

7. 交通輸送マスタープランの策定

- 1) 計画基準としては、以下のものを考える。
 - クルナバイパスおよび渡河橋梁は、ルプシャ川の東西で検討する。鉄道延伸計画は、独自の路線で既存の鉄道からモングラ港まで延伸する。鉄道併用橋は、延伸計画のフィージビリティ改善策の一つと考える。
 - 渡河橋梁は都市部に位置するため、横断面構成は自動車走行用車線のほかに歩道、非自動車車両用スペースなどの必要性を検討する。
 - 渡河地点の航路限界は、BITWA が RHD に回答済みのものを設計基準として考える。
 - 橋梁アプローチ部の縦断勾配は、道路橋の場合バングラデシュの交通特性を考慮して 3% とする。鉄道橋では 1% を想定する。
 - 社会影響の度合いは、架橋地点の土地利用にもよるが、橋梁アプローチ部の縦断勾配と深く関係している。この意味で鉄道併用橋では影響の度合いが大きくなる可能性が高く、架橋地点の選定には重要な指標となる。
 - 河道変動は、調査対象地域では程度の差こそあれ過去に起こっており、渡河地点の選定では重要である。アタイ川は、過去に大きく変動していることが判明している。河道変動は、橋梁だけでなく護岸工事の規模を決めることになり、工事規模を左右する要素も大きい。

- 2) ルプシャ橋の果たすべき役割と担うべき機能は、以下の 4 つである。
 - ルプシャフェリーの混雑解消
 - クルナ～モングラ道路の全天候型道路への強化
 - クルナバイパスの整備促進
 - モングラ港の貨物需要の活性化

- 3) ルプシャ橋および交通関連プロジェクトは、以下のものを想定した。
 - クルナバイパス
本調査は、クルナバイパスの一部を構成するルプシャ橋およびそのアプローチ部が対象となっている。ルプシャ橋は、地域を分断するルプシャ川を渡る道路交通にサービスする。
 - 鉄道延伸計画
現在クルナまで敷設されている鉄道は、モングラ港の岸壁で扱われる貨物輸送を担う目的で、過去にバングラデシュ国鉄によりモングラ港まで延伸する計画があった。この鉄道延伸計画を前提にして、計画年次 2015 年で鉄道が分担する貨物の需要推計がなされている。

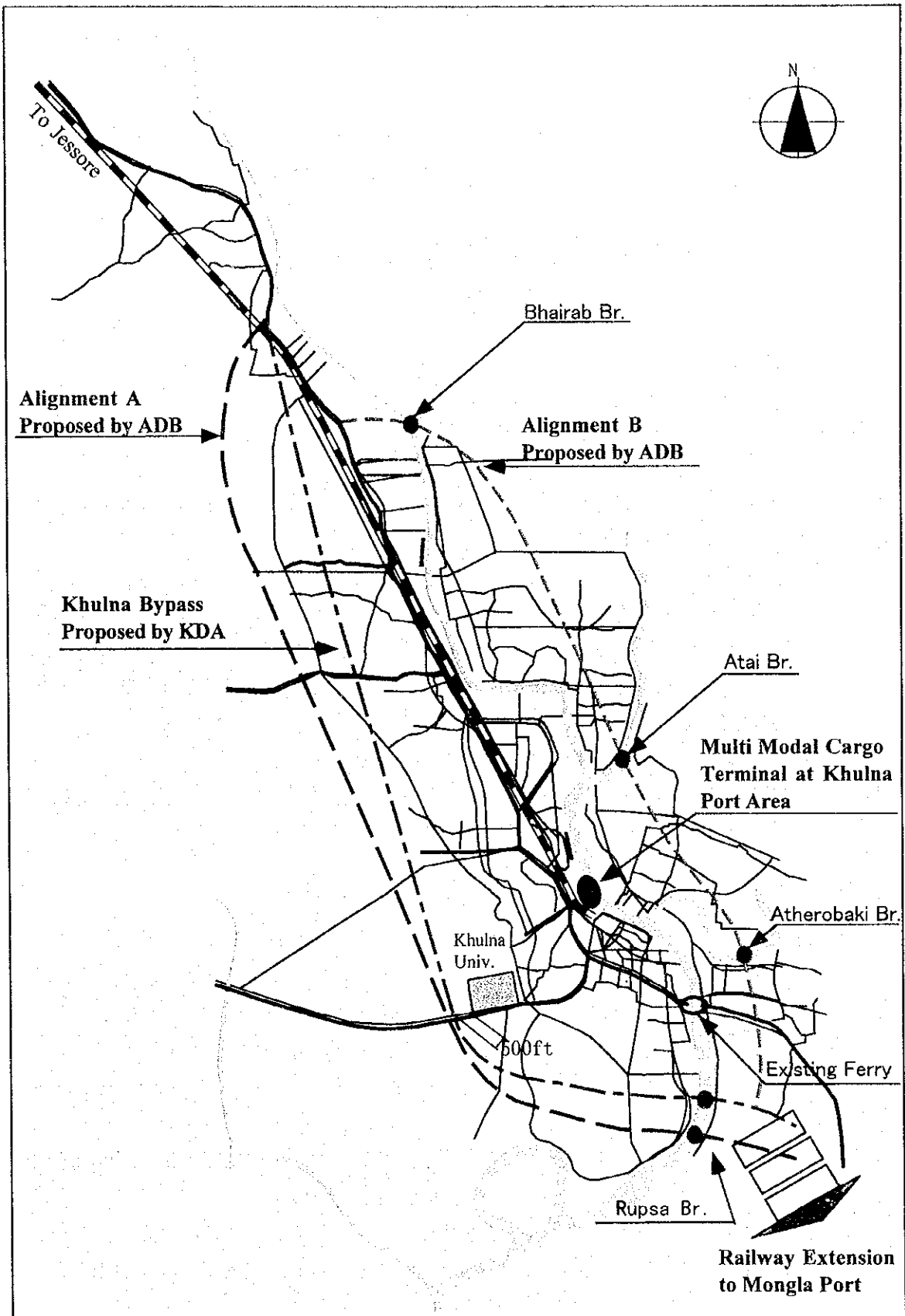


図 7.1 橋梁および交通関連プロジェクト

□ 総合ターミナル

モングラ港での貨物取扱量の 25%~35%は、クルナ港およびその周辺に起終する貨物である。今後クルナ都市圏の拡大にともない、貨物需要は増大する。総合ターミナルは、この増大する貨物需要に対応して、水運と道路、鉄道を結ぶターミナルとして計画される。将来的にはコンテナ輸送にも対応することも計画される。

4) 交通輸送マスタープランの開発シナリオは、上記交通関連施設を支持する交通の質と需要量との関連で想定された。

□ 開発シナリオ 1：橋梁および鉄道延伸

モングラ港の背後圏が拡大し、クルナを超えて輸送される貨物が相当量見込まれる場合、陸上輸送の対象となるモングラ港の岸壁で扱われる貨物を道路と鉄道で分担することとなる。

□ 開発シナリオ 2：橋梁および総合ターミナル

モングラ港の背後圏があまり拡大せず、クルナを超えて輸送される貨物はある程度見込まれるもののクルナおよびその周辺に起終するものが優勢な場合、陸上輸送の対象となるモングラ港の岸壁で扱われる貨物は道路交通と総合ターミナルで対応することとなる。

□ 開発シナリオ 3：橋梁のみ

クルナおよびその周辺に起終するものが圧倒的に優勢な場合、陸上輸送の対象となるモングラ港の岸壁で扱われる貨物は道路交通で対応することとなる。

5) 開発シナリオの評価

現在にルプシャフェリーは、地域の開発ポテンシャルを発揮するのに交通インフラ面で明らかに阻害している。このためクルナバイパスは西側に位置することが選定されるべきである。また、鉄道がモングラ港まで延伸した場合、鉄道が担う貨物量は高々 478,000 トン/年程度である。このような前提のもとで以下の理由から、「開発シナリオ 2：橋梁および総合ターミナル」を背景とした配分ケース（Case-1）を最適なものとして提案する。

□ モングラ港で扱う背後圏への将来貨物需要は、これまでの内陸水運の優勢な地域特性を考えると、依然として多くを水運に依存する。

□ バクシー橋が完成し、北西部の背後圏やネパールへのアクセスが改善されるとしても鉄道輸送が担う貨物量は高々 478,000 トン/年程度であり、それほど多くはない。

8. 道路及び橋梁の技術的検討

8.1 道路の技術的検討

(1) 道路計画の概要

1) クルナバイパス

本調査は、ルプシャ橋および関連プロジェクトを構成要素としている。関連プロジェクトは、ルプシャ橋を通過する旅客および貨物の輸送に関連する道路、鉄道、内陸水運に関するもので、交通輸送マスタープランの策定の段階でモングラ港までの鉄道延伸計画とクルナ港周辺の総合ターミナル計画が取り上げられた。これら関連プロジェクトは、ルプシャ橋の果たすべき役割と担うべき機能に深く関連し、ともにルプシャ橋と一体となってクルナ市およびその周辺の交通輸送網の強化とモングラ港のより一層の活性化を図ることを目的としている。

ルプシャ橋は、図 8.1 に示すようにクルナバイパス上に位置し、調査対象地域を東西に2分しているルプシャ川を渡る道路橋として想定されている。所謂ルプシャ橋は、クルナバイパスがルプシャ川東岸を通る場合、Bhairab、Atai、Atherobakiの3橋梁から成る。一方、西岸に位置する場合はRupsa橋だけとなる。ルプシャ橋建設計画をめぐっては、これまで多くの議論がおこなわれてきた。鉄道延伸計画との関連で鉄道併用橋、航路限界の違いから建設費、縦断勾配の差から社会影響コストの度合い、横断面構成に関連して車線数や緩速専用車線などである。本調査では、さらに、必要航路幅の違いによる橋梁形式および主橋梁部とアプローチ橋梁部の構造形式の比較と選定を「8.2 橋梁の技術的検討」でおこなう。

2) 総合ターミナル計画

クルナ市およびその周辺地域からなる調査対象地域では水路網が発達し、これを活用した内陸水運が、輸送コスト面と環境面で有利な交通輸送機関となっている。他方、モングラ港の総取扱い貨物量の94%は沖取りされ、バージによる内陸水運が担っている。ルプシャ橋が完成し陸路が整備されたとしても、この卓越した輸送形態は今後とも続くと予想されている。

一方、バングラデシュ内陸水運庁(BIWTA)が所管する河川港としてのクルナ港は、河川に沿って南北に広がり、多くの港湾施設が点在している。クルナ市のほぼ中央に位置するBIWTAターミナル周辺には、BIWTAが所管する施設の他に、モングラ港湾庁(Mongla Port Authority)のルーズベルト・ジェッティ、バングラデシュ国鉄の貨車操車場やクルナ鉄道駅および国道7号線が隣接している。総合ターミナルは、図 8.2 に示すようにRupsa橋を含むクルナバイパス南区間の道路整備によりクルナ市南部の幹線道路網が強化されるのに合わせて、既存のBIWTAターミナル周辺に道路、鉄道、内陸水運から成る各交通モードを相互に結節するターミナル施設を中心とした、80haに及ぶ区画の再開発事業として計画されている。

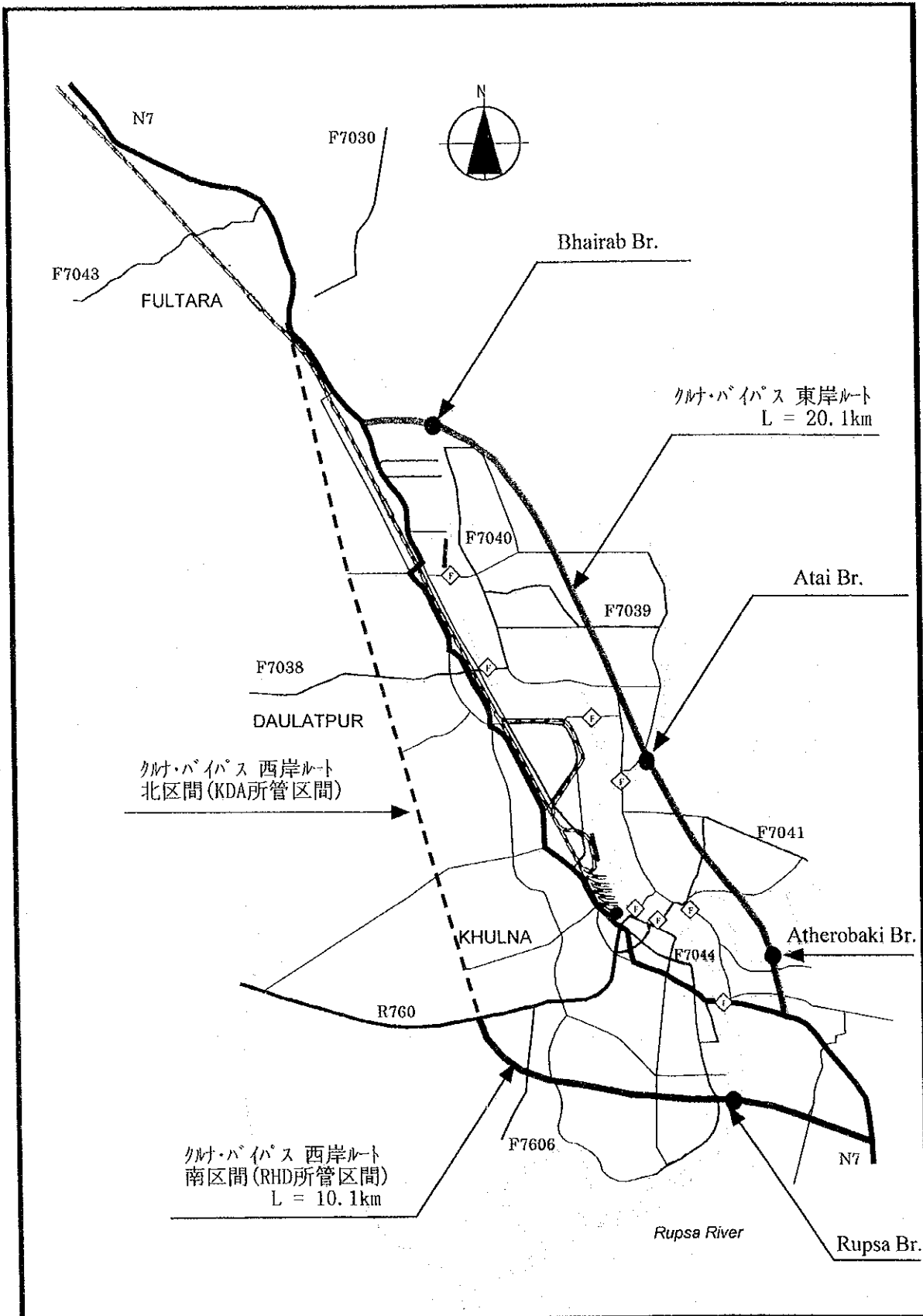


図 8.1 クルナマスタープランで提案されている道路網整備

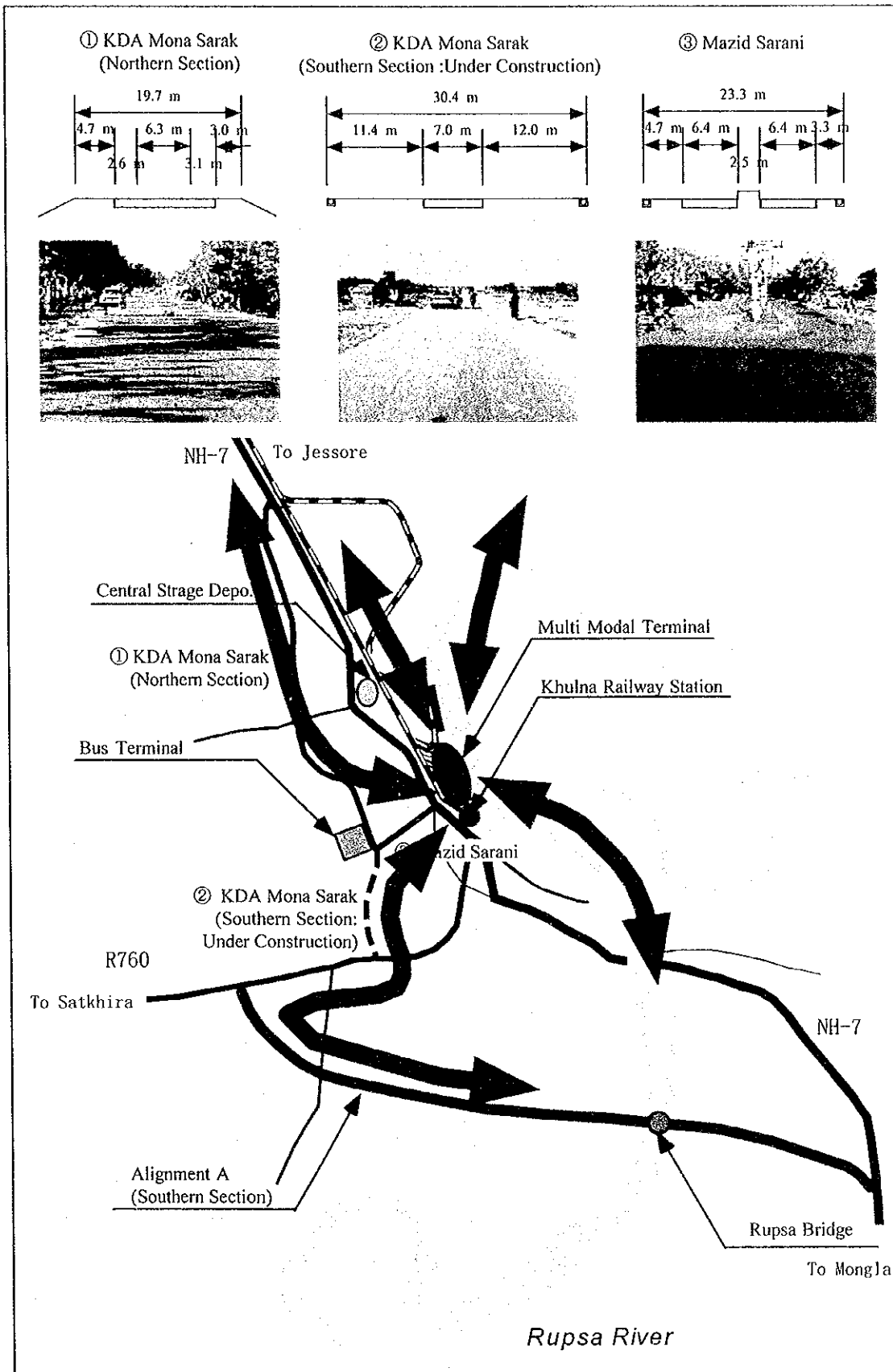


図 8.2 クルナ市南部の幹線道路網と総合ターミナル

（2）道路計画の対象区間

1）道路交通の比較代替案

- i) 図 8.1 に示すように KDA クルナマスタープランでは、現況の道路延長 100 km に対して、新たにクルナバイパス A ルート（西岸）の北区間を含む 115 km の道路網整備を提案し、全長で 215 km としている。従って、計画年次 2015 年までに順次道路網が整備されていくとの前提に立っているが、その中でもクルナバイパス A ルート（西岸）の北区間は優先度が高く 1998 年度中に着工することが予定され、プロジェクトを実施した各ケースでは既にあることを前提とする。
- ii) 道路の便益算定は、プロジェクトが無かったケース（需要予測 CASE 0）をベースにして、プロジェクトを実施した各ケース、即ちクルナバイパス A ルート（西岸）の南区間（需要予測 CASE-1：鉄道延伸なし）およびクルナバイパス B ルート（東岸）（需要予測 CASE-3：鉄道延伸なし）、それぞれの配分結果から台・時、台・キロの差分を指標にしておこなう。
- iii) プロジェクトが無かったケースとは、計画年次 2015 年での道路網に本調査で対象としている 4 橋梁が無かった場合を想定した。従って、ルプシャ川はフェリーで渡河する。計画年次 2015 年での交通配分の対象道路網は、現況の道路網にクルナバイパス A ルート（西岸）の北区間を含むクルナマスタープランで提案されている道路網整備を加えたものである。
- iv) 他方、プロジェクトありのケースとは、計画年次 2015 年での道路網に本調査で対象としている 4 橋梁があった場合を想定した。従って、クルナバイパスがルプシャ川西岸ルート（A ルート）にある場合、RHD が所管する始点（Khulna-Satkhira Road）から終点（Khulna-Mongla Road）までの南区間 10.1 km を対象とする。一方、ルプシャ川東岸ルート（B ルート）にある場合は、始点（Cantonment in Siromony）から終点（Khulna-Mongla Road）までの区間 20.1 km を対象とする。いずれのケースでも KDA の所管する北区間（始点（Cantonment in Siromony）から終点（Khulna-Satkhira Road））17.6 km は、便益算定との関連から、南区間が開通するまでに開通しているものとする。

v) 経済分析の基本ケースは、以下のとおりである。

①ALT 1-1：需要予測=CASE-1（鉄道延伸なし）：区間=クルナバイパス
西岸の南区間：断面=非分離2車線+歩道（両側）

②ALT 3-1：需要予測=CASE-3（鉄道延伸なし）：区間=クルナバイパス
東岸：断面=非分離2車線+歩道（両側）

(3) 道路計画上の比較案の検討

1) 比較案検討の基本方針

本調査の比較案は、以下のような基本方針のもとに設定された。

- i) 対象4橋から成るルプシャ橋は、クルナバイパス上の橋と位置づけ、ルプシャ川東岸ルート、西岸ルートともに鉄道併用区間も道路単独橋として検討する。
- ii) 本調査では、図 8.3 に示すように将来交通需要から非分離2車線が基本となっている。従って、各ケースの基本断面は、非分離2車線+歩道（両側）とする。非分離2車線道路では、故障車が路肩に停車していてもその脇を徐行しながら相手側車線を使って追い越せる道路幅員（2方向非分離2車線A規格：W=8.5m）を基本とする。しかし、将来需要予測の不確かさから分離4車線のケースについても検討する。この場合の断面は、パクシー橋の断面と規格的に同一とする。
- iii) 鉄道延伸計画は、独自の路線でクルナからモングラ港まで延伸するケースを検討する。鉄道がモングラ港まで延伸する場合、対象4橋の架橋位置は、ルプシャ川東岸、西岸ともに道路橋に並行した鉄道単独橋を想定する。
- iv) 橋梁部の最大縦断勾配は、道路橋の場合3%とする。これは、設計速度を $V=60\text{km}$ とした場合、我が国の基準では最大縦断勾配は5%であり、4%、3%とすると、ルプシャ橋の場合、橋長が5%のときに比べ、それぞれ170m、470m増加することとなる。しかし、登坂能力の劣るオートリキシャの多いバングラデシュの交通特性を考慮して敢えて3%とした。
鉄道併用橋では、機関車の牽引力を考慮して最大縦断勾配を1%とする。
- v) 総合ターミナル計画は、再開発事業が各省庁間の所管事項に関わることから、制度・運営面からの調整が鍵となる。従って、本調査では、フェーズIIで実施するF/Sの調査範囲を提案するに留める。

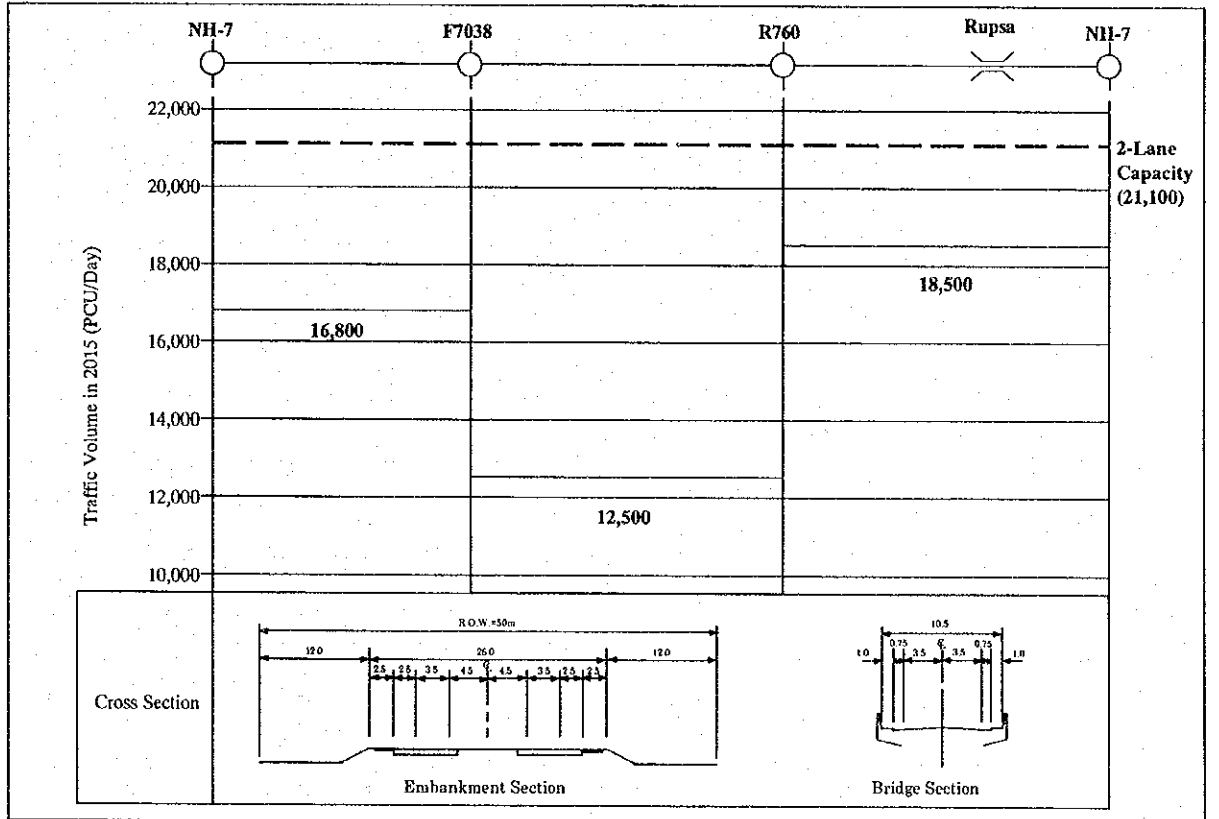
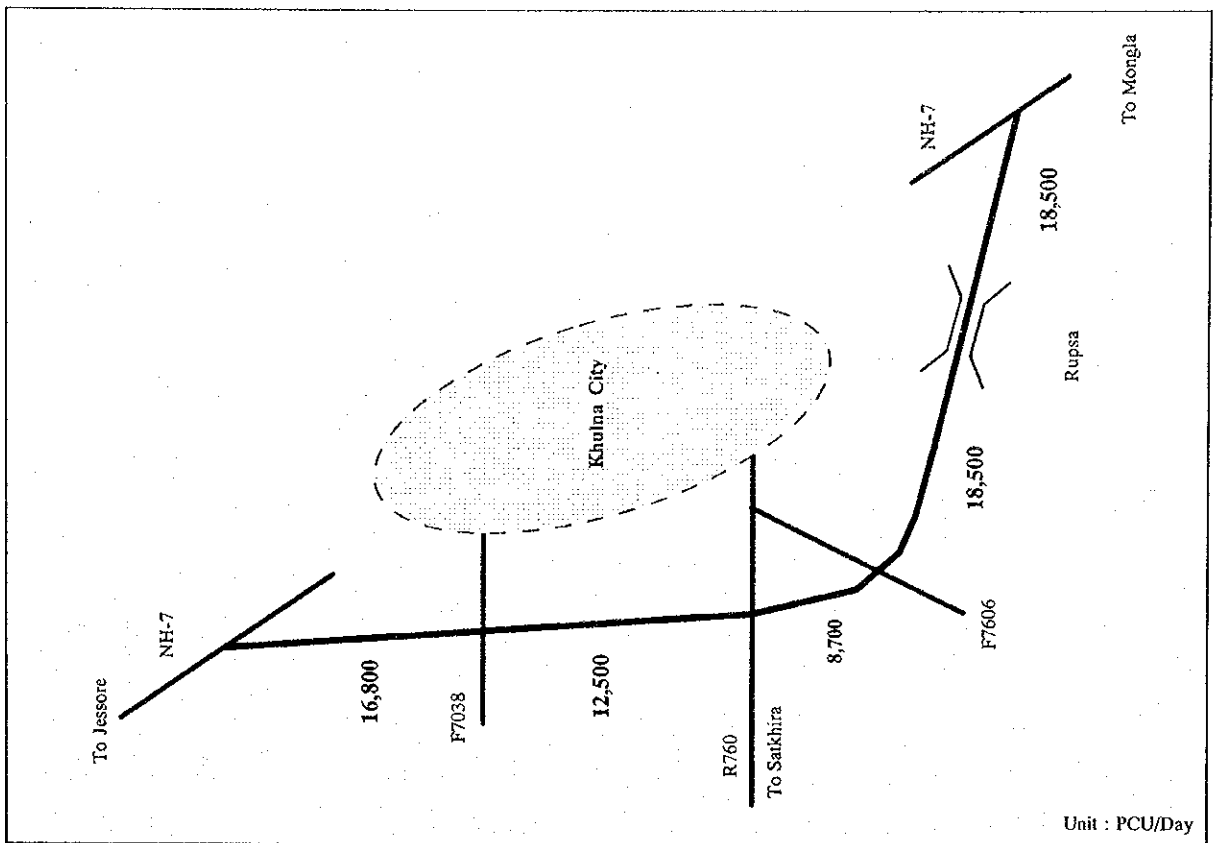


図 8.3 将来交通需要と必要車線数

2) 鉄道併用橋の検討

- i) まず、道路橋を建設する際に鉄道併用部を予め建設するスキームを検討する。即ち、橋梁建設費を全て道路に負担してもらい、鉄道建設費の削減を図るケースを想定した。
- ii) 他方、道路単独橋として建設し後に鉄道併用橋として利用する場合、橋梁部全体を併用するスキーム（ALT 1-6）と主橋梁部のみを併用するスキーム（ALT 1-4）を道路単独橋スキーム（ALT 1-1）と比較する。これは、道路が負担する初期投資が投資効率から見てどの程度の負担となるのかを検証するためである。
- iii) 図 8.4 は、Rupsa 橋を例にとって橋梁建設費の比較をおこなったものである。橋梁建設費は ALT 1-1 に比べて、ALT 1-4 で約 1.6 倍、ALT 1-6 で約 3.8 倍と大幅な増加となることが判明した。
- iv) 図 8.5 は、これらの比較案を総合的に比較検討したものである。この検討の結果から、下記理由により「橋梁部全体を併用するスキーム（ALT 1-6）」は、これ以降の比較検討の対象案から除外した。
 - アプローチ橋梁部では縦断勾配が道路 3%、鉄道 1%と大きく違うため、緩い鉄道の勾配 1%に合わせると必要以上に道路部の橋梁区間が伸び現実的でない。このため、追加投資が極めて大きくなる。
 - 鉄道併用橋スキームを適用するのに合わせて 4 車線供用していた道路橋を 2 車線に縮小しなくてはならない物理的な問題がある。RHD としては、無計画で投資効率の悪い事業をおこなった上に、更に深刻な問題を将来に残す結果となる。

比較ケース	対象橋梁			直接橋梁建設費 (Million Tk.)	備考
	橋梁名	主橋梁部 (m)	アプローチ橋梁部 (m)		
非分離2車線+歩道 (両側)	Rupsa	640	720	ALT 1-1 1,341.1 100%	道路の縦断勾配 3% 道路単独橋
緩速車線なし					
道路単独橋					
非分離2車線+歩道 (両側)	Rupsa	640	1,140	ALT 1-4 2,126.9 159%	道路の縦断勾配 3% 鉄道の縦断勾配 1% 主橋梁部のみ併用橋
緩速車線なし					
鉄道併用橋					
非分離2車線+歩道 (両側)	Rupsa	640	3,180	ALT 1-6 5,131.8 383%	道路の縦断勾配 1% 鉄道の縦断勾配 1% 橋梁の全長が併用橋
緩速車線なし					
鉄道・道路橋					

注) 1) 直接建設費は、橋梁の場合、橋台から橋台までの橋梁の直接建設費で予備費10%は含まれない。
 2) 鉄道併用橋の場合は、鉄道アプローチ橋梁部の橋梁直接建設費を含まない。
 3) Rupsa橋梁は、経済性、維持管理面の利点、多くの実績などからPC連続箱桁橋 (変断面) + 揚所打ち杭とする。
 4) アプローチ橋梁部は、経済性から単純PC合成桁橋 + 揚所打ち杭とする。

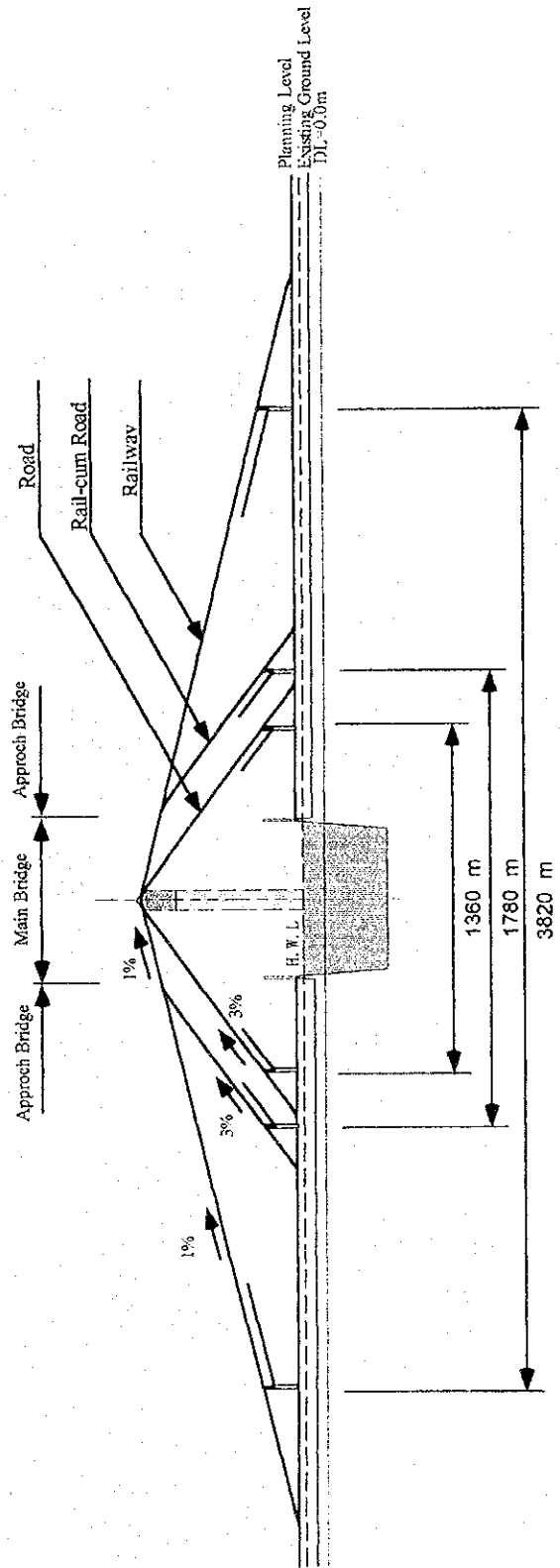


図 8.4 道路橋、鉄道併用橋、鉄道・道路橋各ケースの比較

3) 道路単独橋としての比較案の検討

- i) ルプシャ橋を取り巻く議論に対する検討結果を示すために、まず、鉄道併用橋について検討をおこない「橋梁部全体を併用するスキーム」の問題点を指摘し、これを道路単独橋としての比較代替案から除外した。
- ii) 他方、「主橋梁部のみを併用するスキーム」を検討する場合、主橋梁部は道路と鉄道の縦断曲線半径を大きなものに合わせれば、鉄道・道路併用橋とすることは可能である。しかし、アプローチ橋梁部では縦断勾配が道路 3%、鉄道 1%と大きく違うため鉄道・道路併用橋にすると緩い鉄道の勾配 1%に合わせなくてはならず、必要以上に道路部の橋梁区間が伸び現実的でない。従って、鉄道併用橋の場合、主橋梁部以外は鉄道、道路それぞれ独自の縦断線形を持つものとして検討した。
- iii) 橋長と設計速度とは、視距の確保から密接した関連がある。ルプシャ橋の場合、設計速度を $V=60\text{km}$ 、 80km 、 100km とすると、必要な視距を確保するには縦断曲線半径がそれぞれ $R=2,000\text{m}$ 、 $4,500\text{m}$ 、 $10,000\text{m}$ となる。縦断勾配を 3%に固定した場合、設計速度を $V=60\text{km}$ から 80km に上げると橋長は 52m 増加し、 $V=60\text{km}$ を 100km にすると 207m 増加する。従って、本調査では既に縦断勾配を 3%と緩やかな値を採用していることから、道路橋の場合経済性の観点から設計速度 $V=60\text{km}$ 、縦断曲線半径 $R=2,000\text{m}$ を適用する。他方、鉄道橋および鉄道併用橋の場合は、鉄道の設計基準から縦断曲線半径 $R=3,000\text{m}$ を適用する。
- iv) 緩速車用車線は、オートリキシャ、オートバイの走行を想定し両側に設けることを基本とする。片側のみに設置した場合についても、両端土工部にボックスカルバートを設けて処理することを前提に検討する。
- v) 各渡河地点とも上流、下流側双方に護岸工を主とした河川改修が必要となる。また、堤防には管理用道路が必要となり建築限界を確保する。

4) クルナバイパスの路線位置の検討

- i) クルナバイパスの位置の議論として、渡河地点の航路限界の違いによる路線位置がある。即ち、クルナバイパスが東岸にある場合、Bhairab、Atai、Atherobaki の 3 橋梁でクルナ市街地をバイパスすることになる。クルナバイパスが西岸にある場合、Rupsa 橋だけとなる。
- ii) クルナバイパスが西岸にある場合、Rupsa の橋長は、1,360m となる。他方、クルナバイパスが東岸にある場合、Bhairab、Atai、Atherobaki の各橋長は、それぞれ 1,040m、1,040m、570m となり、合計 2,650m となり、クルナバイパスが西岸にある場合に比べ、橋長が約 1.9 倍となる。

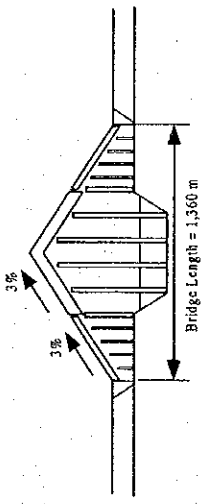
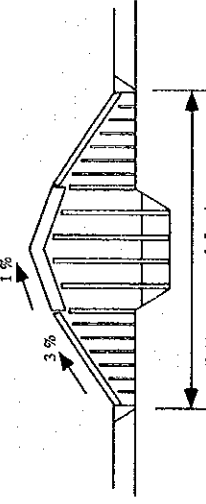
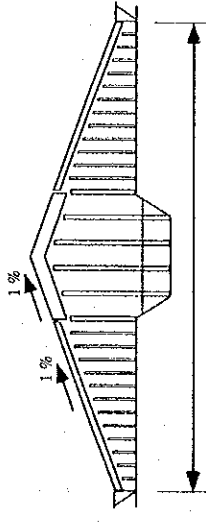
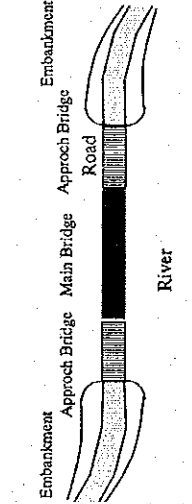
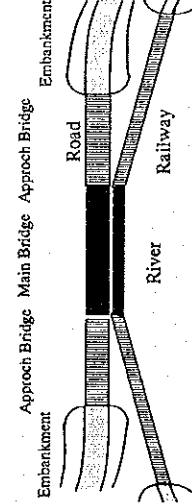

比較代替案	ALT 1-1 : 道路単独橋	ALT 1-4 : 鉄道併用橋 (主橋梁部のみ)	ALT 1-6 : 鉄道併用橋 (全橋梁)
概略縦断面図	 <p>Bridge Length = 1,360 m</p>	 <p>Bridge Length of Road = 1,740 m</p>	 <p>Bridge Length = 3,820 m</p>
概略平面図			
案の概要	<p>1) 本橋梁部、取付橋梁部ともに縦断勾配3%の道路単独橋。 2) 全橋長は1,360mとなり、内訳は、主橋梁部が640m、取付橋梁部が720mである。 3) 直接橋梁工費は、1,341百万円となる。(西岸ルート南区間の2車線+面側歩道の場合)</p>	<p>1) 本橋梁部のみ鉄道併用橋とした案。 2) 全橋長は1,780mとなり、内訳は、主橋梁部が640m、取付橋梁部が1,140mである。 3) 道路単独橋に比べ、直接橋梁工費が約1.59倍となる。 4) 鉄道スペースが主橋梁部しかないため、鉄道ができるまですべなスペースが利用できる。</p>	<p>1) 本橋梁部、取付橋梁部ともに鉄道併用橋とした案。 2) 全橋長は3,820mとなり、内訳は、主橋梁部が640m、取付橋梁部が3,180mである 3) 道路単独橋に比べ、直接橋梁工費が約3.88倍となる。 4) 本橋梁部、取付橋梁部ともに鉄道縦断勾配1%となり、道路縦断勾配としては、著しく緩い勾配となる。</p>
投資効果	<p>需要に見合った費用投資であることから、高い投資効果が期待される。</p>	<p>鉄道延伸が早期実現する場合、許容範囲の投資効果が得られる。</p>	<p>投資額が過剰となるため、投資効果が限界水準に達する。</p>
利用者便益	<p>有料橋とした場合においても、利用者は十分な便益が得られる。</p>	<p>鉄道スペースの追加費用を料金に含むならば、道路利用者にとって余分な負担を強いることになる。</p>	<p>鉄道延伸が実現したとしても、道路として過度な投資であるため、利用者の負担となる。</p>
土地利用への影響	<p>取付橋梁部が最も短いため、沿道利用に適している。</p>	<p>道路の片側を鉄道が通過するため、沿道利用上、好ましくない。</p>	<p>取付橋梁部が最も長く、かつ、鉄道と並行しているため、片側の沿道利用に影響が大きい。</p>
社会影響	<p>高架部と高土盛土部による、地域分断が生じる延長が最も短い。</p>	<p>鉄道が隣接して高架化するため、道路による阻害効果が減少する。</p>	<p>鉄道が高架化し、道路と並行することによって、地域分断が生じる延長が最も長い。</p>
評価	<p>優れている。ルプシャ橋の期待される役割と機能を満たしている。</p>	<p>モンテグラネ鉄道延伸計画との関連が大きいいため、より詳細な検討が必要である。</p>	<p>劣っている。鉄道縦断勾配を全橋梁に渡って用いているため、道路の勾配としては平坦となる。そのことにより、建設費が高くなり、道路から見た利点は極めて少ない。</p>

図 8.5 道路単独橋と鉄道併用橋との比較

5) 横断面構成の比較案の検討

- i) 本調査の横断面構成は、将来交通需要から非分離 2 車線+歩道（両側）が基本となっている。しかし、対象 4 橋梁はクルナ市内に位置し主な利用交通が比較的短いトリップ長の通勤・通学交通であることからオートリキシャやモーターサイクルなど緩速自動車交通の大幅な利用が予測されている。このため横断面構成の比較代替案として、緩速車用車線を両側、あるいは片側に設けた場合を検討した。他方、将来需要予測の不確実さから分離 4 車線のケースについても検討した。さらに、さきの「主橋梁部のみを併用するスキーム」を加え、5 つの比較代替案が設定された。
- ii) 図 8.6 に示すように 5 つの比較代替案は、2 車線+歩道、2 車線+歩道+緩速車線（片側）、2 車線+歩道+緩速車線（両側）、2 車線+歩道+鉄道、4 車線+歩道から成り、総幅員は、それぞれ、10.5m、14.0m、15.5m、16.5m、18.0mとなる。

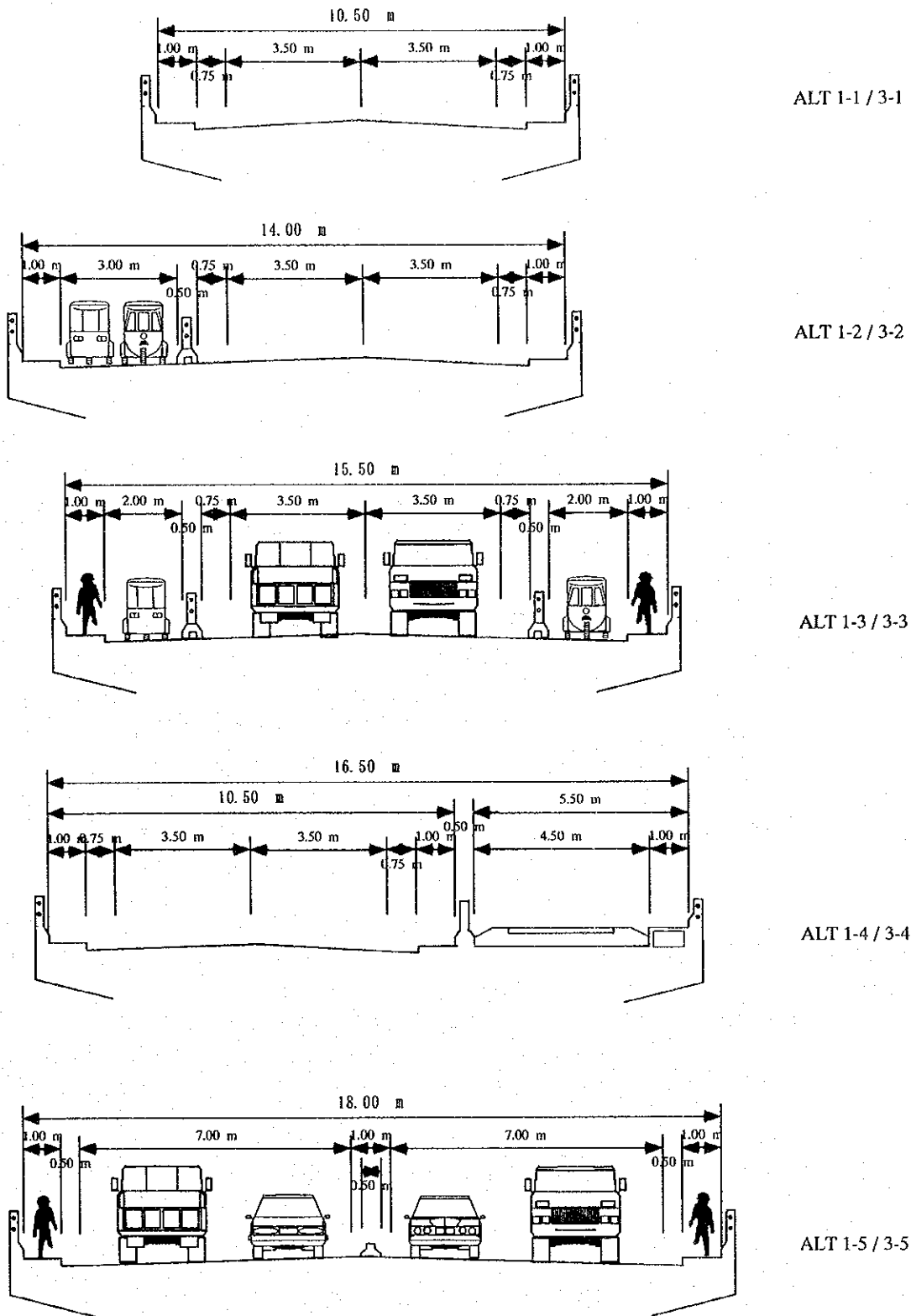


図 8.6 橋梁比較断面

8.2 橋梁の比較代替案の設定および選定

橋梁計画の目的は、本調査がマスタープランレベルでおこなわれていることから、橋梁・構造形式が現時点の情報とデータから最も現実的なものとして選定され、事業費積算の根拠を明らかにするとともに、引き続きおこなわれる調査に必要となる技術情報を整理することにある。

(1) 主橋梁部

必要最小径間を 100m と設定する Rupsa, Bhairab, Atai 橋および 50m と設定する Atherobaki 橋に分けて検討した。

i) 構造形式の選定要素

主橋梁部は橋梁が河川上に架かり、比較的長径間であることなどを考慮し、以下の選定要素に基づいて形式の選定を行った。

①航路制限、②地形、地質、③河川条件（水深、流速、水質）、④美観、⑤施工
⑥経済性、⑦工期、⑧維持管理、⑨航空制限、⑩技術移転

ii) 予備選定

最小支間長 100m および 50m に適用できる構造形式を拾い上げると以下の形式がある。

最小径間長 100m の場合

PC 橋 ; 連続箱桁橋、トラス橋、アーチ橋、斜張橋、エクストラドーズ橋

鋼橋 ; 鋼床版箱桁橋、連続トラス橋、ランガー橋、ローゼ橋、
トラストランガー橋、ニールセン橋、アーチ橋、斜張橋、吊橋

最小径間長 50m の場合

PC 橋 ; 単純箱桁橋、連続箱桁橋、トラス橋

鋼橋 ; 単純箱桁橋、単純合成桁箱桁橋、連続鋼桁橋、連続箱桁橋、
鋼床版箱桁橋、単純トラス橋、連続トラス橋、ラーメン橋、
ランガー橋、アーチ橋

これらの候補について、先に述べた選定要素に基づいて、次のように絞り込んだ。

最小径間長 100m の場合

- ① PC 箱桁橋（変断面）
- ② PC 斜張橋
- ③ 鋼床版箱桁橋

最小径間長 50m の場合

- ① PC 連続箱桁橋（等断面）
- ② 鋼床版箱桁橋

iii) 最適構造形式の選定

予備選定で選ばれた形式につき、先の選定要素の中から特に重要なものに注目して、より詳細に検討を行った。

また、ルプシャ橋を例にとって、工費の指数と工期を比較した所、以下のような結果を得た。

表 8.1 ルプシャ橋を例にとった工費と工期の比較

	PC 連続箱桁橋	PC 斜張橋	鋼床版箱桁橋
建設費の指数	100	159	114
工期（月）	36	42	33

総合評価

最小径間長が 100m の場合

- ① PC 連続箱ゲタ；相応の工期は必要であるが、建設費、維持管理、これまでの施工実績および材料入手の面から総合的に判断して最も適している。
- ② PC 斜張橋；実現すればバングラデッシュで最初の斜張橋となり、技術移転の面で望ましい上、美観に優れ、クルナのランドマークとなりうる反面、どの架橋位置をとっても斜張橋の優位性を十分に発揮するには規模が小さい。このため建設費が PC 連続橋の約 6 割増しと割高になる。
- ③ 鋼床版箱桁；鋼橋の最大の問題は維持管理で、航路上の再塗装には総足場と莫大な費用が必要となる。調査の結果、現地の川は感潮河川であるばかりでなく、塩分濃度が高くしかも年々その割合を高めていることがわかった。また、鋼材、鋼桁製作など海外からの調達が多いため、PC 連続箱桁橋に比べて建設費が若干高い。一方、現地で基礎・下部工を施工している間に、並行して鋼桁を工場製作できること、フローティングクレーンなどを利用して大ブロック架設を行うことにより上部工架設の工期を短縮できる。このため建設費・維持管理費より、工期を優先する場合には鋼床版箱桁が採用されうる。

最小径間長が 50m の場合

- ① PC 連続箱ゲ桁橋、② 鋼床版箱桁橋ともに上記と同様の理由で PC 連続箱桁橋を採用する。

(2) アプローチ橋梁部

アプローチ部の構造形式と径間長の選定には主橋梁部と違い、一般に経済性や現地での施工実績を含めた施工性が要素となる。

PC合成I桁はバングラデッシュで一般的に用いられている構造形式であるため、アプローチ橋の構造形式としてこれを採用した。

アプローチ部の長さは片側当たり、最も長いRupsa橋で360m、短いAtherobaki橋で120mであるが、この径間割について各径間長を短くすると下部工の数が多くなり、逆に橋脚数を少なくすると径間長が長くなって上部工の建設費が高くなる。一般に支持層が深くまた橋脚高が高い場合には径間長がある程度長いほうが有利であるが、逆に下部工の建設費が安い場合には径間長を短くして橋脚数を多くするのが全体として経済的となる。

そこで径間長が 20m、30m、40mの場合について上部工、下部工の建設費を試算し、径間長が 30m が最も安いと言う結果となった。このためアプローチ部を 30m で割った橋脚配置とする。

(3) 下部工

1) 橋脚矩体

i) 主橋梁部

主橋梁部の橋脚は河川内にあるため、河床の洗掘を考慮して楕円形の壁形式とした。

ii) アプローチ部橋梁

アプローチ部は流水の影響が無いため、バングラデッシュで一般に用いられている壁式を採用した。

2) 基礎工

調査の結果支持地盤が 40 から 50m と深い。基礎の代表的な形式として、既製杭を打込む方法、場所打ち杭、ケーソンがある。

このうち深い基礎に適した形式として鋼管杭、リバース杭、ケーソンが挙げられる。これらのうち鋼管杭については材料入手性、またケーソンについては一般に工期が長く建設費も高いことから、リバース工法による場所打ち杭を採用することとした。なお、この工法は陸上、河川内ともに可能であることから主橋梁部、アプローチ橋梁部いずれにも用いることとした。

9. 初期環境調査及び初期社会影響

9.1 調査目的と方法

橋梁建設計画策定に際し、道路予定区間を含め影響が想定される項目について現況調査を行い、初期環境調査（IEE）・初期社会影響調査（ISIE）を実施した。

調査に際し、現地経験の豊富な現地コンサルタントを雇用し現地調査を実施した。社会ベースライン調査は、調査員を派遣し調査表を使って道路アラインメント上の全戸聞き取り調査を実施しデータを取りまとめた。

9.2 調査地域の自然・社会環境条件

- (1) クルナの集落は、河川の両岸沿いに自然に出来た南北方向に延びる狭くやや標高のある自然堤防上に細長く発達した町である。一般に自然堤防は砂地のため地盤が良いが、その外側に出来る後背湿地は軟弱地盤のためそれを境界として町の東西への発展は阻止されている。
- (2) 道路アラインメント A 及び B は、上記の境界付近を交差しながら通り大部分水田が主の農地であるが、所々で民家とその宅地上を横切る。
- (3) それら民家の人々の多くは、ホームステッドと言われる小さな共同体をなして住む。その土地は周囲の農地より約 1 m 高く盛り上げて水没を防ぎ、平均 200-300 m² の広さの中に生活用の池を持ち、木々に囲まれ、同一の家族親戚がそれぞれ小さな家を建て共同して住んでいるのが特徴である。木々は食料となる果実樹が多く、家畜の糞と共に家族の年間の燃料をほぼ自給し得る重要な資源である。ホームステッドは点在する場合といくつか隣接する場合とがある。
- (4) 7 歳以上の識字率は 1991 年の統計資料ではクルナ地区は 43.6% であるが、全国平均の 32.4% より高く、近年は NGO の支援もあり更に向上していると言われている。

9.3 プロジェクト実施による影響と対策

(1) 社会環境への影響

A・B 両ルートに共通する最も重要な問題は、小さな共同体であるホームステッドの分断であり、更にその周囲の集合体への同じ問題である。しかし、農地を含む土地保有率が 90% 前後で小作農や土地非保有者が少ないため、それぞれの近接保有農地への移転が比較的容易に出来る。一方、道路が出来ることによるメリットはかなり大きい。その理由はそれら家族の収入依存が農業は A ルート南区間では僅かに 2%、B ルートでも 18% であり典型的な都市近郊型社会となっているからである。そして、商店が殆ど無く買い物は大部分が市内に出かけるという状況からも判断される。B ルート側の人々は上流から下流にかけて随所にある小型の渡し船で往来している。評価の概要は添付の表にまとめたが、各ルートの概要は次の通りである。

1) Aルート

クルナ市街に近く利便性が高いが、用地の殆どは水田を主とする農地・養殖池で89%を占める。雨季には30%が水没する低地帯であるが、それに適するアマン種稲作を行い三毛作である。但し、そのような条件と専門率が低い為、収穫量はかなり低い。影響を受ける戸数は南区間では25戸—計135人（合計174戸—計886人）がルート線上にある。民家以外には小精米所1、モスク1、学校2がある。平均家族数は5.8人、土着人口率（そこで生まれた）58%を示す。男女比は1.67で単身労働者が多く、クルナ市に働きに行く。通勤距離は50%以上が2km以内である。主婦は家事と農業を担当している。平均一家族年収US\$（換算）1,600程度であるが国民平均より高い。収入における食費割合は70%を占める。

2) Bルート

用地の農地・養殖池割合は76%でAルートに比し宅地が多くなる。土地はやや高くなり水没割合は10%と減り水田・養殖池以外の利用が出来る。影響戸数と人数はAルートよりかなり増え297戸—計1,685人となる。民家以外に、レンガ工場4、精米所2、モスク5、学校6、商店2、病院1がある。平均家族数は5.7人。土着人口率62%を示す。通勤距離は50%以上が1km以内である。男女比はAルートよりやや正常に近くなり1.25を示す。平均一家族年収US\$1,500程度で国民平均より高い。収入における食費割合は62%であった。

3) 鉄道ルート

道路との大きな違いは、橋の高いアプローチ盛土部分が長くなり（約700m/橋以上）道路よりさらに地域分断・交通に影響する点である。雨季の小船の往来も考慮してアンダーパスを設計する必要がある。なお、線形が道路より選択性が狭まるため、影響戸数がさらに増える可能性が高い。

(2) 自然環境への影響

1) 土壌浸食

盛土材料となる土の採取により多くの生産農地が喪失し、跡地が池・水溜りとなり洪水時期にも悪影響を及ぼす。

2) 河川流況

クルナ市までは潮の干満影響範囲に入り、雨季・サイクロン時には複雑な流況があり、アタイ川では過去に大きな侵食が報告されている。

3) 生態系

モングラ港下流からベンガル湾海岸にかけて分布するシュンダルバン・マングローブ自然保護林は、世界遺産に指定された貴重な森林だが、クルナ市付近には自然林はない。その意味で、ホームステッドの樹林は重要な役割を果たす。また、野生保護法お

よび絶滅指定種の野生生物は付近にはいない。人工的に発生した A ルート西側の広大なダカティア湿地には今の所、水鳥・渡り鳥は確認されていない。パドマ河等国内河川に広く生息する淡水イルカはルプサ川にも生息し捕獲は当然禁止されているが、水質汚染と密漁により急激にその数が減少している。環境森林局研究員は下流のモングラ港までの間で 25 乃至 30 頭が生息するものと推測している。

4) 水質汚染

クルナ市に下水排水処理設備はあるがかなりの汚水は河川に流れ込み、その汚染程度は進んでおり標準規制値上限に近くなっている。そのため、河川での漁獲はますます減少していると言われている。

(3) 対策

1) 社会環境

FS ステージでより精密なベースライン調査を実施し、更に DD ステージできめこまかい土地取得計画・住民対策を作る必要がある。その際、約 5%を占める小作農民や商店・養殖池にたいするに収入補填の配慮をする。A・B ルート共に 5%程度を占めるマイノリティーに属するヒンズー教徒住民の意見も吸い上げる。B ルートの場合の対策は A ルートと共通するが、三河川の小型通船への収入補填にも配慮する。今回の調査で得られたルート上でのアンバランスな男女数比の点も含め、余り考慮されていない女性労働等の問題も解明が必要であろう。その為には、中央・地方政府側職員は勿論だが、NGO、大学、及び一般市民の協力、特に NGO の参加が必要である。

2) 自然環境

ルートは大部分が農地(養殖池を含む)を通り自然環境に対して大きな悪影響はないが、工事中及び完成後の陸上及び河川の公害対策に重要な配慮が必要である。ルート選定に際し優良生産農地を出来るだけ避けると共に、用地内も含め土取り跡の低地を養殖池として利用すると共に道路脇に植林を励行する。河川流況変化と侵食は現 A ルート付近は報告されていないが慎重な検討が必要である。

(4) マルチモーダルターミナル (MMT) 候補地での環境影響と対策

クルナ市内の鉄道終点駅から、北のルーズベルト栈橋にかけての候補地は、大部分を国鉄用地が占め残りがモングラ港用地で、パイラプ川西岸に面している。その半分以上の国鉄用地が現在遊休状態にあり、民家はスクーター以外は殆どない。従って、社会環境及び自然環境におよぼす影響は殆ど認められないか、又はわずかである。しかし、交通増加により MMT に至る近接道路周辺への環境影響はかなり予想される。

この場合、KCC City Bypass から Majid Saran Road が大型車両の主な搬出入路となろうが、KDA Avenue と Majid Saran Road がぶつかる National Highway との合

流点には立体交差や新しい信号等が必要となろう。それらの対策により交通混雑はかなり緩和されるが、現在この合流点はかなり混雑して無規制状態であり、大気汚染度は NO_2 は既に工業・商業地区規制値を超える 199.36Mg/m^3 となっている。スムーズな交通の流れを確保し排気ガスの軽減が必要である。

9.4 環境関係の政策・法律と組織、及び土地収用・補償について

(1) 環境政策と法律関係

環境保護の基本は、1995年の環境保護法とそれに基づき規定された1997年の環境保護条例による。法条令は公害防止が中心になっており、プロジェクト実施に至る過程では住民参加の項目は規定されていない。監理は環境森林省環境局 DOE が担当するが、全職員数 173 人のみであり、また RHD を含め各省庁にも担当部局がないのが現状である。ダッカ本局以外にチッタゴン支局とクルナ支局がある。同条令によれば、100m 以上の橋と国道プロジェクトは第 4 分類の Red Category に該当し、本プロジェクトでは環境クリアランス申請をクルナ支局に対して行う事になる。この申請には FS Report と IEE Report の添付が義務付けられている。

(2) 用地取得及び補償に関する手続き

国際機関の協調融資により完成したジャムナ橋プロジェクトでの PAPs (Project-Affected Persons) の概念は一般に知られてはいるが、法律上は依然として旧来の 1982 年の土地収用及び補償に関する条例が適用されている。従って、海外からの融資案件の場合でもドナーからその配慮を要求されない限りは国内プロジェクトと同様に現行法が適用され、PAPs は補償金を受け取れば自己の責任において移転しなければならない。なお、バクシー橋プロジェクトでは PAPs の殆どが現金補償を望み、移転地は自己手当てをした様である。

用地取得手続きは、RHD が補償を含む土地取得詳細計画を担当省庁の運輸省に申請してその認可後、Regional Deputy Commissioner (DC) に提出する事から開始され、土地引渡しまでが DC の責任にて実施される。

土地価格は本来は土地登録事務所のデータが基本になるはずだが、個人の税金対策上、市場売買価格を大幅に下回る価格が申告されるため、実際に土地収用に当たって土地評価委員会による評価額との差額支払いが問題となるが、RHD が資金を捻出し NGO を経由して払われる便法が用いられるケースがある。申請から土地引渡し許可まで、一般的には 6 ヶ月から一年が必要と言われている。

9.5 社会コスト

(1) 道路建設に掛かる直接社会コスト

A及びBルート为社会コストには次の項目を含む。結果は添付の表 9.1 社会コストに示す。

- ① 用地費—農地、宅地、商用地、エビ・魚養殖池、他
- ② 所有物の補償費—家屋、工場、学校、モスク、商店、樹木
- ③ 作物補助費—養殖、燃料木
- ④ 収入補填費—商店、フェリー業者、小作農、日雇い
- ⑤ 移転費
- ⑥ 移転代替地整備費

(2) 鉄道建設に掛かる直接社会コスト

鉄道用地幅は平均30mとし、クルナ東岸からモングラ港の道路と平行する区間(25,100m)のみは15m幅として、鉄道Aルート(52,400m)と鉄道Bルート(51,500m)のそれぞれの用地費と補償費を道路ルートの現地調査で得た単価を使って積算した。結果は表 9.1 に示す。

9.6 予備的な評価

(1) 社会環境

道路の場合、Aルートで89%、Bルートで76%前後の区間で農地(養殖池を含む)を通る。ルート上には、ホームステッドと呼ばれる親戚家族との共同生活形式を営む人々が住むが、家族分断が大きな問題であり、土着率も60%と高いため十分な配慮が必要である。Aルートでは民家は25戸計135人、Bルートでは297戸計1,685人が影響を受ける。彼らは農地を含む土地保有率が90%前後もあるが、一方、収入における農業依存度はAルートで2%、Bルートで18%となっており都市近郊型社会を形成している。従って、用地取得による社会環境への負の影響度は比較的少ないと言える。男性が町に働きに出て、その間女性が家事と農事を担当する役割分担となっている。しかし、少ないとはいえ、小作農や土地無し住民、マイノリティーであるヒンズー教徒がおり、それぞれに注意深い配慮が必要である。

鉄道ルートはROW幅が30mと道路の50mより狭いが、高盛土区間が道路より長くなり、地域分断と交通にかなり影響を及ぼす。また、線形選択上から影響戸数が更に増える可能性が高い。

（2） 自然環境

ルート付近の自然環境に対して大きな影響は認められないが、工事の際の盛土用土取り場跡地の問題やホームステッドの樹木伐採を最小限にする等の配慮が必要である。また、工事中・完成後の多少の公害発生は避けたいが道路脇の植樹等により影響を最小限にとどめる配慮が必要である。

（3） PAPs を含む地域住民への配慮と対話

プロジェクトの早期実現は地域活性化に大きな利益をもたらす。しかし、プロジェクト用地の取得には詳細土地取得計画決定後早くも6ヶ月から1年が必要であり、地域住民も含めてPAPs（Project-Affected Persons）の協力を得る事が不可欠であり、早い時点から現行法律にとらわれずにNGOも交えて対話がなされるべきである。

（4） 以上から、今後適切なステージ毎に環境アセスメント、住民移転計画、環境マネジメント計画の策定が必要である。

表 9.1 社会コスト

単位：Million Taka

No.	路線の位置	用地費					補償費							計	影響世帯戸数	
		農地	宅地	養殖池	その他	小計	家屋建築物	木	養殖池	作物	移転費	収入補填	代替地			小計
1	Aルート(西岸)南区分	61.8	9.4	0.8	1.2	73.20	6.6	0.8	5.6	1.7	0.1	4.7	0.2	19.70	92.90	25
2	Bルート(東岸)	72.3	68.6	3.5	23.2	167.60	71.4	8.1	4.9	18.7	1.5	1.5	1.5	107.60	275.20	297
3	鉄道 A ルート					198.70								97.09	295.79	
4	鉄道 B ルート					205.08								131.65	336.73	

Note 1: 用地幅は道路の場合、両側の用地を含めて50mとした。鉄道は30mとしたが、クルナーモンングラ間で道路と並行となる場合は15mとした。

Note 2: 河川部を除く陸上路線長はAルート南区分で9,320m、同北区分で17,540mあり、全長26,860mとなる。Bルートは全長19,100mである。一方、鉄道の場合は、鉄道Aルートで20,400m、鉄道Bルートで19,500mとなるが、クルナーモンングラ間の単独区分(幅30m)は6,900mあり、既存道路並行区分(幅15m)は25,100mとなる。従って、全長は各々52,400mと51,500mとなる。

Note 3: 陸上構造物の用地幅および高盛土部の用地幅も上記と同じく、道路は50m、鉄道は30mとして積算した。

Note 4: 鉄道コストの積算は道路AおよびBルートの結果をそれぞれ使い比例計算により算出した。クルナーモンングラ間はBルートの値を使用した。

参考

5	Aルート(西岸)北区分	87.6	32.3	2.0	16.2	138.1	28.7	1.7	13.5	2.2	0.7	1.5	0.8	49.1	187.2	149
6	Aルート(西岸)	149.0	41.7	2.8	17.4	210.9	35.3	2.5	19.1	3.9	0.8	6.2	1.0	68.8	279.7	174

10. 比較代替案の設定

10.1 鉄道延伸計画

(1) 比較案設定の基本方針

- 1) 既存の鉄道路線をクルナからモングラまで延伸する計画は、過去にバングラデシュ国鉄によりクルナ市を東西に迂回する2つの区間とルプシャ川を越えて既存のクルナーモングラ道路に並行した区間から成る新線建設の路線で検討された。本調査では、基本的にこの2つの路線について検討をおこなう。
- 2) 本調査では、陸上輸送の対象となるモングラ港の岸壁での取り扱い貨物の将来需要量を2015年で478,000トン/年と推計し、この貨物需要量に対する延伸計画の財務的可能性について検討をおこなう。
- 3) ADBの融資条件であるRRP (Rail Recovery Program)が新規投資に対して商業的運営となることを明らかにする財務分析を求めていることから、財務分析をおこなう。しかし、便益算定が道路輸送との運賃差が主である経済分析は、貨物の最終目的地までの輸送コストなど曖昧な点が多いことから、おこなわない。
- 4) ルプシャ橋に並行して渡河する箇所については、主橋梁部分の縦断線形がほぼ一致することから、鉄道の建設費が削減されると期待されている道路橋を鉄道併用橋とするケースについても検討する。

(2) 鉄道延伸計画の基本ケース

- 1) 鉄道延伸計画の基本ケース (ALT R-1) は、バングラデシュ国鉄が推奨するクルナ市を独自の路線でルプシャ川東岸に迂回し、クルナ～モングラ道路に並行にモングラ港まで延伸する。
- 2) 既存の鉄道がモングラ港まで延伸すると、モングラ港の岸壁で取り扱われる将来貨物量の内、北西部やネパール・トランジット貨物など遠隔地へ輸送される貨物が鉄道によって輸送されると想定される。モングラ港の港湾貨物需要予測では、その貨物量を計画年次2015年で478,000トン/年としている。鉄道輸送では、将来貨物輸送をモングラ港から北西部貨物はラッシャヒまで、ネパール・トランジット貨物は国境までを輸送距離として輸送計画と運賃収入を算定する。
- 3) 他方、事業費の内訳は、盛土、橋梁、バラスト、枕木、レールなど最低限の土木工事、信号施設からなる。運営費としては、新たに必要となる機関車及び貨車を購入し運営ことを前提に算定する。

10.2 クルナバイパスおよび対象橋梁の比較代替案の設定

(1) 航路限界の違いによる路線位置（ルプシャ川東岸および西岸）

- 1) クルナバイパスの位置の議論として、渡河地点の航路限界の違いによる路線位置がある。即ち、クルナバイパスが東岸にある場合、Bhairab、Atai、Atherobaki の 3 橋梁でクルナ市街地をバイパスすることになる。クルナバイパスが西岸にある場合、Rupsa 橋だけとなる。表 10.1 が上記 4 橋梁が主橋梁部、アプローチ橋梁部ごとの橋長およびコストの比較である。

クルナバイパスが東岸にある場合、橋梁建設費は西岸の約 92%増しとなる。

- 2) 主橋梁部は河川敷にあり周辺への社会影響はないが、アプローチ橋梁・道路部は土地収用が必要となり、それにともない現況土地利用により用地・補償費に違いが生じる。表 9.1 が上記 4 橋梁がそれぞれの路線位置（ルプシャ川東岸および西岸）にあった場合の用地・補償費の比較である。

クルナバイパスが東岸にある場合、用地・補償費は西岸の約 3 倍となる。

(2) 橋梁形式（道路橋、鉄道橋、鉄道併用橋）

モングラ港への鉄道延伸は、クルナまでの既存鉄道から独自の路線で計画されるが、Rupsa、Bhairab、Atai、Atherobaki の対象 4 橋梁では道路橋と並行に渡河するものと想定した。表 10.2 が橋梁形式の違いによる直接橋梁建設費の比較である。

Rupsa 橋の場合、道路橋を鉄道橋として将来使えるように縦断勾配を 1%にすると橋梁建設費は約 3.8 倍となる。

(3) 横断面構成

本調査の横断面構成は、将来交通需要から非分離 2 車線+歩道（両側）が基本となっている。しかし、対象 4 橋梁はクルナ市内に位置し主な利用交通が比較的短いトリップ長の通勤・通学交通であることからオートリキシャやモーターサイクルなど緩速自動車交通の大幅な利用が予測されている。このため横断面構成の比較代替案として、緩速車用車線を両側、あるいは片側に設けた場合を検討した。他方、将来需要予測の不確実さから分離 4 車線のケースについても検討した。

橋梁建設費は、非分離 2 車線+歩道（両側）の基本構成に対して、緩速車用車線片側約 28%増し、緩速車用車線両側約 40%増し、分離 4 車線約 63%増しとなった。

(4) 経済・財務分析のための比較代替案

経済分析は、想定された比較代替案の中から最も基本となるケースを抽出しておこなう。その他の比較代替案については、基本ケースに対して便益が一定であることから、コストの増減に対する感度分析の結果から評価をおこなう。

基本ケースは、以下のとおり。

- ① ALT 1-1：需要予測=CASE-1（鉄道延伸なし）：区間=クルナバイパス西岸の南区
間：断面=非分離 2 車線+歩道（両側）
- ② ALT 3-1：需要予測=CASE-3（鉄道延伸なし）：区間=クルナバイパス東岸：断面
=非分離 2 車線+歩道（両側）

財務分析は、本調査がマスタープランの段階でコストの精度が劣ることから、道路橋の基本ケースの有料制と鉄道延伸計画についてのみおこなう。

- ① ALT 1-1：需要予測=CASE-1（鉄道延伸なし）：区間=クルナバイパス西岸の南区
間：断面=非分離 2 車線+歩道（両側）
- ③ ALTR-1：需要予測=478,000tons/year：区間=鉄道延伸計画の基本ケースは、ク
ルナ市をルプシャ川東岸に迂回し、クルナ～モングラ道路に並行にモン
グラ港まで延伸。事業費の内訳は、盛土、橋梁、バラスト、枕木、レー
ルなど最低限の土木工事、信号施設、機関車及び貨車とした。

表 10.3 は、ルプシャ橋を取り巻く議論に対する比較代替案の設定をまとめて整理したものである。

表 10.1 対象 4 橋梁の比較

比較ルート	対象橋梁		比較代替案および直接建設費 (Million Tk.)								
	橋梁名	主橋梁部 (m)	アプローチ 橋梁部 (m)	合計 (m)	非分離2車線+ 歩道 (両側)	非分離2車線+ 歩道 (両側)	非分離2車線+ 歩道 (両側)	非分離2車線+ 歩道 (両側)	非分離2車線+ 歩道 (両側)	非分離2車線+ 歩道 (両側)	分離4車線+ 歩道 (両側)
西岸ルート	Rupsa	640	720	1,360	緩速車線なし 道路単独橋	緩速車線片側 道路単独橋	緩速車線両側 道路単独橋	緩速車線なし 鉄道併用橋	緩速車線なし 鉄道併用橋	緩速車線なし 道路単独橋	ALT 1-5
					ALT 1-1	ALT 1-2	ALT 1-3	ALT 1-4	ALT 1-5	100%	128%
東岸ルート	Bhairab	440	600	1,040	ALT 3-1	ALT 3-2	ALT 3-3	ALT 3-4	ALT 3-5	ALT 3-5	ALT 3-5
	Atai	440	600	1,040	1,059.4	1,358.5	1,482.0	1,644.8	1,724.6	1,724.6	1,724.6
	Atherobaki	330	240	570	1,059.4	1,358.5	1,482.0	1,644.8	1,724.6	1,724.6	1,724.6
	合計	1,210	1,440	2,650	462.2	590.2	643.1	722.0	747.0	747.0	747.0
						2,581.0	3,307.2	3,607.1	4,011.7	4,196.2	4,196.2
					192%						

- 注)
- 1) 直接建設費は、橋梁の場合、橋台から橋台までの橋梁の直接建設費で予備費10%は含まれない。
 - 2) 鉄道併用橋の場合は、鉄道アプローチ橋梁部の橋梁直接建設費を含まない。
 - 3) Rupsa/Bhairab/Ataiの3橋梁では、経済性、維持管理面の利点、多くの実績などからPC連続箱桁橋(変断面) + 場所打ち杭とする。
 - 4) Atherobaki橋梁は、これまでの施工実績からPC連続箱桁橋(等断面) + 場所打ち杭とする。
 - 5) アプローチ橋梁部では、経済性とこれまでの施工実績から単純PC合成桁橋 + 場所打ち杭とする。

表 10.2 橋梁形式 (道路橋、鉄道橋、鉄道併用橋) の違いによる橋梁建設費の比較

比較ケース	対象橋梁			直接橋梁建設費 (Million Tk.)		備考
	橋梁名	主橋梁部 (m)	アプローチ橋梁部 (m)	合計 (m)		
道路単独橋	Rupsa	640	720	1,360	ALT I-1 1,341.1	道路の縦断勾配 3% 道路単独橋
非分離2車線+歩道 (両側) 緩速車線なし					100%	
鉄道単独橋	Rupsa	640	3,180	3,820	ALT R-3 1,990.2	鉄道の縦断勾配 1% 鉄道単独橋
車線					148%	
鉄道・道路橋	Rupsa	640	3,180	3,820	ALT I-6 5,131.8	道路の縦断勾配 1% 鉄道の縦断勾配 1% 橋梁の全長が併用橋
非分離2車線+歩道 (両側) 車線					383%	

- 注)
- 1) 直接建設費は、橋梁の場合、橋台から橋台までの橋梁の直接建設費で予備費10%は含まれない。
 - 2) Rupsa橋梁は、経済性、維持管理面の利点、多くの実績などからPC連続桁橋(変断面)+場所打ち杭とする。
 - 3) アプローチ橋梁部では、経済性とこれまでの施工実績から単純PC合成桁橋+場所打ち杭とする。

表 10.3 ルプシャ橋を取り巻く議論に対する比較代替案の設定

番号	比較案の概要		需要予測
	路線の位置	橋梁	
1	A/ルート (西岸)	Rupsa	CASE-1
2			
3			
4			
5			
6	B/ルート (東岸)	Bhairab/Atai/Atherobaki	CASE-3
7			
8			
9			
10			
11	B/ルート (東岸)	Bhairab/Atai/Atherobaki他6橋梁	478,000 L/YR
12			
13	A/ルート (西岸)	Rupsa他6橋梁	
14			

横断面構成		緩速車用車線	鉄道併用橋
非分離2車線+歩道 (両側)		X	X
非分離2車線+歩道 (両側)		片側	X
非分離2車線+歩道 (両側)		両側	X
非分離2車線+歩道 (両側)		X	O
分離4車線+歩道 (両側)		X	X
非分離2車線+歩道 (両側)		X	X
非分離2車線+歩道 (両側)		片側	X
非分離2車線+歩道 (両側)		両側	X
非分離2車線+歩道 (両側)		X	O
分離4車線+歩道 (両側)		X	X
単線		NA	X
単線		NA	O
単線		NA	X
単線		NA	O

1.1. 比較代替案の総合評価

(1) 鉄道延伸計画に関する比較代替案の評価

- 1) ADB が鉄道分野に対する唯一のドナーとして 30 年に及んで経営の健全化、機構改革、余剰人員の削減、不採算路線の廃止等に取り組み、近年その成果が結実し始めた。その一環として、新規に実施している融資条件の前提である双方合意の RRP (Rail Recovery Program) では新規投資に対して商業的運営となることを明らかにする財務分析を求めている。
- 2) モングラ港まで鉄道を新規に建設し鉄道輸送を 2015 年までに開始する場合、表 11.1 に示すように総投下資本の回収、機関車／貨車購入費を除いた投資額の回収、双方いずれの場合についても持続的な営業を財務的におこなえるに足る港湾貨物からの料金収入は見込めない。
- 3) 従って、鉄道延伸計画は、投資効率から見て計画年次 2015 年内での営業的に健全な事業実施には無理があることが明らかとなった。鉄道延伸計画は、2015 年までに開通するスキームでは投資効率が極めて低いことからその改善策としての併用橋の効果の程度をみたが、鉄道併用橋のスキームを用いても初期投資額を大幅に削減することは出来ず、財務的に持続可能な範囲とならない。
- 4) このような財務分析結果のもとで事業実施することは、現在バングラデシュ国鉄が ADB と合意の上で実施中の Rail Recovery Program の基本方針である「新規投資は商業的に持続可能なこと」に反することになる。
- 5) 他方、鉄道延伸計画を支える港湾貨物需要の伸びを 2015 年以降の将来まで否定するものでないことから、主橋梁部のみを鉄道併用橋として建設し、当面道路橋として利用しておくスキームの検討をおこなうこととした。

表 11.1 鉄道延伸計画の財務分析

比較代替案	比較案の概要		内部収益率 (IRR)	
	路線の位置	橋梁	鉄道併用橋	総投資額
ALT R-1	B/ルート (東岸)	Bhairab/Atai/Atherobaki他6橋梁	×	-40.0%
ALT R-2			○	-5.4%
ALT R-3	A/ルート (西岸)	Rupsa他6橋梁	×	-39.7%
ALT R-4			○	-39.4%
				機関車/貨車購入費を除く
				-18.4%
				-15.2%
				-8.9%

- 注)
- 1) 事業費の内訳は、盛土、橋梁、枕木、レールなど最低限の土木工事、信号施設からなる。
 - 2) 運営費としては、新たに必要となる機関車及び貨車を購入し運営することを前提に算定する。
 - 3) 道路橋として建設し後に鉄道併用橋として利用する場合、主橋梁部のみを併用するスキームを鉄道併用とした。

(2) ルプシャ橋を取り巻く議論に対する比較代替案の評価

- 1) ルプシャ橋を取り巻く議論に対する検討結果を示すために、まず、鉄道併用橋について検討をおこない「橋梁部全体を併用するスキーム」の問題点を指摘し、これを道路単独橋としての比較代替案から除外した。従って、道路単独橋としては、東側ルート、西側ルートそれぞれに5つの合計10案の比較代替案が検討された。各ルートの5つの比較代替案は、2車線+歩道、2車線+歩道+緩速車線（片側）、2車線+歩道+緩速車線（両側）、2車線+歩道+鉄道、4車線+歩道から成る。
- 2) クルナバイパスの路線位置の問題は、中間報告書でルプシャ橋が果たすべき役割と担うべき機能など計画基準から西側ルートが推奨されている。表 11.2 に示すように、今回の検討で東側ルートは社会影響コスト面からも経済分析の結果からも著しく劣る上、現在ルプシャフェリーの渋滞に苦しむクルナ近郊の通勤・通学交通に対しても何らメリットがないことが判明した。従って、横断面構成の比較代替案の評価については、クルナバイパス西側ルートについておこなう。
- 3) クルナバイパス西側ルートでの道路および横断面構成の評価基準としては、社会資本の投資効率、将来の交通需要との整合性、社会影響コストの度合い、そしてルプシャ橋の計画基準からみたクルナおよびその周辺に対する交通輸送面での役割と機能の総合性である。図 11.1 に比較代替案の評価結果を示す。
- 4) 西側ルートで5つの代替案の中から、投資効率も良く最も交通特性に合致した案として2車線+歩道+緩速車線（両側）を選定した。選定理由の主なものは、以下のとおり。
 - i) ルプシャ橋はクルナ都市圏に位置し、対象となる主な利用者は、大型トラックや遠距離バスを主体とする地域間基幹交通とともに通勤・通学など地域にサービスする交通である。市民の足ともいべきオートリキシャやオートバイなどへの特別な配慮が必要となる。
 - ii) 縦断勾配を3%と緩やかな値とした背景には、オートリキシャや古い登坂能力の少ない大型トラック、過積載トラックなど走行障害となる車両への配慮とともに、オートリキシャやオートバイなど緩速車が際立って多く、これらとの混合交通が交通渋滞の原因となっている現状への配慮からである。これらを適切に分離し交通安全を高める必要性は高い。
 - iii) この案では、橋梁上の総幅員が15.5m、車道部13.5m、歩道部2mとなっている。車道部13.5mは、将来交通需要が予想以上に伸びた場合、一車線3m運用とすれば4車線利用も可能である。
- 5) この推奨案の事業費積算は、総事業費が37億タカ（約92.5億円、US\$1.0=¥120=₹48と想定）となっている。その内訳は、建設費33.7億タカ（約84.3億円）、用地・補償費0.9億タカ（約2.3億円）、設計・施工監理費2.4億タカ（約6億円）。

更に、建設費の内訳は、直接橋梁建設費18.7億タカ（約46.8億円）、直接道路建設費11.9億タカ（約29.8億円）予備費3.1億タカ（約7.8億円）が見込まれている。

比較代替案の総合評価フローと評価結果を図 11.2 に示す。

表 11.2 比較代替案の建設費および経済分析結果

番号	比較案の概要		直接建設費 (Million Tk.)		合計	経済分析		社会コスト (Million Tk.)		影響世帯 戸数	
	路線の位置		橋梁部	道路部		内部収益率	B/C	総現在価値	用地費		補償費
1	Aルート (西岸)		1,341.1	1,186.8	2,527.9	30.5%	3.01	M.Tk. 3,711	73.2	19.7	25
2	ALT 1-2		1,718.1	1,195.4	2,913.5	27.7%	2.62	M.Tk. 3,432			
3	ALT 1-3		1,874.4	1,191.5	3,065.9	26.7%	2.49	M.Tk. 3,323			
4	ALT 1-4		2,126.9	1,168.6	3,295.5	25.4%	2.32	M.Tk. 3,162			
5	ALT 1-5		2,180.2	1,351.0	3,531.2	24.1%	2.17	M.Tk. 2,988			
6	Bルート (東岸)		2,581.0	1,467.7	4,048.7	13.2%	1.09	M.Tk. 282	167.6	107.6	297
7	ALT 3-2		3,307.2	1,541.9	4,849.1	10.9%	0.92	-M.Tk. 295			
8	ALT 3-3		3,607.1	1,511.0	5,118.1	10.2%	0.87	-M.Tk. 491			
9	ALT 3-4		4,011.7	1,462.5	5,474.2	9.4%	0.82	-M.Tk. 751			
10	ALT 3-5		4,196.2	1,818.8	6,014.9	8.2%	0.75	-M.Tk. 1,138			

注)

- 1) 直接建設費は、橋梁の場合、橋台から橋台までの橋梁の直接建設費で予備費10%は含まれない。
- 2) 鉄道併用橋の場合は、鉄道アプローチ橋梁部の橋梁管理面の橋梁直接建設費を含まない。
- 3) Rupsa/Bhairab/Ataiの3橋梁では、経済性、維持管理面の利点、多くの実績などからPC連続箱桁橋(変断面) + 場所打ち杭とする。
- 4) Atherobaki橋梁は、これまでの施工実績からPC連続箱桁橋(等断面) + 場所打ち杭とする。
- 5) アプローチ橋梁部では、経済性とこれまでの施工実績から単純PC合成桁橋 + 場所打ち杭とする。
- 6) B/Cおよび総現在価値は、年率12%の割引率を適用した値。

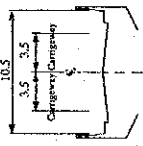
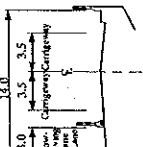
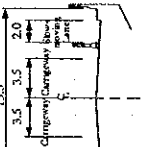
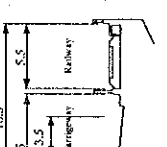
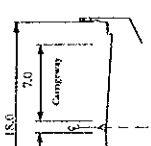
比較案	ALT 1-1	ALT 1-2	ALT 1-3	ALT 1-4	ALT 1-5
橋梁構成の 主要要素	2車線 —— —— —— —— ——	2車線 2方向2車線 (片側)	2車線 2方向2車線 (両側)	2車線 —— —— —— —— ——	4車線 —— —— —— —— ——
標準幅員構成					
橋梁形式	連続PC橋桁(主橋梁部) + 合成PC 1桁 + 現場打ちコンクリート杭				
案の概要	1) 2車道路橋の基本幅員構成の案。 2) 自動車交通と歩行者のみの供用に適している。 3) 緩速車の混合交通による交通渋滞の可能性がある。	1) ALT 1-1に緩速車車線を片側に設置した案。 2) 両端の橋台において、ボックス・カルリパルトによる処理を行う必要がある。 3) 緩速車の交通量が少ない場合に適している。	1) ALT 1-1に緩速車車線を両側に設置した案。 2) 緩速車の完全分離が可能である。 3) 将来的に、4車線化することも可能である。	1) ALT 1-1の主橋梁部にのみ鉄道スペースを設けた案。 2) 鉄道が供用されるまで、鉄道スペースを有効利用できない。 3) 横断面構成による荷重に偏りがある。	1) 4車道路橋の基本幅員構成の案。 2) 自動車交通と歩行者のみの供用に適している。 3) 緩速車との混合交通を前提としている。
直接建設費 (百万 円)	橋梁 1,341.1 (100%) 道路 1,186.8 (100%) 合計 2,527.9 (100%)	1,718.1 (128%) 1,195.4 (101%) 2,913.5 (115%)	1,874.4 (140%) 1,191.5 (100%) 3,065.9 (121%)	2,127.0 (159%) 1,168.5 (98%) 3,295.5 (130%)	2,180.2 (163%) 1,351.0 (114%) 3,531.2 (140%)
経済分析	B/C 3.01 IRR 30.5%	2.62 27.7%	2.49 26.7%	2.32 25.4%	2.17 24.1%
交通特性への対応	1) 自動車と緩速車の両方に混合供用することは好ましくない。 2) 都市部の交通に適していない。 変更や調整を行う余地がない。	1) 地域交通特性に適している。 2) 将来の交通増大に不安が残る。 変更や調整を行う余地がほとんどない。 当案は、低いモータリゼーションにおいて、現実的な処理方法であり、経済性においても優れている。	1) 地域交通特性に配慮したものと見て望ましい。 2) 混合交通の完全分離により、高い交通安全性が期待される。 将来的に4車線化することも可能である。 当案は、地域交通特性や将来開発などに適合しており、最も優れている。	ALT 1-1と同じ。 ALT 1-1に同じ。 鉄道スペースの担保が主橋梁部のみであることから、変更や調整を行う余地がない。 当案は、鉄道の費用増加分が内部収益率を引き下げており、その増加分を妥当な先行投資と見なすことは無理がある。	1) 将来の交通増大に問題ない。 2) 対面交通の分離により、高い交通安全性が期待される。 ALT 1-1に同じ。 当案は、将来交通需要に対し、過大な投資となる可能性は大きい。
将来開発への適用	当案は、地域間国道の案であり、経済性においても優れている。	当案は、低いモータリゼーションにおいて、現実的な処理方法であり、経済性においても優れている。	将来的に4車線化することも可能である。	ALT 1-1に同じ。 当案は、将来交通需要に対し、過大な投資となる可能性は大きい。	当案は、将来交通需要に対し、過大な投資となる可能性は大きい。
評価					

図 11.1 比較代替案の評価結果

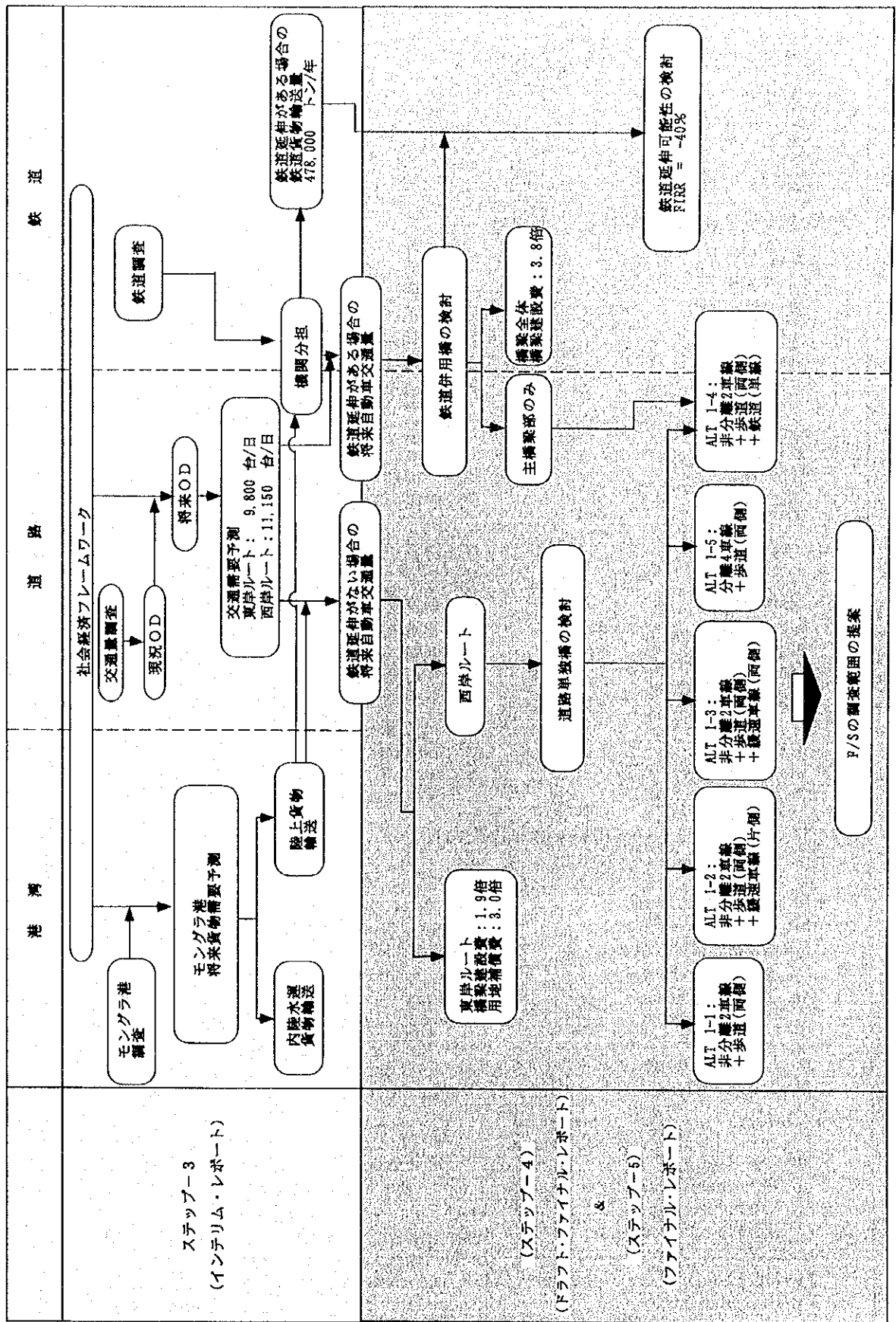


図 11.2 比較代替案の総合評価フローと評価結果

JICA 本部、作業監理委員会および調査団

JICA 本部メンバー

- | | | |
|-----------|---|----------------|
| 1) 貝原 孝雄 | : | 課長、社会開発調査第一課 |
| 2) 本田 恵理 | : | 課長代理、社会開発調査第一課 |
| 3) 奈良輪 睦美 | : | スタッフ、社会開発調査第一課 |

JICA 作業監理委員会メンバー

- | | | |
|----------|---|------------------------|
| 1) 赤塚 雄三 | : | 委員長／交通計画、東洋大学国際地域学部学部長 |
| 2) 徳永 剛平 | : | 委員／橋梁計画、本州四国連絡橋公団 |
| 3) 望月 秀次 | : | 委員／道路計画、日本道路公団 |
| 4) 種田 昇 | : | 委員／輸送計画、日本鉄道建設公団 |
| 5) 真田 仁 | : | 委員／港湾計画、北海道開発庁 |
| 6) 黒田 健二 | : | 委員／資金計画、海外経済協力基金 |

JICA 調査団メンバー

- | | | |
|--------------|---|------------------|
| 1) 丸岡 健二 | : | 総括／交通・輸送計画 |
| 2) 小山 次郎 | : | 橋梁計画／施工計画／積算（橋梁） |
| 3) 本田 和人 | : | 交通調査・分析 |
| 4) 工藤 勉 | : | 交通需要予測 |
| 5) 山下 雅人 | : | 港湾計画 |
| 6) 成瀬 進 | : | 港湾需要予測／内陸水運計画 |
| 7) 竹内 友昭 | : | 道路計画／施工計画／積算（道路） |
| 8) 輿水 久 | : | 輸送計画（鉄道） |
| 9) 河合 伸由 | : | 施工計画／積算（鉄道） |
| 10) 窪田 文好 | : | 水文調査／自然条件調査 |
| 11) ジョン・スパー | : | 経済・財務分析 |
| 12) 小林 良明 | : | 環境配慮／住民移転計画 |
| 13) V. アンブモジ | : | 業務調整 |

Bangladeshi Steering Committee and Counterpart Team

ステアリングコミティ・メンバー

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| 1) Mr. Syed Rezaul Hayat | : | Chairperson, Secretary of Roads & Railways Division |
| 2) Mr. Soheli Ahmed | : | Additional Secretary of Economic Relations Division |
| 3) Mr. SK. Mainuddin Ahmed | : | Division Chief of Planning Commission |
| 4) Mia Mohammed Mostaque | : | Deputy Secretary of Ministry of Shipping |
| 5) Mr. Md. Abdus Sattar | : | Additional Chief Engineer of RHD |
| 6) Mr. Md. Syed Ahmed | : | Additional Director General/I of Bangladesh Railway |
| 7) Mr. Md. Safiullah Khan | : | Chief Engineer of Mongla Port Authority |
| 8) Mr. Pervez Anwar Khan | : | Chief Engineer of BIWTA |
| 9) Mr. Liakat Ali Sarif | : | Chief Engineer of Khulna City Corporation |

カウンターパートチーム・メンバー

- | | | |
|-----------------------------|---|--|
| 1) Mr. J. B. Barua | : | Coordinator, Additional Chief Engineer of RHD |
| 2) Mr. Mahbubur Rahman | : | Team Leader, Superintendent Engineer of RHD |
| 3) Mr. Habibur Rahman | : | Road Engineer, Executive Engineer of RHD |
| 4) Mr. Md. Mushfiuqr Rahman | : | Railway Engineer, Additional Chief Engineer, BR |
| 5) Mr. Ashraf-ul-Islam | : | Bridge Engineer, Executive Engineer of RHD |
| 6) Mr. Md. Khalilur Rahman | : | Regional Development Specialist, Planning Officer, KDA |
| 7) Mr. G.M. Masudur Rahman | : | Regional Development Specialist, Assist. Engineer, KDA |

JICA

