェクトの内容のために、主に土工事や道路工事(マカダム舗装)用であり、橋梁工事用には種類と数量に限りがある。なお、水中ポンプ等の小機材はプノンペン市内にて購入が可能である。

② 公共事業運輸省の保有建設機材

公共事業運輸省の施設建設センター内には、道路建設センターと労務雇用室(旧 ODEM ワークショップ)の2つの組織が建設機材を所有している。それぞれが所有する建設機材の概要は以下の通りである。

a) 道路建設センター(RCC)

所有建設機材は日本からの無償供与機材；土工事や道路工事用機材(約 35 機種 115 台)や AusAID が残した重機(3 機種 3 台)である。

本計画は橋梁工事であるが、取付道路やキャンプヤードの造成等の土工事に RCC を活用することが可能であった。しかし、日本の無償援助資金によるシエムリアップ道路改良工事が本計画の施工と同時期であるとともに、本計画より先行している当該計画が RCC の機械を活用することになった。よって、現時点では RCC 所有機械の使用は想定していないが、施工時点では使用状況を確認し、可能な範囲で活用する。

b) 労務雇用室(旧 ODEM ワークショップ)

所有機材は約 100 台は今までに購入、または援助プロジェクトによるものであ

る。これらの多くの機械はソ連邦からの調達されたので、古い機械が多い。また財政難のために維持管理が難しくなっている。現在、RCC と同じく、国道5号線の道路工事にエクスカベーター、ブルドーザー、スクレーパー、ダンプトラック等の重機約60台が稼働中である。工期重視の本計画においては、当該センターからの重機リースは上記のような現状のために考えられない。

3) 建設機械調達計画

上記の建設機械調達事情を考慮して、本計画の主要な建設機械の調達計画は表 4.1.2 の通りとする。

表 4.1.2 建設機械調達先

建設機械名	規 格	調 達 先			備 考
		カンボジア	日本	第三国	
ブルドーザ	15ton	○			土工事
エクスキャバタ	0.6m ³	○			
大型ブレイカ	600kg		○		既設構造物撤去工事
モーターグレーダ	幅 3.8m	○			土工事・舗装工事
タンDEMローラ	12ton	○			
タイヤローラ	8-20ton	○			
アスファルトフィニッシャ	2.4-3.6m	○			舗装工事
アスファルトスプレヤ	2,000 l	○			
ダンプトラック	10ton 積	○			土工事
コンクリートプラント	30m ³ /hr		○		コンクリート工事
アジテータトラック	4.4m ³		○		
コンクリートポンプ車	30m ³ /hr		○		
ホイローダ	2.5m ³		○		コンクリートプラント
フォークリフト	25ton		○		
自走式門型クレーン	20ton 吊		○		桁製作工
定置式門型クレーン	20ton 吊		○		
グラウトポンプ、ミキサ	600-800 l		○		PC 桁製作、横組工
緊張ジャッキ			○		
架設桁	1 式		○		PC 桁架設工
クローラークレーン	60t 吊		○		基礎杭・仮設栈橋工
トラッククレーン	25ton 吊		○		基礎杭・仮設栈橋・共通工
ハイパワーハンマー	60kw		○		基礎杭・栈橋工
リバースサイクルショベル	1 式		○		基礎杭工
空気圧縮機	5m ³		○		
給水トラック	10ton		○		共通機械工
クレーン付トラック	4t, 2.9t 吊		○		
トレーラ	ポルトラクタ		○		PC 桁運搬
トレーラトラクター	20ton	○			

(3) 資機材輸送計画

1) 輸送ルート

大部分の建設資機材はプノンペンから国道 6 A 号線にて現場に搬入／搬出される。通例、海外からの調達品のプノンペンまでの輸送は以下の 3 ルートであるが、本計

画ではB、またはCルートを採用する。

A. プノンペン港

プノンペン港はトンレサップ川に面する河川港であると共に、当該河川特性により接岸船舶の大きさの制限を持っている。すなわち、その大きさは乾季で1,500 ton、雨季で2,000 tonである。また、ヴェトナムのメコン河口から本港までの距離は約 350km である。これらの理由により、積み下ろし貨物は一般消費物資、積み上げ貨物は農林産物が主である。

B. シアヌークビル港～(国道4号線)～プノンペン

シアヌークビル港はタイ湾に面する外港であるので、大型船の接岸が可能である。この港とプノンペン間(230km)の輸送路は国道4号線であると同時に、アジアハイウェイ A - 11号線の一部であり、米国の援助により1996年に改修された。上記のような良い条件のもとで、本ルートの輸送貨物量は国の経済発展に伴って年を追う毎に増加している。このため、当該港は改修計画の実施中である。

C. ポイペト～(国道5号線)～プノンペン

本ルートは資材調達状況ですでに述べたように、タイ製のセメントや鉄筋等の輸送路である。延長 410km の輸送路は国道5号線であると同時に、アジアハイウェイ A - 1号線の一部であり、現在も道路改修中の区間を残している。

2) 輸送路の問題点と対策

本工事のすべての調達資機材は国道に架る橋梁を通過しなければならない。橋梁の重量制限が20tであるので、制限を越えるプラント、大型重機は分割輸送する。

3) 日本調達の輸送経路及び期間

荷積み・船積み	工場～港	0.25
海上輸送	日本側港～シアヌークビル	0.50
通関	シアヌークビル	0.25
内陸輸送		0.20
		<hr/>
		1.20ヶ月

4.1.6 実施工程

本計画は2期に分けて実施され、実施工程は下記に示す実施設計業務、入札業務、建設工事(施工監理業務)から成る。これらを表にまとめると、表 4.1.3 に示すようになる。

表4.1.3 事業実施工程表(期分け)

項目	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
一 期 工 事	実施設計	(現地調査)																			
		(国内作業) (現地確認)																			
	入札業務	<計2.5ヶ月>																			
		No.26準備工																			
		No.26直接仮設工																			
		No.26橋梁下部工																			
		No.26橋梁上部工(PC製作)																			
		No.26橋梁上部工(桁架設他)																			
		No.26道路工(土工・舗装工)																			
		No.26護岸工																			
No.26後片付け工																					
<計16ヶ月>																					
二 期 工 事	実施設計	(現地調査)																			
		(国内作業) (現地確認)																			
	入札業務	<計2.5ヶ月>																			
		No.24&No.25準備工																			
		No.24直接仮設工																			
		No.24橋梁下部工																			
		No.24橋梁上部工(PC製作)																			
		No.24橋梁上部工(桁架設他)																			
		No.24道路工(土工・舗装工)																			
		No.24護岸工																			
No.25直接仮設工																					
No.25橋梁下部工																					
No.25橋梁上部工(PC製作)																					
No.24橋梁上部工(桁架設他)																					
No.25道路工(土工・舗装工)																					
No.25護岸工																					
No.24&No.25後片付け																					
<計18ヶ月>																					

(1) 実施設計業務

カンボディア国政府とコンサルタント契約を結んだ日本のコンサルタントが、期分け毎の実実施設計業務を以下の様に行う。

1) 1 期目

- ・ 3 橋梁の詳細設計
- ・ 26 号橋の事業費積算、入札関係書類、工事仕様書の作成

2) 2 期目

- ・ 24 号橋と 25 号橋の事業費積算、入札関係書類、工事仕様書の作成

(2) 入札業務

カンボディア国政府の実施機関に代わって、コンサルタントが下記のような入札業務を日本国内で期分け毎に行う。

- ・ 入札希望業者の資格審査書類の受付
- ・ 資格審査とショートリストの作成
- ・ 工事説明会の開催と質疑応答
- ・ 入札と入札審査評価の作成
- ・ 審査会の開催と業者の決定および通知

(3) 建設工事（施工監理業務）

工事契約後、日本国政府の認証を得て工事を着工する。工事内容は、準備工、仮設工、橋梁下部工、橋梁上部工、道路工、護岸工（護床工を含む）、後片付け工から成る。第1期工事は26号橋、第2期工事は24号橋と25号橋であり、各工期はそれぞれ16ヶ月と18ヶ月である。

上記の建設工事期間に亘って、施工監理計画に示すような業務がコンサルタントによって行われる。

4.1.7 相手国側負担事項

本計画における相手国負担事項は、以下の通りである。

- ・ 事業実施における安全確保
- ・ 地雷撤去（先方政府により、計画対象サイトの地雷は撤去済みであることを確認済み）

- ・ 重車両の規制
- ・ 建設用地の取得および仮設工事に必要な用地の提供
- ・ 建設用地内の家屋移転補償費および換金樹木補償費
- ・ 政府所有の土取場の無償提供
- ・ 搬入される資機材の免税措置および速やかな通関手続き
- ・ 本計画の実施に係わる日本人や第三人の入国時に課せられる関税、税金やその他の財政課徴金の免除

これらの内、カンボディアにおける土地収用手続きおよび免税手続きの手順は、以下の通りである。

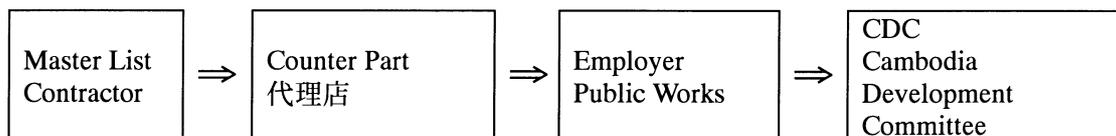
一 土地収用手続き

1. 公共事業省は、図面・書類により土地・家の収用の確認をする。
2. 公共事業省と当確地域の役所と協力して、収用費用を見積る。
3. その後、各地主、立ち退き家屋と話し合いを行ない、これらの内容を財務省に報告する。
4. 財務省は内容を検討し、承認したら支払、両者合意の書類を作成する。
5. 取り壊しなどの実作業に入る。

本工事は、1期工事が2000年11月、2期工事が2001年9月に着工となる。よって、カ国はプロジェクトがとどこうりなく行われるよう、工事着工前に土地収用を行うこととする。

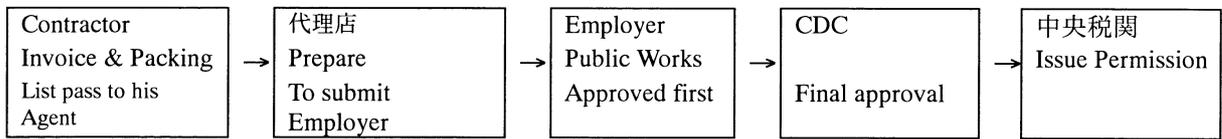
一 免税手続き

第一段階（事前準備）：



- 1-1. 請負業者がマスターリストを作成し、代理店（輸入代行業者・輸送業者）へ提出・委託する。
- 1-2. 代理店は請負業者のカウンターパートへ提出する。カウンターパートの承認後、書類を受け取り、最終承認先のCDCへ提出する。
- 1-3. CDC承認後、承認書類の発行となる。

第二段階（輸入時）：



- 2-1. 請負業者はインボイス及びパッキングリストを代理店へ提出。
- 2-2. 代理店は CDC へ提出。
- 2-3. CDC は週に一度火曜日にしか承認事項の会議を行なわない。CDC において承認に約 1 週間はかかる。
- 2-4. CDC 承認後、代理店は中央税関へ提出。通関手続を行なう。
- 2-5. 中央税関の承認を得て、入港場所の税関（検査他）全て代理店が行なう。
* 上記、マスターリスト承認には一切経費はかからない。

4.2 概算事業費

4.2.1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、必要となる事業総額は 13.29 億円となる。先に述べた日本とカンボディア国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば次の通りに見積もられる。

(1) 日本側負担経費

事業費区分	第1期	第2期	合計
1) 建設費	4.51 億円	7.72 億円	12.23 億円
・直接工事費	2.44	5.01	7.45
・共通仮設費	1.02	0.90	1.92
・現場経費	0.74	1.27	2.01
・一般管理費	0.31	0.54	0.85
2) 設計・監理費	0.58 億円	0.48 億円	1.06 億円
合 計	5.09 億円	8.20 億円	13.29 億円

(2) カンボディア国側負担

1) 建設用地取得費	US\$ 48,088	(5.11 百万円)
2) 仮設工事に用借地費	US\$ 94,642	(10.05 百万円)
3) 家屋移転補償費	US\$ 3,336	(0.35 百万円)
4) 換金樹木補償費	US\$ 315	(0.03 百万円)
合 計	US\$ 146,381	(15.55 百万円)

注) 詳細は添付資料を参照

なお、現在の 24 号橋は橋脚の損傷が著しく、構造的に非常に不安定な状態となっている。しかしながら、24 号橋の架け替えは約 3 年先の予定であり、それまでは現橋を使用することとなる。本プロジェクト実施に当たり工事車両の通行による更なる影響も想定される。そこで、工事着工前に 24 号橋の補強を行う。

(3) 積算条件

- 1) 積算時点 : 平成 12 年 3 月
- 2) 為替交換レート : 1US\$ = 106.23 円
現地の流通通貨単位は Riel であるが、商取引においては米国ドルである。したがって、積算の現地通貨も米国ドルとする。
- 3) 施工期間 : 2 期による工事とし、各期に要する詳細設計や工事の期間は

実施工程表に示した通りである。

- 4) その他 : 本計画は日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

4.2.2 運営維持・管理費

(1) 維持管理体制

維持管理実施部局は、公共事業運輸省道路局である。

本計画の橋梁は後述する(2)の維持管理を行ってれば、完成後 20 年から 30 年の間は大規模な補修の必要はない。また、取付道路の舗装寿命は5～10年であるので、この間における大規模な補修の必要はない。したがって、本計画完成後の維持管理は、現状の維持管理体制下で実施可能である。

(2) 維持管理方法

本計画の主体は3橋梁であるが、現道からの取付道路も維持管理の対象とする。橋梁完成後の維持管理は表 4.2.1 に沿って実施する必要がある。

表 4.2.1 維持管理点検項目リスト

	点 検 項 目	保 守・修 理	定期点検
橋	①橋面排水管	土砂等による排水管詰まりの清掃	3ヶ月
	②伸縮装置	伸縮装置の緩み、およびシール脱落の補修	3ヶ月
	③高欄	自動車の衝突等による損傷の補修	3ヶ月
	④支承	堆積土砂等の除去	6ヶ月
梁	⑤上部工	ヒビワレ等の点検と補修	1ヶ年
	⑥下部工	ヒビワレ等の点検と補修	1ヶ年
	⑦護床	洗掘の点検と補修	1ヶ年
道 路	①路面	パッチング、段差擦り付け	1ヶ月
	②路肩および法面	植栽(芝)、補強盛土、石張補修	1ヶ月

上表に示す維持管理の定期点検や軽度の保守の人員は、4.0(人日/月)程度割当てれば十分である。

定期点検において重要なことは、将来の補修時期や補修規模を想定する資料とするために、橋梁の点検結果を記録することである。そのために、定期点検システムを初期の段階から確立しておく必要がある。

(3) 維持管理費

人件費(エンジニア)	: US\$20/人日×2人日×12月	=US\$480
人件費(作業員)	: US\$5/人日×2人日×12月	=US\$120
雑材料(労務費の80%)	: 1式	=US\$480
車両代(運転手・燃料込み)	: <u>US\$60/日×12月</u>	<u>=US\$720</u>
	合計	US\$1,800/年

したがって、年間の維持管理費はカ国公共事業運輸省年間予算の0.02%程度であり、予算や人員の面から特に問題はない。

第5章 プロジェクトの評価と提言

第5章 プロジェクトの評価と提言

5.1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果

プロジェクト調査対象路線の国道6A号線は、首都プノンペンと同国最大の人口を有するコンポンチャム州北東部の都市コンポンチャムを結ぶ重要な幹線道路の一部であるとともに、アジアハイウェイルートでもある。現在の道路状況は、1996年9月に発生したハリケーンにより大きな被害を被り、いくつかの道路・橋梁で緊急に補修が必要な状況となっている他、洪水時には冠水し通年交通が不可能になることから、社会経済活動に多大な悪影響を及ぼす。

本計画は、このような状況のもとで、これらの道路・橋梁の緊急な復旧および通年交通を確保するために行うもので、事業の効果は次のようにまとめられる。

(1)直接効果

－ 道路交通機能の確保

1996年洪水で損傷し、現在仮橋および迂回路の交通を余儀なくされている26号橋梁と、その他の老朽化が著しく構造上の安全性の低下した24号橋と他25号橋を架け替えることで、幹線道路としての国道6A号線の交通機能確保が可能となる。

－ 洪水時の安全な交通の確保

国道6Aおよび6号線沿いの橋梁の洪水流下能力を確保することで、道路・橋梁の洪水に対する安全性が確保でき、洪水時においても安全な交通が可能となる。計画対象橋梁に関しては、橋台および橋脚の改修および護岸・護床工によって、洪水時の洗掘に対する安全性を確保できる。また、3橋の架け替えによって、国道6A号線上流域の洪水状況を現状より悪化させないことが可能となる。

(2)間接効果

－ 事業実施にともなう地域経済の活性化

事業実施により、プノンペンを中心とする地域経済の活性化に寄与できる。

－ 洪水時における避難場所の確保

国道 6A 号線周辺住民および家畜の多くは、これまで洪水時に道路・橋梁上に避難してきたが、道路決壊等により避難場所の安全性がおびやかされる場合があった。本計画によって国道 6A 号線の洪水時の安全性が確保され、住民および家畜の安全な避難が確保できる。

－ 国道 6A 号線下流の安定的土地利用に対する効果

本計画によって、洪水時の破堤に対する安全性が確保される。このため、国道 6A 号線下流の農地等の安定的土地利用が可能となる。

5.2 技術協力・他ドナーとの連携

カンボディア国における主要道路・橋梁の建設は WB、ADB 等の国際機関やオーストラリア、日本を始めとする諸外国からの技術および資金援助に依存している。内戦終結後の国内社会・経済の復興において、道路・橋梁の修復・改良は急務である。この意味から、他ドナーが行ってきた主要道路・橋梁建設とともに、国道 6A 号に対して本計画を実施する重要性は大きい。

本計画の実施に際しては、計画から施工まで、実施機関である公共事業運輸省及び道路局と十分協議・協力を行うことに加えて、他ドナーの道路施設プロジェクト担当者とも充分協議することにより、整合性のとれた事業の実施が可能である。

5.3 課題

本計画により、内戦により大きく損傷しているカンボディア国の道路網を改修し、首都プノンペンと農業生産地である同国北東地域とを陸上交通で結ぶことにより国内物流を促進・拡大し、首都を中心とした同国経済活動を復興させることに寄与すると考えられる。したがって、本計画を無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。

また、本計画の運営・管理については、維持管理の重要性を十分認識して道路施設の定期点検を実施するとともに、欠陥・損傷等が発見された場合、早期に補修対策を立案し、工事を実施することが重要である。従って、定期点検システムを初期の段階から確立し、将来の補修時期・規模を把握する基礎資料を作成する必要がある。

添 付 資 料

添付資料 1 調査団員氏名、所属

1. 調査団氏名、所属

本調査団は、次に示すような調査総括及びコンサルタントから構成される。

現地調査

－ 調査総括

大井 英臣 国際協力事業団国際協力専門員

－ コンサルタント

金子 義明 業務主任／河川防災

高井 好巳 橋梁設計 I

高田 栄 自然条件調査 I（地形・地質）

古川 隆司 自然条件調査 II（水理・水文）

水越 和雄 施工計画／積算

基本設計報告書案の現地説明

－ 調査総括

塩野 広司 国際協力事業団筑波国際センター業務第一課

－ コンサルタント

金子 義明 業務主任／河川防災

高井 好巳 橋梁設計 I

古川 隆司 自然条件調査 II（水理・水文）

添付資料 2 調査日程

2. 調査日程

調査日程（1）現地調査

日順	月 日	曜日	調 査 内 容
1	1月16日	(日)	大井総括、金子、高井、古川、高田団員、成田発→バンコク経由
2	17日	(月)	団員一同バンコク着、JICA 事務所、大使館表敬訪問、概要説明
3	18日	(火)	公共事業運輸省 (MPWT) 大臣、次官、局長表敬、概要説明
4	19日	(水)	MPWT と現地踏査 (国道 6A 号、6 号、7 号線)
5	20日	(木)	MPWT とインセプションレポート説明・協議、資料収集
6	21日	(金)	MPWT とインセプションレポート説明・協議、資料収集
7	22日	(土)	団内打合せ、資料整理
8	23日	(日)	休日
9	24日	(月)	M/M サイン、打合せ
10	25日	(火)	JICA、大使館へ M/M 結果報告、打合せ、大井総括バンコク発→他の任地へ
11	26日	(水)	現地調査 (橋梁、地質、測量)、収集資料検討
12	27日	(木)	現地調査 (橋梁、地質)、洪水氾濫状況検討、水越団員バンコク着
13	28日	(金)	現地調査 (橋梁、地質、測量)、洪水氾濫状況検討
14	29日	(土)	現地調査 (橋梁)、交通量調査準備
15	30日	(日)	休日
16	31日	(月)	現地調査 (橋梁、地質、測量)、RCC 訪問打合せ、資料収集
17	2月 1日	(火)	現地調査 (地質、測量)、交通量調査、氾濫原内水系調査、資料整理、古川団員バンコク発→バンコクへ (入院)
18	2日	(水)	6 A、6 号線洪水流下能力概略検討、橋梁健全度の検討、資料整理
19	3日	(木)	現地調査 (地質、測量、道路)、橋梁健全度の調査、6 A、6 号線洪水流下能力概略検討
20	4日	(金)	現地調査 (地質、測量、水文)、橋梁健全度の検討、資料収集
21	5日	(土)	現橋の修復検討、大野団員バンコク着
22	6日	(日)	休日
23	7日	(月)	現地調査 (橋梁、水文)、資料収集 (建設事情)、資料整理
24	8日	(火)	現地調査 (地質)、現橋の修復検討、資料収集 (建設事情)、資料整理
25	9日	(水)	氾濫原洪水実績検討、交通量調査、現地調査 (交通)、
26	10日	(木)	現地調査 (地形・地質、道路)、6 A・6 号線洪水被害実績検討、設計条件の検討
27	11日	(金)	現地調査 (現況施設)、メコン洪水流量検討、資料収集 (建設事情)、資料整理、高田団員バンコク発→帰国
28	12日	(土)	資料整理
29	13日	(日)	休日
30	14日	(月)	現地調査 (現況施設、河川構造物)、氾濫原洪水流入形態検討、資料整理

日順	月 日	曜日	調 査 内 容
31	1 5 日	(火)	メコン委員会と協議、資料整理、新設、改良計画
32	1 6 日	(水)	現地調査（橋梁、道路）、資料収集（水資源気象省）、資料整理
33	1 7 日	(木)	MPWTと基本方針・設計基準等の協議、資料収集（公共事業省水路部）、建設事情調査（環境省、建設業者）
34	1 8 日	(金)	現地調査（水文、道路）、建設事情調査（建設業者）、資料整理
35	1 9 日	(土)	橋梁概略検討
36	2 0 日	(日)	休日
37	2 1 日	(月)	JICA、大使館への報告、現地調査（水文）、資料整理
38	2 2 日	(火)	関係機関への報告、現地調査（水文）、資料整理、帰国準備
39	2 3 日	(水)	金子、高井、大野、水越団員 プノンペン発→バンコク着
40	2 4 日	(木)	金子、高井、大野、水越団員 バンコク発→成田着

調査日程（２）基本設計概要書の現地説明

日順	月 日	曜日	調 査 内 容
1	5月14日	(日)	塩野総括、金子、高井、古川団員、成田発→バンコク経由
2	15日	(月)	団員一同バンコク着、JICA 事務所・大使館表敬訪問、概略説明、公共事業運輸省 (MPWT) 大使・次官・局長表敬、概要説明
3	16日	(火)	MPWT とドラフトファイナルレポート説明・協議、現地調査
4	17日	(水)	MPWT とドラフトファイナルレポート説明・協議
5	18日	(木)	M/M サイン、打合せ
6	19日	(金)	JICA ・大使館への報告、塩野総括がバンコク発→バンコク経由帰国
7	20日	(土)	MPWT と現地調査
8	21日	(日)	団内打合せ
9	22日	(月)	MPWT と現地調査
10	23日	(火)	JICA ・大使館への報告、金子、高井、古川団員がバンコク発→バンコク着
11	24日	(水)	金子、高井、古川団員がバンコク発→成田着

添付資料 3 相手国関係者リスト

3. 相手国関係者リスト

3.1 日本側関係者

1) 在カンボディア日本国大使館

日本大使	斎藤 正樹 (Saito Masashi)
参事官	山本 栄二 (Yamamoto Eiji)
二等書記官	石本 毅 (Ishimoto Tsuyoshi)
二等書記官	明瀬 一行 (Myose Kazuyuki)
二等書記官	渡辺 祐二 (Watanabe Yuji)

2) JICA カンボディア事務所

所長	松田 教男 (Matsuda Norio)
次長	益田 信一 (Masuda Shinichi)
専門家	高垣 泰雄 (Takagaki Yasuo)
	中村 一平 (Nakamura Ippei)
	川村 勝 (Kawamura Masaru)
	萩原 哲雄 (Hagiwara Tetsuo)
	秋山 清 (Akiyama Kiyoshi)
	渡辺 隆志 (Watanabe Takashi)
	梅崎 路子 (Umesaki Michiko)

3) メコン委員会

増本 隆夫 (Masumoto Takao)

3.2 カンボディア側関係者

1) 公共事業・運輸省

大臣

Mr. KHY TAINGLIM

次官

Mr. Tram Iv Tek

Secretary of State

Mr. UK CHAN

Under Secretary of State of Public Works and
Transport

公共事業局長

CHHIN Kong Hean, P.ENG, M. Sc

Director-General of Public Works, MPWT

部長

Dr. YIT BUNNA

Director

Public Works Research Centre, MPWT

次長

Ph.D. KHUN Sokha

Deputy Director

Public Works Research Centre, MPWT

部長

Mr. Tauch Chankosal

Director

Heavy equipment center

2) 環境省

部長

Mr. Tea Chup (MD)

Director of Environment Impact Assessment
Department

3) 水資源・気象省

部長

Mr. Seth Vannareth

Director

Department of Meteorology (DOM)

次長

Mr. Long Saravuth

Deputy Director

Department of Hydrology and River Works

添付資料 4 当該国の社会・経済事情

カンボディア王国
Kingdom of Kampuchea

一般指標					
政体	立憲君主制	*1	首都	プノンベン (Phnom Penh)	*2
元首	国王ノロドム・シハヌーク	*1,3	主要都市名	シアヌークビル、バタンパン、シエムレア	*3
			雇用総数	5,449千人 (1997年)	*6
独立年月日	1953年11月9日	*3,4	義務教育年数	年間 (年)	*13
主要民族/部族名	クメール人93%、中国人3%、ウエイトナム人3%	*1,3	初等教育就学率	110.0% (1996年)	*6
主要言語	カンボディア語 (クメール語)	*1,3	中等教育就学率	29.0% (1996年)	*6
宗教	仏教 (小乗仏教)	*1,3	成人非識字率	% (年)	*13
国連加盟年	1955年12月14日	*12	人口密度	57.98人/km2 (1997年)	*6
世銀加盟年	1970年7月	*7	人口増加率	2.8% (1980年)	*6
IMF加盟年		*7	平均寿命	平均 53.40 男 51.50 女 55.00	*6
国土面積	181.00千km2	*6	5歳児未満死亡率	147/1000 (1997年)	*6
総人口	10,480千人 (1997年)	*6	カロリー供給量	1,974.0 cal/日/人 (1996年)	*10

経済指標					
通貨単位	リエル(Riel)	*3	貿易量	(1998年)	
為替レート	1 US \$ = 3,772.00 (2000年6月)	*8	商品輸出	705.4百万ドル	*15
会計年度	Dec. 31	*6	商品輸入	-1,092.2百万ドル	*15
国家予算	(年)		輸入カバー率	(月) (1997年)	*14
歳入総額		*9	主要輸出品目	木材、ゴム	*1
歳出総額		*9	主要輸入品目	金、タバコ、石油製品、車輛	*1
総合収支	16.8百万ドル (1998年)	*15	日本への輸出	16百万ドル (1998年)	*16
ODA受取額	372.0百万ドル (1997年)	*18	日本からの輸入	44.9百万ドル (1998年)	*16
国内総生産(GDP)	3,044.50百万ドル (1997年)	*6			
一人当たりGNP	300.0ドル (1997年)	*6	粗外貨準備額	298.5百万ドル (1997年)	*6
GDP産業別構成	農業 51.1% (1997年)	*6	対外債務残高	2,128.7百万ドル (1997年)	*6
	鉱工業 14.5% (1997年)	*6	対外債務返済率(DSR)	1.1% (1997年)	*6
	サービス業 34.4% (1997年)	*6	インフレ率	%	*6
産業別雇用	農業 男 68.7% 女 78.3% (1990年)	*6	(消費者価格物価上昇率)	(1990-97年)	
	鉱工業 7.5% 7.5% (1990年)	*6			
	サービス業 23.9% 14.2% (1990年)	*6	国家開発計画		
実質GDP成長率	5.5% (1990年)	*6			*11

気象	(年～年平均)	観測地：プノンベン (北緯11度35分、東経104度55分)												
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均/計	
降水量	9	8	28	73	146	129	129	147	231	250	134	36	1320 mm	
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	27.6 °C	*4,5

- *1 各国概況 (外務省)
- *2 世界の国々一覧表 (外務省)
- *3 世界年鑑1999 (共同通信社)
- *4 最新世界各国要覧9訂版 (東京書籍)
- *5 理科年表1999 (国立天文台編)
- *6 World Development Indicators1999
- *7 The World Bank Public Information Center, International Financial Statistics Yearbook 1998
- *8 Universal Currency Converter

- *9 Government Finances Statistics Yearbook1998 (IMF)
 - *10 Human Development Report1999(UNDP)
 - *11 Country Profile(EIU),外務省資料等
 - *12 United Nations Member States
 - *13 Statistical Yearbook 1999(UNESCO)
 - *14 Global Development Finance1999(WB)
 - *15 International Finances Statistics 1999(IMF)
 - *16 世界各国経済情報ファイル1999(日本貿易振興会)
- 注：商品輸入については複式簿記の計上方式を採用しているため
支払い額はマイナス表記になる

カンボディア王国
Kingdom of Kampuchea

我が国におけるODAの実績		(資金協力は約束額ベース、単位：億円)				*17
項目	暦年	1995	1996	1997	1998	
技術協力		14.86	23.66	27.08	18.50	
無償資金協力		64.19	71.78	41.84	78.23	
有償資金協力		0.00	8.03	0.00	0.00	
総額		79.05	103.47	68.92	96.73	

当該国に対する我が国ODAの実績		(支出純額、単位：百万ドル)				*17
項目	暦年	1995	1996	1997	1998	
技術協力		17.14	20.12	25.52	23.05	
無償資金協力		134.90	55.40	36.11	58.35	
有償資金協力			-4.18			
総額		152.04	71.33	61.63	81.40	

OECD 諸国の経済協力実績		(支出純額、単位：百万ドル)				*18
	贈与 (1) (無償資金協力・ 技術協力)	有償資金協力 (2)	政府開発援助 (ODA) (1)+(2)=(3)	その他政府資金 及び民間資金(4)	経済協力総額 (3)+(4)	
二国間援助 (主要供与国)	225.9	0.1	226.0	5.5	231.5	
1. Japan	61.6	0.0	61.6	1.0	62.6	
2. United States	32.0	-2.0	30.0	0.0	30.0	
3. France	27.1	0.0	27.1	2.5	29.6	
4. Australia	24.0	0.0	24.0	0.0	24.0	
多国間援助 (主要援助機関)	104.7	41.2	145.9	0.0	145.9	
1. UNDP			37.9	0.0	37.9	
2. CEC			32.9	0.0	32.9	
その他						
合計	330.6	41.4	372.0	5.4	377.4	

援助受入窓口機関	*19
技術協力：カンボディア開発評議会 (C.D.C)	
無償：カンボディア開発評議会 (C.D.C)	
協力隊：カンボディア開発評議会 (C.D.C)	

*17 我が国の政府開発援助1999(国際協力推進協会)

*18 Geographical Distribution of Financial Flows to Aid Recipients 1999(OECD)

*19 JICA資料