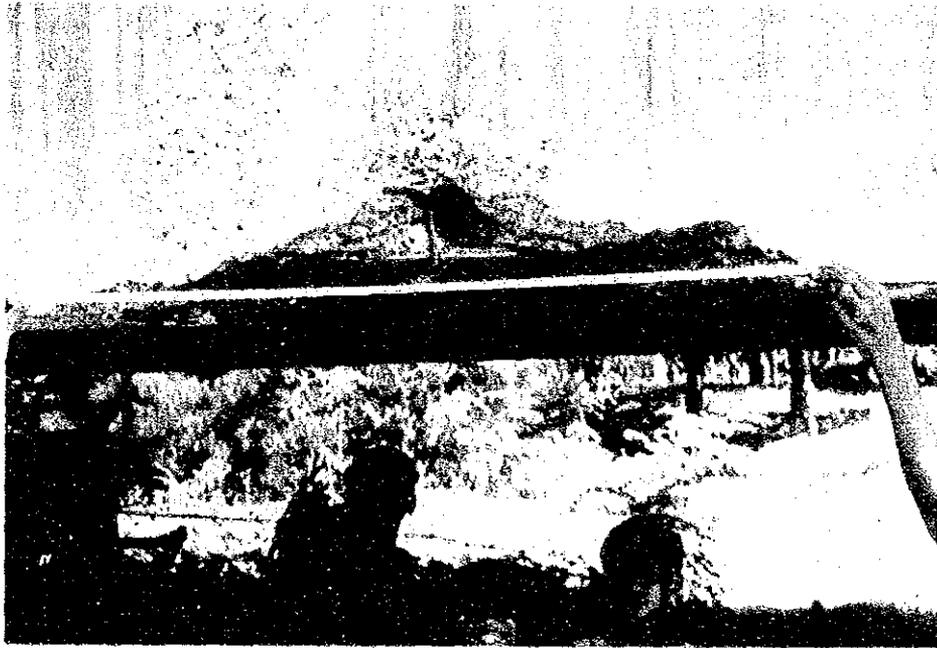


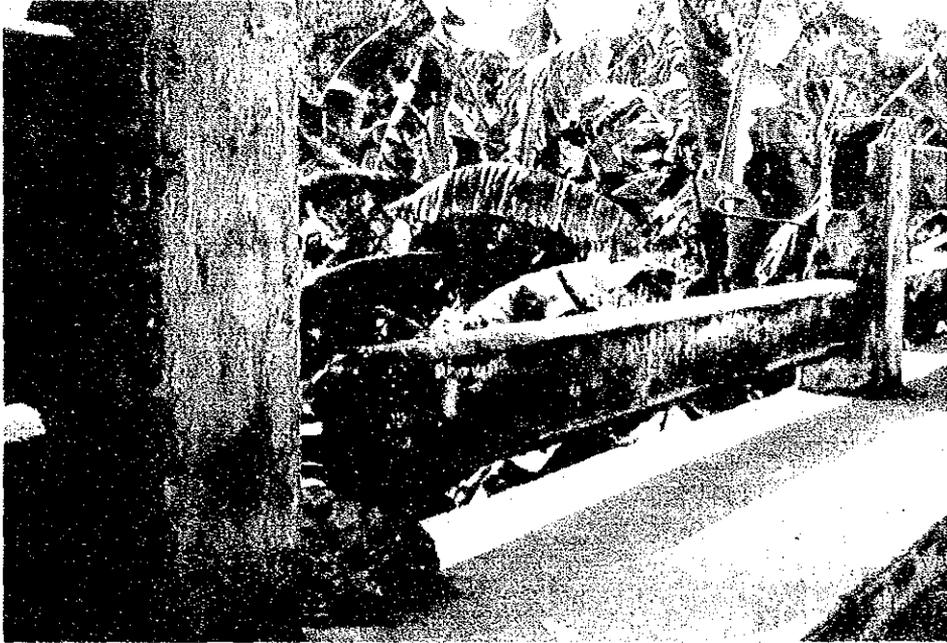
損傷橋梁の現状、損傷原因、対策

Part 2-3 桁のコンクリートの剥離、断面欠損	
<p>現 状</p>	<p>No.2 Khtor 1st 桁の下縁付近が長さ1 m程度の剥離している。浮き錆は発生していない。</p> <p>No.25 Kompong Pras 2nd 桁が2.5mの長さで完全に抜け落ちている。浮き錆は発生していない。</p>
<p>写 真</p>	 <p style="text-align: right;">No.2 Khtor 1st橋</p>
<p>原 因</p>	<p>1. 桁が爆破された。</p>
<p>対策案</p>	<p>1. 桁を部分補修を行なう。</p> <p>2. 吊り支保工を行ない、コンクリートを打設する。</p>

損傷橋梁の現状、損傷原因、対策

パターン 3 床版の陥没	
現状	<p>No.3 Khtor 2nd 0.6×0.6の陥没孔 No.4 Prek Ta Sun 0.8×0.8の陥没孔 No.6 Prek Vangsar 1.1×1.0の陥没孔 No.8 Prek Suon Choeurn 1.2×1.0の陥没孔と1.4×1.2 (t=15cm) の剥離 No.25 Kompong Pras 2nd 1.9×1.6、0.9×0.8、1.7×1.4の陥没孔 橋梁の前後の盛土が流失しているため、本橋梁は現在使われていない。</p>
写真	
原因	<p>1. ロケット弾等により破壊されている。</p>
対策案	<p>1. 床版の部分補修とする。 2. 吊り支保工を行ない、コンクリートを打設する。</p>

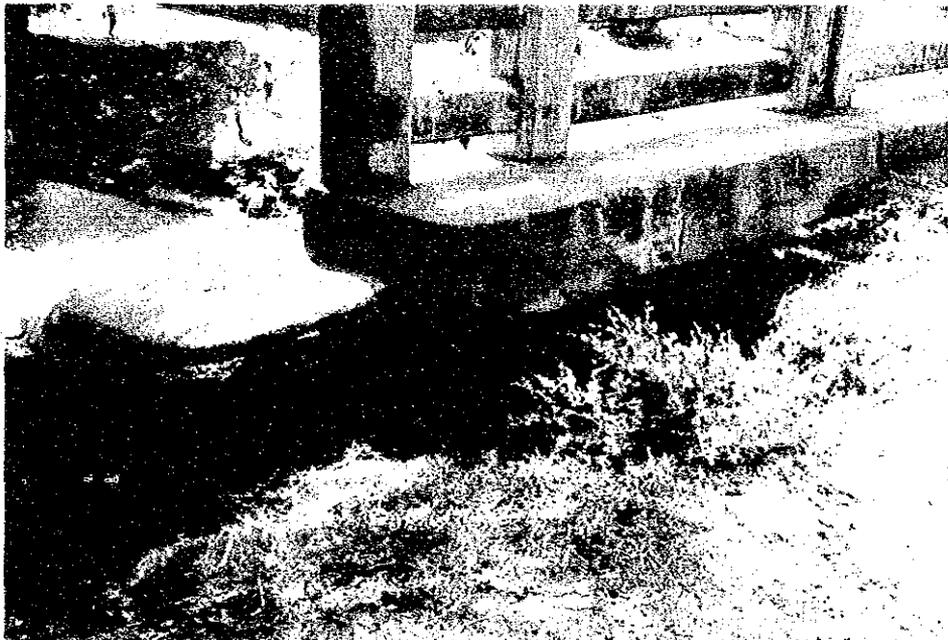
損傷橋梁の現状、損傷原因、対策

Part 4 高欄の損傷	
現状	高欄の損傷は半壊を含めて15橋に及んでいる。特にNo.14のPrek Kheng橋は10径間全てなくなっている。
写真	
原因	1. ロケット弾等による破壊と車等の衝突による破壊が考えられるが、ほとんどがロケット弾等による破壊と考えられる。
対策案	1. 損傷部分を撤去新設する。 2. 新設箇所は、15橋134パネルとなる。 3. No.14のPrek Kheng橋の高欄は、鋼製高欄、またはコンクリートの壁高欄の使用が考えられる。また、高欄表面をデザインすることも考えられる。

損傷橋梁の現状、損傷原因、対策

Part 5-1 アプローチ部の完全流失	
<p>現 状</p>	<p>No.7 Prek Chik アプローチ部が完全に流失、そこに仮橋が設置されている。</p> <p>No.26 Kompong Pras 3rd 付近の盛土部も流失しているため、現在この橋は全く使われていない。</p>
<p>写 真</p>	<div data-bbox="360 611 1294 1256" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: right;">No.7 Prek Chik橋</p>
<p>原 因</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. スローププロテクションが不十分なため、洪水時に裏込め土が流出した。 2. 洪水時の水位の変化に伴ない、盛土部に残留水圧が発生し、裏込め土が流出した。 <p>上記のようないろいろな要因により、流出したと考えられる。</p>
<p>対策案</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. スローププロテクションを設ける。 2. 残留水圧を極力小さくするために、透水性の高い裏込め材、盛土材の選定を行なう。 3. アプローチスラブを設置する。

損傷橋梁の現状、損傷原因、対策

パターン 5-2 アプローチ部の一部流失	
現 状	全橋梁のアプローチ部分の土砂が一部流失している。特に雨水が集まる地覆付近が顕著である。流出部分には木や草が生い茂っており、車道幅員を狭めている。
写 真	
原 因	<ol style="list-style-type: none"> 1. アプローチスラブがないため橋梁とアプローチ部で段差ができ、その箇所に雨水が溜まり、土砂を流出させる。 2. 裏込め材の選定が悪く、裏込め排水が設置されていない。 3. スローププロテクションが不十分である。
対策案	<ol style="list-style-type: none"> 1. スローププロテクションを設ける。 2. 透水性の高い裏込め材の選定を行なう。 3. アプローチスラブを設ける。 4. アスファルト舗装を行なう。



カルバートの損傷状況-1

3連のカルバートであるが、
爆破により破壊されており
車道の下ではつぶれている。
No.4パイプカルバート。

カルバートの損傷状況-2

漏水期でも水没している、
No.9のパイプカルバート



(3) 盛土と法面の損傷状況

盛土と法面の損傷を大別すると次の5つからなる。

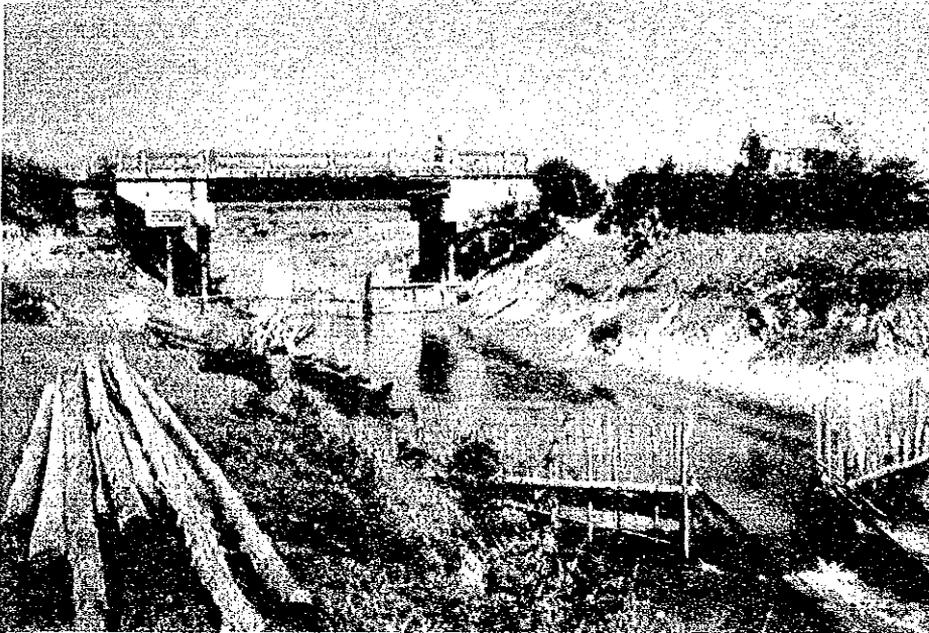
- 盛土の崩壊（写真1～4参照）
- 盛土の沈下（写真5、6参照）
- 法面の崩壊（写真5～7参照）
- 法面の浸食（写真8参照）
- 横断交通によるわだち掘れ（写真9参照）

全線44kmに小規模な損傷265ヶ所、比較的規模の大きいもの45ヶ所が存在している。特に規模の大きい盛土の崩壊は、橋梁番号7 Prek Chik (Sta. 11+380) と Sta. 40+350～Sta. 42+000に見られ、その規模は次のとおり。

	位 置	延長 (m)	消失土量(m ³)
1.	Sta. 11+380	16	850
2.	Sta. 40+360	30	2,050
3.	Sta. 40+440	71	6,810
4.	Sta. 41+270	74	8,630
5.	Sta. 41+530	40	2,970
6.	Sta. 41+940	40	2,350
7.	Sta. 42+000	37	1,850
	合 計	308	25,510

上記7ヶ所の盛土崩壊の原因は、建設に従事した技術者、現在RBDに在籍している技術者、および地元住民へのインタビューから得た情報をもとにまとめると次のようになる。

- Sta. 11+380 Prek Chik橋は、メコン河の水位の上昇につれてOmpeach湖に流入し、水位が下がると同湖から流出するChik川に架かる橋である。Chik川の流出期間は2ヶ月程度であるが、他の川ではほとんど流出は生せず、生じても20日間程度である。Sta. 12+450の3連パイプカルバートが爆破されてからは、橋台の裏込めの浸食が進み現在に至っている。過去の洪水位は路面下80cm程度であった。
- Sta. 40+360からSta. 42+000では大小6ヶ所の盛土が崩壊している。盛土崩壊箇所は、乾期にも水溜まりになるほどの低い窪地になっている。この6ヶ

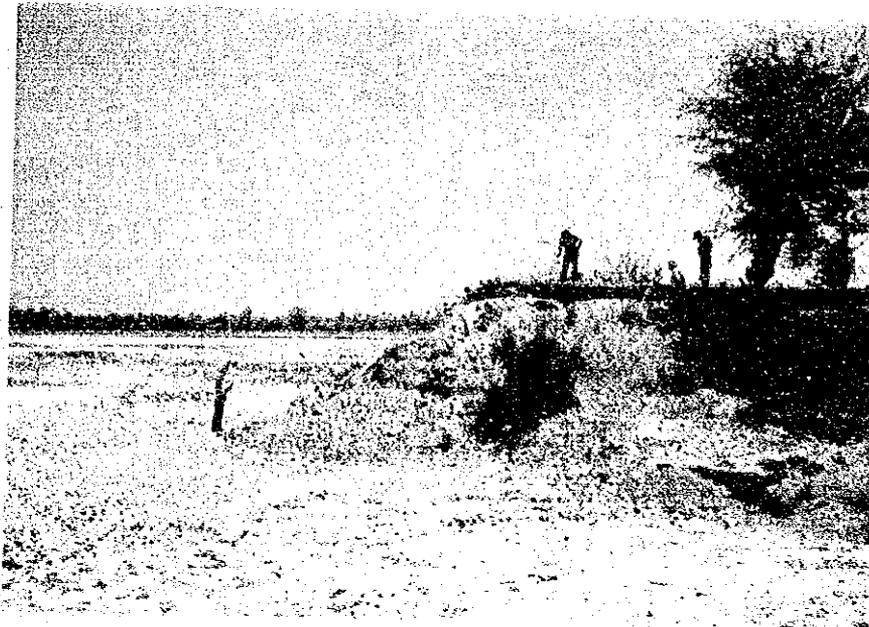


盛土／法面の損傷状況－1
橋台背面の盛土消失

盛土／法面の損傷状況－2
盛土の崩壊



盛土／法面の損傷状況－3
盛土の崩壊



盛土／法面の損傷状況－4

盛土の崩壊

盛土／法面の損傷状況－5

法面の崩壊と盛土の沈下



盛土／法面の損傷状況－6

法面の崩壊と盛土の沈下



盛土／法面の損傷状況－7
法面の崩壊

盛土／法面の損傷状況－8
雨水による法面の浸食



盛土／法面の損傷状況－9
横断交通による盛土の堀削

所の崩壊の原因は、人為的なものと自然条件からくるものとが混じっているようである。すなわち初期には爆破や局部的掘削などより盛土が損傷し、その後雨水による浸食や洪水による法面崩壊が続いたと判断される。また、乾期にも水溜まりが残ることから元来水が集まりやすい地質条件であったことも確かである。一方、盛土が崩壊し、ある程度流失が進行した後は、崩壊区間が一定の状態を保っている。これは、氾濫パターンには緩やかな水位上昇、降下の性質があり、洪水の流速による浸食が主要な原因ではなかったと考えられる。

- 今回実施されたボーリングによる地質調査結果より、同地域には大きな圧密層が存在しないことが確認されており、盛土の沈下は盛土本体の急速施工が原因と考えられる。横断交通により削られた盛土損傷は、主に牛車の繰り返し交通による轍掘れと、雨水による浸食が主因となっている。法面の崩壊は小規模なものが多いが、高盛土区間では大きな盛土崩壊も十数ヶ所見られる。しかし、現在は深く植生に覆われ安定しているところが多い。法面崩壊の原因は、洪水期の水位降下時に生じる内部過剰間隙水圧によるはらみ出しや崩壊と考えられる。法面の浸食は、盛土の人為的局部破壊、もしくは舗装に生じたクラックからの雨水侵入による浸食であると考えられ、浸食作用は現在も進行中である。

(4) 舗装の損傷状況

国道6A号線の建設はカンボディア独自の資金で実施され、1962年に開始し1968年完成した。この道路の建設には、アメリカの援助で建設された国道4号線に用いられた設計と施工技術、施工機械を使用した。道路の標準断面は図3-6に示すようなものであったと考えられる。

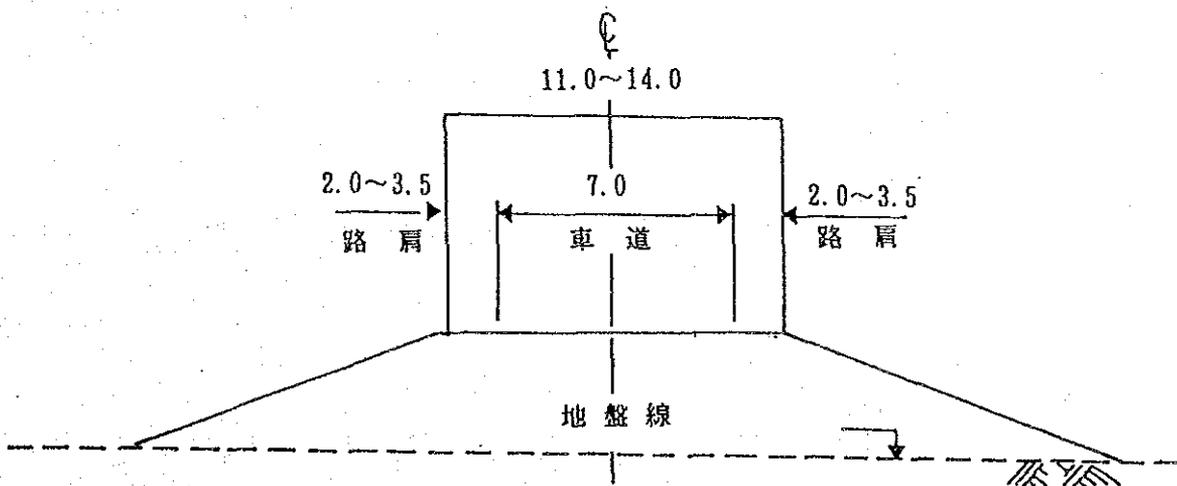


図3-6 国道6A号線の建設時における道路標準横断面図

11 mの盛土天端幅員は高盛土区間に適用されたようである。法勾配は1:2程度、舗装は路床上全厚25 cm程度の路盤と表層からなっていた。

始点から10 km区間はアスファルト舗装が施工され、現在もクラックや陥没、植生による損傷はあるが、軽トラックによる走行が可能である（写真-1参照）。6番目の橋梁であるprek Vongsar橋（Sta. 10+360）をすぎると表層は消失して下層路盤が露出している（写真-2参照）。現在、部分的に残っている表層を見るとPrek Vongsar橋から終点までの区間は、2 cm程度の表面処理を施工していたと思われる（写真-4参照）。

舗装の損傷の原因は、表層の場合、維持管理の欠落によるアスファルトの劣化と、交通量が極端に少なかったことに起因した植生による蚕食が主であり、路盤や路肩ではクラックや人為的破壊部から雨水が侵入し、路床が浸食されたことによる陥没が主となっている。



舗装損傷状況-1

盛土の沈下による縦クラック
および植生による破壊

舗装損傷状況-2
表層の消失



舗装損傷状況-3

雨水による盛土の浸食
にともなう陥没



舗装損傷状況-4
路盤の破壊

舗装損傷状況-5
路床の崩壊にともなう
マカダム路盤の露出



舗装損傷状況-6
既存舗装の層構造

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4.1 計画の目的

本計画は、国道6 A号線を復旧し、国道6号線のフェリー渡河に伴う交通障害を除くとともに、円滑な交通流の確保を通じて、カンボディア経済の復興・発展に寄与することを目的とする。

4.2 要請内容の検討

(1) 計画の妥当性、必要性の検討

1) 計画の妥当性

長期にわたる紛争がようやく治まり、カンボディアは社会安定と経済復興に向けて歩み出した。紛争後の復興を達成するためには、交通基盤施設の修復が不可欠で、とりわけ道路施設の緊急な復旧が重要視されている。

国道6 A号線はプノンペン市北部にあるチュルイ・チョンバー橋を始点とし、国道6号線との交差点チュンチュノックを終点とする延長44kmの2車線道路である。

国道6 A号線は、26橋梁のうち4橋梁が落橋し、一般道路区間では、6ヶ所で盛土が消失しているため、約20年間通行不能な状態が続いている。このため、首都プノンペン市より北部後背地に向かう道路交通は国道5号線をトンレサップ川右岸沿いに北上し、約36km上流のプレックダムで一旦フェリーに乗換え渡河する代替ルートを用いているが、これにより、北部へ向かう交通は過酷な制約条件を強いられている。

国道6 A号線とチュルイ・チョンバー橋は、首都プノンペンと北部後背地とを結ぶルートのパノンペン側の基幹部を構成しており、カンボディアの道路復旧計画中最重要の対象として位置付けられている。

現在、我が国の無償資金協力により復旧中のチュルイ・チョンバー橋が開通した暁には、国道6 A号線のプノンペン寄り11km区間は部分的に再生することにな

るが、残り33km区間は年間を通して通行不能であり、幹線道路としての機能は回復しない。このため、同線全線を修復することは、道路の修復のみならず、チュルイ・チョンバー橋を含めた北部後背地に至るルートを再生させることとなる。

紛争が終わったばかりの現在のカンボディアの現状では、予算的にも技術的にもプロジェクトを実施することが非常に困難になっている。以上の背景に基づき、本計画を日本の無償資金協力により実施する意義は、非常に大きいといえる。

2) 計画の必要性

計画のマクロな必要性は、上述の内容から窺い知ることができる。計画の必要性を更に具体的に列記すると以下のとおりである。

- i. チュルイ・チョンバー橋の復旧工事が進行中であるが、プノンペン市の対岸側で同橋に接続する現道は国道6A号線しかなく道路交通網の連続性を考えた場合、本計画の必要性は高い。
- ii. プノンペン市と北部地方との連絡には、現在のところ、プレックダムフェリー経由以外方法がなく、交通のボトルネックとなっている。陸路による北部への物資の輸送と人の移動を通じ、同地域の民生の安定と経済復興を図るうえで、6A号線の早期復旧が緊急不可欠な課題となっている。
- iii. 現在復旧中のチュルイ・チョンバー橋が開通した暁には、プノンペン寄り11km区間は部分的に再生することになるが、残り33km区間は年間を通して通行不能であり、幹線道路としての機能は回復しない。このため、国道6A号線全線を修復することは、道路の修復のみならず、チュルイ・チョンバー橋を含めた北部後背地の道路網を再生させることとなる。
- v. 本計画の影響圏にはプノンペン市と北部9州を含むと想定され、人口は全国総人口の約50%を占めている。約430万人におよぶ影響圏の住民が流通コストの低下等の恩恵を受けることになることを考えると、6A号線の早急な復旧が、国全体の経済復興のためにも是非必要と考えられる。

(2) 実施・運営機関の検討

1) 行政組織

本計画の実施機関は、交通・運輸・郵便省の道路・橋梁局である。交通・運輸・郵便省は図4-1に示す16局からなっている。

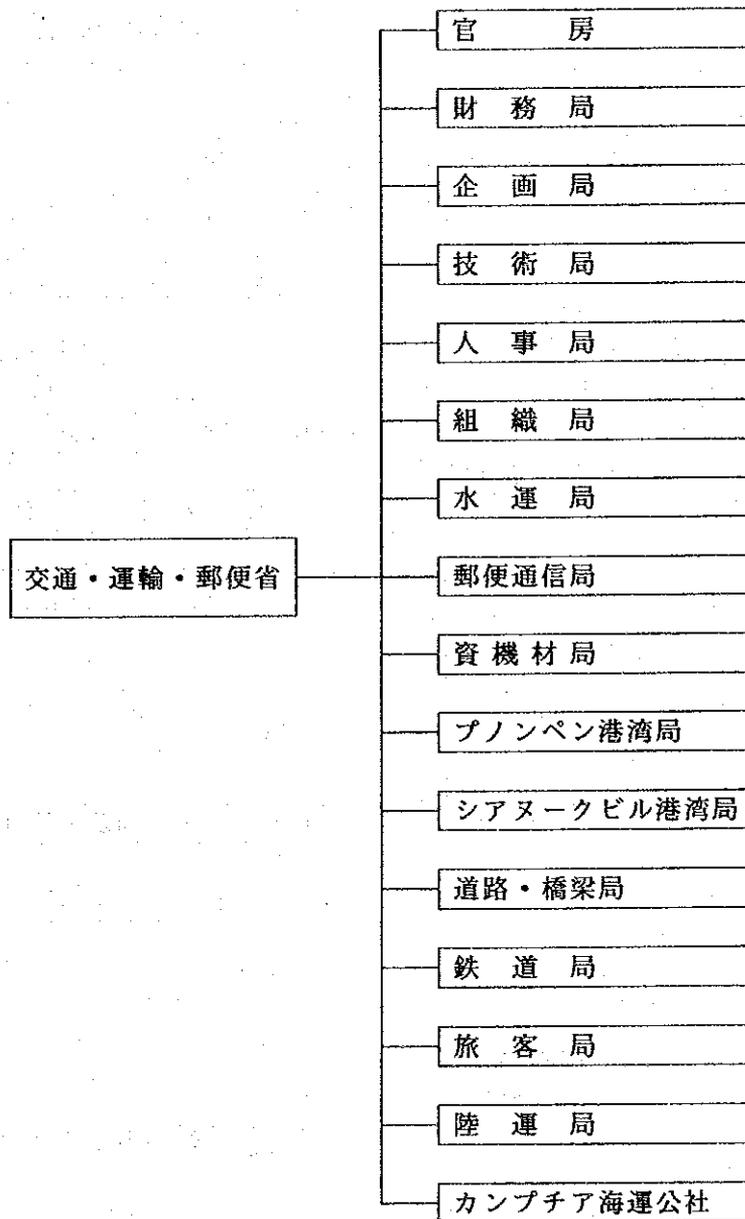
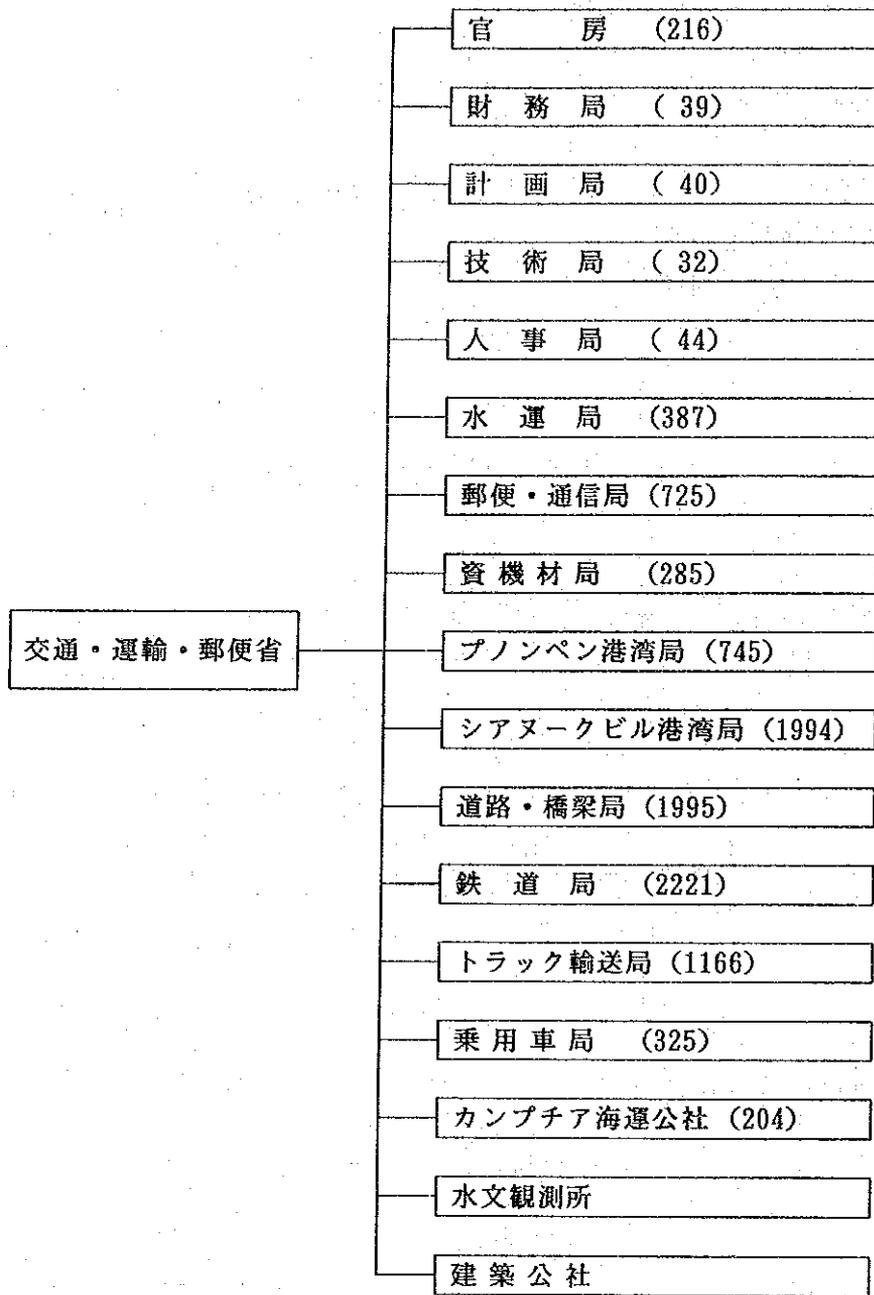


図4-1 交通・運輸・郵便省の組織

現在、交通・運輸・郵便省は組織改革中であり、新しい組織図は未だ承認されていないが、その概要は図4-2とおおりである。



(注) カッコ内の数字は人員を示す。

図4-2 提案されている新組織図

図4-1および図4-2に示すように、交通・運輸・郵便省は公共事業としての道路橋梁、鉄道、プノンペン港、シアヌークビル港の建設および維持管理を担当するばかりではなく、旅客貨物の運輸事業および通信郵便などの郵政業務をも担当している。交通・運輸・郵便省はその翼下に独立採算性を原則とした現業部門を持っている。現業部門を含めた総職員数は約10,000名である。

2) 実施機関

事業実施機関である道路・橋梁局（RBD）の組織図を図4-3に示す。各部門の概要は、以下のとおりである。

i. 道路建設公社 (Road Construction Company)

職員総数は249名、橋梁を除く舗装および土工の道路建設を請け負っている。1990年実績はアスファルト舗装4.7km、道路補修5.0kmであるが、1991年には国道3号線の河岸決壊部分の補修にとどまっている。また、1992年実績は1991年度の繰り越し工事となっており、アスファルト舗装の実績はたった300mにすぎない。以上のように、道路建設会社の活動は年々衰えつつあり、現在は活動休止の状態にある。

ii. 橋梁建設公社 (Bridge Construction Company)

職員総数は318名、橋梁の建設と修繕を請け負っている。1990-1992年の活動実績は表4-1のとおりである。

表4-1 橋梁建設公社の活動実績 (1990-1992)

年 度	橋梁新設 (m)	橋梁補修 (m)
1990	567	370.7
1991	312.5	96
1992	660	-

橋梁建設公社は現在、UNTAC/UNDPのもとで、橋梁復旧事業に参加している。

iii. 砕石生産公社 (Crushing Stone Company)

職員総数は168名、道路・橋梁工事に使用する砕石を生産している。砕石プラントは現在次の6ヶ所がある。

- | | | |
|---|----------|-------|
| ① | バセット | 合弁企業 |
| ② | トロパンクロレン | 合弁企業 |
| ③ | ブノムチソー | 合弁企業 |
| ④ | ブノムトム | 合弁企業 |
| ⑤ | チャーコーチ | 道路局直営 |
| ⑥ | コンボンチュルン | 道路局直営 |

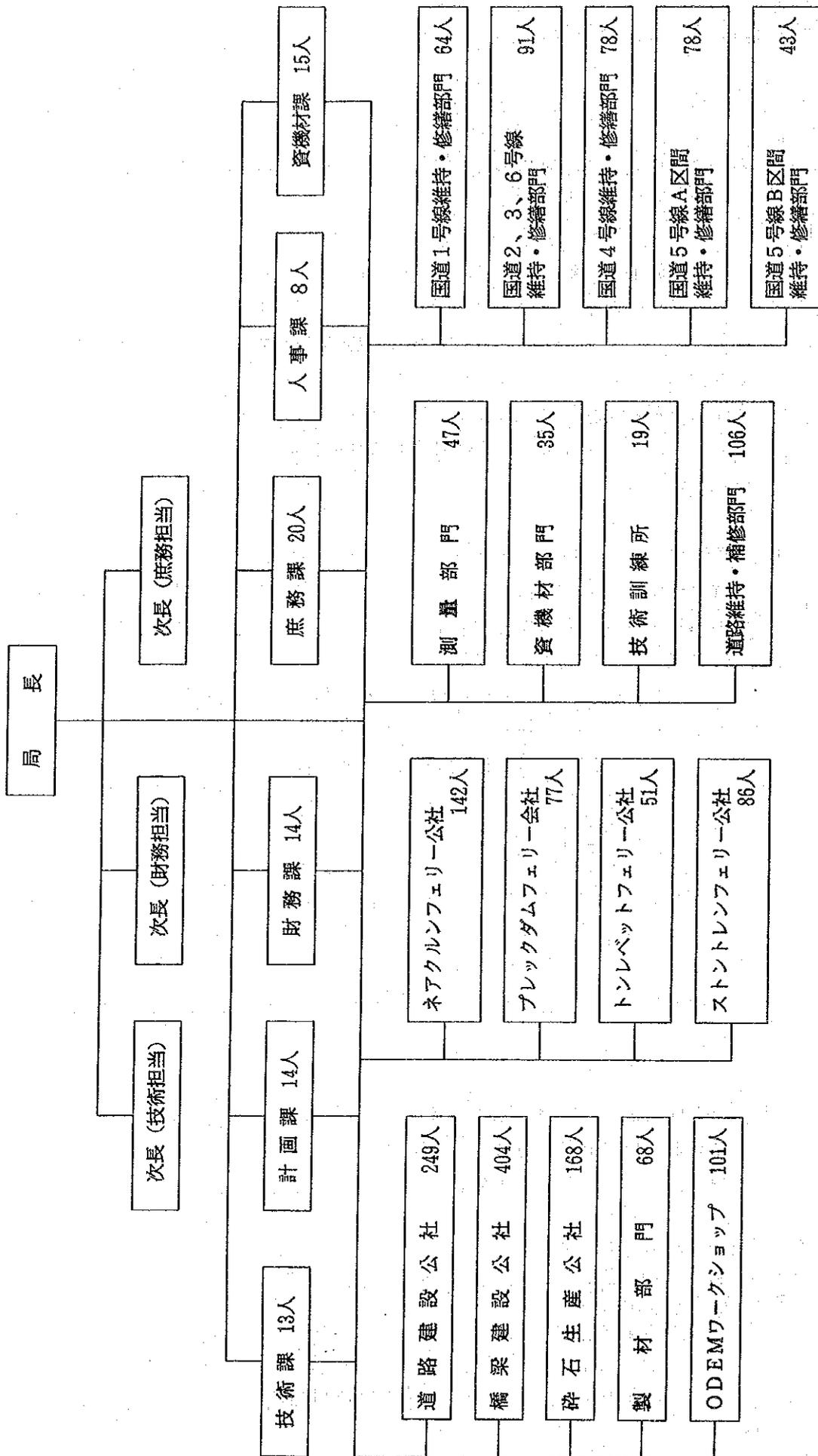


図4-3 道路・橋梁局の組織図

国道6A号線沿いのチュン・チュノックにはRBDに所属していた砕石場があるが、現在はシンガポール民間企業が砕石プラントを設置し、生産を計画中である。砕石公社全体の砕石生産実績は1987年において82,620m³であった。

iv. 製材部門 (Saw Mill Unit)

職員総数は68名、道路・橋梁工事に使用する木材を生産している。製材は現在次の3ヶ所で行なわれている。

- ① チャクアングレ
- ② ソフェアコーン
- ③ サードムチャー

1987年の製材実績は1,533m³であった。

v. フェリー運航部門

次の4地点のフェリー運航を担当している。

- ① ネアクルン (Neak Luong) フェリー
- ② プレックダム (Prek Kdam) フェリー
- ③ トンレベット (Tonle Bet) フェリー
- ④ ストントレン (Stung Treng) フェリー
(Sekng Mekong and Sre Ambel Ferries)

各フェリー部門は、独立採算性を原則としている。

vi. 道路維持修繕部門

次の6つの単位に分かれて国道の維持・修繕を行なっている。

- ① 国道1号
- ② 国道5号A区間 (プノンペンーブルサット間 186km)
- ③ 国道5号B区間 (ブルサットーバタンバン間 105km)
- ④ 国道2号、3号および6号
- ⑤ 国道4号
- ⑥ その他の国道

vii. ODEMワークショップ

国道4号線沿いにある。国道4号線をアメリカの援助で建設した際に建設され、現在も施設は維持されているが、予算上の制約で機能停止の状態に追い込まれている。

viii. 技術訓練所

交通・運輸・郵便省下にあるものとは別に道路・橋梁局下にある訓練所で、主に熟練工および建機のオペレーターを養成している。

全国19州にある州レベルの道路・橋梁局に対して、交通・運輸・郵便省は技術指導と計画調整を道路・橋梁局長をとおして行なっている。一方、特別行政指定都市であるプノンペン市とコンボンサム市は独自の道路行政を行なっている。

3) 予 算

本計画の実施機関である交通・運輸・郵便省、道路・橋梁局の予算は、国家予算が外国からの援助に大きく依存していること、および国防／治安上の理由から特別に実施される事業が多いことのため、独立採算性を前提にした公社を使った直轄工事を主体に事業実施を図ってきたが、CMEAからの援助が激減したため全体的に機能が低下しており、不明確な部分が多い。

最近における交通・運輸・郵便省および道路・橋梁局の予算は表4-2に示すとおりである。

表4-2 道路・橋梁局の予算の推移

年 次	交通・運輸・郵便省 (百万リエール)	道路・橋梁局 (百万リエール)
1989	263	93
1990	317	24
1991	1,016	273

外国からの援助を含んだ道路・橋梁局の過去2年間の国道5号線、6号線のメンテナンス・コストは表4-3のとおりであった。なお、1992年以降においては、国道5号線と6号線の維持・修繕は、UNTA Cにより行われている。

表4-3 国道5号線と6号線の維持・修繕費用

		1990年 (Riel)	1991年 (Riel)
国道5号線	道路	28,400,000	105,672,850
	橋梁	2,220,000	43,812,208
	計	30,600,000	149,485,058
国道6号線	道路	—	—
	橋梁	33,800,000	95,439,375
	計	33,800,000	95,439,375
合計		64,400,000	244,924,433

(3) 類似計画および国際機関等の援助計画の検討

本計画の場合、6A号線全線の復旧につき我が国に無償資金協力が要請されている。本計画の復旧工事は一貫して我が国の無償資金協力によってなされ、計画地で実施予定のプロジェクトは本計画のみであるので、他の国際援助機関等の計画と競合したり、連携を必要とする機会は生じない。

オーストラリア政府とUNDP (United Nations Development Programme、国連開発計画) の連携援助により、国道5号線上の6橋(橋の総延長344m)の復旧計画が進行中である。

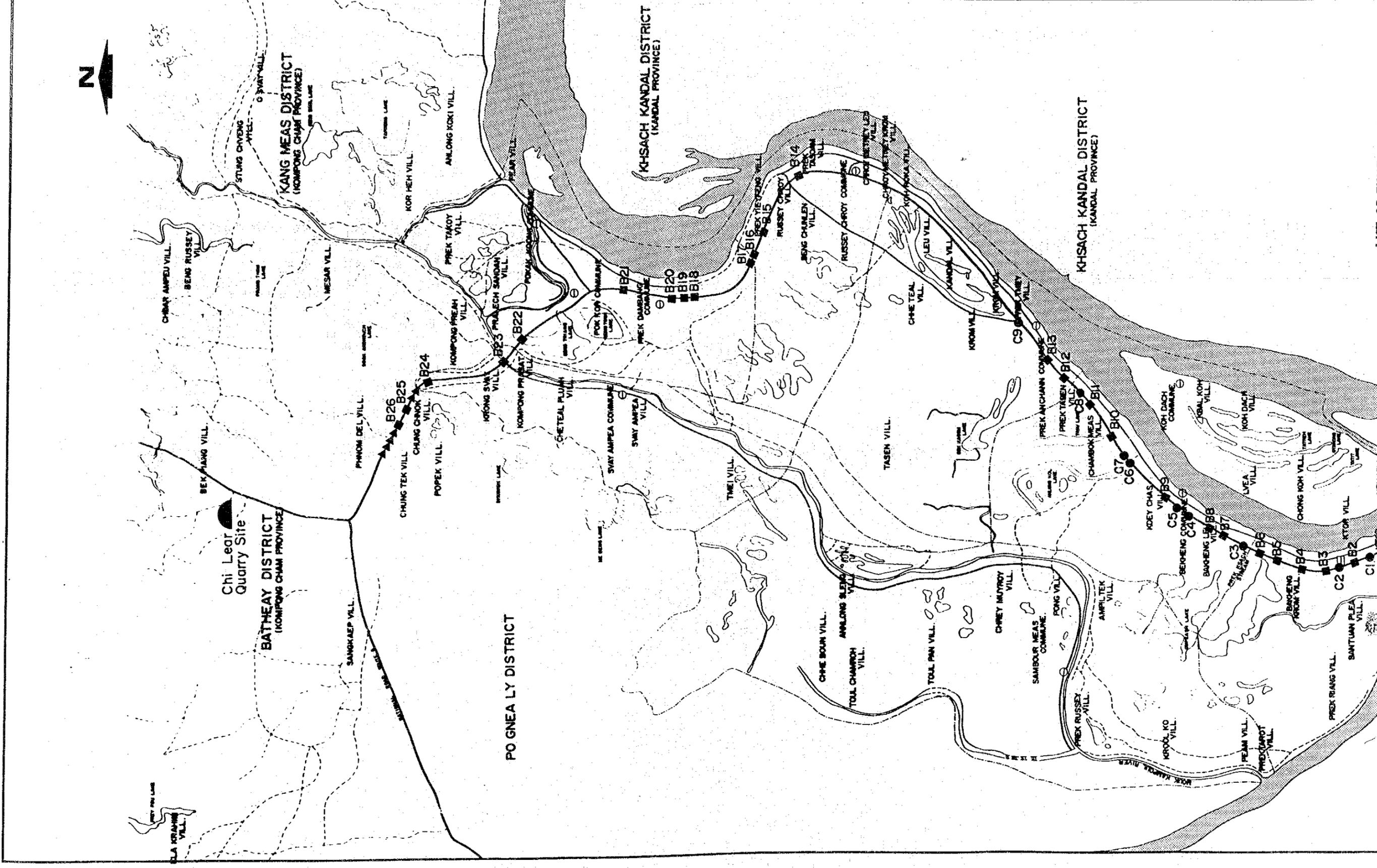
本計画と上記国道5号線の整備計画が実施された場合、両計画間の補完により、複合的な効果が生まれ、首都プノンペンのみならず、カンボディア全土に対して飛躍的な効果をもたらすと考えられる。

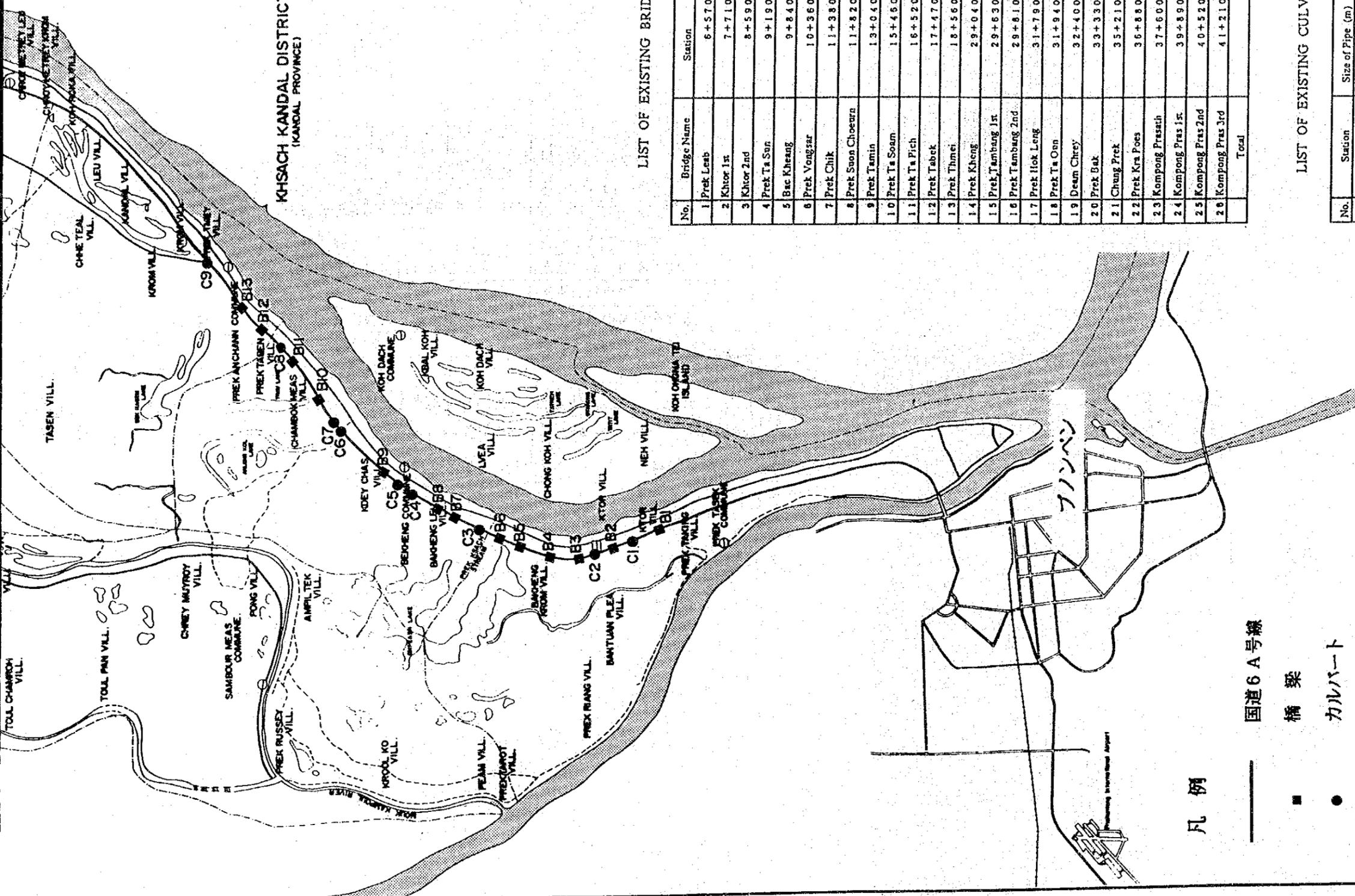
(4) 計画の構成要素の検討

本計画は以下の4主要構成要素から成る。

- 橋梁の復旧
- カルバートの復旧
- 盛土および法面の復旧
- 舗装の復旧

現地調査期間中、道路・橋梁局と協議し、計画に含むべき復旧の概要を検討、その結果を協議議事録に収録した（添付資料4参照）。その主な内容は表4-4に示すとおりである。なお、国道6A号線の橋梁・カルバートの位置と概要と盛土消失箇所的位置は図4-4に示すとおりである。





KHSACH KANDAL DISTRICT
(KANDAL PROVINCE)

LIST OF EXISTING BRIDGES

No.	Bridge Name	Station	Bridge Length (m)
1	Prek Leab	6+570	1 x 12 = 12
2	Khor 1st	7+710	2 x 12 = 24
3	Khor 2nd	8+590	1 x 12 = 12
4	Prek Ta Son	9+190	2 x 12 = 24
5	Bac Kheang	9+840	1 x 12 = 12
6	Prek Vongzar	10+360	5 x 12 = 60
7	Prek Chik	11+380	1 x 12 = 12
8	Prek Saon Choetra	11+820	3 x 12 = 36
9	Prek Tamim	13+040	2 x 12 = 24
10	Prek Ta Soom	15+460	1 x 12 = 12
11	Prek Ta Pich	16+520	1 x 12 = 12
12	Prek Tabek	17+470	2 x 12 = 24
13	Prek Thmei	18+560	2 x 12 = 24
14	Prek Kheng	29+040	10 x 12 = 120
15	Prek Tambang 1st	29+630	2 x 12 = 24
16	Prek Tambang 2nd	29+810	3 x 12 = 36
17	Prek Hok Leng	31+790	3 x 12 = 36
18	Prek Ta On	31+940	3 x 12 = 36
19	Deam Chrey	32+400	2 x 12 = 24
20	Prek Bak	33+330	3 x 12 = 36
21	Chung Prek	35+210	2 x 12 = 24
22	Prek Kra Poes	36+880	10 x 12 = 120
23	Kompong Prasath	37+600	3 x 20 = 60
24	Kompong Pras 1st	39+890	7 x 12 = 84
25	Kompong Pras 2nd	40+520	1 x 12 = 12
26	Kompong Pras 3rd	41+210	3 x 12 = 36
	Total		936

LIST OF EXISTING CULVERTS

No.	Station	Size of Pipe (m)	No. of Cell
1	7+270	1.5	2
2	8+140	1.5	1
3	10+770	1.5	1
4	12+450	1.5	3
5	12+740	1.5	2
6	14+300	1.5	1
7	14+800	1.5	1
8	16+880	1.5	1
9	28+800	1.5	1

- 凡例**
- 国道6A号線
 - 橋梁
 - カルバート
 - ▲ 盛土消失箇所
 - === 幹線道路 (現存)
 - ++++ 鉄道 (現存)
 - ~~~~ 河川
 - 〇 湖沼

REHABILITATION OF NATIONAL ROAD ROUTE 6A

図4-4 橋梁・カルバートの位置と概要および盛土消失箇所

表 4 - 4 想定される国道 6 A 号線復旧の概要

項 目	損 傷 内 容	想定される復旧の方法
橋 梁	落橋した径間	復元のための新設
	橋脚破損部分	修 繕
	橋台破損部分	修 繕
	主桁破損部分	修 繕
	床版破損部分	修 繕
	破損した高欄	修 繕
	アプローチにおける盛土消失 または損失	盛土復元と護岸
カルバート	損傷暗渠	復元のための新設
	同上呑吐口	復元のための新設
	同上裏込	復元のための新設
盛 土	消失または損失した盛土	盛土復元と法面保護
	沈下した盛土	盛土の嵩上げ
	横断交通による盛土損傷	盛土材料の補完と整形
	法面崩壊部分	盛土と法面保護
	法面侵食部分	盛 土
舗 装	消失した車道舗装	再舗装
	損傷した路肩	修 繕

4.3 計画の概要

(1) 実施機関および運営体制

本計画の道路・橋梁施設が無償資金協力の実施によって完了した場合、同施設の運営にあたる実施機関は道路・橋梁局の道路維持・修繕部門である。この道路維持・修繕部の傘下に5つの修繕ユニットが存在するが（図4-3参照）、国道6A号線が過去20年間の長期に亘り、自動車交通の需要にこたえてこなかったため、現在6A号線はどのユニットの責任範囲にも属していないが、復旧後の維持・管理については当面、国道2、3、6号線維持・修繕ユニットが直接の実施機関になる（図4-5参照）。

同ユニットは現在、ユニットの長と次長を含め91人の人員を抱えているが、6A号線が対象の中に加われば若干の補強が必要になると考えられる。現行国道2、3、6号線維持・修繕ユニット人員の内訳は、表4-5に示すとおりである。

表4-5 国道2、3、6号線維持の管理ユニットの人員内訳

担 当	人 数
部 長	1
次 長	1
庶 務 課	2
資機材課	2
財 務 課	1
技術・計画課	4
ワークショップ	3
アスファルト舗装	6
運 転 手	36
労 務 省	35
合 計	91

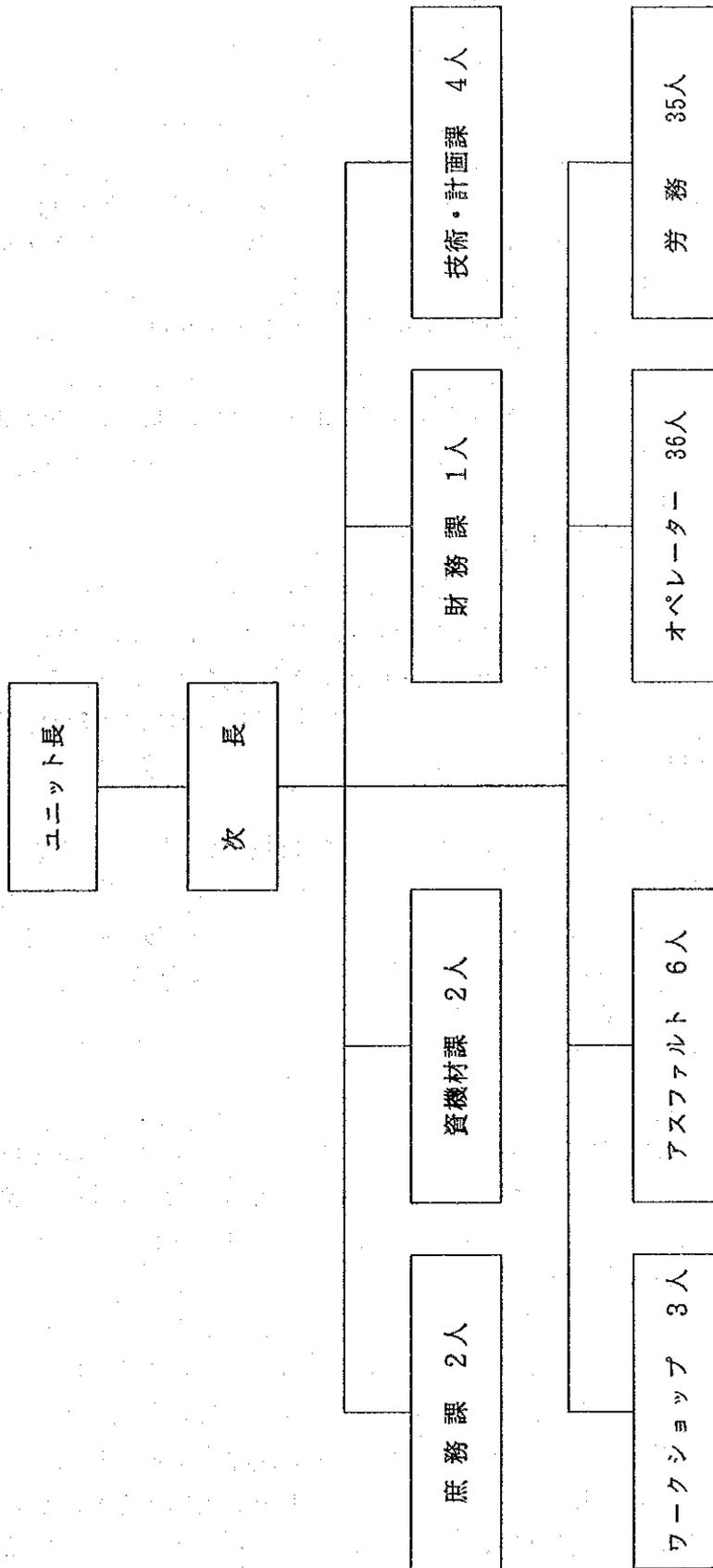


図4-5 国道2、3、6号線維持・修繕部門の組織図

(2) 国道6A号線復旧の概要

1) 橋梁の復旧

全体で8径間、延長96mの橋梁架替えが必要である。橋梁の有効幅員が9mであるので、橋梁架替えの上部工総面積は約864㎡におよぶ。橋梁架替え上部工の形式あたっては、5章基本設計において、各比較案について、概略設計、構造上の吟味、施工性の検討、概算数量検討等を行ない最良案を選定している。

爆破により、4橋脚と1橋台が大きな損傷を受けており、橋脚は、新設構造と取替え、橋台は修繕を行なう。

現況の床版には、爆破またはロケット砲弾によると見られる11箇所の大きな穴が開いており、これらも元の状態に復旧する。現存橋梁のアプローチ部では、程度の差はあるが、例外なく、橋台裏込の流失に伴う顕著な沈下が見られる。復旧完了後のアプローチ部における再沈下を防止するため、アプローチ部の裏込材が消失している橋梁にコンクリート・アプローチ・スラブを取付けるよう配慮している。すべての損傷高欄は復旧の対象としている。

ブレッケン橋の場合、3径間が落橋し、現在は応急木橋を架設して歩行者と小型車輛の通行に供している。工事中の資機材運搬、チュルイ・チョンバー橋開通に伴う国道6A号線全線の通行を可能にするため、仮設栈橋の設置が必要で、ブレッケン橋以外の場所でも必要に応じてこれの設置を考慮している。

2) カルバート

Sta. 12+450とSta. 26+660にあるパイプカルバートは、新設のものと取替えることとする。剛性カルバートにするか、たわみ性カルバートにするか、5章基本設計において比較検討し、形式を選定している。また、Sta. 12+450にあるカルバートの場合、付近の開発が進んでいるので環境にも十分考慮を払う。

3) 盛土の復旧

盛土損傷で最大の復旧工事を必要とするのは、6A号線の終点側にあるSta. 40～Sta. 42の区間である。同区間には大小6箇所の盛土流失部があり、総延長約290m、復旧に必要な総盛土量が約35,000㎡程度である。

上記の他に、法面崩壊部が随所に見られ、その箇所数は 300以上で、石積工、土のう工等を必要とする。

また、26箇所の橋梁開口部近くでは水流による盛土の損傷が見られ、この中2橋の場合は橋台の後背部が流失し、川底が深く洗掘されている。後者の場合は、鋼矢板土留工等による防護工が必要であり、また前者の場合も、石積と石張工等による法面保護が必要である。本計画では、以上述べた復旧を必要としている損傷のすべてを、基本設計の対象にしている。

4) 舗装の復旧

6 A号線の全線を通じ、アスファルト舗装の幅員（車道幅員）は、盛土部で7.0m、橋梁部で9.0mである。

前記盛土消失部における盛土新設区間では、表層、上層路盤、下層路盤から成る新規舗装とする。始点から約10kmの区間では、6 A号線建設時に施工したアスファルト表層がまだ残っているので、アスコンによる不陸整正層の施工を主として考える。また、当区間で現存舗装幅員が7.0mに満たず、拡幅が必要な部位では、上記新規舗装の場合の考え方をそのまま適用している。

橋梁部を除くその他の舗装区間では、現在下層路盤と同等と考えられる碎石層しか残っていない。したがって、碎石層が残っている部分では、表層と上層路盤による改築を採用し、碎石層が残っていない路肩付近と道路陥没部では、新規舗装の場合の考え方をそのまま適用することとする。

橋梁床板上のアスファルトは完全に除去し、アスコンによる舗装復旧とする。

(3) 維持・管理計画

本計画では、修復後の維持・管理費用の縮小を念頭において修復を計画しているので、工事完了約5年は、大きな維持・修繕を必要としないと考えられる。特に、橋梁、カルバートは半永久構造物として設計されており、舗装の表層には、修復後の耐用性を考え、アスファルトコンクリートを採用しているので、これらは当分の間（2～3年間）は、特別な維持・修繕なしでも運用が可能である。しかし、道路施設の運用には日常の点検と維持・修繕が重要であり、また、一定期間を経た後は定期修繕が必要となるので、以下に維持・管理の概要を述べる。

1) 橋梁維持・管理

本計画で復旧する橋梁はすべてコンクリート橋であり、橋梁本体については、

当分の間ほとんど維持・修繕を要しないと考える。しかし、橋梁開口部付近の護岸は別で、特に洪水後は念入りの点検と維持・修繕が必要と考えられる。以上の他、必要と考えられる橋梁維持・管理は以下のとおりである。

i. 日常の点検と維持・修繕

- － 車両の衝突による高欄の破損の修繕
- － 伸縮目地付近での舗装の損傷の修繕
- － コンクリート構造のクラック（爆破等による軽度の損傷部）の修繕
- － 橋台周辺の洗堀等の修繕
- － 排水施設清掃
- － 路面清掃

ii. 5～15年毎の定期修繕

- － 橋面の舗装作業

2) カルバートの維持・管理

いかにカルバートの本数を増やし、大口径のパイプを設置していても、流下物が邪魔したり、パイプが沈下をおこして水流を妨げたのでは排水の効果は望めない。本計画で復旧するカルバートは、以上のことを十分考慮に入れ、最小径の決定、設置高等を決めているが、日常の点検、清掃が重要であり、必要に応じて上・下流部の道路と平行して走る水路の堆積部掘削も必要である。

3) 盛土の維持・管理

計画地附近一帯は、主要道路と一部高台を除いて例年高水期（6月～11月）には水没する。このため、盛土法面は、この期間水位の上下による侵食に常にさらされることになる。6A号線のメコン河とトンレサップ湖側の水位には大きな水位差が生じないにしても、広大な地域が洪水域となるため、対岸距離が長く、水面は風の影響で波立ち易くなるからである。高水時におけるさざ波と細粒土の盛土材のため、日常における盛土部点検と法面維持・修繕は、6A号線復旧後の維持・管理において特に重要である。

上記の他、土工に関し、維持・修繕計画に含むべき事項を例記すると以下のとおりである。

- － 路肩の整理
- － 除草および法面に自生した灌木の刈込み
- － 集落等の路肩附近に植樹された街路樹の剪定
- － 標識等の修理更新

4) 舗装の維持・管理

舗装の維持・管理は2つの種類に大別できる。すなわち i. 日常の点検と維持・修繕、および ii. 定期修繕、である。

i. 日常の点検と維持・修繕

日常の点検と維持・修繕は次の各項目を含む

- ポットホールの穴埋、ひびわれの充填
- パッチング
- 轍掘れが生じた時これの不陸直し

ii. 定期修繕

定期修繕は、たわみ性舗装の場合、一般にはアスファルト表層のオーバーレイを指す。本計画は施設の復旧を目標としているので、舗装の設計期間（耐用年数）を5年としている。したがって、復旧後約5年を経た頃から、表層のオーバーレイが必要になる可能性がある。

5) 維持・管理に関する結論と提言

- i. 現在道路・橋梁局には道路維持・修繕部門が存在し、5つの単位に分かれて国道の維持・修繕を行なっている。しかし、現在のところ道路施設（橋梁を含む）の定期点検、維持・修繕に対して組織、体制が十分でない。本計画の実施にあたり、維持・管理の重要性について、カンボディア側の認識を喚起したい。なお、6A号線の開通に伴って当面必要となる同線の路面、路肩、橋梁、排水施設等の日常点検と維持・修繕に要する費用は、完工後の最初の5年間で、年間平均約6.5百万円と見込まれる。
- ii. 道路施設の維持・管理全体を考える時、用地境界杭設置による用地界の明確化が重要である。このことは、橋梁附近における河川についても同様で、用地界が明確に示されていないと、沿道の開発が進むにつれ、排水施設の拡充、盛土の維持・修繕のための土取場等をめぐり、種々トラブルの原因になりかねない。
- iii. 維持・修繕を円滑に実施していくためには、種々の建設機械が必要で、これらを受容するモータープールもできれば現場附近に配置されていることが望ましい。復旧完了後、維持・管理を目的として、ベース・キャンプ施設の確保を考慮すべきである。

4.4 技術協力

カンボディアでは、国道5号線の橋梁復旧計画のように、オーストラリア政府、UNDP、道路・橋梁局が互いに責任を分担しあって復旧工事を進めているケースもあるが、本計画の場合は、復旧工事すべてが我が国の無償資金協力によって実施されることになる。

したがって、道路・橋梁局の職員に技術移転を行なうと同時に、同局から派遣された建設機械のオペレーター、修理工を訓練しながら工事を進行させようとする他の復旧計画の場合とは、本計画の場合、おのずから条件が異なっている。

しかしながら、本計画が実施される場合には、多数のカンボディア人建設機械オペレーターと修理工、建設労働者が雇用され、必然的に大規模な実地訓練が行なわれることになる。カンボディアの復興にとって道路網の修復はいまや最優先の国家的課題となっているが、これを軌道に乗せるにあたり、本計画の実施を通じて行なわれる実地訓練の意義は極めて大きい。

第5章 基本設計

第5章 基本設計

5.1 設計方針

(1) 一般事項

国道6A号線は、首都プノンペンと北部後背地とを結ぶルートのプノンペン側の基幹部を構成する重要な幹線道路であるとともに、メコン河洪水地域に位置するため、カンボディアで現在実施中の他の道路応急復旧工事とは異なり、比較的本格的な工事を行なう必要がある。このため、本基本設計では、本格橋梁による架替、修復後の急速な舗装損傷を防止するためのアスファルト表層を採用し、また工事中、洪水による不利な自然条件を克服可能な設計とする。

(2) 設計方針

基本設計は以下の事項を配慮して行なうものとする。

- 基本設計を実施するにあたり工期の短縮、建設費、維持管理費の低減に留意し、最適な復旧の代替案および施工方法の選定に努める。
- 橋梁の架替えおよび損傷部の復旧における構造物設計基準は、日本道路協会道路橋示方書・同解説（平成2年）に準拠する。
- 落橋部の下部工復旧では、現存する基礎工を利用する。
- 損傷カルバートは、数が少ないことから、施工性と工期短縮を考慮し、コルゲートメタルパイプで復旧する。
- 大規模な盛土消失箇所は、施工時期における洪水位変化に留意し、最適な施工方法の選定を行なう。
- 橋台付近の盛土損傷部および深い法面崩壊箇所は、石積、石張、蛇籠、土壌等で復旧するが、法面崩壊箇所は、多くの場合植生によって安定しており、復旧工事の範囲は最小限とする。
- 舗装の補修は復旧計画であることから設計期間を5年程度とし、過大な初期投資とならないようにする。

- 舗装の復旧は、現存する舗装を基層または路盤として利用し、表層は復旧後の維持・管理費の低減を考慮してアスファルトコンクリートとする。
- 車道部幅員は7.0mとし、両側に1.5mの路肩を整備する。
- 事業全体を2期に分け、第1期では、橋梁、カルバート、盛土の復旧および下層路盤の整備を行ない、全線を通行可能な状態にする。第2期では、上層路盤の整備および表層舗装を実施し、6A号線に主要幹線道路としての機能を復活させる。
- 橋梁の一部を架替える区間（4箇所）には、仮栈橋を設け、工事期間中、次の目的を果させる。
 - ・ 現況交通のバイパス
 - ・ 損傷橋梁部材の撤去
 - ・ 架替橋梁の架設
 - ・ 工事用建設機械の運行
- 計画地の気象、水文上の特性を考慮し以下の条件に基づき施工計画をたてる。
 - ・ 乾期のみ実施可能な工事：
 - 橋梁下部工
 - 盛土工
 - アスファルト舗装工
 - ・ 乾期の実施が好ましい工事：
 - 除草、伐採
 - 法面保護工
 - 橋梁補修工
 - 路盤工
 - カルバート工
 - ・ 乾期、雨期を問わず実施可能な工事：
 - 骨材生産
 - 橋梁上部工
- 骨材生産は、骨材の安定供給と運搬距離を考慮し、6号線沿いにあるチレアで行ない、ここにクラッシングプラントとアスファルトプラントを設置する。工事用ベースキャンプは、6A号線沿い、中央地点近くに設定する。

5.2 設計条件の検討

(1) 橋梁および他の構造物の設計基準

1) 荷重条件

i. 荷重の種類

荷重は主荷重、従荷重、特殊荷重に分かれるが、その内訳は以下のとおりである。

〈主荷重〉

- 死荷重
- 活荷重
- 衝撃
- コンクリートのクリープによる影響
- コンクリートの乾燥収縮による影響
- 土圧
- 水圧
- 浮力のまたは揚圧力

〈従荷重〉

- 風荷重
- 温度変化の影響

〈特殊荷重〉

- 制動荷重
- 施工時荷重
- 衝突荷重

ii. 荷重の組合わせによる許容応力の割り増し

荷重の組合せと許容応力度の割り増し係数は、以下のとおりである。

<u>荷重の組合せ</u>	<u>割り増し係数</u>
主荷重	1.0
主荷重+温度変化	1.15
主荷重+制動荷重	1.25
主荷重+衝突荷重	1.5
施工時	1.5

2) 準拠基準

道路橋示方書・同解説 平成2年 日本道路協会

3) 上部工構造設計条件

- 橋の等級 1等橋
- 橋梁形式 単純鉄筋コンクリートT桁橋
- 支間 12m
- 活荷重 TL-20
- 幅員構成 車道 9.0m 地覆 0.98m
- 平面線形(橋梁部) 直線、斜角なし
- 横断勾配 2%
- 橋面舗装 車道、アスファルト舗装 t=5cm
- 添加物 なし
- 温度変化 15℃~40℃
- 使用材料と許容応力度等(道路橋示方書より抜粋)
 - コンクリート σ_{ck} (コンクリートの許容応力度) = 240kg/cm²
 - 鉄筋 SD295
 - 床版 σ_{sa} (鉄筋の許容応力度) = 1,400kg/cm²
 - 桁 σ_{sa} (鉄筋の許容応力度) = 1,800kg/cm²
- 架設工法 クローラークレーン架設

4) 下部構造設計条件

- 下部工形式 橋台 : 逆T式橋台
橋脚 : 柱式橋脚(パイルベント)
- 土質条件 ボーリング調査結果による
- 使用材料と許容応力度等(道路橋示方書より抜粋)
 - コンクリート $\sigma_{ck} = 240\text{kg/cm}^2$
 - 鉄筋 SD295、SD345(鋼管に溶接する場合)
 $\sigma_{sa} = 1800\text{kg/cm}^2$
 $\sigma_{sa} = 1600\text{kg/cm}^2$ (土中)

(2) 道路幾何構造基準

本計画には、新たに幾何構造設計を実施し、道路の線形その他を変更する工事を含んでいないが、盛土、舗装の復旧では表5-1に示す基準を念頭においている。

表5-1 道路幾何構造諸元（日本の道路構造令準用）

項 目	単 位	適用基準
設計速度	km/h	60
平面線形		
最小半径	m	120
最急勾配	%	6
曲線長	m	50
縦断線形		
最小縦断半径（凹部）	m	1,000
最小縦断半径（凸部）	m	1,400
最大勾配	%	5
片勾配	%	2.0
車線幅	m	3.5

(3) 土工、排水構造物設計基準

土工、排水構造物の設計基準は以下の要綱と指針に準拠した。

道路土工要綱	日本道路協会
道路法面工・斜面安定指針	日本道路協会
道路排水工指針	日本道路協会
道路擁壁・カルバート・仮設構造物工指針	日本道路協会

(4) 舗装設計基準

1) 設計期間（耐用年限）

復旧計画の主旨を反映し、舗装設計における設計期間は5年とする。

2) 舗装構造設計の準拠基準

アスファルト舗装要綱	日本道路協会
------------	--------

3) 設計条件

a) 交通量および累積5トン換算輪数

現地調査における交通量観測の資料に基づく。

b) 設計 C B R

現地調査における土質調査結果に基づく。

5.3 基本計画

(1) 架替橋梁上部工の設計

1) 上部工の形式選定

架替橋梁は既設橋梁の残存基礎杭を使用することとしているので(5.7(1)参照)スパンは12mが基本となる(表5-2)。その他、自然条件、施工条件等を総合的に判断すると、適用可能な上部工形式として以下の6案に絞られる。

- 第1案 鉄筋コンクリートT桁橋(現況橋梁形式)
- 第2案 鉄筋コンクリート中空床版橋
- 第3案 プレテンション床版橋
- 第4案 ポストテンションI桁橋
- 第5案 H形鋼橋
- 第6案 鉄筋コンクリートラーメン橋(24mを1連と考える)

第6案については24m(既設2スパン分)を3径間のラーメン構造にした案であり、中間橋脚は新たに基礎杭を打設し、端支点は極力反力を小さくして、既存基礎杭に大きな影響を与えない案である。

本計画においては、水文条件等から施工期間、施工方法が重要な要因となっており、工期短縮可能な上部工形式が望まれる。第2案の「鉄筋コンクリート中空床版橋」、第6案の「鉄筋コンクリートラーメン橋」は支保工上での場所打ちコンクリートとなるため、工期短縮の面で不利となる。

第3案の「プレテンション床版橋」および第4案の「ポストテンションI桁橋」は、経済性、品質管理の面で不利となる。

第5案の「H形鋼橋」は自重が最も軽いため、既存基礎杭に与える影響が小さいが、経済性、維持管理、既存上部工との景観性の面で好ましくない。上記6案を比較検討し、その結果をまとめたものが、表5-3である。

表5-2 適用支間

上部工形式		スパン(m)				
		12m	50	100	150	200
鋼橋	単純H形橋	—				
	単純I桁橋	—				
	連続I桁橋		—	—	—	
	ラーメン橋		—			
	単純トラス橋		—			
	連続トラス橋		—	—	—	
	アーチ橋			—	—	
	斜張橋			—	—	
	吊橋					—
鉄筋コンクリート橋	中空床版橋	—				
	T桁橋	—				
	ラーメン橋	—				
プレストレスト コンクリート橋	中空床版橋	—				
	プレテンション桁橋	—				
	ポストテンション桁橋		—			
	単純箱桁橋		—			
	連続箱桁橋		—	—	—	
	ラーメン橋		—			
	アーチ橋			—	—	

表5-3

橋梁形式比較表

	R C T桁橋 (現況橋梁形式案)	R C 中空床版橋	P C プレテンション桁	P C ポストテンション桁	H 形 鋼 橋
概略図					
構造的および施工性	<ul style="list-style-type: none"> • 施工速度を早めるため、桁はプレキャストとしクレーン架設とする。 • 活荷重合成桁とする。 • 自重を軽減し、下部工への影響を小さくするため、桁、床版の形状を再考する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 固定支保工による場所打が基本となる。 • 雨期には、固定支保工に危険が伴う。 • 仮設桁上での施工も考えられるが、資機材が大がかりとなる。 • R C T桁橋より重くなるので、下部工の照査が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> • プレテンション桁の製作のためには、アバットが必要になる。この設備が高価なため桁本数の多くないと割高となる。 • コンクリート強度が高く、早期に強度の発現ができるように蒸気養生の設備等が必要となる。 • 高強度コンクリートが必要なため、材料の品質および管理の面が重要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> • プレテンションに比べて設備が簡単である。 • 定着部で断面が決まってしまうので、断面を小さくできない。 • スパン12mでは、一般的にポストテンションの範囲ではない。 • 高強度コンクリートが必要なため、材料の品質および管理の面が重要となる。 • 架設はクレーンにより行なう。 	<ul style="list-style-type: none"> • 桁製作はカンボディア内ではできなで、国外で行なうことになる。 • 重量が最も軽いため架設が容易である。 • 塗装等維持管理の面でコンクリートより劣る。 • 架設はクレーンにより行なう。 • 現場工期は短い。
現況との取合い	<ul style="list-style-type: none"> • 現況と同じ桁高となるため、現況橋梁がそのまま使える。 	<ul style="list-style-type: none"> • 現況より桁高が低くなるので、現況と掛け違いとなる場合には、沓座面の嵩上げが必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 現況より桁高が低くなるので、現況と掛け違いとなる場合には、沓座面の嵩上げが必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 現況より桁高が低くなるので、現況と掛け違いとなる場合には、沓座面の嵩上げが必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 現況とほぼ同じ桁高のため、現況橋梁そのまま使える。
一般的性状	<ul style="list-style-type: none"> • この形式は、スパン長が長くなると桁高が高くなり、橋体重量も重くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> • この形式のスパンの限界は20m以下である。河川上での施工は支保工の問題がある。 	<ul style="list-style-type: none"> • 河川上での施工がクレーン等により容易に行なえる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 将来的にスパンが長い橋梁を施工する場合には有望な形式である。 	<ul style="list-style-type: none"> • カンボディア国内で製作、組立てられない限り、輸入品となる。 • 将来的にスパンが長い橋梁を施工するには有望な形式である。
数量	コンクリート 61.0㎡ 型 枠 315㎡ 鉄 筋 13.3 t	コンクリート 69.2㎡ 型 枠 168㎡ 鉄 筋 12.5 t ボイド長 97m	主桁コンクリート 42㎡ その他コンクリート 14.9㎡ P C 鋼材 2.12 t 主桁型枠 473㎡ その他型枠 50.9㎡ 鉄 筋 2.69 t	主桁コンクリート 27.0㎡ その他コンクリート 43.3㎡ P C 鋼材 1.49 t 主桁型枠 131㎡ その他型枠 140㎡ 鉄 筋 10.3 t	鋼 重 15 t 型 枠 144㎡ コンクリート 36.6㎡ 鉄 筋 8 t

式案)	R C 中空床版橋	P C プレテンション桁	P C ポストテンション桁	H 形 鋼 橋	R C ラーメン橋
<p>プレキャスト</p> <p>重を小さく再考する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 固定支保工による場所打が基本となる。 雨期には、固定支保工に危険が伴う。 仮設桁上での施工も考えられるが、資機材が大がかりとなる。 R C T 桁橋より重くなるので、下部工の照査が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プレテンション桁の製作のためには、アバットが必要になる。この設備が高価なため桁本数の多くないと割高となる。 コンクリート強度が高く、早期に強度の発現ができるように蒸気養生の設備等が必要となる。 高強度コンクリートが必要なため、材料の品質および管理の面が重要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プレテンションに比べて設備が簡単である。 定着部で断面が決まってしまうので、断面を小さくできない。 スパン12mでは、一般的にポストテンションの範囲ではない。 高強度コンクリートが必要なため、材料の品質および管理の面が重要となる。 架設はクレーンにより行なう。 	<ul style="list-style-type: none"> 桁製作はカンボディア内ではできないので、国外で行なうことになる。 重量が最も軽い架設が容易である。 塗装等維持管理の面でコンクリート橋より劣る。 架設はクレーンにより行なう。 現場工期は短い。 	<ul style="list-style-type: none"> ラーメン橋と連続桁の両案が考えられる。ただし2スパン以上落橋している橋梁が対象となり、1スパンの橋梁の場合には適用できない。 既設橋脚に作用する反力が最も小さい。 橋脚には常時曲げモーメントが作用する。 新たに杭を打ち込む必要がある。 場所打が基本となるため、支保工の設置が必要である。
<p>現況橋梁が</p>	<ul style="list-style-type: none"> 現況より桁高が低くなるので、現況と掛け違いとなる場合には、沓座面の嵩上げが必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 現況より桁高が低くなるので、現況と掛け違いとなる場合には、沓座面の嵩上げが必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 現況より桁高が低くなるので、現況と掛け違いとなる場合には、沓座面の嵩上げが必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 現況とほぼ同じ桁高のため、現況橋梁がそのまま使える。 	<ul style="list-style-type: none"> 現況の桁高に桁高を合わせれば、そのまま現況橋脚が使える。
<p>なると桁高</p> <p>なる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> この形式のスパンの限界は20m以下である。河川上での施工は支保工の問題がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 河川上での施工がクレーン等により容易に行なえる。 	<ul style="list-style-type: none"> 将来的にスパンが長い橋梁を施工する場合には有望な形式である。 	<ul style="list-style-type: none"> カンボディア国内で製作、組立てができない限り、輸入品となる。 将来的にスパンが長い橋梁を施工する場合には有望な形式である。 	<ul style="list-style-type: none"> 短いスパンに対しては合理的な構造であり、技術移転を行なうのに良い形式である。
	<p>コンクリート 69.2m²</p> <p>型 枠 168m²</p> <p>鉄 筋 12.5 t</p> <p>ボイド長 97m</p>	<p>主桁コンクリート 42m²</p> <p>その他コンクリート 14.9m²</p> <p>P C 鋼材 2.12 t</p> <p>主桁型枠 473m²</p> <p>その他型枠 50.9m²</p> <p>鉄 筋 2.69 t</p>	<p>主桁コンクリート 27.0m²</p> <p>その他コンクリート 43.3m²</p> <p>P C 鋼材 1.49 t</p> <p>主桁型枠 131m²</p> <p>その他型枠 140m²</p> <p>鉄 筋 10.3 t</p>	<p>鋼 重 15 t</p> <p>型 枠 144m²</p> <p>コンクリート 36.6m²</p> <p>鉄 筋 8 t</p>	<p>コンクリート 143m²</p> <p>鉄 筋 24.0 t (24m当たり)</p> <p>鋼 杭 (φ400) 180m</p> <p>型 枠 603m²</p>

比較検討の結果、第1案は「鉄筋コンクリートT桁」を活荷重合成桁にすることにより、桁をプレスキャスト化でき、工期短縮、経済性、既存橋梁との取り合い等、上記6案の中で最も優れていると判断される。よって、これを採用案として選定する。

2) 上部工設計

上部工形式は「鉄筋コンクリートT桁橋」とする(図5-1)。工期短縮および施工上の有利性を考え、桁はプレスキャスト化し、活荷重合成桁構造とする。設計における方針および設計結果は、以下のとおりである。

i. 主 桁

- プレスキャストコンクリート桁と場所打ち床版が、ずれ止めによって結合され、桁と床版が一体となって荷重に抵抗する設計とする。
- 施工段階ごとの応力度およびそれらの合成応力度についても照査する。

合成前荷重主桁、横桁、床版、型枠・支保工荷重
合成後荷重橋面荷重、活荷重、型枠・支保工撤去荷重
荷重分配は、合成前は1-0法、合成後は格子構造論による。

- 主桁の断面形状は、架設時の安全性についてもチェックする。
- 新設桁は既設桁の重量以下になるように桁断面を設定し、既存基礎杭への負荷を小さくする。
- 鉄筋の最大径は、市場性のあるD32以下とする。
- 主桁の主鉄筋は、応力上必要のなくなった位置から曲げ上げ、圧縮部に定着する。
- 桁と床版の結合面には、ずれ止め鉄筋を配置する。
- 横桁がRC構造であるため、主桁からラップ可能な長さの鉄筋をあらかじめ配置しておく。
- 架設工法は、クローラークレーン架設工法を想定する。

	I 型 断 面	矩 形 断 面
断 面		
図		
桁 重 量	14.8 t	12.2 t
ク レ ー ン 能 力	クローラクレーン 80 t (作業半径 8 m)	クローラクレーン 50 t (作業半径 8 m)
備 考	主桁の引張鉄筋 8-D32 桁の側面から床版の鉄筋が突き出る ため、桁製作に難がある。	主桁の引張鉄筋 12-D32 桁製作が容易で桁重量が軽い。
総 合 評 価		○

図 5 - 1 架替橋梁桁形状の比較

ii. 床 版

- 床版は、コンクリートの桁で支持された鉄筋コンクリート床版とする。
- 車道部の床版の厚さは、次の条件より決定した。

1方向あたりの大型車両の計画交通量500台/日未満

補修作業の難易 : 困難 k_1 (困難な場合の係数) = 1.1

d (設計厚) = $k_1 \times d_0$ (基準による最小厚)

$$= 1.1 \times 16 = 17.6 \text{ cm} \rightarrow 18 \text{ cm とする。}$$

- 床版の設計曲げモーメントは、T-荷重による床版の単位幅当たりで算出する。
- 床版には1 : 3のハンチ(支承前面で厚さを大きくした部分)をつける。
- 床版の支間方向の引張鉄筋は折曲鉄筋を使用する。鉄筋径は16mmとし、鉄筋中心間隔125mmで配置する。

iii. 付 属 品

支 承

- ゴム支承 $t=20\text{mm}$ を各桁に設置する。
- 地震荷重は考慮しないが、制動荷重により水平荷重が作用するので、アンカーボルトを横桁に配置する。

伸縮継手

- 伸縮量が3mmと小さいため、伸縮継手の種類は埋設ジョイントとする。
ひ形の銅版($t=0.4\text{mm}$ 、幅18cm)をセットし、エラストイト等で凹部を填充しアスファルトを舗設する。

高 欄

- ハンドレールは、既存施設と整合を図るため、鉄筋コンクリート製のプレスキャストユニットを製作し、コンクリートの支柱にセットする。

3) 架設方法の検討

- 現場近くのヤードで鉄筋コンクリート製のプレキャスト桁を製作し、クローラークレーンで仮橋または既設橋梁の上から架設する。

プレキャスト桁の重量 12.1 t
クローラークレーン 50 t 吊り

上記の条件から作業半径は約 8 m となる。作業半径が 8 m 以上になる場合には、栈台を設置し対応する。

- 桁に吊り金具を取付け、支保工と型枠を設置し、横桁・床版コンクリートを打設する。

4) 破壊された上部工（桁、床版等）の撤去

- 破壊された上部工の撤去には、桁架設時に使うクローラークレーンを利用し、工期を短縮する。
- 現況橋梁の形式は、架替橋梁と同様、プレキャスト桁と床版の合成構造となっているため、まず、床版コンクリートをブレーカーで取り壊し、各桁をクレーンで高架下に吊りおろしてから小割りする。

現況プレキャスト桁の重量 13.5 t

(2) 架替橋梁下部工の設計

1) 残存基礎杭の評価

下部工は、脚柱と基礎杭の接続部より高い位置で破壊されており、基礎杭にまで影響が及んでいない。したがって、次のような条件のもとでは再利用が可能である。

- i. 道路橋示方書・同解説下部工編により算定した杭反力が、許容支持力以下におさまることが必要である。（杭長が確認できないため、インタビュー結果と土質調査結果に基づき、考えられる最短の杭長で支持力計算を行なう。）

各橋梁の推定許容支持力

番 号	橋 梁 名	杭 長	許容支持力
No.14	Prek Kheng	24m	74 t
No.20	Prek Bak	18	70
No.22	Prek Kra Poes	18	102
No.24	Kompong Pras 1st	12	89

架替橋梁の基礎における杭1当たりの反力は約60tである。

- ii. 架替橋梁の上部工反力が既設橋梁の上部反力以下のなるようにすることが必要である。

架替橋梁の橋体重量は、既設橋梁の橋体重量より約30 t 軽減した計画であるため、杭1本当たり6 t の軽減となる。

- iii. 残存杭と新設脚柱が一体挙動できるよう、杭と脚柱を連結する構造とすることが必要である。

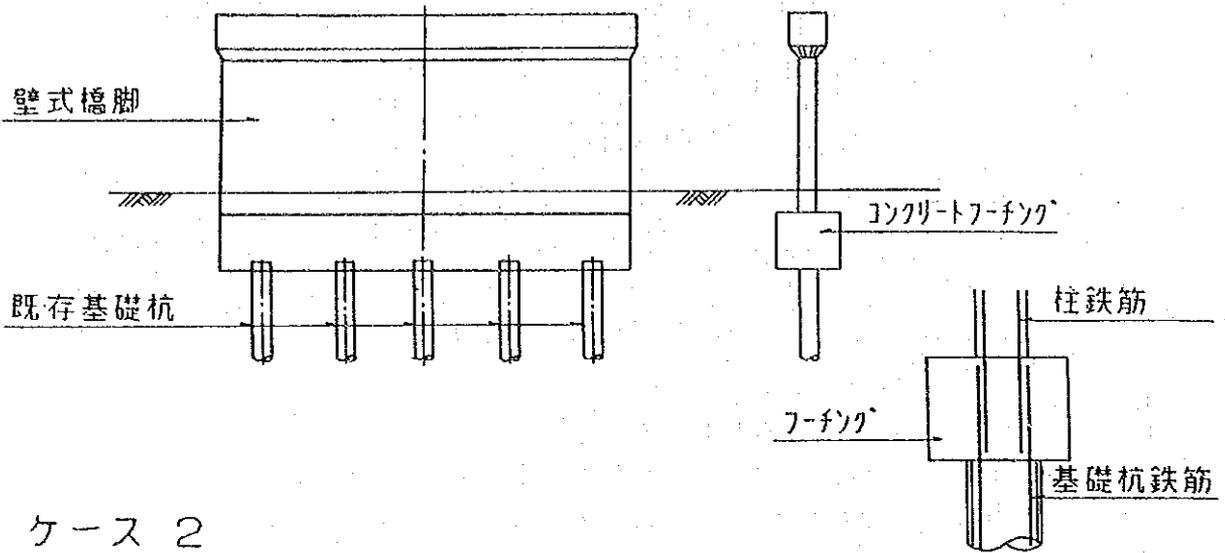
残存杭に鉄筋を溶接し、その鉄筋と脚柱鉄筋をラップさせ、鋼管φ500mmを型枠替わりにしてコンクリートを打設する。残存杭と柱の接続部は、コンクリートを巻きたて剛性を確保する。

国道6A号線の橋梁は、目視、測量結果から、建設後25年以上経過した現在でも、変形、不同沈下等が見られず、健全であると判断できる。したがって、架替えにおける上部工反力が現況のそれより小さいものであれば、残存している基礎杭は十分使用が可能である。

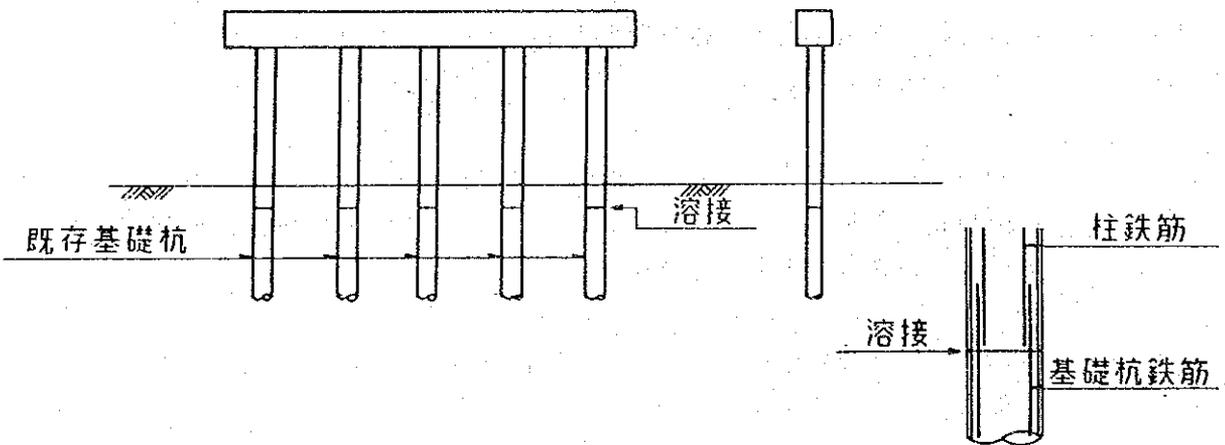
2) 下部工形式の選定

- i. 残存杭基礎を再利用するため、下部工形式は現況の形式に合わせることを基本とする。ケース3（図5-2参照）が重量軽減、施工および構造の信頼性の面から最も望ましく、この案を採用する。
- ii. 脚柱は、構造的には鉄筋コンクリートである。円柱の施工性等から既設橋梁と同様、鋼管を型枠替わりに使うが、これを応力部材としては考えない。

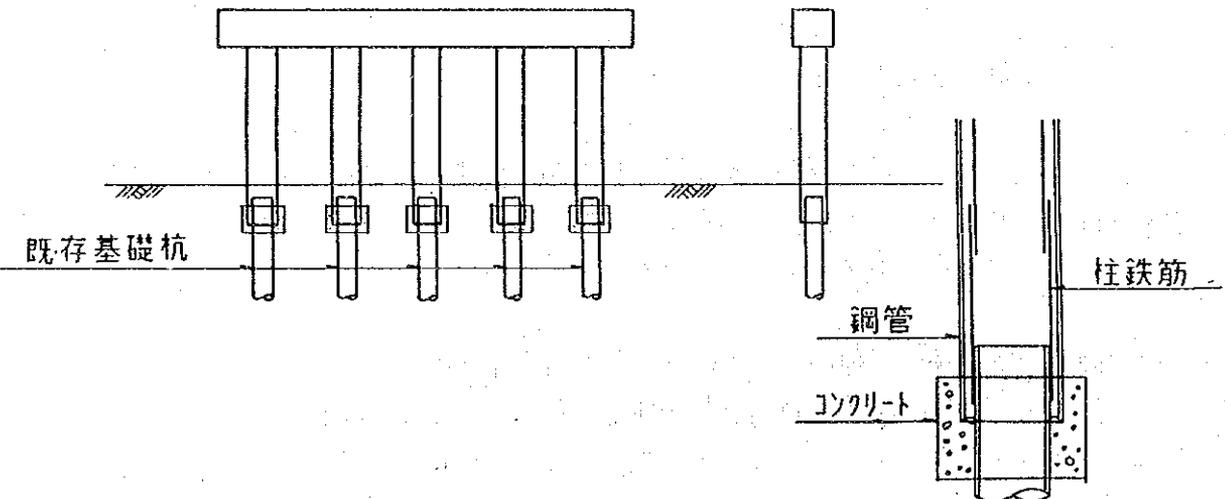
ケース 1



ケース 2



ケース 3



REHABILITATION OF
NATIONAL ROAD ROUTE 6A

図5-2 柱形式の比較