

### 3-2 プロジェクトの基本構想

カンボディア国を東西に2分して流下するメコン河には、橋梁は建設されていない。内戦が終結し、経済復興を指向する同国にとっては、メコン架橋によってもたらされる経済効果の期待は極めて高いものがある。

しかし、国家財政の逼迫により、公共投資への支出が限定されるカンボディア政府にはメコン架橋を独自に進めるのは困難な環境にある。このような状況の中で、カンボディア国は我が国にメコン架橋についての開発調査を要請した。この要請を受け国際協力事業団は1995年から1996年にわたり、メコン架橋位置の選定を計画実現性調査を実施した。この調査の結果として、コンボンチャム市近傍の国道7号線に接続する架橋ルートが、他の比較ルートに対して、経済的、技術的に優位性があるものと報告された。

カンボディア政府は、1996年3月に、我が国に無償資金経済協力案件として、上記のコンボンチャム架橋ルートを要請し、国際協力事業団は本基本設計調査を実施した。

基本設計調査の範囲、及び橋軸中心線位置は先の開発調査で推選した計画と同一である。又、橋梁型式及びスパン割は、開発調査で検討された内容と同じである。しかし、本基本設計調査では、無償資金経済協力としての妥当性を検証するために以下の事項に、更に検討が加えられている。

- 1) 主橋梁の上部工と下部工の接続方法（支承条件）を照査した上でのより経済的構造の提案
- 2) カンボディア政府が計画しているアジアハイウェイの道路幅を確保することを前提条件として、必要幅の再検討
- 3) 橋梁設計に適用する活荷重に対する検討
- 4) 自動車荷重と群集荷重の載荷実態を検討し、橋梁設計への反映
- 5) 多柱式基礎工法と鋼矢板締切工法の2つの形式を比較検討し、本計画に適合した下部工形式の検討
- 6) 洗掘規模の大きさを考慮した下部工の検討
- 7) パイルキャップ（橋脚フーチング）の計画位置を検討
- 8) 資機材の調達先、調達方法及び価格の妥当性の検討

このような検討の結果、本基本構想によるコンボンチャム市近傍のメコン橋が、カンボディア国の経済復興の貢献と、インドシナ半島を南北に連結する国際幹線道路としての機能を達成するべく、橋梁施設の基本設計調査を実施するものである。

### 3-3 基本設計

#### 3-3-1 設計方針

##### (1) 自然条件

##### 1) 計画水位

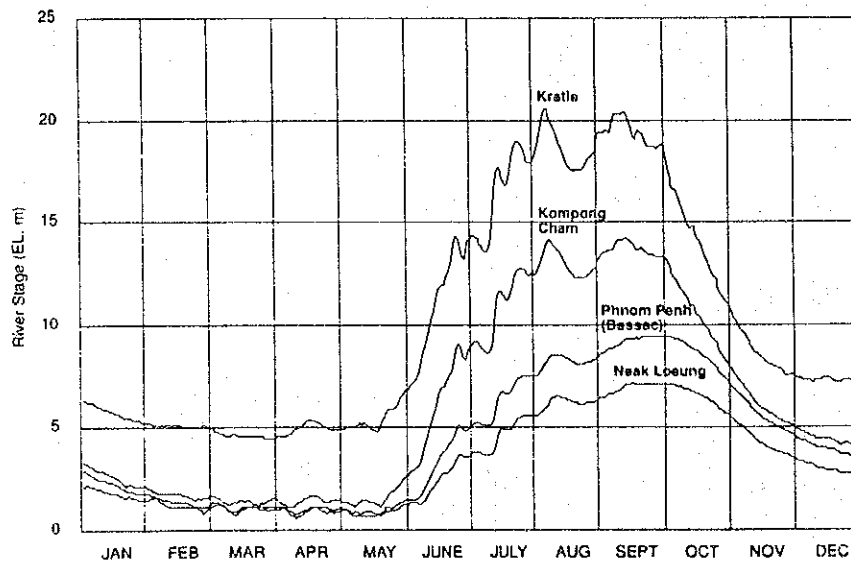
メコン河の水位高さの決定に際しては、水位観測所のデータを基礎として、再現期間を考慮してその最高、最低水位を決定し、橋梁設計、関連道路設計及び施工計画を策定する。

メコン河の水位観測所は、カンボディア国内ではカラティエ、コンボンチャム、プノンベン（メコン河とバサック河それぞれ1ヶ所）及びネクレーンの5ヶ所に存在し、水位高を観測している。表3-1に4地点の過去観測された最高、最低水位を示し、図3-1に現時点（1996年11月現在）の水位高の観測結果を示す。また、表3-2に最大、最小流量を示す。

表3-1 最高及び最低水位記録

観測所	最大		最小	
	量水標高さ (m)	標高 (EL.m)	量水標高さ (m)	標高 (EL.m)
カラティエ	23.03 (1984)	21.94	4.67 (1960)	3.59
コンボンチャム	16.11 (1996)	14.89	1.74 (1963)	0.81
プノンベン	11.08 (1961)	10.00	1.22 (1960)	0.14
ネクレーン	7.93 (1966)	7.60	-	-

Source: National Mekong Committee, Meteorology and Hydrology Department of Ministry of Agriculture



Source: National Mekong Committee, Meteorology and Hydrology Department of Ministry of Agriculture

図3-1 観測水位高 (1994年)

表3-2 最大、最小流量

(単位：m<sup>3</sup>/sec)

観測所	最大流量	最小流量	平均
カラティエ	66,700 (1939)	1,250 (1960)	13,970 (1924-68)
コンボンチャム	57,000 (1966)	1,310 (1970)	13,660 (1964-73)
ブノンベン	49,700 (1961)	1,250 (1960)	13,131 (1960-73)
ネクレーン	31,700 (1966)	-	-

Source: National Mekong Committee

架橋計画ルートに対する最高水位及び最低水位はコンボンチャムの水位観測所記録を基に再現期間をパラメーターとして、解析し、その結果を表3-3 に示す。

表3-3 架橋計画ルートでの再現期間を考慮した最高、最低水位

水位 (MSL)	再現期間 (年)					
	2	5	10	25	50	100
H.W.L.	13.76	14.44	14.77	15.10	15.30	15.47
L.W.L.	0.98	0.82	0.73	0.66	-	-

以上の解析結果を基にして、構造物の耐用年数が一般に約100年程度であることを考慮して、最高水位に対しては再現期間は100年として15.47 mを決定した。更に、本計画の工事期間は約3.5年と考えられるので最低水位については、再現期間を5年とし、0.82 mを構造物及び土工事の仮施設に反映する。

## 2) 洗掘現象

河川流過を阻害する河川内構造物は、一般に構造物の下流側が洗掘される。河川流量、河底の深さ及び流速を関数として、洗掘の深さを算定する経験式がいくつか提案されているが、本計画地での洗掘の規模の把握は、当該河川の洗掘発生に関して、河相の全体的理解と局所的状況の把握が必要となる。開発調査で解析した人工衛星によるカンボディア国内の雨季の氾濫状況写真（1994年11月人工衛星から撮影）を利用して、河相の全体的把握を行った。

次に、洗掘現象の局所的状況については、開発調査で実施した河川の深淺測量の結果と計画地点の河床の堆積状況調査から検討を加えた。コンボンチャム市の架橋ルート周辺で実施した深淺測量の結果から、河床面は堆積する方向にあるものと判断される。さらに、約40年前に建設されたコンボンチャム側の7号線フェリー棧橋（計画架橋ルートから約1 km下流側に位置する）は、堆積土砂のために使用不能となり、約8年前に1 km上流側に移設されている。この事実からも本計画ルートは河床が堆積する方向にあるものと推定されるものである。

## (2) 社会条件

カンボディア国の主たる宗教は仏教であるが、カンボディアの少数民族であるチャム族はイスラム教であり、この少数民族がコンボンチャム周辺に居住している。しかし、両宗教の存在によって、問題が発生することはないものと考えられる。

カンボディアの通貨はリエルであるが、同時にUS\$が基準通貨として一般に通用している。リエルとUS\$の交換レートはここ数年安定している状況である。

カンボディア国内に発生した内戦によって、多くの地雷が国内には埋設されている。コンボンチャム周辺に敷設されているとの情報はCMAC（カンボディア地雷対策センター）から得ていないが、工事着工前には、カンボディア政府による地雷の存在についての確認調査を行う。万一存在する場合は同国の負担行為としての地雷除去作業を実施する。

## (3) 建設事情に関する特殊事情

カンボディアは海外からの援助や投資によって建設市場が拡大している。それに従い建設業者が多数設立されているが、技術力を持った業者が少ない。しかし、大手の建設業者は道路・建築用機械を所有し、道路及び建築工事を請負っている、また海外の建設業者の下請けとなり、大型の土木工事に参加し技術力を蓄積している。しかし、本事業のような大型の橋梁工事に必要な能力・経験を有する技術者及び橋梁作業員が不足しているため、大型クレーン運転、リバースドリル掘削、PCケーブル緊張、土木世話役（計約12名）は近隣国からの雇用することが不可欠である。援助案件により業者が海外から調達する資機材の税金は免除される。また、セメントのようにタイのセメント業者が現地法人を設立し、直接カンボディアに輸入している場合は、税金免除の手続きが可能である。軽量型鋼、ワイヤー、小径鋼管、レール等はプノンペン市内で調達可能である。

## (4) 現地業者及び現地資機材の活用についての対応方針

長大橋建設に対応できる現地業者は現在まだ育っていない。しかし、他の援助プロジェクト（道路改修等）で経験している現地業者を下請け業者として積極的に本橋梁建設工事に参加させ、施工技術を蓄積させることが重要である。これにより事業費の低減が可能となる。また、道路建設用機材については、現地の建設業者の所有する機械、レンタルによる発電機は調達計画を十分に検討すれば、それらの一部は現地調達可能であり、工事に積極的に活用する。

## (5) 実施機関の維持・管理能力に対する対応方針

カンボディア国の道路・橋梁に対する維持・管理作業は、本業務を総括する公共事業運輸省

の予算及び技術職員で行われるが、予算の制約により定常的に実施されていない。従って、同国の道路・橋梁基盤の整備のガイドラインを作成し、公共事業運輸省の維持管理実施能力を高めていく必要があるものと判断される。特に、カンボディア国では、木材または建設資材を輸送する過積載車両が多く、これらの車両の通行が原因とする、道路舗装面や橋梁への損傷が発生しているものと推定される。現在、過積載車両に対する取締りは内務省（Ministry of Interior）の管理によって行われているが、公共事業運輸省の関係者も併せて取締り作業に従事することが望ましい。さらに、重量計等の計測器を使用した取締り作業が望まれる。

このような状況を考えると、維持管理作業を定常的に実施する組織を構築すると共に、道路施設の保全を目的とした法律の整備が望まれる。併せて、本計画の実施段階の中でOn the Job Trainingによって橋梁技術の技術移転を図り、指導的技術者の育成が重要である。

#### (6) 工期に対する方針

工期に対する方針は、カンボディア国の建設工事における諸条件を勘案した上で、特にメコン河の乾季と雨季の水位変動に対応した施工方法を採用した。

実施工程は、4年度に分けられる。第1年度は、工事の準備及び基礎工事である。第2年度と第3年度は、メイン橋梁、アプローチ橋梁及び取り付け道路の主要部の建設である。第4年度は、舗装や付帯工の仕上げ工事である。各年度毎に実施する工事内容は、次の通りである。

##### 第1年度

工事準備・撤去工・基礎工の一部

##### 第2年度

取り付け橋梁（Kompong Cham side）

- ・ 基礎工、下部工

メイン橋梁

- ・ 橋脚6の基礎工、下部工、上部工
- ・ 橋脚13の基礎工、下部工、上部工

取り付け橋梁（Tonle Beth side）

- ・ 基礎工、下部工

取り付け道路

- ・ 盛土工の一部（Kompong Cham side）
- ・ 盛土工の一部（Tonle Beth side）

##### 第3年度

取り付け橋梁（Kompong Cham side）

- ・ I桁製作、架設

#### メイン橋梁

- ・ 橋脚7の基礎工、下部工、上部工
- ・ 橋脚8の基礎工、下部工、上部工
- ・ 橋脚9の基礎工、下部工、上部工
- ・ 橋脚10の基礎工、下部工
- ・ 橋脚11の基礎工、下部工
- ・ 橋脚12の基礎工、下部工

#### 取り付け橋梁 (Tonle Beth side)

- ・ I桁製作

#### 取り付け道路

- ・ 盛土工 (Kompong Cham side)
- ・ 道路構造物、付帯工

### 第4年度

#### メイン橋梁

- ・ 橋脚10の上部工
- ・ 橋脚11の上部工
- ・ 橋脚12の上部工

#### 取り付け橋梁 (Tonle Beth side)

- ・ I桁架設

#### 取り付け道路

- ・ 盛土工 (Tonle Beth side)
- ・ 舗装工

#### 橋梁付帯工

### 3-3-2 基本計画

#### (1) 全体計画

本計画の範囲は、国際協力事業団が1995年から1996年に実施した開発調査（メコン本流架橋計画調査）の中で最終的に提案された架橋計画ルートに示されるものである。この架橋ルートはコンボンチャム市の7号線上に位置する交差点を起点とし、擁壁構造による盛土部と取付橋を通過後、メコン河をほぼ直角に主橋梁で横断してメコン河東側に至り、取付橋を経て約2 kmの盛土区間で、既設の7号線に接続するものである。

計画施設の概要は以下の通りである。

橋梁延長	1,360 m
主橋梁	80 m + 7@120 m + 80 m = 1,000 m

取付橋	コンポンチャム側	5@40 m = 200 m
	メコン河東側	4@40 m = 160 m
接続道路	コンポンチャム側	256 m
	メコン河東側	1,981 m

橋梁形式は主橋部、取付橋部それぞれ以下に示す通りである。

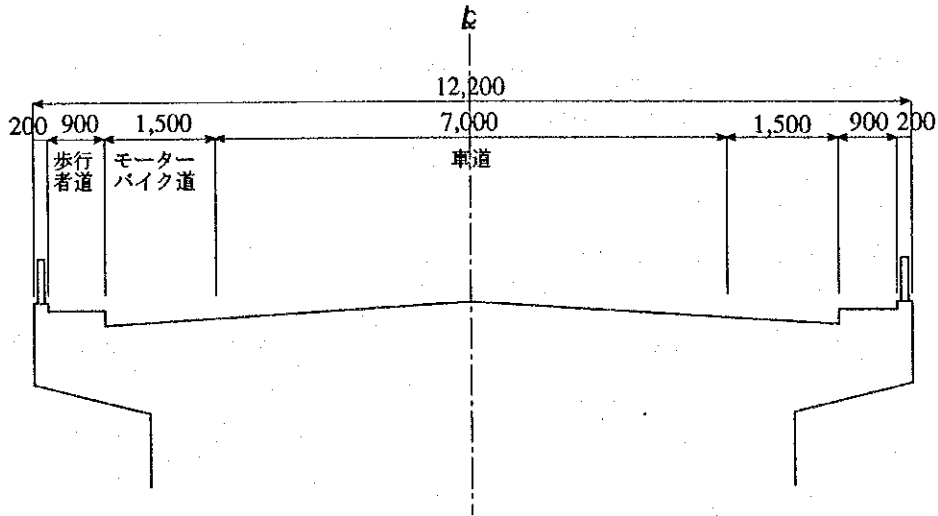
上部構造	主橋	PC 9 径間連続箱桁橋 (中央 3 径間ラーメン) 80 m + 7@120 m + 80 m = 1,000 m
	取付橋	メコン河西側 PC 5 径間連結合成桁 5@40 m = 200 m メコン河東側 PC 4 径間連結合成桁 4@40 m = 160 m
下部構造	逆 T 式橋台	2 基
	T 型柱式橋脚	9 基
	箱式橋脚	8 基
基礎工	主橋	場所打ち杭 φ 2.0 m
	取付橋	場所打ち杭 φ 1.0 m
適用設計基準	橋梁設計	日本道路協会 道路橋示方書
	舗装設計	日本道路協会 アスファルト舗装要綱

## (2) 施設計画

### 1) 幅員構成

#### a) 橋梁部分

総幅員	12.2 m
車道幅員 (2 車線)	7.00 m
バイク道車線 (両側)	1.50 m
歩道幅員 (両側)	0.90 m
地覆幅	0.20 m



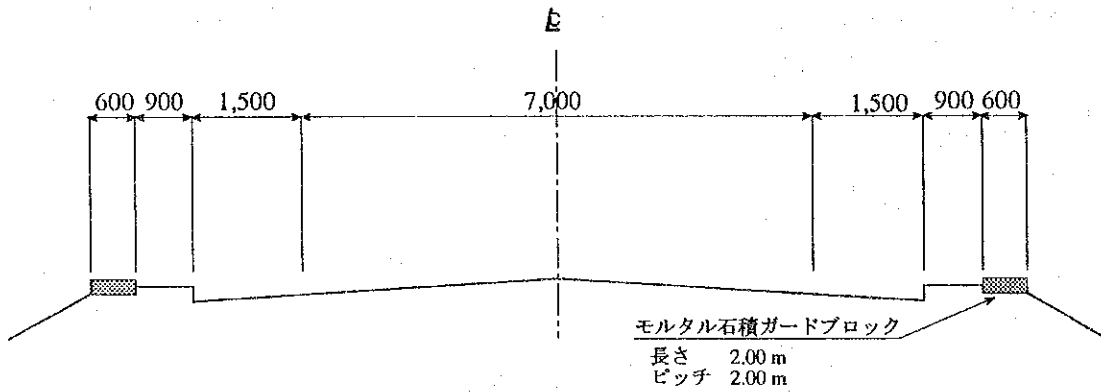
b) 土工部分

b-1) メコン河西側

コンポンチャム市交差点起点部～取付橋梁始点までは橋梁幅員と同一とする。

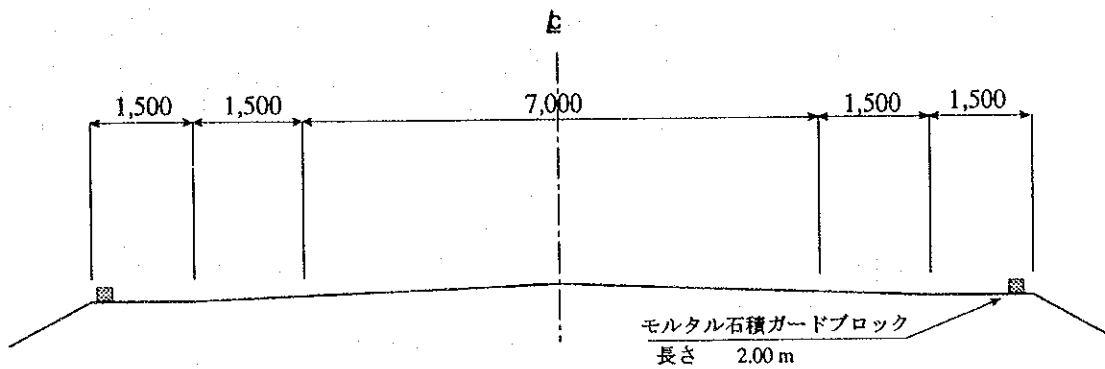
b-2) メコン河東側

取付橋梁終点から階段工までは、橋梁幅員と同じく歩道を設置する。

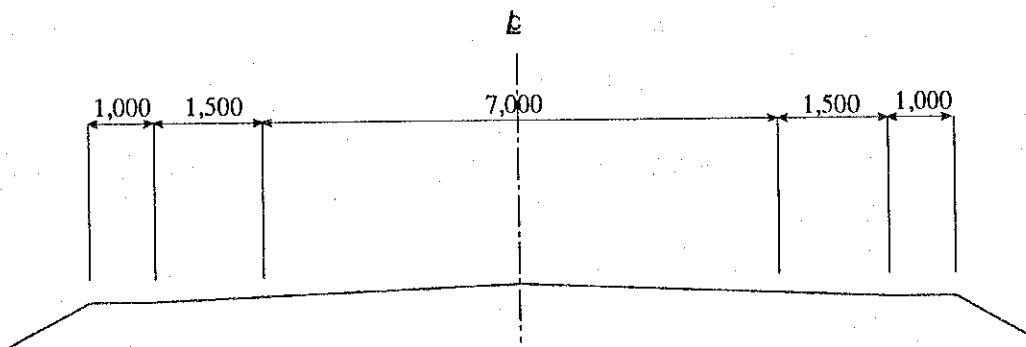


b-3) 階段工から盛土高5 mまで（防護路肩区間）は、歩道を設けず防護路肩を計画する。





b-4) 盛土高5 m以下はガードブロックを設置しない。路肩幅は1.00 mに縮小する。



## 2) 平面線形、縦断線形

平面線形で採用している曲線半径は、コンポンチャム側で $R = 300$  m、メコン河東側も同じく $R = 300$  m、そして既設7号線に接続する区間は $R = 250$  mに設定している。

縦断線形については、起点側より勾配0.504%から主橋部中央に向かって3.00%で昇り、更に4.00%でメコン河東側の土工部に接続の後、レベルで既設7号線に取付く線形である。

## (3) 設計条件

### 1) 適用基準

橋梁設計基準は、公共事業運輸省との協議の結果、日本道路協会道路橋示方書を適用することになった。

幅員構成に関しては、カンボディア政府が計画しているアジアハイウェイの幅員構成を道路部及び橋梁部に適用するものとする。

道路区間の幅員構成は、上述した様にカンボディア国のアジアハイウェイの幅員を適

用するものであり、併せて、現在国際協力事業団が進めているカンボディア国道6、7号線改良計画基本設計調査と合致するものとする。また、舗装計画の考え方は、日本道路協会のアスファルト舗装要綱に基づくものである。

2) 幾何構造

設計速度		80 km/hr
最大縦断勾配		4.00%
最小曲線半径		250 m
最小曲線長		119 m
最小縦断曲線半径		60 m
横断勾配	橋梁部	1.5%
	道路部	2.0%

3) 航行船舶に対するクリアランス確保

河川中央部（P9～P10橋脚間）において、航路高は高水位から15.0 mを、航路幅は90.0 mを確保する。

4) 計画水位設定

高水位は100年確率を想定して15.10 mとし、低水位は5年確率として0.87 mとする。また、コンボンチャムでの水位観測所の記録からメコン委員会では最大洪水量を1966年の57,000 m<sup>3</sup>/secとしている。

5) 活荷重の適用方法

- 床組・床版設計は、日本道路協会道路橋設計示方書に規定される。B荷重（25t相当）を適用する。
- 主桁設計は、上記示方書のA荷重（20t相当）を適用する。
- 活荷重と群集荷重の共載は考えない。

6) 地震荷重

地震荷重として基準設計水平震度0.05を考慮する。

7) その他の荷重

a) 主荷重

設計において常時作用する荷重として以下を考える。

- ・死荷重
- ・衝撃
- ・土圧
- ・水圧
- ・浮力／揚圧力

- ・コンクリートのクリープの影響
- ・コンクリートの乾燥収縮の影響
- ・コンクリートの温度変化

b) 従荷重

主荷重と組み合わせて以下の荷重を考慮する。

- ・風荷重
- ・地震荷重
- ・流水圧

c) 特殊荷重

特殊荷重として以下の荷重を考慮する。

- ・施工時の荷重

8) 洗掘深

洗掘深は現河床面より5.0 mの深さまで考慮する。

9) 温度変化

設計温度変化量は±10℃とする。

10) 材料の単位重量

死荷重を計算する場合の材料の単位体積重量は以下の通りとする。

鉄筋コンクリート	2,500 kg/m <sup>3</sup>
無筋コンクリート	2,350 kg/m <sup>3</sup>
プレストレストコンクリート	2,500 kg/m <sup>3</sup>
舗装用アルファルトコンクリート	2,300 kg/m <sup>3</sup>
鋼材	7,850 kg/m <sup>3</sup>

11) 材料強度

使用する主要材料の強度は次の通りである。

コンクリート

設計基準強度

上部工

PC9径間連続箱桁

主桁

400 kgf/cm<sup>2</sup>

PC連結合成桁

主桁

400 kgf/cm<sup>2</sup>

下部工

橋台・橋脚

240 kgf/cm<sup>2</sup>

基礎杭

240 kgf/cm<sup>2</sup>

## PC鋼材

12T12.7 (SWPR 7B)	190 kgf/mm <sup>2</sup>
1T21.8 (SWPR19)	185 kgf/mm <sup>2</sup>

## 鉄筋

SD295A相当品 (降伏点3,000 kgf/cm<sup>2</sup>)

### (3) 基本設計の内容

#### 1) 上部工形式選定

##### 上部工形式スパン割等の選定

上部工形式は地形・地質、高水位、必要航路高等の架橋位置の条件に基づいて決定される。この上部工形式選定については、開発調査の段階で検討されているが、本基本設計で再確認した結果、基本的に妥当なものと判断された。以下に開発調査で検討した上部工形式の検討内容を要約する。また併せて、本基本設計で検討した内容を示す。

##### a) 橋梁形式の選定

考えられる橋梁の種類は鋼橋とコンクリート橋になるが、コンクリート橋が建設費の低減化、維持管理費用の低減化、熟練技術者に対する技術移転、現地材料の有効活用の点で有利であると考えられる。

次にコンクリート橋の中で、プレストレストコンクリート箱桁橋（PC箱桁橋）とエクストラードロード橋の2種類の形式が本計画規模の橋梁計画には選定の対象となるが、以下に示す選定基準をもって比較した結果、PC箱桁橋が総合的に有利であると判断された。

##### 考慮された比較選定基準

- ・建設工期
- ・技術的要因
- ・建設実績
- ・維持管理の容易性
- ・建設費
- ・使用する建設材料の地域経済へ与える影響度合
- ・技術移転

##### b) スパン割の選定

PC箱桁橋に対して、技術的制約から定まる適用スパンに対して、全体工費（上部工、下部工、取付橋及び接続道路）を比較した結果、120mスパン割りが建設費を最小化するとの結論を得て、当該プロジェクトの主橋は、120mスパンを有するPC9径間連続箱桁橋が最終案と採用された。

c) 本基本設計での検討

上述した開発調査の橋梁形式・スパン割りの計画の範囲内で以下の検討を基本設計で検討を加えた。

開発調査の選定案である9径間連続箱桁橋は橋脚と上部工が全て剛結された構造である。同案に対して、主橋の両側2橋脚を剛結構造から上部工と下部構造の橋軸方向の移動が可能となる可動沓を設置した構造系を比較検討した。

この構造形式の採用によりコンクリート構造の特性である乾燥及びクリープ現象及び温度変化による橋軸方向の変位拘束の除去が可能となる。従って、開発調査案に比較して下部構造への作用力が減少し、結果として基礎杭の本数を低減することが可能となる。開発調査選定案では $\phi 2.00$  mの基礎杭が計128本必要であったが、この改良案では106本となり、12本の基礎杭が構造解析の結果少なくなることが判明した。

この解析結果から、次のような効果が得られる。

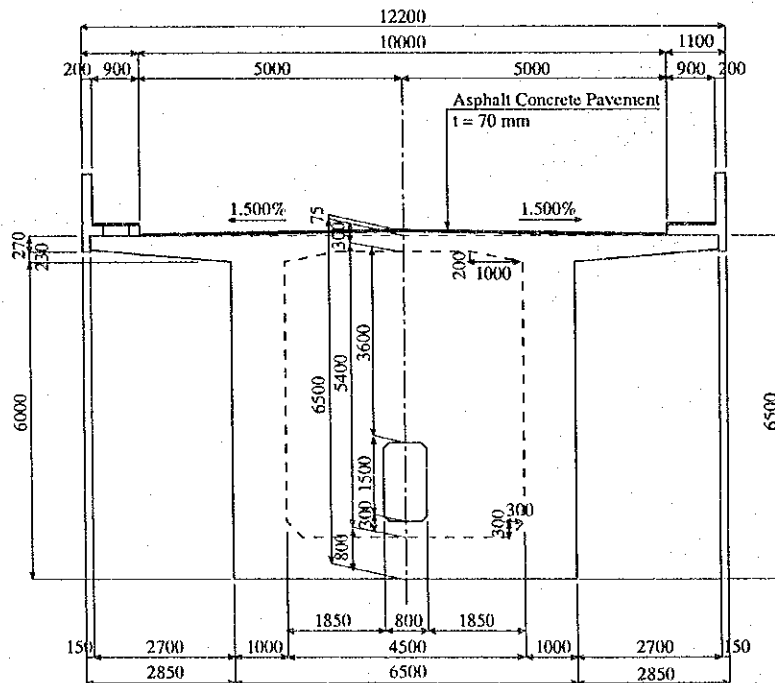
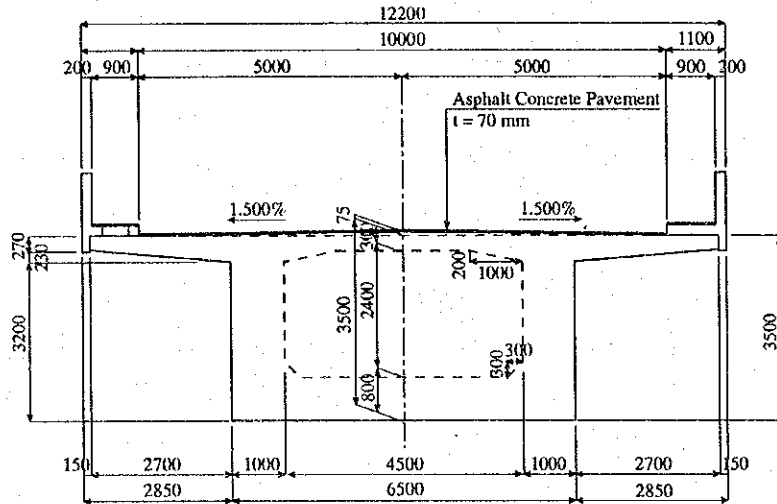
- ・建設費の低減化が可能となる。
- ・期間的に制限される乾季内の基礎工施工が容易となる。

以上の検討結果によって、主橋部のPC9径間連続箱桁は、スパン割りは変更しないで、主橋両端の2橋脚に対して可動沓を設置する構造を基本設計で採用するものとした。

2) 上部工設計の内容

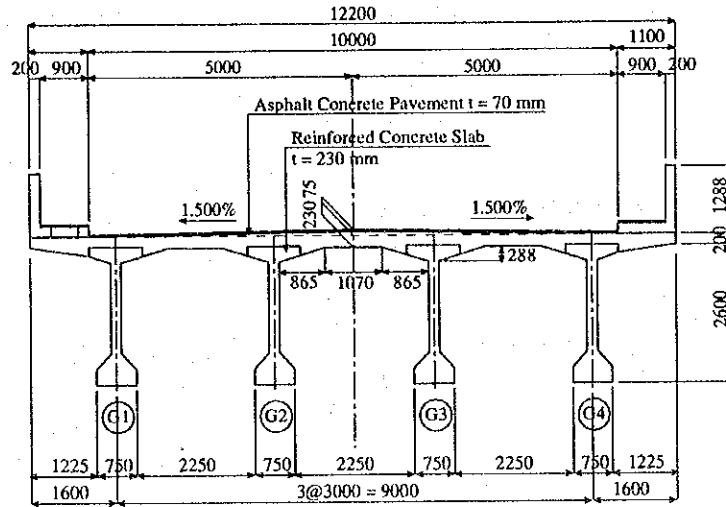
a) 主橋梁

主橋梁の主桁高は3.00 mから6.00 mに変化する。以下に代表断面の形状を示す。



b) 取付橋梁

取付橋梁は4主桁（桁高2.60 m）のP C連結桁である。



3) 下部工の形式選定

下部構造形式の選定については、開発調査で比較検討されているが、本基本設計においても再検討を行った。その結果、開発調査で採用されたリバース工法による多柱式基礎方法が妥当であるものと判断された。

以下に多柱式基礎工法と鋼矢板締切り工法についての検討を行う。

a) 多柱式基礎工法

同工法は比較的口径が大きい基礎杭（本計画では、直径2.00 m）を、掘削機械（掘削方法により、(i)リバース工法と(ii)ベノト工法に分類されるが、掘削時に水中工事となる場合は、(i)リバース工法が有利となるものであり、開発調査では、この工法を採用）により杭部分の土砂を掘削した後、杭鉄筋を配置してコンクリートを打設する工法である。

この工法の特徴は、

- ・ 締切設備をほとんど要しない
- ・ 多柱で下部工が構築されるため、流水による杭への動水圧を小さく取れる等長所がある。

一方、施工期間は、b) に述べる鋼矢板締切り工法に対して、長期間になる傾向がある。

開発調査では、本工法を採用し、その施工期間は2年と計画している。

b) 鋼矢板締切工法

同工法は、鋼矢板または鋼管矢板で下部基礎範囲を締切、締切内部の水を強制排除して、いわゆるドライ施工を行うのが一般である。また、この鋼矢板の仮締切構造を一体の構造系に結合して、杭本体としても利用するものである。

この工法の特徴は

- ・ドライ施工または、それに近い状況で土砂を掘削するため、下部工部分の施工の信頼性が高い。
- ・ドライ施工でフーチング部分を施工し、以後水中部にある橋脚をドライな状態で施工可能
- ・上記に関連し、河床面から下部工躯体を立ち上げるため多柱式基礎工法で必要となるパイルキャップ（杭基礎とフーチング部の接続部）が河川水面内に構築する必要がなくなる。

等の長所がある。

一方、鋼矢板または鋼管矢板（本計画では、下部構造の規模が大きくなるため、鋼管矢板が適切と考えられる）の計画及びその施工にあたり、次のような短所もある。

- ・締切によるドライ施工を可能とさせるため、矢板間の接続は完全に止水される状態にする必要がある。
- ・このため、鋼管杭打設の施工精度は、極めて高い精度が要求される。
- ・カンボディアでの施工を想定すると、約6ヶ月の乾季の間に、鋼管矢板の施工を完了させる必要がある。
- ・締切部構築には、多大の締切鋼材が必要となる（ここで云う締切鋼材は、河床面から雨季水面までの15mの締切内部の作業空間確保のための、切梁、腹起しの梁を意味する）。
- ・橋脚構築後、水中部の鋼管杭を切断して、除去する必要がある。この作業は高度の技術力を要する。
- ・水中部の下部躯体は、多柱式基礎に比較し大規模となるため、洗掘発生についての問題が大きくなる。

このように多柱式基礎工法と鋼矢板締切工法の特徴を前提とし、本計画地点の自然条件を考慮して、両者の工法を比較すると、次の点で多柱式基礎工法が有利であると判断される。

- ・鋼矢板締切工法は鋼管矢板／切梁／腹起こしの材料が極めて大きくなり、経済的に不利である
- ・鋼矢板締切工法の鋼管杭打設は、高い打設精度を必要とし、かつ約6ヶ月の乾季の間に、この鋼管杭打設を完了させるのは、工期的に問題がある。（チョルイチョンバー橋の施工実績からの評価）



- ・鋼矢板締切工法は、カンボディアでの施工条件（熟練技術者の雇用は困難。高度な技術を必要とする施工方法の採用は、無償工事の制約条件としての工期遵守を鑑みて不適當）を考慮すると採用することは適切でない。
- ・本計画の下部工の留意点である洗掘現象を排除するには、多柱式基礎が有利である。

多柱式基礎工法と鋼管矢板締切工法の比較表

	基礎形式	多柱式基礎工法	鋼管矢板締切工法
	基礎形状		
	主要材料	コンクリート、鉄筋、鋼製ケーシング	鋼管、コンクリート、鉄筋
	材料、機材及び輸送手段の調達	鋼製ケーシングは輸入されること、自己昇降式足場（SEP）と吊上げ能力が大きいクレーンが必要	能力が大なる打込み機械が必要
	適用スパン	80～250 m	150 m程度まで
技術的特徴	工法	鋼製ケーシングが振動ハンマーで打込まれた後、水圧を与えてリバーサ・サーキュレーションドリルによって土砂が掘削され、パイルキャップで多柱式基礎は固定される。	打込み鋼管矢板は、基礎の機能の他に、締切の機能を有する。ケーソンが所定位置まで打込まれた後、鉄筋によってパイルキャップに鋼管が固定される。つぎに、鋼管はパイルキャップ上面で切断される。
	建設時の問題点	基礎周辺の掘削がある程度発生する。	洗掘の規模が大きくなる。鋼管をパイルキャップの接合は信頼性に欠ける。
	建設期間	1橋脚に対して6ヶ月	1橋脚に対して5～6ヶ月
	建設費（割合）	1.00	1.20

4) 地質調査結果の下部工基本設計への反映

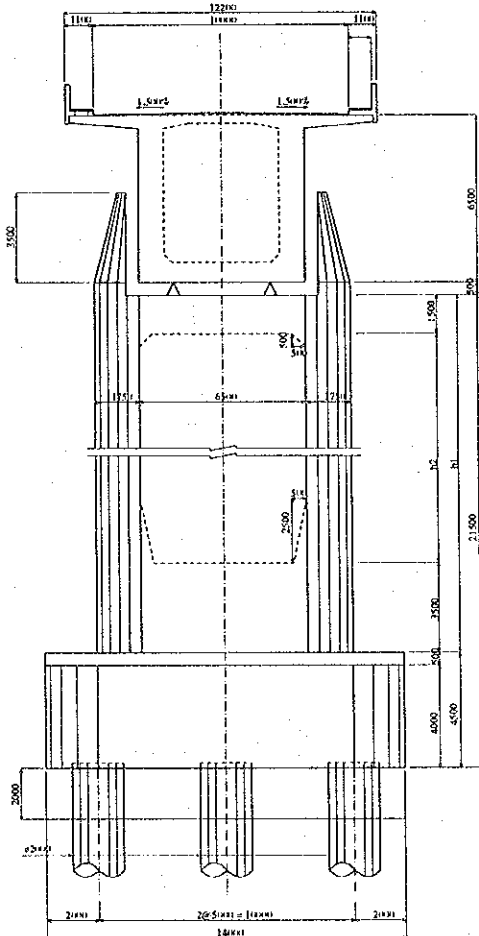
本計画ルートでの地質調査は計5ヶ所のボーリングが、開発調査の段階で実施された。このうちメコン河内の3ヶ所のボーリングは96年5月に調査されたものであり、開発調査の解析には反映されていない。本基本設計においてはこの3ヶ所のボーリング結果を新たに反映して下部工の設計が行われた。

5) 下部工設計の内容

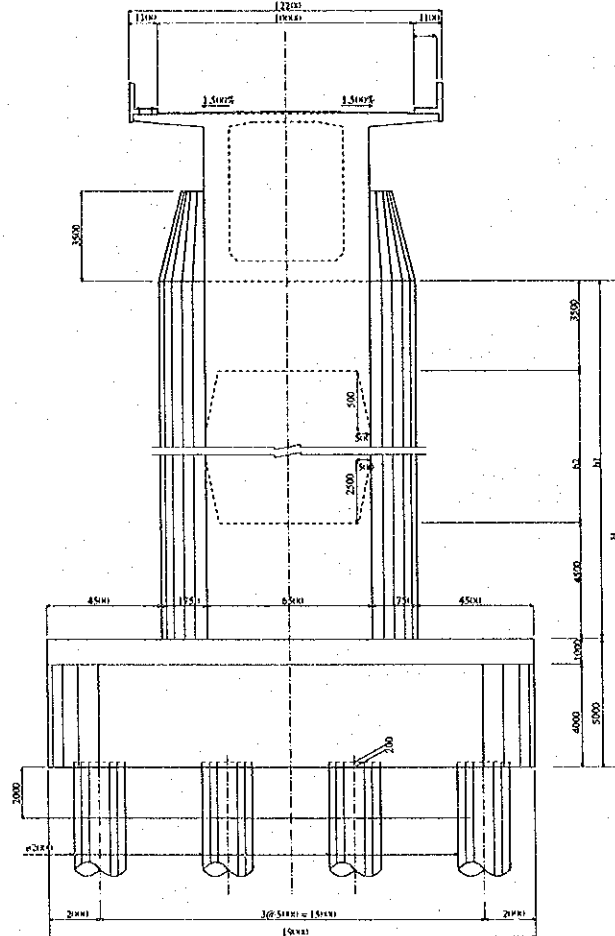
a) 主橋部

主橋部下部工の代表断面として、可動沓橋脚と柱頭部橋脚を以下に示す。

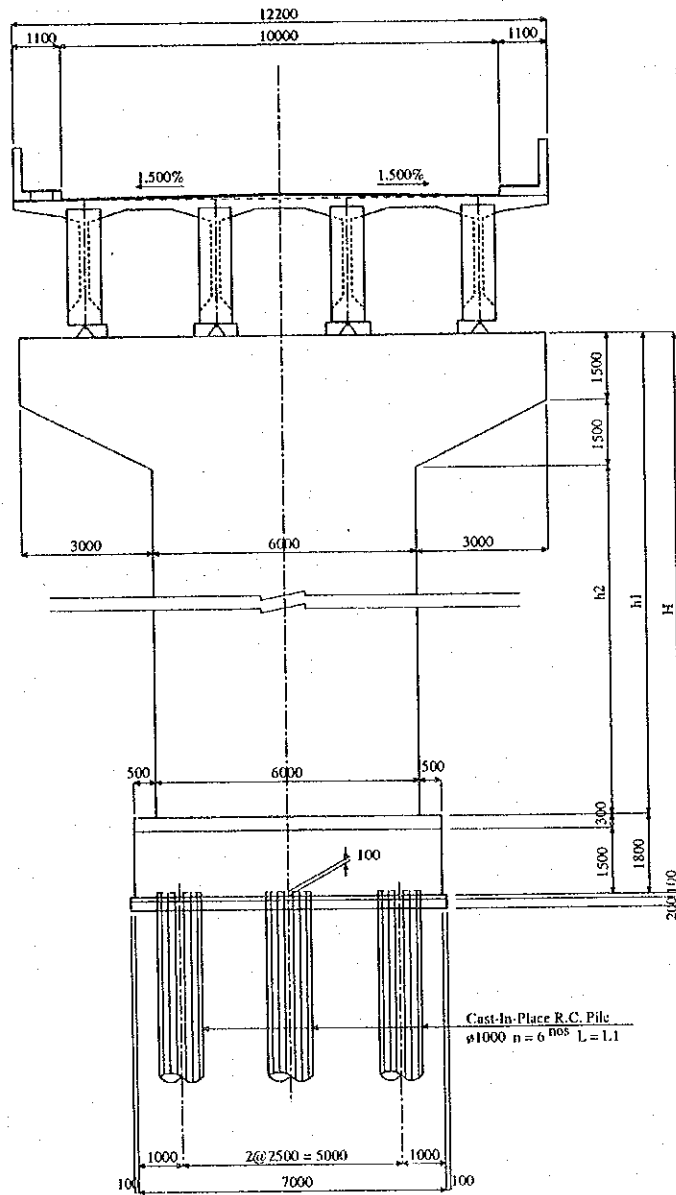
可動沓橋脚



柱頭部橋脚



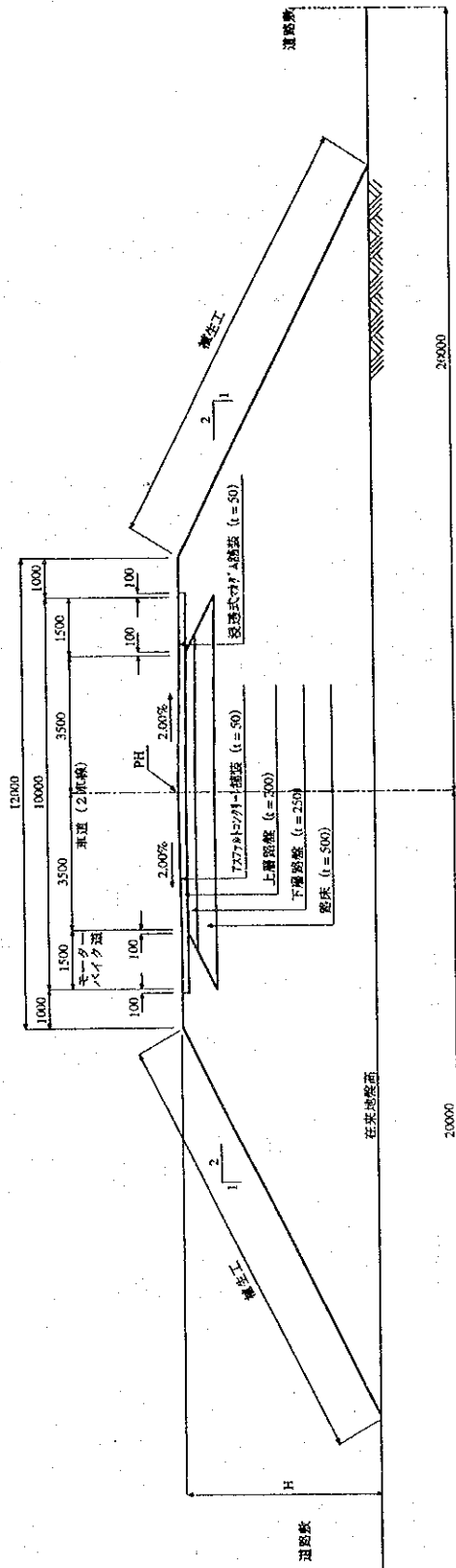
b) 取付橋梁橋脚





(H < 5 m)

(H < 5 m)



### 3-4 プロジェクト実施体制

#### 3-4-1 組織と要員

##### (1) 主官庁

本プロジェクトの担当省庁は、公共事業運輸省（Ministry of Public Works and Transport）であり、実際の実施機関は同省に属する主要建設計画局（Department of Major Construction）となる。本プロジェクトが我が国の無償資金協力で実施される場合、公共事業運輸省がコンサルタント及び建設業者の契約相手方となる。

##### (2) 運営実施機関

運営・監督機関は、公共事業運輸省であり、さらに具体的な協議は同省内の主要建設計画局を通して実施される。同省は図3-2に示すごとく公共事業部門と運輸部門から組織されており、その中に主要建設計画局は、外国援助による道路・橋梁関係のプロジェクトを総括している部局であり、日本国によって無償経済協力によって建設機械が贈与されて、設立された道路建設センター（Road Construction Center）をも管理する部局となっている。

表3-4 公共事業運輸省主要建設計画局の職員数（1996年）

部門	人員数
管理部門	30人
緊急工事事部	100人
プロジェクト実施部	150人
道路建設センター	
新建設機械課	110人
運営課	260人

主要建設計画局の組織図及び職員数を図3-3及び表3-4に示す。

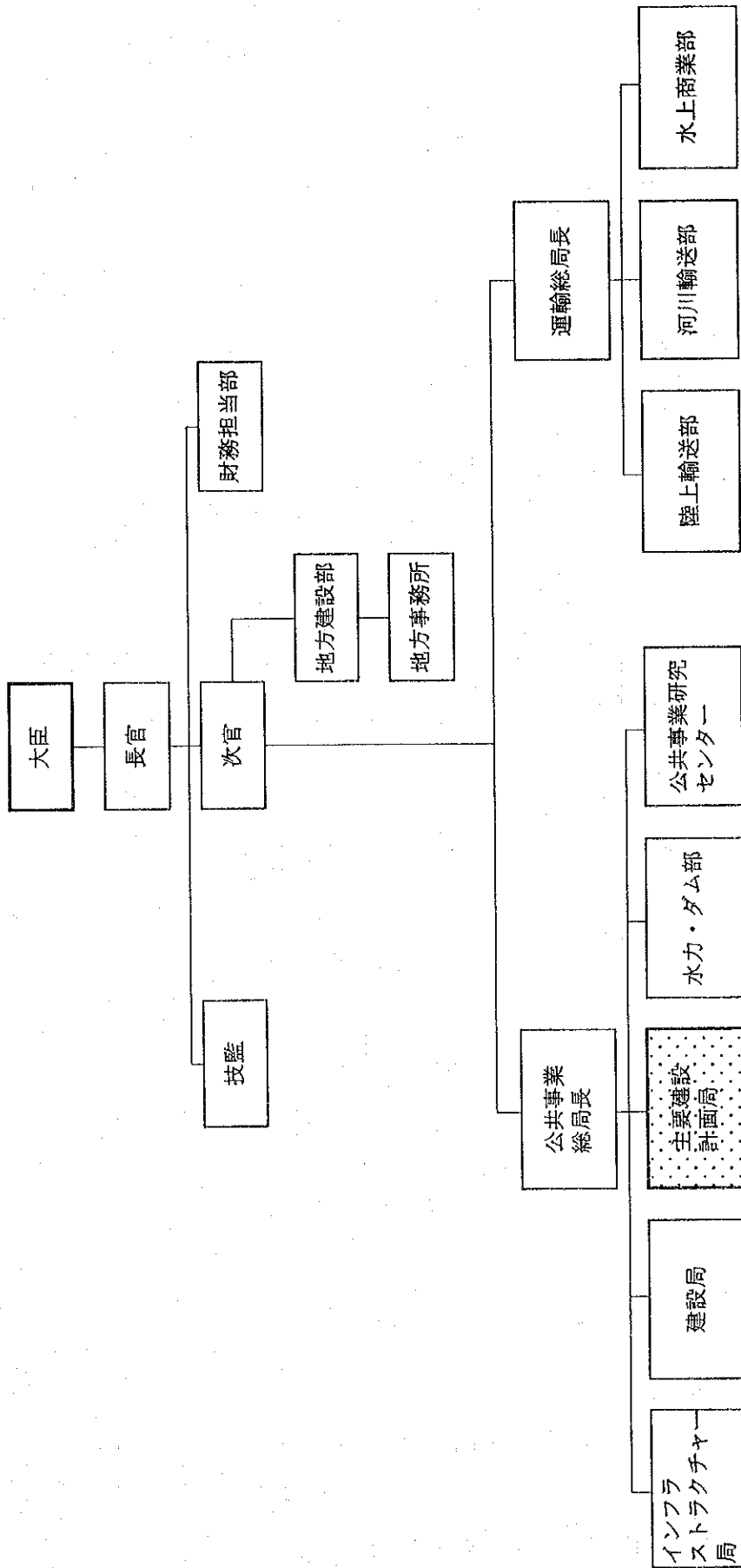


図3-2 公共事業運輸省組織図

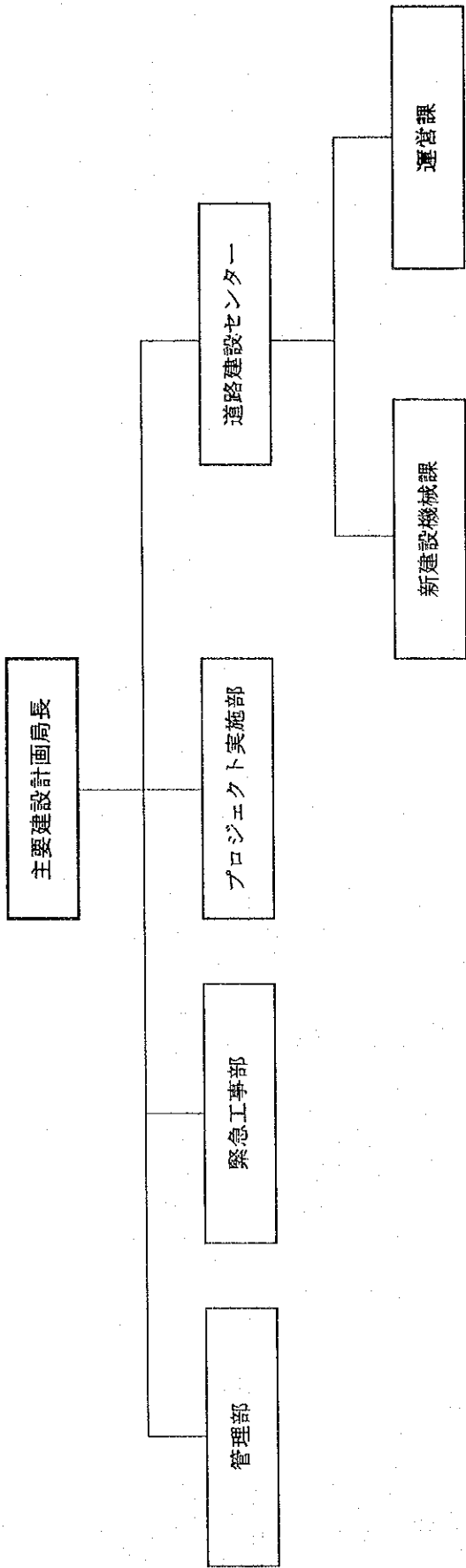


図3-3 主要建設計画部組織図



### 3-4-2 公共事業運輸省の予算

公共事業運輸省の予算（公共事業運輸省・主要建設計画部で入手した資料）は、1994、1995、1996年の予算はそれぞれ31.5、18.6及び22.0（単位は10億リエル）となっている。1 US\$を2,500リエルで換算するとそれぞれ1.26、0.74及び0.88百万US\$となる。これらの予算の大部分は道路関係の復旧事業に投入されているものと考えられる。

同省の予算とカンボディア国の国内総生産額及び国家予算との関係は次表のようになる。

（単位：10億リエル／（ ）内は百万US\$：1US\$ = 2,500リエル）

年	国内総生産 (1)	国家予算 (2)	公共事業運輸省予算 (3)	(2)/(1) %	(3)/(1) %	(3)/(2) %
1992	1,336 (53.44)	245.6 (7.78)	不明	-	-	
1993	5,546 (176.06)	608.4 (19.31)	不明	-	-	
1994	6,048 (192.00)	1,019.2 (32.36)	31.5 (1.26)	16.8	0.52	3.1
1995	7,647 (242.76)	1,221.5 (38.78)	18.6 (0.74)	16.0	0.21	1.5

公共事業運輸省の国家予算（歳出ベース）に占める割合は、1994年、1995年でそれぞれ3.1%及び1.5%となり、公共事業への予算（この内の大部分は道路関係予算）配分の割合は、極端に低いことが理解できる。またこの点は、国内総生産額に対する比率からもそれぞれ0.52%及び0.21%を示していることから同様の状況となっていることが判断できる。

### 3-4-3 要員技術レベル

内戦が続いたカンボディア国は、中堅技術者が絶対的に不足しており、公共事業運輸省においても例外ではない。現在、同省では、旧ソビエト連邦、或いはヴェトナムで高等教育を受けた20代後半から30代の年令の少数の中堅技術者が勤務している。しかし、実務教育を受けていないことに加えて、旧ソビエト連邦の崩壊によって、継続的教育を受ける道が無くなったことも問題を大きくしていると云える。基礎的な教育を社会主義国家で受けた、これらの若い技術者は、最近では英語の教育を積極的に受けている現状である。

これらの外国で教育を受けた土木関係技術者は、公共事業運輸省内に約10名程度存在している。これらの技術者の分野別の人員数と、従事可能な業務は次のように推定される。

分野	人員数	従事可能な業務内容
設計調査	約5名	鉄筋コンクリート橋の設計、鋼製簡易組立橋及び土木設計についての知識は有しているが実務的能力は十分でない。また、橋梁及び土工計画についての一般的な調査方法に関する基礎的知識は持っている。
橋梁点検	約2名	幅20m前後の橋梁の損傷度合は判断できるが、損傷の対策を策定することは無理と考えられる。
維持管理	約3名	既設橋梁・土工の維持管理に対する必要予算を見積もることはある程度可能であるが、十分な技術的判断を期待することはできない。

これら若い技術者の資質は高く評価されるものであり、日本における技術研修と本プロジェクト実施によるOn the Job Trainingによって、橋梁技術の移転がなされ、かつ技術の定着化が促進されることが期待される。



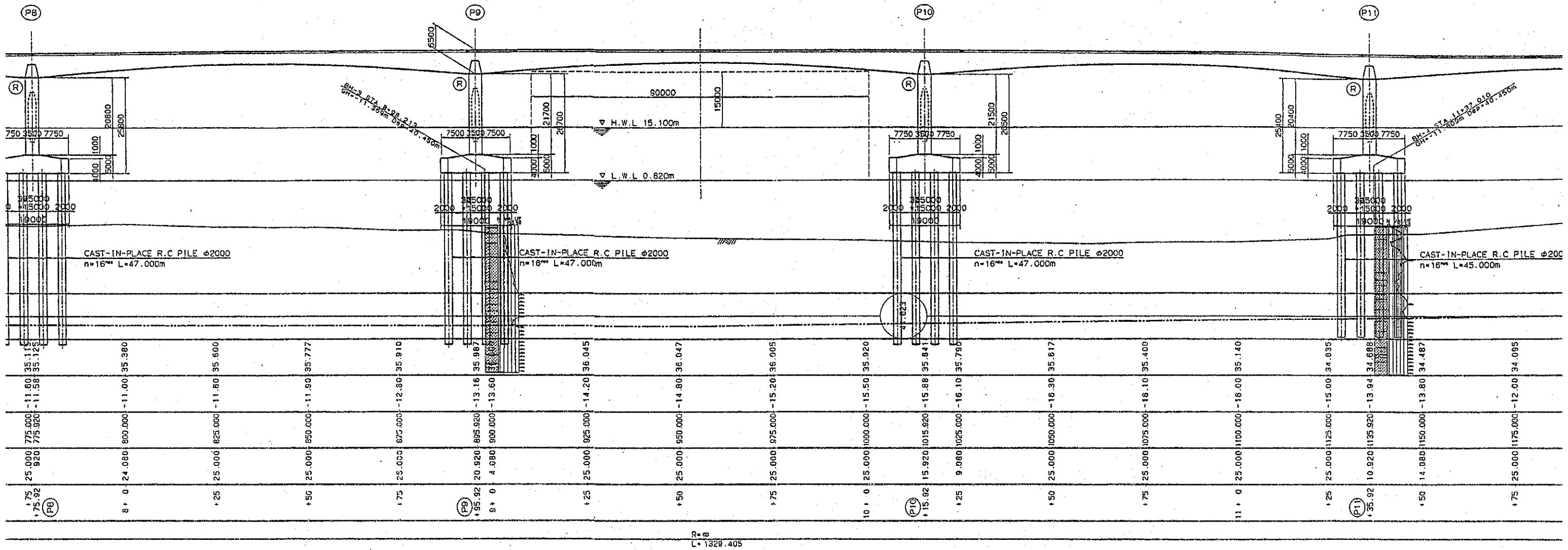




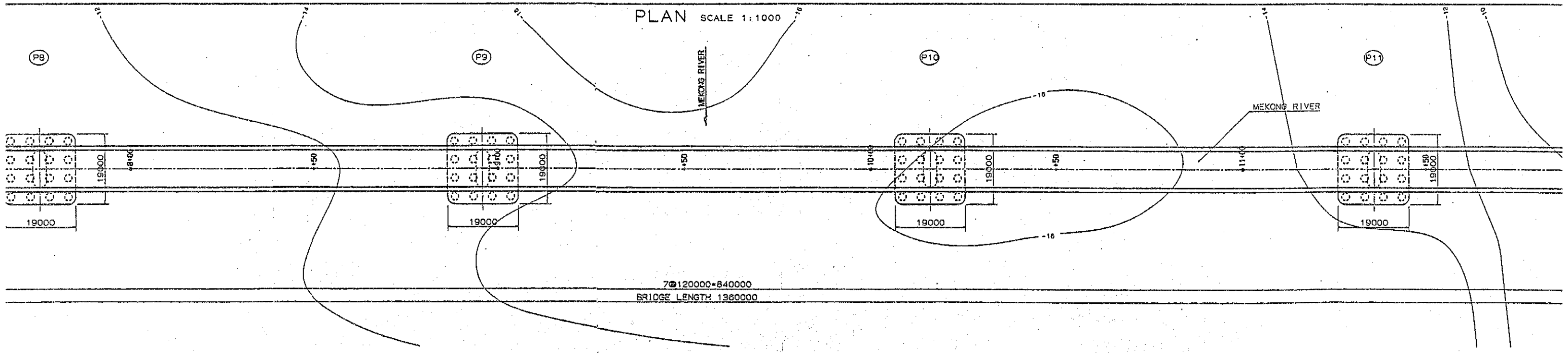
SIDE ELEVATION SCALE 1:1000

GENERAL VIEW OF MEKONG RIVER BRIDGE

BRIDGE LENGTH 1360000  
7@120000-840000

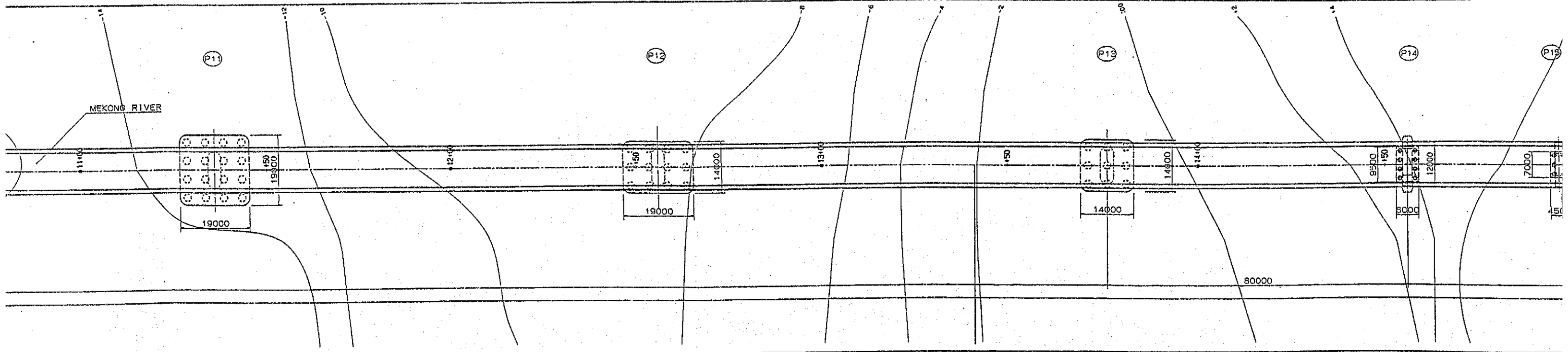
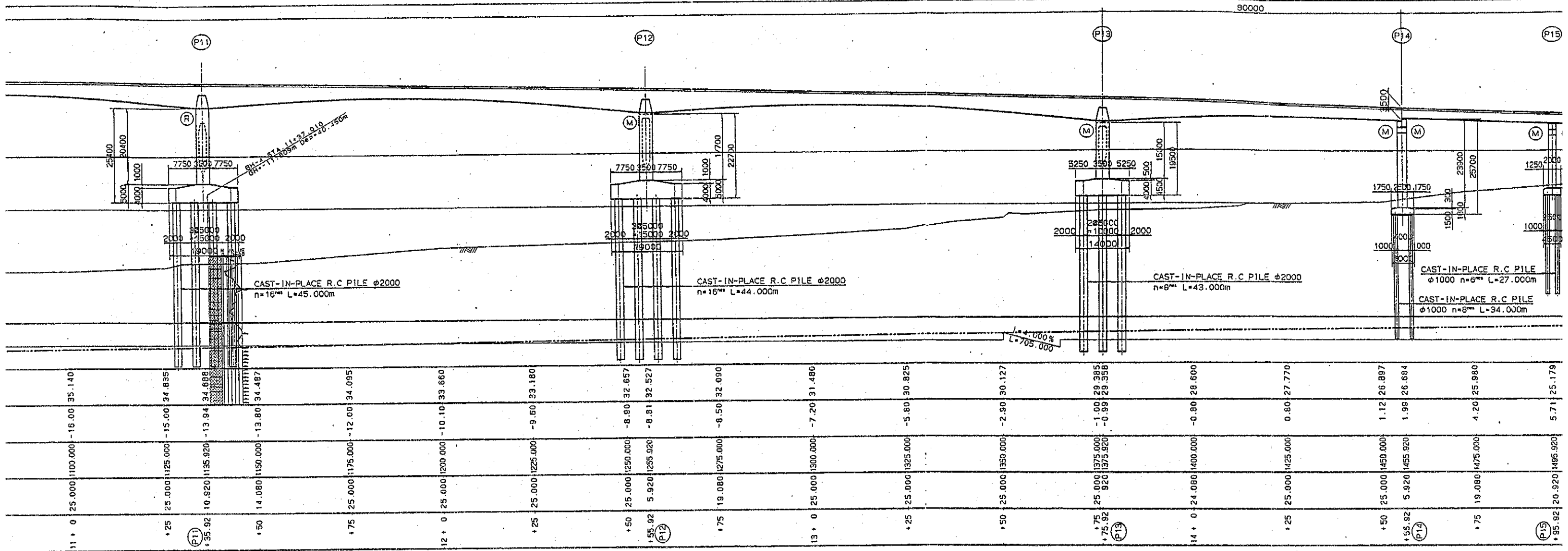


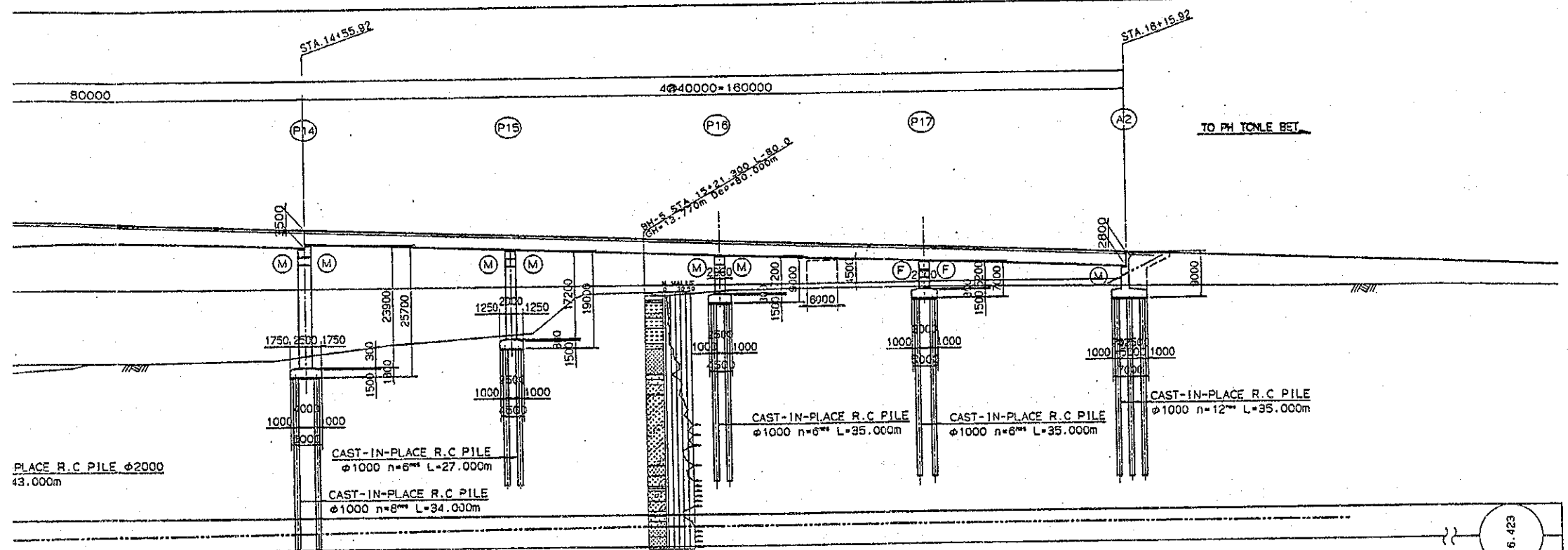
1328.405



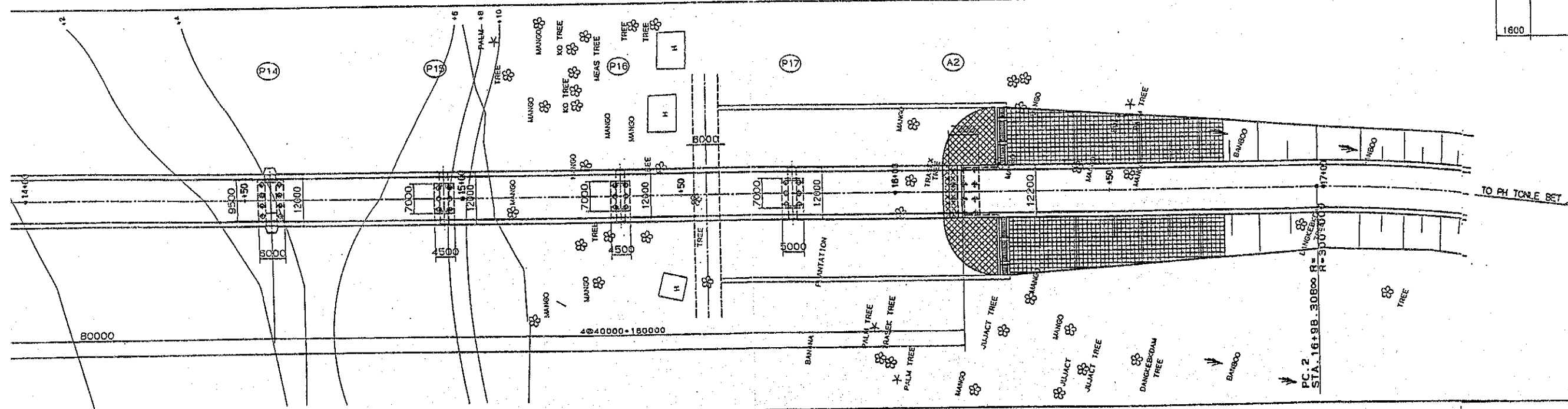
7@120000-840000  
BRIDGE LENGTH 1360000

# EW OF MEKONG RIVER BRIDGE

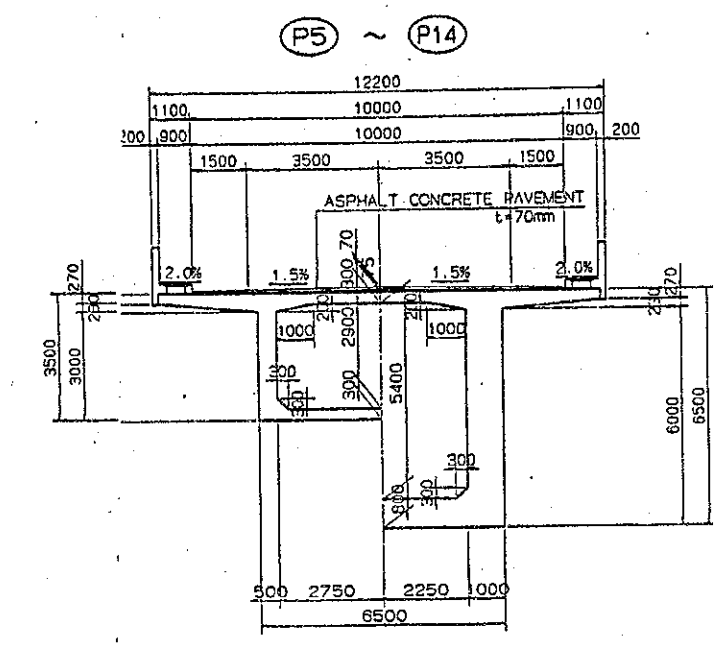




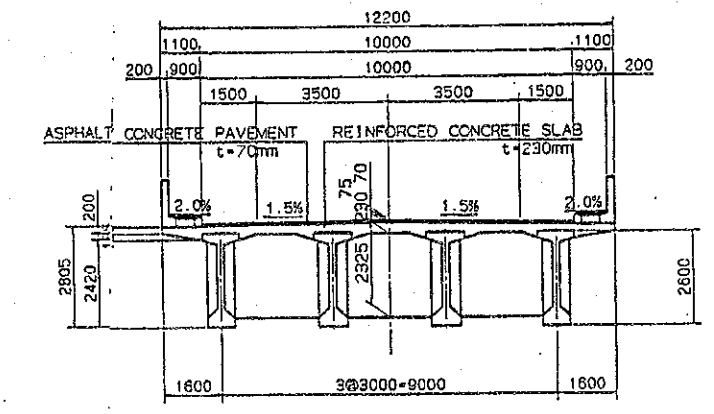
0.80	27.770	1.12	26.897	1.99	26.684	4.20	25.980	5.71	25.178	6.00	25.020	13.04	24.023	13.85	23.586	14.17	23.023	14.15	22.023	14.14	21.866	13.95	21.023	13.81	20.386	13.74	20.023	13.42	19.023	13.36	18.023				
+25	25.000	1425.000	+50	25.000	1450.000	+55.92	5.920	1455.920	+75	19.080	1475.000	+95.92	20.920	1495.920	+115	4.080	1500.000	+135	25.000	1525.000	+155	10.920	1535.920	+175	25.000	1575.000	+195	9.920	1615.920	+215	25.000	1650.000	+235	25.000	1675.000



SECTION SCALE 1:200



A1 ~ P5  
P14 ~ A2

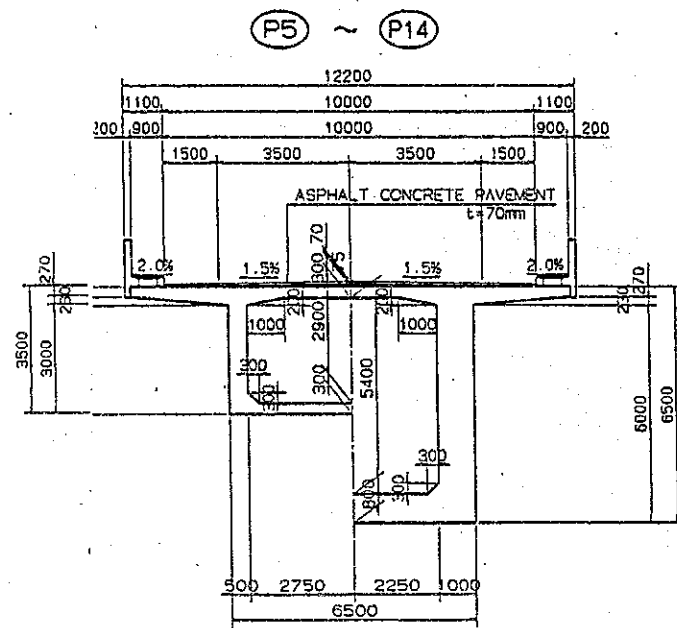


PC. 2  
STA. 16+98.30800 R=310500  
STA. 17+00.00000 R=310500

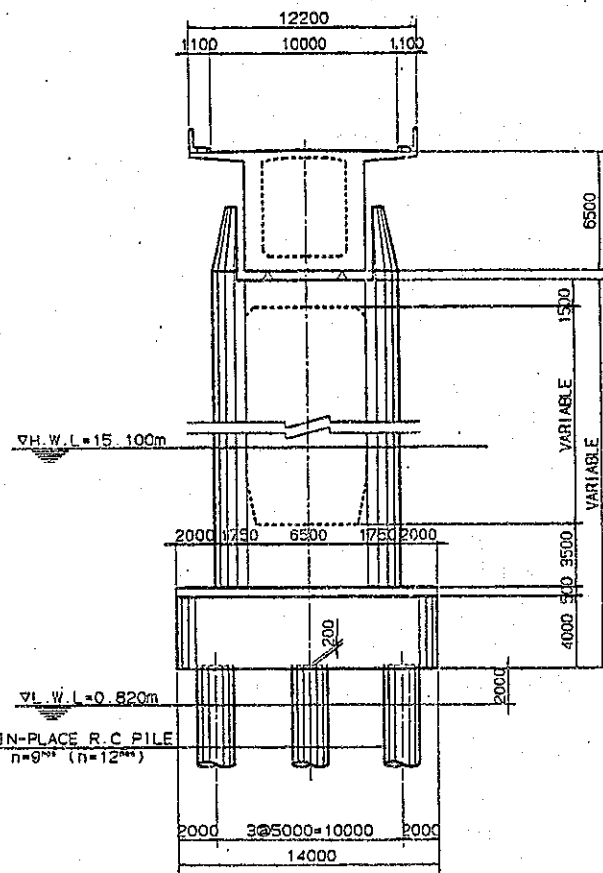


SECTION SCALE 1:200

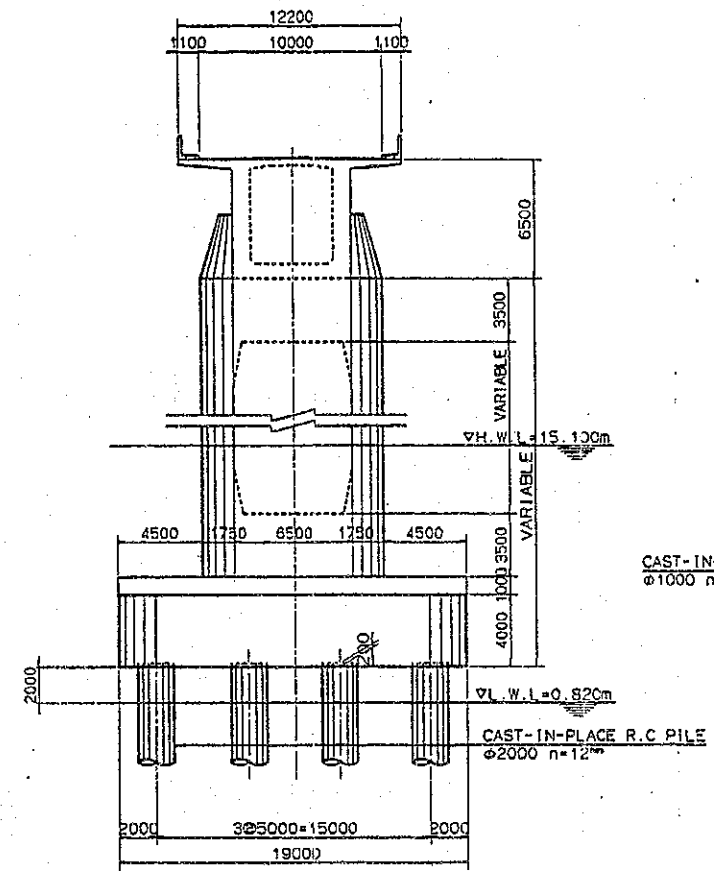
CROSS SECTION SCALE 1:400



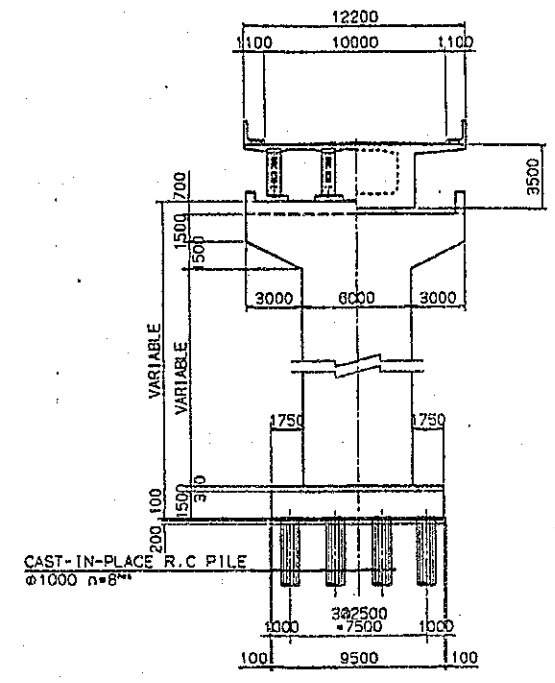
(P6 · P13)  
(P7 · P12)



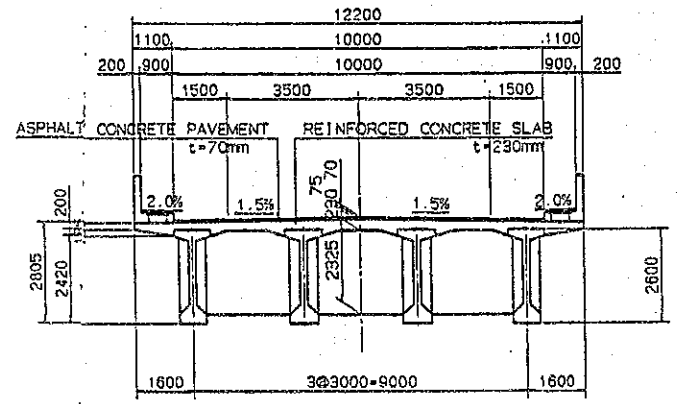
(P8 ~ P11)



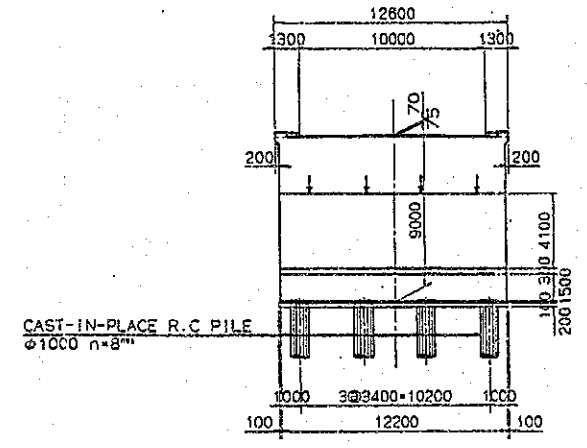
(P5 · P14)



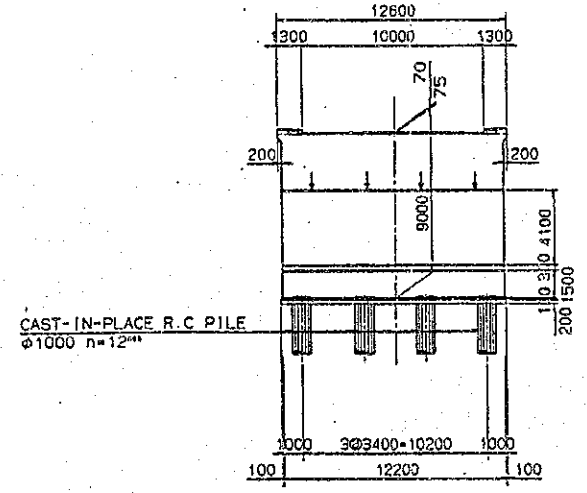
(A1 ~ P5)  
(P14 ~ A2)



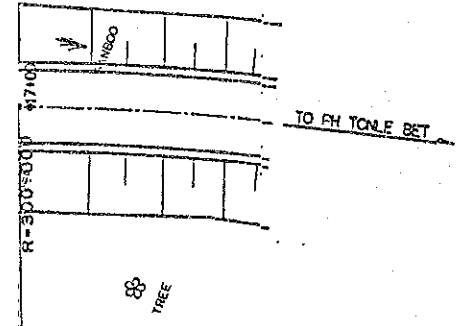
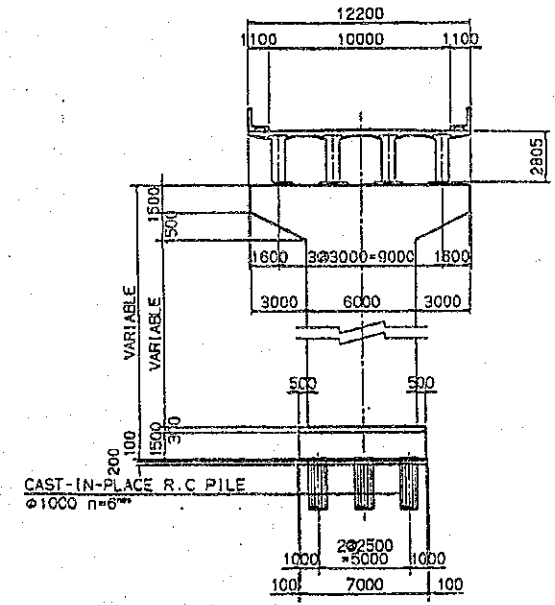
(A1)



(A2)



(P1 ~ P4 · P15 ~ P17)



<p>JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY</p>	<p>BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR CONSTRUCTION OF THE MEKONG RIVER BRIDGE IN THE KINGDOM OF CAMBODIA</p>	<p>GENERAL VIEW</p>	<p>SCALE AS SHOWN</p>	<p>DWG.No.</p>
---	---	---------------------	-----------------------	----------------



## 第4章 事業計画

### 4-1 施工計画

本事業を実施するカンボディア国側政府関係機関は、公共事業省であり、本事業の管理、監督、維持管理を行う。また、公共事業省は、カンボディア政府及び日本政府両国間の合意した無償資金協力及び技術協力に関する事項の調整、準備等を取り扱う。

コンサルタントは、無償資金協力事業におけるコンサルタントの役割を十分理解し、以下の役務を遂行する。

- ・詳細設計
- ・入札及び契約書類等の作成
- ・施工管理

日本政府の無償資金協力制度に従って選定された日本の建設業者は、効率的且つ適切に調達した資材及び機材を使用し、作業工程に従い計画施設の建設を行う。

#### 4-1-1 施工方針

本事業はカンボディア国を東西に分断しているメコン河（コンボンチャム）に橋長1,360 m、幅員12.2 m、航路高15.0 mの橋梁建設し、カンボディア最初の東西を結ぶ架橋とするものである。しかし、架橋付近のメコン河の河川条件（河川幅1.0 km、水深16 m（低水位時）、低水位と高水位差（約15.0 m）が架橋建設にとって厳しいこと及び建設費の低減に留意して以下の施工方針に基づき実施するものとする。

- 1) 初年度の乾季中に河川内に2基の下部工を建設するために、工事の着工は10月を目標とする。
- 2) 河川内橋脚及び取付道路盛土工は乾季中の施工とし、橋梁上部工は通年施工とする。
- 3) 河川内の建設作業は作業船（自己昇降作業台船（SEP）、コンクリートミキサー船、大型バージ、引船）を活用して行う。
- 4) 桁架設用特種機械及びSEPを除き、一般の建設機械は近隣国より調達する。
- 5) 建設用資材はカンボディア及び近隣国よりの調達を基本とするが、量的、品質的に問題のある場合は日本より調達する。
- 6) 大型クレーンオペレータ、場所打ち杭及びPCケーブル緊張の特種作業員は近隣国よ

り調達するが、その人数はできるだけ制限する。

7) メコン河及びサイト付近の生態系を乱さないことを基本とし、環境に十分配慮する。

#### 4-1-2 施工上の留意事項

施工上、留意すべき事項は、以下の通りである。

##### (1) 労働基準法と慣習

カンボディア国には日本の労働基準法のようなものはないが、雇用に伴う適切な労働条件や制限に関する法が施行されている。建設業者は、これらを尊重し、労働者との紛争を防止すると共に安全を確保する。

##### (2) 輸送及び通関事情

タイ国から輸入、調達、運搬される建設資機材は、シアヌークビルのコムボンソム港で荷役される。港から架橋現場までの搬入道路は、国道4号、6号及び7号が利用でき、延長約350kmの陸送となる。

一方、近隣国から輸入、調達する建設資材は、国際港であるプノンペン港に運ばれる。港から架橋現場までの搬入道路は、国道6号及び7号が利用でき、延長約120kmの陸送となる。仮設栈橋が荷役のために架橋現場に計画されるので、メコン河の水運輸送も利用可能である。ボートやバージを利用した水運輸送距離はプノンペンから約80kmとなる。この仮設栈橋で荷上げする物資は、日本から調達される資機材で、本報告書「4-1-5資機材の調達計画」の項に明記した。

日本から調達する関連資材は、梱包、輸送、通関、そして現場到着まで最低3週間を要し、タイから調達する関連資機材は、最低2週間を要する。カンボディア国の港湾当局の円滑な荷役、通関への協力が本事業の実施に不可欠である。

##### (3) 工事中の環境問題

本事業の工事中に環境に影響する項目は、以下の通りであり、特に留意して環境配慮を行う必要がある。

###### 1) 騒音・振動

工事中においては、本事業の建設に伴う建設機械・車輛の稼働等による騒音・振動が発生する。これにより病院や学校等の静穏を必要とする施設周辺での騒音による影響が

考えられる。

一般にディーゼルハンマーやコンプレッサーの杭打機は、10m以内で80～100デシベル、30m以内で10デシベルの騒音を発生し、また、ブルドーザーやハイプロハンマーのような建設機械は、周辺に60～70デシベルの騒音を発生させる。

このように工事中の環境への影響は、基礎工事に使用する機械の稼働により騒音・振動が発生する。本計画においては、かかる環境問題が発生しないよう基礎工事は、場所打ちコンクリート杭リベースサーキュレーション工法を考え、騒音・振動が発生しない施工法を採用した。

## 2) 水質汚濁

工期期間中にメコン河への環境問題は、道路法面を流下する雨水による水質汚染及び盛土の表面の浸食により発生する土砂汚濁等が考えられる。

建設業者はこの水質汚染や土砂流入がメコン河に発生しないように架橋現場の清掃や盛土法面保護を考慮した施工に努める。

## 3) 住民移転

住民移転及び用地取得は、カンボディア政府の負担行為である。この住民移転は、本事業を円滑且つ問題を生じないように実施することが極めて重要となる。

本事業の建設のための用地取得により、従来そこに生活していた人々が移動させられる。移転対象となる住民の生活基盤の喪失、新たな移転地での社会的、文化的な不適合が生じないような処置をとる事をカンボディア政府に遵守させる。

## (4) 不発弾及び地雷の処理

メコン河の東岸におけるアプローチ橋梁と取り付け道路は、過去の内戦の戦場であった可能性も否定できず、未処理の不発弾及び地雷が残っている可能性がある。

本事業の予備調査としてカンボディア政府は、CMAC（カンボディア地雷対策センター）等に依頼し、計画路線上の調査を実施する必要がある。

もし不発弾及び地雷の存在の可能性が確認されたならば、カンボディア政府は、本工事の交換公文締結前にその存在する地域における不発弾及び地雷の現場調査及び撤去作業を実施する必要がある。

#### 4-1-3 施工区分

本事業実施に関する日本及びカンボディア両国政府の負担工事区分の概要は、以下の通りである。

- 1) 日本側負担工事
  - a) 橋梁と取り付け道路の建設
  - b) 橋梁と取り付け道路の付帯設備の設置
    - ・照明
    - ・排水設備
    - ・高欄、落下防止柵、伸縮装置、沓
    - ・横断暗渠
  - c) 工事用施設
    - ・工事用道路
    - ・工事用仮設資機材
  - d) その他
    - ・日本及び第3国から架設現場までの資機材の輸送
    - ・コンサルティング業務
  
- 2) カンボディア側負担工事
  - a) 建設用地の確保と整地
  - b) 不発弾及び地雷の現場調査と撤去作業

#### 4-1-4 施工監理計画

##### (1) コンサルタント業務の実施工程

本事業は、日本及びカンボディア両国政府間で無償資金協力に関する交換公文が締結された後、実施段階に移行する。交換公文締結後、日本の無償資金協力の範囲及び実施手順に従い、カンボディア政府の実施機関である公共事業省と日本のコンサルタントの間で、詳細設計と施工管理のコンサルタント業務契約を結ぶ。

コンサルタント契約に含まれる主な業務内容は、以下の通りである。

- 1) 詳細設計段階  
コンサルタントは、基本設計調査の仕様及び概念に従い、橋梁及び取り付け道路等の詳細設計を実施し、仕様書、設計図書等の必要な図書一式を作成し、公共事業省の承認を得る。

- ・仕様書
- ・設計書
- ・設計図面
- ・数量書と見積書
- ・入札及び関連書類

## 2) 入札段階

公共事業省は、工事のため日本の建設業者を対象とした入札を実施する。コンサルタントは、次の役務に関して公共事業省を補佐する。

- ・入札公示
- ・入札参加資格審査
- ・入札参加資格の説明と現場調査
- ・入札評価
- ・契約交渉

## 3) 建設段階

コンサルタントは、公共事業省によっては発布される着手命令を持って、施工管理に関する役務を実施する。また、他の上位計画の全ての作業を調整している公共事業省に進捗状況を直接報告すると共に管理及び技術作業工程を常に均質に且つ一貫性を確保する。

## (2) 実施体制

### 1) 詳細設計の実施体制

コンサルタントの詳細設計と入札図書の作成には、日本人技術者で構成される次の技術者が必要である。

- ・総括業務主任者
- ・上部工設計技師
- ・下部工設計技師
- ・河川技師
- ・道路設計技師
- ・施工計画・積算技師
- ・測量技師
- ・入札図書作成技師

## 2) 施工監理の実施体制

建設工事期間中の監理体制としてコンサルタントから下記に示す主要工事の監理技術者が必要である。

- ・総括業務主任者
- ・常駐技師
- ・上部工工事担当技師
- ・下部工工事担当技師
- ・道路工事担当技師
- ・材料技師

## (3) 工事施工計画

### 1) 仮設工事

#### a) 建設ヤード

建設ヤード(43,800m<sup>2</sup>)は、図4-1に示す通り、計画路線付近に3箇所の建設ヤードから構成される。

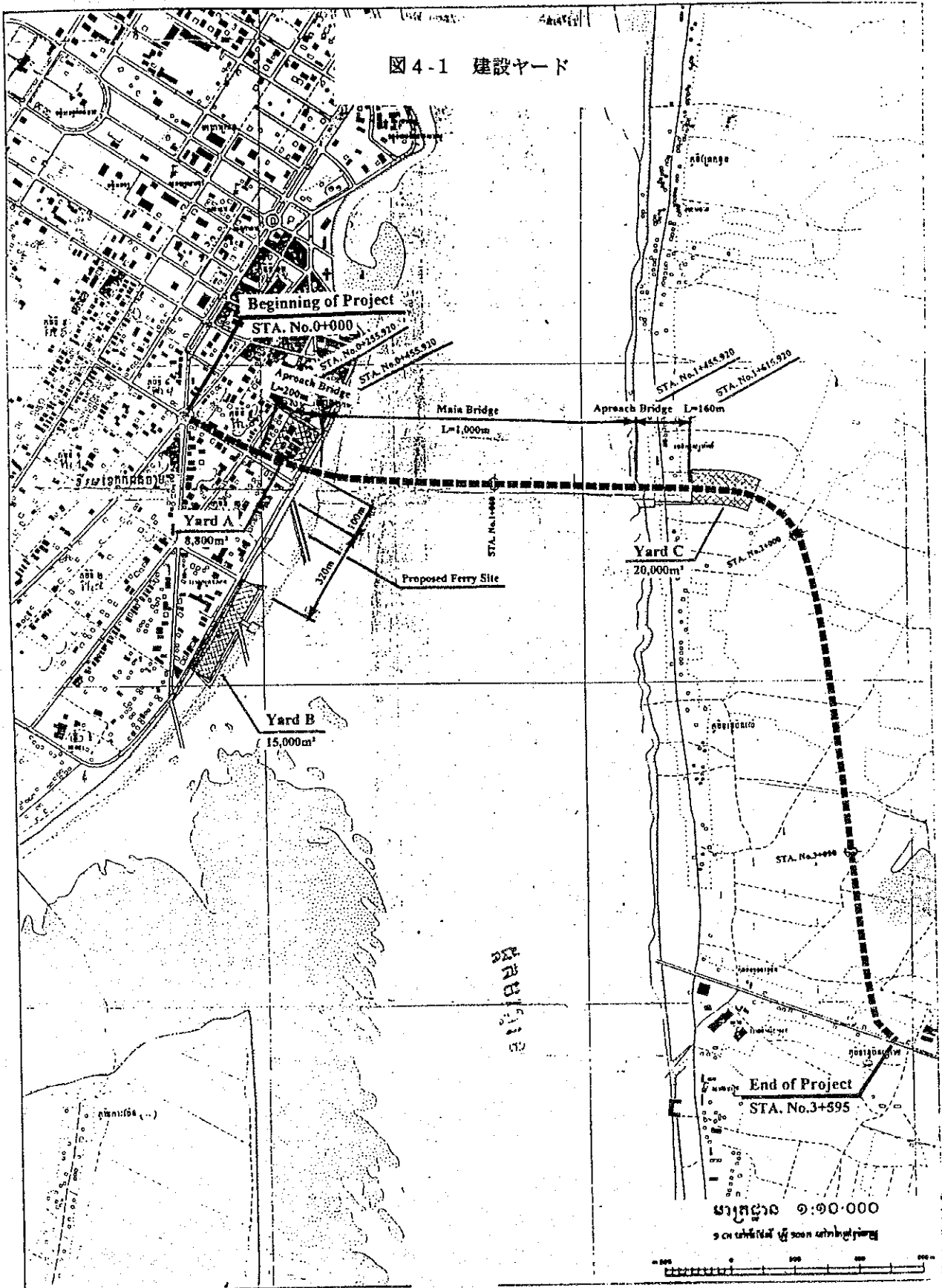
- ・建設ヤードA 8,800 m<sup>2</sup>
- ・建設ヤードB 15,000 m<sup>2</sup>
- ・建設ヤードC 20,000 m<sup>2</sup>

建設ヤードBとCの施工基面高は、雨季の高水位よりも高い表面高さ(H = +15.5 m)まで土盛り整地する。ここに現場事務所、倉庫、資機材置場、碎石、アスファルトプラント等を設け、工事の基地とする。

盛土ヤードの法面は、法面保護工で雨季の侵食や洗掘を防止すると共に碎石舗装や周囲を有刺鉄線フェンスで囲む。



図 4-1 建設ヤード



b) 工事用電力

工事用電力は電力供給の安定を考慮して発電機を用意する。

c) 工事用水

飲料水は井戸を掘り、建設ヤード内に50 mmの水道管を敷設し、ここから必要箇所に配水する。コンクリートの練り混ぜや養生等の工事用水は河川の水を使用する。

2) 下部工工事

メコン橋梁の下部工の施工計画は、次の施工条件に基づいて策定する。

- ・ 乾季（1月から6月まで）の6ヶ月で基礎を築造する。
- ・ 高水位（HWL=+15.10m）と低水位（LWL=+0.81m）の水位の変異差は14.3 mである。
- ・ 河床の洗掘深さは5.0 mである。
- ・ 基礎工事は、2回の乾季中に完成する。但し一部の橋脚躯体は第3回目の乾季に完成する工程となる。

a) 主橋梁の下部工

自己昇降式作業台（SEP）がP7、P8、P9、P10、P11及びP12の各橋脚の基礎位置の下流側に仮設され、基礎工はこのSEP上から施工し、基礎工施工完成後、直ちに撤去する。施工手順は、次の通りである。

1. 自己昇降式作業台を所定位置に仮設する。
2. ケーシング用鋼管杭を自己昇降式作業台に取り付けたガイドフレームに沿って、バイプロハンマーで打設する。

本工事は、2台の自己昇降式作業台を現場に投入し、施工計画及び工程を策定する。

P6及びP13の各橋脚基礎は、覆工板とH形鋼材で作られた栈橋を下流側に仮設し、この栈橋上から施工する。

栈橋の仮設は、クローラクレーンとバイプロハンマーを使用し立て込み、栈橋に使用する資機材は、近隣国から持ち込み、工事終了後、速やかに送り返す。

b) アプローチ橋梁の下部工

P5及びP14の各橋脚の下部工は、河川水位による水締切と掘削床付け面の深さまでの土留めのため、鋼矢板を使って一重締切りを行う。A1及びA2の各橋台、P1、P2、P3、P4、P15、P16及びP17の各橋脚の下部工は、直接陸上掘削し、施工

する。

鋼矢板は、クローラクレーンとパイプロハンマーを使用して立て込み、基本的にはタイのような第3国から調達する。調達資機材は、工事終了後、直ちに送り返す。クローラクレーン運転手は、タイ人をあてる。補助作業員は、現地人をあてる。

c) 場所打ちコンクリート杭工事

場所打ちコンクリート杭工法は、リバースサーキュレーションドリル工法による。

主橋梁の杭径は2.0 mで、直径の2.5倍まで支持層に貫入させる。穿孔先端のスライムを除去した後、トレミーパイプを使用して1本あたりの所定のコンクリート量を打設する。沈澱槽を台船上に据え付ける。

杭コンクリート打設作業は、コンクリートミキサー船よりポンプで行う。掘削する地盤は、砂質土で構成されているので、孔壁崩壊を防止するため、加泥添加剤を使用する。

この種の作業に従事するクレーン運転手、リバース操作運転手は、基本的にタイ国のような第3国から派遣し、鉄筋加工やコンクリート打設作業には現地人が従事する。

d) フーチング、橋脚及び橋台の躯体工事

場所打ちコンクリート杭はパイルキャップで接合される。このパイルキャップの上に橋脚躯体が構築されることになる。

鉄筋はJIS規格もしくは同等以上のものとする。木製型枠は日本から調達する耐水合板を使用する。主橋梁及び取付橋梁のコンクリートは、コンクリートミキサー船で練り、配管によりポンプ打設する。

これらの躯体構築の鉄筋加工、型枠工、コンクリート打設工等は、現地人が従事する。

3) 上部工工事

a) 主橋梁の施工法

主橋梁の上部工は、フォルバウワーゲン（移動型枠）による片持ち張り出し工法により施工する9径間連続P C箱桁橋中央3径間ラーメン構造である。緊張力の導入工法は、フレッシュネー式を採用する。メイン橋梁の施工手順は、次の通りで

ある。

橋脚柱頭部は、橋脚に埋め込んだアンカーで支えたブラケット支保工を用い施工する。2台の移動作業台車を橋脚柱頭部の左右に据える。分割されている箱桁の最初のブロックに型枠を組み立て、鉄筋を配置し、コンクリートを打設する。桁に緊張力が導入された後、移動作業台車が中央の方向へ1ブロック分、移動する。1サイクルは8～10日と考える。

橋脚の左右の箱桁の1ブロック目が完成後、次のブロックが順次施工される。荷重によって橋脚上に不均衡なモーメントが発生しないよう技術的照査を行う。橋脚に架かる端部箱桁は、支保工、足場を用い、施工される。桁中央における隣り合った張り出し桁先端は、支間中央で吊り支保工を用い施工し、固定構造として桁を閉合し、完成させる。1橋脚あたり1径間の施工に約160日を要する。

片持ち張り出し橋脚のたわみは、弾性及び塑性変形を配慮しながら工事中、管理する。

1ブロックの桁長は、2.0 mから3.45 mまでの範囲の2 x 19ブロックと径間中央の3.0 mのブロックで1径間を構成する。

b) 型枠工

外型枠は鋼製のものを使用し、内型枠は耐水合板の良質なものを使用する。移動作業台車は、最大3組（6台）用意して工程が策定されている。

現地労働者を教育しながら、大工の指導にあたる熟練工を近隣国から派遣する。

c) 鉄筋工

鉄筋は、建設ヤードで加工し、トラッククレーンで吊り込み組み立てる。

作業は、近隣国から派遣された熟練工の監督下、現地人によって行う。

d) PCケーブルの配置

PCケーブルは、予め工作したものをクレーンで吊り込み配置する。シーブや定着具がコンクリート打設時に動かないようにしっかり固定し、施工精度を満足するように配置する。

PCケーブルの施工配置、緊張力導入等の指導の為に技術者を日本から派遣し、工事を円滑に進めるよう留意する。

e) コンクリートの打設工

コンクリートは、コンクリートミキサー船で練り混ぜ、コンクリートポンプで圧送する。初期強度の向上のため、高性能減水材を使用し、流動化剤を使って作業の向上を図る。

f) 緊張力導入

緊張力導入時のコンクリートの圧縮強度は、緊張力導入直後にコンクリートに生じる最大圧縮応力度の1.7倍以上とする。緊張力導入時の定着部付近のコンクリートは、定着により生じる支圧応力度に耐える強度以上とする。

グラウト注入にあつたては、予めシース内に水を通して洗浄し、十分に湿潤状態にする。グラウト注入は、練り混ぜ直後にグラウトポンプを用いて徐々に行い、グラウトポンプから空気が混入しないように注入する。

g) アプローチ橋梁の施工法

桁形式は、P C I形断面合成桁連結構造である。桁は取り付け道路用地内で製作し、2台のクローラークレーンで吊り上げ架設する。

アプローチ橋梁に合成桁連結構造を採用することは、伸縮装置を取り去ることにより、車両の走行上の快適性を著しく向上させると共に、伸縮装置自身並びにその近傍の構造部分の破損を無くすことにより維持管理の削減を図る。

4) 取り付け道路の施工

取り付け道路は、サーチャージ盛土を施工して地盤の圧密沈下を促進させる載荷重工法を採用する。

工事中、取り付け道路の用地は、アプローチ橋梁用の桁の製作ヤードとして使用される。このため砂を敷設し、架設車両等の工事車両の走行性を確保する。

5) フェリー施設の移転

コンボンチャム側のフェリー施設は、計画路線上に位置する。従って、フェリー施設は、工事中の作業の安全を確保するためとフェリーの運行を維持するため、計画路線の下流側に移転する。

移転地点は、計画ルートを中心線から約100 m下流側とすることで、公共事業省と調査団の間で合意した。

#### 4-1-5 資機材の調達計画

##### (1) 全般

本橋梁建設に使用する資機材は、1) カンボディア国内で調達、2) 第3国からの調達及び3) 日本からの調達が計画されている。骨材・砂・砕石・木材はカンボディア国内で調達可能である。セメント、鉄筋、鋼材、アスファルトのような一般建設資材は第3国調達、また、橋梁の特種資材で第3国で調達が難しいPCストランド定着装置、支承、伸縮装置等は日本から調達する。現時点で、生コンクリート工場、アスファルト合材工場は現場付近に稼働していないので、現場生産を行う。

以下資機材調達の計画を述べる。

##### (2) カンボディア国内調達

###### 1) 骨材・砂・砕石・木材

骨材：コンクリート骨材はコンボンチャムの北方150 kmのカラテェ周辺で採掘する川砂利をメコン川を利用して運搬する。

砂：乾期にコンボンチャム周辺のメコン川に出現する砂州から採掘し現場内にストックする。

砕石：コンボンチャム西方15kmの7号線沿いにある現地業者の生産する砕石を用いる。ただし、砕石場としては規模が小さいので6・7号線道路改修事業と競合するため調整が必要である。

木材：板材、栈木、角材、合板等の木材加工品は調達可能であるが型枠材としての耐水合板は調達は難しい。

###### 2) 建設機械

建設機械を専門にするレンタル会社はプノンペンにはない。但し、建設市場が拡大すれば、この業種に進出する意向を示していた業者はある。また、現地建設業者の中には、道路建設用機械を所有する会社もありレンタルベースで貸し出す意向を示している。市場調査で確認した道路建設公社及び民間建設業者の保有する機種、台数は表4-1及び表4-2に示す本プロジェクトの道路建設用機械すべてを現地調達することはできないが一部の建機は現地調達とする。

表4-1 道路建設公社の建設機械保有台数

種 類	台 数
ダンプトラック	4
ローダートラック	5
クレーントラック	1
タンカートラック	8
プラシトトラック	2
トレーラートラック	5
ブルドーザー	5
スクレーパー	1
ローラー	10
モーターグレーダー	4
ローダー	3
掘削機	2
トラクター	4
フィニッシャー	2
溶接機等	8

表4-2 民間建設業者の建設機械保有台数

種 類	台 数
ダンプトラック	5
トラック	2
ローラー	1
車	1
バックホー	1
コンプレッサー	2
発電機	3
溶接機	2
掘削機	2
切断機	1
タンバ	1
アスファルト散布ポンプ	1
プレートコンパクター	3
コンクリート締固機	5
ポンプ	2
水中ポンプ	6
振動ローラー	1
セダン等	4

### (3) 第3国調達

#### 1) 建設資材

セメント、鉄筋、鋼材（H鋼、アングルなど）、PCストランド、アスファルト等の一般建設資材はカンボディア周辺国から調達する。これらの資材は輸送条件のよいタイ国から調達されるものが多く、ほとんどの製品はTIS（Thai Industrial Standard）の基準で製造されている。鉄筋・鋼材のTIS基準では強度、鉄筋径及び断面積等がJIS基準と異なるため、設計に際してTIS基準を考慮している。生産設備については、品質・量とも問題はない。

基礎杭のケーシングパイプとなる鋼管（φ2,100 x 16 mm）は市場調査の結果、タイ国で製造されているスパイラルパイプが使用可能である。

#### 2) 建設機械

日本より調達する橋梁建設用特殊機械を除いて、他の建設機械はカンボディア周辺国から調達可能である。主な調達国としては、タイ及びシンガポールである。



(4) 日本からの調達資機材

橋梁の設計条件から決まる特殊な資材及び周辺国で調達出来ない資材については日本から調達する。主な資材はPCストランド定着装置、PC鋼棒、混和材（流動化材）、ゴム支承等である。また主橋梁架設用特殊機械は日本より調達する。

(5) 資機材の調達国

以上のようにカンボディア、第3国（周辺国）及び日本での市場調査をもとに計画した、建設資機材の調達先は表4-3及び表4-4に示す。

表4-3 主要建設材料の調達

資材名	カンボディア	第3国	日本	理由
セメント		○		品質及び供給の安定性
鉄筋		○		"
鋼材（型钢、鋼矢板）		○		"
PCストランド		○		"
PC鋼棒			○	"
PCアンカー			○	"
シーブ（PCストランド用）		○		"
アスファルト及び乳剤		○		"
混和材（減少剤）		○		"
混和材（流動化剤）			○	"
伸縮継手			○	"
ゴム支承			○	"
耐水合板			○	"
照明・照明ポール		○		"
高欄		○		"
碎石	○			国産品入手可能
砂・砂利	○			"
木材	○			"
枠組み支保工		○		品質及び供給の安定性
燃料	○			国産品入手可能

表4-4 主要建設機械の調達

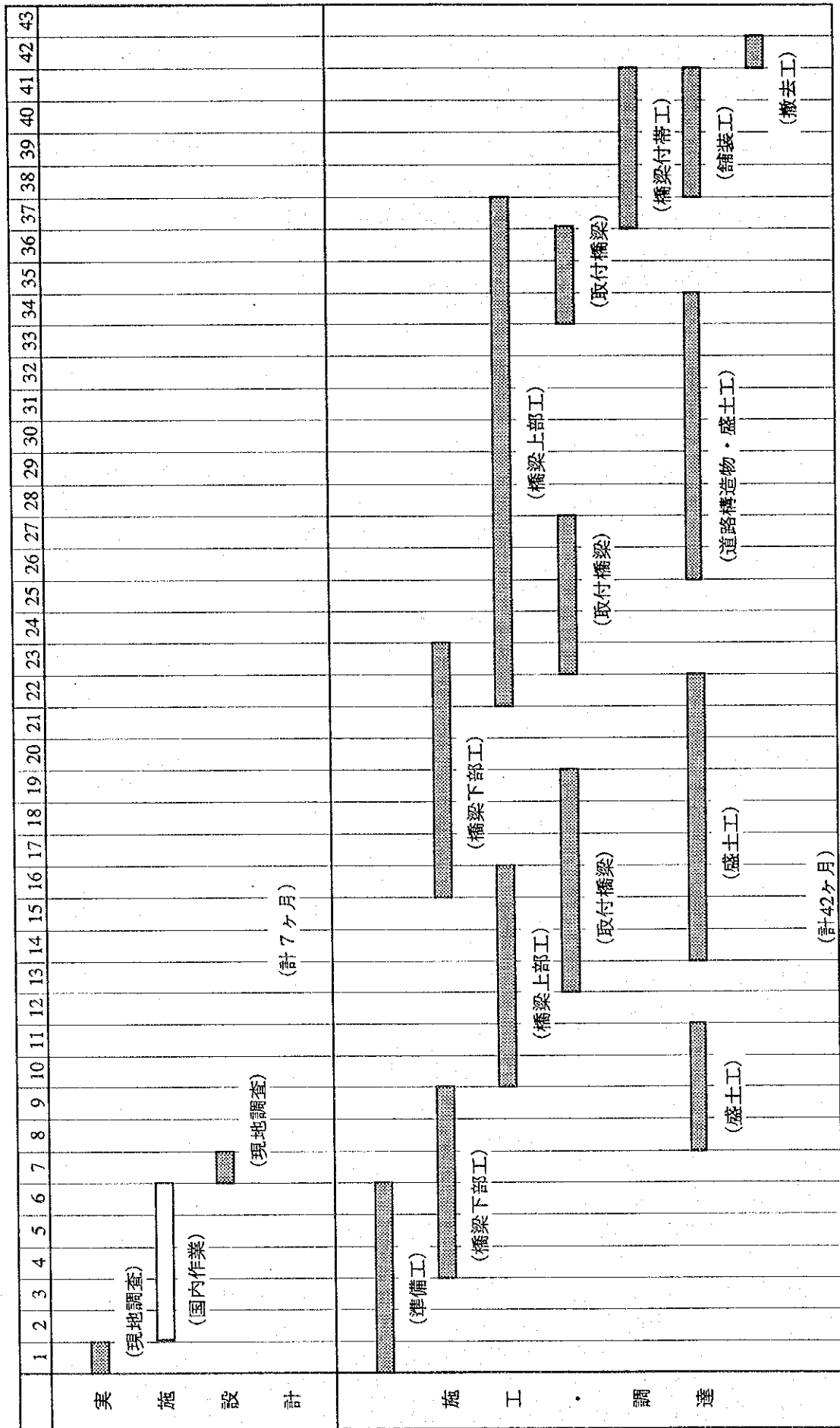
項目	仕様	カンボジア	第3国	日本
ブルドーザー	21t		○	
ブルドーザー	15t	○		
フォイルローダー	1.4 m3	○		
ダンプトラック	11t		○	
バックホー	0.6 m3		○	
振動ローラー	3 ~ 4t		○	
マカダムローラー	10t	○		
タイヤローラー	10t		○	
モーターグレーダー	3.1 m		○	
アスファルトフィニシヤ	3.5 m		○	
アスファルトディストリビュータ	4,000 lit		○	
クローラークレーン	50 t		○	
クローラークレーン	100 t		○	
クローラークレーン	150 t		○	
トラッククレーン	25 t		○	
トラックミキサー	5 m3		○	
散水車	5.5 kl	○		
クレーン付きトラック	4t		○	
トレーラー	32t		○	
発電機	75 kVA	○		
発電機	100 kVA	○		
発電機	200 kVA		○	
発電機	300 kVA		○	
発電機	600 kVA			○
空気圧縮機	7 m3/min		○	
空気圧縮機	3.7 m3/min		○	
溶接機	300A		○	
油圧ブレイカー	200 kg		○	
タンパ	60 ~ 100 kg	○		
水中ポンプ	4" dia., 30 m	○		
水中ポンプ	6" dia., 30 m	○		
コンクリートバイブレータ	45 mm	○		
ラインマーカ	2 lit/min		○	
振動パイルドライバ	60 kW		○	
振動パイルドライバ	200 kW			○
リバースドリル	110 kW			○
台船	1,000t		○	
台船	400t		○	
台船	200t	○		
引船	500 ps		○	
引船	200 ps		○	
コンクリートプラント船	1 m3 バッチ			○
片持ち架設用ワーゲン	中型用			○
自己昇降式作業台船	MINISEP			○

#### 4-1-6 実施工程

詳細設計に関する交換公文調印後、直ちにコンサルタントは、公共事業省との間で設計・施工管理業務の契約を締結する。その後の業務実施工程は設計及び入札図書の作成業務（詳細設計）を6ヶ月間実施し、平行して施工業者の事前資格審査を行う。さらに入札及び施工業者契約と認証で1.0ヶ月、建設工事42ヶ月の約49ヶ月を予定する。

上記の実施工程の概要は、表4-5に示めす。

表4-5 業務実施工程表



#### 4-1-7 相手国側負担事項

本計画の実施にあたって、カンボディア政府側が負担すべき事項は以下の通りである。

- 計画の実施に必要なデータ、情報の提供。
- 計画の実施に必要な用地の確保、これらの用地とは道路用地、橋梁用地、作業用地及び材料補完用地等を意味する。
- 日本国内の外国為替公認銀行に現状を解説し、支払授權書を発行すること。
- カンボディア国の荷役積み下ろし地点での速やかな積み下ろし作業、免税措置及び関税免除を確実に実施すること。また、無償援助によって購入される計画に必要な材料・機材に関する円滑な国際間輸送の実施。
- 認証された契約に対して生産物或いはサービスの供給に関して、カンボディア国内で課せられる関税、国内税金或いはその他の税金の免除を本計画に関与する日本人または日本人に行うこと。
- 認証された契約に基づいて生産物或いはサービスを供給するに関係し、日本国籍人に次の措置を講ずる。すなわちカンボディアへの入国及び作業の実施のために同国の滞在を許可すること。
- プロジェクトの実施に際しての許可、その他の権限を必要ならば付与する。
- プロジェクトによって建設される施設を正しくかつ効果的に保全すること。
- プロジェクトの範囲内で日本国の無償援助によって負担される費用以外の全ての費用を負担すること。
- プロジェクト実施期間内で、プロジェクト地域の住民或いは第三者から発生するこのプロジェクトに関係する如何なる問題に対しても、その調整と解決を図る。
- 工事に関する交換公文の署名に先だて、上記した土地内に存在する地雷及び不発弾の除去をカンボディア側は実施すること。

## 4-2 概算事業費

### 4-2-1 概算事業費

本計画を日本無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は約65億円となり、先に述べた日本とカンボディアの負担区分に基づく双方の経費の内訳は、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

表4-6 日本側負担経費内訳

(金額単位：百万円)

事業区分	金額
(1) 建設費	6,088
ア. 直接工事費	4,063
イ. 現場経費	584
ウ. 共通仮設費等	1,441
(2) 機材費	0
(3) 設計・監理費	420
合 計	6,508

#### (2) カンボディア国負担経費

表2-7 カンボディア側負担経費内訳

事業区分	米ドル	円換算 (百万円)
用地買収・補償費	1,222,270	133.7
フェリー施設の移設費	41,070	4.5
地雷除去・ヤード整地	8,000	0.9
合計	1,271,340	139.1

#### (3) 積算条件

- 1) 積算時点 平成8年9月
- 2) 為替交換レート US\$1.0 = 109.00円 = 25.06 Baht
- 3) 施行期間 4年A国債工事
- 4) その他 本プロジェクトは日本政府の無償資金協力の制度に従って、実施されるものとする。

## 4-2-2 維持管理計画

### (1) 維持管理技術要員の育成

メコン橋梁完成後の橋体の維持・管理作業は公共事業運輸省が管轄する。この業務を実施する組織は橋梁建設後、公共事業運輸省内に新設される予定である。この組織に必要な業務内容及び専門技術者の養成には、本計画の建設段階から計画を進めるのが望ましい。このことは橋梁技術知識を有する中堅技術者が不足していることが背景にある。この問題を解決するために次の提案を行う。

- 1) 本計画が実施される場合、公共事業運輸省は、メコン橋建設を担当する課を新設する予定になっている。この課に配属される技術者を建設段階からOn the Job Trainingによって橋梁建設技術を習得すると共に、設計図面にも習熟させ、中堅技術者を養成する。そして、これらの中堅技術者が、新設される維持管理組織の指導的立場に立って、維持管理作業にあたりると共に、若手技術者に橋梁技術を伝承させる方式をとる。
- 2) 外国での橋梁建設技術及び維持管理技術の研修を受けた若手技術者を、上記の建設段階のOJTに参加させる。
- 3) 建設時のコンサルタントによる施工管理を行う中で、メコン橋に対応した維持管理マニュアルを作成する。

### (2) 橋梁及び道路の維持管理計画

橋梁及び道路部の維持管理の作業内容とその頻度は次のようになる。

	頻度	作業項目	作業内容
橋梁維持管理	年1回	伸縮継手	継手部分の清掃、損傷度合の経年記録と写真撮影
		高欄	設計図面に対応して、損傷度合の記述及び写真撮影
		照明	故障電球の取替え、配電線のチェック
		沓	ゴム支承の劣化状況、支承廻りの清掃
		舗装	橋面舗装の損傷度合記録、損傷発生の場合は部分補修を行う
		洗掘深調査	洗掘深の経年記録
道路維持管理	年に2回	舗装	損傷が出ているときは、点検時に直ちに補修する
		法面/保護工	法面清掃、生育が悪い植生に対する取り替え、崩壊法面の補修
		排水	排水溝の清掃
		カルバートボックス	パイプカルバート内の土砂除及び流木の除去
道路橋梁維持管理	10年に1回	舗装のオーバーレイ	劣化、摩耗したアスファルトコンクリート舗装を打ち替える

### (3) 維持管理体制

メコン橋梁完成後に新設される公共事業運輸省に属する橋梁維持管理課は、主として本橋の維持管理を取り扱う他に、カンボディア国内の橋梁の維持管理も併せて管轄するものとする。人員数は技術職員が約30名、事務職員が20名程度となるものと想定される。

### (4) 維持管理費用

維持管理に要する費用は、既往の例を参考にすると、例年に必要となる道路部の補修費用は1 km当り600 US\$程度と予測される。この内訳はほとんど補修時の労務費である。さらに橋梁と土工部の舗装のオーバーレイが10年に1度発生するが、その費用は1 m<sup>2</sup>当り6.50 US\$程度と考えられる。このうち材料費は60%、機械費用が35%、残り5%は労務費となる。従って、本計画が完成時には毎年1,900 US\$程度の維持管理費用が発生し、さらに10年後には舗装の打ち替え工事のために約206,000 US\$の費用が必要となるものと推定される。