

Figure 3.7 PROPOSED ROUTE OF CENTRAL BUS TERMINAL ACCESS
(Showing control point)

Table 3.5 Comparative Study on access Route to New Bus Terminal

29-Apr-92

Unit: NRs.1,000 (¥1,000)

Description	Alternative 1	Alternative 2
Objectives:	To provide access to the New bus Terminal at Balaju by extending the Bishnumati Link Road up to the Ring Road, with partial one way system from UK Embassy.	To provide access by widening of the existing gravel road from the Narayabazar up to the Ring Road.
Route Length	1,750 m	1,650 m
Two - Way (new construction)	1,750 m	-
Two - Way (widening of existing road)	-	1,650 m
One - Way (widening section)	800 m (500 m)	-
Approx. Construction Cost		
(a) Construction Cost		
Two - Way (new construction)	106,000	-
Two - Way (Widening of existing road)	-	100,000
One - Way (widening & new const.)	24,000	-
Sub total (1)	130,000 (Equiv. to ¥373,000)	100,000 (Equiv. to ¥279,000)
(b) Land/Building Compensation Cost		
Land Acquisition	45,000	62,000
Building Acquisition	27,000	71,000
(Nos. of buildings to be demolished)	(25 nos. approx.)	(65 nos. approx.)
Sub total (2)	72,000	133,000
Total (1) + (2)	<u>202,000</u> (Equiv. to ¥564,000)	<u>233,000</u> (Equiv. to ¥65,000)
Remarks:	<p>(1) Construction on widening of existing road includes the demolition cost of houses and buildings.</p> <p>(2) Land acquisition area was calculated on the basis of ROW 20 m for new construction, and 14 m for widening section. Unit cost of land and building acquisition were referred to ADB "KTM Urban Development Project Preparation Report", March 1992.</p> <p>(3) Exchange Rate: US\$1.0 = NRs. 48.0 = ¥134, or NRs. 10 = ¥2.79, (As of April, 1992)</p>	
Evaluation:	<p>1. Construction cost of Alt. 1 is slightly larger than that of Alt. 2, however, land and building acquisition cost is small compared with Alt. 2, because Alt. 2 must relocate and demolish numbers of houses and buildings which are densely developed along the existing road.</p> <p>2. Alignment of Alt. 1 is connected with the Bishnumati Link Road proposed by ADB, which will reduce traffic congestion on the city roads around Nayabazar area caused by the shifting of new bus terminal at Balaju, by dispersing the traffic to Bishnumati link road and surrounding other roads.</p> <p>3. Alt. 1 provides good access between the CBD and the northern part of the Ring Road, which will induce the urbanization in the surrounding areas and increase road density.</p>	
Conclusion:	<p>Alt. 1 is recommended taking into consideration good accessibility, small cost of land and building acquisition, ease of construction, better traffic movement and road network.</p>	

3.4 橋梁の比較検討

3.4.1 概要

前節で行った路線選定の結果、バグマティ川を横断する4箇所には橋梁を計画する必要がある。調査団は、4箇所の橋を以下のとおり命名した。

- (i) 第1バグマティ橋 (カリマティ橋)
- (ii) 第2バグマティ橋 (新バグマティ橋)
- (iii) 第3バグマティ橋 (チャクバト橋)
- (iv) 第4バグマティ橋 (コテスウォール橋)

計画架橋位置での一般的な状況を以下に示す。

(1) バグマティ川

バグマティ川は、カトマンズバレーの中央を流れ、カトマンズ市とパタン市の境界の一部を形成する。この両市の境界となる区間の川幅は、ほぼ同一であるが河道は一定せずに蛇行している。近年、河床の低下が続き、既存橋の橋脚の周りの局部洗掘が著しくなっており、問題となっている。

(2) タバタリ地区の既設バグマティ橋

リングロード内の区間でバグマティ川を渡る唯一の橋は、タバタリ地区の2車線橋である。同橋は、基礎の洗掘に対する防護工を適切に行えば、今後少なくとも5~10年間利用できるものと思われる。

(3) 地質条件

カトマンズバレーは、軟弱な地質から成り立っており、その深さは400~650mに及ぶ。約30mの深さまでN値が平均10以下であるため、土の支持力が非常に小さく、橋梁上部工は、できるだけ軽くする必要がある。杭の計画は支持層が深い位置にあることを考慮し、支持杭や浅い基礎よりも、むしろ摩擦杭を検討する必要がある。

(4) 気象条件

カトマンズバレーの降雨は6月中旬から9月中旬までに集中する。この時期は一般的にモンスーンとして知られる雨季である。降雨データによれば、年間降雨量のほぼ70%がこの時期に降り、洪水位も最も高い。この点を考慮して、基礎形式と建設方法を選定する必要がある。

(5) 維持管理能力

橋梁構造物は、財政上の困難さから、維持管理が常に不十分である。そのため、上部工型式の検討も含め、維持管理費用ができるだけ少なくなるような構造型式を検討する。

(6) 環境問題

橋梁の架橋位置が都市内のため、近隣住居の環境を乱さないような計画が必要である。水道管、電気と電話線ケーブル等の必要な公共施設等も橋梁に取り込むよう計画する。

(7) 地震

ネパール国は地震の多い国で、1934年と1988年の2度の大地震を経験しており、その際、橋を含む多くの構造物が崩壊し、多くの命が失われた。したがって、橋梁については耐震設計を行う必要がある。

3.4.2 設計条件

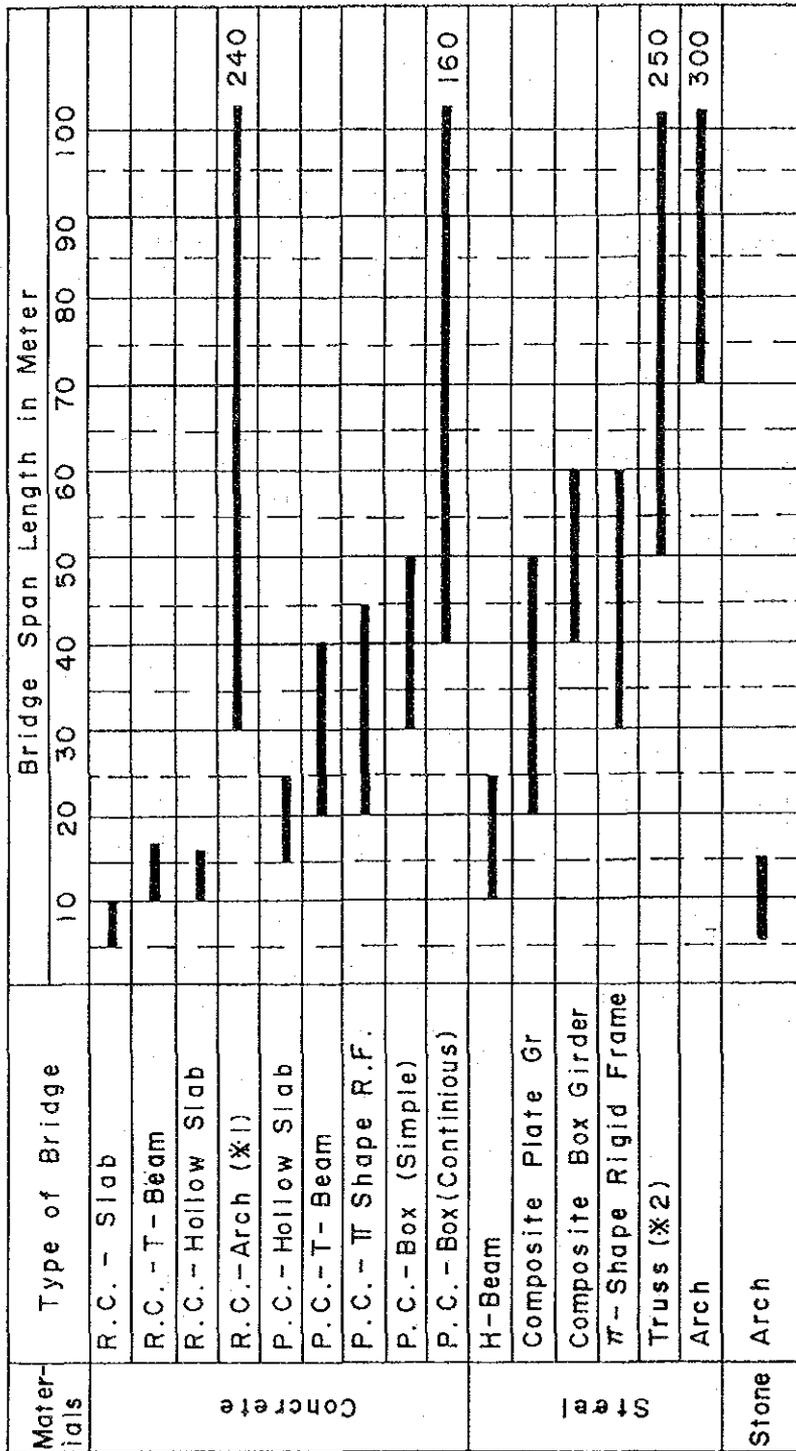
(1) 橋梁上部工

図3.8は、橋梁形式と標準適用支間長の関係を示している。自然条件、建設工法および設計条件（橋幅員、長さ、施工基面高等）を考慮し、今回の橋梁においては以下の上部工形式が橋梁設計で考えられる。

- a) 鉄筋コンクリートT桁 (RC-T)
- b) 鉄筋コンクリートホロースラブ (RC-S)
- c) プレストレスコンクリートT桁 (PC-T)
- d) プレストレスコンクリートホロースラブ (PC-S)
- e) 合成H桁 (H-Gr)
- f) 鋼合成桁 (St-Gr)

鉄筋コンクリート (RC-T, RC-S) は、材料の現地調達に有利であるが、上部工の自重が大きく単純桁の場合、RC-Tで約15m、RC-Sで約13mと適用支間に限界がある。また、バグマティ川の河道を考えると計画する橋梁の最小支間は、20m以上となる。したがって、この形式の上部工は、この比較検討から除外する。

プレストレスコンクリート橋は、カトマンズバレー内の他の橋梁プロジェクトで建設中であり、今回の橋梁に適用可能である。



Note: *1, In case of cantilever election method applied, prestress is required.

*2, continuous type is advantageous in case span less length more than 80m.

Figure 3.8 Conceivable Alternatives of Superstructure

しかし、PC橋梁の場合には骨材の強度不足や現地のセメントの低品質のため、 350 kg/cm^2 （円柱試体圧縮強度、日本の基準より）以上の高強度コンクリートを出す技術が十分でなく、建設中に問題がある。また、支間の長い橋で基礎が摩擦杭の場合には、基礎の反力が大きくなりPC橋は不利である。

これに対して、鋼桁橋は、上部工が軽いため基礎の反力が小さく、特に摩擦杭の場合には有利である。また、材料費は輸入材のため高額となるが、工期はPC橋に比べ短くなる。

これらの点を考慮して各橋梁の上部工形式を比較し検討する。

(2) 橋梁下部工

下部工形式には、壁式、円柱式、ラーメン式がある。架橋地点の条件より、躯体高が低い橋脚となること、局部洗掘があることから判断し、橋梁下部工には、壁式が妥当であり、円柱式およびラーメン式は検討しない。

(3) 基礎工

架橋地点でのおもな地層は、ブラックコットン（シルト／粘土）である。N値10以下の軟弱層が地表から30m近く続き、さらにその下には、軟弱な湖底堆積層が深さ400～650m続いている。この種の地層には摩擦杭が最も適しており、摩擦杭種としては鋼管杭、コンクリート場所打杭、PC杭、RC杭が考えられる。

計画の橋は市街地に位置しており、基礎施工中の騒音・振動の影響を最小にする必要がある。低騒音、低振動とするには、バイプロハンマーによる鋼管杭圧入工法とコンクリート場所打杭工法がある。しかし、現場でのコンクリートの品質管理の問題や天然ガス噴出による施工中の安全性を考えると、コンクリート場所打杭工法は問題がある。調査団が行った地質調査によると現場で多量の天然ガスの存在も明らかになっており、コンクリート場所打杭は推薦できない。

現存、カトマンズバレー内の別のプロジェクトでいくつかの場所打杭が施工されているが、それらの杭はこれらの天然ガスによってコンクリートの品質に大きな問題を持つものと思われる。

3.4.3 橋梁形式の比較案

(1) 第1バグマティ橋（カリマティ橋）

計画架橋位置の河川断面は川幅が広く長方形（単断面）に近い。特に主流部は常に変化しているため、20m以上の支間長の等径間が適している。これらを考慮し以下の橋梁の比較案を検討した。

- (i) PC-T Girder
- (ii) PC-H Slab
- (iii) H-Girder
- (iv) St-Girder

(2) 第2バグマティ橋（新バグマティ橋）

計画架橋位置は既存2車線橋の約15m程度下流に位置する。新橋の橋脚位置は河川の円滑な流れを保つために、既設橋の橋脚位置に合わせる。この場合、川の主流部で約30mの長い径間となることを考え、鋼合成桁橋かPC-T桁橋が比較案として考えられる。

- (i) PC-T Girder
- (ii) St-Girder

(3) 第3バグマティ橋（チャクバト橋）

本橋の架橋地点の河川や他の現場条件は、第1バグマティ橋と同じである。したがって、この橋の比較案は、第1バグマティ橋と同じ橋梁形式が考えられる。

- (i) PC-H Girder
- (ii) PC-T Slab
- (iii) H-Girder
- (iv) St-Girder

(4) 第4バグマティ橋（コテスウォール橋）

この架橋地点での河川横断は複断面であるため、支間割は橋脚が川の主流部に位置しないよう計画し、以下の形式が考えられる。

- (i) PC-T Slab
- (ii) St-Girder

(5) 橋梁代替案の概要

図3.9および次表にこれらの代替案をまとめた。

Bridge Name and No.	Length m	Alternatives	Bridge Type	Approx. Span Arrangement
Bagmati Bridge No. 1	150.0	a)	PC-H	20+5 x 22+20
		b)	PC-T	5 x 30
		c)	H-Gr	20+5 x 22+20
		d)	St-Gr	5 x 30
Bagmati Bridge No. 2	140.0	a)	PC-T	16+4 x 31
		b)	St-Gr	16+4 x 31
Bagmati Bridge No. 3	120.0	a)	PC-H	6 x 20
		b)	PC-T	4 x 30
		c)	H-Gr	6 x 20
		d)	St-Gr	4 x 30
Bagmati Bridge No. 4	60	a)	PC-T	3 x 20
		b)	St-Gr	2 x 30

Note : PC-T : Prestressed Concrete T-Girder
PC-H : Prestressed Concrete Hollow Slab
H-Gr : Composite Rolled Steel Girder
St-Gr : Composite Steel Plate Girder

3.4.4 比較案の選択基準

前述した各橋梁の比較案は、以下の項目を考慮して評価を行った。

(1) 河川条件

バグマティ川は、かなり河道が蛇行しているうえ、近年、河床低下が著しい。これは既設バグマティ橋梁の局部洗掘とともに中央橋脚の沈下の原因となった。その他の既存橋でも杭や場所打杭等が2m~3m洗掘を受け、むき出しになっている橋が多く見られる。したがって、川の主流部に橋脚を配置しない径間割を計画する。

(2) 土質条件

各架橋地点は、深さ30m以上もN値が極めて小さい軟弱地盤（ブラックコットン、シルト等）に覆われている。したがって、基礎工に大きな反力のかからない軽量構造物やの橋脚数を少なくするためのスパンアレンジが必要である。

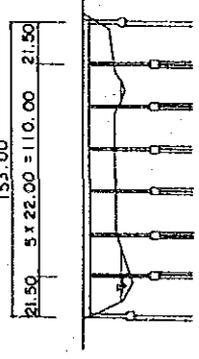
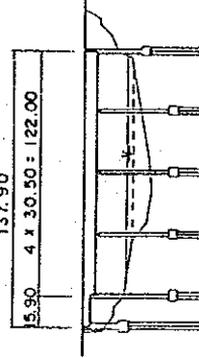
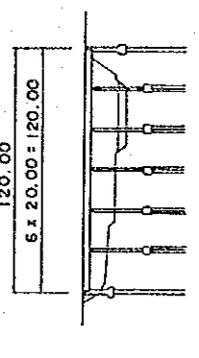
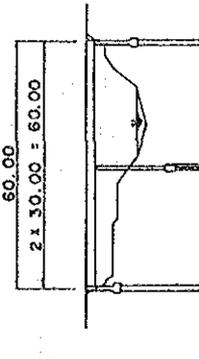
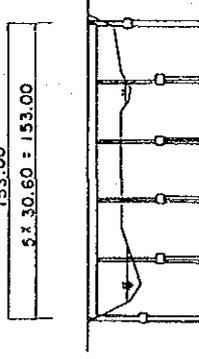
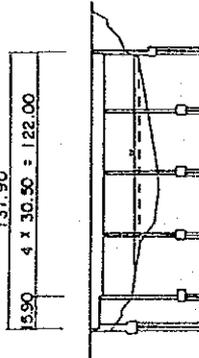
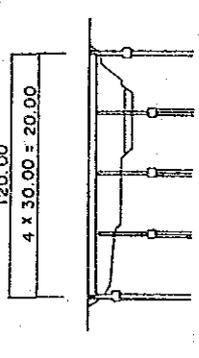
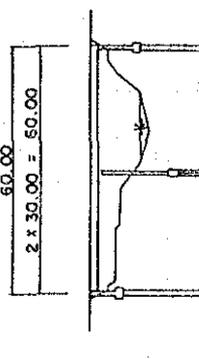
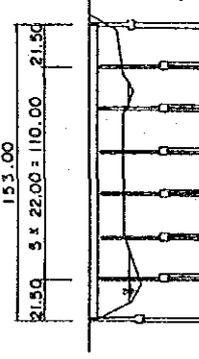
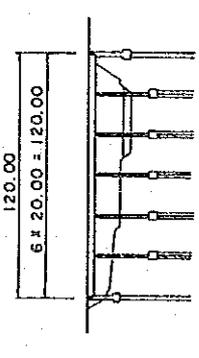
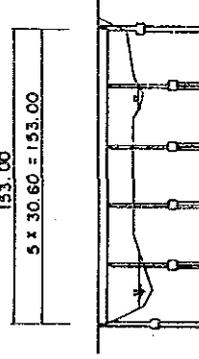
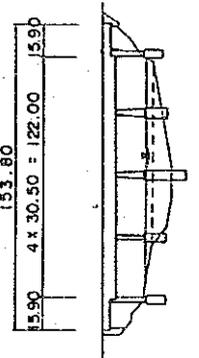
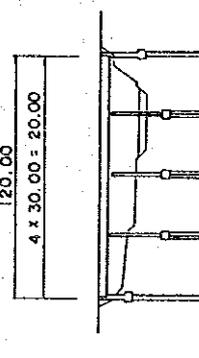
ALTERNATIVES	BAGMATI BRIDGE NO.1	BAGMATI BRIDGE NO.2	BAGMATI BRIDGE NO.3	BAGMATI BRIDGE NO.4
a	<p>PC - H</p> <p>153.00 21.50 5 x 22.00 = 110.00 21.50</p> 	<p>NEW BRIDGE (2-lane) PC-T</p> <p>137.90 5.90 4 x 30.50 = 122.00</p> 	<p>PC - H</p> <p>120.00 6 x 20.00 = 120.00</p> 	<p>PC - T</p> <p>60.00 2 x 30.00 = 60.00</p> 
b	<p>PC - T</p> <p>153.00 5 x 30.60 = 153.00</p> 	<p>NEW BRIDGE (2-lane) St-Gr</p> <p>137.90 5.90 4 x 30.50 = 122.00</p> 	<p>PC - T</p> <p>120.00 4 x 30.00 = 20.00</p> 	<p>St - Gr</p> <p>60.00 2 x 30.00 = 60.00</p> 
c	<p>H - Gr</p> <p>153.00 21.50 5 x 22.00 = 110.00 21.50</p> 	<p>REFERENCE SKETCH, EXISTING BRIDGE</p> <p>153.80 5.90 4 x 30.50 = 122.00 5.90</p> 	<p>H - Gr</p> <p>120.00 6 x 20.00 = 120.00</p> 	<p>St - Gr</p> <p>120.00 4 x 30.00 = 20.00</p> 
d	<p>St - Gr</p> <p>153.00 5 x 30.60 = 153.00</p> 	<p>REFERENCE SKETCH, EXISTING BRIDGE</p> <p>153.80 5.90 4 x 30.50 = 122.00 5.90</p> 	<p>St - Gr</p> <p>120.00 4 x 30.00 = 20.00</p> 	<p>St - Gr</p> <p>120.00 4 x 30.00 = 20.00</p> 

Figure 3.9 BRIDGE TYPE AND ALTERNATIVES

(3) 地震

インドの構造物耐震設計基準によれば、カトマンズバレーは、Zone Vの強震地域に指定され、過去にもしばしば大地震が記録されている。したがって、耐震設計を新橋に施す必要がある。

(4) 建設費

プロジェクト実施を容易にするため、建設費を最小にする構造物を選択する必要がある。

(5) 建設工期

ネパールでは、雨季が長く、建設工期の設定に大きな制約を受ける。雨季の間中（6月～9月）洪水による水位が高く、地崩り橋梁形式の選択においては建設工期の短さも考慮する必要がある。

(6) 維持管理

道路局の維持管理費等は極めて限られている。橋梁形式の選定においては維持管理費用の少ない型式を選択する必要がある。

3.4.5 最適案の選定

(a) 第1バグマティ橋（カリマティ橋）

多径間鋼合成桁橋（St-Gr）を、1)上部工が軽く耐震性がある、2)橋脚数の減少と河川洗掘に有利な支間である、3)架設工期が短い、4)建設費が小さい等の理由で採用した。

(b) 第2バグマティ橋（新バグマティ橋）

鋼合成桁橋（St-Gr）を、1)上部工の軽量化、2)架設工期短縮、3)建設費の低減等の理由で採用した。

(c) 第3バグマティ橋（チャクパト橋）

多径間鋼合成桁橋（St-Gr）を、第1バグマティ橋と同じ理由で採用した。

(d) 第4バグマティ橋（コテスウォール橋）

2径間鋼合成桁橋（St-Gr）を、1)上部工が軽く耐震性がある、2)基礎工の反力が小さい、3)架設工期が短い等の理由で採用した。

第 4 章

自然条件调查

第 4 章 自然条件調査

4.1 概要

優先プロジェクトの概略設計で使用する技術資料を得るために、土質・材料試験を含む地質試験、水文調査、地震調査、地形調査から成る自然条件調査を行った。

4.2 地質・土質調査

4.2.1 概要

本調査は橋梁および道路舗装の概略設計に必要な基礎的データを得るために実施したものである。調査内容は橋梁計画地点におけるボーリング、現地試験、試料採取およびその室内試験である。さらに道路計画路線上の表層土および土取場の建設材料の評価を行うための現場試験および室内試験も含まれている。現地作業は地元業者に委託して実施し、相手国担当技術者の協力のもとに管理指導を行った。現場および室内における調査・試験結果は付属資料に提示した。

4.2.2 地質概要

調査の対象となる橋梁計画地点は全てカトマンズバレーの中央部、バグマティ川沿いに位置している。最上流部に位置するコテスウォールの計画地点の川幅はかなり狭くなっているが、残り3橋梁の計画地点の川幅は相当広く、流心が曲がりくねりかつ尖頭を有する砂州が点在している。

カトマンズは向斜構造の盆地を形成しており、その地層は、外周部は古生代および先カンブリアン紀の生成岩から成り、北部には河積土が厚く堆積し、南部は湖性堆積物が優越している。本橋梁の計画されているカトマンズバレー中央部は北側河積堆積物（砂、シルト）の優越する地層と南側湖性堆積物（有機質粘性シルトおよび粘土）の優越する地層との移行帯であると考えられている。この粘性シルトは一般的に高い多孔性を示し、有機質に富みかつ圧縮性が高い。このような性向は粘性土の圧縮性により基礎載荷重による沈下の可能性を十分に理解する必要がある。

橋梁計画地点における斜面の安定性が問題となることはあまり無いものと考えられる。しかしながら、詳細設計段階においては、河床粘土の溶解および河堤の侵食崩壊の可能性を検討することが必要である。

このことに関連して大きな問題となるのは、既存の橋梁および今後建設される新設橋梁に対する河床低下の現象である。河床低下の主要な原因は次のようなことが考えられる。

- (1) 河床からの過剰な土砂の採取
- (2) バグマティ川下流チョパールのジョウジ溪谷における河床の急落差
- (3) グラックソイルの河川流による流亡

4.2.3 橋梁計画地点の地質調査

(1) 現場調査

ボーリング、試料採取および標準貫入試験からなる現場調査はクレスウォール、タバタリ、チャクパットおよびコテスウォールの4橋梁計画地点で実施された。

これらの調査位置は計画橋梁のアバットメント近くで以下の仕様のもとに行われた。

Table 4.1 Location of Boring Sites

Bridge Name	Location	Boring Site	Estimated Bore Depth (m)
Bagmati No. 1	Kuleswor	Left bank	40
		Right bank	40
New Bagmati	Thapathali	Left bank	40
		Right bank	40
Bagmati No. 3	Chakupat	Left bank	40
		Right bank	40
Bagmati No. 4	Koteswor	Left bank	40
		Right bank	40
Total 8 Places			320

調査位置は1/500 橋梁地形図に示してある。

室内試験のために、全ての調査地点で試料採取を行った。基礎解析に特に必要な不攪乱資料は各ボーリング孔2箇所採取した。

標準貫入試験は橋梁のための適正な基礎形式を決定するために、2mピッチで実施した。

(2) 室内試験

室内試験は以下の項目について行った。

(2) 室内試験

室内試験は以下の項目について行った。

- a) 自然含水比試験
- b) 比重試験
- c) アッターベルグ限界試験
- d) 粒度分析試験
- e) 湿潤密度試験
- f) 不攪乱圧縮試験
- g) 圧縮試験

4.2.4 路盤評価

(1) 現場調査

表層地盤の路盤土としての適正を評価するため、計画道路沿いにおいて、試料採取用のテストピットの掘削、コーンペネトレーションテストおよび現場密度試験を行った。テストピットは計画路線沿いに1km間隔で掘削した。また、現場密度試験はテストピット掘削位置で、砂置換法により実施した。さらに動的コーンペネトレーションテストは計画路線に沿って500m間隔で実施した。

(2) 室内試験

採取した試料の室内試験は次の項目について実施した。

- a) 比重
- b) 自然含水比
- c) 粒土分析
- d) 液性限界
- e) 塑性限界
- f) 圧密
- g) CBR
- h) 湿潤密度

(3) 路盤評価

クレスウォール～コテスウォール間およびゴンガバンバスパークからソラクテ間の道路はシルトと砂からなる河積堆積物の上にある。地表面下1mまで掘られた試掘孔でみると、その土相はシルトおよび砂がその多くを占めており、砂礫および粘土の占める割合はわずかである。試掘孔のみで、全体の堆積土の定型を推定することはできなかった。上層に砂の割合が多くなっている試掘孔もあれば、

シルトの割合が多くなっている試掘孔もあった。それゆえ、計画道路標高が最終的に決まった段階で、表層地盤のより詳細な調査をさらに密な間隔で行うことが望ましい。

現時点の調査結果で評価すると、たわみ性舗装の設計CBR値はクレスウォールコテスウォール区間で5、リングロードのソラクテ区間で7とするのが妥当であると考えられる。

4.2.5 骨材と盛土材

(1) 現場調査

上、下層路盤、コンクリートおよび道路盛土に使用される骨材および盛土材の原料として次の材料の現地調査と試料採取を行った。

Table 4.2 Location of Borrow Pits and Quarry Sites

Type of Materials	Location	Number of samples collected
Soil	Thimi, Gokarna Ban and Kapan	4
Gravel	Chunnikhel	2
Sand	Pikhel, Kapan and Basundhara	6
Coarse Aggregate	Godawari, Thankot & Jhalungtar	6

土砂（盛土材）

ゴカルナ・バンからの1試料、ティミからの2試料およびカパンからの1試料の試験結果によれば、CBR値はカパンの試料が6.73%、ゴカルナ・バンの試料は3.13%である。また、ティミの2試料のCBR値は双方近い値を示し、それぞれ4.13%と4.54%であった。土取場選定上の優先順位を示すと、次のとおりである。

1位 カパン、2位 ティミ、3位 ゴカルナ・バン

砂利

チュンニケルで採取された砂利材のCBR値は40前後で、下層路盤に適してい

る。また、簡易舗装であれば上層路盤にも使用可能である。

砂

ピッケル、カパンおよびバスンダラから採取された砂の試験結果のうちで、フルイ分け試験結果はピッケルの砂が最適値を示し、カパンおよびバスンダラの砂は同じ程度の割合であった。しかしながら、ピッケルは他の2採取地に比してかなり遠隔地にあり、輸送費がかさむため、その砂の利用価値は乏しい。

砕石

通常の室内試験以外に砕石の骨材としての適性を示す指標として、Los Angeles Abrasion（すりへり）、Crushing-Value（破碎強さ）、Soundness、Water Absorption（吸水率）がある。ゴタワリおよびタンコットの砕石に対するこれらの指標は以下のとおりである。両地点の砕石は舗装にもコンクリートにも骨材として適している。

Table 4.3 Test Result of Aggregate

Source	Los Angles Abrasion	Crushing Value	Soundness	Water absorption
Godawari	27.12	16.85	2.2	0.6
Thankot	31.94	18.15	1.425	0.67

4.2.6 基礎工の解析

(1) 土質条件

第1バグマティ橋（カリマティ橋）

最上層部の地層は厚さ1.5m～3.0mの緩い砂および砂礫の堆積層である。その下層は調査深度40mまで粘性シルト層である。この地層のN値は5～8である。

第2バグマティ橋（新バグマティ橋）

この地点の地質層状は粘性シルトと密で厚い砂の互層である。そのN値は10～20である。

第3 バグマティ橋 (チャグバト橋)

この地層の土は大部分が柔らかい粘性シルトである。この地層のN値は地表～深さ10mまでは3～7またその下層は10～20である。

第4 バグマティ橋 (コテスウォール橋)

表層は厚さ6.5m～7.0mでやや堅い砂の堆積層である。その下層は堅い粘性シルト層である。N値は上層部で15～18、下層部で6～9である。

(2) 基礎形式の検討

安定した構造物基礎を設計するためには、基礎地盤の構造物荷重による地盤沈下が許容限界を越えないようにしかつ過載力により、剪断破壊を発生しないようにするだけの地耐力を有することである。

前記土質条件のもとでは、基礎形式として、杭基礎が最も適していると考えられる。種々の杭タイプの中で、本計画地点のように地盤が比較的柔らかく、打設中の騒音および振動が許容し得る状況のもとでは、既製打設杭が最も適切である。これに加えて、比較対象のため、現場打杭も検討する。

現場踏査によれば、バグマティ川の平均深掘水深度は現況河床面下2m～4mの範囲にある。しかも計画地点の表層部は深さ4.0m程度までは柔粘土である。それゆえ、計画橋梁の橋脚フーチング底面は現況平均河床面から5.0m下げて計画する。

(3) 杭基礎解析

既製杭と現場打杭の基礎解析を行う。杭基礎計算において、杭径は既製杭の場合450mm、現場打の場合600mmと仮定する。現段階では実際に基礎に作用する載荷重は不明であるので、橋梁本体およびその付帯工によって基礎地盤に作用する荷重を1,000 tonと仮定する。計算結果によれば、杭長30m程度とすれば基礎は安定である。

4.3 水文・水理調査

4.3.1 概要

橋梁設計と道路の排水施設設計のため、水文水理特性の調査とその洪水解析を行った。

本プロジェクトに必要な水文資料および関連情報は水資源省から集め、現地においてその補足調査を行った。現地においては次の点に主眼を置いて調査を実施した。

- 河道変動と河床低下の状況
- 過去の最大洪水位による痕跡
- 流況を推測するための河床材料の分布
- 対象地点の河川通水断面

ピーク洪水解析には多数の手法があり、その手法の適性は得られる資料の質に左右されるため、少なくとも複数の手法により解析を行うことが望ましい。ネパール国においても、その地域の水理に適合させるべく、数々の試みがなされている。その代表的な事例として、Water and Energy Commission Secretariat (水・エネルギー委員会、WECS) によって、1982年に調査研究が行われ試案として提示されている地域解析手法がある。

本プロジェクトでは、この地域解析手法を含めた3手法により、ピーク洪水流出量の検討を行った。

4.3.2 水文・水理特性の検討

(1) 雨量および河川流出量の記録

雨量は11ヶ所の観測所の資料が集められたが、そのうちトカ、スングリジャーールおよびインド大使館ではその観測を1981年、1978年および1976年にそれぞれ中断している。

残る8ヶ所の観測所における過去15ヶ年間の平均年降雨量分布で見ると、カトマンズバレーの流域は3,000 m/m以上の山頂部、1,500~2,000 m/mの中山間部(面積的には最大)および1,500m/m以下の平坦部に区分される。

流出の記録は多数の地点で測定されているが、欠測、中断等で本調査に利用可能であるのは、下流域のチョパールおよび上流域のスングリジャーールにおける記録であった。これらの記録を取りまとめた年最大流出量を示す表4.4で見ると、年最大流出量の大部分は雨期における7月上旬から9月上旬にかけて発生していることがわかる。

(2) 河川の状況

バグマティ川およびその支川郡はその流域の乱伐による裸地化、急傾斜地形および雨期における高強度の降雨により、その河道をしばしば変え、河床低下を進行させている。特に、本プロジェクトに関連するバグマティ本流、マノハラ川、バグマティ支流およびドビ・コーラは河床低下が著しく、この10年間で約2m～3mにも達している。これは河床からの過剰な砂利採取のため、砂礫層に被覆されていたブラック・コットンソイルと呼ばれる粘土層が剥き出しとなり、流水によって急激に削り取られているためと思われる。このため、これらの川にかかる既存の橋梁の橋脚の周辺に深掘れが発生し、橋梁の安定維持に困難をきたしつつあり、早急な保護対策が必要となっている。

バグマティ本流はカトマンズバレーからの流出口まで、幅100m～150mの規模であるが、途中チョパールにおいて、長さ約350m、幅20mの極度に狭い溪谷となっており、この地点において流下能力が制限されている。

4.3.3 水文解析

(1) 確率日雨量解析

集められた11ヶ所の観測所の日雨量データから、年最大日雨量を表4.4に示した。このうち、日雨量の確率計算には、下記理由により、ゴダワリの記録を使用することにした。

- ① 年間降雨量3,000mm以上を記録しているカカニはカトマンズバレー外にあり、このような多雨地域は山頂部の限られた狭い地域である。
- ② 面積の最も広い中山間部に位置する4観測所の中で、観測継続期間も長く、信頼がおけるのはゴダワリである。
- ③ 平坦地域は年間降雨量が非常に小さく、日最大降雨もピーク流出にあまり関与しない。

確率計算はハーゼン法、ガンベル法およびピアソンIII型法により行った。ネパールでの多くの事例および対数確率紙のプロットで見ると、ネパールの水文量にはピアソンIII型が適合していると思われる。ピアソンIII型による確率日雨量は次のとおりである。

確率年 (Years)	10	20	50	100
日雨量 (mm)	146.5	164.2	188.2	206.0

Table 4.4 ANNUAL PEAK DISCHARGE

YEAR	SUNDARIJAL		CHOVAR	
	DATE	PEAK DISCHARGE	DATE	PEAK DISCHARGE
1963	-	-	02 SEP.	206.00
1964	-	-	93 SEP.	251.00
1965	-	-	09 JUL.	420.00
1966	-	-	24 AUG.	633.00
1967	10 JUL.	31.10	10 JUL.	680.00
1968	27 JUN.	28.90	04 OCT.	497.00
1969	27 JUL.	6.00	-	-
1970	19 JUL.	41.00	16 JUL.	785.00
1971	14 JUL.	9.52	12 JUN.	617.00
1972	28 JUL.	7.28	28 JUL.	876.00
1973	-	-	28 JUL.	335.00
1974	02 SEP.	3.76	30 AUG.	350.00
1975	09 SEP.	18.20	03 AUG.	591.00
1976	08 JUN.	31.20	30 JUN.	245.00
1977	09 JUL.	16.20	20 JUN.	299.00
1978	25 AUG.	53.20	16 JUL.	407.00
1979	23 AUG.	3.26	21 AUG.	416.00
1980	22 AUG.	11.00	31. JUL.	254.00
1981	02 SEP.	16.20	-	-
1982	28 AUG.	6.16	-	-
1983	01 AUG.	20.80	-	-
1984	26 AUG.	4.76	-	-
1985	26 JUN.	7.00	-	-

(2) 最大洪水量の計算

最大洪水量はラショナル公式、実測流量確率解析および地域解析手法の3方式を使って算定した。

1) ラショナル公式

河川流出におけるラショナル公式は一般に次式で示される。

$$Q = 0.2778 f \cdot r \cdot A$$

ここで、 Q : ピーク洪水流出量(m³/s)
 f : ピーク流出係数
 r : 降雨強度 (mm/hr)
 A : 流域面積 (km²)

(i) 流出係数

流出係数は出入りの著しい複雑地形および山頂近くまでの段階状の耕地利用等を勘案して、 $f = 0.6$ を採用する。

(ii) 降雨強度

当該地域の流出特性を勘案して、降雨強度は次式によるものとする。

$$r = R_{24}/24 \times (24/t)^{1/2}$$

ここに、 r : 降雨強度 (mm/hr)
 R_{24} : 確率日雨量 (mm/day)
 t : 流達時間

t は次の関係から求める。

$$t = t_0 + t_i$$

ここに、 t_0 : 流入時間
 t_i : 流下時間

(iii) 流入時間 (t_0)

洪水流入時間は20分(0.33時間)とする。

(iv) 流下時間 (t_i)

洪水流下時間は山地流出のための式を使って算定する。

$$W = 20 (h/L)^{0.6} \quad (\text{m/s})$$

カトマンズバレーの河川は上流部、中流部および本川で河床勾配が著しく異なるので、流下時間も分けて求めるものとする。

したがって、次のように与えられる。

$$\begin{aligned}t_i &= t_1 + t_2 + t_3 \\ &= L_1/60W_1 + L_2/60W_2 + L_3/60W_3\end{aligned}$$

(v) 流域面積

橋梁計画地点4ヶ所および他の対象地点の流域面積は1/10,000カトマンズ地域平面図で算定した。概略の流域区分は図4.1に示してある。

流域の特性および降雨強度を表4.5に取りまとめた。

2) 実測流量の確率解析

利用可能な実測流量が上流部のスングリジャーと下流部のチョパールの2観測所の記録だけでは、その中間部にあつて観測点のない橋梁計画地点およびその他の対象地点の流出量を推定するには不十分である。したがって、ここでは、スングリジャーとチョパール地点確率洪水量を算定し、他の方式で求めた当該地点の確率洪水量と比較検討するに留める。

3) 地域解析手法

ネパール国の各地域の水理特性に適合したピーク洪水量を算定するため、WECSが推奨している解析方式である。

まず、次式により年平均ピーク洪水量を算定する。

$$Q = bA^a$$

ここに、 Q : 年平均ピーク洪水量 (m^3/s)

A : 流域面積 (km^2)

a, b : 区分された地域毎に与えられている係数

上式を適用するための地域として、ネパール全土を4つに区分する。

(図4.2参照)

係数 b, c は4地域毎に表4.6のとおり定められてる。特定確率年におけるピーク洪水量は、年平均洪水量算定式にもとづいて、次のように与えられる。

$$Q_t = KQ$$

ここに、 Q_t : 特定確率におけるピーク洪水量 (m^3/s)

Q : 年平均ピーク洪水量 (m^3/s)

K : 各確率年における媒介係数であり、表4.7に示す。

カトマンズバレーは南部地域に該当するため、算定式は次のように与えられる。

年平均ピーク洪水量

$$Q = 3.03 A^{0.747}$$

10年確率洪水量

$$Q_{10} = 1.6 \cdot Q$$

20年確率洪水量

$$Q_{20} = 1.9 \cdot Q$$

100年確率洪水量

$$Q_{100} = 2.6 \cdot Q$$

4.3.4 計画確率年

WECSが推奨しているネパール国の設計基準では橋梁関連のための計画確率年は次のとおりである。

橋梁とその関連構造物

大規模 100～200年

小規模 50～100年

道路横断・排水施設

大規模 25年

小規模 10年

本計画においてもその施設の重要性を勘案して、計画確率年を次のように定める。

橋梁計画 100年

道路計画 10～20年

4.3.5 水理計算と洪水位

(1) 計画洪水量の決定

3手法によって算定したピーク洪水量は、その値に差異はあるが、その地域の水理特性をある程度示している。

この場合、地域解析方式による値が一般的に低めを示すこと、当該河川の満流状態のときの通水能力がラショナル公式により算定した100年確率洪水量にほぼ等しいこと等を勘案して、橋梁設計のための計画洪水量は、やや大きめの値を示すラショナル公式によるピーク洪水量を採用するのが、適当であると考えられる。

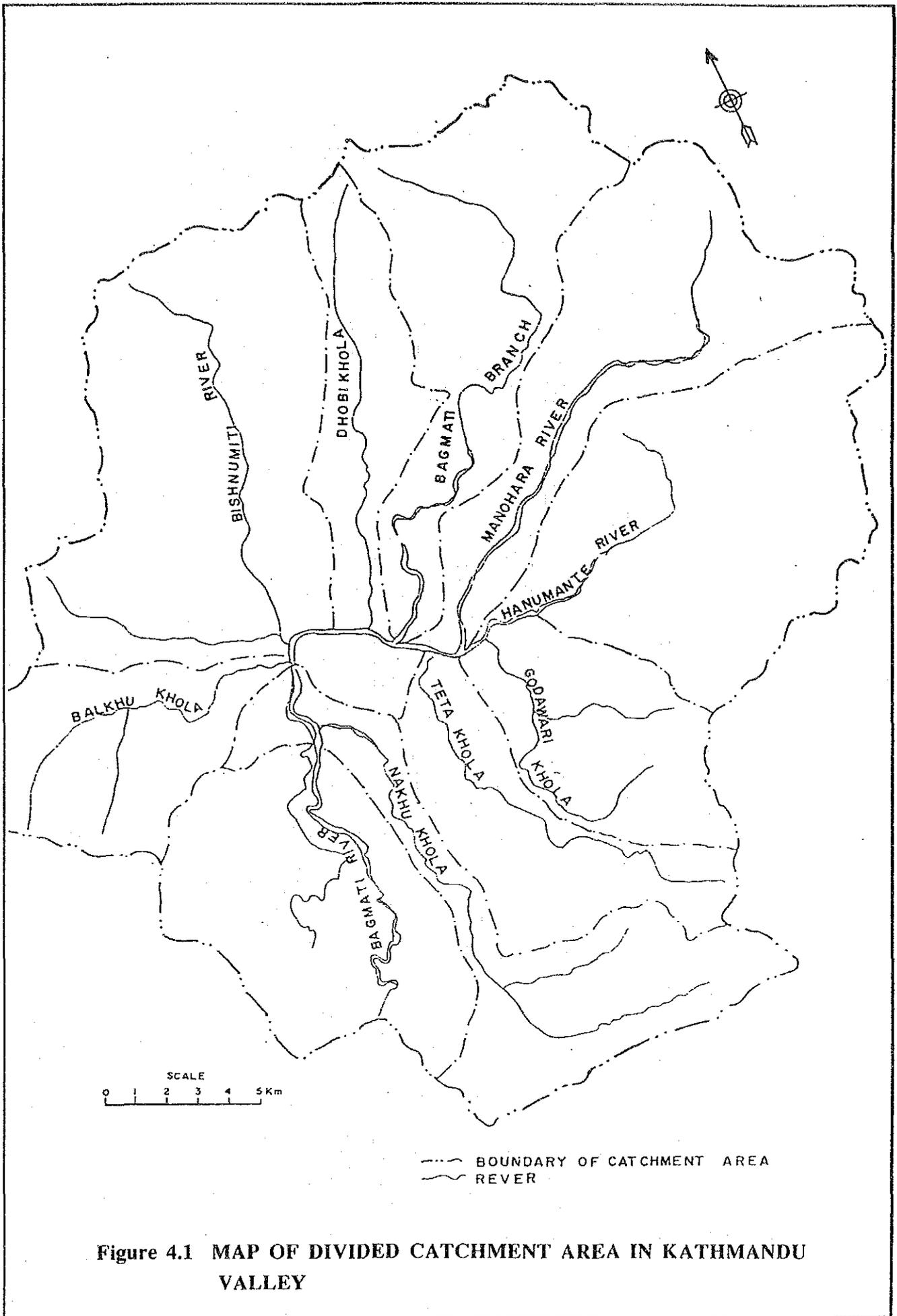


Figure 4.1 MAP OF DIVIDED CATCHMENT AREA IN KATHMANDU VALLEY

TABLE 4.5 RIVER CHARACTERISTICS & RAINFALL INTENSITY

	CA	River Length (m)			ti (min)			to (min)	t (Hr.)	Rainfall Intensity (r)				
		L1	L2	L3	t1	t2	t3			100 years	50 years	20 years	10 years	
	Sq. Km.													
Chobar D.S.	585	7800	20000	8000	130	222	67	20	7.3	15.56	14.22	12.41	11.07	
Bagmati (1)	486	3900	20000	8000	65	222	67	20	6.2	16.88	15.43	13.46	12.01	
Bagmati (2)	382	2000	20000	8000	33	222	67	20	5.7	17.61	16.09	14.04	12.52	
Bagmati (3)	352	1000	20000	8000	17	222	67	20	5.4	18.09	16.53	14.43	12.87	
Bagmati (4)	70	-	19500	8000	-	217	67	20	5.1	18.61	17.01	14.84	13.24	
Bishnumati	104	6000	8000	3000	100	89	25	20	3.7	21.85	19.97	17.43	15.54	
Dhobi Khola	25		9000	6000		100	50	20	2.8	25.12	22.96	20.03	17.87	
Manohara (1)	265	2300	18000	6000	38	200	50	20	5.1	18.61	17.01	14.84	13.24	
Manohara (2)	72		18000	6000		200	50	20	4.5	19.82	18.11	15.80	14.10	
Sundarjal D.S.	16			6000			50	20	1.2	38.37	35.07	30.60	27.29	

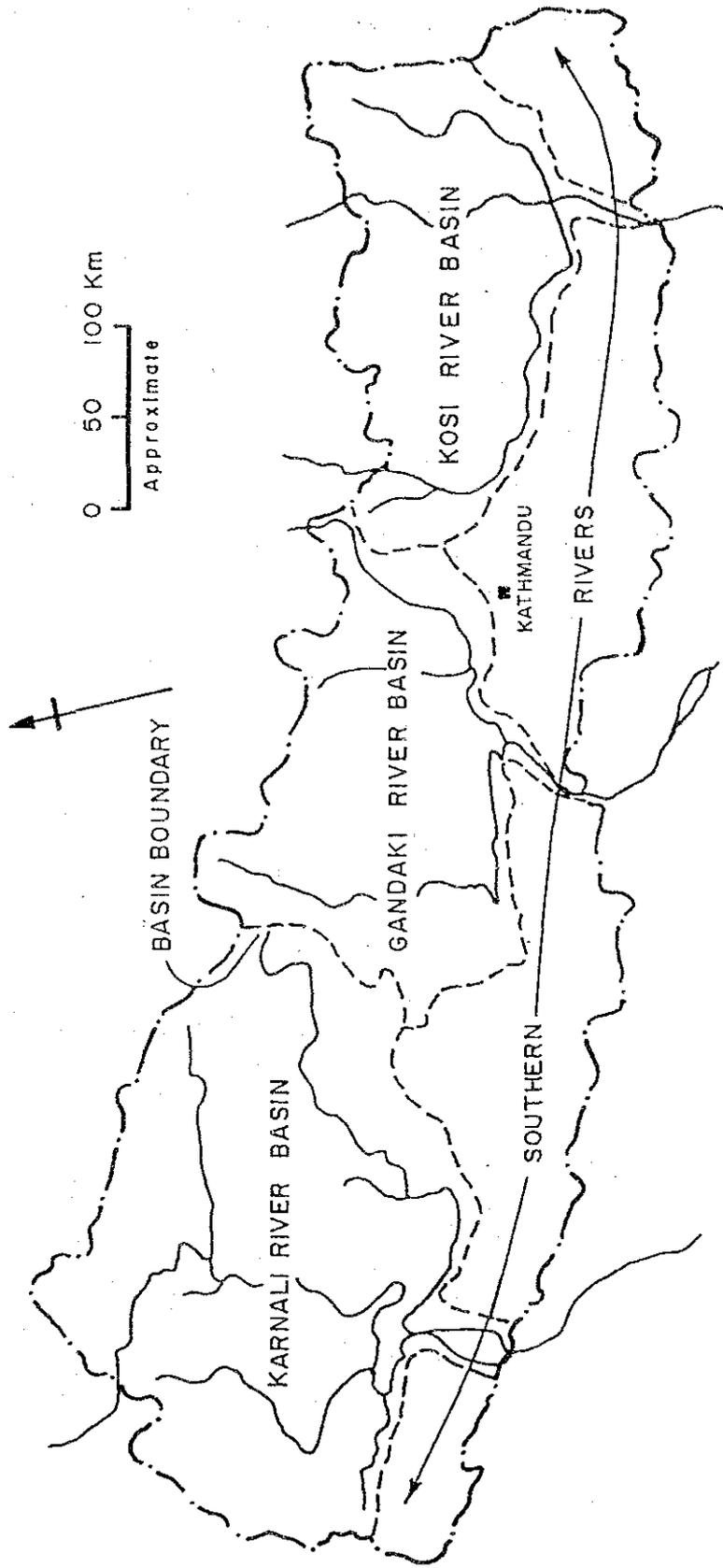


Figure 4.2 MAP OF NEPAL SHOWING HYDROLOGIC REGIONS

(from KARMACHARYA, 1982)

TABLE 4.6 REGIONAL COEFFICIENTS FOR MEAN ANNUAL FLOOD PEAK ESTIMATES

Region	Coefficients	
	b	c
Karnali	1.27	0.864
Gandaki	2.39	0.826
Kosi	1.92	0.854
Southern	3.03	0.747

TABLE 4.7 REGIONAL MULTIPLIERS FOR FLOOD DISCHARGE ESTIMATES

Region	Multiplier - k				
	Return Period (Years) (t)				
	5	10	20	50	100
Karnali	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5
Gandaki	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1
Kosi	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1
Southern	1.3	1.6	1.9	2.3	2.6

(2) 計画洪水位

決定した計画洪水量に基づき、水理計算を行い計画洪水位を決定した。

バグマティ川とマノハラ川

この区間は河川勾配がほぼ一定であるので、マンニング式により等流計算を行い、計画洪水位を決定する。

マンニング式は次のとおりである。

$$v = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q = A \cdot v$$

ここに、 Q : 流出量 (m³/s)

A : 通水面積 (m²)

v : 流速 (m/s)

R : 径深 (m)

I : 水面勾配

n : 粗度係数

水面勾配は地形から $I = 0.0025$ とする。

粗度係数は次のように定める。

砂・砂利河床部 $n = 0.035$

グラックコットン土壌部 $n = 0.020$

水理計算では平均 n 値として 0.030 を与えた。

水理計算の結果として、第1～第3バグマティ橋の地点およびマノハラ川特定測点の計画洪水位を表4.3.8に示す。(ただし、No.2橋梁地点の洪水位は床固め堰による背水の影響を無視した値である)

バグマティ支流およびドビ・コーラ

バグマティ支流とドビ・コーラの計画洪水位は、バグマティ川との各合流点におけるバグマティ川計画水位を始点とする不等流計算を行って決定する。

4.4 地震解析

4.4.1 概要

ネパールは、地震地域に位置し、ネパールの過去の地震記録によれば、マグニチュード5以上の地震が平均年1回発生する。1934年1月のネパール・ビハール地震は、"ネパール地質学会誌(1988)"によると、カトマンズバレーで約4,300人の死者がでた激震であった。インドの基準(Indian Standard Criteria for Earthquake Resistant Design of Structure, Third Revision, 1980)によれば、カトマンズバレーは、危険度の最も大きいZone 5になる。

4.4.2 地震

地震による荷重は、構造物に静的に作用させる深度法が妥当である。設計水平深度は、道路橋示方書(日本道路協会)と構造物耐震設計基準、第3回改訂版(Indian Standard Institution)をもとに計算した。

(1) 道路橋示方書、日本道路協会

$$K_h = K_0 \times a_1 \times a_2 \times a_3$$

- ここに、 K_h : 設計水平震度
 K_0 : 標準設計水平震度 (0.2)
 a_1 : 重要度別補正係数 (0.8)
 a_2 : 地域別補正係数 (0.7)
 a_3 : 地盤別補正係数 (1.2)

したがって、 K_h は、以下のとおり計算された。

$$K_h = 0.2 \times 0.8 \times 0.7 \times 1.2 = 0.13$$

(2) インド基準、構造物耐震設計基準、第3回改訂版(1980)、Indian Standard Institution

$$K_h = \alpha_0 \times \beta \times I$$

- ここに、 K_h : 震度
 α_0 : 標準水平震度 (0.08)
 β : 土質基礎による係数 (1.2)
 I : 重要構造物による係数 (1.5)

したがって、 K_h は以下のとおり計算された。

$$K_h = 0.08 \times 1.2 \times 1.5 = 0.14$$

以上により、設計水平震度は、安全側の $K_h = 0.14$ とすべきである。

4.5 地形測量

4.5.1 概要

道路および橋梁の概略設計のため、地形測量と河川横断測量を実施した。測量の内容は既存の地形図（縮尺1/2,000）をアップデートするための補足測量、橋梁計画地点の地形測量（縮尺1/500）および洪水流下能力把握のための河川横断測量である。現地測量作業は調査団の監理、指導のもとで現地コンサルタントに委託して行った。

4.5.2 補足地形測量（縮尺1/2,000）

カトマンズ給排水施設整備事業で作製された1/2,000縮尺の地形図が測量局に保存されている。しかしながら、年の経過とともに、新しい建物が増加したり、河道が移動することにより、現地地形が部分的に大きく変化していることが認められた。このため、本調査はこれらの新しい事項を調査し、既存の地図を補填する目的で行われたものである。

測量は計画道路の路線100m幅で実施され、変化項目を測量した。

変化事項を既存地図上に正確に記入するため、国の定めた極座標システムにしたがってトラバース測量を行った。トラバース測点の平面位置およびその座標は測量成果図に示している。

標高は既設道路との交差点、永久構造物およびトラバース測点等の重要拠点について測定した。標高の測定は最寄りの規準点を基点として引用した。

4.5.3 橋梁の詳細地形測量（縮尺1/500）

橋梁の概略設計に使用するため、橋梁計画地点の平面測量を行った。測量にあたっては上記補足地形図との関連付けを行うため、座標および先に実施したトラバース測点との整合を図った。

橋梁の計画4地点には新しいベンチマーク（基準点）をそれぞれ設置した。設置したベンチマークBMの標高は最寄りの規準点を基点として設定した。

地形標高はそのベンチマークをベースにして、100m²に1ヶ所程度の密度で測定した。

4.5.4 河川横断測量

水理量把握のための基礎資料として、計画橋梁中心線およびその上下流200mの地点、また道路計画に関連する河川の数地点で河川横断測量を実施した。

測定する河川横断は19地点あり、その測定延長は約200mである。

河川横断標高は測線上10m毎を標準とし、地形変化点現況河川水位、道路および歴史的施設の地点を測定した。成果として、縮尺横1/500、縦1/100の河川横断図を5枚作製した。

第 5 章

概 略 設 計

第 5 章 概略設計

5.1 概要

この章では、選定された優先プロジェクトの概略設計の結果を示す。優先プロジェクトは、以下の3つのプロジェクトである。

- (1) 南環状道路（含新バグマティ橋）
- (2) 新バラジュバスターミナル連絡線
- (3) 交差点の交通管理

概略設計は、以下の項目について行う。

- ・道路設計（含交差点設計）
- ・橋梁設計
- ・排水設計
- ・舗装設計
- ・道路附属施設設計
- ・ユーティリティー調査
- ・概略道路用地計画

5.2 道路設計

5.2.1 道路設計の概念

選定された南環状道路や新バスターミナル連絡線は、その用地の取得や家屋等の取り壊しの困難さを考慮して慎重に検討を行った。以下に、当該プロジェクト道路の概略設計に考慮すべき基本方針を示す。

- (1) 南環状道路は、カトマンズバレー内の都市内道路の基本的骨組みを構成するものである。したがって、平面線形を含む幾何構造は、幹線道路として期待される道路機能の必要条件を満足するものとする。
- (2) 道路幅員等は、カトマンズの交通特性である混合交通（自転車等の緩速車、歩行者、テンボ等）や地域交通の特性に留意して設計する。
- (3) 環境への影響を最小限にするため建物や歴史的建造物をできるだけ避ける。
- (4) バグマティ川沿いの河川敷は、用地取得が容易なため、可能なかぎり道路敷地に利用する。

- (5) プロジェクト道路の付近の将来の開発の可能性を考慮し、道路内や道路沿いに公共施設を敷設できる適当な空間を与えた設計とする。
- (6) 南環状道路は、段階的に行う将来の4車線拡幅に必要な空間を考慮して計画する。
- (7) 主要道路と接続する主な平面交差点は、計画道路の予想される交通量と道路機能を考慮して計画する。

5.2.2 設計速度と幾何構造

計画対照道路に適用される幾何構造を表5.1に示す。

表5.1 幾何構造（採用値）

Items	Unit	South Link of Inner	Sanepa Access Ring Road	Koteswor Access	Patan Access	Central Bus Terminal Access
Design Speed	Km/hr	60	40	40	40	40
Sight Distance	m	85	45	45	45	45
Minimum Radius	m	105	45	45	45	45
Minimum Radius without Transition	m	200	200	200	200	200
Maximum Gradient	%	5.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Crossfall %	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

5.2.3 車線数

(1) 南環状道路

南環状道路では、将来交通量を考慮して段階建設を採用する。マスタープラン調査(Part A)によれば、南環状道路の両方向の交通量は、2015年で30,000～50,000台/日の範囲で予測されている。

計画道路の交通容量は、以下の値を用いて計算した。

- 1) 基本交通容量 : 2,200 pcu/h/車線
- 2) 大型車混入率 : 15%
- 3) ピーク率 : 10%
- 4) 重方向率 : 55%
- 5) 交通量、交通容量比 : 0.8 (計画水準1)

1997年と2015年の計画道路の設計交通容量の計算結果を表5.2に示す。その結果以下のように要約される。

- 南環状道路の1997年の将来交通量は、2車線の交通容量で十分と予測される。
- 南環状道路の2015年の将来交通量は、4車線の交通容量で十分と予測される。

(1) 新バグマティ橋と他の連絡線

新バグマティ橋と他の連絡線の必要とする車線数を以下に示す。

- i) 新バグマティ橋 : 2車線 (タバタリでの橋の車線数は、既存橋を含め、合計4車線となる。)
- ii) サネバ連絡線 : 2車線
- iii) コテスウォール連絡線 : 2車線
- iv) バタン連絡線 : 2車線
- v) 新バスターミナル連絡線 : 2車線

表5.2 設計交通容量

	2 lane Road Year 1997	4 lane Road Year 2015
Design Speed (km/hr)	60	60
Width of Lane (m)	4.5	3.5
Lateral Clearance Outer (m)	2.0	2.0
Inner (m)	0.50	0.75
Heavy Vehicles Ratio (%)	15	15
Passenger car Equiv.	3.5	3.5
Coefficient Width of Lane	1.00	1.00
Lateral Clearance	0.98	1.00
Heavy Vehicle	0.87	0.87
Landuse Condition	1.00	1.00
Total	0.85	0.87
Basic Capacity (pcu/hour/lane)	1,250	2,200
Possible Capacity	1,060	1,910
Service Level	1	1
Coefficient of Service Level	0.8	0.8
Design Capacity	850	1,530
Peak Hour Ratio (%)	10.0	10.0
Rate of Direction (D%)	55	55
Design Daily Capacity (veh/lane/day)	8,500	13,900
Total Design Daily Capacity (veh/day)	17,000	55,700

5.2.4 標準横断

(1) 南環状道路

南環状道路暫定時（2車線道路）と完成時（4車線道路）の標準横断を図5.1に示す。将来の4車線拡幅で利用されるオープンスペースは、拡幅工事が開始されるまで、グリーンベルト（環境施設帯）として使用することが可能である。

車線幅員

暫定時の車線幅員は、DORの基準にしたがって、5.0m（車道3.5m、停車帯1.5m）とする。しかしながら、用地取得が難しい状況を考慮し、4車線拡幅時の車線幅員は4.0mに縮小させる。

路肩と歩道

環状道路としての機能を考慮し、暫定的2車の場合には、左側路肩2.0m、歩道3.0mの幅員とする。左側路肩は一時的に駐車場として利用可能である。

中央分離帯幅

中央分離帯は、4車線以上の高規格道路のための重要な道路附属施設である。中央分離帯の機能は、以下の事項があげられる。

- i) 対向交通との衝突防止
- ii) 夜間走行時の眩光の防止
- iii) オープンスペースの確保
- iv) 構造物（横断歩道橋の橋脚等）設置幅の確保
- v) 平面交差点での右折車線の確保
- vi) 将来の拡幅のためのスペースの確保

(2) 新バグマティ橋

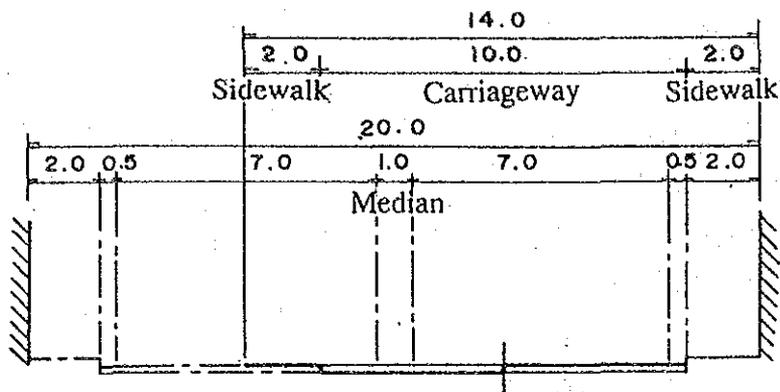
新バグマティ橋の標準横断を図5.2に示す。同橋は、自転車やバイクを含む大量の緩速車を考慮し、車線幅員10m（2車線）で計画した。また、バグマティ川を渡る歩行者の安全を確保するため、3.0m幅の歩道も考慮した。

(3) 他の連絡線

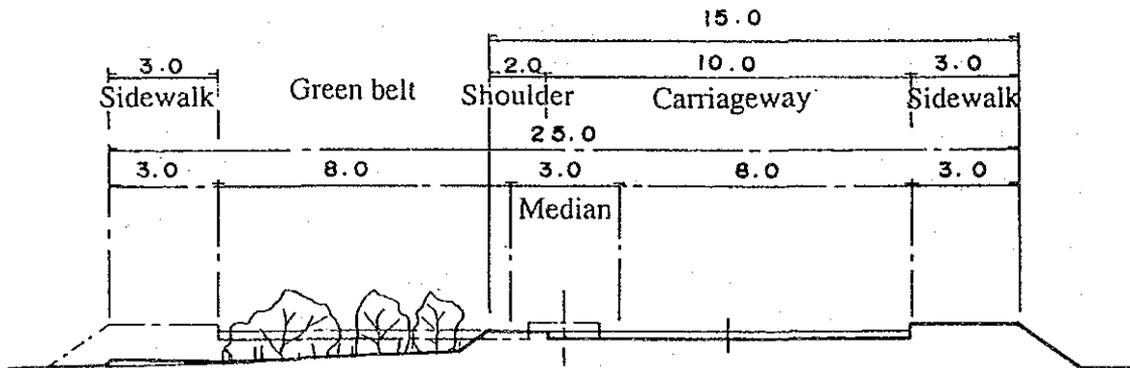
各連絡線の車線幅は、以下に示すように、8.0mあるいは10.0mで計画した。

- | | | | |
|-------------------|---|------------|----------------|
| (i) サネバ連絡線 | : | 10.0m（2車線） | + 2 x 3.0m（歩道） |
| (ii) コテスウォール連絡線 | : | 10.0m（2車線） | + 2 x 3.0m（歩道） |
| (iii) バタン連絡線 | : | 8.0m（2車線） | + 2 x 2.5m（歩道） |
| (iv) 新パラジュバスターミナル | : | 10.0m（2車線） | + 2 x 3.0m（歩道） |

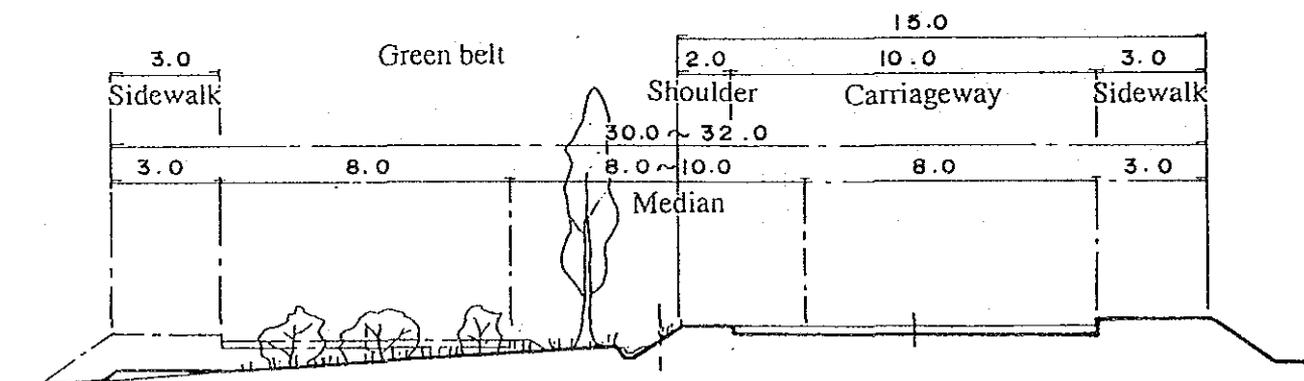
各連絡線の標準横断を図5.3に示す。



Type - A (BP ~ STA. 0+ 85)
To be adopted in Kalimati Road



Type - B (STA. 0+390 ~ STA. 1+000)
(STA. 1+500 ~ STA. 3+120)
To be adopted in build up area

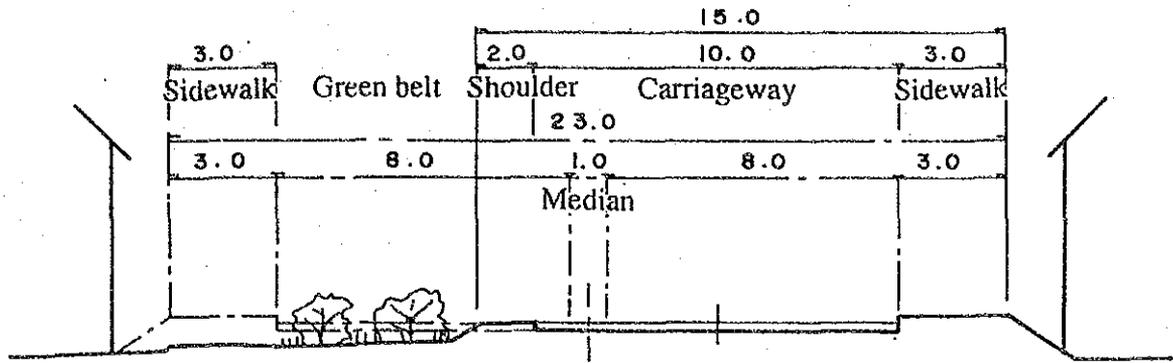


Type - C (STA. 1+000 ~ STA. 1+500)
To be adopted in open area beside the river

Legend:

- First Stage Construction (2 - Way)
- Second Stage Construction (4 - Way)

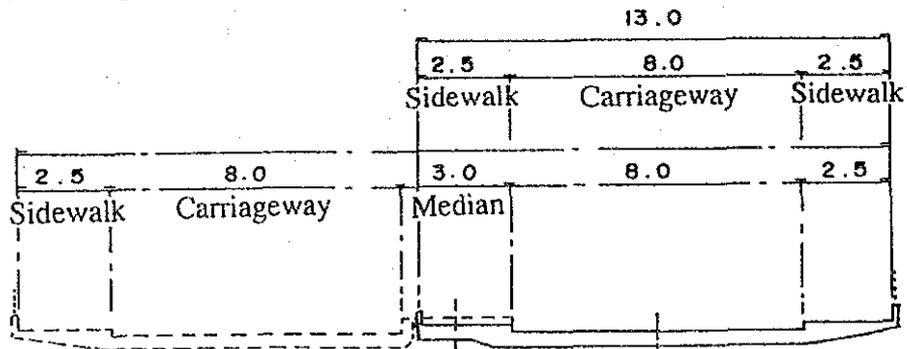
Figure 5.1 Typical Cross-Section of South Link of Inner Ring Road 1/2



Type - D (STA. 3+245 ~ EP)
To be adopted in open area

(2nd. Stage Construction)

(1st. Stage Construction)



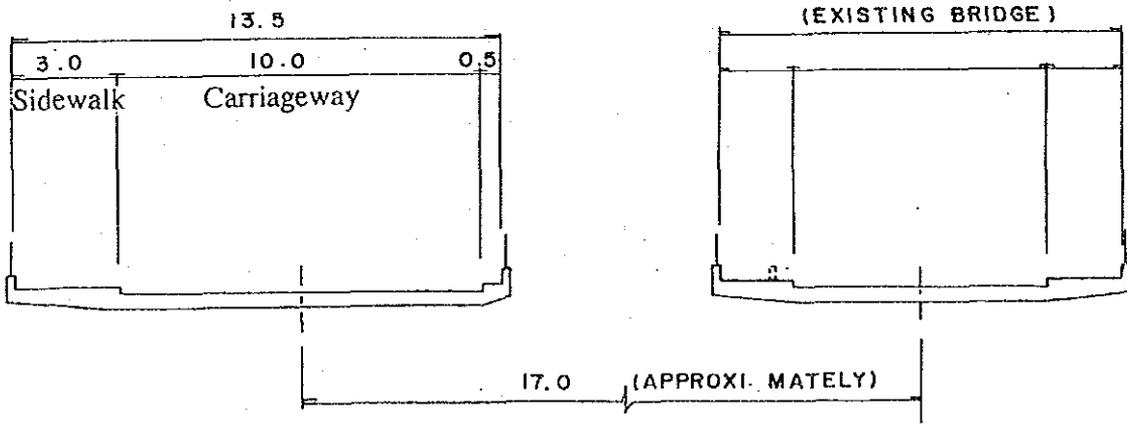
BRIDGE

Legend:

—— First Stage Construction (2 - Way)

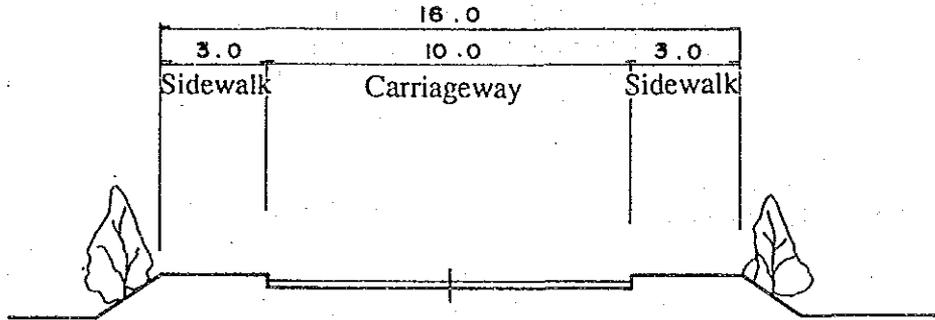
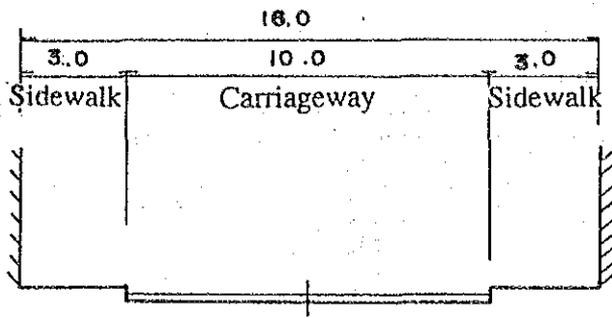
--- Second Stage Construction (4 - Way)

Figure 5.1 Typical Cross-Section of South Link of Inner Ring Road 2/2

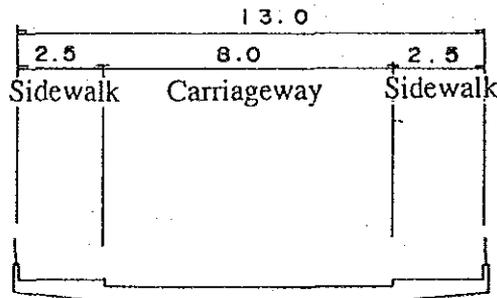


NEW BAGMATI BRIDGE AT THAPATHALI

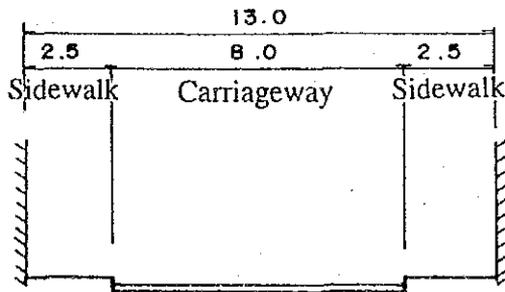
Figure 5.2 Typical Cross-Section of New Bagmati Bridge



SANIPA ACCESS, KOTESWOR ACCESS
AND CENTRAL BUS TERMINAL ACCESS



BRIDGE (KOTESWOR ACCESS)



PATAN ACCESS
(Build up area)

Figure 5.3 Typical Cross-Section of Other Access Roads and Bridge

5.2.5 線形設計

(1) 南環状道路

カリマティ〜テク道路との交差点から始まる計画道路は、バグマティ川に向かって東進し、150mの長さをもつ橋（第1バグマティ橋）で川を横断しラリトプール市へ進む。その後、ルートは土地や家屋の取得を極力最小限にするよう河川敷を利用し、バグマティ川の左岸に沿って進む。ルートは、クバンドールで既存のバグマティ橋と交差し、既存橋の15m下流に建設予定の新バグマティ橋に接続する。ルートはドビ・コーラの合流点までバグマティ川左岸に沿って進み、この合流点で同川を横断し、トビ川左岸沿いを北上し、ドビ・コーラ橋の東側でアーニコ・ハイウェイに接続する。

南環状道路（全長3,720m）は、事業実施計画の観点から、大別して以下の2つの区間に分けられる。

(i) 西工区

起点のカリマティ〜テク道路との交差点から新バグマティ橋までの全長2,030mの区間

(ii) 東工区

新バグマティ橋から終点のアーニコ・ハイウェイ上のドビ・コーラの東側までの全長1,690mの区間

計画道路は、バグマティ川の川岸沿いに通過するため、河川環境や公共活動の上で、以下の効果が期待される。

- (i) 住居地域から河川を分断することで、河川や河岸の汚染を防止する。
- (ii) 計画道路と川岸の間のオープンスペースは、サイクリングロード等のような公共施設として使用できる。（図5.4参照）

計画道路の縦断線形は、現道との取付け、排水条件、バグマティ橋の最大洪水時での高水位（例えば、高水位+60cm）等を考慮して決定した。

(2) 新バグマティ橋

新バグマティ橋の平面線形は、以下の要因を考慮して決定した。

- (i) 新バグマティ橋は、カトマンズ市とラリトプール市間の両方向の交通を円滑で効率良くするため既存橋に併設して建設する。

(ii) 新バグマティ橋は、タバタリ交差点近傍の歴史的寺院等に影響ないように計画する。

(3) 他の連絡線

他の連絡線の線形は、土地・家屋の取得を最小限にするとともに、建設費が最小となるよう計画した。また寺院、歴史的建造物、公共施設（電気、水道等）に対する環境の影響を最小限にするよう計画した。

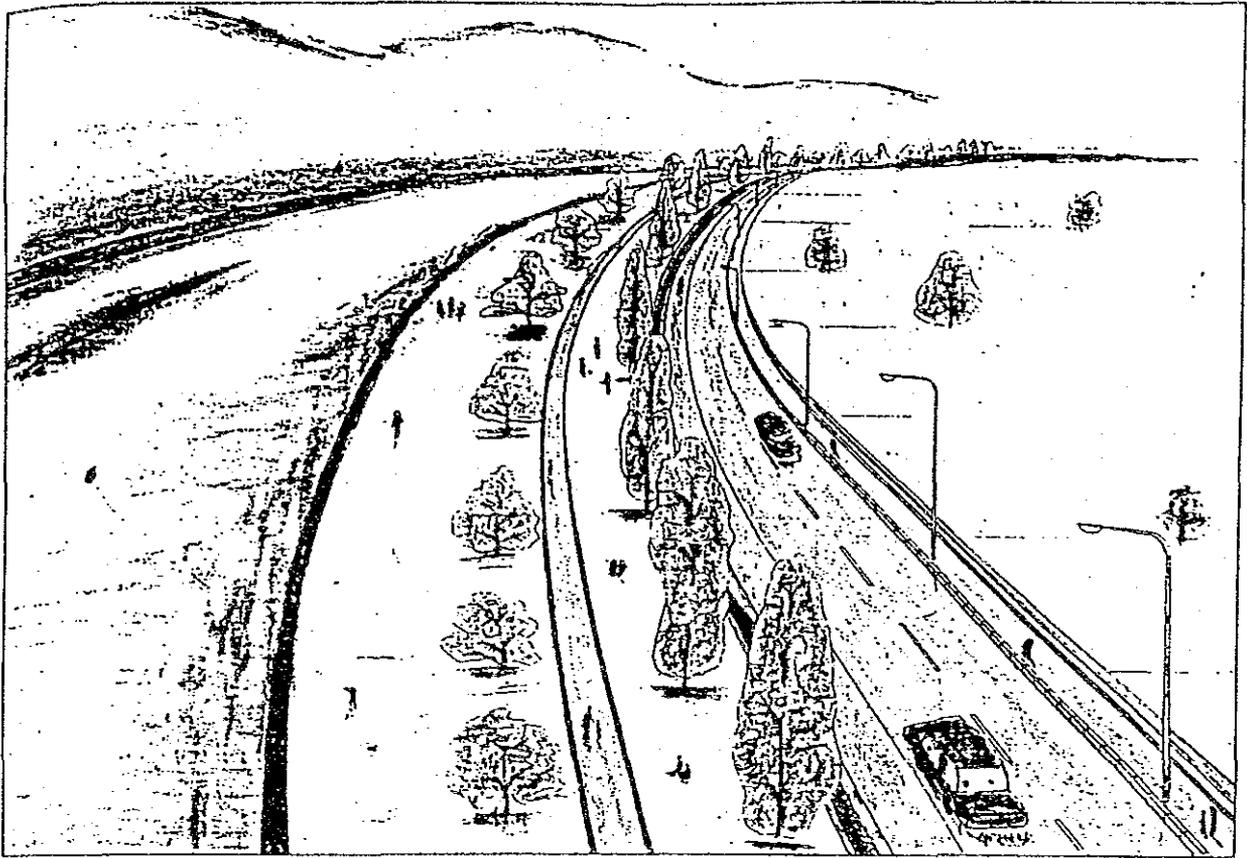


図5.4 公共施設用オープンスペース（例）

5.2.6 新バグマティ橋交差点（タバタリ側）

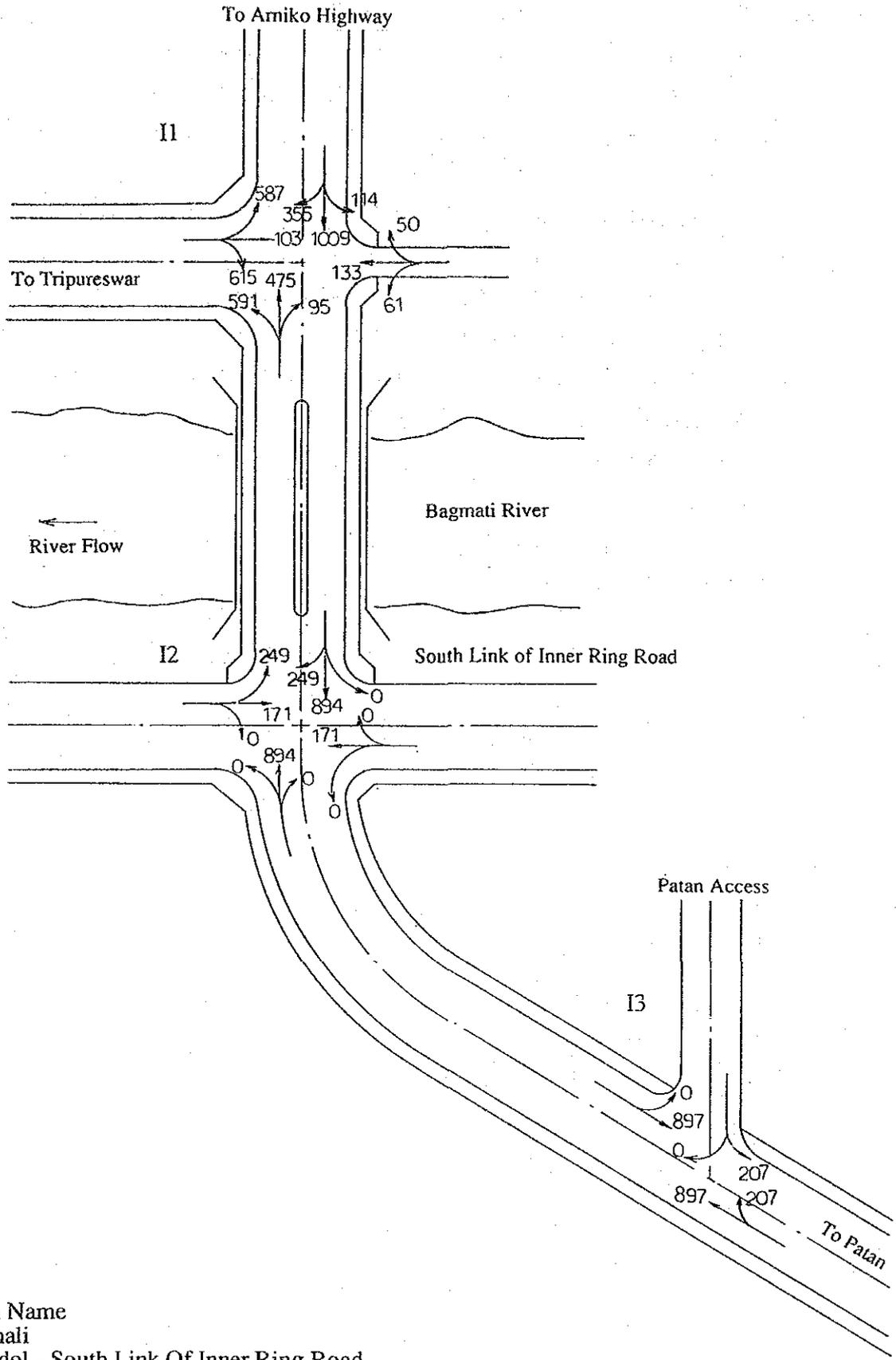
タバタリ側の既存交差点は、カトマンズ市内の交通の隘路のひとつである。現況の橋梁（2車線）に加えて、新しい橋梁（2車線）を建設することで、バグマティ川を横断する交通容量は著しく増加するがタバタリ交差点の交通処理能力が上昇しない限り、十分な便益が得られない。

交差点容量解析には、ネパールと日本では車両の種類や大きさ、操作等で多くの類似点がみられるので、日本道路協会による計算方法を基本とする。図5.5は、ラリトプール側とカトマンズ側の各交差点の設計時間交通量の結果を示している。

横断歩道橋は、歩行者と車両を分離するためにラリトプール側とカトマンズ側の両交差点に設ける。ガードレールは、交差点内で車両と横断歩行者とが混在しないように、交差点近傍で、歩道と車道の境に設ける。

タバタリ交差点の将来交通量は、大量かつ混合交通であり、それが交差点内で円滑に流れるために、交通信号によって制御する。

新タバタリ交差点の概略設計は、上記で述べた地域交通の特性を考慮した交通解析をもとに行った。その結果を図5.6に示す。



Intersection Name
 I1 : Thapathali
 I2 : Kopundol - South Link Of Inner Ring Road
 I3 : Kopundol - Patan Access

unit : vehicle / hour

Figure 5.5 DESIGN - HOURLY TRAFFIC VOLUMES (1997)

5.3 橋梁設計

5.3.1 第1バグマティ橋（カリマティ橋）

(1) 概要

当該区間でバグマティ川を渡る既存橋の橋長は110m～150mである。1987年の航空写真と1974年頃の平面図によれば、計画架橋地点での河道変動は少ない。橋長は、右岸に設けられているギャピオンを考慮して、145mに決定した。

第1バグマティ橋のスパン割を以下に示す。

$$5 @ 30.6\text{m} = 153\text{ m} \quad \text{鋼合成桁橋}$$

(2) 桁下余裕高と桁下高

第1バグマティ橋架橋地点での高水位は、第4章で述べた計画高水量 $Q = 1,300\text{ m}^3/\text{sec}$. より $H.W.L = 1,276.5\text{m}$ と計算した。日本の基準では、計画高水量が $500 \sim 2,000\text{ m}^3/\text{sec}$ の時、桁下余裕高は $h_o = 1.0\text{m}$ 必要である。したがって、第1バグマティ橋の桁下計画高 h は $H.W.L + h_o = 1,277.5\text{m}$ となる。

また、桁下より現水面（ $EL. = 1,274.0\text{m}$ ）までの高さは、 $H = h - EL. = 3.5\text{m}$ となる。

(3) 配置図

一般配置図を図5.7に示す。

5.3.2 第2バグマティ橋（新バグマティ橋）

(1) 概要

第2バグマティ橋は、既存のバグマティ橋の約10m下流にある古い鋼トラス橋を撤去した後に建設する。スパン割りは、川の円滑な流れを考慮し、既存橋梁に合わせた。既存橋梁の右岸側橋台は川岸から大きく内側に入り、橋長が154mとなっている。新しい橋梁は、河床の現状や右岸側橋台付近の堤防の状況、近傍に位置する建物等を考慮し、橋長137mの短い橋長で計画する。

第2バグマティ橋のスパン割を以下に示す。

$$17\text{m} + 4 @ 30\text{ m} = 137\text{ m} \quad \text{鋼合成桁橋}$$

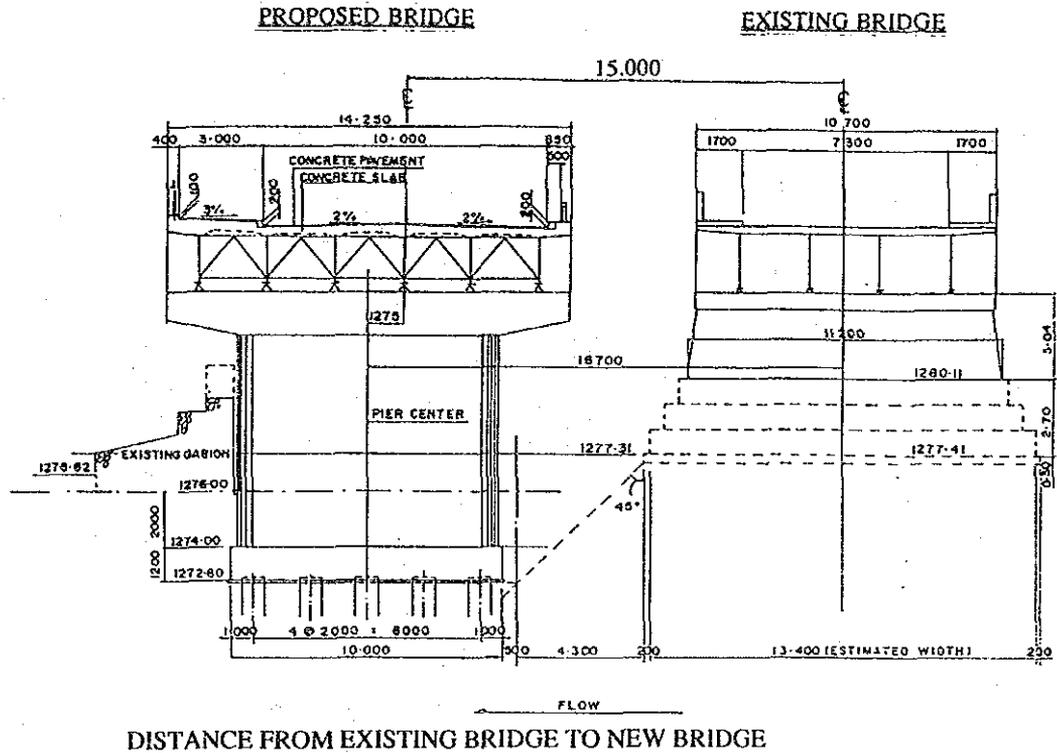
橋梁の施工基面高は、桁下高が計画高水位に対し十分あるため、既存橋に合わせる。

(2) 基礎のかぶり厚

基礎のかぶり厚は、河床の低下を考慮し2.0mとする。

(3) 新橋と既存橋の距離

既存橋の橋脚はブラックコットン（軟弱地盤）上に築かれている。一般的にこの土壌は乾燥時に高い粘着性を持ち、掘削中の地盤の緩みは少ない。掘削中の地盤の緩みは、公式により計算でき、近接する基礎との離れは、これをもとに行った。



(4) 既存橋の防護

既存橋の基礎洗掘防護対策の比較検討を行った。その結果を添付資料5.3.1に示す。河床高を嵩上げ河床の浸食を防ぐため、チェックダム（床固め）を下流に設置すべきである。チェックダムは、鉄筋コンクリート製の永久構造物とする。

また、チェックダムに加え、既存橋の橋脚の周辺の洗掘防止工も行うべきである。この防止工高さは、床固めと同じ高さとする。

(5) 既存トラス橋の撤去

新バグマティ橋の架設位置は、現橋に平行する歩行者用の古いトラス橋を撤去した場所に計画する。この古いトラス橋には新橋に移設する必要がある水道管、電話線、電線が架設されているため、トラス橋撤去に際してはこれらの対策を考慮する。

(6) 配置図

新バグマティ橋の一般配置図を図5.8に示す。

BAGMATI BRIDGE No.1 SKETCH
Multiple Span Composite Steel Girder Bridge

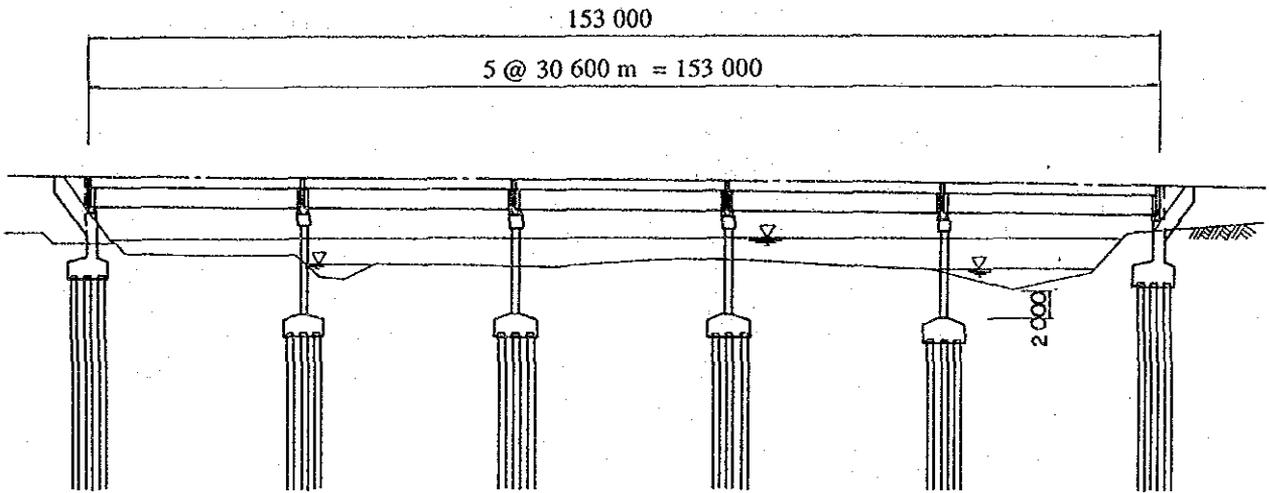


Figure 5.7

BAGMATI BRIDGE No.2 SKETCH
Composite Steel Girder Bridge

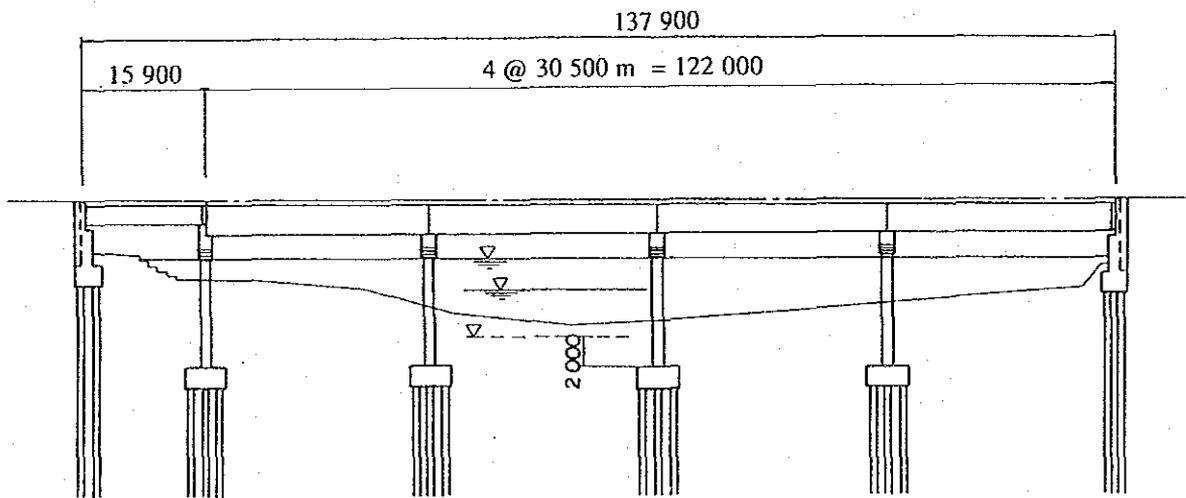


Figure 5.8

5.3.3 第3バグマティ橋（チャクパト橋）

(1) 概要

1987年の航空写真と1974年頃の地形図を比較すると、かなり河道変動があることを示している。既存の左岸は、堆積により旧左岸から45m程度前面に移動し、右岸は逆に侵食により、25m程度後方に移動し、川幅がおよそ145mから120mに狭くなっている。右側橋台位置は、既存の古いギャビオンより後方とし、左側橋台位置は、現河岸より後方とし、橋長は120mとする。

第3バグマティ橋のスパン割を以下に示す。

$$4 @ 30\text{m} = 120\text{ m} \quad \text{鋼合成桁橋}$$

(2) 桁下余裕高と桁下高

第3バグマティ橋架橋地点での高水位は、第4章で述べた計画高水量 $Q = 1,030\text{m}^3/\text{sec}$ より、 $H.W.L. = 1,283.7\text{m}$ と計算した。日本の基準によれば、計画高水量が $500 \sim 2,000\text{m}^3/\text{sec}$ の時の桁下余裕高は $h_o = 1.0\text{ m}$ となる。したがって、第3バグマティ橋の桁下高は、 $H.W.L. + h_o = 1,284.7\text{m}$ とする。

(3) 配置図

一般配置図を図5.9に示す。

5.3.4 第4バグマティ橋（コテスウォール橋）

(1) 概要

この橋の架橋地点は、バグマティ川が、マノハラ川と合流する手前である。この地点の流量と川幅は、合流後の下流地点よりも小さい。1987年の航空写真と1974年頃の地形図によれば、右岸側は7~8m程度の侵食を受け、左岸側は、堆積している。したがって、左側橋台位置は、旧河岸跡より後方とし、右側橋台位置は、現在の流れにより侵食を避けるために現河岸より後方とする。その結果、橋長は60mとし、第4バグマティ橋のスパン割を以下に示す。

$$2 @ 30\text{ m} = 60\text{ m} \quad \text{鋼合成桁橋}$$

(2) 桁下余裕高と桁下高

第4バグマティ橋架橋地点での高水位は、第4章で述べた計画高水量 $Q = 210\text{m}^3/\text{sec}$ より $H.W.L. = 1,286.5\text{m}$ と計算した。日本の基準によれば、計画高水量が $200 \sim 500\text{m}^3/\text{sec}$ の時の桁下余裕高 $h_o = 0.8\text{m}$ となる。したがって、第4バグマティ橋の桁下高は $H.W.L. + h_o = 1,287.3\text{m}$ とする。

(3) 配置図

一般配置図を図5.10に示す。

5.3.5 歩道橋

歩道橋は、新バグマティ橋の両端にある交差点に計画されたものである。設計は、以下の設計条件を使用し、「立体横断施設技術基準・同解説」（日本道路協会）に準じて行った。

設計条件	・活荷重（歩行者）	350 kg/m ²
	・地震荷重（震度）	0.14

歩道橋の型式は、建設費、維持修繕費、コンクリートや鋼材の入手の可能性、支間長、下部工の条件、建設工法と期間、環境条件を考慮して決定した。

その結果、以下の理由により、鋼桁型式が歩道橋用として選定された。

- (i) 道路を横断する橋の長さが21.0～37.0mの範囲にあるため、鋼桁が適している。
- (ii) 現場が軟弱地盤に覆われているため、軽量の上部工（鋼材）が、基礎の反力を減らすには望ましい。
- (iii) 歩道橋は、大型車が多い道路を横断するため、鋼橋の方が建設中の現況交通への影響の点で優れている。
- (iv) バグマティ川を渡る他の4橋すべてが鋼桁橋を採用しているため、歩道橋用鋼桁橋の選択は、建設費、建設の容易さの点で穏当である。

計画された歩道橋の諸元を以下に述べる。

(1) タバタリ歩道橋（カトマンズ側）

幅員	:	3.0m
支間長	:	72.0m (24.0m + 26.0m + 22.0m)
型式	:	鋼桁橋
階段の幅	:	1.5m

(2) クバンドール歩道橋（パタン側）

幅員	:	3.0m
支間長	:	116.0m (21.0m + 37.0m + 26.0m + 37.0m)
型式	:	鋼桁橋
階段の幅	:	1.5m

歩道橋桁下の道路建築限界は、トロリーバスの運行を考慮し6.5mとする。

歩道橋の一般図を図5.11に示す。

タバタリ交差点の横断歩道橋は、景観を考慮した場合、横断歩道を兼ねた地下道／地下街の建設が代替案として考えられる。以下

にその比較案結果を示す。

横断歩道橋

歩道橋は、カトマンズ市の景観を損ねる可能性もあり、その設計については周囲の景観を損なわないよう、経済性の範囲で橋梁の形式、デザイン、材料等を配慮する必要がある。歩道橋は景観の面で明らかに地下道に比べ劣るが、工事費はほぼ同等で、維持管理が容易であり、建設工期が短く、工事中において一般通行車両に与える影響も少ない点で優位である。PC橋梁は景観的に優れているが、鋼橋に比べて建設費が高い、施工工期の長い、交通量の多いタバタリ交差点で車を通しながらの工事となり仮設工事が困難等の問題があり、総合的に判断し鋼桁橋で計画した。

横断地下道／地下街／アーケード

地下道はカトマンズの景観を損ねることは無いが、解決すべき幾つかの問題や課題がある。

- (i) 横断地下道は維持管理や運転に必要な照明や排水等の施設が必要である。現在カトマンズでは電力不足のため、停電が頻繁にあり、これらの状況が改善されないかぎり、これらの施設の適正な運営と維持管理は困難である。
- (ii) 地下道に商店街も含めて建設し、地下道の維持管理および照明等の運転費用を負担させる考え方もある。しかしながら、その場合には、地下商店街のための広いスペースが必要であり、横断歩道橋と比べて建設費は2-3倍となる。
- (iii) さらに、地下商店街を構成するような地下道は、横断歩道の目的から外れ、民間の商業ベースとなり、国の補助金や第3国からの公的な資金援助が受けられず、実現が困難である。
- (iv) カトマンズの中心地ラトナパークの地下道は、カトマンズ唯一の横断地下道であるが、治安と衛生上の問題でほとんど利用されていない。計画の地下道も道路局や関係当局によって衛生的に安全に維持されないかぎり、同じ問題を持つものと思われる。

- (v) 地下街の建設は、交差点内の迂回路の建設をするためのスペースが十分でないため、交通規制や管理が必要となるが、この結果、建設中において交通が著しく妨げられる。

以上の点を総合的に判断して、地下街の景観の面では優れているが、経済性、維持管理と運転、衛生面と安全性、プロジェクト実施しやすさや施工性等の観点から、タバタリの交差点の横断歩道の施設としては提案できないとの結論に達した。

BAGMATI BRIDGE No.3 SKETCH
Multiple Span Composite Steel Girder Bridge

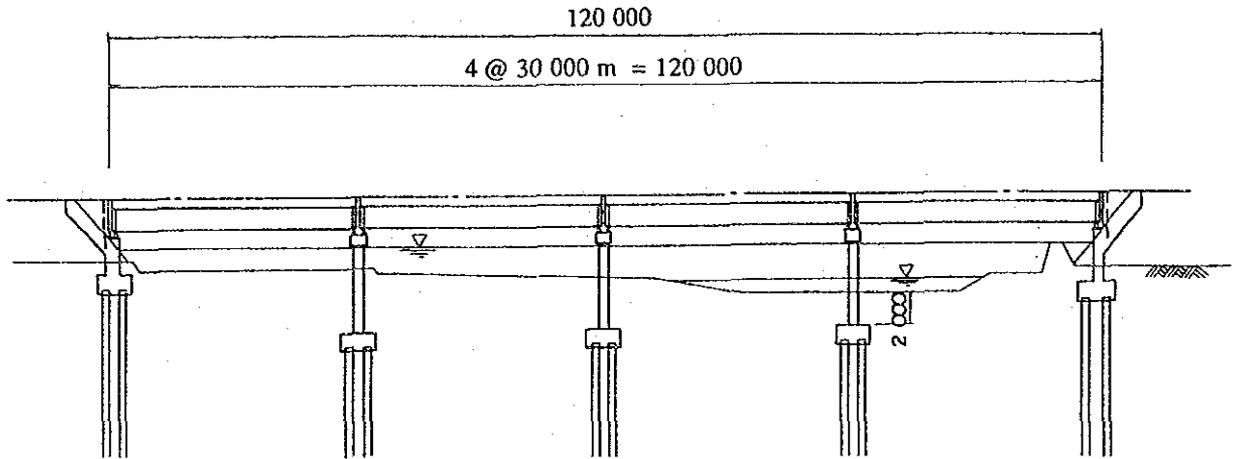


Figure 5.9

BAGMATI BRIDGE No.4 SKETCH
Composite Steel Girder Bridge

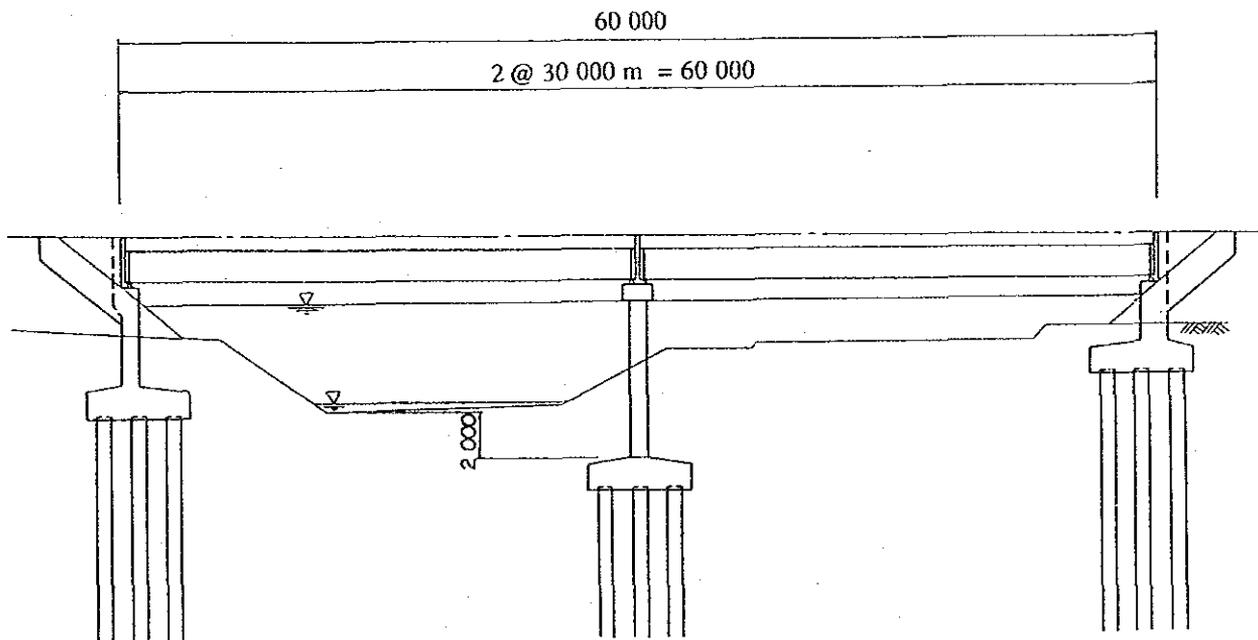
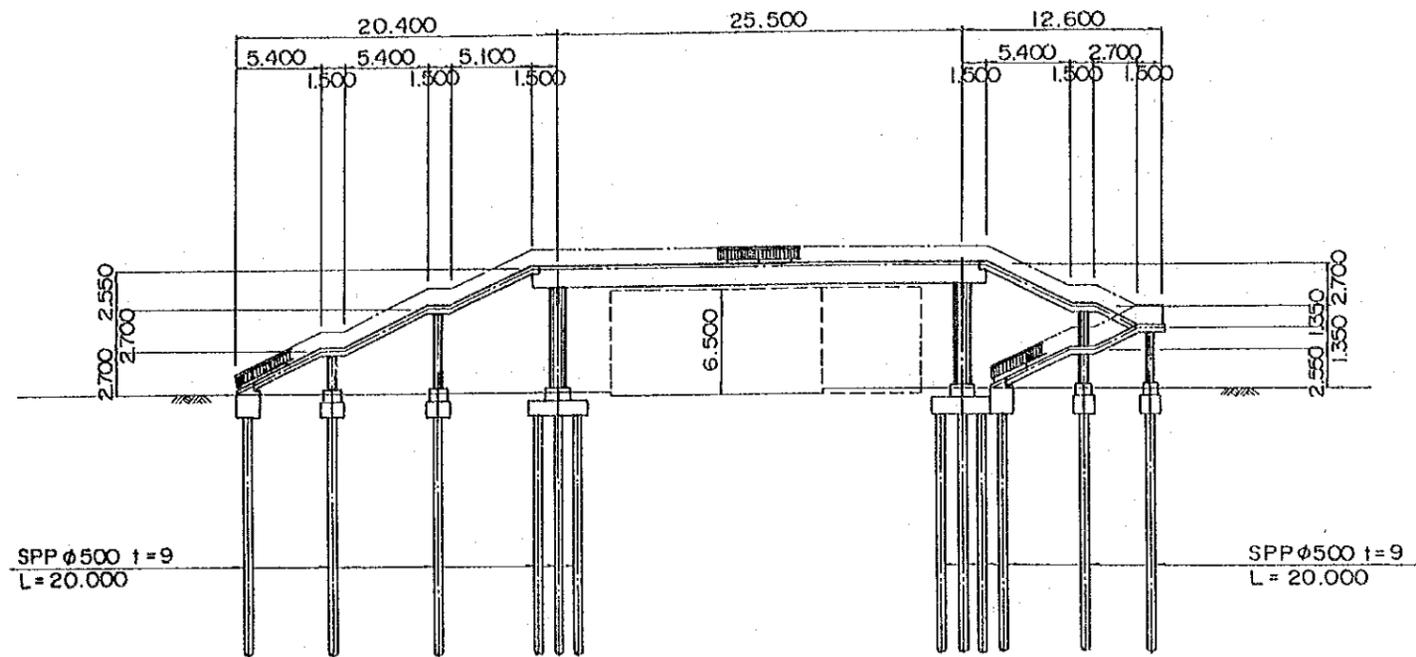
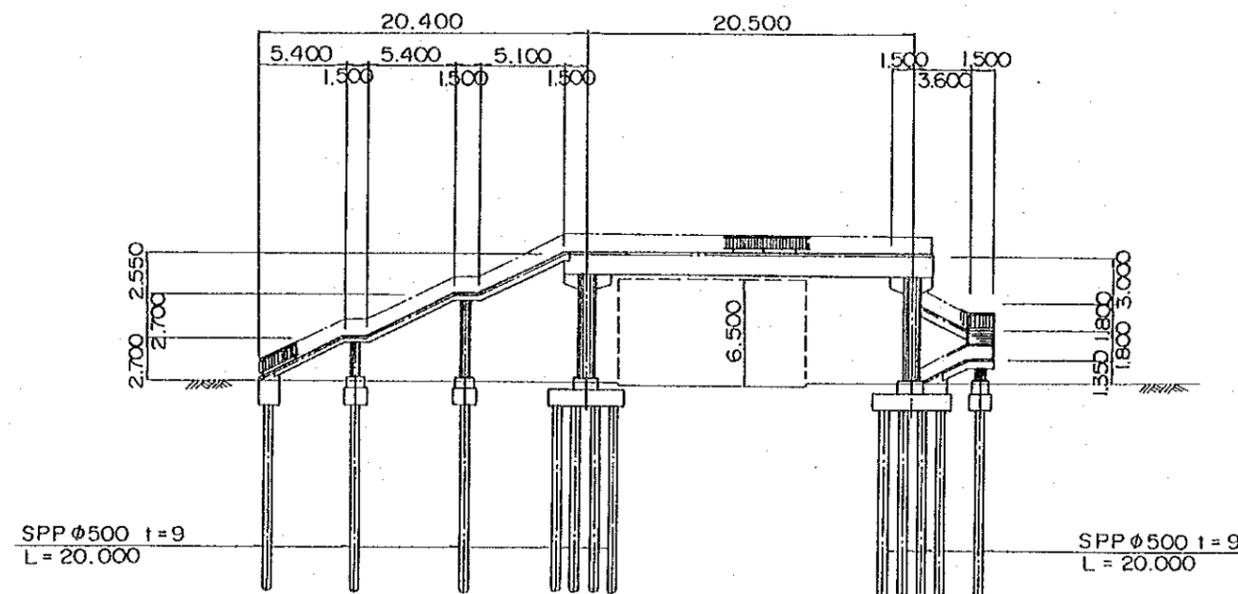
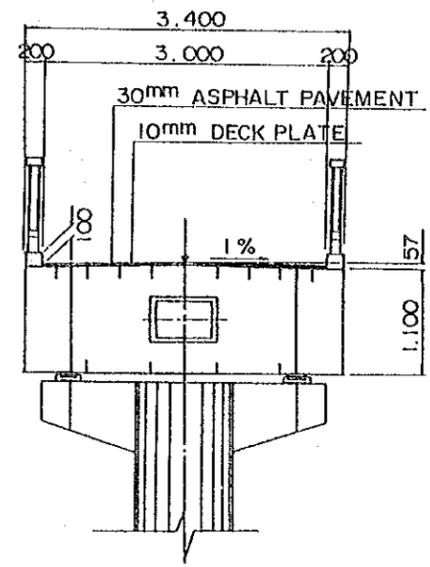


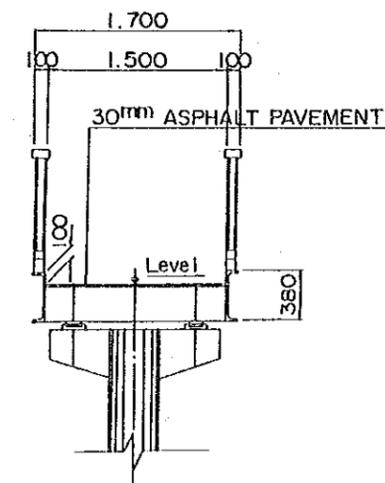
Figure 5.10



Thapathali Side



Patan Side



Cross-Section

Figure 5.11 General Plan of Pedestrian Bridge

5.4 排水設計

計画道路の通過する地域の地形はわずかに傾斜した比較的平らな地形であり、排水構造物の設置に大きな問題はない。道路排水施設は、路面排水と路側排水の2つの施設に分けられる。

5.4.1 路面排水

路面排水施設は、以下の位置に設ける。

- (i) 縦断線形上サグとなる箇所
- (ii) 現況河川や排水構造物の横断箇所
- (iii) 現況水路との取り付き箇所

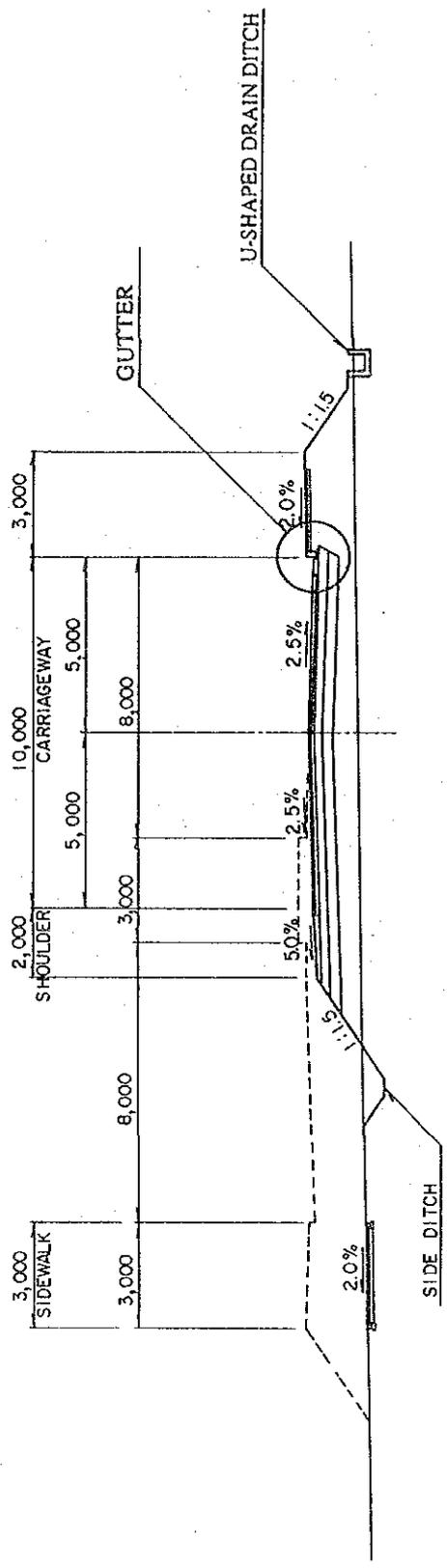
計画道路の標準路面排水施設を図5.11に示す。排水施設設置の基本方針は以下のとおりである。

- (i) 幅員2.0m以上の歩道には街渠を設け、側溝柵は20m間隔で設置する。
- (ii) ふた付きのキャッチピットは100mおきに設置する。その間の縦断勾配は河川勾配と同一とする。
- (iii) パイプカルバートの径は維持管理や水理現象を考慮し、最小径40cmとする。

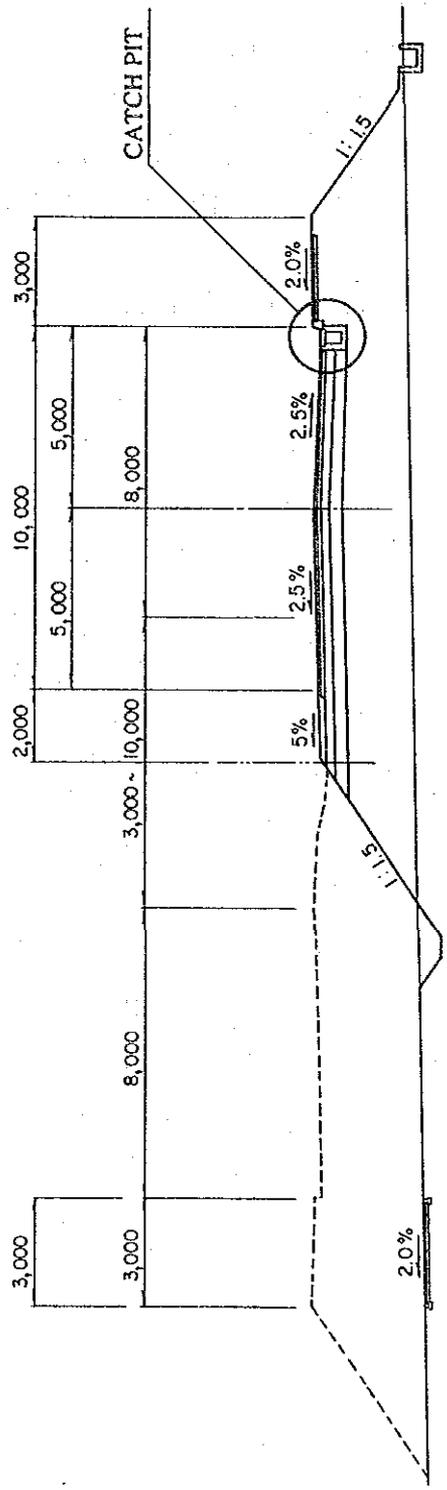
5.4.2 路側排水

路側排水の目的は、降雨による洪水から道路構造物や沿道地域を守ることである。このため十分な排水能力を持った排水施設を盛土のり尻に設け、適切に既存の排水路や河川に接続する必要がある。排水施設の設置基準は以下のとおりとする。

- (i) 維持管理を軽減するために直径60mm以上のパイプカルバートを使用する。
- (ii) 最小流速は土砂の堆積を防ぐため0.8m/secとし、最大流速は洗掘を避けるため3.0m/secとする。
- (iii) カルバートの出口は開水路として計画する。



To be adopted in Open Area



To be adopted in Open Area beside the River

Figure 5.12 Proposed Road Surface Drainage System

5.5 舗装設計

5.5.1 舗装種別の選定

舗装種別は一般的に、たわみ性舗装（アスファルト舗装）、剛性舗装（コンクリート舗装）に区分され、その種別は次に示すそれぞれの舗装の特質にもとづき決定される。

- (i) 耐用年数（たわみ性舗装10年、剛性舗装20-30年）
- (ii) 経済性（剛性舗装のコストは一般にたわみ性舗装より高い）
- (iii) 地盤条件（一般的に剛性舗装は軟弱地盤には採用されない）
- (iv) 地域条件（利用可能な材料、政府の方針）

カトマンズバレー地域の地質等の自然条件、経済性等を考慮して、計画道路の舗装としてはたわみ性舗装を提案した。

5.5.2 たわみ性舗装の代替案

たわみ性舗装には浸透式工法、加熱混合式工法がある。

(1) 浸透式工法

浸透式工法は維持管理の容易さ、および加熱混合式に比べて安いことからネパールにおいて一般的に採用されている工法であるが、耐用年数が短いこと、品質が安定しないことから、本工法を重車両の通過する都市内幹線道路に採用することには問題がある。浸透式工法は建設時の材料調整が難しく、十分な経験を積んだ熟練作業員により実施されないかぎり耐久性、耐水性、安定性の確保は困難である。浸透式工法による舗装の共用性を確保するには耐用年数以内において、パッチングやオーバーレイによる定期的で確実な維持管理が必要となる。したがって浸透式工法は高規格な道路に適用せず、幅員の小さい低規格道路に採用されるべきと考える。

(2) 加熱混合方式工法

加熱混合方式工法は一般に都市道路、特に重交通の幹線道路に採用される。加熱混合方式工法はプラントの設置および工事現場での品質管理のための熟練労働者や技術者を必要とするため、浸透式工法に比べて初期投資額が高くなる。しかしながら、加熱混合方式工法はプラントで管理されるため品質が安定し、浸透式工法に比べて長い耐用年数、高い耐久性、耐水性、安定性を期待できる。また、加熱混合方式工法は舗装施行後、直ちに交通解放できるため、工事中の交通混雑

の影響を少なくでき、交通量の多い都市道路の舗装に適している。このことから、加熱混合式工法は高い初期投資を必要とするが、交通量の多い都市内の幹線道路には、浸透式工法に比べて優れている。また維持管理費が少ない点も考慮し、加熱混合方式工法の採用を提案する。

5.5.3 舗装厚

舗装厚の設計は「アスファルト舗装要領、日本道路協会」に従って行う。交通荷重は交通量調査結果に基づいて計算し、路床等の設計諸定数は地質調査等より得られたデータを採用した。

舗装各層の構成、厚さは路床の強度、交通量、気象条件、経済性等を総合的に判断して決定する。

(1) 交通量の区分

供用後5年の大型車の1日1方向あたりの交通量をベースにし、表5.3に示すように大型車交通量別の交通量区分を5つに分ける。

Table 5.3 Road Classification by Traffic

Classification	One-way Daily Traffic of Heavy Vehicles
L	Less than 100
A	100 to 250
B	250 to 1,000
C	1,000 to 3,000
D	More than 3,000

供用後5年の大型車の1日1方向あたりの交通量は、工事完成を1997年と想定した2002年における交通量とする。対象となる計画道路の2002年の交通量予測および交通量区分を表5.4に示す。

Table 5.4 Estimated Traffic Volume and Traffic Classification

Road Section	One-way Daily Traffic Volume of Heavy Vehicles in 2002	Traffic Classification
South Link of Inner Ring Road	1,150	C
Patan Access	500	B
New Bagmati Bridge at Thaphatari	2,450	C
Koteswor Access	850	B
Central Bus-terminal Access	650	B

(2) 設計CBR

舗装厚設計のために路床土を採取し、土質試験を実施して設計CBRを求めた。
 テイミ土取場の試験結果から設計CBRを4%と設定した。

(3) 舗装厚の設計

舗装厚は路床の設計CBRおよび交通量区分にもとづき表5.5に示す目標Ta値以上、合計厚を1/5以上減少しないよう設計する。Taとは舗装構成をすべて加熱アスファルト混合物で行う場合に必要な厚さを示している。

Table 5.5 Target Values for TA and Total Pavement Thickness

Design CBR	Road Classification									
	L		A		B		C		D	
	Ta	H	Ta	H	Ta	H	Ta	H	Ta	H
2	17	52	21	61	29	74	39	90	51	105
3	15	41	19	48	26	58	35	70	45	83
4	14	35	18	41	24	49	32	59	41	70
6	12	27	16	32	21	38	28	47	37	55
8	11	23	14	27	19	32	26	39	34	46
12	-	-	13	21	17	26	23	31	30	36
20 or more	-	-	-	-	-	-	20	23	26	27

交通量区分をよび設計CBRより計画道路に求められるTaおよび合計厚を表5.6に示す。

Table 5.6 Pavement Thickness Required for Proposed Road

Type	The Desirable T_A	Total Thickness of Pavement (cm)	Proposed Road
Type-I	23.5	50	Sanepa Access Patan Access Koteswor Access Central Bus Terminal Access
Type-II	31.0	61	South Link of Inner Ring Road New Bagmati Bridge at Thaphatari

(4) 舗装構成の代替案

T_Aは次式により算出する。

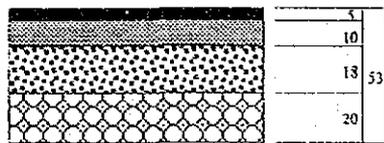
$$T_A = a_1 T_1 + a_2 T_2 + \dots + a_n T_n$$

ここに

a_n: 表5.7に示す等値換算係数

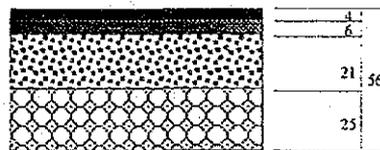
T_n: 構成各層の厚さ(cm)

表5.7に示す等値換算係数は各工法、材料の1cmが表層基層加熱アスファルト混合物の何cmに相当するかを示す値である。たとえば粒度調整の1cm厚は表層基層加熱アスファルト混合物の0.35cmに相当する。検討により、それぞれの舗装厚について図5.13に示す2つの舗装構成の代替案を求めた。なお、セメントまたは石灰安定処理路盤は短い工期、気象条件（雨期の施工の問題）等を考慮し検討から除外した。



Surface course (Hot asphalt mix)
Base course (Bituminous stabilization, Stability>350kgf)
Base course (Crushed stone for mechanical stabilization, CBR>80)
Subbase course (Crusher-Run, CBR>30)

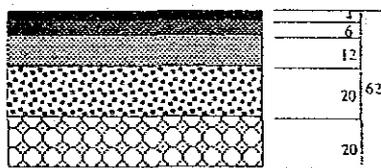
Type I-1



Surface course (Hot asphalt mix)
Binder course (Hot asphalt mix)
Base course (Crushed stone for mechanical stabilization, CBR>80)
Subbase course (Crusher-Run, CBR>30)

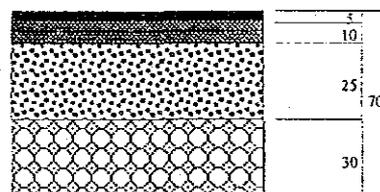
Type I-2

Pavement Type I



Surface course (Hot asphalt mix)
Binder course (Hot asphalt mix)
Base course (Bituminous stabilization, Stability>350kgf)
Base course (Crushed stone for mechanical stabilization, CBR>80)
Subbase course (Crusher-Run, CBR>30)

Type II-1



Surface course (Hot asphalt mix)
Binder course (Hot asphalt mix)
Base course (Crushed stone for mechanical stabilization, CBR>80)
Subbase course (Crusher-Run, CBR>30)

Type II-2

Pavement Type II

Unit: centimeter

Figure 5.13 Alternative Pavement Structure

Table 5.7 Coefficient of Relative Strength for Calculating TA

Pavement Course	Method and Materials of Construction Used	Conditions	Coefficients
Binder and Surface Courses	Hot asphalt mix for binder and surface courses		1.00
	Base course	Bituminous stabilization	Hot mixed, Marshall stability: 350 kg or more
Cold mixed, Marshall stability: 250 kg or more			0.55
Cement stabilization		Unconfined compressive strength(7 days): 30kg/m ²	0.55
Lime stabilization		Unconfined compressive strength(10 days): 10kg/m ²	0.45
Mechanically stabilized Gravel and Slag		Modified CBR: 80 or more	0.35
Hydraulic mechanically stabilized slag		Modified CBR: 80 or more	0.55
Subbase course	Penetration macadam	Unconfined compressive strength(14 days): 12kg/m ²	0.55
		Modified CBR: 30 or more	0.25
	Crusher-run, Slag Sand	Modified CBR: 30 or more, less than 30	0.20
		Cement stabilization	Unconfined compressive strength(7 days): 10kg/m ²
	Lime stabilization		Unconfined compressive strength(10 days): 7kg/m ²

(5) 最適舗装構成

舗装構成タイプI-1およびタイプII-1は耐久性、耐水性、安定性にすぐれた高品質の舗装を計画したものであるが、建設費は安価な砕石を利用したタイプI-2およびタイプII-2に比べて高い。

計画道路に対しては建設費の安いタイプI-2、タイプII-2を提案する。

5.5.4 歩道舗装

歩道の舗装は要領を準用して、図7.14に示す構造を採用する。

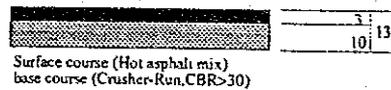


Figure 5.14 Pavement Structure of Side-Walk

5.6 道路附属施設設計

5.6.1 公共サービスの敷設スペース

地下または空間を使用する公共サービス施設は、計画道路の路肩か歩道に設置する。3.0m幅をもつ路肩か歩道には、以下の施設を設置するためのスペースを設ける事が可能である。

- (i) 送水管、水道管
- (ii) 電線管
- (iii) 電話線
- (iv) 下水道

5.6.2 バス停車帯

計画道路はバスサービス路線になるため、バスが停車するための必要な専用スペースが必要である。バス停車帯は両端にテーパーを設置する。一般的に停留車線は、大型バス1台が停車するに十分な長さ15.0m、幅3.0mでの停車帯と、走行車線に合流するための最小限の20mのテーパーを与える。

バス停車帯の計画位置を図5.15に示す。ただし、バス停車帯の最終位置は、次の基準を考慮し関係機関と協議の上決定すべきである。

- (i) バス停車帯は、バスの停車の際に他の道路交通によって妨害される場所を極力避ける。
- (ii) バス停車帯は、歩行者横断施設や、歩道橋の近くに計画する。
- (iii) バス停車帯は、道路用地内に十分なスペースがあるところに計画する。

また、各バス停車帯には、バスシェルターを設ける。

5.6.3 歩行者用横断施設

本調査では横断歩道と横断歩道橋の2つの歩行者横断施設が計画されている。ボックスカルバートによる地下横断歩道は、治安や排水の問題から提案しない。図面集（パートB）に示す横断歩道橋を新バグマティ橋の両側に設置しタパタリ交差点を横断する歩行者の安全を確保するとともに、増大する交通量を円滑に処理する。横断歩道橋の形式等は、橋梁概略設計のなかに記述してある。

5.6.4 道路照明

照明施設の設置目的は、ドライバーが夜間運転しやすい状況を維持し、交通事故件数を減らすことである。照明施設は、南環状道路と新バグマティ橋に設置する。その他の連絡線には、維持管理費用、交通量、道路機能を考慮し、照明施設は設置しない。

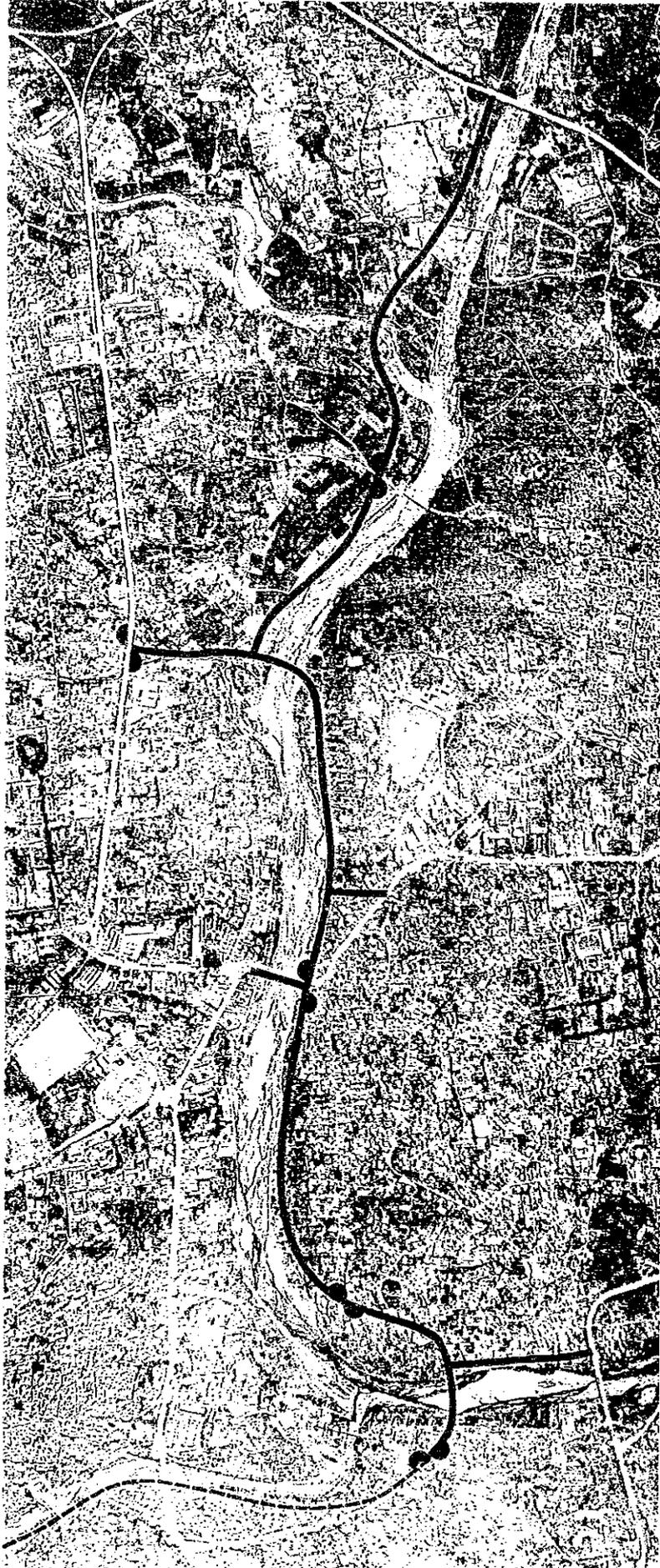
照明灯の数、設置間隔、設置の高さは、必要な路面の輝度をもとに決定する。

5.6.5 交通信号

交通信号は、交通の制御、運転者の安全、円滑な交通流を目的に、平面交差点に導入する。計画の対象となる交通信号の施設は以下のとおりである。

- 信号機
- 信号周辺機器
- 信号制御システム

信号機は、赤、黄、青のレンズをもった高さ6mのアーム式信号灯器を提案する。また、歩行者用信号機は、人の形をした赤、青のレンズを持つ、高さ3.5mのスタンド式信号灯器を交差点の各方向に導入する。



LEGEND

- Bus Bay

Figure 5.15 Proposed Location of Bus Bays

5.7 公共施設の移設と防護

既存公共施設の移設は、異なる開発方針、開発期間、技術基準を持つ数多くの関係各機関が介在するため、都市内道路建設の最も困難な問題のひとつである。既存の公共施設の位置や施設に関する情報は、各関係機関から得る事ができなかった。特に、水道管と配水管のような地下埋設施設に関する情報はほとんど得られなかった。したがって、建設開始前の詳細設計時には詳細な調査を行うべきである。

既存公共施設の概略位置は図面集（パートB）に示してあるが、以下にその概要を述べる。

(i) 南環状道路

低圧電流(220V)と中圧電流(20kV)用の電柱と架空電線が計画道路を横断している。電話の架空線も道路沿いにあるが多くはない。

計画道路を横断する水道管と配水管は、その正確な位置を確認することが不可能である。

(ii) 新バグマティ橋

新橋建設時に取りこわされる既存トラス橋は、現在歩行者用として使用しているが、水道管（直径600mm）、低圧電線、電話線等をかかえているため、これらの施設を新橋建設前に移設する必要がある。

(iii) 新バスターミナル連絡線

高圧(150KV)電線が途中で横断しているが、十分な建築限界があるので、連絡線建設には直接影響はない。

(iv) 他の連絡線

低、中圧電線や電話線が計画道路沿いにあるが、これら公共施設の移設は困難でない。

計画道路の建設で影響を受けるすべて公共施設は、一般的に関係する機関が、自らの費用でこれらの移設・付替工事を行う責任がある。

5.8 概略道路用地計画

計画道路建設に必要な道路用地幅は、道路の平面計画図に示すとおりである。道路用地幅は、第3章で述べたネパールの道路設計基準をもとに計画した。

計画道路	用地幅	
	標準(m)	最小(m)
南環状道路	50	30
新バグマティ橋	50	30
サネバ連絡線	30	20
コテスウォール連絡線	30	20
パタン連絡線	30	13
新バスターミナル連絡線	30	20

5.9 交差点改良

交差点での交通管理は、交差点付近での交通事故や、交通渋滞を防止するために重要である。

交差点改良箇所は、マスタープラン調査の8.2.2に示してあるが、次の交差点が改良のモデル事業として選ばれた。

- (1) アーニコ・ハイウェイの起点マイティガル交差点
- (2) 国立競技場近くのトリプレスウォール交差点
- (3) アーニコ・ハイウェイとリングロードが合流するコテスウォール交差点

図5.16に交差点改良計画（案）を示す。

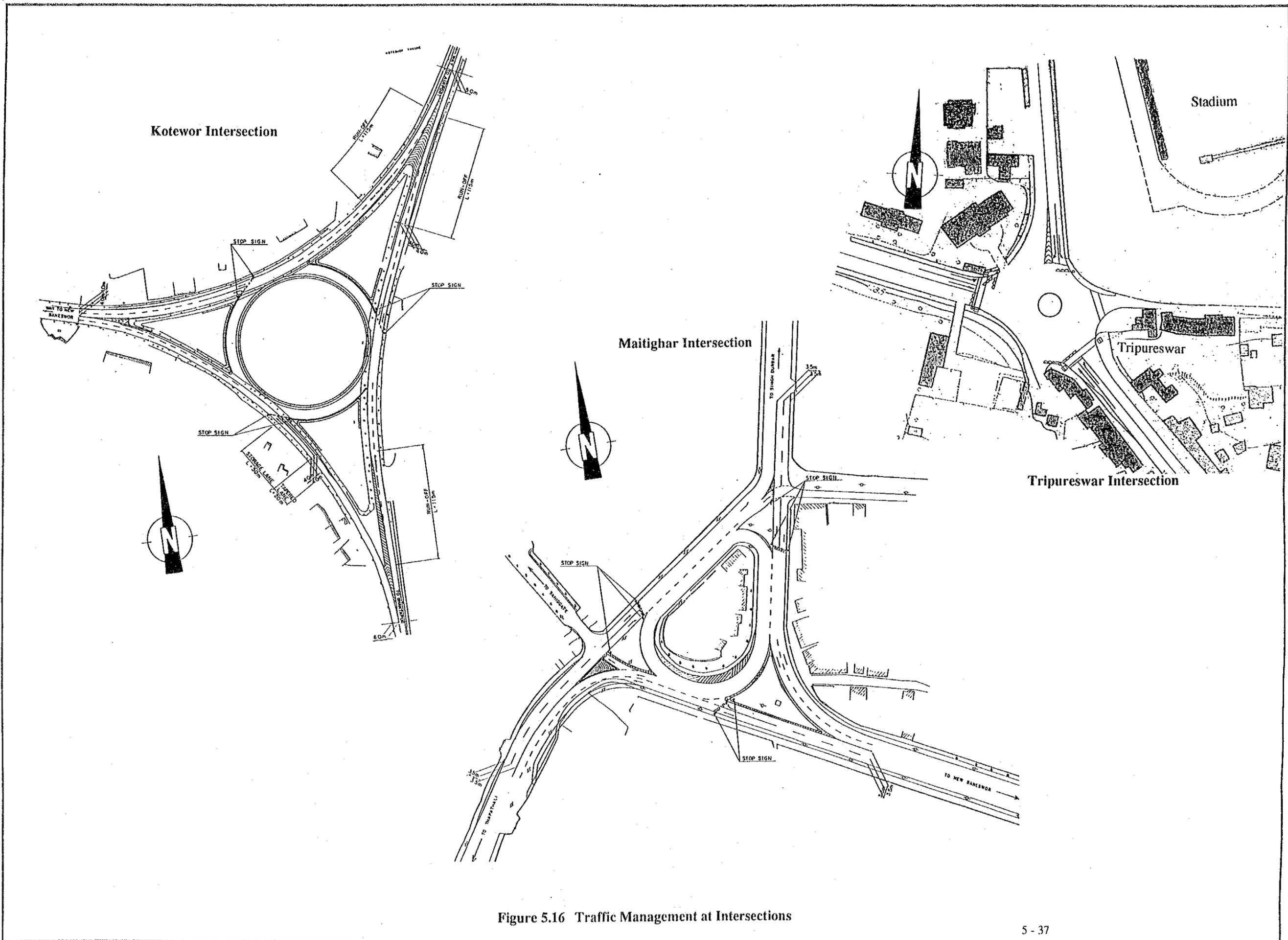


Figure 5.16 Traffic Management at Intersections

第 6 章

施工計画および積算

第 6 章 施工計画および積算

6.1 概要

プロジェクトの建設費は、工事費、用地取得費、補償費、予備費、技術経費、施工監理費等から構成され、本章では以下のプロジェクトにつきその積算を行った。

- (1) バグマティ・コリダールの整備
 - 南環状道路
 - 新バグマティ橋
 - コテスウォール連絡線
 - サネバ連絡線
 - バタン連絡線
- (2) 新バスターミナル連絡線（ナヤバザール～新ターミナル間）の建設
- (3) 交差点の改良（3箇所）

6.2 資材と機械の調達

6.2.1 現地資材

骨材と盛土材の調達

4.2.5で述べたように、コンクリートや舗装用骨材に用いる資材の調達箇所としては以下の地点が適していることを確認した。

資 材	資材調達箇所（土採場、採石場）
土	カバン、ティミ、ゴカルナ・バン
砂利	チュニニケル
砂	ピイケル、カバン、バスンダラ
砕石	ジャルングタール、ゴダワリ、タンコット

6.2.2 プラントと機械

建設機械は、カトマンズの地元業者（例えばNational Construction Corporation; NCC)からいくつかの機種についてレンタルが可能である。しかし、カトマンズ内の建設機械は、そのほとんどの機械が貧弱な性能と小さな容量をもつ旧型であり、機械台数も少なく不十分である。カトマンズで調達可能な機械は以下に示すように、砂、石、レンガのような建設資材の運搬や地ならしに使われる機械である。

- 小型ダンプトラック （6～8 ton）
- ダンプトラック （8～11 ton）
- ブルドーザ （16～21 ton）

6.3 積算条件

プロジェクトの建設費用は、概略設計、施工計画、工程を基に積算した。施工単価は、以下に示す基本方針のもとに積算した。

(1) 建設工事は国際入札によって選ばれた総合建設業者がターンキーにて行うことを前提にする。

(2) 労務費、材料費および機械費は、1992年11月の市場価格をもとにする。

(3) ドルと日本円、ネパールルピーに対する交換レートは、以下のとおりとする。

1.0US\$ = 123.8円 = 46.57 NRs. (1.0NRs. = 2.659円) 1992年11月末現在

(4) 建設単価は外貨（日本円表示）と内貨（NRs.表示）に分けられる。内・外貨に含まれる内容は次のとおりである。

(a) 外貨分

- 輸入資機材
- 現地市場での輸入資材
- 外国人労働者の賃金
- 業者の一般管理費と利益

(b) 内貨分

- 現地調達資材
- 労務費
- 間接費（含仮設費）
- 関税と税金

(5) プロジェクト費用構成

プロジェクト費用は以下の項目から構成される。

- 工事費
- 設計・施工監理費
- 予備費
- 用地補償費
- 政府監督費用

(6) 工事費の構成

工事費は以下の項目から構成される。

- 直接工事費
- 直接仮設費
- 共通仮設費
- 輸送梱包費
- 現場経費
- 一般管理費

(7) 輸入資機材は、燃料を除き、ネパール政府から免税になると仮定した。市場価格の燃料に含まれる関税と税金は、内貨に換算して積算。

(8) 用地補償費は、ADBの実施したカトマンズ都市開発計画調査で算出した単価をもとに積算。

(9) 間接費は、国際入札案件として適正で妥当な値である25%を適用した。

(10) 物価上昇や数量変更を含む予備費は、工事費の15%で計算した。

(11) 技術経費は、工事費の10%で計算した。

6.4 建設単価

各項目の建設単価は、以下に示す労務単価、資材単価および機械単価をもとにして計算した。

6.4.1 資材／労務／機械単価

(1) 資材単価

建設資材は、下記の国から輸入するものとして仮定した。

- セメント : インドネシア
- 鉄筋 : 韓国
- アルファルト : シンガポール
- 爆薬 : 日本
- 構造用鋼材 : 日本
- ギャビオン網 : 日本
- 信号機 : 日本

上記仮定にもとづき、建設資材のCIFカルカタ価格をもとめた。また、カルカタとカトマンズ間の内陸輸送費を内貨分として建設費に含めた。資材単価を表6.1に示す。

(2) 労務単価

労務単価は、ネパールの工事経験がある外国建設業者が支払った平均賃金を参考にして単価を積算した。この賃金には残業分も含まれている。職階による平均賃金を表6.2に示す。

(3) 機械単価

機械単価は、輸出国の港（積算上、日本の東京港と仮定）で船積みした場合のFOB価格を利用した。機械損料算出に使用した機械の購入価格は、1992年11月の日本の価格である。単価の外貨分には、機械損料、付属部品等を含み、内貨分には、修理管理のための機械費を含んでいる。機械単価を表6.3に示す。

6.4.2 施工単価

各工事の建設単価は、得られた資材単価、労務単価、機械単価等をもとに、積み上げにより算出した。計算には、現地製品の調達の可能性や現地建設状況を考慮した。その施工単価を表6.4に示す。

Table 6.1 Unit Cost of Major Construction Material

Unit: NRs.	
Materials	Unit Cost
Cement (Local)	4,400
Cement (Imported)	5,280
Reinforcement	30,000
Fuel (Diesel)	10
Petrole (Gasolin)	25
Lubricant	150
Grease	125
Asphalt bitumen	22,000
Bitumen emalusion	14
Timber	37,400
Plywood	583
Structural steel	28,100
Gabion wire mesh	35
Fine aggregate	850
Coarse aggregate	725
Crushed stone	575
Boulder	575

Table 6.2 Unit Cost of Labor (Wage Rate)

Unit : NRs.		
Description	Unit	Wage Rate
Foreman	Man Day	100
Skilled labour	Man Day	85
Unskilled labour	Man Day	45
Operator, light	Man Day	75
Operator, heavy	Man Day	75
Assist. operator	Man Day	65
Driver, dump truck	Man Day	70
Driver, vehicle	Man Day	55
Assist. driver	Man Day	45
Electrician	Man Day	80
Assist. electrician	Man Day	45
Mechanic	Man Day	60
Assist. mechanic	Man Day	45
Carpenter	Man Day	80
Concrete worker	Man Day	80
Reinforcement worker	Man Day	75
Masonry worker	Man Day	80
Pavement worker	Man Day	50
Driller	Man Day	80
Blaster	Man Day	80

Source: DOR, Patan District Office

for Fiscal Year 047/48 (1991/92)

Table 6.3 Unit Cost of Major Equipment

Unit: NRs.		
Description	Unit	Unit Cost
Bulldozer, 21 ton	hr	4,230
Backhoe, 0.6m ³	hr	1,990
Backhoe, 0.35m ³	hr	1,340
Tractor shovel, 2.1 m ³ , wheel	hr	1,970
Dump truck, 11 ton	hr	1,210
Dump truck, 4 ton	hr	590
Truck, 4 ton	hr	560
Truck, 4 ton , with crane 2ton	hr	680
Truck crane, 20 ton	hr	2,490
Truck crane, 40 ton	hr	5,690
Vibro-pile driver	hr	18,170
Road sprinkler, 5.5 ton	hr	780
Motor grader, 3.1 m	hr	1,720
Macadam roller, 10 ton	hr	1,260
Tire roller, 8-20 ton	hr	1,320
Vibrating roller, 0.8-1.1 ton	hr	400
Asphalt finisher, 2.4-4.5m	hr	4,180
Asphalt finisher, 40ton	hr	8,860

Table 6.4 Unit Cost for Work Items

Description	Unit	Unit : NRs.		
		Foreign Portion	Local Portion	TOTAL
Clear site and stripping	m2	16	4	20
Removal of existing pavement material	m3	308	77	385
Removal of existing bridge at Thaphatali	L.S	4,802,398	1,200,600	6,002,998
Removal of existing structures	m3	1,566	392	1,958
Fill in soft material	m3	335	84	419
Spoil in soft material	m3	241	60	301
Sodding	m2	156	39	195
Plant selected trees	no.	1,292	0	1,292
Gabion	m3	1,957	345	2,302
Stone Masonry	m2	4,885	1,221	6,106
Excavation in soft material for structures	m3	40	10	50
Backfilling with selected materials for structures	m3	36	9	45
Side block	m	558	239	797
Kerb stone (A)	m	1,352	580	1,932
Kerb stone (B)	m	2,668	1,143	3,811
Kerb stone for bridge	m	570	244	814
Pipe culvert D300	m	2,110	904	3,014
Pipe culvert D600	m	3,720	1,594	5,314
Pipe culvert D1000	m	7,445	3,191	10,635
U shaped drain ditch (0.3 x 0.3m)	m	1,384	593	1,977
U shaped drain ditch (0.5 x 0.5m)	m	1,912	820	2,732
U shaped drain ditch (1.0 x 1.0m)	m	4,624	1,982	6,606
Side drain with stone pitching	m	1,373	343	1,716
Catch pit	no.	6,811	2,919	9,730
Manhole	no.	11,379	4,877	16,256
Subbase course	m3	648	162	810
Base course	m3	1,173	293	1,466
Prime coat, 1.0 litre/m2	m2	33	1	34
Tack coat, 0.4litre/m2	m2	11	0	11
Asphalt concrete binder course t=6cm	m2	577	86	663
Asphalt concrete binder course t=10cm	m2	968	145	1,113
Asphalt concrete surface course t=4cm	m2	415	62	477
Asphalt concrete surface course t=5cm	m2	512	77	589
Side walk t=13cm	m2	402	60	462
Road lighting	no.	269,413	5,498	274,911
Traffic signal	portion	4,598,410	93,845	4,692,255
Lane marking 15cm	m	54	1	55
Information sign	no.	222,546	4,542	227,088
Steel pile D800	m	22,121	451	22,572
Steel pile D500		11,060	226	11,286
Concrete class-A, 240kg	m3	4,598	94	4,692
Concrete class-C, 180kg	m3	3,627	74	3,701
Formwork for superstructures	m2	632	271	903
Formwork for all structures other than superstructur	m2	408	175	583
Reinforcement	ton	37,914	774	38,688
Prate girder (material,assemble,transportation,electi	ton	488,414	25,706	514,120
Bridge railing	m	21,742	1,144	22,886
Excavation for diversion of the river	m3	40	10	50
Construction and removal of temporary road	m3	335	84	419
Temporary bridge	m	52,156	2,745	54,901
Steel sheet pile	m	2,673	141	2,814

6.4.3 用地補償費

用地補償費は、表6.5に示す"Ministry of Housing and Physical Planning" から入手した標準レートをもとに計算した。

表6.5 用地補償費の単価

Description	Unit	Unit Price (NRs)	Remarks
Unit Cost of Land Acquisition			
Residential Area	ha	40 million	
Commercial Area	ha	80 million	
Industry Area	ha	24 million	
Agriculture Area	ha	12 million	
Unit Cost of Building Acquisition			
Commercial Building			
(Good Condition)	m ²	7,000	
(Average Condition)	m ²	4,250	
(Poor Condition)	m ²	2,750	
(Bad Condition)	m ²	1,000	
Residential Building			
(Good Condition)	m ²	7,000	
(Average Condition)	m ²	4,250	
(Poor Condition)	m ²	2,750	
(Bad Condition)	m ²	1,000	

Source: Kathmandu Urban Development Project
Project Preparation Report, March 1992

6.5 工事数量

主要工事数量の概要を表6.6に示す。

6.6 プロジェクト費用

6.6.1 工事費

1992年11月時点の全建設パッケージの工事費を表6.7に示す。

6.6.2 用地補償費

表6.8に用地補償費（含公共施設の移設）の積算結果を示す。

6.6.3 プロジェクト費用

工事費、用地補償費、予備費、技術経費（詳細設計と施工監理）を含むプロジェクト費用全体の概要を表6.9に示す。

Table 6.6 Work Quantities for Each Proposed Road

Description	Unit	South link of Inner Ring Road	Sanepa Access	Patan Core Access	Koteswor Access	Central bus terminal Access	New Bagmati Bridge No.2	Intersections (3 Places)	TOTAL
Clear site and stripping	m2	76,464	8,830	3,556	45,000	38,012		2,500	174,362
Removal of existing pavement material	m3	100					100		200
Removal of existing bridge at Thaphatali	L.S						1		1
Removal of existing structures	m3	100					100		200
Fill in soft material	m3	121,575	9,582	2,511	68,173	41,384	1,300	5,000	249,525
Spoil in soft material	m3	5,655	1,373	275	11,004	196	130		18,633
Sodding	m2	25,648	2,414	1,086	15,599	10,856		1,250	56,853
Plant selected trees	no.	744							744
Gabion	m3	3,460			620		3,210		7,290
Stone Masonry	m2	5,136		490	250		1,250	150	7,276
Excavation in soft material for structures	m3	9,390			2,630	120	14,610		26,750
Backfilling with selected materials for structures	m3	6,900			2,020	40	10,460		19,420
Side block	m	2,840							2,840
Kerb stone (A)	m	2,521	990	400	4,064	3,730			11,705
Kerb stone (B)	m	1,795			150		400		2,345
Kerb stone for bridge	m	546			120		276		942
Pipe culvert D300	m	1,155	188	80	1,600	750			3,773
Pipe culvert D600	m	1,770	240	200	1,060	760	100	60	4,190
Pipe culvert D1000	m	205	74		81	133	80		573
U shaped drain ditch (0.3 x 0.3m)	m		940	365					1,305
U shaped drain ditch (0.5 x 0.5m)	m	3,167			3,615	3,572			10,354
U shaped drain ditch (1.0 x 1.0m)	m	300				132			432
Side drain with stone pitching	m	1,934						500	2,434
Catch pit	no.	158	47	20	206	187	20	3	641
Manhole	no.	96	102	4	114	90	4	3	413
Subbase course	m3	13,028	638	423	2,894	4,875	290	750	22,898
Base course	m3	11,298	552	368	2,504	4,219	310	500	19,751
Prime coat, 1.0 litre/m2	m2	38,968	4,880	1,600	22,620	18,650	5,565	2,500	94,783
Tack coat, 0.4litre/m2	m2	71,288	4,880	1,600	22,140	18,650	4,185	1,000	123,743
Asphalt concrete binder course t=6cm	m2	1,750	4,880	1,600	22,140	18,650	2,910	2,500	54,430
Asphalt concrete binder course t=10cm	m2	35,100					1,280		36,380
Asphalt concrete surfase course t=4cm	m2	4,480	4,880	1,600	22,620	18,650	4,700	2,500	59,430
Asphalt concrete surfase course t=5cm	m2	35,100					1,280		36,380
Side walk t=13cm	m2	19,335	2,440	1,600	11,370	9,325	1,490		45,560
Road lighting	no.	42					22		64
Traffic signal	portion	4	1	1	1	2	1	2	12
Lane marking 15cm	m	12,694	1,575	690	6,741	5,775	1,258	2,400	31,133
Information sign	no.	19	3	3	3	6	4	9	47
Steel pile D800	m	4,474			1,530		1,680		7,684
Steel pile D500		1,840					1,640		3,480
Concrete class-A, 240kg	m3	3,970			970	73	2,170		7,183
Concrete class-C, 180kg	m3	120			30	8	3,136		3,294
Formwork for superstructures	m2	4,100			910		2,170		7,180
Formwork for all structures other than superstructur	m2	3,290			880	245	8,706		13,121
Reinforcement	ton	472			112	8	250		842
Prate girder (material,assemble,transportation,electi	ton	678			117		405		1,200
Bridge railing	m	546			120		276		942
Excavation for diversion of the river	m3	2,680							2,680
Construction and removal of temporary road	m3	8,290			1,670				9,960
Temporary bridge	m	12					70		82
Steel sheet pile	m						8,260		8,260

Table 6.7 Summary of Construction Cost

Description	South Inner King Road Incl. Br.No1&No3, Patan Inter. & Pedest. Br.	New Bagmati Bridge Incl. Thapathali Inter Pedestrian Br. Check Dam	Sanepa Access	Koteswor Access Incl. Br. No.4	Patan Core Access	New Bus Terminal Access	Traffic Manag. at Intersections	Total
Clear site and stripping	1,529,280	0	176,600	900,000	71,120	760,240	50,000	3,487,240
Removal of existing pavement material	38,500	38,500	0	0	0	0	0	77,000
Removal of existing bridge at Thaphatali	0	0	0	0	0	0	0	0
Removal of existing structures	195,800	195,800	0	0	0	0	0	391,600
Fill in soft material	50,939,925	544,700	4,014,858	28,564,487	1,052,109	17,339,896	2,095,000	104,550,975
Spoil in soft material	1,702,155	39,130	413,273	3,312,204	82,775	58,996	301,000	5,909,533
Sodding	5,001,360	0	470,730	3,041,805	211,770	2,116,920	243,750	11,086,335
Plant selected trees	961,248	4,834,200	0	0	0	0	0	5,795,448
Gabion	7,964,920	8,661,220	0	1,427,240	0	0	0	18,053,380
Stone Masonry	31,400,416	2,008,000	0	1,526,500	2,991,940	0	915,900	38,842,756
Excavation in soft material for structures	438,500	571,200	0	131,500	0	6,000	0	1,147,200
Backfilling with selected materials for struc.	301,500	148,500	0	90,900	0	1,800	0	542,700
Side block	2,263,480	0	0	0	0	0	0	2,263,480
Kerb stone (A)	4,870,572	0	1,912,680	7,851,648	772,800	7,206,360	1,545,600	24,159,660
Kerb stone (B)	6,840,745	1,524,400	0	571,650	0	0	0	8,936,795
Kerb stone for bridge	444,444	224,664	0	97,680	0	0	0	766,788
Pipe culvert D300	3,481,170	0	566,632	4,822,400	241,120	2,260,500	0	11,371,822
Pipe culvert D600	9,405,780	531,400	1,275,360	5,632,840	1,062,800	4,038,640	318,840	22,265,660
Pipe culvert D1000	2,180,175	850,800	786,990	861,435	0	1,414,455	0	6,093,855
U shaped drain ditch (0.3 x 0.3m)	0	0	1,858,380	0	721,605	0	1,581,600	4,161,585
U shaped drain ditch (0.5 x 0.5m)	8,652,244	0	0	9,876,180	0	9,758,704	0	28,287,128
U shaped drain ditch (1.0 x 1.0m)	1,981,800	0	0	0	0	871,992	0	2,853,792
Side drain with stone pitching	3,318,744	0	0	0	0	0	858,000	4,176,744
Catch pit	1,537,340	194,600	457,310	2,004,380	194,600	1,819,510	29,190	6,236,930
Manhole	1,560,576	65,024	1,658,112	1,853,184	65,024	1,463,040	48,768	6,713,728
Subbase course	10,552,680	234,900	516,780	2,344,140	342,630	3,948,750	607,500	18,547,380
Base course	16,562,868	454,460	809,232	3,670,864	539,488	6,185,054	733,000	28,954,966
Prime coat, 1.0 litre/m ²	1,324,912	189,210	165,920	769,080	54,400	634,100	85,000	3,222,622
Tack coat, 0.4litre/m ²	784,168	46,035	53,680	243,540	17,600	205,150	11,000	1,361,173
Asphalt concrete binder course t=6cm	1,160,250	1,929,330	3,235,440	14,678,820	1,060,800	12,364,950	4,972,500	39,402,090
Asphalt concrete binder course t=10cm	39,066,300	1,424,640	0	0	0	0	2,782,500	43,273,440
Asphalt concrete surface course t=4cm	2,136,960	2,241,900	2,327,760	10,789,740	763,200	8,896,050	3,577,500	30,733,110
Asphalt concrete surface course t=5cm	20,673,900	753,920	0	0	0	0	1,472,500	22,900,320
Side walk t=13cm	8,932,770	688,380	1,127,280	5,252,940	739,200	4,308,150	254,100	21,302,820
Road lighting	11,546,262	6,048,042	0	0	0	0	5,498,220	23,092,524
Traffic signal	23,461,275	4,692,255	4,692,255	4,692,255	4,692,255	9,384,510	9,384,510	60,999,315
Lane marking 15cm	698,170	69,190	86,625	370,755	37,950	317,625	132,000	1,712,315
Information sign	4,314,672	908,352	681,264	681,264	681,264	1,362,528	2,043,792	10,673,136
Steel pile D800	100,987,128	37,920,960	0	34,535,160	0	0	0	173,443,248
Steel pile D500	20,766,240	18,509,040	0	0	0	0	0	39,275,280
Concrete class-A, 240kg	18,627,240	10,181,640	0	4,551,240	0	342,516	0	33,702,636
Concrete class-C, 180kg	444,120	11,606,336	0	111,030	0	29,608	0	12,191,094
Formwork for superstructures	3,702,300	1,959,510	0	821,730	0	0	0	6,483,540
Formwork for all struc. other than superstruc	1,918,070	5,075,598	0	513,040	0	142,835	0	7,649,543
Reinforcement	18,260,736	9,672,000	0	4,333,056	0	309,504	0	32,575,296
Prate girder (material, assemble, transp., elec.)	348,573,360	208,218,600	0	60,152,040	0	0	0	616,944,000
Bridge railing	12,495,756	6,316,536	0	2,746,320	0	0	0	21,558,612
Excavation for diversion of the river	134,000	0	0	0	0	0	0	134,000
Construction and removal of temporary road	3,473,510	0	0	699,730	0	0	0	4,173,240
Temporary bridge	658,812	3,843,070	0	0	0	0	0	4,501,882
Steel sheet pile	0	23,243,640	0	0	0	0	0	23,243,640
TOTAL	818,267,133	376,639,682	27,287,161	224,522,777	16,396,450	97,548,383	39,541,770	1,600,223,356

Table 6.8 Land and House Acquisition Cost

Description	Unit	Unit Price (NRs.x1,000)	South link of inner ring road		Sanepa access		Patan access		Koteswor access		Central bus terminal access		Intersection at Thaphatali side		Intersection at Patan side	
			Area	Cost	Area	Cost	Area	Cost	Area	Cost	Area	Cost	Area	Cost	Area	Cost
Cost of Land Acquisition																
Residential Area	m2	4.00	29,250	117,000	2,440	9,760	3,110	12,440	26,200	104,800	5,900	23,600	220	880	580	2,320
Commercial Area	m2	8.00														
Industry Area	m2	2.50														
Agriculture Area	m2	1.20	29,940	35,928	7,830	9,396			21,040	25,248	33,030	39,636				
Cost of Building Acquisition																
Commercial Building (Good Condition)	m2	7.00														
(Average Condition)	m2	4.25														
(Poor Condition)	m2	2.75														
(Bad Condition)	m2	1.00														
Residential Building (Good Condition)	m2	7.00														
(Average Condition)	m2	2.75	11,000	30,250	730	2,008	580	1,595	2,410	6,628	5,430	14,933	80	220	1,110	3,053
(Poor Condition)	m2	2.75														
(Bad Condition)	m2	1.00														
TOTAL				183,178		21,164	14,035	136,676	78,169	1,100	5,373					

Source : Kathmandu Urban Development Project

Project Preparation Report, March 1992

Table 6.9 Estimated Project Cost

No.	Sub-project	Amount			(1,000yen)
		Foreign Portion	Local Portion	Total	
Unit : 1,000NRs.					
A-1 NEW BAGMATI BRIDGE WITH TWO INTERSECTIONS					
	Demolishing of existing old truss bridge	4,802	1,201	6,003	15,959
	Construction of New Bagmati Bridge at Thaphatali	215,142	10,700	225,842	600,401
	Construction of Patan side Intersection	9,288	1,572	10,860	28,871
	Construction of Thaphatali side Intersection with signal	20,536	2,571	23,107	61,430
	Pedestrian bridge at Thaphatali side Intersection	87,734	4,026	91,760	243,944
	River Improvement, scoring protection by check dam	31,948	4,003	35,951	95,576
	Relocation of water main, electrical wire, telephone line, etc.	36,868	752	37,620	100,013
	TOTAL	406,318	24,825	431,143	1,146,194
A-2 WESTERN SECTION OF SOUTH INNER RING ROAD					
	Construction of road with 2 lanes	107,909	22,617	130,526	347,003
	Construction of No.1 Bridge	243,722	11,594	255,316	678,758
	Riverside protection (1000m x 2.5m = 2500m2 stone masonry)	12,213	3,053	15,266	40,585
	TOTAL	363,844	37,264	401,108	1,066,346
A-3 SANEPA ACCESS					
	Construction of road with 2 lanes	22,467	4,820	27,287	72,542
A-4 EASTERN SECTION OF SOUTH INNER RING ROAD					
	Construction of road with 2 lanes	107,909	22,617	130,526	347,003
	Pedestrian bridge at Patan side Intersection and signal	102,833	4,599	107,432	285,608
	Construction of No.3 Bridge	174,153	9,455	183,608	488,122
	Riverside protection (1000m x 2.5m = 2500m2 stone masonry)	12,213	3,053	15,266	40,585
	TOTAL	397,108	39,724	436,832	1,161,318
A-5 KOETSWOR ACCESS					
	Construction of road with 2 lanes	89,899	22,500	112,399	298,813
	Construction of No.4 Bridge	106,927	5,197	112,124	298,082
	Riverside protection (1000m x 2.5m = 2500m2 stone masonry)	12,213	3,053	15,266	40,585
	TOTAL	209,039	30,750	239,789	637,479
A-6 PATAN ACCESS					
	Construction of road with 2 lanes	13,977	2,419	16,396	43,589
	TOTAL	1,412,753	139,802	1,552,555	4,127,467
	Consultant Fee 10%			155,256	412,747
	A-TOTAL			1,707,811	4,540,214
B-1 CENTRAL BUS TERMINAL ACCESS					
	Construction of road with 2 lanes	79,188	18,360	97,548	259,331
	Consultant Fee 10%			9,755	25,933
	B-TOTAL			107,303	285,264
C-1 IMPROVEMENT OF INTERSECTIONS					
	Intersections at Mitighar, Tripureswar and Koteswor	35,282	4,260	39,542	105,122
	Consultant Fee 10%			3,954	10,512
	C-TOTAL			43,496	115,635
	GRAND TOTAL			1,858,610	4,941,113

6.7 維持管理費

道路の維持管理費は、以下の3項目を含む。

- (1) 電気費 : 道路照明や信号制御用の電力使用費
- (2) 清掃費 : 路面、排水施設、ガードレール、規制標識等の清掃費
- (3) 補修費 : 路面補修、オーバーレイ、橋梁やガードレールの塗装、構造物の点検、電気や交通制御機器の点検と補修等の費用

DORの維持管理予算と他プロジェクトの資料を参考にして、必要な維持管理と運営の費用を積算した。その結果、2車線道路の場合の維持管理費用を20,000 NRs./kmと試算した。4車線道路の場合は、2車線の場合の10%増と試算した。

財務的費用と経済的費用の換算で使用了税金と関税は、財務的費用の10%と試算した。

第 7 章

実 施 計 画

第 7 章 実施計画

7.1 実施機関

計画道路の実施上の政府責任機関は公共事業運輸省の道路局長である。計画した道路内の必要な用地補償は、建設開始前に同機関が行う。

7.2 建設パッケージ

プロジェクトは、その特性、工事規模、用地取得の難易さ等を考慮し、以下の3つのパッケージに分類する。

- パッケージA : バグマティ・コリダールの整備
 - A-1 新バグマティ橋
 - A-2 西工区 (含サネバ連絡線)
 - A-3 東工区 (含コテスウォール、バタン連絡線)
- パッケージB : 新バスターミナル連絡線 (ナヤバザール～新ターミナル間)
- パッケージC : 交差点改良 (マイティガル、トリプレスウォール、コテスウォール)

7.3 実施工程

各パッケージの工期は、工事規模、カトマンズバレーの気象条件、各パッケージに必要な資金、プロジェクトの緊急性等を考慮して、以下のとおり設定する。

- パッケージA : バグマティ・コリダールの整備
 - A-1 新バグマティ橋 ; 2年
 - A-2 西工区 ; 2年
 - A-3 東工区 ; 2年
- パッケージB : 新バスターミナル連絡線 (ナヤバザール～新ターミナル間) ; 2年
- パッケージC : 交差点改良 (マイティガル、トリプレスウォール、コテスウォール) ; 2年

実施工程を図7.1に示す。

7.4 投資計画

プロジェクトの投資計画は、実施工程にしたがって準備し、その概要を表7.1に示す。

Fig. 7.1: Proposed Implementation Schedule of High Priority Projects

Package No.	Proposed Roads and Bridges To be Improved	Target for Development:	High Priority projects to be implemented in the Short-term Plan				
			(1) Improvement of Bottlenecks in Urban Traffic Conditions				
			(2) Relief of Transportation-Poor				
		1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	
		1993	1994	1995	1996	1997	
(1) Package A-1:	Construction of New Bagmati Bridge (2 Lanes) with Improvement of Thapathali Intersection, Existing Bagmati Bridge and River Protection	Year:	xxxxxxx	xxxxxxx			
(2) Package B:	Construction of Access to New Bus Terminal		xxxxxxx	xxxxxxx			
(3) Package A-2:	Western Section of South Inner Ring Road including Bagmati Bri. No.1 Sanepa Access			xxxxxxx	xxxxxxx		
(4) Package A-3:	Eastern Section of South Inner Ring Road including Bagmati Bri. No.3 Patan Intersection, Patan Access and Koteswor Access including Bagmati Bri. No.3					xxxxxxx	xxxxxxx
(5) Package C:	Improvement of Intersections at Maitighar, Tripureswar and Koteswor	xxxxxxx					

Table 7.1: Tentative Investment Programme of High Priority Projects

Unit: NRs. million

Phase	Target for Development: (1) Improvement of Bottlenecks in Urban Traffic Conditions (2) Relief of Transportation-Poor	High Priority projects to be implemented in the Short-term Plan												
		1st Year 1993		2nd Year 1994		3rd Year 1995		4th Year 1996		5th Year 1997		Total		
		Const. Cost	Land/House	Construction	Land/House	Construction	Land/House	Construction	Land/House	Construction	Land/House	Construction	Land/House	
(1) Package A-1: Construction of Bagmati Bridge No.2 (2lanes) including: Construction of New Bagmati Bridge Improv. of Existing Bagmati Bridge & River Protection Thapathali Intersection with Pedestrian Bridge, Demolishing of Existing Old Truss Bridge, Relocation of Water Main, Electric Line, etc.	Year:													
		250	6	181								431	6	
		170		55										
		36		126										
		6												
(2) Package B: Construction of Access to New Bus Terminal		38												
		59	78	39								98	78	
(3) Package A-2: Western Section of South Inner Ring Road including: Bagmati Bridge No.1 (2 lane), Sanepa Access, Riverside Protection.			204	150		278						428	204	
(4) Package A-3: Eastern Section of South Inner Ring Road including: Bagmati Bridge No.3 (2 lane) and River Protection Patun Intersection including Pedestrian Bridge Patun Access Koteswor Access including Bagmati Bri. No.4							151		350		343		151	
(5) Package C: Improvement of 3 Intersections (Maitighar, Tripureswar and Koteswor)		40											40	
	Total:	349	289	370	0	278	151		350	0	343	0	1,690	439
Consultant Fee : D/D & S/V = 10 % of Construction cost in each phase		35		37		28		35		34		169		
Grand Total:		383	289	407	0	306	151		385	0	377	0	1,859	439
Total:	Equip. to Yen (Million)	1,019		1,082		814		1,024		1,003		4,942		

Exchange Rate: 1 US\$ = NRs. 46.568 = ¥ 123.8 (Average rate in the past 6 months from June, 1992 to December, 1992), or 1 NRs. 1.0 = ¥ 2.6585

第 8 章

經 濟 評 價

第 8 章 経済評価

8.1 概要

8.1.1 はじめに

提案された 2 つの優先プロジェクトパッケージについて経済評価を実施した。算定された各優先プロジェクトの事業費と各々想定される便益額との関係を分析し、国家経済的視点よりその妥当性を分析した。さらに、提案された優先プロジェクトを包括して、第 8 次国家開発計画のなかでの役割やその財政的位置づけについても分析している。

8.1.2 経済評価の手順

経済評価の作業手順は図 8.1 に示されるとおりであり、分析にあたっては、費用便益比 (B/C 比)、純現在価値 (NPV) および内部収益率 (IRR) の各指標を用いて評価した。これら指標を求めるために得られた費用および便益等は経済価値に変換され、評価期間全体におけるキャッシュフローとして表示した。詳細は以下に示す。

8.1.3 経済評価の指標

経済評価の指標としては、以下の 3 指標が用いられている。

(1) 費用便益比

$$B/C \text{ 比} = B/C$$

$$B = \sum_{t=1}^n B_t / (1+r)^t, \quad C = \sum_{t=1}^n C_t / (1+r)^t$$

ここで、

B_t : t 年における便益

C_t : 割引率

h : プロジェクトライフ

B/C 比は、割引された費用および便益の比率であり、1.0 以上となるプロジェクトは経済的にフィージブルであると判断される。

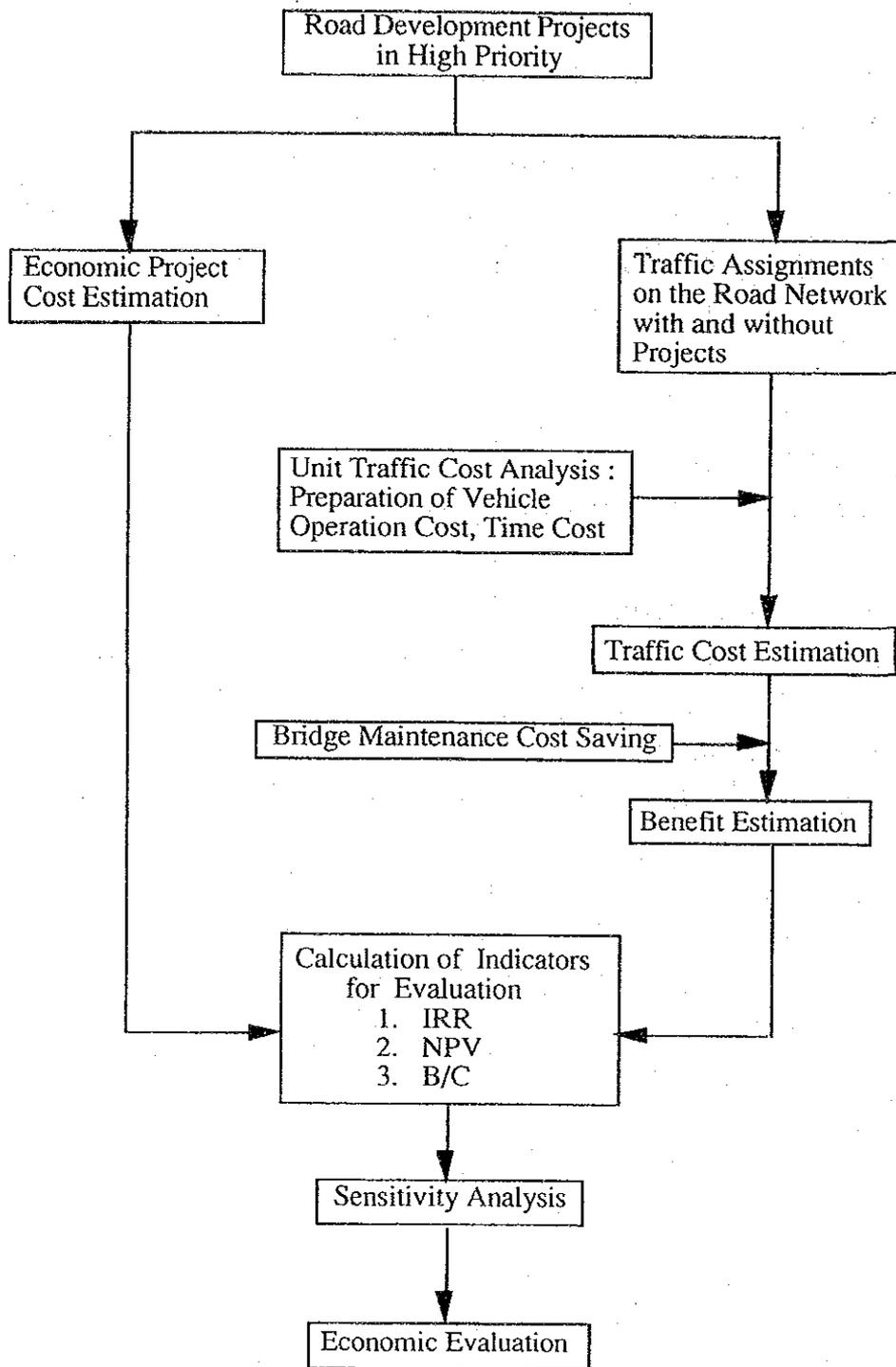


Fig. 8.1 Procedure for Economic Evaluation

(2) 純現在価値

$$NPV = B - C$$

$$B = \sum_{t=1}^n B_t / (1 + r)^t, \quad C = \sum_{t=1}^n C_t / (1 + r)^t$$

ここで、

B_t : t 年における便益

C_t : t 年における費用

r : 割引率

h : プロジェクトライフ

NPVは割引された便益と費用の差であり、プラス側で値が大きくなるほどプロジェクトは経済的にフィージブルであると判断される。

(3) 内部収益率

IRRは以下の式が成立する割引率である。

$$B(R) - C(R) = 0$$

$$B(R) = \sum_{t=1}^n B_t / (1 + r)^t, \quad C(R) = \sum_{t=1}^n C_t / (1 + r)^t$$

ここで、

R : IRR

B_t : t 年における便益

C_t : t 年における費用

h : プロジェクトライフ

IRRは割引された費用と便益が均衡する割引率であり、資本の機会費用以上となるプロジェクトは、経済的にフィージブルであると判断される。

8.1.4 経済指標計算の前提

経済指標の計算にあたっては、以下の前提条件を適応した。

(1) 評価対象

第7章において述べたように、次の2つの優先パッケージ、即ちパッケージA：新バグマティ橋と南環状道路によって構成されるバグマティ・コリダーおよびパッケージB：新バスターミナル・アクセスが、短期計画の中で優先プロジェクト

として早期実施が提案されている。そこで、経済評価の対象として以下のケースを設定した。

- ケース1 : 新バグマティ橋および南環状道路計画
- ケース1-1 : ケース1のうち新バグマティ橋計画のみ
- ケース1-2 : ケース1のうち南環状道路計画のみ
- ケース2 : 新バスターミナルへのアクセス計画

なお、交差点の改良計画であるパッケージCについては、交通事故の減少、交通安全性の向上および交差点での交通の遅れの減少等の便益が考えられるが、これらの定量化が困難なため、本経済評価の対象外とした。

(2) プロジェクトライフ

本プロジェクトのライフとしては25年を適用した。

(3) 割引率

ネパールにおける資本の機会費用を検討した結果、10%の割引率を適用した。

8.2 経済的プロジェクト費用の算定

8.2.1 支出計画

経済評価対象の2つのパッケージの投資年次計画は、第7章の表7.1に示すとおりである。

8.2.2 経済的プロジェクト費用の算定

上記評価対象プロジェクト費用は、以下の手順に従って、経済的プロジェクト費用に変換した。

- 税、関税の削除
プロジェクト費用のうち移転要素である税や関税分は、プロジェクト費用の10%程度であり評価対象より除外する。
- プライスエスカレーション分の削除
プロジェクト費用に含まれるプライスエスカレーション分は評価対象より除外する。
- 用地取得費の削除
用地取得費は評価対象より除外する。これは都市においては通常道路建設に伴って地価は上昇し、その上昇額は取得費以上になる事が認められる事による。

以上の補正を行って各ケースの経済費用のストリームを作成し表8.1にまとめた。

Table 8.1 Economic Project Cost and Maintenance Cost Stream by Projects

(Unit: Million NRs.)

Year	Case 1		Case 1-1		Case 1-2		Case 2		
	Project Cost	Maintenance Cost	Total	Project Cost	Maintenance Cost	Total	Project Cost	Maintenance Cost	Total
1993	153	-	153	153	-	153	53	-	53
1994	185	-	185	50	-	50	35	-	35
1995	250	-	250	-	-	-	250	-	-
1996	315	-	315	-	-	-	315	-	-
1997	309	-	309	-	-	-	309	-	-
1998	-	2	2	-	-	-	-	2	-
1999	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2000	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2001	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2002	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2003	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2004	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2005	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2005	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2006	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2007	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2008	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2009	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2010	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2011	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2012	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2013	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2014	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2015	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2016	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2017	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2018	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2019	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2020	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2021	-	2	2	-	-	-	-	2	-
2022	-	2	2	-	-	-	-	2	-
Total	1212	50	1262	203	-	203	1009	50	1059
							88		88

8.2.3 維持管理費

プロジェクト実施後の年間維持管理費用は、耐用年期間中の総額がプロジェクト費用の5%となるよう計算し、各年均等支出とした。表8.1に維持管理費のストリームを示す。

8.3 交通費用の算定

8.3.1 概要

本プロジェクトの便益を算定するために、道路網全体としての交通費用を算定した。この道路網の交通費用は、輸送費用と旅行時間費用の2つに分けられる。この交通費用算定の第1段階として、輸送単価および時間単価を算定した。第2段階として、これらの単価を、各道路網に配分された交通量に乗じて交通費用を算定した。

8.3.2 輸送費用

輸送費用は、燃料費、潤滑油費、タイヤ・チューブ費、減価償却費、資本費、維持補償費、乗務員費および経費より構成される。これらの輸送費用は車種、モデル、速度等の運転状況によって変更する。

(1) 代表車の選定

各車種別の代表車はネパールにおける市場調査にもとづき表8.2のとおり選定された。この代表車につき各車種別の輸送単価が以下のとおり算定された。

Table 8.2 Representative Vehicle

Vehicle Type	Representative Vehicle	Market Share
Motor Cycle	Hero Honda	50%
Passenger Car	Toyota Corolla (Hi-deluxe)	65%
Truck	7-8 Ton, TATA	70%
Bus	63 Seats, Long Chassis, TATA	70%

Source : The Study Team

(2) 輸送単価

輸送単価は各車種別の輸送単価調査結果にもとづき算定している。各輸送単価は標準的な輸送状況の下で表8.3のとおり算定された。

(3) 速度別輸送単価

輸送単価は、大きく分けて時間に関連する単価と走行距離に関連する単価より構成される。

- 時間関連輸送単価

単価は走行速度により影響を受けるものであり、燃料費、潤滑油費、資本費、乗務員費等である。

- 走行距離関連輸送単価

これらの単価は、走行速度の変化ではなく走行距離に大きく影響を受けるものであり、タイヤ費、減価償却費、維持管理費がこのカテゴリーに含まれる。

各車種別輸送単価は走行距離関連および時間関連毎に走行速度毎の変化を推計し、表8.4に示されるとおり車種別速度別輸送単価として算定した。

8.3.3 時間費用

(1) 概要

時間費用は交通費用の一方の要素であり、都市交通の改良プロジェクトによって節減する便益の大きな部分を占める。時間費用の推計方法は種々あるが、本調査においては道路利用者の所得を基礎に推計するものとする。

(2) 車輛利用者の時間評価値の推計

1) 調査対象地域の1人当り所得

カトマンズ地域の地域総生産所得データが統計上入手困難なため、次善の方策として、全国の1人当り所得に対する地域性を乗じる次式を利用して、調査対象地域における1人当り所得を推計した。

$$\frac{\text{GRPk. 1991}}{\text{Pk. 1991}} = A_{1991} \times \frac{\text{GDPn. 1991}}{\text{Pn. 1991}}$$

ここで、

GRPk. 1991 : 1991年の調査対象地域の総生産所得

Pk. 1991 : 1991年の調査対象地域の人口

GDPn. 1991 : 1991年の全国総生産所得

Pn. 1991 : 1991年の全国人口

A 1991 : 1991年の地域パラメータ

Table 8.3 Unit Vehicle Operating Cost (Economic Cost)*

(Unit : NRs. /1000 km)

Items	Vehicle Type			
	Motorcycle	Passenger Car	Truck	Bus
Fuel	565	1,884	1,451	1,920
Oil	204	174	286	315
Tire and Tube	52	166	1,700	1,700
Maintenance (Parts)	64	1,108	1,422	1,746
Maintenance (Labor)	18	89	83	83
Depreciation	43	74	47	58
Crew Cost	0	150	354	354
Capital Cost	18	382	265	326
Overhead	145	605	1,402	1,625
Total	1,108	4,636	7,010	8,126

Source : The Study Team

* On level and paved roads, running speed is around 50 km/h, considering road condition in Nepal.

Table 8.4 Unit Vehicle Operating Cost by Speed

(Unit : NRs. /1000 km)

Speed (km/hr)	Vehicle Type			
	Motorcycle	Passenger Car	Truck	Bus
5	2,845	14,306	18,851	21,733
10	2,250	9,926	13,320	15,542
15	1,898	8,055	11,008	12,876
20	1,648	6,919	9,661	11,316
25	1,487	6,210	8,763	10,253
30	1,363	5,693	8,207	9,491
35	1,267	5,301	7,704	8,996
40	1,205	5,035	7,438	8,605
45	1,144	4,793	7,160	8,354
50	1,108	4,636	7,010	8,126
55	1,081	4,513	6,897	7,969
60	1,063	4,422	6,860	7,852
65	1,053	4,360	6,831	7,850
70	1,060	4,349	6,853	7,937
75	1,068	4,342	6,922	8,029
80	1,083	4,361	7,081	8,233
85	1,099	4,384	7,266	8,468

Source : The Study Team

地域パラメータの推計にあたっては、全国平均住宅地価と調査対象地域平均住宅地価との比を用いるものとして、調査対象地域の1人当り所得を推計した。

$$A_{1991} = \frac{1991\text{年の調査対象地域平均住宅地価}}{1991\text{年の全国平均住宅地価}}$$

したがって

$$\begin{aligned} \frac{GRPk. 1991}{Pk. 1991} &= \frac{32\text{百万NRs/ha}}{6\text{百万NRs/ha}} \times \frac{129,975\text{百万NRs}}{18,462\text{千人}} \\ &= 5.3 \times 7,040 \text{NRs/人} \\ &= 37,300 \text{NRs/人} \end{aligned}$$

2) 1人当り時間評価値

調査対象地域における年間労働日数を290日、1日当り労働時間を6時間と仮定すると、年間総労働時間は約1,740時間となる。

$$6\text{時間/日} \times 290\text{日} = 1,740\text{時間/年}$$

これにもとづき、1人当り平均時間評価値は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} &1\text{人当り平均時間評価値} \\ &= 1991\text{年の1人当り所得/年間総労働時間} \\ &= 37,300\text{NRs/人} / 1,740\text{時間/年} \\ &= 21.4\text{NRs/人時} \end{aligned}$$

3) 車種別時間評価値の推計

車種別の時間評価値の推計は表8.5に示すように、平均乗車人員^{*1}、経済活動シェア^{*2}、生産活動への転換可能性^{*3}を1人当り平均時間評価値を乗じて推計した。

*1 : 本調査団による交通調査結果

*2 : 乗客の業務トリップ等の経済活動のシェアは本調査による交通調査結果のトリップ目的構成より推計(第4章4.2.2参照)

*3 : 業務およびその他の経済活動トリップ時間の節約も直ちに生産活動に活用されるものでなく、レジャーや休息等に活用されるものもある。

Table 8.5 Unit Time Cost by Type of Vehicles

Vehicle Type	Hourly Per capita Income (NRs.) (1)	Average Number of Passengers*1 (Person) (2)	Share of Business Trip*2 (3)	Probability of income-yielding activity*3 (4)	Unit Time Cost (NRs./hr) (5)=(1)x(2)x(3)x(4)
Motorcycle	21.4	1.5	0.37	0.5	5.9
Passenger Car	21.4	2.7	0.27	0.5	7.8
Truck	21.4	3.2	0.37	0.5	12.7
Bus	21.4	45.8	0.20	0.5	98.0

*1, 2 : Result of traffic survey conducted by the Study Team
(Ref. Table A-6-3 of appendix 6 and Article 4.2.2) (Drivers not included).

*3 : One-half of opportunity for selecting productive activity was assumed.
(Person trip survey and "office" and "business" total population).

8.4 便益の推計

8.4.1 推計対象便益

交通プロジェクトの実施によってもたらせられる便益は、論理的には種々のものがある。しかし、それら便益の多くのものは数量化が困難なものが多い。そこで本調査では、道路、橋梁建設に伴うプロジェクトにて得られる便益のうち、一般的に採用される輸送費用の節約、旅行時間の節減および橋梁の維持管理費の節減を推計対象便益とした。

8.4.2 便益の推計

車輛輸送費用の節約および旅行時間の節減を、本プロジェクトの主要な便益とするが、それらの便益の推計は以下の手順で行った。

- 1) 道路利用者の交通費用の推計にあたっては、各道路網の交通配分結果による総走行台キロおよび総走行台時間に各々表8.4および表8.5に示される輸送単価および単位時間評価値を乗じて推計した。
- 2) 道路利用者の便益は、プロジェクトの with ケースおよび without ケースの道路網間の税および関税を除いた交通費用の差として算出し、その具体的な算出は表8.6に示すとおり、各比較ケースの交通量配分結果を用いて行う。
- 3) 橋梁維持管理費の節減も橋梁改良ケースにおける便益の1つとして推計した。具体的には橋梁プロジェクトの with ケースと without ケースにおける税および関税を除いた橋梁維持管理費の差を用いる。これらは表8.6に示すとおりである。

8.4.3 便益のストリーム

推計された便益を、各プロジェクトライフ全期にわたって示すと表8.7のようになる。各ケースにおける便益の年平均増加率は、ケース1で3.5%、ケース1-1で3.1%、ケース1-2で2.5%およびケース2で3.6%と推計された。

Table 8.6 Road-User Benefit and Bridge Maintenance Benefit by Projects

(Unit: Million NRs.)

Benefit	Projects			
	Case 1	Case 1-1	Case 1-2	Case 2
<u>Year 1997:</u>				
VOC:				
Without Project case (1)	3,099	3,054	3,088	3,067
With Project case (2)	3,054	3,054	3,054	3,054
Saving (3) = (1)-(2)	45	0	34	12
Time Cost:				
Without Project case (4)	324	282	295	261
With Project case (5)	257	257	257	257
Saving (6) = (4)-(5)	67	25	38	4
Road User Benefit:				
(7) = (3)+(6)	112	25	72	4
Bridge Maintenance:				
Without Project case (8)	30	30	30	-
With Project case (9)	-	-	-	-
Saving (10) = (8)-(9)	30	30	30	-
<u>Total Benefit:</u>				
Without Project case	3,453	3,366	3,413	3,328
With Project case	3,311	3,311	3,311	3,311
Saving	142	55	102	16
<u>Year 2015:</u>				
VOC:				
Without Project case (1)	5,826	5,741	5,806	5,765
With Project case (2)	5,741	5,741	5,741	5,741
Saving (3) = (1)-(2)	85	0	65	24
Time Cost:				
Without Project case (4)	608	537	552	490
With Project case (5)	483	483	483	483
Saving (6) = (4)-(5)	125	54	69	7
Road User Benefit:				
(7) = (3)+(6)	210	54	134	31
Bridge Maintenance:				
Without Project case (8)	10	10	10	-
With Project case (9)	-	-	-	-
Saving (10) = (8)-(9)	10	10	10	-
<u>Total Benefit:</u>				
Without Project case	6,444	6,288	6,368	6,255
With Project case	6,224	6,224	6,224	6,224
Saving	220	64	144	31

Source: The Study Team

Table 8.7 Benefit Stream by Projects

(Unit: Million NRs.)

Year	Projects															
	Case 1				Case 1-1				Case 1-2				Case 2			
	VOC	TC	BMS	T	VOC	TC	BMS	T	VOC	TC	BMS	T	VOC	TC	BMS	T
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	22	30	52	0	22	30	52	0	0	0	0	11	4	0	15
1996	0	23	0	23	0	23	0	23	0	0	30	30	11	4	0	15
1997	0	25	30	55	0	25	30	55	0	0	0	0	12	4	0	16
1998	47	70	0	117	0	27	0	27	36	40	30	106	13	4	0	17
1999	49	73	30	152	0	28	30	58	37	41	0	78	13	4	0	17
2000	52	77	0	129	0	30	0	30	39	43	30	112	14	4	0	18
2001	54	80	30	164	0	31	30	61	41	45	0	86	15	5	0	20
2002	56	83	0	139	0	33	0	33	43	47	30	120	15	5	0	20
2003	58	86	30	174	0	35	30	65	44	48	0	92	16	5	0	21
2004	61	90	0	151	0	36	0	36	46	50	30	126	17	5	0	22
2005	63	93	30	186	0	38	30	68	48	52	0	100	17	5	0	22
2006	65	96	0	161	0	39	0	39	49	53	30	132	18	5	0	23
2007	67	99	10	176	0	41	10	51	51	55	0	106	19	6	0	25
2008	69	102	0	171	0	43	0	43	53	57	10	120	19	6	0	25
2009	72	106	10	188	0	44	10	54	55	59	0	114	20	6	0	26
2010	74	109	0	183	0	46	0	46	56	60	10	126	21	6	0	27
2011	76	112	10	198	0	48	10	58	58	62	0	120	21	6	0	27
2012	78	115	0	193	0	49	0	49	60	64	10	134	22	6	0	28
2013	81	119	10	210	0	51	10	61	62	66	0	128	23	7	0	30
2014	83	122	0	205	0	52	0	52	63	67	10	140	23	7	0	30
2015	85	125	10	220	0	54	10	64	65	69	0	134	24	7	0	31
2016	87	128	0	215	0	56	0	56	67	71	10	148	25	7	0	32
2017	89	131	10	230	0	57	10	67	68	72	0	140	25	7	0	32
2018	92	135	0	227	0	59	0	59	70	74	10	154	26	7	0	33
2019	94	138	10	242	0	60	10	70	72	76	0	148	27	8	0	35
2020	74	78	0	152	*	*	*	*	74	78	10	162	*	*	*	*
2021	75	79	10	164	*	*	*	*	75	79	0	154	*	*	*	*
2022	77	81	0	158	*	*	*	*	77	81	10	168	*	*	*	*
Total	177	259	260	463	0	102	250	127	140	150	260	317	467	140	0	607

VOC: Vehicle Operation Cost Saving
 TC: Time Cost Saving
 BMS: Bridge Maintenance Cost Saving
 T: Total Cost Saving

8.5 経済評価

8.5.1 前提条件

経済評価を行うための前提条件は以下のとおりである。

- プロジェクトの実施計画と支出計画

各比較案の経済コストの支出は、表7.1に示された実施計画に従って経済プロジェクトコストと維持管理コストの合計である。その結果を表8.1に示す。

- プロジェクトライフと割引率

プロジェクトライフはプロジェクトの供用開始後25年間とし、割引率は全期間を通じて10%を適用した。なお、工事中の部分供用に関しては、道路利用便益の対象外とした。

8.5.2 評価

経済評価の指標となるIRR, B/C, NPVの結果を、比較案ごとに表8.8に示した。ケース1、ケース1-1およびケース2におけるIRRは資本の機会費用（割引率12%）以上であり、特にケース1-1においては最高値19.5%を得た。

B/C比においてもケース1、ケース1-1およびケース2の3比較案は1.0以上となっている。

これらの指標が示すとおり、ケース1、ケース1-1およびケース2の優先プロジェクトは、想定される多量の交通量に対応することからも、非常に高い値を各経済指標は示しており、プロジェクトはフィージブルであるといえる。

Table 8.8 Results of Economic Evaluation

	IRR (%)	B/C *	N.P.V. * (in Million NRs.)
Case 1	11.5	1.13	136
Case 1-1	19.5	1.95	189
Case 1-2	9.7	0.91	-63
Case 2	18.8	1.99	85

* 10% discount rate was assumed

8.6 感度分析

感度分析は、プロジェクトの評価システムのチェックをするとともに、想定されるプロジェクトのコストおよび便益の変化に対応したプロジェクトの安定性について分析するために行った。

分析は、各比較案のコストおよび便益がそれぞれ±10、±20と変化した場合に対し行い、その結果は表8.9に示すとおりである。

Table 8.9 (1) Result of Sensitivity Analysis (Case 1)

IRR							(%)
		Cost					
Benefit		20% up	10% up	Original	10% down	20% down	
20% up		11.5	12.6	13.8	15.4	16.9	
10% up		10.5	11.5	12.7	13.9	15.7	
Original		9.8	10.4	11.5	12.8	14.4	
10% down		9.4	9.7	10.3	11.5	12.9	
20% down		8.8	9.3	9.6	10.1	11.5	

B/C							
		Cost					
Benefit		20% up	10% up	Original	10% down	20% down	
20% up		1.13	1.24	1.36	1.51	1.70	
10% up		1.04	1.13	1.25	1.38	1.56	
Original		0.94	1.03	1.13	1.26	1.42	
10% down		0.85	0.93	1.02	1.13	1.27	
20% down		0.75	0.82	0.90	1.01	1.13	

NPV							(Million NRs.)
		Cost					
Benefit		20% up	10% up	Original	10% down	20% down	
20% up		163	261	360	459	558	
10% up		50	149	248	347	445	
Original		-62	37	136	234	333	
10% down		-174	-76	23	122	221	
20% down		-287	-188	-89	10	108	

Table 8.9 (2) Result of Sensitivity Analysis (Case 1-1)

IRR							(%)
		Cost					
Benefit							
	20% up	10% up	Original	10% down	20% down		
20% up	19.5	20.8	22.7	24.7	27.0		
10% up	17.8	19.5	20.8	22.8	25.0		
Original	16.5	17.7	19.5	20.9	23.6		
10% down	14.8	15.9	17.6	19.5	21.5		
20% down	13.3	14.5	15.7	17.5	19.5		
B/C							
		Cost					
Benefit							
	20% up	10% up	Original	10% down	20% down		
20% up	1.95	2.12	2.34	2.60	2.92		
10% up	1.78	1.95	2.14	2.38	2.68		
Original	1.62	1.77	1.95	2.16	2.43		
10% down	1.46	1.59	1.75	1.95	2.19		
20% down	1.30	1.41	1.56	1.73	1.95		
NPV							(Million NRs.)
		Cost					
Benefit							
	20% up	10% up	Original	10% down	20% down		
20% up	227	246	266	286	306		
10% up	188	208	228	247	267		
Original	149	169	189	209	229		
10% down	110	130	150	170	190		
20% down	72	92	111	131	151		

Table 8.9 (3) Result of Sensitivity Analysis (Case 1-2)

IRR (%)

Benefit	Cost				
	20% up	10% up	Original	10% down	20% down
20% up	9.7	10.0	11.2	12.5	13.8
10% up	9.4	9.7	10.1	11.4	12.8
Original	9.0	9.3	9.7	10.3	11.6
10% down	8.4	8.9	9.3	9.7	10.4
20% down	7.8	8.3	8.8	9.2	9.7

B/C

Benefit	Cost				
	20% up	10% up	Original	10% down	20% down
20% up	0.91	1.00	1.10	1.22	1.37
10% up	0.84	0.91	1.01	1.12	1.26
Original	0.76	0.83	0.91	1.02	1.14
10% down	0.68	0.75	0.82	0.91	1.03
20% down	0.61	0.66	0.73	0.81	0.91

NPV (Million NRs.)

Benefit	Cost				
	20% up	10% up	Original	10% down	20% down
20% up	-76	3	82	161	240
10% up	-148	-70	9	88	167
Original	-221	-142	-63	16	95
10% down	-294	-215	-136	-57	22
20% down	-366	-287	-208	-130	-51

Table 8.9 (4) Result of Sensitivity Analysis (Case 2)

IRR							(%)
		Cost					
Benefit		20% up	10% up	Original	10% down	20% down	
20% up		18.8	20.5	21.8	23.8	25.9	
10% up		17.6	18.8	20.6	22.0	24.6	
Original		16.4	17.6	18.8	20.7	22.7	
10% down		14.7	15.8	17.5	18.8	20.8	
20% down		13.4	14.4	15.6	17.0	18.8	

B/C							
		Cost					
Benefit		20% up	10% up	Original	10% down	20% down	
20% up		1.99	2.17	2.39	2.66	2.99	
10% up		1.83	1.99	2.19	2.44	2.74	
Original		1.66	1.81	1.99	2.21	2.49	
10% down		1.49	1.63	1.79	1.99	2.24	
20% down		1.33	1.45	1.59	1.77	1.99	

NPV							(Million NRs.)
		Cost					
Benefit		20% up	10% up	Original	10% down	20% down	
20% up		102	110	119	127	135	
10% up		85	93	102	110	119	
Original		68	76	85	93	102	
10% down		51	59	68	76	85	
20% down		34	42	51	59	68	

これらの優先プロジェクトであるパッケージAおよびパッケージBの他に、パッケージCとして行われる交差点改良からも、定量化は困難であるが以下のような便益が期待できる。

- (i) 交差点での停車時間の短縮および平均走行速度のアップにより、燃料消費の節約が期待できる。
- (ii) 交差点での交通事故減少により、車輛修理費や維持管理費が節約できるばかりでなく、人身事故減少によって保険費用や治療費の節減が可能となる。

8.7 財務分析／考察

8.7.1 分析対象

優先プロジェクトの実施に必要とされる資金は、表7.1に示されるように2,298百万NRsと算出されている。これらプロジェクトの実施にあたっては、本調査報告書のマスタープラン編9.2.3に示されるように、外国からの無償資金もしくは借入によるべきであると提言されている。

財務分析の主要な目的は、本計画に必要とされる資金が、第8次計画の想定される外国援助総額のうち、どの程度の割合を占めるか、また同計画の運輸セクターに対する開発支出総額のうち、どの程度の割合を占めるかを推定し、その割合が妥当であるか否かを明確にすることである。

8.7.2 運輸セクターの投資実績

(1) 国家支出総額と資金源

ネパールの国家財政の全般的状況は、各年を通して歳出が歳入を超過した状況となっている。具体的には1990/91年度において、歳入は10,698百万NRsに対し、歳出は24,479百万NRsにもなっている。このため、歳入額は歳出のうち経常支出と部分的な開発支出にあてられている。残りの開発支出の資金源としては、外国からの無償援助や国内外の借款によっている。また、外国援助資金は着実に増加している。

過去の第6次および第7次計画における歳出状況は表8.10に示すとおりである。

(2) 開発支出のなかのセクター支出

1991/82より1991/92年までの開発支出のうち、道路、橋梁に対する支出は、この分野の必要性の高まりとともに増加している(表8.11参照)。

これは第1次5ヶ年計画策定当時より引き続いており、全国の社会経済開発においては運輸通信セクターの重要性に特別な配慮が当該セクターに対して行われてきたことを示している。

全国の孤立した集落へのアクセス改善のための道路や橋梁の建設にも配慮がなされている。

この結果、第7次計画期間中の全開発支出に対する運輸セクターおよび道路・橋梁サブセクターの平均的なシェアは、各々14%および10%であったが、最高値は各々18%、12%に上昇している。

(3) 輸送セクターの外国援助

表8.12に示すとおり、第6次計画期間中における輸送セクターに対する外国援助は総額1,880百万NRsであり、その内訳は無償援助の割合が高かった。しかし、第7次計画においては、外国援助実績の総額は4,137百万NRsであり、その内訳は無償援助が43%、借款が57%となっており、第6次計画と比べて逆転している。

Table 8.10 Government Expenditure and Sources of Finance (Million Rs) *

	6th 5-year Plan Period					7th 5-year Plan Period					Total		
	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	Total	86/87	87/88	88/89	89/90		90/91	91/92
Total Expenditure	-	6,979	7,437	8,395	9,791	32,602	11,513	14,105	18,005	19,669	24,479	26,641	114,412
Revenue	-	2,842	3,409	3,917	4,645	14,813	5,975	7,350	7,777	9,288	10,698	12,557	53,645
Deficit **	-	4,137	4,028	4,478	5,146	17,789	5,538	6,755	10,228	10,381	13,781	14,084	60,767

Source : Statistical Pocket Book 1988, 1990 and 1992, Central Bureau of Statistics, Nepal

Table 8.11 Government Development Expenditure for Roads and Bridges *

	6th 5-year Plan Period					7th 5-year Plan Period					Total	
	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	Total	86/87	87/88	88/89	89/90		90/91
Total Development Expenditure (Million Rs)	3,727	4,982	5,164	5,489	6,213	25,575	7,378	9,428	12,329	12,997	16,551	84,258
Transportation Communi- cation (Million Rs)	793	876	844	1,013	807	4,333	1,126	1,734	2,232	1,718	1,667	12,810
Road & Bridge (Million Rs)	21	18	16	18	13	17	15	18	18	18	13	14
	-	-	657	573	616	1,846	835	1,071	1,506	1,172	1,511	7,941
			13	10	10	-	11	11	12	9	9	10

Source : Statistical Pocket Book 1988, 1990 and 1992, Central Bureau of Statistics, Nepal

Table 8.12 Foreign Aid *

	6th 5-year Plan Period					7th 5-year Plan Period					Total	
	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	Total	86/87	87/88	88/89	89/90		90/91
Foreign Aid Disbursement for Transportation	415	265	301	556	343	1,880 (100)	405	607	1,018	750	1,357	4,173 (100)
- Grant	308	171	196	156	227	1,058 (56)	145	257	334	371	687	1,794 (43)
- Loan	107	94	105	400	116	822 (44)	260	350	684	379	670	2,343 (57)

* In Million NRs at Current

Source : Economic Survey 1989 and 1992, Ministry of Finance, Nepal

** Foreign Grants, Foreign Loan and Internal Loans

8.7.3 第8次計画の分析

第8次計画期間中の総固定資本形成は170,332百万NRsを想定しており、その資金源は表8.13のとおりである。それは第7次計画に対して65%もの増加となっている。

開発支出は総額で113,479百万NRsを想定しており、運輸通信セクターにはそのうち17.7%の20,030百万NRsを支出する計画となっている。

総固定資本形成に要する資金源については、全体の56.3%を占める95,977百万NRsを歳入より調査し、残り43.7%の74,355百万NRsに対しては、19,761百万NRsを無償援助、54,594百万NRsを借款により調達する計画となっている。

Table 8.13 Investment and Financing Sources of Eighth Plan

	Seventh Plan (1986 '90)		Eighth Plan (1993-'97)	
	Amount *	Share(%)	Amount *	Share(%)
<u>Sector Investment Requirement **</u>				
Total Gross Fixed Investment	103,014	100.0	170,332	100.0
Transport & Communication	15,881	15.4	26,119	15.4
<u>Sector allocation of Development Expenditure</u>				
Total Development expenditure	74,174	100.0	113,479	100.0
Transport & Communication	11,657	15.7	20,030	17.7
Transport	-	-	13,567	11.95
<u>Source of finance</u>				
Total Gross Fixed Investment			170,332	100.0
National Saving			95,977	56.3
Foreign Aid			74,355	43.7
- Grant			19,761	11.6
- Loan			54,954	32.1

* in million NRs at 1991/92 prices

** Sector investment includes private and government investment

このなかで、本優先プロジェクトの実施に要するコストは全体で2,298百万NRsと推定されており、これは第8次計画で想定している外国援助総額のわずかに3.1%である。

また、同計画の運輸通信セクター投資に占める割合は、以下のとおり11.5%と予想される。

$$S = \frac{PC}{TC} \times 100$$

ここで、

S : 本優先プロジェクトの運輸通信セクター投資の割合

PC : 本優先プロジェクトのコスト = 2,298百万NRs

TC : 運輸通信セクターの想定される投資額 = 20,030百万NRs

$$S = \frac{2,298 \text{ 百万NRs}}{20,000 \text{ 百万NRs}} \times 100 = 11.5\%$$

8.7.4 結論と提言

上記のとおり、運輸通信セクター投資に占める本優先プロジェクトの割合11.5%はそれほど低い割合とはいえないものの、本優先プロジェクトの国家経済開発のなかでのカトマンズ地域開発の役割を考慮すれば、その実施には最優先順位が与えられるべきと思われる。

また、経済分析の対象外としたパッケージCの交差点改良プロジェクトの実施に要するコストは表7.1に示されるとおり246百万NRsであり、これは第8次計画の運輸通信セクター投資のわずかに1.2%を占めるのみである。これらの改良投資は、他都市における多くの経験から、経済的にフィージブルな投資であるといえる。

一方、第8次計画では全国的な幹線道路網形成のみならず、過去の5ヶ年計画において重要視されていた地方道路、フィーダー道路の開発にも重点がおかれている。カトマンズバレー内の道路開発においても幹線道路と地域道路のバランスに配慮した実施が望まれる。本章で分析したケース1の新バグマティ橋および南環状道路の建設プロジェクトは全国的な幹線道路網形成を目指すものであり、また、ケース2の新バスターミナルへのアクセス道路の建設プロジェクトは地域道路開発を目指すものである。この意味で本計画は第8次計画の主旨に合致した計画であるといえる。

第 9 章

環 境 評 價

第 9 章 環境評価

9.1 バグマティ・コリダーの現状

カトマンズバレーでは河川の氾濫原は一般的に農地として利用されている。人口の急増と土地利用計画の欠如が、氾濫原の無秩序な都市化を促しており、その傾向はますます増加している。これら氾濫原において建設された宅地は、社会基盤施設が遅れ、その生活環境は極めて貧しい。

バグマティ川は、ガンジス川の支流で、ヒンドゥー教徒にとって"聖なる川"である。本調査において改良の対象となっているバグマティ・コリダーの河川沿いには、サンカモール火葬場、トリプレスウォール寺院、バクリ火葬場、ラム火葬場といった歴史的に重要な寺院や宗教上重要な火葬場が数多くある。

バグマティ川は建設用資材として使われる砂の産地でもあり、大量の砂が採取されている。そのため、バグマティ川の河床が著しく低下し、水位が下がっている。

カトマンズバレーの環境で大きな問題となっている大気汚染の原因は、ほこり、車輛の排気ガス、工場のばい煙等であり、空気中のほこりの濃度や排気ガスによる鉛の含有量は許容基準を上回り、バレー内の主要幹線沿いで高い値を示している。

9.2 社会経済に及ぼす影響

短期的影響

計画道路は用地買収や家屋補償を最小限に抑えるため、政府用地となっているバグマティ川の河床をできるだけ利用するよう計画されている。しかしながら、以下に示すマイナスの影響が予想される。

- (i) 道路整備に伴い約110戸の建物（無断居住を含む）の建設と約92,000m²の農地の取得が必要であり、それに伴い、これら農地を失った農業労働者の収入が失われる。
- (ii) 道路建設により周辺住民の河川利用が阻害される。

長期的影響

計画道路の建設は長期的にはプラスの影響をもたらすものと予想される。

- (i) バグマティ川沿いの地域開発や経済活動を活発化させ、農業からの収入を失った農業従事者は、土地価格の上昇に伴う便益を得る。
- (ii) 計画道路は道路利用の不便な地区への利便性を高め、長期的には計画的な都市開発を誘導させる。

9.3 交通への影響

計画道路の整備により、カトマンズ都市内の交通は以下のように改善される。

交通不便地域の解消

本調査のマスタープランの短期計画における目標のひとつである交通不便地域へのアクセシビリティを高め、住民の交通ニーズに対応する。

交通流の改善

南環状道路はラリトプール市北部で東西を結び交通の流れを分散させる役割を持ち、交通のボトルネックとなっているバグマティ橋の交通混雑を低減させる。

カトマンズ都市部道路の骨格の形成

南環状道路は長期のカトマンズの道路ネットワークの骨格を形成する主要幹線の一部として重要な意味をもつ。道路ネットワークの強化は将来交通需要に対応し、また、カトマンズバレーの適性な発展に貢献する。

9.4 バグマティ・コリダーの環境改善

バグマティ川沿いの環境は、住宅建設や経済活動に伴い年々悪化が著しい。南環状道路はバグマティ川の堤防付近に計画されており、次のような点で河川環境を改善する。

- (i) 計画道路が住居と河川を分離するため、河川汚濁の進行を抑制する。
- (ii) 計画道路と河川間のオープンスペースは遊び場、公園、歩行者専用道、自転車専用道、緑地帯、オープン・マーケット等の公共施設として利用できる。

9.5 自然環境への悪影響

(1) 大気汚染

自動車の排気ガスは、カトマンズバレーにおいて深刻な問題となっている。利用されている車のほとんどは整備が不十分な旧式の車である。本調査において提案された道路施設整備や交差点改良を実施することにより、都市内の交通流は改善され、車の走行速度は大幅に改善される。その結果、車輦からの排気ガスの総排出量は低いレベルに抑えられるものと期待される。

しかしながら、道路の建設だけでは排気ガス問題は解決せず、ネパールの事情を考慮しつつ、排気ガス規制の実施を提案する。

(2) 騒音

計画道路は住宅地から離れており、騒音は重大な問題ではないと予想される。

第 10 章

結論および提言

第 10 章 結論および提言

10.1 結論

フィージビリティ調査の結果、提案したパッケージA、Bの両方について、技術的にも経済的（AのEIRR11.5%、BのEIRR 18.8%）にも実行可能であることが示された。

さらに、プロジェクト全体を早期に実現するために、以下に示す優先順位で実施を行うことを提案する。

<u>優先順位</u>	<u>プロジェクト</u>
1	新バグマティ橋（2車線）の建設（下記の項目を含む） <ul style="list-style-type: none">- タバタリ交差点（歩道有）- 既設バグマティ橋の洗掘防止工- 既設トラス橋の撤去- 河床低下に対する床固工
2	新バスターミナル（バラジュ）連絡線の建設
3	交差点改良（マイティガル、トリプレスウォール、コテスウォール）
4	南環状道路西工区の建設（下記の項目を含む） <ul style="list-style-type: none">- サネパ連絡線- 第1バグマティ橋（サネパ）- 河岸防護工
5	南環状道路東工区の建設（下記の項目を含む） <ul style="list-style-type: none">- コテスウォールとバタン連絡線- 第3、4バグマティ橋

上記のプロジェクトの概要を表10.1に示す。