

ネパール王国

カトマンズ市内橋梁架け替え計画(フェーズ2)

基本設計調査報告書

平成3年10月

国際協力事業団

RY



JICA LIBRARY



1095709(0)

23280



ネパール王国

カトマンズ市内橋梁架け替え計画(フェーズ2)

基本設計調査報告書

平成3年10月

国際協力事業団



## 序 文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国のカトマンズ市内橋梁架け替え計画（フェーズ2）にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成3年4月9日から同年5月17日まで本州四国連絡橋公団設計部審議役の山縣守氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ネパール国政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成3年8月25日から9月5日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

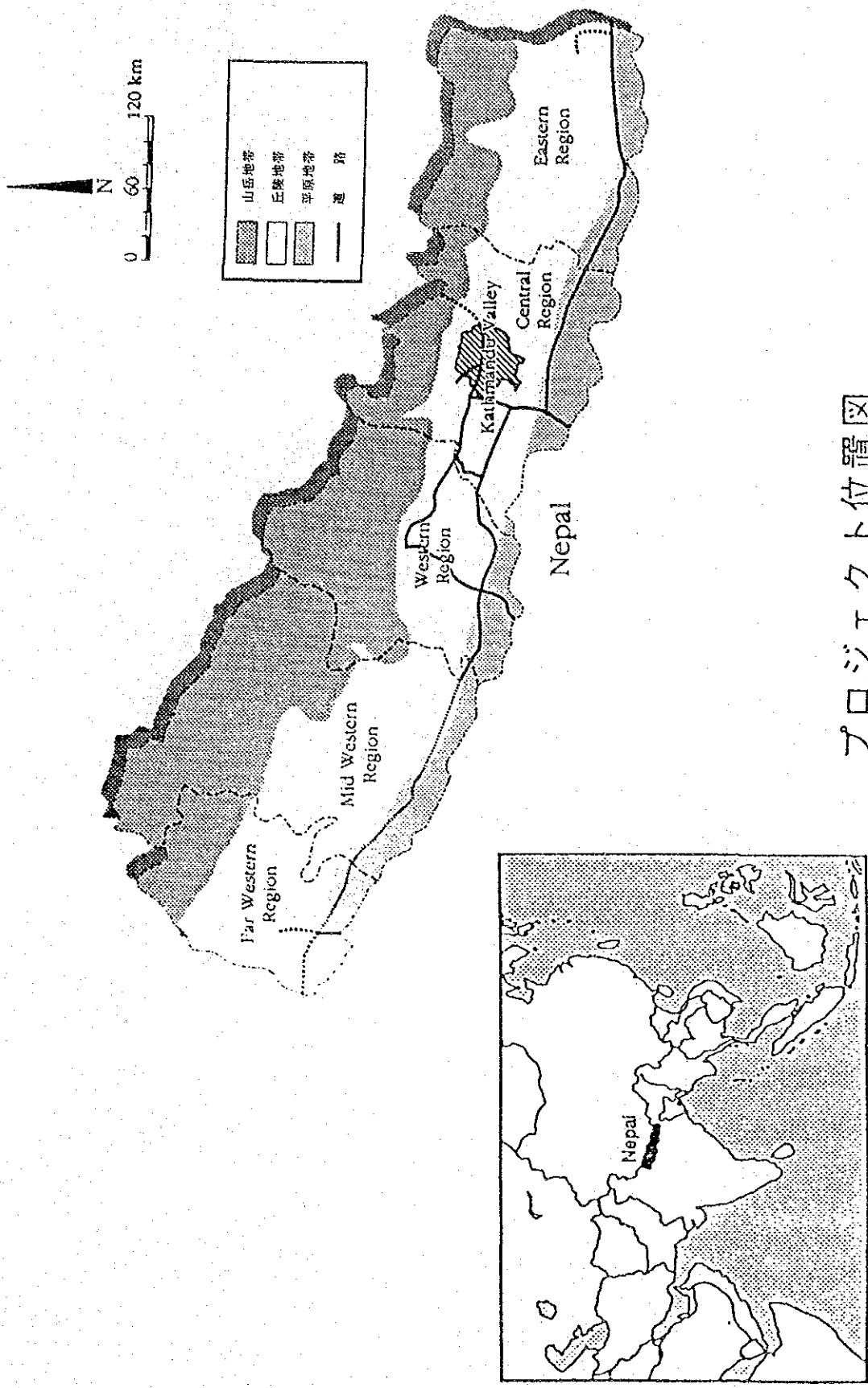
最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成3年10月

国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介

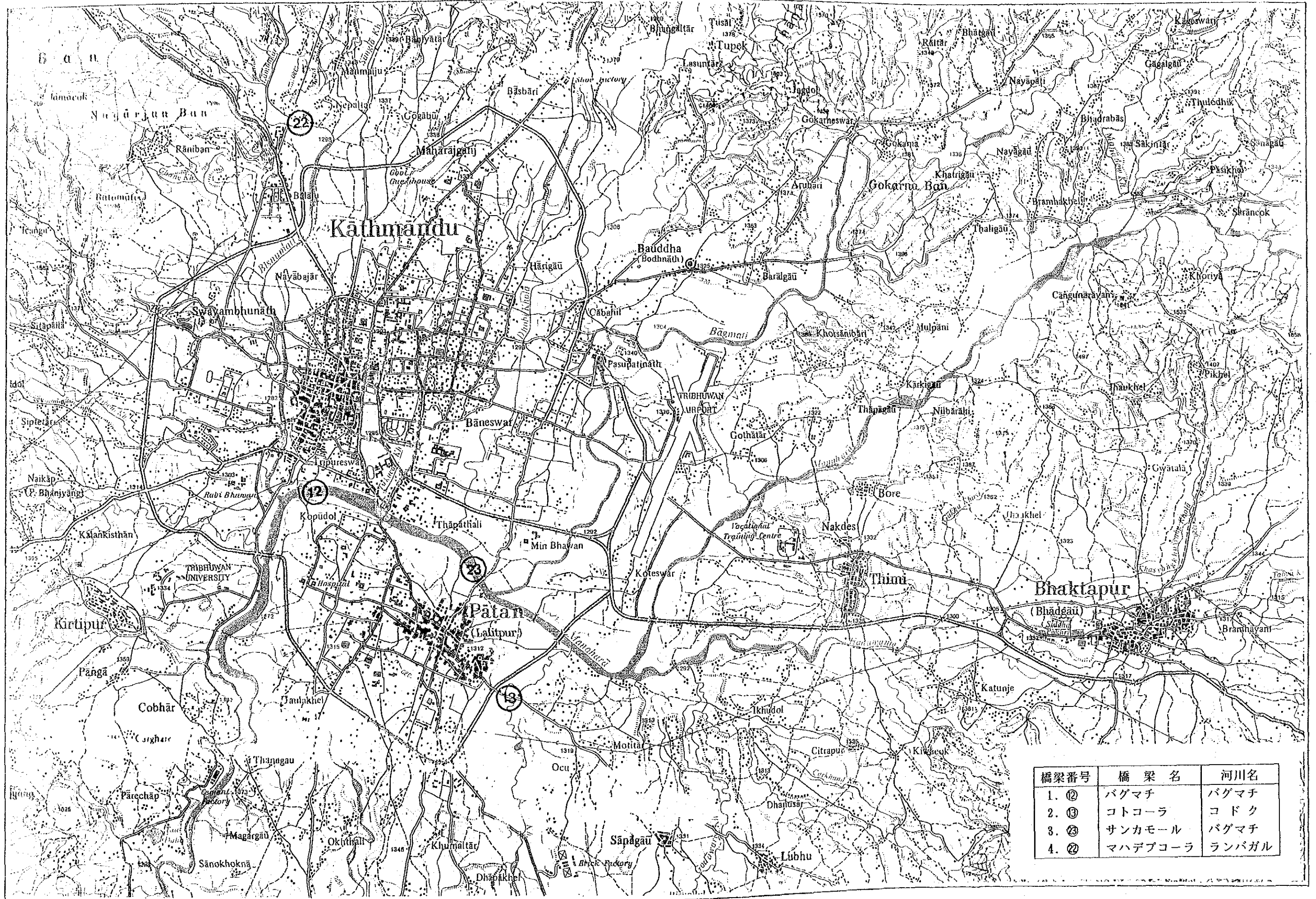






プロジェクト位置図

# 架け替え橋梁計画位置図



橋梁番号	橋梁名	河川名
1. ㊶	バグマチ	バグマチ
2. ㊷	コトコーラ	コドク
3. ㊸	サンカモール	バグマチ
4. ㊹	マハデブコーラ	ランバガル



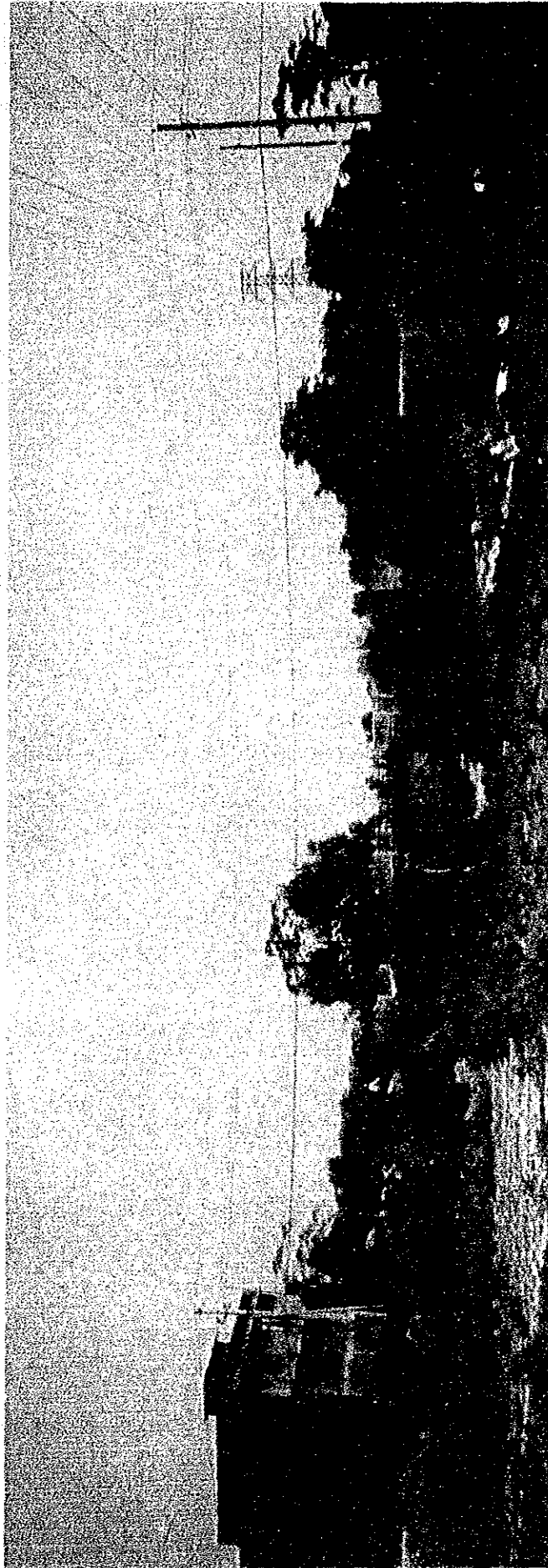
No.12 バグマチ (Bagmati) 橋



現橋	122m	架け替え橋	130m	左側はバタン市、右側はカトマンズ市側で、右側の
橋長	1.2m	橋幅員	5.5m	建物は寺院である。
橋幅員	鋼吊橋	橋型式	鋼鈑桁橋	
橋型式	1989年	建設年	-	



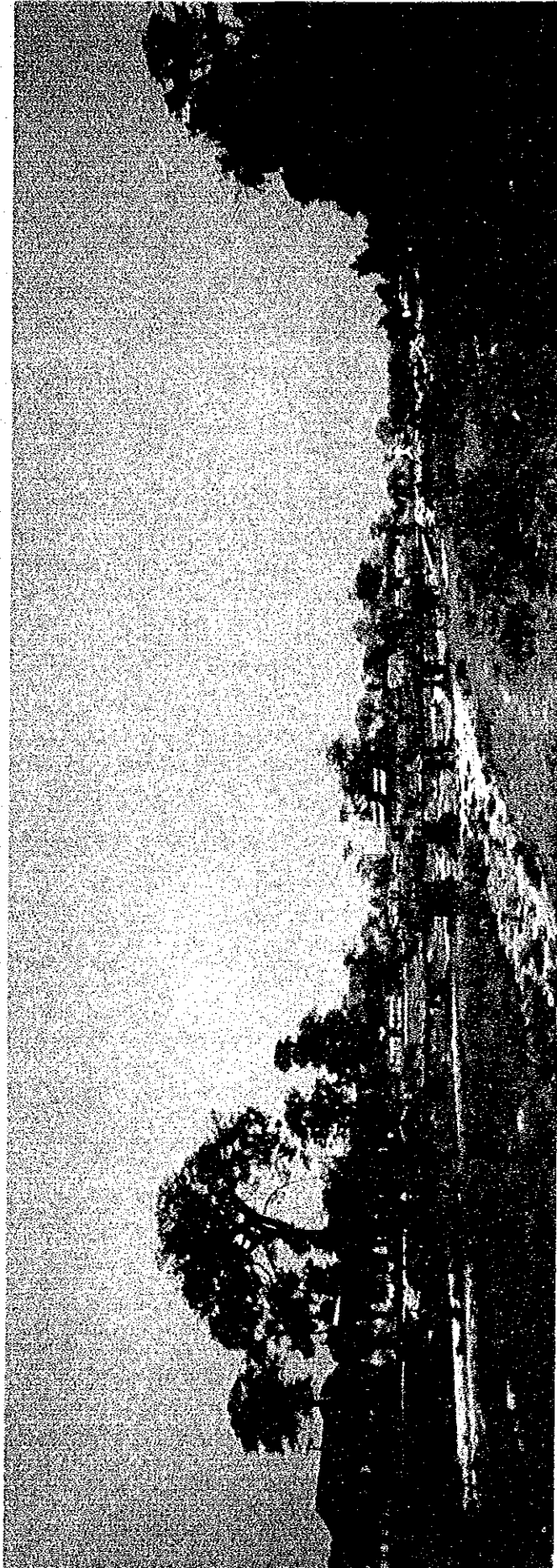
No.13 コトコローラ (Kodku Kholā) 橋



橋	現橋	架け替え橋	
長	17m	22m	左側はパタン、右側がレンガ工場等の多いサナガウ、
幅	3.0m	8.5m	ルブ側である。洪水時には橋面上約1m上を水が
型	鋼桁	鋼桁	オーバーフローするといわれている。
式	鋼桁	鋼桁	
年	1939年	-	
建設			



No.28 サンカモール (Shankamul) 橋

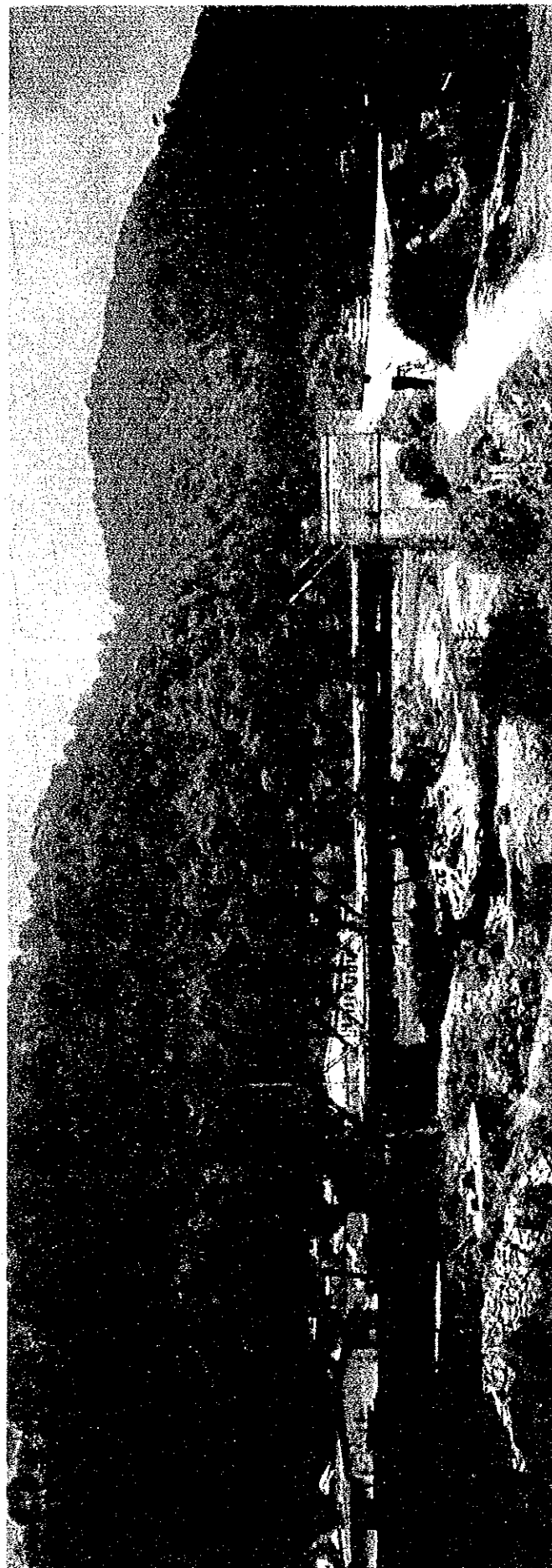


橋	長	元 橋	架け替え橋	
幅	員	150m	115m	本橋は1988年に落橋しており、写真に写っているの
型	式	5.0m	2.5m	歩行者用の仮橋である。左側の建物は寺院である。
建設年		木 橋	鋼 桁 橋	
		1920年	-	





No.22 マハデブコーラ (Mahadev Kholra) 橋



現橋	25m	架け替え橋	30m	左側がカトマンズ、右側が郊外のプトウン側である。
橋長	4.0m		5.5m	左側の建物は浄水所で河床上に丸く写っているのは
橋幅	鋼トラス橋	鋼	鋼	取水井戸で、以前はこの高さが河床であった。
橋型	1980年以前			
建設年				



## 要 約

カトマンズ市内にある橋梁は、架設後の経過年数が長いこと、維持管理が不十分なことなどの理由から非常に老朽化が進んでおり、雨期には洪水による洗掘等により不安定な状態にある。さらに同地域は地震の危険があり、橋梁は過去の記録からも被災を受けている。また、近年ではカトマンズ市を中心とする経済発展に伴う自動車交通の量と載荷重量の増加に対して既設橋梁の規模では不十分となってきている。さらに狭小な幅員、荷重制限などが交通渋滞を引き起こしており、これらがカトマンズ市ひいてはネパール国全体の発展の障害となっている。

かかる背景のもと、1989年、ネパール国政府はカトマンズ市内には23橋の架け替えを要する橋があるとし、そのうち4橋の架け替えを世銀に、6橋を日本国政府に対して援助要請を行なった。これを受けて日本国政府は、上記6橋にかかる無償資金協力を決定、現在その工事が実施されている。

今般は、残る13橋の中から選定された4橋をカトマンズ市内橋梁架け替え計画のフェーズ2として要請されたものである。

これを受けて日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団（JICA）は平成3年4月9日から同年5月17日までの40日間、基本設計調査団を現地に派遣した。調査団はネパール国政府関係者と要請内容について協議するとともに、カトマンズ市および周辺の道路・橋梁事情、架け替え橋梁の位置とその環境、建設資機材の調達状況および建設事情等に関する調査および資料の収集を行なった。また、現地にて地質調査、地形測量、交通量調査を行ない、架け替え橋梁の橋長、幅員、計画高さなどの橋梁規模とその適用型式の検討等を実施した。帰国後、現地調査結果を踏まえ架け替え計画の妥当性を検討するとともに橋梁の型式、支間割り等を決定しその基本設計を行ない、概略設計数量の算定およびこれらを基に架け替え橋梁の維持・管理計画、概算事業費の算出を行なった。

これらの内容は、ドラフト・ファイナルレポートに取りまとめられ、国際協力事業団（JICA）は、1991年8月28日より同年9月5日まで調査団をネパールに派遣し、同レポートの説明を行なった。

当プロジェクトの目的は建設後50～70年を経過し、老朽化と損傷のはげしいカトマンズ市内およびその周辺に存在する橋梁を架け替えることによって、これらの橋を落橋の危険から守り、またその機能を回復させ、カトマンズ市内およびその周辺の道路網の整備に寄与し、市民生活と経済活動の向上をはかることである。

当プロジェクトにおける4橋の既設橋の現況とその架け替え計画の概要は、次のとおりである。(括弧内の番号は架け替え必要23橋の中での通し番号である。)

(1) バグマチ (Bagmati) 橋 (No.12)

- ・ 既設橋の現況 : 橋長 122m、幅員 1.2mの歩行者用吊橋で、交通容量が不足し老朽化が進んでいる。
- ・ 架け替え計画 : 現橋に隣接して新橋を架ける。
- ・ 橋梁型式 : 鋼鈹桁橋
- ・ 支間割と橋長 :  $26 \times 5 = 130\text{m}$
- ・ 幅員 : 5.5 m (歩道を含む)

(2) コトコーラ (Kodku Khola) 橋 (No.13)

- ・ 既設橋の現況 : 橋長17m、幅員3mの鋼と木材を組合せた橋梁で車の交差が出来ず、また老朽化がはげしい。
- ・ 架け替え計画 : 現橋を撤去し、その跡に新橋を架ける。
- ・ 橋梁型式 : 鋼鈹桁橋
- ・ 支間割と橋長 :  $22 \times 1 = 22\text{m}$
- ・ 幅員 : 1.0 (歩道) + 6.5 (車道) + 1.0 (歩道) = 8.5 m

(3) サンカモール (Shankamul) 橋 (No.23)

- ・ 既設橋の現況 : 既設橋は落橋しており、現在は幅員1m程度の歩行者用仮橋が設けられている。
- ・ 架け替え計画 : 落橋した元橋梁の位置に新橋を架ける。
- ・ 橋梁型式 : 鋼H桁橋
- ・ 支間割と橋長 :  $16 \times 6 + 19 = 115\text{ m}$
- ・ 幅員 : 2.5 (歩道)

(4) マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋 (No.22)

- ・ 既設橋の現況 : 橋長25m、幅員4mの鋼トラス橋で、鋼材腐食による老朽化が進んでいる。
- ・ 架け替え計画 : 現橋を撤去し、その跡に新橋を架ける。
- ・ 橋梁型式 : 鋼鈹桁橋
- ・ 支間割と橋長 :  $30 \times 1 = 30\text{m}$
- ・ 幅員 : 5.5 m (歩道を含む)

上記4橋の下部工型式としては、いずれも鉄筋コンクリート橋脚と鋼管杭基礎である。

本計画に必要な事業費は総額 10.05億円（日本側援助額約9.76億円、ネパール側負担額 0.29億円）と見込まれる。

本計画の実施に必要な期間は、日本国政府とネパール国政府との交換公文締結後、コンサルタント契約を締結し、実施設計、入札図書作成、入札審査、工事契約締結まで6ヶ月を予定し、工事期間は17ヶ月を必要とする。

本プロジェクトの第1の意義は、橋梁としての必要な機能の回復である。すなわち、老朽化に伴う耐荷力の不足、落橋の危険性等の見受けられるNo.12バグマチ (Bagmati) 橋、No.13コトコーラ (Kodku Khola) 橋、No.22マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋の各橋、およびすでに落橋し危険な木製仮橋で代用しているNo.23サンカモール (Shankamul) 橋の機能の回復である。本プロジェクトの第2の意義は幅員の大きさが交通量に見合ったものとなり、これによって今までのカトマンズ市内における交通のボトルネックと見なされていた箇所が解消することとなり、地域交通、経済の発展に寄与することとなる。

以上は橋の架け替えに伴う直接的な効果であるが、本プロジェクトにおいて、特に着目すべきは本プロジェクトの実施に伴うカトマンズ地域全域に与える社会、経済的なインパクトの大きさである。現在、カトマンズ中心部は人口集中に伴う住宅問題、交通問題、大気、水質汚染、衛生問題等多くの重大な都市問題を抱えている。これらの問題の軽減のため現在、カトマンズ圏における都市開発計画、道路改良計画が検討されている。

都市開発計画における開発の方向としては、過密の都心部を避けリング道路周辺からカトマンズ郊外北西部、南東部の方向、ならびにカトマンズーパタン間に残されているバグマチ (Bagmati) 河周辺の緑地部の開発とバグマチ (Bagmati) 河により分断されているカトマンズ、パタン両市の一体化である。道路改良計画においては、バグマチ (Bagmati) 河左岸のリバーサイド道路とバグマチ (Bagmati) 河を渡る2つの橋梁（当プロジェクトのバグマチ橋とサンカモール橋）とその接続道路の新設、拡幅が計画の中心となっている。

No.13コトコーラ (Kodku Khola) 橋、No.22マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋は上記のカトマンズ郊外北西部、南東部の開発において重要な位置を占めることとなる。No.12バグマチ (Bagmati) 橋とNo.23サンカモール (Shankamul) 橋はカトマンズ圏における都市計画、道路計画を進める上での基本的な前提条件となっており、これら計画の中での重要な役割をになうものである。以上の点から、本計画を無償資金協力により実施する意義はきわめて高く、本計画の早期実現が望まれる。

なお、サンカモール (Shankamul) 橋についてはその取付道路となるバグマチ (Bagmati) 河左岸にそって計画されているリバーサイド道路の位置とその実施時期が未定のため、自動車用の橋梁の実施はそれらを待つ必要があるので、橋梁としては緊急に必要な自転車、歩行者用の橋梁となった。しかし、自動車用の橋梁が実施される場合には、上記のようなことからしてその効果には大きなものが期待されるので、実施のための条件の整備が早急に行なわれることが求められている。

# 目 次

序 文

プロジェクト位置図

架け替え橋梁計画位置図

写 真

要 約

	ページ
第1章 緒 論 .....	1- 1
第2章 計画の背景 .....	2- 1
2. 1 ネパール国の運輸交通の概要 .....	2- 1
2.1.1 行 政 .....	2- 1
2.1.2 予 算 .....	2- 1
2.1.3 交通概況 .....	2- 4
2.1.4 事業実施状況 .....	2- 4
2. 2 開発計画 .....	2- 5
2.2.1 国家開発計画 .....	2- 5
2.2.2 運輸交通計画 .....	2- 6
2.2.3 類似計画および国際機関などの援助計画との関係 .....	2- 8
2. 3 要請の経緯と内容 .....	2- 8
2.3.1 要請の経緯 .....	2- 8
2.3.2 要請の内容 .....	2- 9
第3章 計画地の概要 .....	3- 1
3. 1 調査対象地域の概況 .....	3- 1
3.1.1 一般概要 .....	3- 1
3.1.2 人 口 .....	3- 1
3.1.3 カトマンズ市の交通概況 .....	3- 2
3. 2 対象地域における道路整備計画 .....	3- 4
3. 3 架け替え要請地域の概要 .....	3- 5
3.3.1 計画地の位置 .....	3- 5
3.3.2 計画地の地形 .....	3- 5
3.3.3 計画地の河川状況 .....	3- 5
3.3.4 現橋の状況 .....	3- 7
3.3.5 計画地の地質概要 .....	3- 8
3.3.6 計画地の交通量 .....	3-12



第4章	計画の内容	4- 1
4. 1	目 的	4- 1
4. 2	要請内容の検討	4- 1
4.2.1	要請内容の妥当性	4- 1
4.2.2	実施運営機関	4- 3
4. 3	架け替え橋梁の概要	4- 6
4.3.1	バグマチ橋	4- 6
4.3.2	コトコーラ橋	4- 7
4.3.3	サンカモール橋	4- 8
4.3.4	マハデブコーラ橋	4-10
4.3.5	架け替え計画の範囲	4-11
第5章	基本設計	5- 1
5. 1	設計の基本方針	5- 1
5. 2	設計条件の設定	5- 3
5.2.1	設計基準	5- 3
5.2.2	橋梁の型式の選定	5- 6
5. 3	基本設計	5-12
5.3.1	上部工の設計	5-12
5.3.2	橋脚の設計	5-13
5.3.3	基礎工の設計	5-15
5. 4	基本設計図	5-17
5. 5	概略設計数量	5-17
5. 6	施工計画	5-23
5.6.1	施工方針	5-23
5.6.2	建設事情および施工上の留意事項	5-25
5.6.3	施工監理計画	5-27
5.6.4	資機材調達計画	5-28
5.6.5	実施工程	5-30
5.6.6	概算事業費	5-30
5.6.7	維持管理計画	5-33
第6章	事業の効果と結論および留意事項	6- 1

添付資料

## 表 リ ス ト

	ページ
表 2-1   ネパール国の行政組織 .....	2- 2
表 2-2   道路局の組織 .....	2- 3
表 2-3-1   カトマンズ・ウァレーの架け替えを要する橋梁 .....	2-10
表 3-1-1   カトマンズ市内交通の車種別構成 .....	3- 2
表 3-1-2   カトマンズ市内の通勤方法 .....	3- 2
表 3-1-3   カトマンズ市民の自動車等保有率 .....	3- 2
表 3-1-4   ネパール各県における自動車登録台数 .....	3- 3
表 3-3-1   交通量観測結果 .....	3-13
表 4-2-1   地方建設局の組織 .....	4- 4
表 4-2-2   道路事務所の組織 .....	4- 5
表 4-3-1   橋長および過去最高水位に対する桁下余裕高さ .....	4-10
表 4-3-2   橋梁幅員構成 .....	4-11
表 5-2-1   材料の単位体積重量 .....	5- 4
表 5-2-2   T 荷 重 .....	5- 5
表 5-2-3   橋梁型式比較案 .....	5- 7
表 5-3-1   橋脚型式の比較 .....	5-14
表 5-3-2   杭型式の比較 .....	5-16
表 5-6-1   日本より持ち込む主要機械 .....	5-29
表 5-6-2   プロジェクト工程表 .....	5-31

## 図 リ ス ト

	ページ
図 2-2-1 1995年における道路計画 .....	2- 7
図 2-3-1 架け替え要請橋位置図 .....	2-11
図 3-2-1 カトマンズ圏道路整備計画 .....	3- 4
図 3-3-1 計画地の位置 .....	3- 6
図 3-3-2 カトマンズ盆地の地質概念図 .....	3- 9
図 3-3-3 第4紀堆積物の地質断面図 .....	3-10
図 4-2-1 カトマンズ地域開発計画 .....	4- 2
図 5-2-1 計画橋梁の支間割 .....	5-10
図 5-2-2 計画橋梁の支間割 .....	5-11
図 5-4-1 バグマチ橋一般図 .....	5-18
図 5-4-2 コトコーラ橋一般図 .....	5-19
図 5-4-3 サンカモール橋一般図 .....	5-20
図 5-4-4 マハデブコーラ橋一般図 .....	5-21
図 5-4-5 標準横断面図 .....	5-22

## 添付資料リスト

1. 調査団の構成
2. 現地調査日程
3. 面会者リスト
4. 協議議事録
5. 収集資料リスト
6. 関係技術資料

## 略 語 表

A A S H T O	American Association of State Highway and Transportation Officials (アメリカ各州の道路・交通行政官協会)
A C R S	Atmospheric Corrosion Resistant Steel (対候性鋼材)
A D B	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
D O R	Department of Roads (道路局)
E / N	Exchange of Notes (交換文書)
E P C L	Epicenter Location (震源地)
G D P	Gross Domestic Product (国内総生産)
J I C A	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
J S	Japanese Standard (日本基準)
M O F	Ministry of Finance (大蔵省)
M O W T	Ministry of Works and Transport (公共事業省)
N B C I	National Building Code of India (インド建築基準)
N G O	Non Government Organization (非政府系組織)
N R S	Nepal Road Standards (ネパール道路基準)

# 第1章 緒論



## 第 1 章 緒 論

ネパール国政府は、カトマンズ市内におけるバグマチ (Bagmati) 橋、コトコーラ (Kodku Khola) 橋、サンカモール (Shankomul) 橋、マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋の4橋の橋梁架け替えについての無償資金協力を日本政府に対して要請した。

日本国政府はネパール国政府の要請に基づき、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が本州四国連絡橋公団設計部審議役 山縣守氏を団長とする基本設計調査団を平成3年4月9日から同年5月17日までネパール国に派遣した。

また国内作業完了後、再び山縣守氏を団長として平成3年8月28日から同年9月5日までドラフト・ファイナルレポート説明のため、調査団をネパール国に派遣した。

調査団の団員構成、調査日程、協議議事録の写しおよびネパール国関係者リストを巻末に添付する。

本調査の目的は上記計画に関するネパール国政府要請の具体的内容および背景を把握し、本計画の社会・経済的効果並びに無償資金協力案件としての妥当性を検討すると共に、計画に必要かつ最適な架橋の基本設計を行なうものである。

基本設計調査団は、ネパール国政府関係機関から上記4橋の架橋地点の現況について聴取し、協議、資料収集等を通じて要請の内容を把握したほか、下記の現地調査を実施した。

- ・ 本計画の技術的妥当性検討のため、プロジェクトサイトの現状、土質、地形、水文等の立地条件に関する調査および交通状況把握のための交通量調査。
- ・ 建設費の積算および建設工程計画立案に必要なネパール国の建設事情、関連法規および現地における施工方法等の調査。
- ・ 本計画の施工計画および工事実施体制の調査。
- ・ ネパール国政府の橋梁維持管理体制・能力の確認。



- ネパール国政府負担工事範囲の確認および工事実施体制に関わる調査。
- 本計画の妥当性と本件を実施した際の波及効果についての検討。

以上の調査結果を踏まえ、同調査団は、基本設計調査報告書案 (Draft Final Report) を作成し、ネパール国政府関係者に提出、説明し、最終的な協議を経て、今回報告書を作成した。

## 第2章 計画の背景



## 第2章 計画の背景

### 2.1 ネパール国の運輸交通の概要

#### 2.1.1 行政

ネパールの行政組織は、表 2-1に示すように23の省庁が存在し、道路運輸行政は公共事業省 (Ministry of Public Works and Transport) が担当する。ただし、都市計画およびそれに関連する道路計画は住宅設備計画省 (Ministry of Housing & Physical Panning) が立案することになっている。

本計画は橋梁の架け替え事業であるため公共事業省とその組織下にある道路局が担当する。

道路局の組織は表 2-2に示す通りである。

#### 2.1.2 予算

ネパール国の過去3年間における公共事業省での道路と橋梁に関する予算は、次のとおりである。

(単位 1000 ルピー)

年	道 路	橋	計
1) 1988/89	1,392,010	114,270	1,506,280
2) 1989/90	1,115,220	141,700	1,256,920
3) 1990/91	1,552,290	91,180	1,643,470

(資料 大蔵省)

上記のうち、道路、橋梁の維持管理にあてられる予算は次のとおりである。

(単位 1000 ルピー)

	予 算 額	実 施 額	維持管理費の比率
1) 1987/88	40,000	29,700	-
2) 1988/89	50,000	47,756	3 %
3) 1989/90	60,000	56,073	4 %
4) 1990/91	50,000	-	-

(資料 公共事業省、道路局)

表2-1 ネパール国の行政組織

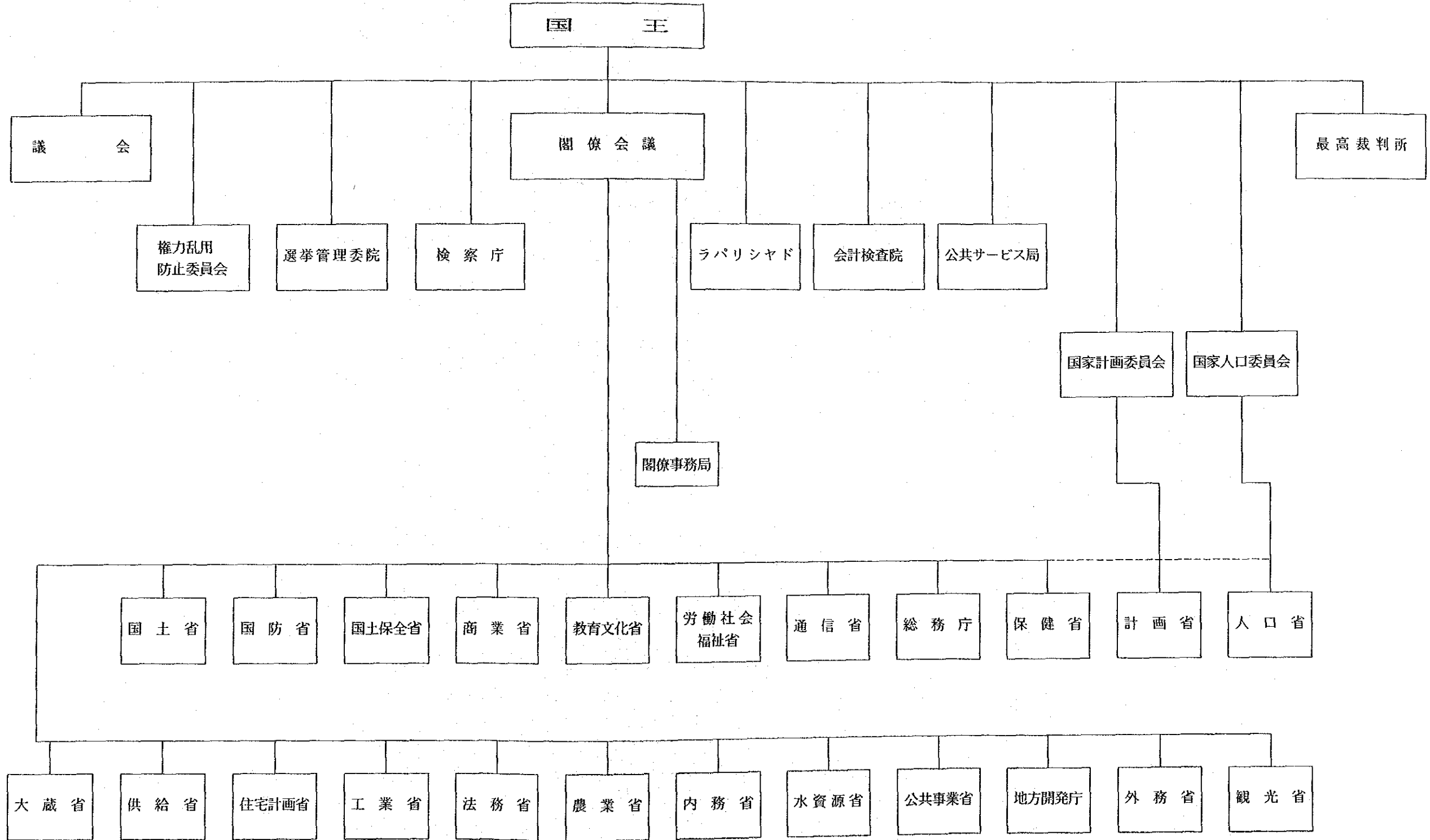
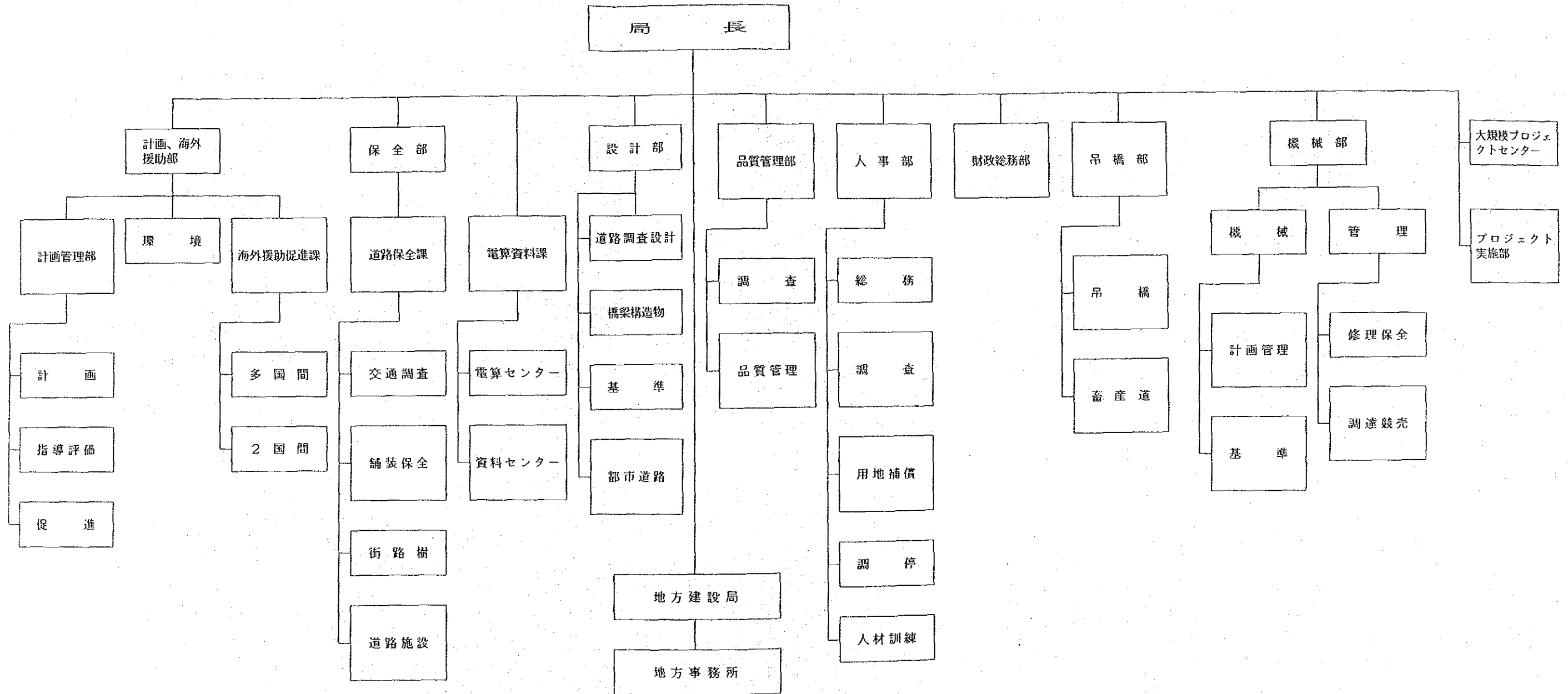


表 2-2 道路局の組織





### 2.1.3 交通概要

ネパールの運輸体系は、国土の地理的・気候的条件により、その開発は大きく制約され遅れてきた。急峻な山岳の連なりやモンスーン期の大量出水などにより、運輸インフラ、特に道路、鉄道の整備・維持管理を困難なものとなっている。物資の輸送は古くから大部分を人力と畜力に頼っており、近代的な交通運輸手段を必要としなかった。しかし、経済開発計画の目標である工業開発の促進、農業生産の増大、資源開発の推進のため経済基盤施設の整備が近年不可欠となっている。このため多くの投資が運輸部門にあてられ、その大半は道路整備に充てられてきた。

海のないネパールは、陸上交通である道路交通が主要な物流の担い手となっており、国境を接しているインド、中国以外の外国からの輸入はほとんどインドのカルカッタ港から主要都市に陸送されてくる。自動車交通による国内での貨物輸送は道路ネットの整備の歴史が浅いことと、国家経済の開発が進んでいないことなどによりあまり発達しておらず、都市の旅客輸送を除くと、インドとの貨物輸送が主体となっている。一方、都市の輸送では人口の集中化が激しい首都カトマンズで近年その量が増加している。都市計画がほとんどない状況で発展したため、都市での交通問題は緊急な対策を必要とし、特に古い街並みの保護と道路開発および公害対策等の大きな問題をかかえている。

### 2.1.4 事業実施状況

ネパールの道路網総延長は、1951年にはわずか 376kmであったが、1987年には 6,306 kmと大幅に増加した。このうち、44%はアスファルト舗装である。このように、全国レベルで道路整備が急激に行なわれたことは、国家計画に基づく経済の順調な発展を期待するものである。道路管理者である道路局は、5つの地方建設局と75の地方道路事務所、6つの重機械管理所、13の試験所で総職員 2,375名によって運営されている。急激な道路延長の増加に対して、管理側の道路局職員も大幅に増員したものの、技術者の絶対数は少なく、技術レベルはかなり低いものである。これは建設のほとんどが各国の援助で行なわれたものの必ずしも技術移転がスムーズに行なわれているとは考えられない。このような状況を改善するため、近々アジア開発銀行（ADB）の協力により道路局の予算実施の効率化を目的に、職員の適正配置、技術レベルの向上などの組織、制度を見直すプロジェクトを実施することになっている。



一方、カトマンズ首都圏の道路整備はその交通需要に対してほとんど手がつけられていない。1972年～1983年の公共輸送サービスを利用する人口は、年平均8%という高い率で増え、登録車両数もバス、乗用車、ジープ、タクシー、トラックの合計で約2倍にもなっている。また1991年のデータによると登録車両数は1983年の約2倍となっている。このように交通量は大幅な伸びをしているにもかかわらず、この間わずかにカトマンズ市を外周するリングロードの建設しか手がつけられていなかった。カトマンズ首都圏の都市計画は、住宅計画省が古いプランを持っているが予算の関係上実施されていない。この都市計画には道路計画も含まれているが、上述したごとく新設改良の用途は立っておらず、そのプランそのものも現況の開発状況と、かけはなれてたものとなっている。

このような状況を打開するため、一昨年よりADBの援助で首都圏の土地利用計画の調査が実施され、新しい都市計画が作成されつつある。この調査は、今後10年間の人口増とそれに伴う交通量に対して限られた土地をいかに有効に使用するかという目的で実施されているもので、8月中には最終報告書の原案(Draft Final Report)が提出される予定になっている。中間報告(Interim Report)によれば、人口増は年率3.5%とはげしく(このうち、2.0%は社会増)、10年後の交通量は現在の2倍と予測されている。もし、都市計画、交通計画をこのままにしておけば都市の機能は麻痺することは明らかであり、すでに交通計画の策定に対しては日本政府へ技術援助の申し入れがあり、近々実施の運びとなっている。

一方、市街地の交通流の阻害となっている橋梁で、機能の低下したものに対して世銀、日本国が復旧の援助を行っており、本プロジェクトもその一環となっている。

## 2. 2 開発計画

### 2.2.1 国家開発計画

1956年の第1次5ヶ年計画よりスタートし、現在、第8次5ヶ年計画(1990/91～95/96)に入っている。第4次までは生産基盤の整備に重点をおき、特に運輸インフラに最も多額の予算を配分した。経済開発計画の目標である工業開発の促進、農業生産の増大、資源開発の推進のために交通運輸関連の経済基盤施設の整備に重点をおき、投資は道路網整備、特に幹線道路の建設に充てられている。しかし、計画の経済成長が達成できないため、第5次5ヶ年計画(1975～80)以降は生産拡大に直接かつ短期的効果のある部門に重点が移り、農業部門が第1位となり、運輸部門は第2位となった。第8次5ヶ年計画はこの流れを引き継ぎ生産

産拡大の加速化、生産雇用機会の拡大および国民の基本的ニーズの充足を3大目標としている。

計画期間中のGDP（国内総生産）の目標成長率は、4.5%でこのうち農業部門は3.5%、非農業部門は5.7%と設定されている。しかし、インド、中国にかこまれた国であるため、国家経済は周辺国の経済の影響を受けやすい立場にあり、最近インドの通貨ルピーの切り下げがあり、この影響が直接、間接にあらわれるのではないかと心配されている。

### 2.2.2 運輸交通計画

運輸部門としては、道路・橋梁、空港・航空、鉄道、ロープウェイがあり、第一次5ヶ年計画以降高いプライオリティを与えられ、この中でも道路、橋梁の整備の予算は常に部門の約8割以上を占めている。道路整備の中心は、南部のタライ地帯を東西に貫通する「東西ハイウェイ」とこれに南北方向に接続する数本の「南北ハイウェイ」に置かれている。これらの整備は、インドを中心にソ連、アメリカ、中国、イギリスおよびADB（アジア開発銀行）の援助によって行なわれた。その他の道路ネットの整備は、経済開発、人口集中の進んだ中央部地域に質・量とも重点が置かれている。（図 2-2-1参照）

経済的・社会的活動の中心であるカトマンズ市への交通は、インド側、中国側のルートがあるがインド側が運輸の主体である。しかし、インド側からの道路は1本しかなく、雨期になると時々土砂崩れを起し首都が孤立に近い状況となり交通のネックになっている。したがって、東西に長いネパールの中心カトマンズへの南東からのアクセスとしてシンズリ道路が着目される。このルートは首都カトマンズと南東タライ地帯を結ぶばかりでなく、ネパールの輸出入貨物輸送の生命線の代替ルートの確保という重大効果がある。本件は日本国側へ要請があり、F/Sを実施したが、建設への全面援助にいたっていない。

一方、カトマンズ首都圏の都市化は、急速に進んでいる。しかし、都市計画は充分に実施されておらず、都市交通システムの整備は施設整備、管理運営のいずれの面でも遅れている。

2.1.4 で述べたごとく、ADBが首都圏の土地利用計画を実施しており、これを受けた道路計画を日本側が2015年を目標としたマスタープランと短期的な改善策のF/Sを実施する計画になっている。

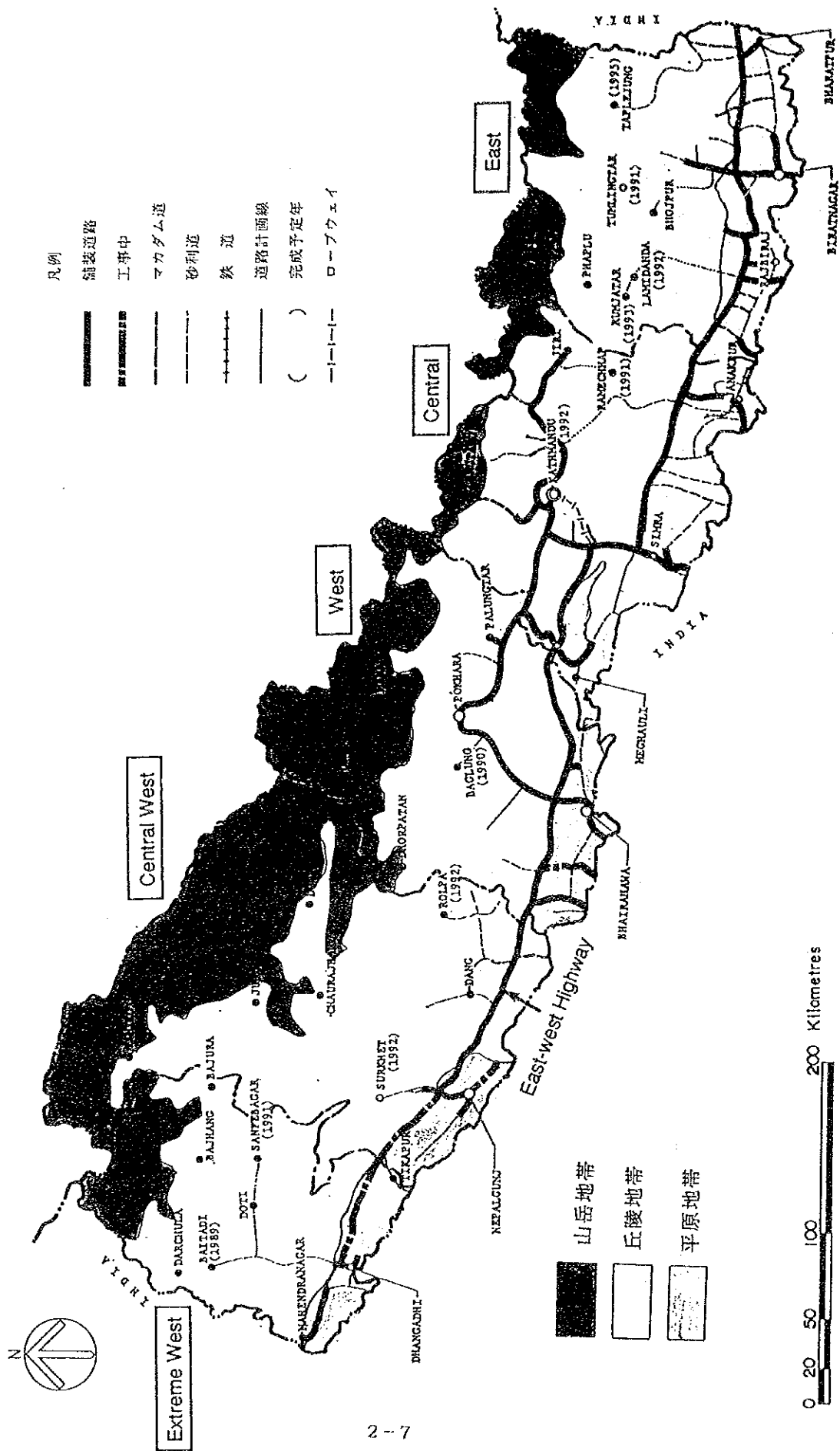


図 2-2-1 1995年における道路計画

## 2.2.3 国際機関等における関連プロジェクト援助計画との関係

カトマンズ周辺の関連プロジェクトとして、最近実施または計画されているものとしては次のようなものである。

- (1) カトマンズ地域6橋の架け替え計画（日本）
- (2) カトマンズ地域4橋の架け替え計画（世銀）
- (3) カトマンズ地域の都市計画（ADB）
- (4) カトマンズ地域の道路計画（日本予定）

(1) は本計画（Phase-2）に対するPhase-1に相当するプロジェクトで現在工事中のものであり、(1) および世銀による (2)のプロジェクトと本計画の3プロジェクトの完成により、カトマンズ地域の主要橋梁の架け替え計画はほぼ完了することとなる。

(3) については現在調査の作業中で、(4) については今後の予定といわれているが、上記(1)、(2) および本計画による橋梁架け替え計画は上記(3)、(4)のプロジェクトを進める上での基本的な前提条件の一つとなっているといわれている。

## 2.3 要請の経緯と内容

### 2.3.1 要請の経緯

中国の援助で建設されたリング道路の橋梁等を除くと、カトマンズ市内にあるほとんどの橋梁は架設後の経過年数が長いこと、維持管理が不十分なことなどの理由から非常に老朽化が進んでおり、雨期には洪水による洗掘等により不安定な状態にある。さらに同地域は地震の危険があり、橋梁は過去の記録からも被害を受けている。また、近年ではカトマンズ市を中心とする経済発展および都市化に伴う自動車交通量と荷重重量の増加に対して既設橋梁の規模では不十分であり、さらに狭小な幅員、荷重制限などが交通渋滞を引き起こしており、これらがカトマンズの発展の障害となっている。

以上のような背景をもとに、ネパール国政府は1989年にカトマンズ市内に23橋の架け替えを要する橋があるとし、そのうち4橋の架け替えを世銀に、6橋を日本国政府国に対して援助要請した（表 2.3.1、図 2.3.1参照）。JICAは1989年10月 - 1990年3月にかけて同要請にかかる無償資金協力の基本設計調査を実施

し、日本国政府は、同計画にかかる無償資金協力を決定（1990年11月E/N署名）し前述の通り現在工事が実施されている。

今般は、残る13橋の中から特に主要な4橋の架け替えが要請されたものである。

### 2.3.2 要請の内容

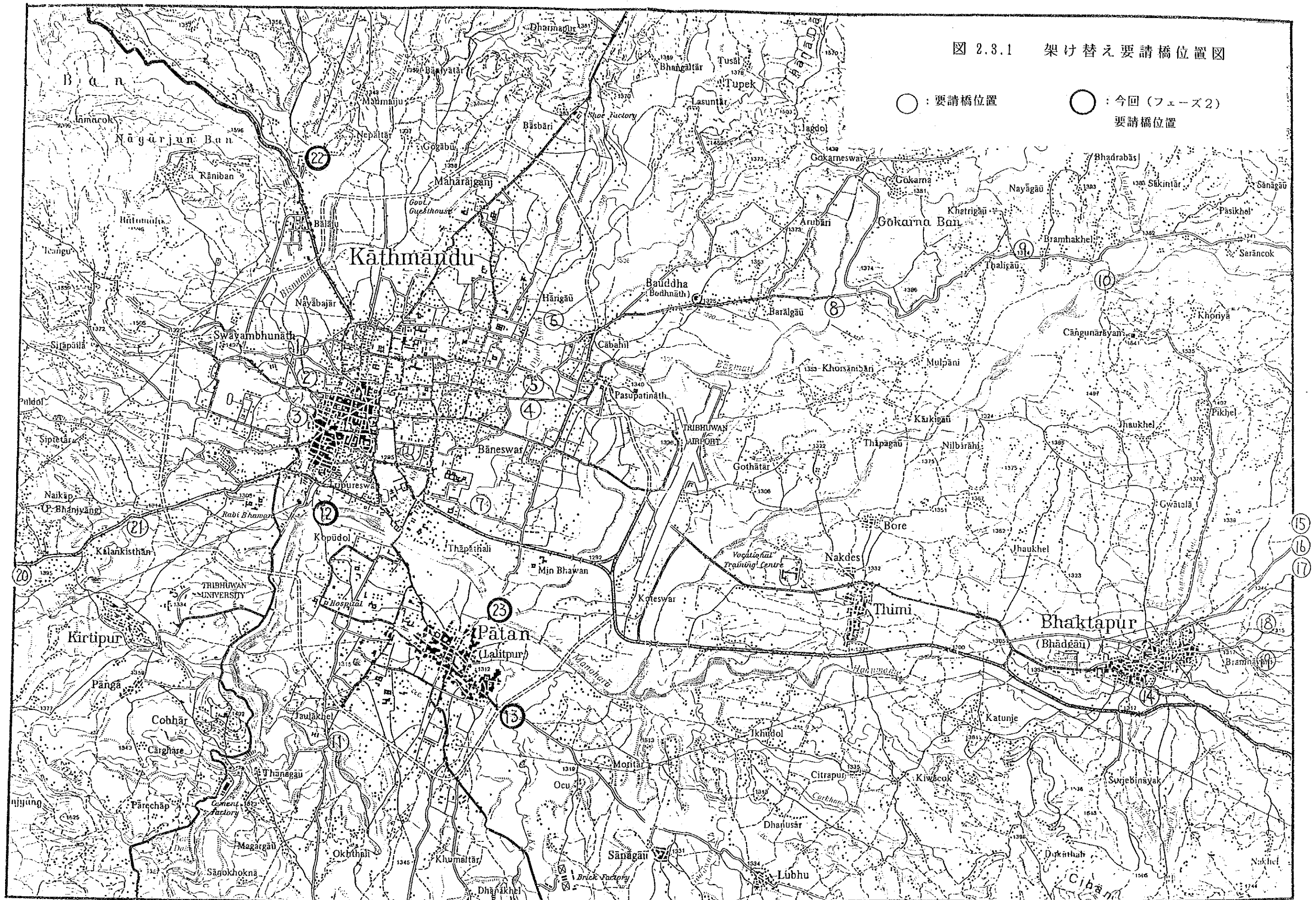
要請の対象となっている橋梁は次のとおりである。要請の内容は現橋の架け替えとそれら橋梁への取付道路の建設である。

No.	橋名	架橋河川
12	バグマチ (Bagmati) 橋	バグマチ (Bagmati)
13	コトコーラ (Kodku Khola) 橋	コドク (Kodku)
23	サンカモール (Shankamui) 橋	バグマチ (Bagmati)
22	マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋	ランバガール (Lambagar Kh)

表 2-3-1 カトマンズ・ヴァレーの架け替えを要する橋梁

橋 梁 名	延 長 (m)	備 考
1. Blahhumati Bridge (Swaha Bhagwati)	80	世 銀
2. Blahhumati Bridge (Dallu)	80	フェーズ-1
3. Blahhumati Bridge (Kamkoswari)	80	
4. Dhobi Khola (Kaio Pul)	45	フェーズ-1
5. Dhobi Khola (Rato Pul)	45	世 銀
6. Dhobi Khola (Handi Gaon)	60	フェーズ-1
7. Dhobi Khola (Babar Mahal)	50	フェーズ-1
8. Mahadev Khola Bridge	45	フェーズ-1
9. Manmatta Bridge	45	フェーズ-1
10. Manhara Khola Bridge	100	
11. Nakkhu Bridge	50	世 銀
⑫ Bagmati Bridge	120	<u>フェーズ-2</u>
⑬ Kodku Khora Bridge	20	<u>フェーズ-2</u>
14. Hanumante (Hanuman Ghat)	30	
15. Hanumante (Ram Mandir)	30	
16. Hanumante (Barahi Than)	30	
17. Hanumante (Sallaghari)	30	
18. Bageswari	15	
19. Ratu Bridge	15	
20. Naikap	30	世 銀
21. Balkhu	30	
⑳ Mahadev Khola	45	<u>フェーズ-2</u>
㉑ Shankamul	145	<u>フェーズ-2</u>

図 2.3.1 架け替え要請橋位置図







### 第3章 計画地の概要



## 第3章 計画地の概要

### 3.1 調査対象地域の概況

#### 3.1.1 一般概要

カトマンズは人口約60万を有するネパール国の首都であり、同国の中央部より少し東に位置しており、同国の政治・経済・文化の中心である。カトマンズは標高1,300 m前後の盆地内にあり、その周辺をプルチョウキ（2,760m）、ナガルコット（2,166m）、シウェアプリ（2,725m）等の山々で囲まれている。

盆地内の平地部分は氾濫原か河川低地であり、南北に流れるビスヌマチ（Bishnumati）川、ドビーコーラ（Dhobi Khola）川、バグマチ（Bagmati）川と東西に流れるマノハラ（Manohara）川、アヌマンス（Hanumante）川がバグマチ（Bagmati）川に合流し、盆地から出てシバルコルジュ（Chobar Gorge）川からインドのガンジス川へと繋がる。

北緯27°に位置するカトマンズは亜熱帯性気候で日平均気温は最高28℃、最低-4℃である。雨期は5月～9月で降水量は100～400mmで乾期は10月～4月で15～45mmであり、年間平均降水量は1,307mmである。風向は雨期に北または東の風、乾期に西または北西の風である。

過去の地震記録によると、ネパールにおいてマグニチュード5以上の地震は平均年1回生じている。インドの構造基準（National Building Code of India 1970, part IV, Indian Standards Institution）によるとカトマンズ盆地はネパールにおいて地震の危険度の高いゾーンになっている。

#### 3.1.2 人口

カトマンズ首都圏はカトマンズ市（総人口42.2万人、都市部人口23.5万人）とパタン市（総人口18.4万人、都市人口8.1万人）からなり、1981年の首都圏人口は総人口60.6万人、都市人口31.6万人である。1971年から1981年におけるカトマンズ市とパタン市の総人口の年間平均増加率はそれぞれ1.8%、1.7%であり、人口の全国平均の伸び2.7%を下回っている。都市人口のみで見るとカトマンズ市は4.6%、パタン市で4.7%となっており、首都圏の都市部の人口は増加している（Development Atlas of Nepal, 1988 & Population Monograph of Nepal 1987）。1991年における首都圏の都市部での人口は47万人（推計値）である。

### 3.1.3 カトマンズ市の交通概況

カトマンズの都市交通は表3-1-1、3-1-2、3-1-3に示すように、徒歩や自転車交通の比率が高いところに特徴があるといえる。また、統計に示されていない牛等の家畜類、耕運機、手押車等の往来があり、自動車交通の円滑な流れは大きく妨げられている。さらに急激に増加した自動車は駐車施設が不十分なために路上駐車し、道路の交通容量を大きく引き下げている。

表 3-1-1 カトマンズ市内交通の車種別構成

車 種	1983	1972
乗用車・タクシー	45%	25%
トラック	2%	2%
バス	4%	
モーターサイクル	9%	10%
自転車	38%	59%
リキシャ	2%	4%
合 計	100%	100%

資料：国際開発センター「経済基盤施設調査報告書—ネパール・バングラディシュ・パキスタン・スリランカー」昭和61年

表 3-1-2 カトマンズ市内の通勤方法

徒 歩	58.0%
自転車	8.8%
バ ス	22.0%
モーターサイクル	5.5%
自動車(バスを除く)	4.0%

資料：住宅、整備計画省(1990年)

表 3-1-3 カトマンズ市民の自動車等保有率

自動車	4%
モーターサイクル	12%
自転車	31%
上記無所有	69%

資料：住宅、整備計画省(1990年)

表 3-1-4 ネパール各県における自動車登録台数 (1991年6月現在)

車種	県名											
	Mechi	Koshi	Sagarmatha	Janakpur	Bagmati*	Norayoni	Candaki	Lumbini	Rapati	Bheri	Seti	Mahakali
バス、トラック、大型車	377	732	182	234	5,670	4,404	582	614	41	323	173	190
トラクター、耕運機	-	-	182	539	1,512	1,611	211	1,173	151	205	147	86
乗用車	4	27	-	-	2,236	576	-	84	2	-	2	1
オートバイ、スクーター	469	1,822	681	778	21,929	4,422	797	1,322	143	602	132	169
手押車	-	956	-	1	352	7	-	25	-	-	-	-
リキイシヤ	1,286	2,317	626	712	470	1,043	-	5,242	26	695	527	-
ジープ	228	3,053	388	241	17,937	2,581	931	427	42	309	97	104

\* カトマンズ首都圏 (カトマンズ市、パターソン市、バクタプール市) およびその周辺地区を含む県。

### 3. 2 対象地域における道路整備計画

対象地域における道路の整備計画は住宅整備計画省によって作成されたカトマンズ圏道路計画図に示されている。これによると、計画の中心となっているのは図3-2-1の点線に示されているカトマンズ市とパタン市の間を流れているバグマチ(Bagmati)河の左岸に沿った河岸道路の新設と、カトマンズ市の東部と西部を南北に通る道路の拡幅および新設であり、これらは共に4車線道路で計画されている。本プロジェクト4橋のうち、2橋が(バグマチ橋、サンカモール橋)がこれら計画線上に位置している。

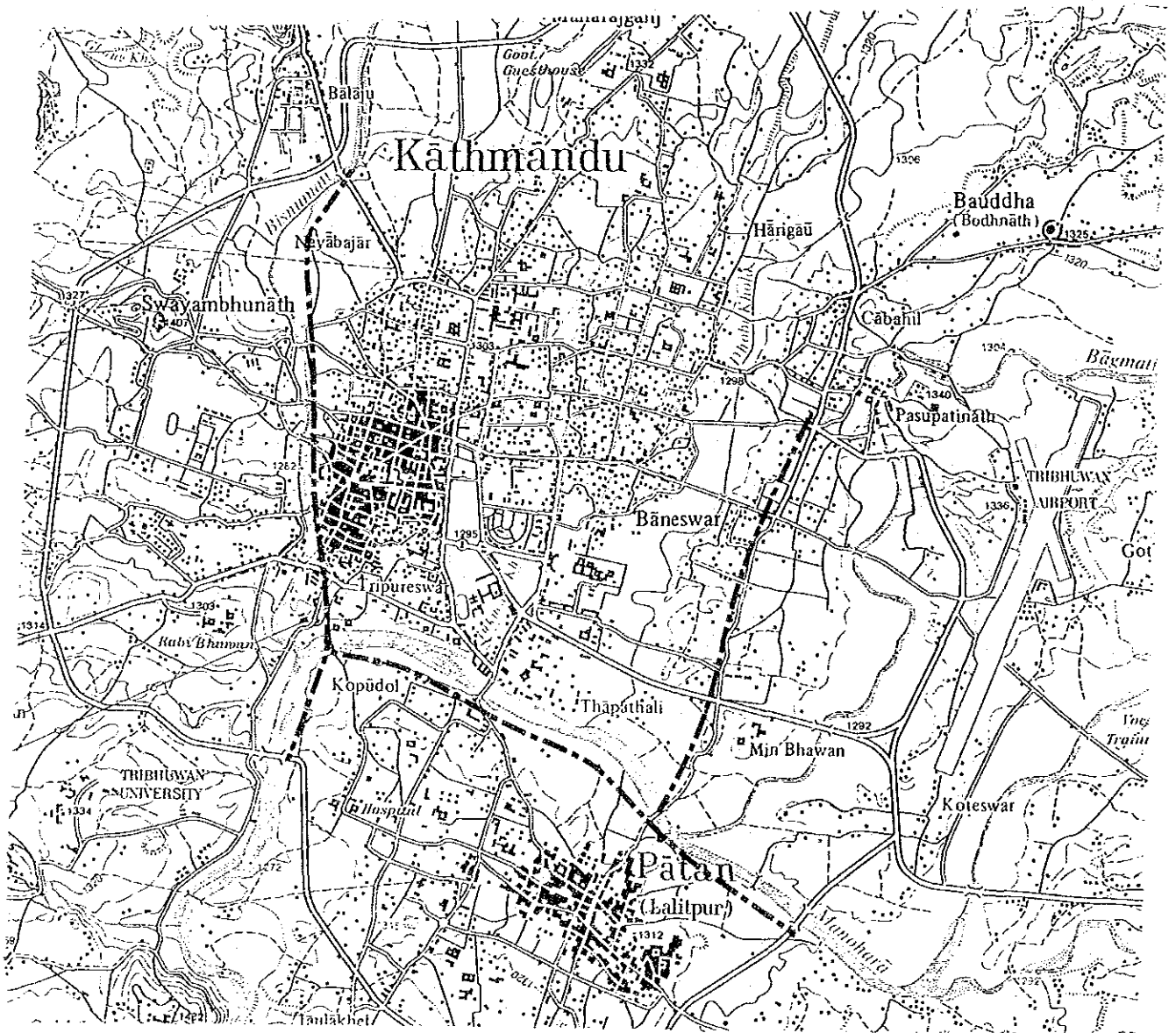


図 3-2-1 カトマンズ圏道路整備計画  
(点線は整備計画の主要部分を示す)

### 3.3 架け替え要請地点の概要

#### 3.3.1 計画地の位置

架け替えを要請されている4橋の架橋計画地は図 2-3-1、3-3-1 に示されている。

#### 3.3.2 計画地の地形

カトマンズ盆地は一般に平坦であり、盆地内を流れる河川は一般に勾配が緩く、平らで比較的広い河床を持っている。要請4橋のうち、No.12のバグマチ (Bagmati) 橋、No.13のコトコーラ (Kodku Khola) 橋、No.23のサンカモール (Shankamul) 橋の3橋はカトマンズ盆地のほぼ中央近くに位置し、このため河床勾配の緩い平坦な地形に位置している。

No.22のマハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋はカトマンズ盆地北西部の丘陵地域に近いため、前3橋に比して河床勾配は急となっているが、架橋地点そのものは平坦である。

#### 3.3.3 架橋予定地点の河川状況

##### バグマチ (Bagmati) 橋 (No.12)

架橋地点のすぐ下流にて Bagmati と Bisnumati が合流し河川はここではほぼ直角に曲っている。河床は、護岸石段の状況から判断すると石段の建設当時に比べ砂の採取等のために2m程度低下している。したがって雨季の洪水位の最高位も砂の採取前に比べ2m程度下がっているものと考えられる。

##### コトコーラ (Kodku Khola) 橋 (No.13)

本橋の架かる河川は整備がほとんど行なわれてなく、河道の蛇行が多く河川管理上問題が多い河川である。洪水時には本橋の上流側が遊水池のような状態となり、橋梁および取付道の上を流水がオーバーフローするとのことで、ここでは河床の低下は認められていない。

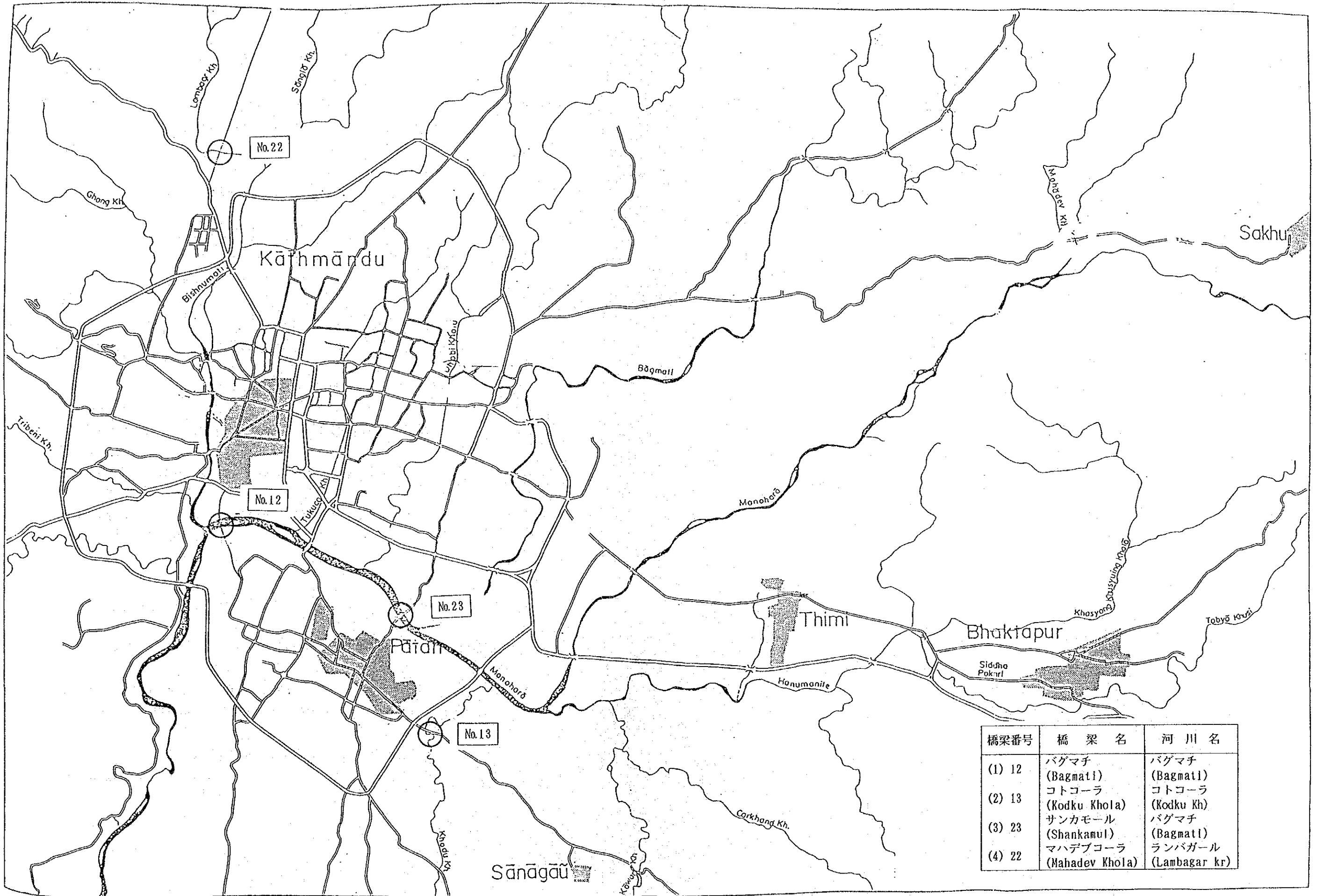


図 3-3-1 計画地の位置





#### サンカモール (Shankamul) 橋 (No.23)

架橋地点は Bagmati河と Monahara河の合流点のすぐ下流に位置し河川の線形はほぼ直線である。ここにおいても護岸石段の状況から判断すると河床は石段の建設時より1~2m低下している。

#### マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋 (No.22)

架橋地点の河川はほぼ直線で特に問題はないが、本河川も河床部に設けられている取水井戸の状況から判断すると井戸の建設時より2m程度河床が低下している。

### 3.3.4 現橋の状況

#### バゲマチ (Bagmati) 橋 (No.12)

本橋は橋長122m、幅員1.2mの歩道橋(自転車、オートバイの通行可)で型式はつり橋である。

床版は幅10.0cm程度の本をならべたもので一部損傷が見受けられる。

- ・ 主構トラスにおいても腐食が顕著であり、主構の一部に変形(10~15cm)が見られる。
- ・ 塔の基礎部分に水孔がなく常に水が滞水しているため、その部分の腐食が進んでいるように思われる。
- ・ 橋台付近のレンガ積の一部に沈下と思われる変形が起こっている。

#### コトコーラ (Kodku Khola) 橋 (No.13)

本橋は橋長17m、幅員は3.0mで4本での鋼H型钢材を主桁とし、その中間に木材を設けている鋼と木材を組合せた橋梁である。

木材で作られている床版の損傷度はかなりはげしく、鋼材の腐食も進んでいる。

また、大型車両の走行時にはかなりのゆれが感じられる。

コンクリート高欄の損傷は特にひどく、高欄のつけ根付近より破損している。水道管(130mm)を床版上面に添架している。

### サンカモール (Shankamul) 橋 (No.23)

既設橋は落橋しており、現在は幅員1m程度の歩行者のための木製の仮橋が設けられている。歩行者、自転車、オートバイを含めかなりの人々が利用している。この仮橋は洪水時には流失し、その都度架け直されている。

### マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋 (No.22)

本橋は橋長 25.00m、幅員4.00mの鋼トラス橋で横桁の下側に水道管 (φ340mm) を2本添架している。

本橋の損傷は両主構の下弦材部に見受けられる。特に、上流側の下弦材の部分にはげしい腐食が存在する。

また、高欄は橋長の 1/3程度しかなく、かなり危険な状態にある。また、橋台の背後において過去にかなり浸食された跡があり、その部分には蛇籠が設けられている。

#### \* 橋梁の添架物

現況での橋梁における添架物としては水道管があり、その状況は下記の通りである。

	水道管
No.12 バグマチ (Bagmati) 橋	— (なし)
No.13 コトコーラ (Kodku Khola) 橋	φ130 × 1 床版の上側
No.23 サンカモール (Shankamul) 橋	— (なし)
No.22 マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋	φ340 × 2 床桁の下側

実施設計時にはネパール政府の橋梁への添架物に対する将来計画を再確認する必要がある。

### 3.3.5 計画地の地質概要

#### 一般概要

カトマンズ盆地は先カンブリア時代～デボン紀の変成～弱変成堆積岩類および第三紀の花崗岩を含む火成岩類を基盤とし、これらを著しい不整合で被覆する第四紀の河川および湖成堆積物等によって構成される (図3-3-2、図3-3-3)。

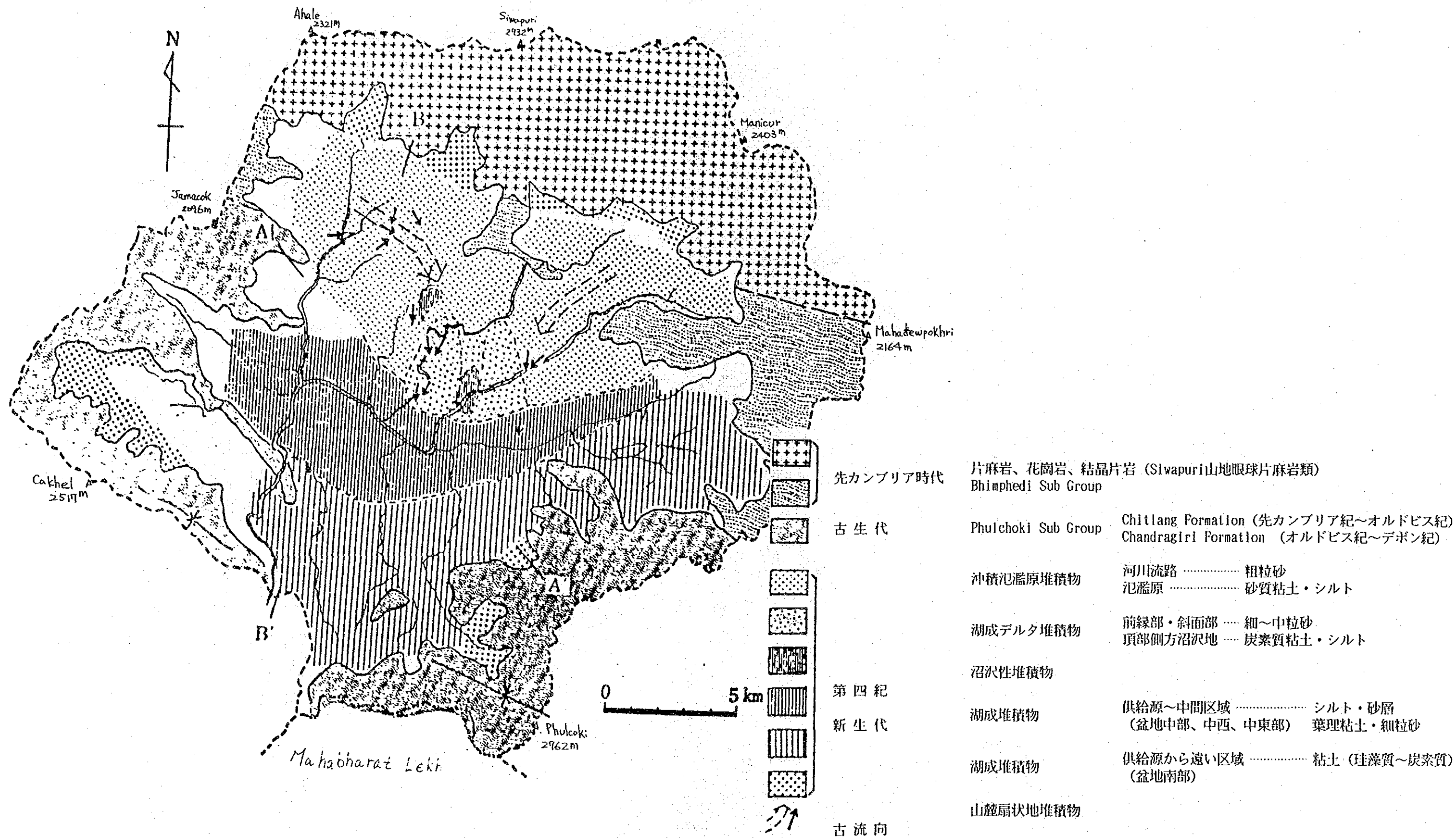


図 3-3-2 カトマンズ盆地の地質概念図



湖成堆積物を堆積させた湖は、盆地南部の河谷が一様に北流している事から、マハバラト山脈 (Mahabharat Lekh) の急速な隆起運動によってバグマティ川 (Bagmati) の流れがダムアップされてできたものと解釈される。湖の排水は約 5,000 年前と考えられる。

堆積物は粘土、シルト、砂、礫などからなり、盆地北半部には粗粒堆積物、盆地南半部には粘土およびシルトの細粒堆積物が多く、細粒堆積物は平均 200mの厚さを有するが、場所によっては 450mを越えて堆積し、細粒堆積物の下位には粗粒堆積物が厚く広がっている。

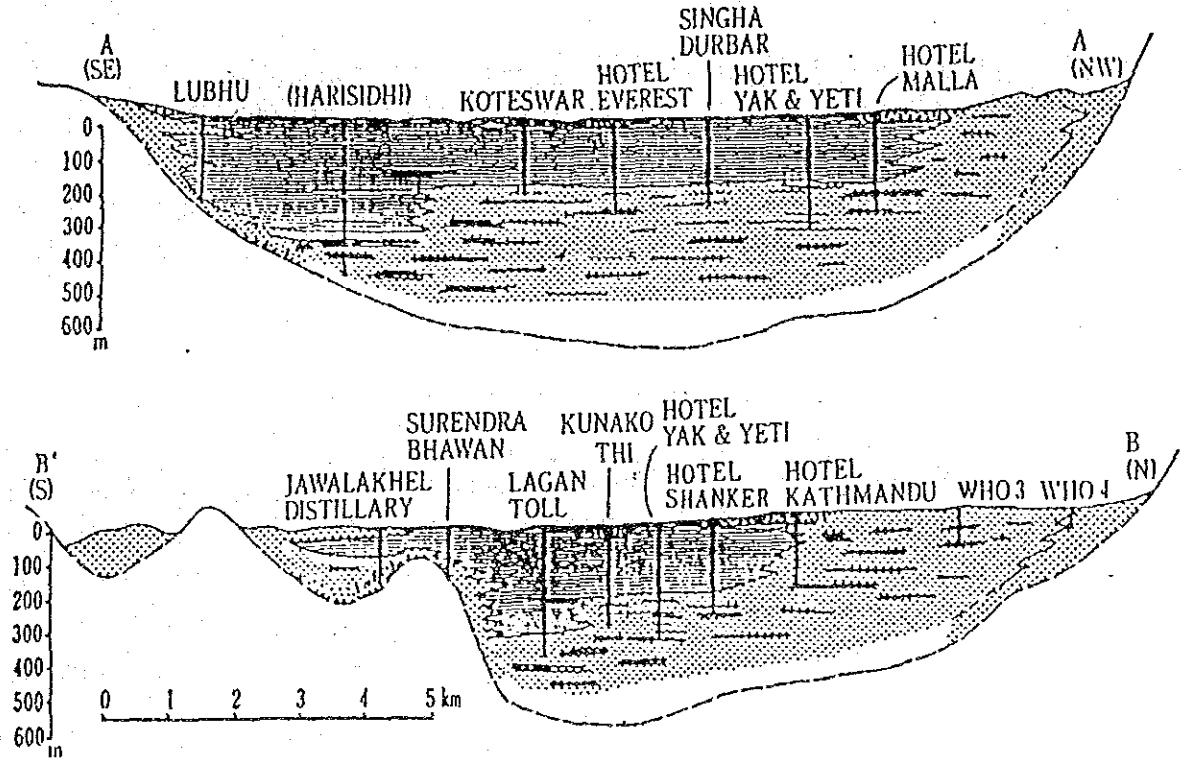


図 3-3-3 第四紀堆積物の地質断面図

## 架橋地点の地質概要

### No.12 バグマチ (Bagmati) 橋

極細粒砂およびシルトの極薄層有機物を含む暗褐色粘土、シルト質粘土を主とする縞状泥層等からなる湖成堆積物で、カトマンズ (Kathmandu) 側および川床では表土下に軟弱層 (10mまでN値2~3、35mまでN値5~8) の粘土質シルトと、現地名をカリマチ (Kalimati) と呼ばれる黒色~黒灰色の炭素質粘土が続く。Patan 側も同じで9mまでN値2~4、23mまでN値5~9の軟弱層である。過去において実施されたこの附近でのボーリング調査によると 200mまで同じ土質で、その下位に砂層が基盤 (450m以深) まで続く。また、今回の調査杭で20m~30m付近から天然ガスが噴出し、その後 (7日後) も継続していることから施工時には注意を要する。

### No.13 コトコーラ (Kodku Khola) 橋

湖成堆積物で粘土質シルトやカリマチ (Kalimati) で15mまでN値3~7の軟弱層が続く。地表部におけるカリマチ (Kalimati) は有機物に富んだ肥沃な土壌で農業に適している。また、この河川は沖積氾濫原上を蛇行して流れ、洪水時には移動する事もある。

### No.23 サンカモール (Shankhamul) 橋

バグマチ (Bagmati) 川とマノハラ (Manohara) 川の合流付近に形成された低湿地で有機物を豊富に含む湖成堆積物からなる。カトマンズ側橋台付近ではN値3~6が19mまで続き、また、現在ピアの基礎があるところではN値3~5が15mまで、それ以深でもN値5~7の軟弱な粘土質シルトが続く。基礎杭が打ち込んでいる河床付近やパタン側でもN値3~8の軟弱層が続く。カトマンズ側取付道路横では商業用天然ガスの採取を行なっている。

### No.22 マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋

氾濫原堆積物で、礫、砂、シルト、粘土等の粗粒堆積物と細粒堆積物の相互の組み合わせで、下部になる程粒径が大きくなり 100m以深にはシルト、粘土等の細粒堆積物はみられない。カトマンズ側では9mまでN値3~7、10mからN値8~13の粘土質の軟弱層が続く。現河床では3m~6mにN値15~22の砂層があるが、それ以深は同様のN値8~11の粘土質シルトの軟弱層となる。

### 3.3.6 計画地の交通量

計画地の交通量は4月23日（火）、24日（水）の両日において行なわれた。調査の結果は表 3-3-1に示すとおりである。

バグマチ（Bagmati）橋とサンカモール（Shankamul）橋については歩道橋のため車（モーターサイクル、自転車を除く）の通行は存在しない。

コトコーラ（Kodku Khola）橋はレンガ工場等へ行くためのトラック類の通行が多い。

歩行者の通行は4橋共に多く、これらは将来、車両台数の増大につながるものと思われる。



表 3-3-1 交通量観測結果 (1991年4月23日、24日)

橋 梁 名	モーター サイクル	普 通 自 動 車	バ ス ト ラ ク	そ の 他	16hr 交 通 量	24hr 交 通 量	歩 行 者	自 転 車	16hr 交 通 量	24hr 交 通 量
バグマチ (Bagmati)	279	-	-	-	279	287	4,916	881	5,797	6,119
コトコーラ (Kodku Kholia)	421	356	549	136	1,462	1,510	4,055	2,724	6,779	7,040
サンカモール (Shankhamul)	83	-	-	-	83	84	3,741	955	4,696	4,880
マハデブコーラ (Mahadev Kholia)	70	46	9	68	193	199	5,209	5,209	10,418	10,706

註：16時間交通量 (AM 6:00～PM 10:00)

24時間交通量 …… 午前6時台の交通量の0.7を16時間交通量に上乘せした推計値

モーターサイクル …… モーターサイクル、スクーター

普通自動車 …… セダン、ジープ、ワゴン

その他 …… 三輪車、トラクター

## 第4章 計画の内容



## 第4章 計画の内容

### 4.1 目的

当プロジェクトは建設後50～70年を経過し、老朽化と損傷のはげしいカトマンズ市内およびその周辺に存在する橋梁を架け替えることによってこれらの橋を落橋の危険から守り、またその機能を回復させ、カトマンズ市内およびその周辺の道路網の整備に寄与し、市民生活と経済活動の向上に寄与することを目的とする。

### 4.2 要請内容の検討

#### 4.2.1 要請内容の妥当性

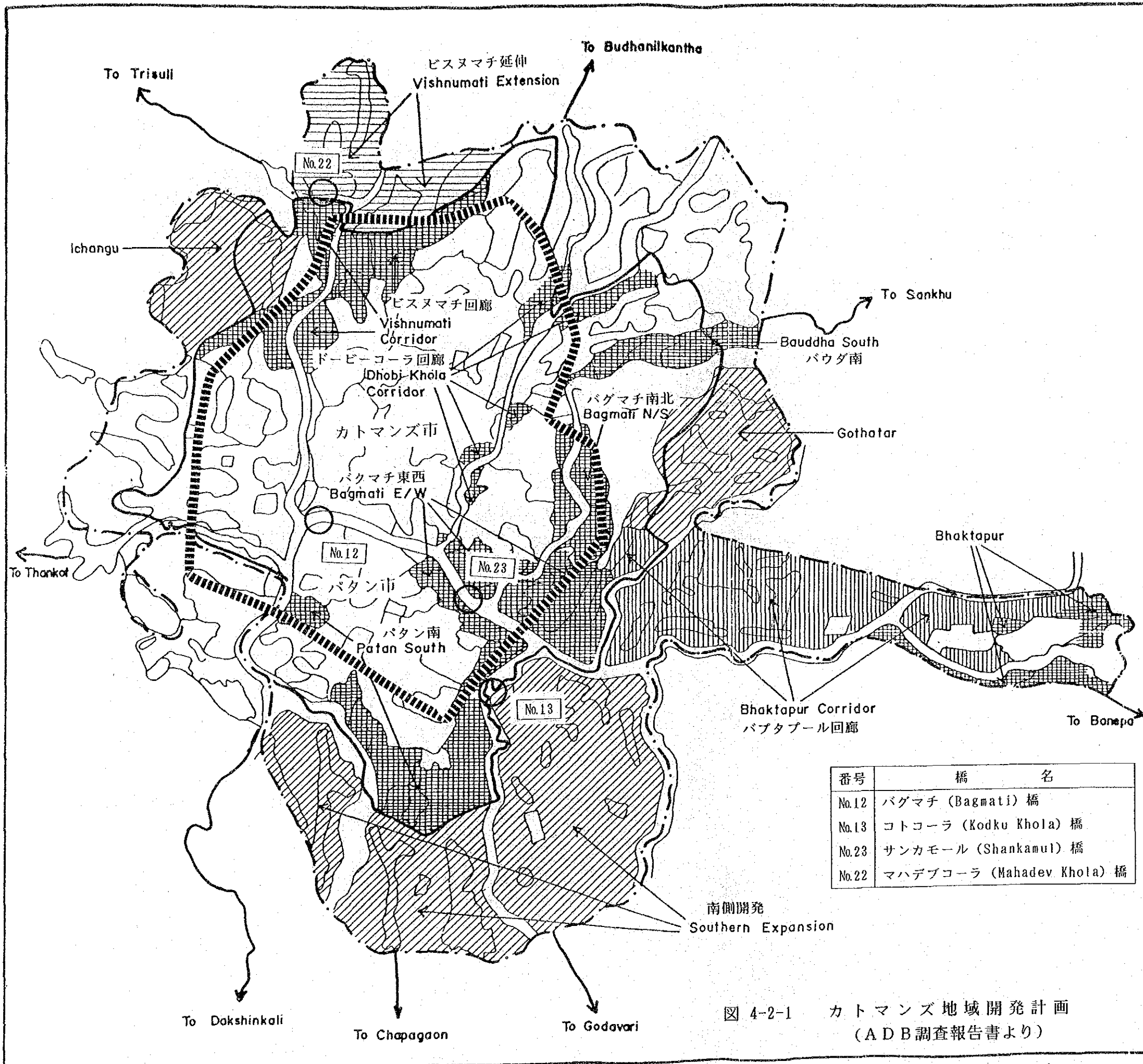
現在カトマンズ中心部は人口集中に伴う住宅問題、交通問題、大気、水質汚染、衛生問題等多くの重大な都市問題を抱えている。これらの問題の軽減のため現在、カトマンズ圏における都市開発計画、道路改良計画が検討されている。

都市開発計画における開発の方向としては、過密の都心部を避けリング道路周辺からカトマンズ郊外北西部、南東部の方向、ならびにカトマンズーパタン間に残されているバグマチ (Bagmati) 河周辺の緑地部の開発とバグマチ (Bagmati) 河に分断されているカトマンズ、パタン両市の一体化である (図 4-2-1)。

このため、道路改良計画においては、バグマチ (Bagmati) 河左岸のリバーサイド道路とバグマチ (Bagmati) 河を渡る2つの橋梁 (当プロジェクトのバグマチ橋とサンカモール橋) とその接続道路の新設、拡幅が計画の中心となっている (図 3-2-1参照)。

No.13コトコーラ (Kodku Khola) 橋、No.22マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋は上記のカトマンズ郊外南東部、北西部の開発においてそれぞれ重要な位置を占めている。また、No.12バグマチ (Bagmati) 橋、No.23サンカモール (Shankamul) 橋はカトマンズーパタン両市の一体化にとって不可欠な橋である。これに対して、架け替えが要請されている上記4橋の状況は下記の通りである。

No.12のバグマチ (Bagmati) 橋はカトマンズ市の南部人口密集地とパタン市西部の住宅地を結ぶ幅員 1.2mの歩道橋で、建設後50年余り経過し、鋼材部分の老朽化が顕著である。他方、幅員に対して人や自転車の交通量が多く、現在容量的に限界に達しており、橋としての耐荷力にも不安が感じられ、もし落橋でもすれば人的被害は甚大なものとなり、架け替えが求められている。



**開発促進地域**

凡例

- 市域境界
- 市街地拡張区域
- 河川区域
- 開発順位・時期
- 1990
- 1995
- 2000
- 2005
- リング道路

番号	橋名
No.12	バグマチ (Bagmati) 橋
No.13	コトコーラ (Kodku Khola) 橋
No.23	サンカモール (Shankamul) 橋
No.22	マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋

ネパール国 / アジア開発銀行  
カトマンズ地域都市開発計画

3 Km 2 1 0 1 2 3 Km

図 4-2-1 カトマンズ地域開発計画 (ADB調査報告書より)



No.13のコトコーラ (Kodku Khola) 橋はカトマンズ市郊外南東部に伸びる主要放射幹線道路の一つで沿道に多くのレンガ工場の存在するパタン～サナガウ・ルブ線上に位置しており、サナガウ・ルブの地域住民約4万人が同橋に依存しているが、建設後60年以上を経過し、鋼製H桁の腐食が顕著で木製床版の損壊が目立っている。これに対して本橋はレンガ等を運ぶ重量トラックの往来が激しく、橋としての耐荷力が不足しており、架け替えが求められている。

No.23のサンカモール (Shankamul) 橋はカトマンズ市東南部とパタン市中心部を結ぶ橋長約 150m、幅員約5mの木橋であったが、建設後70年近く経た1988年においてトラック等の通行時に落橋した。その後ネパール側にて幅員11.5mのコンクリート橋の建設が開始されたが、基礎杭等がほぼ完了した段階にて資金不足により建設が中断されたままになっている。現在は人がかろうじてすれ違える幅1m弱の木製仮橋が設けられているが、洪水のたびに流されており地域住民からの架橋の陳情が新聞で報じられている。

No.22のマハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋はカトマンズ市郊外北西部に伸びる主要放射線の一つであるバラージュ～ドラムタリ、プトウン線上に位置しており、地域住民約6万人が同橋に依存しているが、建設後60年以上を経過し、鋼製ポニートラス鋼材の腐食並びに鋼製欄干に欠落が生じており、橋の耐荷力に不安が感じられ、架け替えが求められている。

以上のようなことからして、上記4橋は橋としての安全性の外に現在または将来における交通需要を満たすためにも新規橋梁に架け替えることが必要である。しかしながら、上記4橋梁の架け替えを実施することにはネパール国の現状では予算的、技術的に困難であり、このため4橋の架け替え要請は妥当であると判断される。

#### 4.2.2 実施運営機関

本計画は公共事業省 (Ministry of Works & Transport) に所属し、その下部機関である道路局 (Department of Roads) が担当機関となっている。

道路局には、現在5つの地方建設局 (Regional Roads Directorate) と道路事務所 (District Roads Office) が存在する。これら3つの組織図は、表 2-2、4-2-1、4-2-2 に示すとおりである。表 4-2-1、4-2-2の□内の数字は、平均的な職員の数を示している。

表 4-2-1 地方建設局の組織

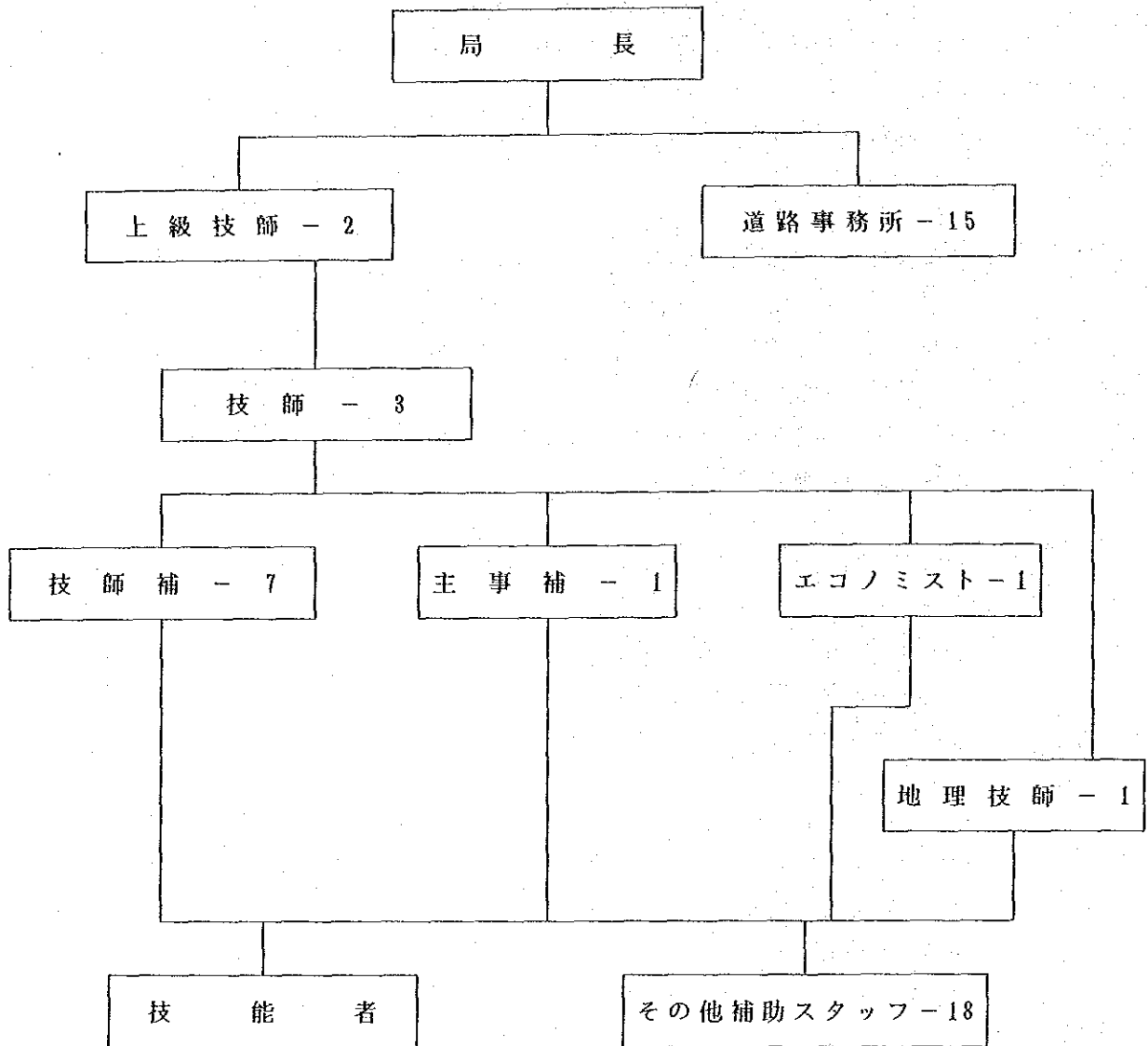
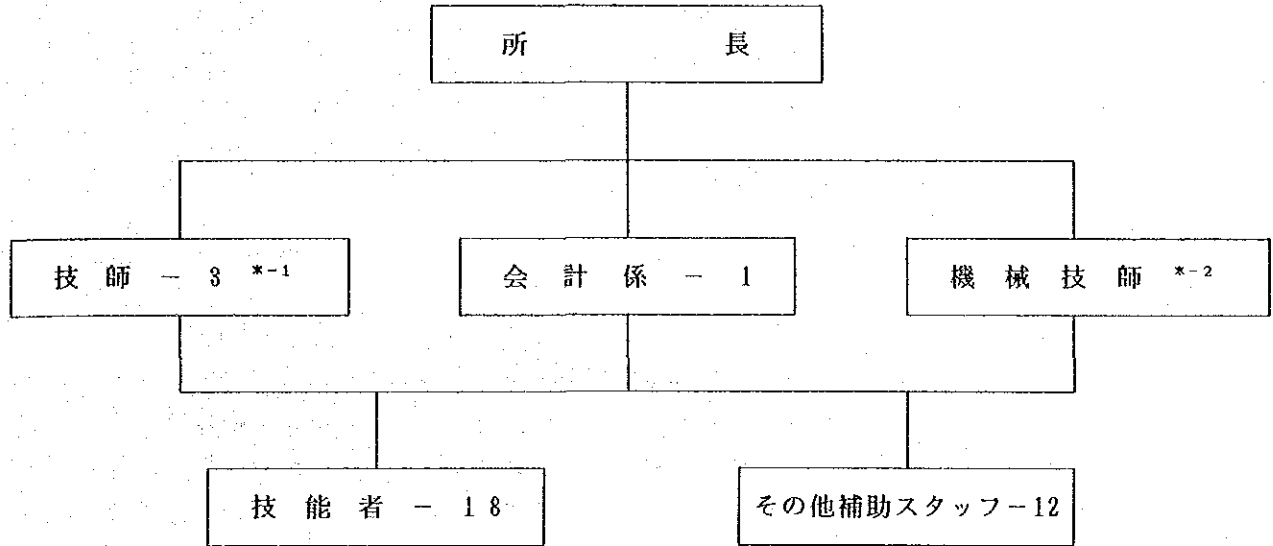




表 4-2-2 道路事務所の組織



\*-1 カトマンズ事務所には6人の技師がいる。  
RAUTAHATとDOLAKHAの事務所には各々2名の技師がいる。

\*-2 2、3の事務所には1名の機械技師がいる。

本計画の担当機関は、上記のとおり道路局であるが、建設および維持管理業務を処理するための直接の窓口は、カトマンズ地域を担当する地方建設局 (Central Regional Roads Directorate) である。

#### 4. 3 架け替え橋梁の概要

##### 4.3.1 バグマチ (Bagmati) 橋 (No.12)

###### 架橋位置

架橋地点の右岸には寺院等の記念的建造物が存在し、また、右岸のアプローチ道の左右にも人家が密集している。現在使用されている吊橋は工事中の仮橋並びに将来における歩行者の利便性を考慮して存続することになった。このため新設橋の架設位置は記念的建造物のない下流側に設けることとなり、既設橋との離れは、吊橋の耐風安定策としてのストームケーブルの基礎を避け、かつ施工余裕幅を確保した位置とする (道路中心線において約16m下流側となる)。

###### 橋長および橋面高さ

架橋ルート上の左岸石畳の上には地域住民の信仰の対象となっている移動の困難な石像等が存在するので、この頭上を橋桁で越える必要があり、このため橋長としては左岸側で現橋より8m延長する必要がある。

他方、右岸石畳は地域住民の遊歩道となっており、右岸側の橋台は現橋と同じくこの石畳の背後に設ける必要がある。

上記のようなことから、橋長としては全体で8m延長する必要がある。このため全長は130mとなる。

聞き込み調査の結果によると過去最高水位となった1954年の洪水時において、現吊橋の桁下余裕高は約2.5mであった。その後河床の低下が1.5m～2.0mとなり、上記洪水流量に対する現橋の桁下余裕高は4.0m～4.5mとなっている。

新橋に桁橋を採用すれば、その桁高さは現吊橋より約2.0m増大する。このため新橋の橋面高さを現吊橋と同一とすると、その桁下余裕高さは2.0m～2.5mと妥当な値となる。

よって新橋の橋面高さは現橋と同一とする。

### 橋梁幅員

本橋梁は住宅設備計画省の計画では、将来カトマンズとパタンを結ぶ幹線道路として位置づけられている。しかし、パタン側の取付道路の幅員が狭く、また近い将来における大幅な拡幅は困難であること、および現橋が歩行者専用橋であることから、幅員としては大型車等のスレ違いの可能な最小車道幅としての 5.5m として、歩道はこの幅員の中に含めるものとする。

### 取付道路

本橋梁の架け替え位置は既存橋より約16m下流側となるため既存道路より新橋に接続するための取付道路（左右両岸にて合計 120m）を計画する。

#### 4.3.2 コトコーラ (Kodku Khola) 橋 (No.13)

### 架橋位置

本橋梁は道路の直線部に位置し現橋よりシフトとすると道路線形が悪くなるので現橋を撤去し、その後に架橋を計画する。但し、現橋の幅員は約 3.0mでこれを 8.5 m に拡幅するが、河川の下流側に民家があるため主として上流側に拡幅することとなる。上流側の河川は道路に平行して流れているため護岸を設けることが必要となる。

### 橋長および橋面高さ

聞き込み調査の結果によると、1954年の洪水時には流水が現橋の橋面上並びに左右の取付道路上を約 1 m の高さで広範囲（約 200m）に渡ってオーバーフローしたといわれている。

上記取付道路の盛土高さは 2 m ~ 3 m あり、洪水時にはこの道路が上流側地域の遊水池の堤防の働きをしている。

このため橋梁の桁下空間の拡大による必要流水断面を確保することは実質的に不可能であり、また、このようなことをすれば洪水時において下流側の流水による被害が増大することとなる。

他方、橋面高さを上げて取付道路の盛土高さを高くすると上流側における洪水時の滞水地域の拡大、滞水時間の増大となり、上流側の被害が増大する。

このため現状維持を目的として橋桁下の流推断面を現橋とほぼ同等となるように橋長および桁下空間を選定する。

新橋の桁高さは現橋より約1m増大することを考慮の上、検討の結果、橋長を5m増の全長22m、橋面高さを約50cm上昇させ（この程度の上昇では上流側での洪水被害の増大は無視され得る程度で、通行車への影響も少ない）、桁下高さを50cm低くすることとする。

#### 橋梁幅員

本橋梁はサナガウ、ルブ等の沿道の産業（レンガ工場等）に対する重要幹線になっており、現在重量トラックの交通量が多い。また、将来は東の都市バクタプールまで伸びる計画もあり、交通量の増大が見込まれる。また、歩行者の数も多い。このため、車道2車線（ $3.25\text{m} \times 2 = 6.5\text{m}$ ）と両側歩道（ $1.0\text{m} \times 2 = 2.0\text{m}$ ）を設けることとし、橋梁幅員としては8.5mとする。

#### 取付道路

本橋梁の架け替えは既存橋と同一箇所であるが、新橋の幅員が8.5mであるのに対して既存の取付道路幅員は約4.5mのため、これら両者のすり付けのため現道約70m区間の拡幅を計画する。

### 4.3.3 サンカモール（Shankamul）橋（No.23）

#### 架橋位置

本橋梁の元橋梁は落橋して存在していないが、新設の橋梁は基本的に元の橋梁と同位置に架橋を計画する。

#### 橋長および橋面高さ

本橋梁については旧橋の落橋後において、コンクリート橋の建設が計画され、杭基礎の施工まで行なわれたところで建設が中断されているが、この時点において橋面高さや橋長を選定するに必要な洪水位等についての詳細な検討が道路局において行なわれている（Report on Hydrological Study of Bagmati River at Shankamul Bridge Site. Department of Roads Bridge Sections March 1982）。これらの検討結果によれば、上記建設中断橋の橋面高さは落橋した旧橋とほぼ同一であるが、橋長は旧橋の約148mに対して、建設中断橋の橋長は112mとなっている。建設中断橋の桁高は1.5m、洪水位に対する桁下余裕高さは1.8mとな

っている。建設中断橋の橋長が旧橋より約36m短くなっているのは、その後の河床低下による流水断面積の増大が考慮されたものと思われる。

今回計画される新橋の桁高さは建設中断橋とほぼ同等である。また、今回の地形測量結果と建設中断橋の設計図面の対比の結果、その後河床が約1m低下している。このため洪水位に対する桁下余裕高さは約2.8mとなる。

以上のようなことから、橋面高さは建設中断橋と同一とし、橋長は測量の結果建設中断橋より3m長くすることから必要となり、このため全長は115mとなる。

### 橋梁幅員

本橋梁は落橋した元橋梁の幅員が約5.0mで、その後、幅員11.5mのコンクリート橋の建設が試みられ基礎杭等までがほぼ完了している。

住宅設備計画省の計画によると、本橋梁はカトマンズ市東部を南北に縦断する幹線道路として現道の大幅な拡幅が予定されている道路と、バグマチ (Bagmati) 河左岸にそって計画されている幹線道路の交点部に位置している。

また、ADBの都市開発計画によると、パタン市北部とバグマチ (Bagmati) 河の間に残されている緑地の開発をカトマンズ市とパタン市における総合開発計画の中心の一つと位置づけており、サンカモール (Shankamul) 橋はこれら計画を進めるための戦略的な重要交通施設と位置づけされている。

しかしながら、現時点ではバグマチ (Bagmati) 河左岸にそって計画されている道路の位置とその実施時期等が未決定のため、自動車用の橋梁の実施はこれらの決定を待つ必要がある。さらに国際機関およびNGOを含めて各援助機関がパタン市街の保存に関する協力を行っており、上記道路計画の実施が確定する以前に本橋を実施するとパタン市街に多数の自動車道が直接進入することになり、上記保存計画との間に問題が生じる。これに対してパタン市への車の進入禁止を行った場合には上記道路計画が実施されるまで本橋が自動車橋として使用されることはない。しかし、自転車、歩行者用の橋梁は現在緊急に必要なためサンカモール (Shankamul) 橋の幅員としては自転車、歩行者用橋梁として必要な2.5mとする。車道橋の建設は都市開発計画および道路交通計画が確定し、その実施が決定した時点で行なわれるべきである。なお、サンカモール橋を歩道橋とすることにより本橋のカトマンズ側にて車両の駐車場を設けることが必要である。

### 取付道路

本橋梁の架け替えは落橋した元橋と同一箇所であるが、新橋の長さが元橋の長さより短いためこの間の取付道路を計画する(部分的現道拡幅部分を含め約70mの取付道路)。

#### 4.3.4 マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋 (No.22)

##### 架橋位置

本橋梁は道路の直線部に位置し、現橋よりシフトとすると道路線形が悪くなるので現橋を撤去し、その後に架橋を計画する。

##### 橋長および橋面高さ

聞き込み調査の結果によると、過去の最高水位は1971年に発生し、その時の現橋の桁下余裕高さは約1mであった。現地調査の結果、その後河床が約2.5m低下しており、現橋に対する桁下余裕高さは約3.5m存在する。

新橋の桁高さは現橋のそれより約1.5m増大する。このため新橋の橋面高さを現橋と同一とすると、桁下余裕高さは約2.0mと妥当な値となるので、新橋の橋面高さは現橋と同一とする。

他方、時々洪水時において上流側の田畑に冠水が発生し、また、現橋台の背後において洗掘が見られるので、これらへの対策として、新橋の橋長を現橋より5m延長し、全長30mとする。

##### 橋梁幅員

本橋梁は、カトマンズ市郊外北方に伸びる主要放射線の一つに位置し、将来は都市化と交通量の増大が見込まれ、現に歩行者（人転車を含む）は非常に多いが、現時点での自動車の交通量は少ない。このため、橋梁幅員としてはバグマチ (Bagmati) 橋と同じ5.5mとする。

##### 取付道路

本橋梁の架け替えは現存橋と同一箇所であるが、新橋の幅員が5.5mであるのに対して既存の取付道路幅員は5.0mであるため、これら両者間のすり付けのため現道の約70mの部分的拡幅を行なう。

表 4-3-1 各橋梁の橋長および過去最高水位に対する桁下余裕高さ

橋名	橋長 (m)	桁下余裕高さ (m)
12. バグマチ (Bagmati) 橋	130	約 2.0~2.5
13. コトコーラ (Kodku Khola) 橋	22	—
23. サンカモール (Shankamul) 橋	115	約 2 m
22. マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋	30	約 2 m

表 4-3-2 各橋梁の幅員構成

No.	橋 梁 名	幅 員 構 成		
		車 道	歩 道	橋 梁 幅 員
12.	バグマチ (Bagmati)橋	(自歩道共有)		5.5
13.	コトコーラ (Kodku Khola)橋	2×3.25	2×1.0	8.5
23.	サンカモール (Shankamul)橋		2.5	2.5
22.	マハデブコーラ (Mahadev Khola)橋	(自歩道共有)		5.5

4.3.5 架け替え計画の範囲

バグマチ (Bagmati)橋 (No.12)

新橋と新橋への取付道路 (約 120m) の建設

コトコーラ (Kodku Khola)橋 (No.13)

新橋と新橋への取付のため現道の拡幅部分 (約70m) と拡幅にともなう盛土法尻の護岸の建設

サンカモール (Shankamul)橋 (No.23)

新橋と新橋への取付のための取付道路 (約70m) の建設

マハデブコーラ (Mahadev Khola)橋 (No.22)

新橋と新橋への取付のための現道の拡幅部分 (約60m) の建設





## 第5章 基本設計



## 第5章 基本設計

### 5. 1 設計の基本方針

基本設計は特に以下の事項を配慮して行なうものとする。

- (1) 基本設計を行なうにあたっては工期の短縮、建設費、維持管理費の低減に留意して橋梁上部工、下部工および施工法の選定に努める。
- (2) 河川敷内の工事は施工期間が限定されているので橋梁上部工、下部工の選定にあたっては、その施工方法については十分に検討する。
- (3) 当対象橋梁の架橋地点の地質条件は支持基盤が非常に深い所(400～650m)とされている。また、本調査にて行なわれたボーリング調査の結果によれば地表付近の数10mの範囲は軟弱な地盤である。したがって基礎工の深さが深くなる場合は、摩擦杭を検討する必要がある。一方上部工型式の選定においても基礎上に作用する反力の少ない型式を採用することが望ましい。
- (4) ネパール国は地震国であるため地震条件は橋梁構造の耐震設計をする上で重要である。従って地震の影響を十分に考慮した設計とする。
- (5) 維持管理費の軽減はネパール国にとって重要なことである。従って、橋梁型式としては維持管理費の少ない型式を選定する必要があり、鋼構造を採用する場合は耐候性鋼材を検討する。
- (6) 現地経済の活性化と技術移転を図るため現地労働者を出来る限り活用し得る橋種、施工法、仮設法等を計画することとする。

以上のような基本方針に基づいて具体的に次のような事項に留意して設計を行なう。

- 1) 河川内の工事量を減じるために河川内の橋脚の数は出来るだけ少なくなるようにする。
- 2) 橋台の高さが高いと地震時にかかる橋台への偏土圧が大きくなり、橋台に変状をきたす原因となるので橋台は可能な限り低くする。

- 3) 上部工は死荷重重量を可能な限り少なくする型式を選定して軟弱地盤における基礎工にかかる反力を小さくする。
- 4) 上部工型式は軟弱地盤において将来不等沈下が生じても対処可能な単純桁型式とする。

なお、サンカモール (Shankamul) 橋とバグマチ (Bagmati) 橋は、世界的な観光都市であるカトマンズ市とパタン市の間を流れるカトマンズ盆地最大の河川に架かる橋梁である。そして、その架橋地点付近の河岸部には古い寺院が立並び、この地方特有の歴史的な景観を示している。また、これら河岸部には石畳の遊歩道と水辺に降りる石段が設けられており、昔からの宗教的行事と水辺に親しむ地域住民のいこいの場ともなっている。このため、この地に架かる橋梁は通行人として多くの人々に利用されると同時にその他橋を利用しない人々の目にも触れることとなる。以上のようなことから、これら橋梁の実施設計においてはその橋梁景観とそれら周辺環境との調和に十二分に配慮することが重要である。また、夜間における照明にも景観上の配慮が求められる。

## 5. 2 設計条件の設定

### 5.2.1 設計基準

架け替え橋梁の基本設計を実施するための設計基準等については、ネパール国の道路局（DOR）と協議した結果、基本的に次のように設定する。

#### (1) 橋梁幅員

- a) Nepal Road Standads (2027)  
HMG, MOWT, DOR, 2045 (NRS)
- b) 道路構造令（日本）

#### (2) 設計活荷重

- a) 道路橋示方書（日本）
- b) The American Association of State  
Highway and Transportation Officials (AASHTO)

#### (3) 地震荷重

- a) National Building Code of India 1970
- b) 道路橋示方書（日本）

#### (4) その他

橋梁構造その他の設計に関して既存の基準がない場合は日本の基準を適用する。

設計に用いる荷重は、載荷頻度、橋に与える影響度の観点から、主荷重、従荷重、特殊荷重の3つに区分される。

#### a) 主荷重

橋の主要構造部を設計する場合に用いる荷重。

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1) 死荷重            | 5) コンクリートの乾燥収縮の影響 |
| 2) 活荷重            | 6) 土 圧            |
| 3) 衝 撃            | 7) 水 圧            |
| 4) コンクリートのクリープの影響 | 8) 浮力または揚圧力       |

b) 従荷重

主荷重と組合せて用いる荷重。

- 1) 風荷重
- 2) 温度変化の影響
- 3) 地震荷重

c) 特殊荷重

特殊な条件下において用いる荷重。

- |            |          |
|------------|----------|
| 1) 地盤変動の影響 | 4) 施工時荷重 |
| 2) 支点移動の影響 | 5) 衝突荷重  |
| 3) 制動荷重    | 6) その他   |

d) 死荷重

死荷重は、橋梁の自重および添加物（水道管、ガス管等）の重量である。

表 5-2-1 材料の単位体積重量

(kg/㎡)

材 料	単体体積重量	材 料	単体体積重量
鋼、铸鋼、鍛鋼	7.850	無筋コンクリート	2.350
铸 鉄	7.250	セメントモルタル	2.150
アルミニウム	2.800	舗装用アスファルト	2.300
鉄筋コンクリート	2.500	舗装用コンクリート	2.350
プレストレスコンクリート	2.500	木 材	800

e) 活荷重

活荷重は、自動車荷重（T荷重、L荷重）および歩道に載荷する群集荷重からなる。

(床版および床組を設計する場合)

#### 車道部

車道部分にはT荷重を載荷する。T荷重は部材に最大の応力を生じるように載荷するが、1橋につき橋軸方向には原則として1台、橋直角方向には台数に制限なく載荷する。

表 5-2-2 T - 荷 重

設計荷重	総 荷 重 w	前輪荷重 0.1w	後輪荷重 0.4w	前輪輪帯幅 b <sub>2</sub>	後輪輪帯幅 b <sub>2</sub>	車輪接地長 a
T-20	20 (t)	2,000(kg)	8,000(kg)	12.5(cm)	50(cm)	20(cm)

#### 歩道部等

歩道部には、群集荷重として500kg/m<sup>2</sup>の等分布荷重を載荷する。

(主桁を設計する場合)

#### 車道部

車道部には、1橋につき1個の線荷重と等分布荷重よりなるL荷重を載荷する。L荷重は、考えられている点また部材に最も不利な応力が生じるよう橋の幅 5.5 mまでは線荷重P、および等分布荷重p、残りの部分には、それらのおおのの 1/2を載荷する。

設計活荷重は基本的に日本の仕様書の TL-20を適用する。ネパール仕様書、NEPAL ROAD STANDARDS (2027)、FIRST REVISION-2045、His Mejedty's Government、Ministry of Works and Transport、Department of roads、2045に指示されている HS20-44(AASHTO)でチェックを行なう。

## 5.2.2 橋梁の型式の選定

### (1) 適用橋梁型式

当プロジェクトにおける自然条件、施工環境および計画条件（幅員、橋長、施工工期）等からの適用可能な橋梁形式は次のようになる。

- a) 鉄筋コンクリートT桁橋 (RC-T)
- b) プレストレストコンクリートT桁橋 (PC-T)
- c) 鋼鈹桁橋 (ST-Gr-I)
- d) 鋼箱桁橋 (ST-Gr-B)
- e) 鋼トラス橋 (ST-Trass)

鉄筋コンクリートT桁橋は材料の現地調達など有利な点があるが、コンクリート強度に対する不安、および上部工反力が大きくなる等の問題がある。また、適用支間に限界（10～15m程度まで）がある。

プレストレストコンクリート橋を実施するにはコンクリートの必要強度（ $\sigma_{ck} = 350\text{kg/cm}^2$ 以上）の確保が困難である。

鋼鈹桁橋は橋桁が輸入となるが、工期が短くなる一方上部工の死荷重反力が小さくなる等の他案に比べ有利となる点が多い。

鋼箱桁橋、鋼トラス橋は設計支間を比較的大きく（50～70m程度）できる。しかし鋼材重量で重くなり、コスト高となる一方下部工の基数を少なくすることが出来るが個々の下部工反力が大きくなるなど不利な点が多い。

以上のように各型式にはそれぞれの利害損失があるので、それらを判断して各橋梁に適用される型式を検討する。



## (2) 橋梁型式の比較案

各橋梁の型式とその支間割りを下記の通り比較検討する。

表 5-2-3 橋梁型式比較案

No.	橋梁名 計画橋長	比較案	橋梁型式	支間割り (m)
No.12	バグマチ (BAGMATI) 130m	a.	St-Gr-I	3 @ 43.3
		b.	St-Gr-I	4 @ 32.5
		c.	St-Gr-I	5 @ 26.0
		d.	St-Gr-I	6 @ 21.6
No.13	コトコーラ (KODKU KHOLA) 22m	a.	St-Gr-I	22.0
		b.	PC-T	22.0
No.22	マハデブコーラ (MAHADEV KHOLA) 30m	a.	ST-Gr-I	30.0
		b.	PC-T	30.0
No.23	サンカモール SHANKAMOL 115m	a.	ST-Gr-I	3 @ 32.0 + 19.0
		b.	ST-Gr-I	5 @ 23.0
		c.	ST-Gr-I	6 @ 16.0 + 19.0

## (3) 橋梁形式の基本的選定条件

### a) 耐震性

インド建築基準 (Indian Building Code) によればカトマンズ盆地はゾーンVの強震地域に入っており、また過去の地震記録からも耐震性のある橋梁型式とする必要がある。

### b) 地盤条件

各々の架橋地点の地盤は非常に軟弱なため、これら地点での作業量を減じるために出来るだけ橋脚の数を減じ、また、基礎工に作用する力を減じるために出来るだけ軽い上部工型式とする。

c) 河川条件

架橋計画4橋のうち3橋では近年河床の低下が激しいため、ここでは河川の洗掘による被害を避けるため河川内に設ける橋脚に対しては十分な洗掘防止工を設けることとする。

d) 建設工期

ネパール国は6月～10月までモンスーンによる雨量が多く架橋計画のある各々の河川は洪水期となる。このため河川内の工事期間が短くなるように橋梁の上・下部工型式の選定を行なう。

また、輸入資機材を使用する型式の場合は、雨季における途中の運搬路（インド国境からカトマンズに入る国道1号線）における通行止等の影響も考慮する。

e) 維持管理

ネパール国の道路、橋梁に対する維持管理の予算と体制は充分ではないので、型式選定においては、特に将来維持管理費が少なくすむ型式を考慮する。

f) 建設費

橋梁型式は建設費と維持管理費の合計が最小となるように選定する。また一般に工期の短縮は建設工事費の低減に寄与するので、型式選定においてはこのことを優先的に考慮する。

(4) 上部工型式の選定

- a) No.12バグマチ (Bagmati) 橋は全長 130mで4橋の中で最長で工期も最長となる。また、地盤の軟弱な河川の中にて橋脚基礎や上部工の工事が必要となる。このため上部工としては工期の短縮に役立ち、橋梁基礎工への負担が少なく、かつ耐震上も有利な型式として鋼鉄桁橋を選定する。

上部工の支間割としては河川中の基礎の数を減ずるためには、大支間長（表 5.3における a、b 案）が望まれるが、工費的には小支間長（表 5.3 における c、d 案）より割高となることと、橋桁高さが大きくなり桁下空間が減ることになる。このため経済性と桁下空間の確保に有利で、かつ河川中の基礎の数を少しでも減じるとの目的から支間割としては c 案の  $5 \times 26\text{m} = 130\text{m}$  を選定する。

b) No.13コトコーラ (Kodku Khola) 橋は全長22mと短く、河川中に橋脚を設けるのは好ましくないので、1径間とする。また、架橋地点の地盤は軟弱である。このため上部工としては橋台基礎への負担が少なく、耐震上も有利で、かつ径間長22mに適合するものとして鋼板桁橋を選定する。

c) No.22マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋は全長30mであるが、河川の急流部に位置しており、河川中に橋脚を設けることは好ましくなく、現橋においても河川中に橋脚は設置されていない。このため計画橋においても橋脚を河川中には設けず、1径間とする。また架橋地点の地盤は軟弱である。このため上部工としては橋台基礎への負担が少なく、耐震上も有利で、かつ径間長30mに適合するものとして鋼板桁橋を選定する。

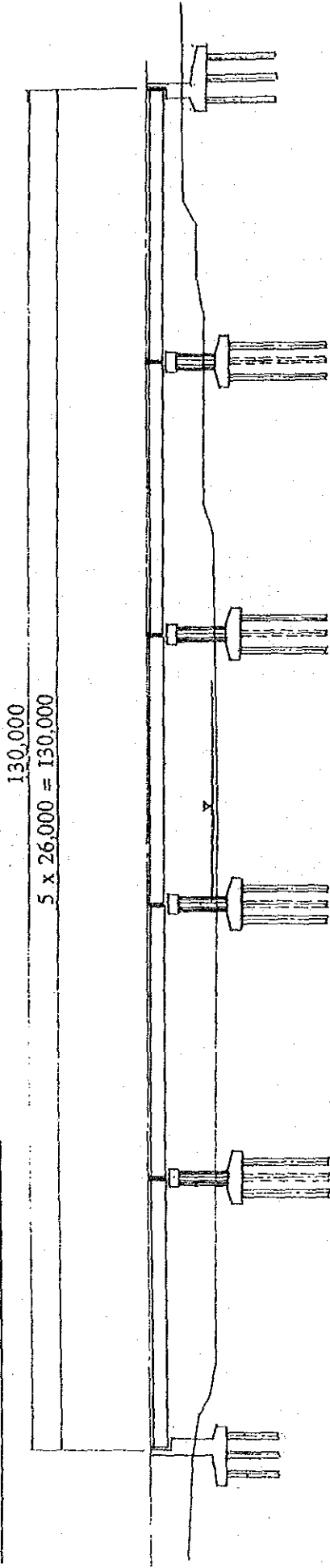
d) No.23サンカモール (Shankamul) 橋は全長 115mで地盤の軟弱な河川の中にて橋脚基礎や上部工の工事が必要となる。このため上部工としては工期の短縮に役立ち、橋脚基礎への負担も少なく、かつ耐震上も有利な型式として鋼板桁橋を選定する。

上部工の支間割としては、本計画橋に隣接して設けられている建設中断橋の橋脚位置を考慮する必要がある。即ち、建設中断橋は橋脚基礎が施工されており、これら橋脚基礎のネパール側での利用の可能性を残すためには、計画橋の橋脚位置を建設中断橋の橋脚に隣接する必要がある。これによって建設中断橋の工事が再開されて橋脚が完了した時においても隣接する両橋の橋脚による河川の流水への阻害を減じることが可能となる。

以上のようなことから計画橋の支間割としては、表 5-2-3の a または c が考えられるが、計画橋の幅員が 2.5mと狭いため、橋梁全体のバランスを考慮して、c 案の  $6 \times 16.0 + 19 = 115\text{m}$  を選定する。（建設中断橋の支間割は  $7 \times 16 = 112\text{m}$  となっている）

図 5-2-1 計画橋梁の支間割

No.12 バグマチ (Bagmati) 橋



No.13 コトコーラ (Kodku Khola) 橋

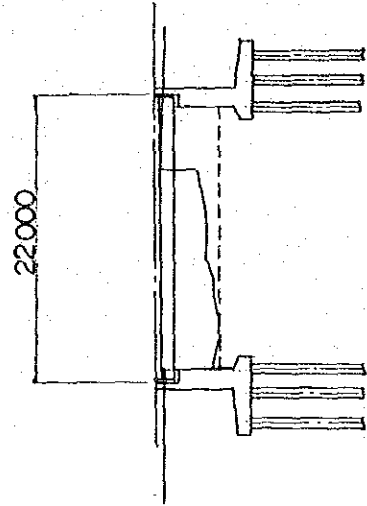
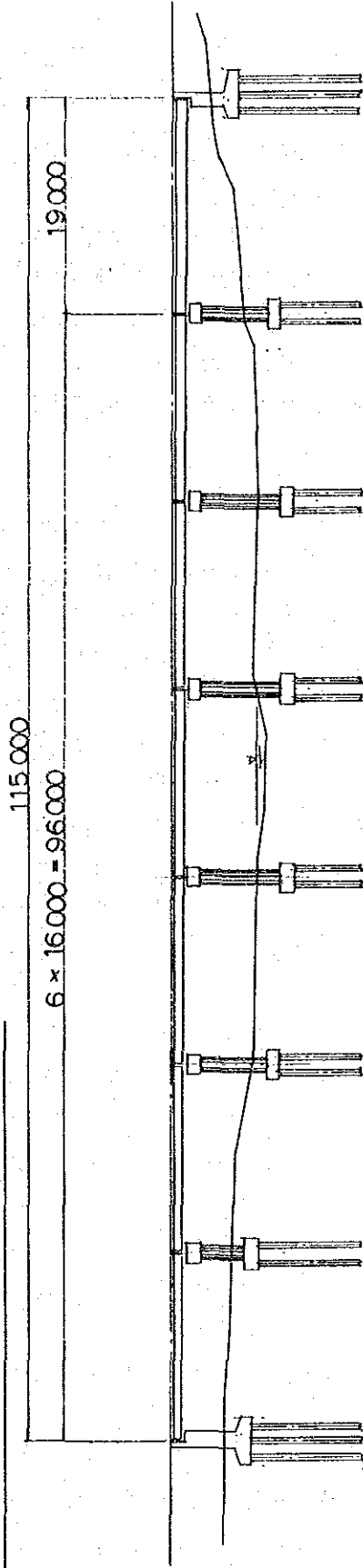
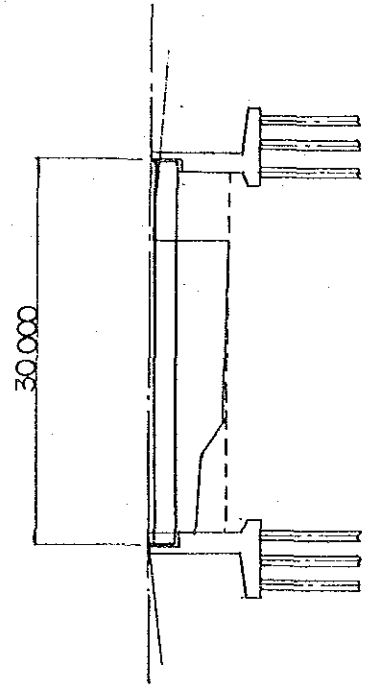


図 5-2-2 計画橋梁の支間割

No.28 サンカモール (Shankamul) 橋



No.22 マハデブコーラ (Mahadev Kholra) 橋



### 5.3 基本設計

基本設計では、これまで検討された計画条件、橋梁型式、設計基準をもとに詳細な使用材料の検討、上部工橋桁の検討を行なう。

上部工における鋼材はメンテナンスフリーを条件として耐候性鋼材の必要性を、また上部工の型式としては鋼単純非合成鉄桁橋、鋼単純合成鉄桁橋、鋼単純合成H桁橋の各型式の検討を行なう。

橋脚としては、鉄筋コンクリート構造の壁式橋脚、張出式橋脚、ラーメン式橋脚、基礎工としては鋼管杭、場所打ち杭、既成コンクリート杭を比較検討する。

#### 5.3.1 上部工の設計

フェーズ2橋梁の代表的な支間長26m (Bagmati 橋) を対象として上記3型式の鋼桁の桁高さ、経済性、施工性の比較を行なうと次のとおりである。

橋種	桁高 ( $\phi = 26.0$ )	経済性	施工性
鋼単純非合成鉄桁橋	1400mm(1.00)	1.05	普通
鋼単純合成鉄桁橋	1300mm(0.92)	1.00	やや難
鋼単純合成H形橋	912mm(0.65)	1.33	やや難

当プロジェクトは既設橋の架け替えであるためその橋面高さは既設の取付道路の路面高さに合わせる事が望ましい。他方計画橋の桁高さは既存橋の桁高さよりも高くなる。このため洪水時の桁下余裕高さのためにはその桁高さは低い方が望まれる。しかし架橋計画地点ではかなりの河床の低下が見られるので、不必要に桁高の低下を求める必要はない。他方経済性からは鋼単純合成鉄桁橋が有利である。このため、No.12バグマチ (Bagmati) 橋、No.13コトコーラ (Kodku Khola) 橋、No.22マハデブコーラ (Mahadev Khola) 橋においては、橋桁の形式としては鋼単純合成鉄桁橋を選定する。

No.23 サンカモール (Shankamul) 橋は支間長16m と上記3橋に比べて短いことと、歩道橋であるために上記3橋とは活荷重の体系が異なり、このような条件下においてはH桁橋が経済的に有利となる。このため橋桁の型式としては鋼単純合成H桁橋を選定する。

ネパール国においては鋼橋に対する維持管理体制は十分ではない。このため鋼橋に用いる鋼種としては塗装の塗り替え等のメンテナンスが不要となる耐候性鋼材

を用いることとする。耐候性鋼材はその鋼材に含まれるリンやクロムの合金作用により鋼材の表面に緻密で安定したサビ層が生成され、このサビ層がペンキのように空気を遮断する保護膜の役目をし、それ以上のサビの進行が防止され、ペンキ等の塗り替えを行なわなくとも鋼材の寿命を伸ばすことの出来るものである。

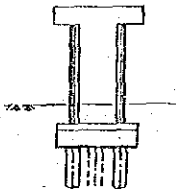
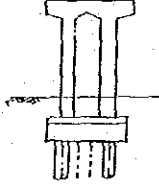
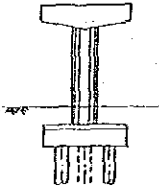
耐候性鋼材は初期コストは少し割高であるが、普通鋼材に塗装の塗り替えコストを加えると一般的には約10年経過後からは耐候性鋼材の方が経済的となる。

### 5.3.2 橋脚の設計

橋脚形式は上部工からの反力と基礎工の型式とのバランスから決定される。型式決定で配慮すべき条件は、上部工反力の方向と大きさ、上部工型式との調和、河川の流心方向、耐震構造、フーチングの位置（根入れ深さ）である。

橋脚の比較対象型式としては壁式、ラーメン式、張出し円柱式の3型式があり、各々の構造特性、施工性、河川での流水阻害および景観から検討すると次のようになる。

表 5-3-1 橋脚型式の比較

型 式	構造特性	施工性	河川阻害	景観性	経済性	総合評定
壁式 	<ul style="list-style-type: none"> <li>最も一般的な型状であって河川内にある場合は両端を半円にした小判形が普通である。</li> <li>壁式構造であるため耐震性は良い。</li> </ul>	<p>円型の型枠および支保工が必要となる。</p>	<p>特に問題なし。但し、河川のカーブ部には適さない。</p>		1.00	○
ラーメン式 	<ul style="list-style-type: none"> <li>高い橋脚で自重を軽減する必要がある場合に多く採用される。</li> <li>躯体高が低くなると温度変化による荷重増となる。</li> </ul>	<p>支保工が必要となる。配筋が密となりコンクリートの品質が重要となる。</p>	<p>流木等による流水への阻害の可能性がある。</p>		1.05	△
張出し円柱式 	<ul style="list-style-type: none"> <li>上部の支承を受ける幅は上の方だけとし下は細くしたものである。</li> <li>下の幅をずっと細くしたものは下の空間が利用出来る。</li> </ul>	<p>支保工が必要となる。</p>	<p>河川のカーブ部に適している。但し、壁式に比べて流水への阻害率は多くなる。</p>		1.10	△

○良い、△普通、×劣る



河川中に橋脚が必要となるのはバグマチ (Bagmati) 橋とサンカモール (Shankamul) 橋である。バグマチ (Bagmati) 橋は河川のカーブ部に位置するため流水の方向が複雑となる。このため橋脚としては無方向性の張り出し円柱式を用いる。サンカモール (Shankamul) 橋は河川の直線部に位置するので橋脚形式としては壁式を用いる。

### 5.3.3 基礎工の設計

基礎工の型式は土質条件とその施工性・施工機械の状況等を考慮して決定する。当プロジェクトにおいては既設杭（鉄筋コンクリート杭、鋼管杭）、場所打ち杭等が考えられる。

- ・ 鉄筋コンクリート杭は材料の現地調達が可能であり、また技術移転度も高い等の利点もあるが杭長が長くなると打込みが困難となりまた周辺地域に振動、騒音公害を生じさせる。（フェーズ1ではコンクリート杭は最長で14mであるが、フェーズ2では地盤がより軟弱なためコンクリート杭で設計を行なうとその杭長は20mを越えることとなり打込が困難となる。）
- ・ 場所打ち杭は騒音、振動が少なく近接構造物への影響が少ないので都市部での工事に適しているが泥土の処理、施工の巧拙により杭の品質が左右される度合が大きくまた鋼管杭に比べ経済性において劣る。
- ・ 鋼管杭は支持杭、摩擦杭のいずれにも利用出来るし断面剛性が大きく、曲げモーメントに対する抵抗力も大きい為、水平抵抗も充分期待できる。コンクリート杭に比べ軽量であるため取扱いが簡単で破損する心配も少ない。また鋼管杭の打込においてはバイプロハンマーを使用することが可能で、打込にディーゼルハンマー等を用いるコンクリート杭よりも振動や騒音公害の発生が少なくすむ。また鋼管杭はそれに要する鋼材を板材で現地に搬入し、現地で杭として制作することが可能であり、こうすることにより施工性を考慮するとコンクリート杭よりも経済的に優位となる。

以上の点を考慮して基礎工としては鋼管杭型式を採用する。

表 5-3-2 杭型式の比較

	鋼管杭	場所打ち杭	鉄筋コンクリート杭
基礎型式			
構 造 性	<p>φ776 mmの中口径の杭サイズとなり、最もバランスのとれた径状である。</p> <p style="text-align: right;">○</p>	<p>杭径は最低でもφ1000mmとなり最小杭本数でフーチングの形状が決る。</p> <p style="text-align: right;">○</p>	<p>小口径の杭サイズのため荷重の変動に対応しやすい。</p> <p style="text-align: right;">△</p>
施 工 性	<p>自重がコンクリート杭に比べ軽いため取扱いが簡単で破損する心配がない。</p> <p style="text-align: right;">○</p>	<p>泥水、泥土の処理に問題がある。</p> <p style="text-align: right;">△</p>	<p>打込み工法で杭本数も多いため施工期間が長い。打設時周辺環境に振動、騒音公害を生じさせる。</p> <p style="text-align: right;">×</p>
経 済 性	<p style="text-align: center;">1.00</p> <p style="text-align: right;">○</p>	<p style="text-align: center;">1.10</p> <p style="text-align: right;">△</p>	<p style="text-align: center;">1.15</p> <p style="text-align: right;">×</p>
総合判定	○	△	×

◎ 良い、△ 普通、× 劣る