

東パキスタン
シソール～マドカリ道路建設計画
調査報告書

昭和44年9月

海外技術協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '87. 6. 26	101
登録 No. () 08726	61.4
	KE

JICA LIBRARY



1011742[2]

海外技術協力事業団	
受入 月日	E218
登録No. 216	7.1
	K

は し が き

日本政府は、パキスタン政府の要請に基づき、東パキスタン州Jessor/Madhukhali間道路建設計画調査を実施することとし、この実施を海外技術協力事業団へ委託した。

海外技術協力事業団は、この道路建設計画の完成が、同国の経済的、社会的発展に与える影響の重要性を考慮し、あわせて、この道路建設計画が、先に日本政府が行なつたゴライ河架橋計画調査と関連していることから、日本道路公団理事片平信貴氏を団長とする技術調査団を編成のうえ、昭和43年11月13日から昭和44年2月12日の約3カ月間にわたり、現地へ派遣した。

この調査では、現地において路線の選定と、その路線にそつた諸測量および地質調査を行ない帰国後、現地調査の成果に基づいて予備設計作業と、この道路建設計画に対する経済効果について検討を行なつた。これらの調査成果は報告書として取りまとめられて、今般、日本政府を通じてパキスタン政府へ提出する運びとなつたものである。

この報告書では、本道路建設計画が、技術的にも経済的にも、建設への可能性を有することを示している。従つて、この道路建設計画が早期に実現し、パキスタン国の経済開発に寄与するならば、これに優る喜びはない。

最後に、この調査の実施に当り、熱意ある支援と協力を惜しまれなかつたパキスタン政府関係者、ななびに日本政府外務省、建設省と日本道路公団ならびに民間機関の協力に対して、この機会に厚く御礼申し上げる。

海外技術協力事業団
理事長 田付景一

伝 達 状

1969年7月15日

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一 殿

今般 東パキスタン州ジソール／マドゥカリ間道路建設計画調査団は、貴事業団に対して、ここに本報告書を提出できることを大きな喜びとするものであります。

本道路建設計画は、東パキスタン州西南地域における地域開発を目指すとともに、同州全体の幹線道路建設計画の一環をなすものであります。他方本計画は、国際的な計画であるアジアハイウェイ計画の最優先路線上に位置して、その整備計画の重要な部分をしめております。

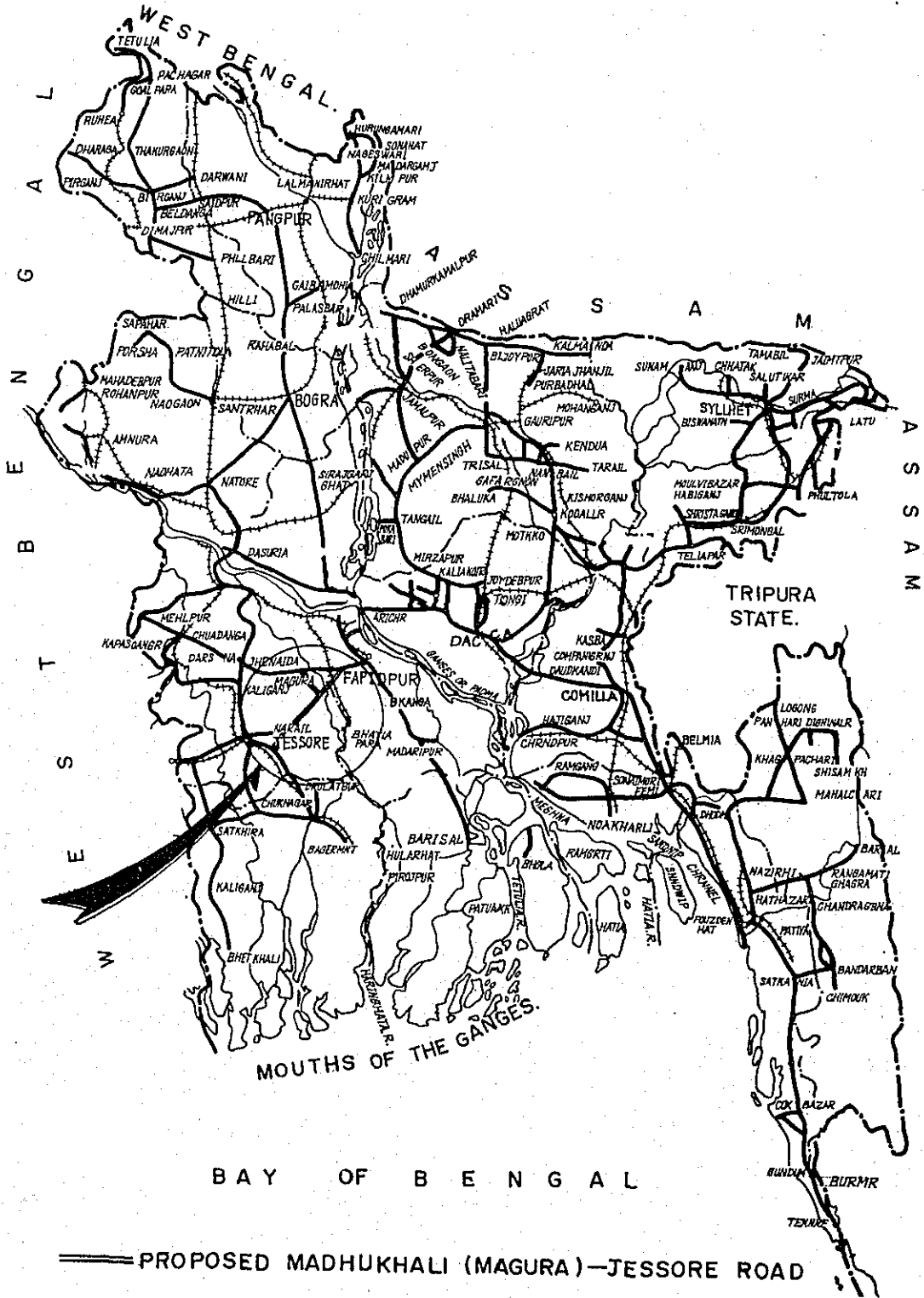
本報告書では、主として、この道路建設計画の技術的な検討ならびに予備設計を行ない、併せて収集し得た資料の範囲で経済的な検討と考察を行ないました。その結果として、計画路線の総延長は54.7 km、総工事費は、1,647万ドルとなり、技術的に十分な可能性を有し、かつ経済的妥当性を見出すことが出来ました。従って、この道路建設計画は、早期に推進されるべきであるとの結論に達したのであります。また本報告書の内容については、将来、東パキスタン州内の道路建設計画立案に役立つよう配慮されております。

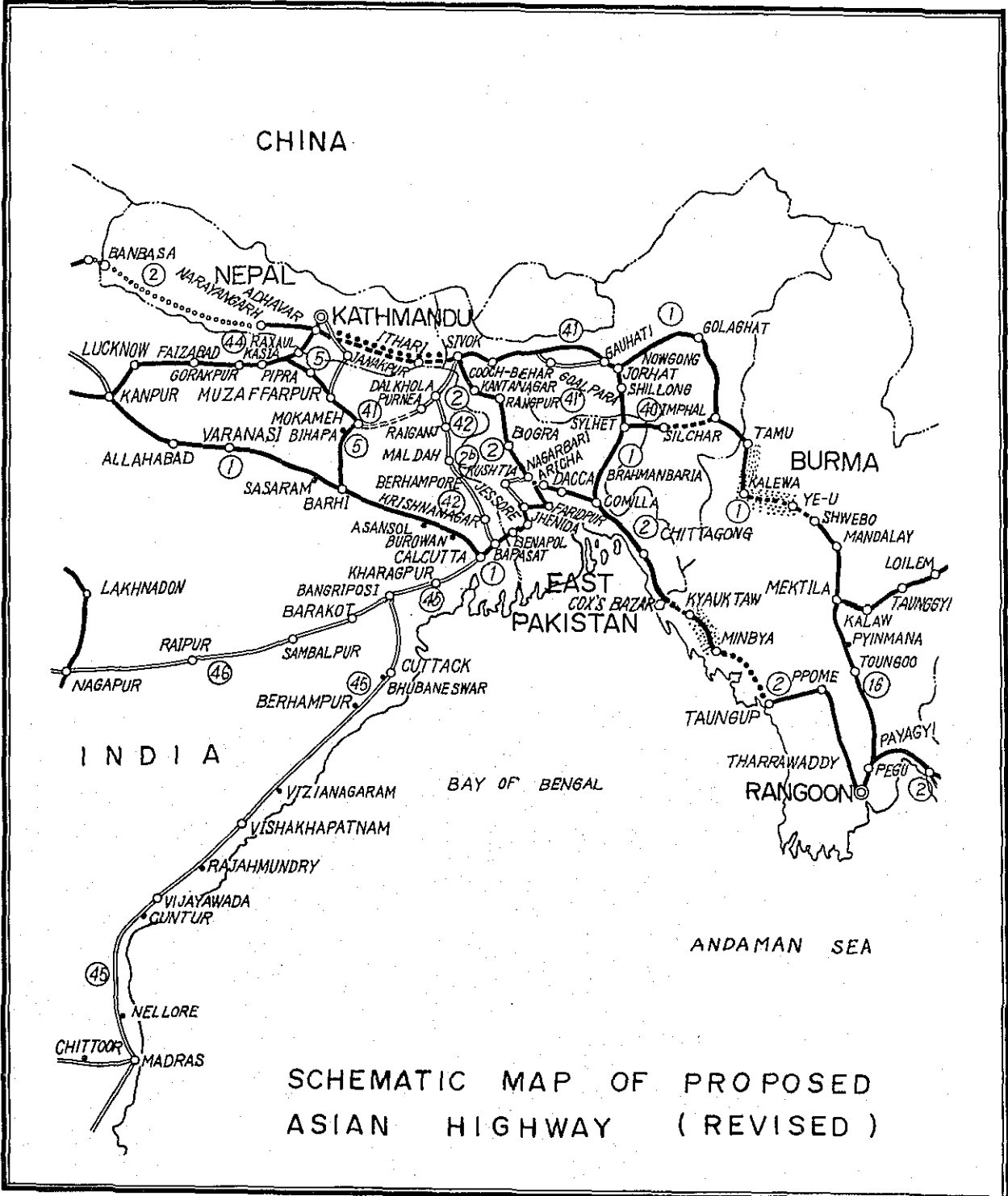
最後に、調査団は、本報告書の提出に当って、調査作業に協力していただいた東パキスタン州政府関係機関ならびにわが国政府関係機関および民間法人の多くの方々に感謝していることを申し添えます。

団長 片 平 信 貴

日本政府 東パキスタン州ジソール／
マドゥカリ間道路建設計画調査団
(日本道路公団 理事)

ROAD MAP OF EAST PAKISTAN





CHINA

NEPAL

BURMA

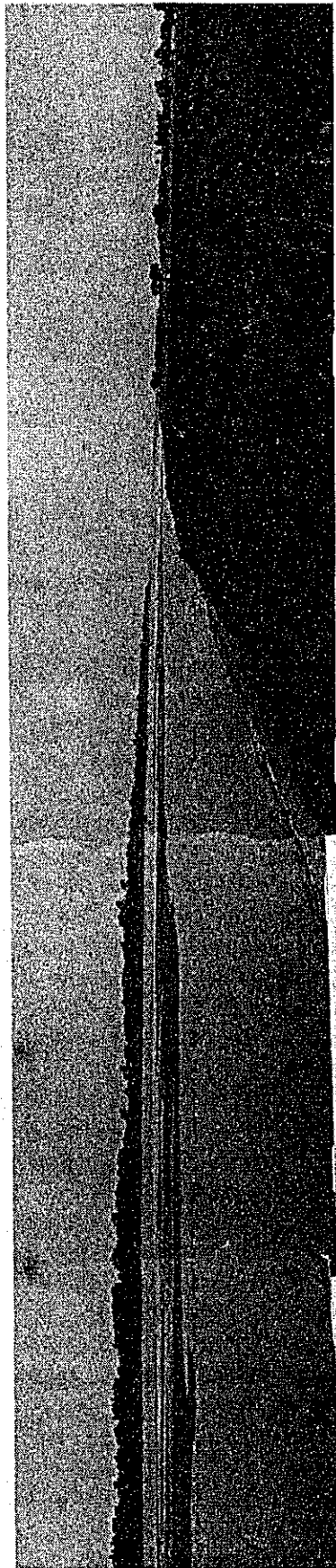
INDIA

EAST PAKISTAN

BAY OF BENGAL

ANDAMAN SEA

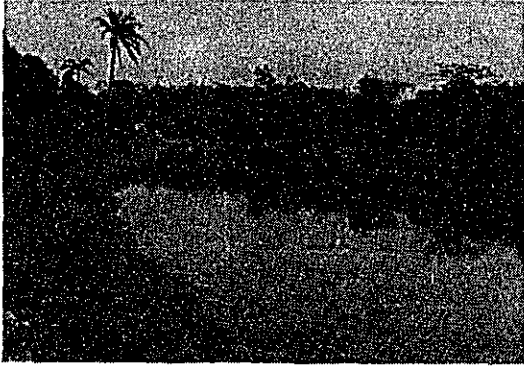
SCHEMATIC MAP OF PROPOSED ASIAN HIGHWAY (REVISED)



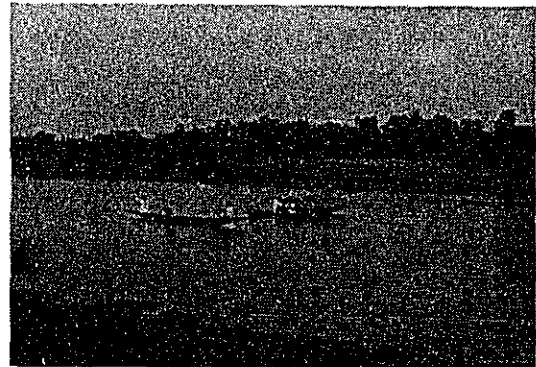
← Madhukhali side

Crossing Point of Gorai River
(Station No. 42+00 Length of bridge 700m)

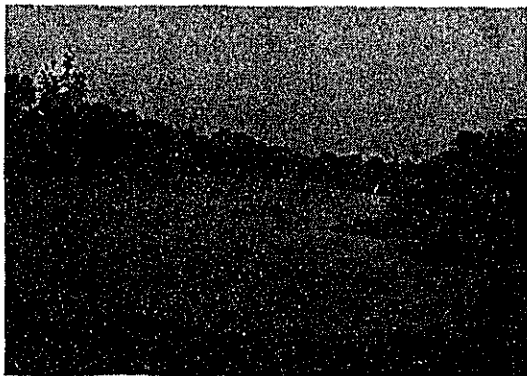
Jessore side ←



(Station No. 89+37 Length of bridge 75m)



Crossing Point of Nabaganga River
(Station No. 161+40 Length of bridge 184 m)



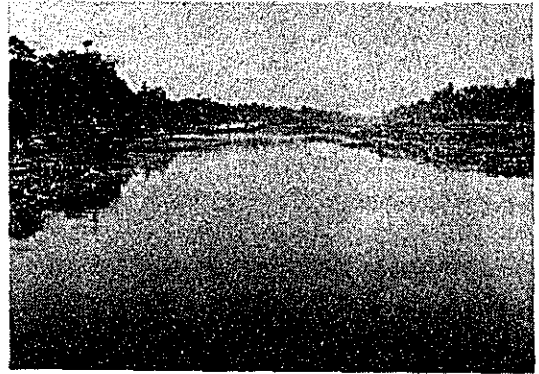
Crossing Point of Chitra River
(Station No. 308+75 Length of bridge 128 m)



(Station No. 357+38 Length of bridge 35m)

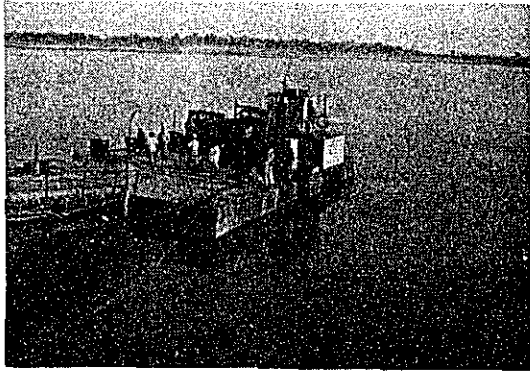


(Station No. 383+12m Length of bridge 75m)

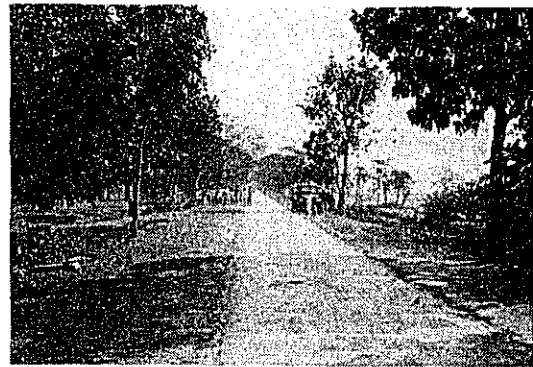


Crossing Point of Rhairab River

(Station No. 509+42 Length of bridge 156m)



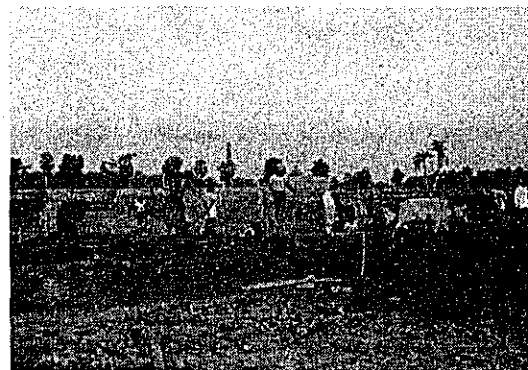
Kamarkhali Ferry Site



Jessore — Naral Road



Magura — Jhenida Road



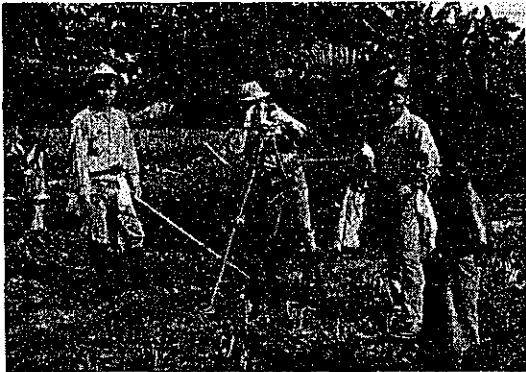
Brick Factory (in the vicinity of No. 546)



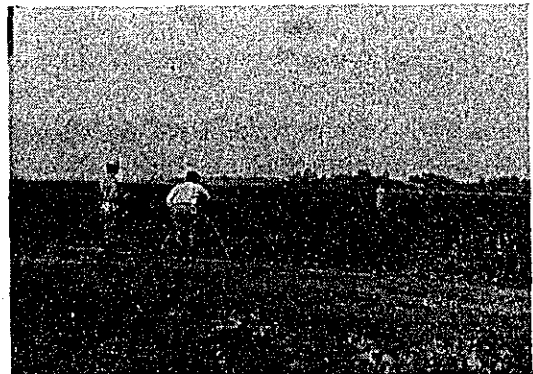
Traverse Survey



Establishment of Control Point



Profile Survey



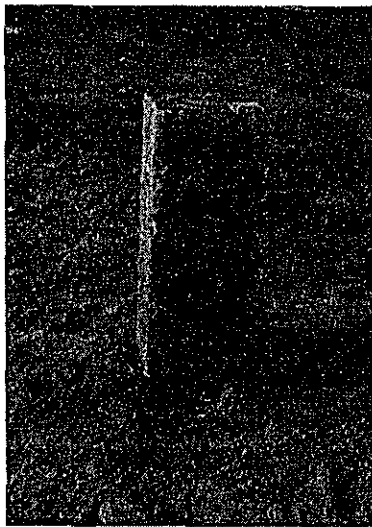
Levelling



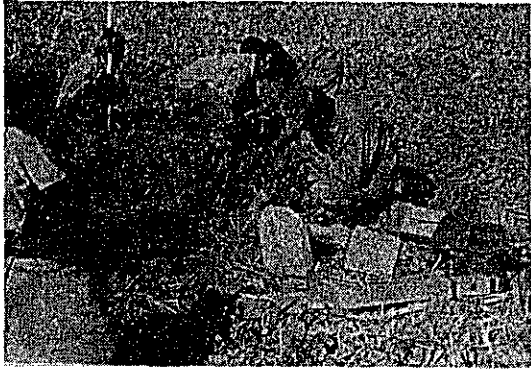
Plain Table Survey



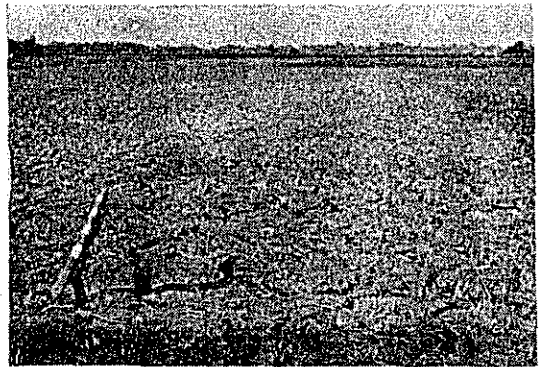
Depth-sounding



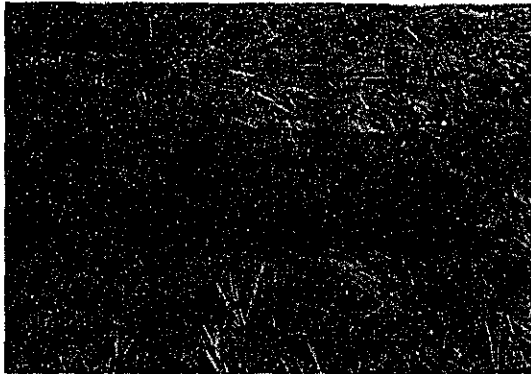
Benchmark



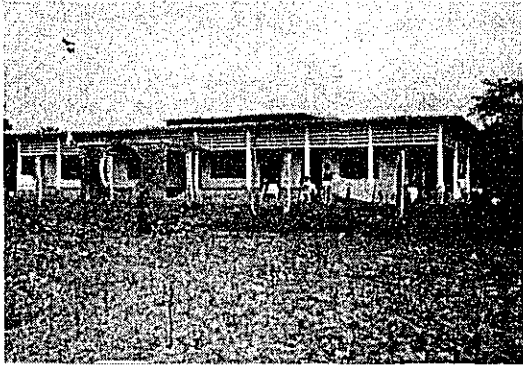
Soil Survey (Auger boring)



Cracks in the Paddy Field



Auger Boring Equipment



Magura Camp



Birail Polita Camp



Dhalgram Camp



Chamrul Camp

目 次

第 1 部	調 査 概 要	1
I	調 査 の 背 景	1
II	結 論 ・ 勸 告	3
1.	本 道 路 の 意 義	3
2.	本 道 路 の 技 術 的 可 能 性	3
3.	本 道 路 の 経 済 的 可 能 性	5
III	調 査 団 の 編 成 お よ び 調 査 期 間	6
第 2 部	各 論	9
I	現 地 調 査	9
1.	踏 査 お よ び 路 線 決 定	9
2.	実 地 測 量	10
3.	地 質 調 査	12
3-1	地 形 概 要	16
3-2	地 質 (土 質) 構 成	16
3-3	室 内 土 質 試 験	21
3-4	考 察	23
II	設 計	29
1.	設 計 基 準	29
1-1	幾 何 構 造 設 計 基 準	29
1-2	構 造 物 設 計 基 準	32
2.	予 備 設 計	35
2-1	線 形 設 計	35
2-2	舗 装 お よ び 土 工 設 計	39
2-3	橋 梁 設 計	45
III	工 事 費 概 算	49
IV	経 済 調 査	59
	Appendix	70

Index for Table

表一	1	統一分類法による土の分類	13
表一	2	統一分類法による土の性質	14
表一	3	地下水位	20
表一	4	土質別頻度分布	21
表一	5	基礎条件による盛土形式	24
表一	6	土量の変化率	27
表一	7	下部構造に対するコンクリート配合	33
表一	8	下部構造に対する許容応力度	33
表一	9	R・C上部構造に対する許容応力度	34
表一	10	P・C上部構造に対する許容応力度	34
表一	11	大型車の交通量による道路の区分	40
表一	12	TAと合計厚の目標	40
表一	13	表層+基層の最小厚さ	41
表一	14	TAの計算に用いる等値換算係数	41
表一	15	平方米当り舗装単価	43
表一	16	盛土材料による盛土高およびノリ面勾配	44
表一	17	裏込め材料	44
表一	18	橋梁の諸元	46
表一	19	各橋梁に対する航路限界	47
表一	20	カルバートおよびドレンパイプの諸元	48
表一	21	工事単価表	50
表一	22	工事工程表	52
表一	23	ゾーン・ベア別・車種別・現在交通量	66
表一	24	開通初年度(1975年)におけるゾーン・ベア別 車種別交通量(年間)	66
表一	25	車種別諸条件	67
表一	26	日本におけるキロ当り走行経費と時間評価値	67
表一	27	ゾーン・ベア別・新旧ルート別距離表	68
表一	28	工事費	68

Index for Figure

図-1	計画路線の概略縦断図	15
図-2	TYPE I 道路断面図	25
図-3	TYPE II 道路断面図	26
図-4	TYPE III 道路断面図	26
図-5	Design Chart for Flexible Pavements Arthur Casagrande	43
図-6	構造物の裏込め施工例	45
図-7	Map Showing various mileages of different routes	60
図-8	東パキスタン州における自動車保有 台数増加状態図	69

第 I 部 調 査 概 要

第 1 部 調 査 概 要

I 調 査 の 背 景

東パキスタン州は、その全域を Bramaputra河と Ganges河（下流は別名 Padma河という）の两大河によって大きく三分され、さらに両河の大小派川によって細分されている。

自然条件により三分された地域は、それぞれ独特な性格をもっている。

即ち Bramaputra河、Ganges河の東部地域は、Daccaを中心とする政治商業、軽工業地域と Chittagong市を中心とする重工業地域ならびに海上輸送の中心地とがある。

Ganges河南西部は Khulnaを中心として、ジュートの主要生産地域であり、同河北西部は米作地域で、ともに農業を主たる産業とする地域である。

雨期になると、これらの地域、特に州の西南地域においては数多くの部落が孤立した状況となることから細分された地域が道路によつて連繫されることは、州の政策上、経済開発上急務と考えられる。

このような細分された地域を道路で連繫するとしても、まず整備されるべき道路は、2大河で三分されたそれぞれの域内についてである。そして、それら域内の開発や発展がなされている段階で、三地域をより効率的なフェリー連絡に切りかえることが良策と考えられ、将来フェリー連絡で十分でなくなった時点においては、2大河川を渡る道路橋で、三地域が連絡されるべきものと考えられている。

他方、エカフエで提唱されているアジアハイウェイ建設計画では、その主要連絡線である A-1、A-2ルートが東パキスタン州内で交叉するようになっている。従って、同州内の道路が整備されることは、アジアハイウェイの貫通が大巾に近づくこととなり、引いては将来において同ハイウェイ地域内貿易拡大のために役立つものであろう。

東パキスタン政府は、前述の国内的、国際的状況を背景として、州西南地域の Jessore-Madhukali間道路建設を計画し、その調査について、日本の技術的協力を期待し、調査団の派遣を日本政府へ要請したのである。

この要請は、二つの段階に分けて行なわれた。一つは、西南地域内において唯一のフェリー使用河川であるゴライ河に橋を架ける計画である。この計画について、日本政府は日本道路公団理事 片平信貴氏を団長とする調査団を1966年3月下旬から約1.5ヶ月間、同年8月から約2週間、同年12月初旬から約3ヶ月間の三期にわたり派遣し報告書を完成し、パキスタン政府ならびに東パキスタン州政府へそれぞれ提出した。この報告書をもとに東パキスタン州政府は、Jessore-Madhukali間道路の建設予定路線の選定が可能となり、この計画を5ヶ年計画に組入れることが出来たのである。

次に、東パキスタン州政府は、Gorai河架橋地点に合わせて、Jessore-Madhukali

間道路建設予定路線の選定を進め、あわせて日本政府調査団による技術的協力を期待し、その派遣を要請したのである。

日本政府は、この要請に応じて調査団を派遣し、東パキスタン州政府が行なっている Jessore-Madhukali 間道路建設予定路線の選定作業に協力せしめた。調査団は、現地において選定された予定路線の設計検討を日本国内において行ない、今般、本報告書を完成したものである。

II 結 論 ・ 勸 告

1. 本道路の意義

本道路計画は、東パキスタン州の大河により三分されたブロックの一つであるGanges河南西部地域において、当該地域における主要都市であるFaridpur-Jessore間を短絡するものであり、さらにこの地域の最大の産業および交通の中心地、Khulnaに達する現在道路と併せて、本地域の基幹道路を形成するものである。

本道路は、従来Faridpur-Jessore間において、Jhenidaを通り大きく迂回していたルートを、直接短絡することによりFaridpur-Jessoreに対しては20miles, Faridpur-Khulnaに対しては実に約40milesを短絡するものである。この道路計画は、また車の走行速度の上昇をもたらすだけでなくその中に従来フェリーポートによる連絡しかなかったGorai河の架橋も含んでおり、フェリーの待合せ舟行時間等の節約もあるために、その節約時間は、車種によって異なるがFaridpur-Jessoreで約1.5時間ないし2時間Faridpur-Khulnaにおいて2時間ないし3時間に達するものである。

このような距離および時間の短絡は本地域内の経済的交流を活発化し、そのことにより地域産業の発展を促進する大きな効果を持つと共に、これまで雨期には地域道路が分断され全天候道路を持たなかった、新道路通過地域の村落住民に対しても大きな利便を与え、またそれにより農業生産の活発化を促がすであろう。

本道路計画は、このような単に一地方における地域経済の発達に寄与するだけでなく、当面はGanges河のフェリー連絡によって東パキスタン州全域との連絡幹線の意味を持っているのであるが、これは将来Ganges河架橋計画によって一層重要性を増す基幹道路である。さらに本道路がアジアハイウェイ計画のA-1ルート上にあることも、この道路の一層広い意味を裏付けるものである。

2. 本道路の技術的可能性

本道路の通過地域は、すべてGanges, Bramaputraの両河川によって形成された沖積平野であって、路線通過地には、Gorai河をはじめ数本の河川がある。そのうち1.2の大河川を除いては自然河川であって、雨期には平地部の約70~80%が冠水する。

そのため雨期にも交通の杜絶しない全天候道路を建設するには、平均して2~3mの盛土を行う必要がある。このような盛土をするための基礎地盤としては、部分的な砂質土を除き粘性土が大部分を占めるが、盛土高がそれほど高くないので、部分的な湿地を別とすれば、支持力不足やすべり破壊等に対しては特に不安はない。

また盛土材料は路線の道路ぞいに溝を掘って得ることができ、大部分は盛土材料として使用し

うる土が得られる。部分的に高圧縮性粘性土があるが、適切な締固めを行なうことによって使用可能である。以上の点から土工工事には特に困難はないが、恒久的な道路を建設するためには、新しい土質管理法も導入して沈下や破壊の生じないような工事を行なうことが必要である。

舗装については、東パキスタン州南部の一般的条件として碎石または砂利骨材の入手が困難であり、遠隔地から運搬しなければならぬため摩耗層 (Wearing course) 以外は骨材に小割煉瓦 (broken brick) を用いたとしても特別な問題はないであろう。

本路線にはGorai河を除き、100m以上の橋梁を要する河川3本および100m以下の橋梁を要する河川3本、計6本を横断する。従来東パキスタン州には、この種の長大橋にはR.Cゲルバー型式が多く採用されているが、Gorai橋の計画の際にも述べたように将来の技術の進歩と経済性を考慮すれば東パキスタン州にP.C橋の技術を導入することが望ましいと考えられるのでこれら6橋のうち比較的短いものに対してプレストレストコンクリートによる単純桁型式を採用することは意義のあることであろう。これは今後の一顧長い橋でのP.C橋の建設の良い実験台となるであろう。

本道路の幾何構造設計は、これが将来のこの国の基幹道路であることを考えれば設計速度100km/hとすることが望ましい。これは、本地域の地形的性格からいって、特に困難なものではない。しかし近代的な自動車道路の基礎的な条件を満たすために、クロノイド曲線の採用、平面曲線と縦断曲線の関係などに、近代的な設計手法を導入しなければならない。また調査の段階で航空写真を十分に活用することが、効率的でかつ妥当な計画を得るための主要な鍵であることもこの際強調しておかなければならない。

以上 要するに、本道路は、Gorai河の架橋を除けば、技術的に特に困難は少なく、むしろ橋梁、線形設計、土質管理などに新しい技術を導入することによって、この国の土木技術の進歩に貢献する所も少なくないであろう。

本道路の設計および諸元を掲げておく。

- | | |
|----------|-----------------------------|
| 1. 延 長 | 54.7 km (34.1 miles) |
| 2. 設計速度 | 100 km/h (63.4 mph) |
| 3. 最小半径 | 700m (2,000 ft) |
| 4. 最急勾配 | 4 % |
| 5. 標準幅員 | 12m (40') うち舗装幅員 7.8m (26') |
| 6. 主要構造物 | 橋梁 7橋 (Gorai橋を含む) |
| 7. 建設費 | 16,470,000ドル |
| 8. 建設期間 | 3.5年 |

3. 本道路の経済的可能性

本道路の経済的可能性については、既に東パキスタン政府によって、かなり詳細な検討が行なわれている (Traffic Study and Economic Feasibility of Jessore/Madhukhali Road, Government of East Pakistan, June, 1968)。われわれは念のためわれわれの方法論に従い、再計算を試みた。その結果、妥当性を示す諸指標は、上述の政府報告書の値とかなり接近したものとなった。直接的便益については、政府報告書はかなりひかえ目を計算をしている点からも、この政府報告書は信頼に耐えうるものであると考えられる。

われわれの計算によれば、現道交通量の新道路への転換による直接的便益において費用便益比率で2.25、超過資本化便益で12,552,200ドル、内部収益率で16%という数字を得た。

これらの値は、道路の経済効果として決して高いものではないが、交通量のまだ少ない地域の道路計画としては非常に効果的なProject であると考えられる。1968年現在での旧道路から新道路への転換交通量は、わずか200台/日と予想されているが、これが効果的な便益を生ずる理由としては、この道路計画が距離において40mile、時間において2~3時間という極めて大きい時間短縮をもたらすからである。

本道路計画は、このような計測されうる直接的効果の他に、新しく通過する地域で、農業生産条件が改善され、米などの農業生産物の増産が期待される。また道路輸送改善の結果、近傍都市への野菜果物等の出荷が容易となり、沿道農民に現金収入をもたらすだけでなく、近辺諸都市における生鮮食料品の価格引下げの効果も期待される。

このような地域的な効果の他に冒頭に述べたように本道路がKhulnaを中心とする東パキスタン州Ganges河西南部地域の産業的發展に寄与するとともに、東パキスタン州の基幹道路としての役割を持つ点において、単に計測可能な直接的経済効果の他に州全体の産業開発への起動力として大きな意義を果すものと期待されるものである。基幹道路の整備によって、一國の産業經濟が飛躍的發展をとげた國の多いことを想起すべきである。他方本道路がアジアハイウェイの一環としての国際性を持っていることによって、将来の国際貿易上に有効な手段として用いられるであろうことも、記憶されるべきである。

以上のよう、本道路が持つ多目的な意義および広い意味での高い経済的妥当性を持つ点において、早期に計画の実現が計られるべきであると考えられる。

Ⅲ 調査団の編成および調査期間

この調査は、日本道路公団理事 片平信貴を団長とする12名からなる調査団によって実施された。調査団の編成ならびに調査期間は次の通りである。

§ 調査団員

団長	片平信貴	日本道路公団(理事)
団員	武部健一	(工博) "
	鍛冶晃三	"
	桑原正男	海外技術協力事業団
	松田重信	パシフィックコンサルタンツ株式会社
	加藤正男	"
	安平正義	"
	山内 昂	"
	久保宗三	"
	吉田勝昭	"
	有馬 正	"
	松本俊三	"

§ 調査期間

自 昭和43年11月13日

至 昭和44年 2月12日

この期間における調査の行程は、概略本章最終頁に添付する行程表の通りである。

なお、現地調査期間中、調査団は、パキスタン政府関係者から熱心な協力を得た。ここに名前を記して感謝の意を表するものである。

Mr Saltam Ahmed	Minister-incharge, Railway, Waterways & Road Transport Department Government of East Pakistan
Mr. H.R.Malik C.S.P	Secretary, Ditto
Mr. Mohanmad Ali C.S.P	Joint Secretary, Ditto
Mr. Q.S. Huda	Deputy Secretary, Ditto
Mr. M.F. Bari	Deputy Secretary, Ditto
Mr. Jalaluddin Ahmed C.S.P	Deputy Secretary, Ditto
Mr. M.B. Ali	Financial Adviser, Ditto
Mr. M.A. Zaman	Chief Engineer, K & H

Mr. H. A. Kham	EX-Chief Engineer Ditto
Mr. Habibur Rahman	Deputy Chief Engineer Ditto
Mr. A. R. Chowdhury	Superintending Engineer, Planning, Ditto
Mr. W. Chowdhury	Superintending Engineer, Road Design, Ditto
Mr. Quder Khan	Chief, Struc Design, Ditto
Mr. M. Rahman	Superintending Engineer, Project Control, Ditto
Mr. M. Ahmed	Superintending Engineer, Spares & Equipment, Ditto
Mr. A. Islam	Superintending Engineer, Jessore Ditto
Mr. Hakimuddin	Superintending Engineer
Mr. S. M. Ahmed	EX-Super Training & Esta, Ditto
Mr. M. A. Samad	EXecutive Engineer, Structural Design I, Ditto
Mr. A. H. Khan	Executive Engineer Workshop, Dacca, Ditto
Mr. K. B. Lhtful Karim	Executive Engineer Jessore Div, Ditto
Mr. Habibur Rahman	Executive Engineer Faridpur Div, Ditto

以上の人々の他に、調査団は報告書を作成するに当って現地事情を十分に考慮するために、本調査の Plan of Operation の条項に従って、東パキスタン州政府から派遣された 2 技術者の協力に感謝するものである。2 技術者の氏名は次の通り。

Mr. Serajul Islam
Mr. Atiur Rahman

現地での調査期間中の作業日程を示すと概略次の様である。

	43年11月		12月		44年1月		2月		3月～6月	
	10	20	10	20	10	20	10	20		
日本内での準備										
踏査及路線選定										
多角測量										
中心線測量										
水準測量										
縦断測量										
横断測量										
平面測量										
地質水文等の概査及資料集										
日本内での設計作業										
補足説明	<p>(1) 11月20日～26日まで Dacca にて 1/50000 地図にて路線の研究</p> <p>(2) 11月27日測量隊及び路線選定班現地に出発、測量隊はキャンブ地を Magura に設置</p> <p>(3) 12月24日 Magura のキャンブ地を Per Palita に移動</p> <p>(4) 1月4日 Per Palita のキャンブ地を Dhalgram に移動</p> <p>(5) 1月14日 Dhalgram のキャンブ地を Chamrulghat に移動し 2月5日全測量作業完了</p> <p>(6) 2月6日～10日まで測量成果の整理, 2月12日 帰国</p>									

第 II 部 各 論

第 2 部 各 論

I 現 地 調 査

1. 踏査および路線選定

道路の路線選定は、その路線の通るべき地域の地形的、社会的な状況を全体的に把握し、経済的かつ道路としての機能をもっともよく果す路線を選ばねばならない。そのためには、まず小縮尺(1/50,000程度)の地図が基本的なよりどころとなるが、より詳細に地形の状況を把握するためには、適当な縮尺の航空写真を利用することが不可欠な事柄である。このため、この調査の開始に先立って路線通過地域の航空写真を入手するよう事前に東バキスタン州政府に要請したのであるが、国内手続等の理由によって実際に調査団が航空写真を入手したのは、路線踏査の最終段階であった。このため調査団長の路線踏査は航空写真なしに行なわれた。しかし、幸いにも東バキスタン州政府によってここ一年以内に実施された予備路線の選定およびこれに基づく概略測量と道路設計の成果品があったので、調査団はこの路線に沿って踏査を行なった。

一部分まだ水の引かない地域を除いて、この路線の全線にわたって踏査を行なった結果東バキスタン州政府によって行なわれた路線選定は基本的には妥当なものであることが確認された。それは次の点によるものである(図面集1.2 参照)

- (1) 既に決定されたゴライ河の架橋地点を中心に、Paridpur側とJessore側を結ぶ路線として比較しうる路線のうち最短距離を持つものであること。
- (2) 路線位置は、できるだけ低地を避け、高地を通るように努力がなされ盛土高を減じ、また土質の悪いところを避けていること。
- (3) 橋梁地点はできるだけ流心方向に直角にわたるよう配慮されていること。
- (4) 高地を通ることは部落の多く存在する所を通ることとなるが、できるだけ部落の縦貫はさけられていること。

しかしながら、この路線選定には次のような欠点を持っている。

- (1) 曲線部における半径を小さくしており、一般に最小の半径として1,000 feet が用いられている。これは60mphの速度を保証する道路の連続的な線形としては小さすぎる。後に述べるように最小半径は標準2,000 feetとし絶対に1,500 feetは確保されなければならない。
- (2) 橋梁の前後で橋を直角に渡らせるために路線を振るとき、そのIPを川岸から1,000 feet程度の地点におかれていることが多いが、交角にもよるが少なくとも3,000 feet程度離すことを目標に選定しないと、満足な大きさの半径は得られないであろう。
- (3) 非常に薄い交角(3°)があるがこのような交角ではよほど大きな半径を挿入しないと、曲

線長が短くなり運転者に誤った印象を与える。このような交角は避けるべきであるが、やむを得ない場合でも、例えば片勾配を付ける必要のないような大半径を用い十分な長さの曲線長によって安全な走行が計られねばならない。

調査団は踏査による確認の後、航空写真(1/50,000)が入手できたので、これによって高地・低地の状況、部落における家屋の存在状況等を確認し、上記の欠点を補なうようにIPの位置を若干移動したり、あるいは増減することによって改良を行なった。それは次のような点である。

(1) Faridpur側の起点においては、東パキスタン州政府側の設計では現在道路に直角に取り付けられていたが計画道路を本線とするために大きい半径(700m)で現在道路に取付けるようにした。

このため鉄道との交差は直角でなく交角は約73°となったがこの程度であれば特に見通し等において支障はない。

(2) Gorai河を渡ってからNabaganga河に到る間で路線を若干東側に寄せた。これは東パキスタン州政府の計画路線に挿入されている小交角を除去し、また部落の縦貫を最小限度にするためである。同時に若干ではあるがより高地を通ることが可能となった。

(3) Nabaganga河の渡河地点から数マイルの地点では東パキスタン州政府側の計画路線位置より若干西側へ寄せて直線的な線形とした。

これは航空写真の判読によってより多く高地を通過することおよび部落の通過を少なくすることが可能であったこと、また同時に小交角も除去することが可能であったためである。

(4) Chitra河—Narail道路—Bhairab河までは基本的な変更はないが線形をより大きくするため東パキスタン州政府側の計画IPの移動を若干行なった。

(5) Bhairab河—Jessore—Khulina道路に至る終点までは若干の線形改良を行い、終点接続部はKhulina方面に向けて取り付けた。これはJessore方面へ行く交通は現在のJessore—Khulina道路を利用するためである。

以上のような路線選定にしたがって基本平面線形の値を定め実地測量を行なった

(Appendix 表-2 参照)。

2. 実地測量

一般に道路の測量は、その目的および地形条件等によって種々の方法がとられる。

特に最近は空中写真測量の発達と電子計算機の利用によって、計画、設計の能率化をはかった種々の方法が開発されつつある。

普通、初期調査として縮尺1:25,000から1:50,000の地形図を用い、十分に広域的な現地踏査を行って、巾広い地域で、できるだけ可能な比較線を選び、その中から最終路線を

1つか2つにしぼる。この場合、種々の条件の情報源として、縮尺1:20,000から1:30,000の空中写真を利用することは非常に有効である。

空中写真を利用することによって、技術者は写真判読により地形、地質、土質、建物の分布、水の状況、耕地の状態等豊富な情報を得ることができ、かつ、天候に関係なく行なえる。さらに、次の予備設計、最終設計についても、写真測量と電子計算機を利用して、必要なデータを得られるようになっている。

ただ、今回調査団が行ったMadhukali-Jessore道路については、ほとんど平坦な地形のところをとっており、このような地形のところでは普通の起伏のある地形のところとは異って地形測量のデータはそれほど重要な意味をもたなく、むしろ地質と土質および水の状態が自然条件として重要な意味をもってくる。

もちろん、路線選定の条件としては、この他に架橋地点および存在する部落を分断しないという点で考慮しなければならないということはいうまでもない。

このようなことを考えると、直接現地で路線選定を行ない、中心線を設置してから平面図を作り、横断測量を行ってゆくという方法でも必要で十分なものと考えられ、このような方法をとった。

ただ、今回は空中写真の入手が困難であり、かつ、道路の計画、設計の目的で撮影された空中写真がないためにこのような方法をとったもので、もっと有効に空中写真を利用することを考えれば、先づ目的とする地域の空中写真を1:20,000から1:25,000の縮尺で計画路線に沿って撮影し、しかも、これを水の状態がわかるように乾季と雨季の二回の撮影を行えば非常に有効である。

さらに理想的には雨季の写真を2ヶ月程度の間隔で2~3回撮影すれば、湛水状況を知る上で非常に有効であり、このうちの1回~2回を赤外線フィルムを使って行なえば理想的であるといえる。この写真と地元民からの情報で湛水状況を知ることができれば、経済的な縦断線形の決定を行なうことが可能になるだろう。

特に土工量が多くなるか少くなるかを支配するのは土地の高低と縦断線形であり、縦断線形は湛水状況に支配されるのでこの種の調査は非常に重要なものとなる。

なお、今回は縮尺約1:50,000の空中写真を用いたが、これは道路計画用としては縮尺が小さいと思われるので先に述べたような1:20,000程度のものを用いこれを1:5,000程度に引伸して使えばこのような地域の道路計画のための測量としては、非常に有効である。

今回の経験から今後のこの地域の道路計画設計のための測量としては、2回以上の1:20,000の縮尺の空中写真の撮影、この写真を1:5,000の写真図とするための若干の基準点測量、次いで簡単な写真測量機材を用いてのRadial Triangulationを行いこの結果を用いてのRectifierによる1:5,000のPhoto mosaicsの作製という過程をとったらもっとも有効であると考えられる。

地上基準点測量にはGeodimeter等による光学的測距器械あるいは自動レベル等を使うことが望ましい。

ただ、先に述べたように今回は、空中写真の利用については、必ずしも十分な条件がととのはなかつたので、中心線設置、縦断測量、横断測量および平面測量を次のような方法で行った。

すなわち、航空写真上で決定したIP点を現地に落とし接点の交角IAを実測した後、線形設計から定めた円曲線およびクロノイド曲線に対する主要点、中間点を計算し、順次設置した。航空写真上で決めたTangent方向と現地とはほぼ一致しており測量中大きな変更をすることなく作業は進められたが、調査団設置のIP₁₁とIP₁₂の区間において、東パキスタン州政府ではすでに計画路線で設置した線形にもとずき約1マイル程度の用地買収を終えており、その買収用地内に調査団設置の線形がおさまるようIP₁₁とIP₁₂は決められている。

中心線杭は、直線部においては、測点間隔100mを標準として打ち、地形の変化の大きいところには適時補助測点が設けてある。曲線部においては所定の緩和曲線(クロノイド曲線)を挿入し、IP・KA・KEの役杭が設置してある。

測量はFaridpur側を起点として始め、中心線測量が各IP間を終了した時点で水準測量、縦断測量、横断測量および平面測量を順次行なって行った。

水準測量における基準点は東パキスタン州政府側で路線測量に使用したSingia Railway駅構内に設置してある、Bench Mark H=20,88 feetを今回も使用した。

横断測量は各測点について行ないその範囲は左右50mとし方向は直角器を用い高低の観測はレベル又はハンドレベルによって行なった。

平面測量は中心線に添って左右各50mの範囲について縮尺5,000分の一で行ない、路線の始点、終点およびNarail道路の取り付け部においては縮尺200分の一($S=1/200$)の平面測量を行なった。

中心線の杭は5cm×5cm×60cmの杭を使用し東パキスタン州政府側の測量杭と区別するため杭頭を赤ペンキでぬり、追加距離が記入してある。ただし、始点、終点また各IP・BO・EO・KA・KE点及びベンチマークには鉄筋コンクリート杭15cm×15cm×120cmのものが設置しており各杭の頭を赤ペンキでぬり距離、適用目的及び標高が記入されている。ベンチマークの設置個所および標高はAppendix表-1に示した。

3. 地質調査

地質調査は測量作業と併行して第一段階として盛土地盤の安全性、盛土材料の適否等の概略を知る目的で表層部の観察を行なった。第二段階の調査としては計画路線延長約5.5kmの道路中心において約1kmにつき1地点の割合でオーガーボーリングを行ない、代表的な試料を日本に持ち帰って土質試験を行なった。また東パキスタン道路局においても同時に調査団が持ち帰

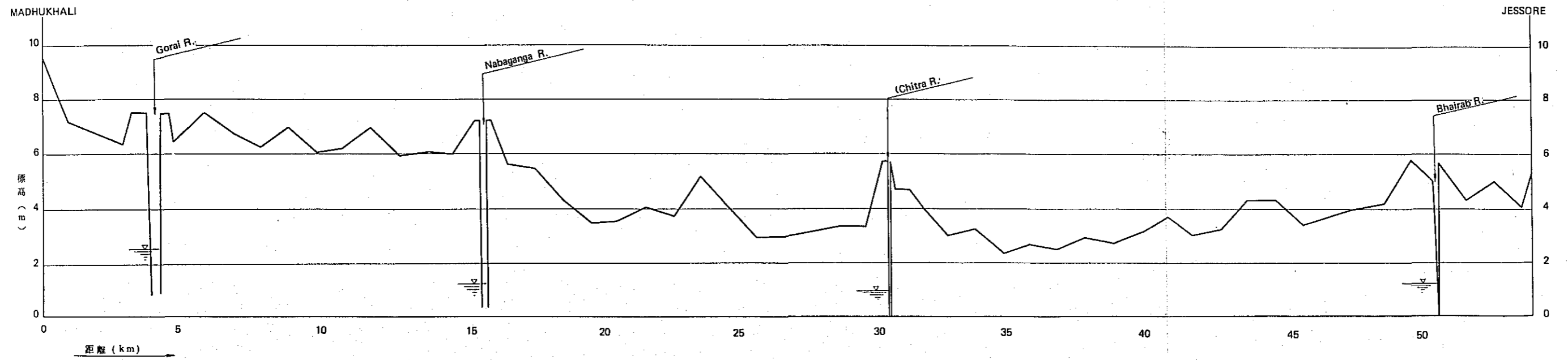
表一 2 統一分類法による土の性質 (道路および滑走路)

主要区分 (1)	文字 (2)	文 字 (3)	名 称 (4)	用途 (5)	用途 (6)	用途 (7)	用途 (8)	用途 (9)	用途 (10)	用途 (11)	用途 (12)	用途 (13)	用途 (14)	用途 (15)	用途 (16)	用途 (17)	用途 (18)	用途 (19)	用途 (20)		
粗 粒	レキ	GW	粗粒分が最も多いレキまたはレキ砂混合土、細粒分はわずかまたは欠如	優	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	
		GP	粗粒分が最も多いレキまたはレキ砂混合土、細粒分はわずかまたは欠如	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
	レキ質土	d	シルト質のレキ、レキ・砂・シルト混合土	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
		u	シルト質のレキ、レキ・砂・シルト混合土	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
中 粒	砂	SW	粗粒分が最も多い砂またはレキ質の砂、細粒分はわずかまたは欠如	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
		SP	粗粒分が最も多い砂またはレキ質の砂、細粒分はわずかまたは欠如	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
	砂質土	d	シルト質の砂、シルト混合土	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
		u	シルト質の砂、シルト混合土	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
細 粒	シルト	ML	無機質のシルトおよび有機質シルト、塑性の小さいシルト、粘土質シルト、細粒分が最も多いシルト	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
		OL	無機質のシルトおよび有機質シルト、塑性の大きいシルト、粘土質シルト、細粒分が最も多いシルト	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
	粘土	CL	無機質のシルトおよび有機質シルト、塑性の低いシルト、粘土質シルト、細粒分が最も多いシルト	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
		CH	無機質のシルトおよび有機質シルト、塑性の大きいシルト、粘土質シルト、細粒分が最も多いシルト	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
土	L.L. < 50	MH	無機質のシルト、塑性の大きいシルト、粘土質シルト、細粒分が最も多いシルト	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
		OH	無機質のシルト、塑性の大きいシルト、粘土質シルト、細粒分が最も多いシルト	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
	L.L. < 50	OII	無機質のシルト、塑性の大きいシルト、粘土質シルト、細粒分が最も多いシルト	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
		PI	無機質のシルト、塑性の大きいシルト、粘土質シルト、細粒分が最も多いシルト	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好

[注1] (1) 細粒土とSMを区別する場合は、細粒土の割合が25%以下の場合に用いられる。 (2) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (3) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (4) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (5) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (6) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (7) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (8) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (9) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (10) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (11) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (12) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (13) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (14) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (15) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (16) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (17) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (18) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (19) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (20) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。

b. 仕上げ たいたいの土および選んだ材料に対して、最終の成層作業については、以下のよう
 c. 機械の大きさ 大きな機械が必要である。
 備用型トラクタ 1.5t以上の全重量
 シーフアートルローラ 備用重7.5t以上、ある種の材料に対しては20tというより大
 るが、ある種の材料に対しては所要の重さを定めるために4.5kg(10
 ン)の重さを要することがある。足の面積はドラムの周囲
 径(足の径を考えた場合の)の5%以上はなればならない。
 (注6) (1) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (2) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (3) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (4) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (5) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (6) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (7) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (8) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (9) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (10) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (11) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (12) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (13) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (14) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (15) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (16) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (17) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (18) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (19) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。 (20) 細粒土の割合が25%以上の場合に用いられる。

図-1 計画路線の概略縦断面図



った他の試料について“Road Research Laboratory”において土質試験を行なった。調査の解析はこれらの試験記録を総合して行なっている。

なお、土質分類は統一分類法によった。

3-1 地形概要

調査地附近は、アジアの2大河川-Ganges・Bramaputra河によって形成された沖積平野にあって、起点側のMadhukhaliから終点側Jessoreまで延長約55 kmの間延々と平坦な地形が続く。

加えて、Nabaganga河以外の河川は全くの自然河川で無護岸状態にあり、雨季には容易に氾濫し、最盛期には平地部の70~80%が水没するといわれている。

計画路線は大部分雨季に水没する水田(稲作地)地からなり、他は湿地・部落内を通過するが地形的には下記のように区分される。(概略縦断面図 参照)

(1) 0~17 km区間

地盤高(GH)6~8 mで路線内では、高地区間である。湿地軟質部は、1~2 km, 5.5~8.5 kmの区間で比較的少ない。

(2) 20~42 km区間

地盤高2~4 mで、路線内では低地区間である。

19~22 km, 25~30 kmの区間が大きな湿地軟質部で19~20 kmの湿地の一部は乾季の末期でも乾燥しない状態である。航空写真で判読される黒色~灰黒色に見える平地部は、おおむね湿地軟質部で、この区間の約半が相当する。

(3) 49~54.5 km区間

地盤高4~6 mで、湿地部は少なく50 km付近のみである。

(4) 河川の両岸地域(Gorai河, Nabaganga河, Chitra河, Bhairab河)

河川の両岸地域は、平地部より1~2 m高く、樹木が密生し良好な居住地域となっている。

(5) (1), (2), (3), (4), に層さない部分で地形的漸移帯である。

3-2 地質(土質)構成

計画路線のほぼ全区間にわたって氾濫原堆積物からなり、土質的には粘性土からなる地盤が続く、砂質土はGorai河付近を除いては量的にとほしくかつ連続性がない。

土質構成は、砂質土(SC, SM)9%, 粘性土(ML, CL, MH, CH)91%となっている。

粘性土は液性限界(LL)の低いもの(ML, CL)が65%, 液性限界の高いもの(MH, CH)が26%となる。

土質別の主な状況を示すと下記のようなものである。

土質名	記号	色 調 地下水面より		状 況
		上位	下位	
砂 質 土	SC・SM	灰 褐 } 褐	褐 又は青灰	乾燥すると淡灰色，軟質で掘りやすい。地下水以下では崩壊が著しい。 砂は細砂～微細砂よりなり細粒土（シルト・粘土）を10～40%含む。粒径加積曲線はいずれも急傾斜をなす。 雲母類を多量に含むが石英粒は一般に少ない。土層厚はGorai河を除くと1.50m以下で連続性にとぼしく，小規模より分布しない。
粘 性 土	シルト (LL<50)		褐 青 灰	多量の雲母を含み粘性度が低い。極微細砂の状態を呈するもの多く，コンステンシー試験は不可能。やや軟質で掘りやすく，地下水以下に一部崩壊あり。表土部はGL-20～30cmまで地割れして半固結状を呈する。 始点(No.0)～Nabaganga河間では土質構成比率多し，単一土層厚は1.0～2.0m
	粘 土 (LL<50)	暗 褐 } 褐 } 黄 褐	褐 } 黄 褐 } 又は青灰	半固結状，硬質～やや軟質，硬さは場所によつて変化が多いが，おおむね粘土片として採取できる。 地下水付近は茶色の風化模様が多い。 微粒雲母の含有量が多くまた貝がらを混入する。 Nabaganga河～終点(No.545)間の表層部はほとんどがCLからなる。CLは最も広く，多く分布する。
	シルト (LL>50)		茶 褐 茶 褐	やや硬質の強い粘性をもつシルトである。 No.32付近の湿地部(A-4)のみ確認した。
	粘 土 (LL>50)		暗 褐 } 黄 褐 } 又は暗青灰 } 暗 灰	地下水面より上位では，全般的に茶色の風化模様があり，乾燥し固い。 地下水面下ではやや軟質で粘性強く均質な粘土となる。 OHは地下水面下に多く，調査深度以下ではさらに見える見込み。 単一土層厚は0.5～1.5m 貝がらを普通に混入する。

計画路線を各区間に分けて土質の概略を記すると下記のようなものである。

(1) 始点 (№ 0) ~ Gorai 河区間

(a) 0 km (№ 0) ~ 0.9 km (№ 9) 間

EL = 7.5 ~ 9.5 m と全路線区間を通じて最も高く、良好な居住地である。土質的にも安定した固い粘土 CL からなる。

(b) 0.9 km (№ 9) ~ 3.4 km (№ 34) 間

鉄道路盤 (盛土) の左右に小規模の湿地があるが、他は全面稲作地となっている。しかし稲作地は地表面から湿潤状態にあって、準湿地帯となっており、地表面は軟質化し、12月初旬の調査時にはジープの侵入が不可能であつた。(2月初旬にはジープ走行可能)

土質は CH, MH, CL, ML と上下、水平方向とも変化に豊んだ粘性土からなり、特に CH, MH がほぼ 50% をしめる。

起点側では粘土分多く、Gorai 河方向ではシルト分が多くなる。

計画盛土高は 2 ~ 3 m 程度であるが、地盤処理について検討の必要があろう。

(c) 3.4 km (№ 34) ~ Gorai 間

Gorai 橋取付部で計画盛土高は 2.4 ~ 5.3 m の予定である。3.4 km 付近は茶褐の MH からなるが、半固結状、地下水面下でも約 45% 程度の低含水量を示す。

しかし、この MH は Gorai 河に向って層厚が薄くなってゆく模様であり、かつ微細砂に近い ML へと変化してゆく。

シルト層厚は 2.6 ~ 4.0 m 程度でその下には N = 5 ~ 20 の細砂が現れる。

(2) Gorai 河 ~ Nabaganga 河区間

(a) Gorai 河 ~ 9.0 km (№ 90) 間

航空写真によれば、Gorai 河の旧河床地形を示す部分である。

表層部 1.0 ~ 1.5 m はシルト質 (又は粘土質) 微細砂から微細砂に近い粒径の ML よりなり、他は普通の CL, ML よりなる。

湿地は 7.7 ~ 7.9 km を除いてはほとんどなく、路線は点々と存在する部落を抜け、乾燥した稲作地を通る。7.4 ~ 7.9 km の湿地及び橋梁個所となる 8 K 9 3 7 m 付近の Dead river に游泥はほとんどなくまた 2 月初旬にはすっかり乾燥して固結状を呈する。

部落内には多くのため池があり、透水度の低い地盤であることを示している。

(b) 9.0 km (№ 90) ~ 13.0 km (№ 130)

厚さ 1.0 m 程度の細砂層が不規則に現れるのを除いては、すべて粘土分からなる。

表層部 1.0 ~ 1.5 m はすべて半固結状の CL からなり、その下に 0.5 ~ 1.0 m 程度の CH さらに CL となっている。

9 km 付近橋梁取付部を別とすれば計画盛土高は 1.2 ~ 3.2 m も低く CH に分類される粘土もろすいので盛土の安定に不安はない。

表層部が盛土材料としても使用しうる粘性土 (CL) からなっていることは工事上好都合である。

1.1 K 6 5 0 m 付近道路両側の Borrow Pit 付近のみ湿地となっているが、他

に湿地部はない。

たゞ、1 1.0 ~ 1 2. km 付近は乾燥状態となるのが周辺に比して幾分遅い模様である。

(c) 1 3.0 km (№ 1 3 0) - Nabaganga 河間

表層部 2.0 m は微粒金雲母の含有量が多い ML であって、その下 1.0 ~ 1.5 m は CH、さらに ML, (SC, SM) である。

9.0 ~ 1 3.0 km 区間とほぼ同様の堆積状況であるが、多少粒子が粗い。CH の現れる位置も EL = 4.0 m 付近にあってほぼ水平である。

1 3.3 ~ 1 3.5 km に水深 30 cm 程度 (1 2 月中旬) の湿地があるが他にみるべきものはない。

(3) Nabaganga 河 ~ Chitra 河区間

(a) Nabaganga 河 ~ 1 9.0 km (№ 1 9 0) 間

Nabaganga 河より始点側では GH = 6 ~ 8 m, 1 9.0 km より Chitra 河側では GH = 3 ~ 4 m と傾斜のある地形移行部である。

土質的には対岸の 1 3.0 km ~ Nabaganga 河とほぼ同様に、ML, OL によって構成される。EL = 4.0 m 付近に現れた CH は、ほとんど消失しそれによって OL の比率が高くなり、盛土地盤としては、より安定な状態となっている。

この区間に、湿地はみられない。

(b) 1 9.0 km (№ 1 9 0) ~ Chitra 河間

Chitra 河周辺の 1.0 km を除けば、GH = 3 ~ 4 m のいわゆる low land 区間である。このうち、特に地形的に低く、水の集まりやすいのは、1 9.0 ~ 2 2.5 km, 2 5.0 ~ 3 0.0 km 区間であるが 1 2 月下旬現在も湿地として残っていたのは 1 9.8 ~ 2 1.6 km 間であった。

水深は最も深い部分で 50 cm, 泥の堆積は 20 cm 以下である

地下水は地表水と不連続のようで、GL = 1.0 ~ 2.0 m, (EL = 2.0 m) 付近に現れるが地下水面より上位では OL が圧倒的に多いのに対し、下位では CH をかなりの比率で含む。

湿地以外では表層部粘土は固結状を呈し GL - 20 ~ 30 cm まで地割れを生じている (写真参照) 。

(4) Chitra 河 ~ Bha ir a b 河区間

(a) Chitra 河 ~ 3 2.0 km (№ 3 2 0) 間

Chitra 河周辺の幾分高くなった部分で河に沿って部落が存在し、3 1.5 ~ 3 2.0 km は部落に近接した稲作地である。

平坦地は路線を横切る方向へ延びる凹凸が多く低い所は旧河床部のように見える。

土質は OL からなり良好な盛土地盤であるが、地形的凹部や地下水面以下の部分には軟質粘土 (CH) の分布があるかもしれない。

(b) 3 2.0 km (№ 3 2 0) ~ 3 8.3 km (№ 3 8 3) 間

全路線中で最も標高の低い部分で、GH = 2.5 ~ 3.0 m, 路線は湿地の中心部を避けているが、線形の関係から 3 2.0 ~ 3 2.5 km, 3 2.9 km 付近, 3 7.0 km 付近は湿地部を

通過する。

特に、OHは地下水面下に大きな比率をしめる。調査深度(4.0 m)以深では、さらにOHの比率が大きくなると思われ、計画盛土高が低い1.4~3.5 m区間でも無処理地盤では施工後の沈下を避けえないと判断される。今後さらに圧密試験を行ってその沈下量を推定する必要がある。

(c) 38.3 (No 383) ~ 46.0 km (No 460) 間

39.0~40.8 km, 42.0~42.5 km, 43.1~44.0 km間は、稲作地であるが、乾季でも水が引かず湿地状を呈する。

地下水は地表水と不連続でGL=-1.5~3.0 m, (EL=1.0~1.5 m)付近にあり、地下水面より上位ではOL, 下位ではMLが大部分をしめ、OH, MHはみあたらない。

(d) 46.0 km ~ Bhairab河間

地下水面はGL=-1.5~2.0 m, (EL=1.5~2.0 m)付近にあり、地下水面より上位はOL, 下位はCHが多い。Bhairab河周辺は表層部2.0 m程度はMLからなる。

46.0~48.0 km, 49.0~50.0 km間は多少水はけの悪い地点であるが湿地はない。

(5) Bhairab河 ~ 終点 (No 546) 区間

路線は部落及び現道上を通り、盛土地盤として不安はない。

土地はBhairab河~52.0 km付近までがML, 52.0~54.6 km間がOLである。

OLは盛土材料として使用しうるが、MLは微細砂に近いため問題があろう。

なお、平均的地下水位は下表のとおりである。

表-3 地下水位

区 分		調査期間	深度(m) (GL-)	標高(m) (EL)
区 間	距 程(km)			
No 0 Gorai 河	0 ~ 3.9	1968年12月 上旬	1.7	5.3
	4.5~11.0	中旬	1.9	4.7
Nabaganga 河	11.0~16.0	〃	2.5	2.8
Chitra 河	16.3~30.8	下旬	1.7	2.4
Bhairab 河	30.9~50.9	1969年1月 上~中旬	2.2	1.4
No 546	51.0~54.6	下旬	2.6	1.8

土層断面図において明らかのように、湿地部地表水とはかなりの高低差があり、地表水と地下水はおおむね不連続であろう。

部落内に点在する深い溜池の水面はほぼ地下水面に等しい。

3-3 室内土質試験

(1) 土質試験概要

オーガーボーリングによって採取された試料は攪乱された試料であるが、この試料を基に下記の項目につきJapan Industrial Standard (J.I.S)の試験方法に基づき試験を行なった。

なお、“Road Research Laboratory”で東パキスタン州政府は独自の方法で試験を行なった。

室内土質試験項目

土粒子の比重試験

土の含水量試験

分類試験
(統一分類)

{ 土の粒度試験
土の液性限界試験
土の塑性限界試験

土質試験結果は試験結果一覧表(Appendix 表-5)に示すとおりであり、土質別頻度分布を求めると下表のようになる。

表-4 土質別頻度分布 (Appendix 図-1 参照)

	乾燥状態		湿潤状態		(乾+湿)計	
SM SC	5.4%	5.4%	15.3%	15.3%	8.8%	8.8%
ML	28.0	74.3	27.7	45.3	27.9	65.5
CL	46.3		17.6		37.6	
MH	2.4	19.8	8.0	39.4	4.1	25.7
CH	17.4		31.4		21.6	
計	100.0%		100.0%		100.0%	

- 註 1. 乾燥状態—地下水面より上位にあるもの
 湿潤状態 “ “ 下位 “
2. 土層の境界及び試験をおこなっていない部分については目視鑑定による。
3. 現地調査は2ヶ月にわたっているので、地下水位に多少の変動がある。

(2) 物理的性質

(a) 砂質土

細粒砂からなり、粒径加積曲線は常に急傾斜して粒度分布悪く特徴的である。同一砂層中にあっても細粒土（シルト、粘土）含有量は10～40%と変化にとむ。

一般に石英粒は少なく、多量の雲母類を含む。雲母類の多い個所は細粒土含有率が高い。

土粒子の比重は2.71～2.76、含水比は23～26%を示し、普通の値である。

(b) 粒性土

計画路線の全区間にわたって広く分布し、調査の末期（昭和44年1月下旬）には固結状を呈し、表層部20～30cmが地割れを生じていたものである。

自然含水比は30～40%と日本の洪積粘土に相当する低含水量を示すが、A-4, 16, 18, 36, 39の5地点の地下水面以下で40～65%とやや高い値となる。なお日本の沖積粘土は40～50%以上である。

自然含水比と液性限界の関係はAppendix 図-2に示す通りで試験の精度に多少の疑問を残すがA-18, GL=-3.20m (CL), A-39, GL=-2.00m (CL) A-54, GL=-1.00m (ML)において $W > LL$ の関係にあり、土を乱せば液状を呈し強度が著しく低下する可能性を示している。他はいつでも $W < LL$ 、粘性土の相対的な硬さを意味するコンシステンシー指数も0.4～0.8にあることから乱した土の液状化に対しては、ほぼ安定である。

土粒子の比重は2.72～2.76とほとんど変化なく、砂質土と同様の値で、特に有機物を含んでいないことを示している。

なお、地下水位面を境として土質分布に顕著な相異がある。すなわち表4に示すように地下水面より上位ではCL4.6.3%, CH17.4%であるのに対し、下位ではCL17.6%, CH31.4%と下位に圧縮性の高い粘土が大きな比率をもつ。

すでに述べたように大部分の粘性土の含水比 $W = 30 \sim 40\%$ （地下水面下を含む）土粒子の比重 $GS = 2.72 \sim 2.76$ であるから、 $W = 40\%$ 、 $GS = 2.76$ とし、粘土の間隙が全く水で飽和されていると考えて概略の間隙比 e_0 を求める。

$$\text{算式} \quad e_0 = GS \frac{W}{100}$$

$$e_0 = 2.76 \times \frac{40}{100} = 1.1$$

粘性土層厚の程度、荷重条件によって異なるが $e_0 = 1.1 \sim 1.5$ 程度では大きな圧密沈下は起らないと考えられる。

A-4, 16, 18, 36, 39の地下水面下では $W = 40 \sim 65\%$ とやや高い値を示す

ので、代表値として最も含水比の高いA-36, $G_L = -3.90m$ の値 ($W = 65\%$, $GS = 2.73$) から同様に計算すると $e_o = 1.8$, となり圧密沈下に対する考慮を必要とする地盤であると考えられる。

よって、盛土基礎地盤としては圧密沈下、盛土材料としては乱された土の液状化の面から、多少懸念される個所もあるが、その他では余程の高い盛土でない限り問題はない。

3-4 考察

(1) 現地地盤と盛土基礎地盤の検討

すでに述べたように、全区間にわたって広く分布する粘性土は、地下水面を境として、上位の乾燥状態にある部分ではLLの低い、シルト・粘土 (ML, CL) が多く、下位の湿潤状態にある部分ではLLの高い粘土 (CH) の比率が高い。

一方、スケールに異なりはあるが、ゴライ橋架橋地点B-5の資料によれば、上部粘土層がCL、下部粘土層がCH又はOHと下部に圧縮性が高いこと、一般に上部より下部に向って土の強度は増加するものであるが、一軸圧縮強度は上部粘土層 $1.63 \sim 2.31 (Kg/Cm^2)$ 下部粘土層 $0.35 \sim 1.57 (Kg/Cm^2)$ と逆の傾向にある。

また、含水比が $30 \sim 40\%$ と、洪積粘土程度の低い含水比を示すことから、乾季中の強制脱水によって粘性土は過圧密現象を呈し強度増加をもたらしたと考えられ、盛土の安定にとって有利な条件となっている。

地下水面下の湿潤状態にある部分ではCHが多く、CHは一般に支持力不足、すべり破壊、圧密沈下等の悪条件が懸念されるが、湿地を別とすれば、乾燥部の支持力が高いことや、低盛土であることから、支持力不足、すべり破壊に対する不安はほとんどない。しかし、計画盛土高が $3m$ を越える部分については安定や圧密沈下等の検討を必要としよう。

これら地形土質条件を考慮して標準の盛土基礎を検討すると下記のようになる。

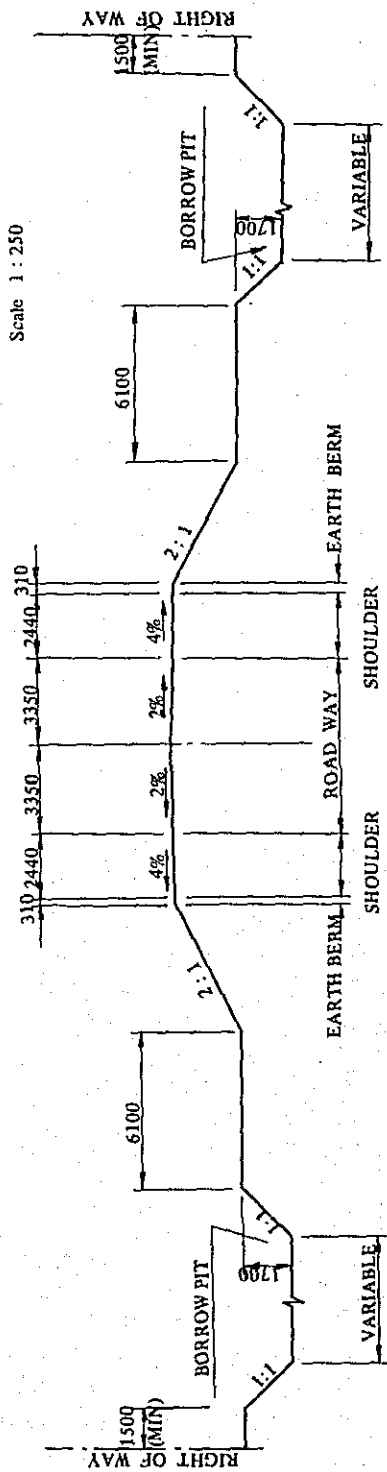
盛土基礎地盤	TYPE	地盤処理	目的
安定地盤	I	表土はぎとり (切り株、草根は取り除く)	有機物除去
游泥腐植土の厚い個所 (湿地等)	II	表層部 $50cm$ 程度 はぎとり	盛土基礎不良土の除去
圧縮性粘性土分布個所	III	$100cm$ 厚サンドマット 盛土余盛り $1.0m$ 程度	圧密沈下促進 走行性の確保

盛土断面の Type は図 2 ~ 4 に示す。全計画路線の土質状況、計画盛土高に対して適用盛土断面を示せば表-5 の通りである。

表一 5 基礎条件による盛土形式

区 分	地形及び 土地利 用	土 質 状 況	計 画 盛 土 高 (M)	盛土断面	備 考	
始点(No.0) Gorai河	(KM) 0~0.9	全路線中で最も高い(EL 7.5~9.5M)陥落	半固結状CL粘土	0~2.5	I	
	0.9~3.4	稲作地 所々湿地あり	CH, MHは、ほぼ50 ジープ走行不能 (12月)	2.0~3.0	II. III	
	3.4~3.9	稲作地	シルト厚2.6~4.0m その下は細砂	2.4~5.3 (橋梁取付部)	I	
Gorai河 Nabaganga河	4.5~9.0	Goraiの旧 河床地形部 稲作地	CL, ML 表層部1.0~1.5M は微細砂~シルト	1.1~3.9	I II	7.3~8.0KM
	9.0~13.0	稲作地	粘土CL分布区 間 CHは厚さ0.5~1.0cm の小規模分布	1.2~3.2 (橋梁取付部) 2.8~4.9	I	放置期間3ヶ月以上 盛土材良好
	13.0~16.0	稲作地	上記区間と同様の堆積 状況だがML多くなる。 CHは厚さ1.0~1.5m 連続する。	1.4~3.0	I II	放置期間3ヶ月以上 13.2~13.7KM (余盛り1.0m)
Nabaganga河 Chitra河	16.3~19.0	部 落 稲作地	ML, OLよりなり CHはおおむね消失	0~3.3 (橋梁取付部) 2.3~6.4	I	
	19.0~30.8	稲作地 湿地	地下水面より上位は おおむねOL 下位はCHが多くなる。	0.8~3.2	II. III I III	19.0~21.8KM 21.8~25.3 25.3~30.0
Chitra河 Bhairab河	30.9~31.5	平坦地に旧河 床部のような 凹凸がある。	OL多く安定	1.0~4.2	I	
	31.5~38.3	CH=2.5~3.0m 全路線で最も 低い 稲作地 湿地	CH多く無処理では施 工後の沈下を避けられ ない。	1.4~3.5 (橋梁取付部) 2.5~5.3	II. III	余盛り1.0m
	38.3~46.0	稲作地 (湿地) 部 落	地下水面より上位では OL, 下位ではML MH, CHは見あたら ない。	0~2.8 (橋梁取付部) 2.8~5.7	II I	39.0~40.8KM 42.0~42.5 43.1~44.0 その他(主に部落)
	46.0~50.9	稲作地	地下水面より上位は OL, 下位はCH	0~4.0 (橋梁取付部) 0~6.1	III I	48.0~50.0KM表層部 ML, 盛土材料として不 可 50.0~50.9KM
Bhairab河 終点(No.546)	51.0~54.6	部 落	CL, ML	0~2.4 (橋梁取付部) 1.3~5.1	I	

图 - 2 TYPE I 道路断面图



PAVEMENT SECTION

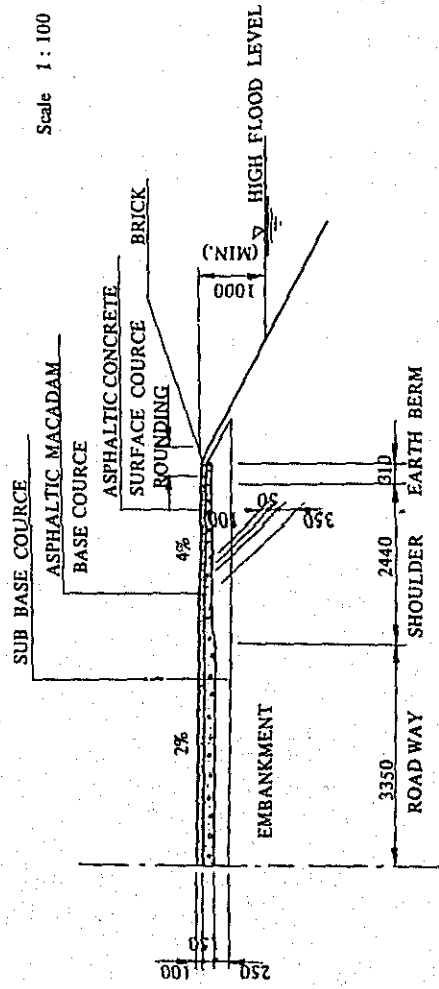


図3 TYPE II 道路断面図

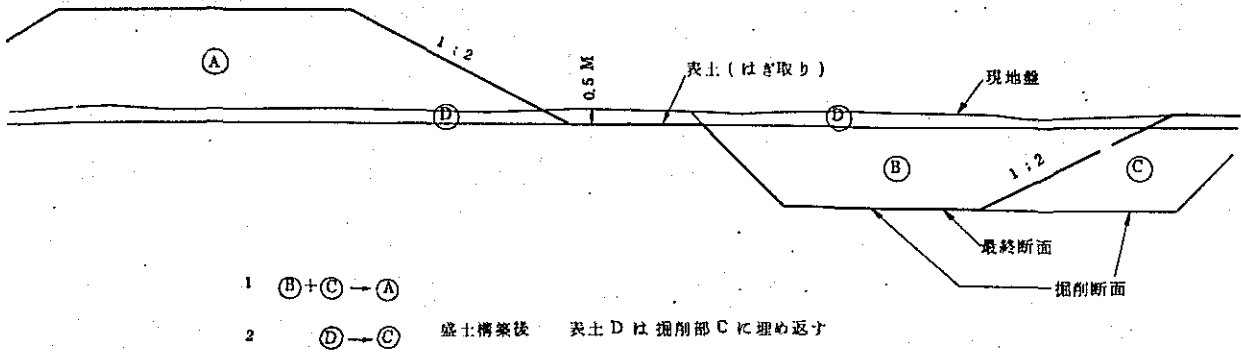
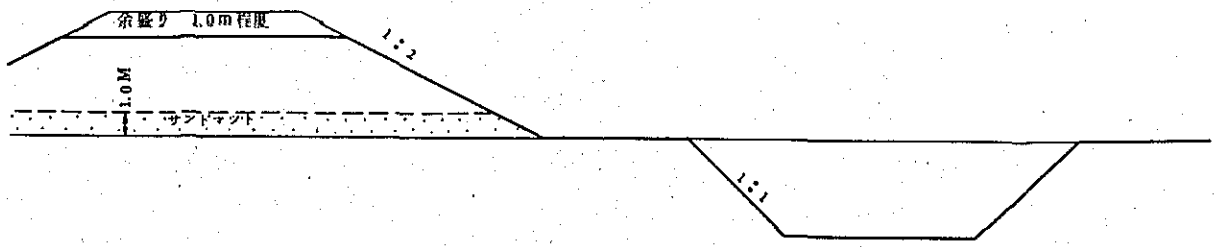


図4 TYPE III 道路断面図



余盛り高については個所ごとに今後の検討を必要とする

(2) 盛土材料としての適否

盛土材料は計画路線沿いの平坦部の地表から地下水面までの部分の土を採取するもので土質構成は表-4に示すように砂質土(SO, SM)6%, LLの低い粘性土(ML, CL)74%, LLの高い粘性土(MH, CH)20%である。

盛土材料として最も望ましいのはせん断強度が大で圧縮性が小、透水性が良好で吸水膨張が少ないというような土で、これに適合するのは粘土分を含んだ粒度配合のよい砂利、砂混合物である。統一分類で分類した場合の盛土材料としての性質は表-1, 2のように示されている。

これから現地材料を考えてみると80%をしめるSO, SM, CL, MLは盛土材料として使用しうるが、20%のMH, CHはやや不良となる。

しかし良質材料のみを選択使用することは経済上不利であり、このような含水比の低いMH, CHでは適切な締め固めをおこなえば十分盛土材として期待できよう。

(3) 土量変化率

土は原地盤にある時とそれをほぐした時、ほぐしてから締め固めたときでは体積が異なるので、土量の配分計画を立てる場合にはこの土量の変化を考慮して土量計算をおこなう必要がある。

土量変化率の標準値は土の種類に応じて変化するが、砂質土及び粘性土の標準値としては表-6のような値をとればよい。

表-6 土量の変化率

名 称		L	C
砂	砂 質 土	1.25~1.35	0.85~0.95
	レキまじり砂質土	1.35~1.40	0.90~1.00
粘 土	粘 土	1.25~1.45	0.85~0.95
	レキまじり粘土	1.30~1.40	0.90~0.95

日本道路協会発行“道路土工指針”参照

$$L = \frac{\text{ほぐした土量 (m}^3\text{)}}{\text{地山の土量 (m}^3\text{)}}$$

$$C = \frac{\text{締め固め後の土量 (m}^3\text{)}}{\text{地山の土量 (m}^3\text{)}}$$

Lは運搬土量、Cは必要地山土量に関する値である。

設計上の土量変化率は表-6および現地状況からC=0.95として土工量の計算をおこなう。

しかし、土量の変化が工事費に大きな影響をおよぼすので、施工時には盛土材料試験または試験盛土を実施して変化率を求め、その現場にもっとも妥当な変化率を採用することが望ましい。

II 設 計

1. 設計基準

1-1 幾何構造設計基準

この道路の設計基準は現在東パキスタン州政府で新設される道路および改良される道路について採用されている設計速度 $100 \text{ KM/hr} (60 \text{ mph})$ を適用した。

この道路の標準横断は東パキスタン州政府より示されたものを用いているが、標準横断構成は舗装巾員 26 feet 2車線道路巾員 40 feet であり、道路敷総巾員は土取溝を含め図-2に示されるような2車線道路である。

通常往復非分離の2車線道路では、 $80 \text{ KM/hr} (50 \text{ mph})$ 以上の設計速度をとることは、すれ違いにおける危険等を考慮すれば適当ではない。しかし本路線がアジアハイウェイの一貫であり、将来平行してさらに1本の車道を設けることによつて往復分離の高速道路とすることが可能であるから、この道路の設計速度を 100 KM/hr とすることとした。東パキスタンでは地形が平坦であるから平面曲線を大きく取ることはそれほど困難でないで、特に費用が増加するものではない。

上記の設計速度を基準として幾何構造の各要素について次のような基準値を定める。

1) 平面線形

	最大片勾配
最小曲線半径 (標準) $600 \text{ m} (2000 \text{ feet})$	6%
(絶対) $450 \text{ m} (1500 \text{ feet})$	8%

この道路は一方において自動車が所定の速度で安全に走行できる規格を持つと共に、同時に牛車その他の緩速交通にとつても走行しやすいものでなければならない。最小半径の大きさは日本の標準値 (700 m) を参考として与えた。この場合、片勾配の値は6%とする。この値は牛車などの緩速車の走行に支障のない限度と考えられる。曲線半径と片勾配との間には次式の関係がある。

$$R = \frac{v^2}{g(i+f)} \dots\dots\dots (1)$$

ここに R : 曲線半径 (m), v : 走行速度 (m/sec), g : 重力の加速度 (m/sec²) i : 片勾配 (m/m), f : 横すべり摩擦係数 (m/m)

上式において速度を KM/hr の単位にとると、

$$R = \frac{V^2}{3.6^2 \times 9.18(i+f)} = \frac{V^2}{127(i+f)} \dots\dots\dots (2)$$

ここに v = 走行速度 (Km/h)

標準最小半径 600 m 、その場合の片勾配を6%とすると横すべり摩擦係数 f は

$$f = \frac{V^2}{127R} - i = \frac{100^2}{127 \times 600} - 0.06 = 0.131 - 0.06 = 0.071$$

地形等の関係において標準最小値で設計できない場合には、絶対最小値まで使用することができるが、この場合は片勾配の値は8%とする。これは緩速車に対しては好ましい値ではないからなるべくこのように小さい半径は使用しない方がよい。

2) 片勾配

最小半径450mにおける片勾配を8%とした場合の半径の大きさに対応する片勾配の値を次のように与える。

片勾配 (%)	8	7	6	5	4	3	2
曲線半径 (M)	450 以上	520 以上	600	750	1,000	1,400	2,000
	}	}	}	}	}	}	}
	520 未満	600 未満	750	1,000	1,400	2,000 未満	5,000

片勾配を付さなくてよい半径は5,000m以上

3) 安全視距

160m(480')

4) 緩和曲線

車道の曲線部の両側には原則として緩和曲線を挿入し、曲率および片勾配のすりつけ区間とする。

緩和曲線の最小長 85m

緩和曲線を省略してよい半径 1,500m以上

緩和曲線の最小長は遠心加速度の変化率がある限界以上にならないこと(高速走行の場合は $0.5\text{m}/\text{sec}^3$)および緩和曲線上の走行時間の最小限度(3秒)を考慮して与えられる。

緩和曲線としてはクロソイド曲線を用いることが最も望ましい。クロソイドには、

$$RL = A^2 \text{ (一定)}$$

ただしR:曲線半径(m)、L:クロソイド曲線の長さ、A:クロソイドのパラメータ、という簡単な関係があり、パラメータAを与えることによつて円曲線の半径Rと同様にその大きさが定まる。一般にクロソイド曲線は単に曲率の緩和ということからだけでなく、曲線と円弧とを視覚的に円滑に結ぶ役目を果たすため、円が大きくなれば、それ従つてクロソイド曲線も大きくするのがよい。

その関係は通常

$$R > A \geq \frac{1}{3}R$$

の範囲で用いられる。

曲率の緩和のためから言えば $R = 1,500\text{m}$ 以上となれば緩和曲線は必要ではないが視覚的要素からはそれ以上の半径でもクロソイド曲線を挿入するのがよい。しかし $R = 3,000\text{m}$ 以上

では必要ではない。

5) 横断勾配のすりつけ

片勾配を付する場合のすりつけ長は、車道縁に沿う片勾配すりつけの割合が $1/175$ を超えない長さとする。ただし緩和曲線のある場合はその全長にわたってすり付ける。

6) 曲線部の拡幅

最小半径が大きいので道路交差部のランプ (ramp) を除き、本線では必要ではない。

7) 縦断勾配

標準最大勾配 2%

絶対 # 3% (特例 4%)

一般に地形が平坦であり、平面線形も直線的であるから、勾配もゆるやかな方がよい。ただし長大橋のような特別の場合には特例として4%まで許し、工費を節約することが考えられる。

8) 縦断曲線

縦断勾配の変化点には、縦断曲線を挿入する。その最小値は次のように与える。

	凸型	凹型
標準最小長 (m)	90 i	45 i
絶対最小長 (m)	60 i	30 i
(特例最小長) (m)	45 i	30 i

上表において i = 縦断勾配差の絶対値 (%)

ただし、いずれの場合も最小長は約85m (これは3秒走行の長さ) は確保されねばならない。これは縦断勾配差が小さい時に注意する必要がある。ただし勾配差が0.01%未満であるときは縦断曲線は必要でない。

縦断曲線は一般に2次放物線を用いて設計するが近似的に円曲線とみなして表示すると、その大きさが明らかとなる。縦断曲線半径と曲線長の間には近似的につぎの関係がある。

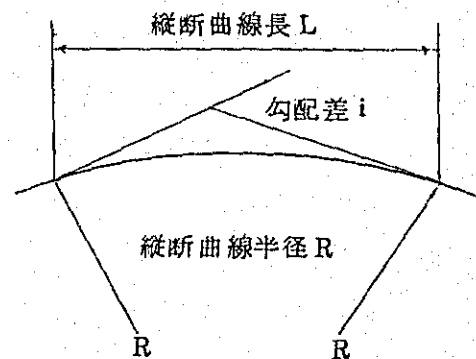
$$R = \frac{L}{i} \text{ または } L = R i$$

ただし

R : 縦断曲線半径 (m)

L : 縦断曲線長 (m)

i : 縦断勾配の代数差 (m/m)



さきの表で凸型縦断曲線の標準最小長を90i (この場合のiはパーセントを単位としている) と示したがこれは最小縦断曲線半径9,000mと同意義である。走行速度が高いほど縦断曲線半径

は大きくとらねばならない。設計上実際に与えるものは縦断曲線長であるが、これは必要な縦断曲線半径と勾配差との積から定まるもので、勾配差を無視して、一率の縦断曲線長を設定するよ
うな設計をしてはならない。

1-2 構造物設計基準

東パキスタン州政府として道路構造物の設計にあつては 'Highway Bridge Code for East Pakistan' を通用しているが、この示方書はごく簡単な示方書であつて、P.O橋に関する規定が含まれておらず、今回の構造物の設計に対して不十分であると思われる。従つて東パキスタン内では、これら不十分な事項についてはAASHOの規定を準用しており、本設計に当つてもAASHOを適用するのが当然であると思われるが、日本の資材を基準とした設計を行うことを考慮すれば荷重条件は原則的にAASHO規定に従い、材料の許容応力度については日本制定の示方書を適用するのが妥当であると思われる。

したがつて本設計に準拠する示方書は次の通りとする。

- i) AASHO
- ii) Highway Bridge Code for East Pakistan
- iii) コンクリート標準示方書 (日本土木学会 1967)
- iv) 鉄筋コンクリート道路橋設計示方書 (日本道路協会 1964)
- v) プレストレストコンクリート設計施工指針 (日本土木学会 1961)
- vi) 道路橋下部構造設計指針 (日本道路協会 1966)

ただし、東パキスタンの地理的条件および特殊条件を考慮して特に下記条件を採用する。

- i) 活荷重 H20-S16-44
- ii) 風荷重 $100 \text{ mile/hr} = 45 \text{ m/sec}$
- iii) 温度 温度変化に対しては $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$
- iv) 地震荷重
死荷重のみに対して考え (水平地震 5%
鉛直地震 ± 0)

v) 煉瓦を骨材として使用した場合のコンクリート許容応力度

東パキスタン内でのコンクリート用粗骨材は天然産としては主に東パキスタンの東北部にあたる Sylhet 地域の河川から採集され船便および陸便で目的地に運ばれている。また細骨材は必ずしも Sylhet まで行かなくても Gora 河の中流部に中州となつている河床砂のシルト分を洗い流して使用出来るが、良質のコンクリートを造るためには粒径があまりにも小さい。Sylhet よりこの道路設置地点までは直線距離にして約180マイルもあり船便および陸便の距離にすれば約250マイル以上もあり、また運搬にはある限られた季節となり骨材運搬量が建設費におよぼす影響は大きい。

土質的にみた東パキスタンの表土は殆んどが沖積粘土であり、この沖積粘土を原料とした煉瓦の入手はかなり安く出来る。この煉瓦の内、焼き方の固いものを砕いて、コンクリートの粗骨材として使用すれば建設費の削減になる。しかし現在のところ煉瓦を骨材としたコンクリートの実績があまりないので強度について確かなる数値がないが煉瓦の性質と粘土を成分とした軽量骨材の性質が似通っている点を考えれば、コンクリートに使用出来ないことはない。現地調査によれば、現地では煉瓦骨材コンクリートを使用して構造物を造っている。

上記の地方的特殊性を加味して橋梁の下部構造の設計にあたっては煉瓦骨材コンクリートを使用することにした。この場合のコンクリートの配合および許容応力度を次のように決定する。

表一七 下部構造に対するコンクリート配合

骨 材	粗骨材 最大寸法 (mm)	c (kg)	w/c (%)	s/a (%)	混 和 剤	ス ラ ン プ (cm)	空 気 量 (%)	圧 縮 強 度 (kg/cm ²)
粗骨材, 煉瓦 細骨材, 河砂	20	360	50	50	ボ ゾ リ ス	10以上	5±1	165 以上

表一八 下部構造に対する許容応力度

		コンクリート設計強度 σ_{28} (kg/cm ²)	165		
許 容 応 力 度 (kg/cm ²)	コ ン ク リ ー ト	曲げ圧縮応力度 (kg/cm ²)		55	
		軸方向圧縮応力度 (")		41	
		せん断 応力 度	コンクリートだけで斜引張応力 を受けさせる場合	版	5.0
				はり	3.7
		腹鉄筋で斜引張応力を受けさせる場合		11	
		付着応力度		4.5	
	支圧応力度		41		
	鉄 筋	引張応力度	SR 24	1,200	
降伏応力度		SR 24	2,400		

(注) 鉄筋コンクリートの単位重量 = 2.1 t/m³

表-9 R C上部構造に対する許容応力度

許 容 応 力 度 (kg/cm ²)	コ ン ク リ ー ト 鉄 筋	コンクリート設計強度 σ_{28} (kg/cm ²)		240
		せん断応力度	曲げ圧縮応力度 (kg/cm ²)	80
			軸方向圧縮応力度 (")	72
		腹鉄筋で斜引張応力を受けさせる場合	版	9
			はり	7
		付差応力度		8
		支圧応力度		72
		引張応力度 S D 30		1,800
		降伏点強度 S D 30		3,000

表-10 P.C上部構造に対する許容応力度

コ ン ク リ ー ト	許容応力度
設計基準強度 σ_{28}	350 kg/cm ²
設計荷重時 (圧縮)	115 "
" (引張)	135 "
プレストレス導入時	300 "
骨材寸法	25 mm

P.C 鋼 線	強 度 ϕ 7mm
引張強度	155 kg/mm ²
降伏点応力度	135 "
許容引張応力度 (設計時)	93 "
" (緊張時)	121.5 "

2. 予備設計

2-1 線形設計

1) 平面線形

道路の線形は連続的で地形に合ったものとするべきである。そのため変化に富んだ地形では曲線を活用して地形に適合させた線形を採用すると風景との調和もよく、美しく建設費も低減できる。この地域の地形は平坦地であるからこの道路の平面線形は直線が主体となるのは当然であるが、しかし屈曲部においては、できるだけ大きな曲線を用いまた緩和曲線としてクロソイド曲線を使用して、滑らかで美しい線形の道路となるように設計上配慮した。クロソイドによる緩和曲線はいずれも基本的な形式とし円曲線の両側に同じパラメータのクロソイド曲線を挿入したものとした。

円曲線半径は、地形や地物、交角等を考慮して、できるだけ大きな値を用いることができるように配慮したので、実際に採用された最小半径は700mである。これは設計基準に示された標準最小半径よりも大きい。

半径3,000m未満の円曲線にはクロソイド曲線を接続させたが、その値は採用された円曲線の値に応じ、 $A = 1/3 R \sim 1/2 R$ の範囲で、決定した。

L P が近接し、曲線が連続する箇所では円とクロソイドのみで連続させ、途中に直線を介在させないことが、近代的な線形設計手法であるが、パキスタンにおける初めての採用であることも考慮し、測量上の誤差がある場合の修正が容易であることから、この設計ではクロソイドとクロソイドを直接接続する設計法は採用していない。

また橋梁地点では、橋梁設計および架設の容易さのために橋梁上では、直線であることを原則とし、クロソイド曲線は橋の外側から始まるようにした。

橋梁地点の前後では、平地上に縦断線形上の強い変化があらわれるので、平面曲線と縦断曲線を重ね合せ、道路が実際と異なつてねじれて見えることを防ぎ、美しい連続的な線形が得られるように考慮した(図面集1.2, Appendix 表-2 参照)。

2) 平面線形の修正

前項に平面線形要素を記載したのであるが、この線形要素は現地に設置されたものであり、調査団が帰国して道路設計に取りかかり、構造物の位置の決定、および線形の再チェックを行つた結果2ヶ所について平面線形の修正を行なう必要があると思われるにいたつた。

I P No.5 Ohengordanga 附近において、道路中心線がある部落のちょうど真中を通り抜けることになつており、もしこのIAと半径を少し修正することによつてこの部落と他の部落との中間を通り抜けることが出来れば2部落の中間を通ることが出来る。)ただしこの部落は小さな部落でしかも洪水期には他の部落とまったく孤立された状態におかれると思われる。したがつて線形の修正は行なわず、この部落を隣接部落かまた他のところに移すことも考えられる。部落の移設費用と修正した道路建設費用との差は大きくないものと考えられる。

しかしこの問題については東パキスタンの国内事情がからみ、この2案の優劣は付けられないものと思われるので修正案を提記することにとどめ道路設計は現状のままで行っている。

他の一つの修正案は N O. 3 8 3 + 1 2. ^M 0 0 河の橋梁の設計時において I P N o. 1 0 の終点側の緩和曲線が橋梁内に一部分かかることが判明された。この地域のようにどちらかと言うと線形が自由に選べる地形では線形上また橋梁の構造上一部分の緩和曲線を橋梁内に設けるべきでなく、線形の修正を行う方が妥当であると思われる。したがってこの地点については線形を修正し、それに基づき道路設計を行なった。(A P P e n d i x 表- 3 参照)

3) 横断勾配

高速道路としての縦断勾配の基準値は縦断勾配区間の走行速度ができるだけ設計速度に近くなるようにするのが理想的であるが、経済的な面から制約を受け、ある程度の速度低下を許容した値で妥協するようになる。

この道路建設に当つては高速道路としての目的だけでなくこの地域の開発目的が大きな要素となつており、また東パキスタン自体の交通模様および性格を考慮したものでなければならない。東パキスタンにおける道路の利用形成は多くの歩行者、自転車、牛車、および自動車である。これらの利用者におよぼす縦断勾配を考えて適正な値を決めねばならない。しかしこの道路の通過地域の地形はほぼ平坦で、橋梁部分を除いては利用者に対して問題になるような勾配はない。したがって橋梁部の縦断勾配はゴライ橋を除いて最高2%とし、その他の個所については洪水期における洪水位に対する計画盛土高の経済性より決められ、いずれも2%以下となつている。Gorai河橋では、架橋中心部での航行のための必要空間高 (vertical clearance) が高いので、緩い勾配を採用すると、橋梁の両端の盛土高が高くなり過ぎるので、特例として4%を使用している。縦断曲線半径は、土工部では標準最小値以上を、またGorai河では特例絶対最小値を用いた

4) 道路の横断面

東パキスタン道路の利用方法は一般に日本で利用されている道路と異なり歩行者、自転車、牛車等が特に多いことは前に述べた通りであるが、またこのような利用者は自動車が前後方向から走つて来ても自動車の方が彼等を避けて通るべきであると思わせるような利用の方法をしておりこのような条件下で横断面の構成を考える時は、下記の事項を考えに入れなければならない。

a) 経済的な断面でしかもこれら異つた交通量を満足に運びさることが出来るものであること。

b) 自動車以外の利用者が自動車の走行の防げにならない程度に避けられるだけの断面構造であること。

上記の事項を満足させるためには適正な舗装巾をもち、自動車以外の利用者に対してなめらかな路肩であると共に、洪水期における排水処理が適正に行なえることが必要である。

東パキスタン政府では標準横断面構成を決定しており、この断面を上記の事項にともなつて

検討して見ると適正であると思われると同時に東パキスタン全体について新設される道路断面および改良される道路の断面構成との釣合等を考慮に入れて、この道路も標準横断面構成を採用することにした。

5) 盛土高

東パキスタンでの道路の盛土高の決定は洪水期における水位が関係し、この水位より道路の盛土高をどの程度にするかによつて決定されるべきであつて東パキスタン州政府関係者と協議の結果下記の理由により最低路面高を平均洪水位より 3 feet (1.00 m) と決定した。

- 1) 最高洪水位時においても交通が可能であること。
- 2) 洪水時において backwater の影響を受けないこと。
- 3) 洪水時において下層路盤の含水比が適正であり、また飽和状態を起さないこと。

この地域の確たる洪水位調査資料はなく、調査団としては測量作業に平行して、路線上約 500 m 毎に過去の洪水位を調査し、設計用洪水位はそれらの平均値を採用した。

6) 用地巾

用地巾の決定には道路の盛土高さおよび土取溝の大きさが関係する。また土取溝を道路の片側に設けるか、また両側に設けるかによつても用地巾は大きく変化してくる。

ここで、この道路巾員を交通増加のため将来拡張されることを考えれば、なるべく片側に土取溝を設けるべきであるが、しかしながら湿地部に土取溝を片側に設けることは盛土高をかえつて高くする結果となる。また地下水位の関係もあつて、掘さく困難にもなり、不経済にもなる。このような条件を考慮すればいちがいに土取溝を片側に限定すべきでなく、また道路の左右のどちらか一方に土取溝を設けるかは部落の有無、河森等のために一義的に決められるものでもない。

したがつて、この道路の用地巾の決定は土取溝延長が最低 1 km が道路の左右の一方に設置可能な場合は片側拡幅とした計画盛土高の高い部分は左右に設けることを原則とし、部落、河、森等の地域条件を考慮して決定した。土取溝の深さは人力掘さくを原則とした施工を行うことを考慮すれば地下水位以下まで掘り下げることとはかえつて掘さく単価を高めることにもなり、掘さく深さは地下水位までとした。

7) 現在道路との平面交差

交差部は道路の重要な部分であつて、交通流が互いに横断、交差し、方向を転じて合流する複雑な運動を行なう場所である。

この設計にあつては交通流の単純化、高速走行の維持、安全性、快適な運転等の考慮が必要である。

今日平面交差部の設計にあつては、チャンネリゼーション(導流化)の考えにもとずき交差角の修正、変速車線の設置、交差部および曲線部における拡巾、交通島の配置等が検討され安全性重視の立場より安全視距に対する充分な考慮もなされている。これらの事項を考慮して、この道路の平面交差部の設計を行なつた。以下各交差部の設計概要を述べる。

(1) Faridpur 道路交差部

この交差部は計画道路が $R=700$ の円から $A=350$ のクロソイドをへて接している線形である。

設計交通量は計画道路の上り(至 Dacea) 下り(至 Jessore) が多く計画道路より方向を転じ Kamalukali 方向への交通は少ないものと思われる。

a) 交差角の修正

交差角は衝突角、交差部面積等の点より 90° に近いほど望ましいが線形の関係上、交差角が小さいので既設道路の下り方向をいつた本線上にのせて一方交通路を設けて既設道路にもどすことにより交差角を修正した。したがって交差部における既設道路は上りの一方通行路とした。

b) 変速車線

交通量が少ないと考えられる既設道路と、計画道路間の方向転回用のランプは設計速度を 35 km/hr までおとしたので、これにより計画道路に減速車線を設けその減速車線の巾員は約一車線分の 3.5 m を用いた。

c) 拡巾

曲線部の拡巾は曲率半径、走行車両の種類および性能により決定するものであつて、ここでは車両の種類は、かなりな単車トラック交通がありセミトレーラーの交通も考えられるか、あるいはトラック交通量が多い場合(全交通量に対し $5\sim 10\%$) として拡巾量を決定した。

d) 交通島の配置

既設道路の下り車線を計画道路に乗り入れさせため Kamalukali 方向の交通が計画道路を横断するための交通流の分離および右折車の待合せのための交通島を設けた。

中央分離帯のない道路の交差部にのみ交通島を設けることはかえつて車の衝突事故を起しやすい等の理由で否とする説もあるが交通流の導流下の観点から交通島か、あるいは適切なマーキングを配置すべきであろう。

e) 安全視距

平坦な地での平面交差でありまた交差部附近には構造物もほとんどないので安全停止距離および一旦停止した車が計画道路を横断するのに要する見通し距離は充分得られると思われる。交差部における無意味な混乱を防ぐため交差部に案内標識を設ける。

(ii) Narai 道路交差部

この交差点では計画道路と交差角 70° をもつて交わつている。交通量は計画道路の上下方向とその下り線が右折して Jessore 方面へ、また Jessore 方面から左折して計画道路の上り方面への交通量が多いと考えられる。

a) 変速車線

交通量の多い方向の既設道路と計画道路を結ぶためのランプを設け計画道路の設計速度の $1/2$ をもつて曲ることが出来るだけの曲率半径を選んだ。

また交差点では減速、加速の意味で計画道路を拡巾した。

iii) Khulna 道路交差点

計画道路が $R=1000$ の円から $A=500$ のクロノイドをもつて既設道路にすりつけてあるが既設道路も計画道路と同じ側に曲がっているので交差角が非常に小さく、交差点面積がこれに反し非常に大きくなっている。

a) 交差角の修正

既設道路の下り線専用のランプを設け交差角の修正にあて、かつ交通流の単純化および正面衝突に近い事故の防止をはかった。

b) 変速車線

計画道路から既設道路への方向転回用ランプは地形の制約より設計速度 25 km/hr 、曲線半径 15 m とし、変速車線を設けた。

c) 交通島配置

計画道路と既設道路とに囲まれた面積は非常に大きく細長いので交通島とせず自然のままの地形でのこし車両の転落防止のためガードレールを設けた。

以上の設計は計画道路の高速性を交差点においても維持し、既設道路の交通が計画道路の交通に悪影響をあたえないで安全に走行出来ることを主視して設計したものであるが、交差点における無意味な混乱を防ぐために適正な案内標識は必要不可欠なものである。

2-2 舗装および土工設計

1) 舗装設計

道路の舗装は通常アスファルト系舗装およびセメントコンクリート舗装の二つに大別することが出来る。舗装がその役目を果たすためには、路面荷重や気象条件に十分耐えるものでなければならぬ。またそのおかれている環境、たとえば、地下水位が高いとか、盛土して道路をつくつたとか、などの条件に対する考慮も必要であり、また施工方法の検討およびその他既設道路の状態をよく観察して設計に考慮してその役目を有効に果たすようにすることも必要である。

アスファルト系舗装の路床もコンクリート舗装の路床もよく締め固めて交通荷重と振動による移動を最小限度にすべきであるまた路盤も均一に作り、よく締め固めることが必要である。

一般に舗装厚を決定するためには路床土を採取し、その設計 CBR を求めるが、今回はサンプル量の関係上 CBR 試験を行うことが出来なかつたが、現場より採取されたサンプルを経験より見て、3~5はあると推定される。また Economic and Engineering Feasibility Report 'Faridpur - Jhenida - Jessore - Khulna Roads, 1963' によれば最小水浸 CBR は 4 がとれると言っている。したがって、この道路の路床土の CBR は 4 と仮定する。

舗装厚の決定には日本で採用している次の方法による。

設計輪荷重を決定するには通常、交通量調査と交通重量調査とを同時に行なつて、その結果より

一般に5年後の交通量と交通重量を推定して求める。しかしたとえ厳密な解析を行なつたとしても、将来の交通量と交通重量とを推定することは多くの仮定のもとに行なわれるので極めて困難である。このため通常現在交通量より将来交通量を推し、この将来交通量によつて設計輪荷重を決定する便宜的な方法が行なわれている。日本では概略を次のように定めている。

表-11 大型車の交通量による道路の区分

交通量の区分	大型車交通量(台/日 - 方向)	設計輪荷重(t)
A	250未満	3
B	250以上~1,000未満	5
C	1,000以上~3,000 "	8
D	3,000以上	12

ここで、この道路の5年後の交通量区分をB、舗装の耐用年数を20年と仮定してコンクリート舗装した場合とアスファルト舗装した場合の経済比較を行う。

コンクリート舗装の舗装厚の決定に対して概略的に次の関係を使用する。

$$\log L = 1.4 T r$$

ここで、L：コンクリート舗装の耐用年数

$$T r = \frac{\text{実際に施工されたコンクリート舗装の合計厚}}{\text{CBRの設計曲線より求められる舗装の合計厚の85\%}}$$

実際に施工する舗装厚 = 40 cm, CBRを4として耐用年数を求めるとL = 25年となる。アスファルト舗装厚さの決定には次の表を使用して計算する。

表-12 TAと合計厚の目標

設計	目標とする値 (cm)							
	A 交通		B 交通		C 交通		D 交通	
CBR	TA	合計厚	TA	合計厚	TA	合計厚	TA	合計厚
3	18	49	25.5	58	34	70	45	82
3.5	17.5	45	24.5	54	32.5	65	43.5	76
4	17	41	23.5	50	31	61	42	70
5	15.5	35	22	43	29.5	54	39	60
6	14.5	30	21	38	28	48	36	53

表-13 表層+基層の最小厚さ

交通量の区分	表層+基層の最小厚さ (cm)
A	5
B	10 (5)
C	15 (10)
D	20 (15)

()内は上層盤に瀝青安定処理を用いる場合の最小厚を示す。

表-14 TAの計算に用いる等値換算係数

使用する位置	工法、材料	条件	等値換算係数
表層基層	表層, 基層用加熱 アスファルト混合物		1.00
上層路盤	瀝青安定処理	安定度350kg以上	0.80
		安定度250kg~30kg	0.65
	セメント安定処理	1軸圧縮強さ30kg/cm ²	0.55
	粗度調整	修正CBR80以上	0.35
	浸透式		0.55
下層路盤	マカダム		0.35
	切込砕石	修正CBR30以上	0.25
	砂利, 砂など	修正CBR20~30	0.20

設計CBRを4としB交通の場合の目標の舗装合計厚とTAは表12より50cmと23.5cmとなる。また表-13より表層+基層の最小厚さは10cmとなる。ここで15cm厚の浸透式上層路盤と25cm厚の下層路盤構成としたとすると、

$$TA = 1.0 \times 10 + 0.55 \times 15 + 0.20 \times 25 = 23.3 \text{ cm}$$

$$H = 10 + 15 + 25 = 50 \text{ cm}$$

となり表-12の目標値はほぼ満足される。

以上は車道部についての設計であるが、路肩部については交通量も少なく設計輪荷重も牛車荷重程度とすれば小さく、またトラックが一時停車したとしても、A交通量の区分を採用して設計しておけば十分と思われる。

路肩部の舗装厚は車道部より減少出来ると思われるが、雨期に於ける路床の排水をよくし、路床の破壊をなくする目的で、下層路盤の下面を車道部にそろえる。したがって、表層+基層を10cm、上層路盤を5cm、下層路盤を35^{cm}とすれば、設計CBRが4でA交通の目標値は十分満足されることになる。

上層路盤と下層路盤の材料としては施工現場の近くで経済的に入手出来る材料を利用するようにする。したがって設計に際しては碎煉瓦を使用したと仮定するが、施工前には碎煉瓦が路盤材料として適正であるかどうか試験する必要がある。

なお、ここで、Arthur Casagrande 'Classification and Identification of Soils'よりCBRを4としたタワミ性路面の舗装厚を求めて見ると17inch=43cmとなる。

以上の結果よりこの道路の舗装をコンクリート舗装にするかまたアスファルト舗装にするかであるが、両者の舗装構成を次のように決めてその建設費を比較してみる。

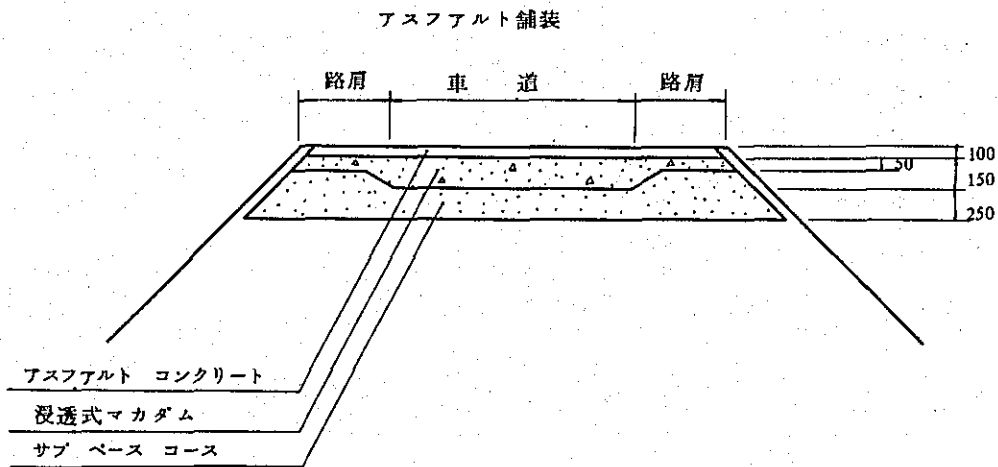
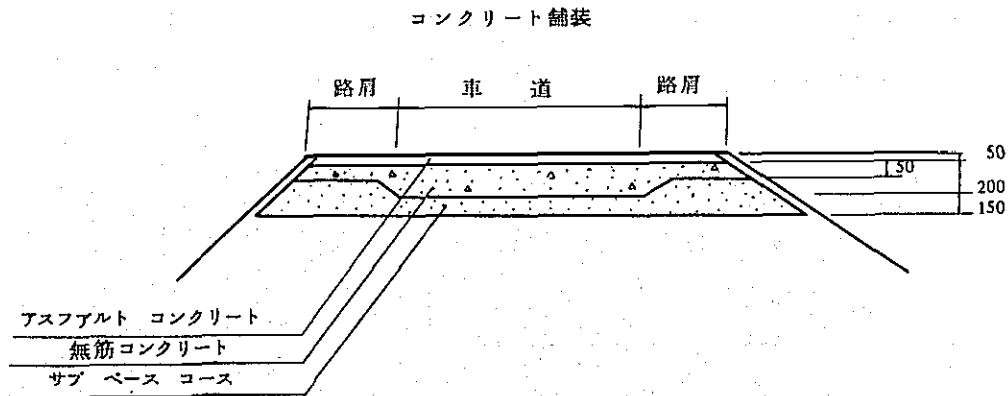


表-15 平方米当り舗装単価

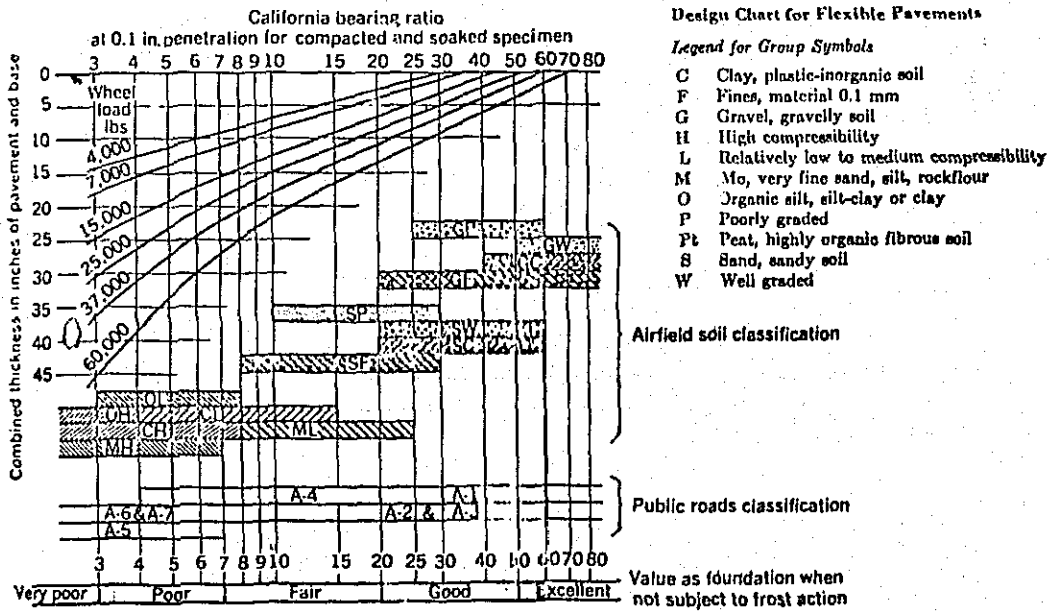
コンクリート舗装		アスファルト舗装	
項目	金額 (\$/m ²)	項目	金額 (\$/m ²)
アスファルト コンクリート	1.74	アスファルト コンクリート	3.48
無筋 コンクリート	4.57	浸透式 マカダム	2.12
サブ ベース コース	1.23	サブ ベース コース	1.96
合計	7.54	合計	7.56

舗装単価の算出について、上層路盤 (Asphaltic Macadam) および下層路盤の骨材は原則として、現場近くで簡単に入手出来る煉瓦を適正なサイズに砕き使用するものとして積算した。

上記の舗装単価の比較表より、その建設費は両者間でほとんど差はみとめられない。したがって、舗装構成の決手は地方条件の有利性で決まるだろう。

すなわち、諸材料の供給源および価格、気象条件に対する耐久性、建築業者施工精度、施工速度等である。

図5 Design Chart for Flexible Pavements Arthur Casagrande



Note: Casagrande airfield classification. (Arthur Casagrande, "Classification and Identification of Soils," Transactions ASCE, Vol. 113, 1948, p. 912-914)

以上の事項を考慮して設計者としては有利性のあるアスファルト舗装を採用する。

2) 土工設計

土質試験の項で盛土材料の適否についてすでに述べてあるが、この道路の盛土材料は道路の左右を掘削して盛土することを原則にした設計になつている。

盛土ノリ面勾配は盛土の安定に十分なように、安定計算によつて定めるべきであるが、日本では盛土材料の種類、盛土高に応じて、経験的な標準値が定められているので、下表を参考にして、現地の地形、地質、気象条件、隣接する物件のノリ面保護工の種類、施工法などを考慮して定めた。

表-16 盛土材料による盛土高およびノリ面勾配

盛土材料	盛土高(m)	勾配(割)
粒度分布のよい砂	0 ~ 5	1.5 ~ 1.8
粒度分布のよいレキ質土	5 ~ 15	1.8 ~ 2.0
粒度分布の悪い砂	0 ~ 10	1.8 ~ 2.0
岩塊 玉石	0 ~ 10	1.5 ~ 1.8
	10 ~ 20	1.8 ~ 2.0
砂質土	0 ~ 5	1.5 ~ 1.8
堅い粘質土 堅い粘土	5 ~ 10	1.8 ~ 2.0
やわらかい粘質土 やわらかい粘土	0 ~ 5	1.8 ~ 2.0

この道路の計画盛土高は平均 2.5 m 程度で土質としては粘性土であり、上記の表にあてはめてみると、ノリ面勾配は 1.8 ~ 2.0 となり、東パキスタンで採用している標準道路のノリ面勾配は 2.0 を標準としているようである。

したがつて、この道路の場合も 2.0 のノリ面勾配を採用した。

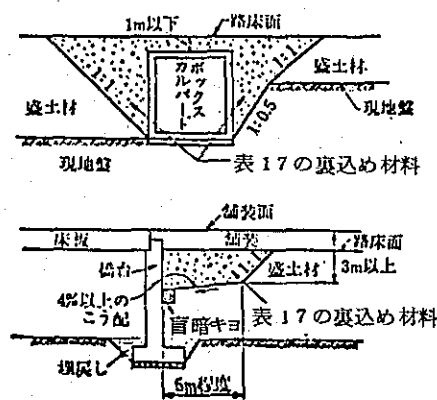
橋、土かぶりのうすい剛性カルバートなどの構造物に接続した土工部分は、沈下によつて仕上がった舗装面の平滑性がそこなわれがちな個所である。したがつて、この部分の土工の施工法と材料の選定については特に注意が必要である。構造物に接続した土工部分の材料には、盛土における構造物の裏込め部に透水性のよい、かつ締固めやすい性質のものを選ぶ必要がある。日本では構造物の埋戻し、および裏込めとして適当な材料の粒度および性質を示すと下表のようである。

表-17 裏込め材料

最大寸法	100 mm
4760 μ (No, 4) フライ通過量	25 ~ 100%
47 μ (No, 200) フライ通過量	0 ~ 25%
塑性指数	10 以下

この条件を満足する材料のなかでも、この附近の排水が不良な場合には、材料によつては締固め作業が著しく困難になる場合があるので、水たまりを生じないような適切な盲暗キヨ等をもうけて、埋戻し、裏込め部からすみやかに水を排除させることが大切である。構造物に接続する土工区間には上表に示す埋戻し、および裏込めの材料をなるべく広範囲に使用し、将来の沈下をなるべく少なくすることが望ましいが、費用の増大をとまらぬのでおのずから限界が出来る。カルバートなどの構造物の埋戻し、および裏込めには、隣接土工区間と同じ材料を使用してもよいが、その締固めと施工中の排水に対しては十分に注意する必要がある。日本で施工されている構造物の埋戻しおよび裏込めの施工例を示すと下図のようである。

図 6. 構造物の裏込めの施工例



さきに述べたように、盛土材料は道路の左右に堀削ピットをもうけて、人力によつて、道路に盛り上げる工法を採用するが、湿地部および橋梁の取り付け部の盛土は高くなるので、湿地ブルドーザ、ブルドーザおよびダンプトラック等による工法を部分的に採用し、特に締め固めに際しては、タイヤローラ、シープフットローラなどを用いて十分締め固めるようにする。

2-3 橋梁設計

1) 上部構造の形式

ゴライ河橋梁の他にこの道路の計画区間には橋梁にすべきと思われる河が6ヶ所ある。しかしゴライ河と比較すると、いずれも小さく最大橋長となるものはNabadaganga河でその橋長は、200.M以下である。

ここで、これらの橋梁について上部構造の形式をどのようなものにするかであるが、東パキスタン州政府の要望もあり設計者としては、ローカル資材を十分に利用出来る形式のものに重点を置き、ローカル業者でも施工経験のある形式、維持管理の容易な構造、美観的にすぐれているもの、建設費の低いものおよびパキスタンの将来技術発展に貢献出来るものであることを考慮する。これらの事項を検討した結果全橋梁につき下記のように決定した。

表-18 橋梁の諸元

橋 梁 名	形 式	橋 長(m)	スパン割 (m)
Nabaganga Br No 161+40.0	R. Oゲルバー	184.0	2@22.0+5@28.0
CHITRA Br No. 308+75.0	"	128.0	2@22.0+3@28.0
BHAIRAB Br No 509+42.0	"	156.0	2@27.0+3@34.0
No 89+37.0 Br	p. Oシンプル	75.0	3@25.0
No 357+38.0 Br	"	35.0	35.0
No 383+12.0 Br	"	75.0	3@25.0

東パキスタン州政府では現在盛んに現在道路の改良、拡巾および新設工事を実施しており、これにともない橋梁の施工も行なわれているが、その断面の基準はAASHOの2車線最低基準を適用している。この道路も東パキスタン全体の道路規格のバランスを考え現在の交通容量および将来の推定交通容量に無関係にAASHOの基準を適用することにし、有効幅員は32feet(9.8m)とした。しかしながら、車道の有効巾を将来交通量の増加のために広く利用出来るよう歩道と車道の区別をしなかつた。

2) 設計活荷重

第3次のゴライ河橋梁の設計時には活荷重としてはAASHOのH20を使用して設計したのであるが、その後東パキスタン政府より橋梁の設計活荷重はAASHOのH20-S16-44を使用するよう要請があつたので、今回の設計に於いてはその要請に基づきH20-S16-44を適用した。

3) 下部構造および基礎構造形式

下部構造および基礎構造の形式は現地の地盤の状況、上部構造の反力、規模又上部構造の機能等に関連し上部構造と無関係に形式を決定することは出来ないが、なるべく地方資材を有効に使用出来る構造および経済的なものとするに於いて、この道路の下部構造は、RC構造とし、煉瓦を骨材としたコンクリートを使用する。

基礎構造は、水位のあるところの基礎にはウエル構造とし、陸上部にはRCパイプを打ちこむ基礎とした。

4) 航路限界

東パキスタス政府としてはすでに各河川の等級を定めており、それに従つて、航路限界も決定されている。

この橋梁の設計に当つては低水時および洪水時にもどれかあるスパン内で航路限界を満足するように、スパン割および桁下空間を定めている。各橋梁についての航路限界を示すと次のようである。

表-19 各橋梁に対する航路限界

橋 梁 名	等 級	水平限界 (m)	垂直限界 (m)	最低水位 (m)
Nabaganga Br	V	1 2.0	3.0	1.0
Chitra	V	1 2.0	3.0	1.0
Bhairab	IV	3 0.0	6.0	2.1
No 89+37.0	V	1 2.0	3.0	1.0
No 357+38.0	V	1 2.0	3.0	1.0
No 383+12.0	V	1 2.0	3.0	1.0

(註 等級は東パキスタン州政府の指示するもの)

5) 橋梁部縦断勾配

各橋梁部の縦断勾配は交通に著しい支障を及ぼさない勾配および橋台の高さが1.0^M0をこえないという条件を基に最高±2.0%とした。

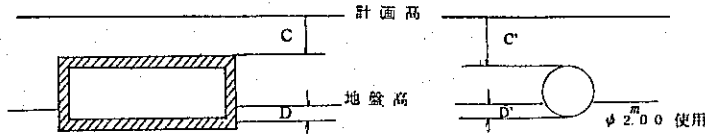
6) カルバートおよびドレンパイプ

この道路の路線上にはいくつかの湿地帯を通り、また農道の両わきに設けてある水路をいくつか横断する。洪水期において道路左右の流通を計る目的で、カルバートおよびドレンパイプを施工することにした。カルバートおよびドレンパイプの使用個所を示せば次のようである。

表-20 カルバートおよびドレーンパイプの諸元

カルバート

ドレーンパイプ



測点	大きさ m	C cm	D cm
No.2 + 9.00	3.00×3.00	30	50
No.6 + 25.70	3.00×3.00	50	50
No.10 + 0.00	6.00×2.00	85	50
No.18 + 3.00	2φ 6.00×2.00	125	50
No.22 + 1.00	6.00×2.00	130	50
No.29 + 0.00	6.00×3.00	25	50
No.50 + 0.00	6.00×2.00	120	50
No.55 + 0.00	"	65	50
No.64 + 65.00	"	55	50
No.67 + 6.00	3.00×3.00	20	60
No.75 + 9.00	6.00×3.00	95	50
No.78 + 4.00	"	80	50
No.101 + 0.00	"	30	50
No.106 + 0.00	6.00×2.00	80	50
No.118 + 1.00	3.00×3.00	20	60
No.127 + 4.00	6.00×2.00	85	50
No.134 + 7.00	6.00×2.00	120	50
No.150 + 0.00	2φ 6.00×2.00	20	65
No.174 + 0.00	6.00×2.00	70	50
No.195 + 0.00	"	55	50
No.202 + 0.00	2φ 6.00×2.00	110	50
No.214 + 5.00	6.00×3.00	30	50
No.224 + 95.00	"	85	50
No.242 + 0.00	2φ 6.00×2.00	20	110
No.259 + 0.00	6.00×2.00	65	50
No.271 + 0.00	"	65	50
No.299 + 47.00	2φ 6.00×2.00	130	50
No.325 + 0.00	6.00×2.00	35	50
No.334 + 0.00	"	90	50
No.350 + 0.00	2φ 6.00×2.00	155	50
No.362 + 0.00	6.00×2.00	175	50
No.368 + 0.00	6.00×3.00	115	50
No.393 + 0.00	2φ 6.00×2.00	100	50
No.402 + 0.00	"	55	50
No.420 + 0.00	"	60	50
No.437 + 12.00	"	65	50
No.464 + 0.00	"	55	50
No.477 + 0.00	6.00×2.00	55	50
No.483 + 0.00	"	75	50
No.491 + 0.00	2φ 6.00×2.00	45	50

測点	C cm	D cm
No.12 + 35.00	220	50
No.60 + 7.00	50	50
No.62 + 7.00	145	50
No.96 + 0.00	130	50
No.110 + 82.00	155	50
No.114 + 25.00	130	50
No.127 + 18.00	105	50
No.130 + 0.00	85	50
No.140 + 0.00	55	50
No.178 + 0.00	75	50
No.184 + 0.00	30	50
No.209 + 5.00	130	50
No.222 + 0.00	150	50
No.231 + 0.00	125	50
No.253 + 3.00	50	50
No.261 + 7.00	105	50
No.276 + 5.00	60	50
No.280 + 0.00	50	50
No.284 + 0.00	100	50
No.340 + 132.5	75	50
No.373 + 85.00	105	50
No.484 + 12.00	100	50
No.539 + 0.00	20	75

Ⅲ 工 事 費 概 算

この道路の建設は Khulna 港を資材運搬の起点とすることを考え Jessore 側と Jessore ~ Magura の既設道路を有効に利用し、Nabaganga 河から Magura までの Link Road と Nabaganga 河橋梁を初めに施工することによって、4 区間より施工を開始する。施工順序としては道路用地内の整理および整地をまず行ない、工所用資材および機械等が運搬出来る程度とし、Khulna 道路 ~ Bhairab 河、Bhairab 河 ~ Chitra 河、Chitra 河 ~ Nabaganga 河、Nabaganga 河 ~ Gora i 河および Gora i 河 ~ Faridpur 道路間のそれぞれを施工単位としてその区間の資材および機材は道路用地内の整地が完了しだい資機材置場に運搬して、道路の盛土工および構造物の施工も同時に開始する。

道路の舗装は盛土の転圧が完了して、一ケ年間経過した時点より開始するものとする。

概略の施工順序は上記のようであるが、これを基に概算工事費の算出方法を述べる。

1) 道路設計費

道路詳細設計はコンサルタントに依頼することを前提として、用地費および各種の税金を除いた工事費の 3 % を道路設計費とする。

この内外貨払は 60 % とし、他の 40 % を現地通貨払とする。設計内容は工事仕様書、工事費の内訳および設計図の作成等工事の施工に必要なもの一式を行うものとし、その工期は 10 年とする。

2) 工事監理費

工事監理は設計を行なったコンサルタントに依頼するものとし、その費用は純工事費の 5 % とする。この内外貨払は 40 % また現地通貨は残りの 60 % とする。

3) 臨時費

工事の遂行過程において偶発的事故、やむをえない設計の変更、および経済変動等がありえないとはかぎらず、したがって、工事の予備費として、現地通貨分の純工事の 5 % を見込む。

4) 工事単価

ここで使用する工事単価は、今回の現地調査時に調べた東パキスタンの工事単価およびある特殊資材については、日本より輸入することを前提に定めた。

表-21 工 事 単 価 表

a) 道路工事用単価

	項 目	単 位	単 価 \$
1.	盛 土	m ³	0.86
2.	機械転圧 (機械費含む)	m ³	0.31
3.	サンドマット	m ²	3.95
4.	車道部舗装	m ²	7.56
5.	路肩部舗装	m ²	4.81
6.	道路用用地および工事用用地		
	1) 農 地	m ²	0.14
	2) 宅 地	m ²	0.16
7.	用地内物件整理および除去	m ²	0.12
8.	用 地 杭	本	3.25
9.	道路の型作り (芝張り含む)	m	0.20
10.	排水保護	m	0.30
11.	バインダー (アスファルト)	m ³	1.70
12.	農作物保証, 民家保証	m ²	0.34
13.	距離杭	本	6.5

b) 構造物用単価

	項 目	単 位	単 価 \$
1.	構造物掘削 (ウエル沈下工)	m ³	31.50
2.	コンクリート		
	1) 上部工 P.C	m ³	130.00
	2) 上部工 R.C	"	118.00
	3) 下部工	"	95.00
	4) カルバート	"	118.00
	5) 捨コンクリート	"	65.00
3.	鉄 筋	t	300.00
4.	PC鋼棒	t	380.00
5.	RC 杭	本	150.00
6.	型 枠 { 木 製 } { 鋼 製 }	m ²	6.00
7.	支保工	m ³	2.20
8.	埋戻し	m ³	1.00
9.	果 石 (砕煉瓦)	m ³	5.00
10.	鋼 矢 板	t	300.00
11.	コルゲートパイプ	m	30.00

5) 工事用機械

この工事に使用する工事機械はすべて、新機械を使用するものとし、それらの購入費および運搬費は各施工単価に組入れるものとし、機械の回収費はないものとした。主要な工事機械を示すと次のようである。

- 3 台 Wheeled Loaders
- 1 ♢ Bituminous Mixing plant, Complece
- 1 ♢ Paver (Bituminous)
- 6 ♢ Moter Graders
- 3 ♢ Rollers - Sheepsfoot
- 3 ♢ Rollers - Tandem 8ton
- 3 ♢ Rollers - Three Wheel
- 3 ♢ Rollers - Pneumatic
- 3 ♢ Cranes with all attachments 3/4 c.y
- 3 ♢ Cranes 20ton - mobile
- 3 ♢ Crane 15c.y all attachments with Pile Hammer and Heads
- 3 ♢ Compressors - 600 CFM
- 3 ♢ Compressors - 115 CFM
- 3 ♢ Compressors - 30 CFM
- 8 ♢ Concrete mixers 16 CF
- 10 ♢ Dump Trucks 6 c.y
- 10 ♢ Trucks with 1200 Gal Tank
- 3 ♢ Trucks - Fuel
- 10 ♢ Trucks - Pick up
- 3 ♢ Trucks - Distributor 1200 Gal
- 3 ♢ Pumps - Water 2♢
- 3 ♢ " 3♢
- 3 ♢ " 8♢
- 3 ♢ Tractor - with Dozer and Ripper
- 3 ♢ Tractor - with Scrapers

6) 工事工程表

前記したようにこの道路の施工は、5区間を同時に開始するものとするが、その内橋梁の下部工は初年度に施工完了させ雨期あけそうそうに上部工の施工にかかる。道路の盛土および転圧は2 km/月とし、初年度に完了させることを目標としている。したがって、雨期あけを待つて盛土完了後一年を経過した区間より道路型施工および舗装工を行なう。

表-22 工事工程表

詳細設計	1年 日												2年 日												3年 日												4月 日						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
施工準備																																											
KIRIINA 河~ BHAIKAB 河																																											
BHAIKAB 河~ CHITRA 河																																											
NABAGANGA 河~ CHITRA 河																																											
NABAGANGA 河~ GORAI 河																																											
GORAI 河 PARILPURI 道路																																											

■ 雨期

7) 工事数量

1) 土工および用地

区 分 種 類	始点 ~ 終点	Gorai Rr Nabagan- ga Rr	Nabagan- ga Rr Chitra Rr	Chitra Rr Bhairab Rr	Bhairab Rr 終点 ~	計
	No. 0 ~ No. 3 8	No. 4 6 ~ No. 1 6 0	No. 1 6 3 ~ No. 3 0 8	No. 3 1 0 ~ No. 5 0 8	No. 5 1 1 ~ No. 5 4 6 + 6 3. 6 5	
盛土本体土量 (m ³)	141,780	445,657	316,049	650,398	75,446	1,629,330
余盛分土量 (m ³)	23,000	65,076	101,200	82,104	0	271,380
カルバート及びドレン パイプ除去分 (m ³)	- 1,335	- 2,756	- 2,679	- 3,697	- 51	-10,518
小 計	163,445	507,977	414,570	728,805	75,395	1,890,192
サンドマット土量 (m ³)	52,960	12,720	169,400	189,120	0	424,200
舗装面積 車道部 (m ²)	26,800	78,055	97,820	134,000	25,728	362,403
路 肩 (m ²)	19,539	56,907	71,318	97,696	18,757	264,217
用地物件 整理, 除去 (m ²)	10,000	26,400	15,000	24,500	13,400	89,300
道路用用地 (m ²)	農民 263,890 9,040	756,530 23,960	779,130 13,630	1,181,400 31,370	182,480 12,120	3,163,430 90,120
工事用用地 (m ²)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	100,000

ii) 構造物数量

a) 上部構造

ゲルパ-橋梁						
橋梁名	コンクリート(m ³)	鉄筋(t)	型枠(m ²)	支保工(m ²)	型	枠(m ²)
Nabaganga Rr.	1,498	180.0	5,301	23,574		
Chitra Rr.	1,050	126.0	3,672	7,245		
Bhairab Rr.	1,396	169.0	4,318	11,857		
計	3,944	475.0	13,291	42,676		

P.C 橋梁						
橋梁名	コンクリート(m ³)	鉄筋(t)	鋼棒(t)	型枠(m ²)	支保工(m ²)	型
No.89+37.00 Rr.	461	24.0	19.0	2,560		
No.357+38.00 Rr.	247	13.0	10.0	1,372		
No.383+12.00 Rr.	461	24.0	19.0	2,560		
計	1,169	61.0	48.0	6,492		

b) 下部構造

R . C ゲルバー橋梁										
橋梁名	コンクリート (m^3)	鉄筋 (t)	型枠 (m^2)	均コンクリート (m^3)	栗石 (m^3)	掘削 (m^3)	埋戻し (m^3)	支保工 (m^2)	杭本数 (本)	
Nabaganga Rr.	1,569	1030	3,322	8.0	240	1,104	487	527	48	
Chitra Rr.	1,572	1110	3,851	8.0	250	2,753	612	138	16	
Bhairab Rr.	1,849	1310	4,846	16.0	490	3,359	1,115	183	61	
	4,930	3450	12,019	32.0	980	6,968 2,50	2,214	848	125	

P . C 橋梁										
橋梁名	コンクリート (m^3)	鉄筋 (t)	型枠 (m^2)	均コンクリート (m^3)	栗石 (m^3)	掘削 (m^3)	埋戻し (m^3)	支保工 (m^2)	杭本数 (本)	
No89+370 Rr.	501	390	1,189	19	59	1,601	1,302		58	
No357+380 Rr.	151	110	399	8	25	265	186		20	
No383+120 Rr.	427	300	942	14	43	1,832	1,547		51	
	1,079	800	2,530	41	127	3,448 2,50	3,035		129	

c) ボックス カルバート (鉄筋 115 Kg/m²)

測点	タイプ	L (m)	コンクリート (m ³)	鉄筋 (t)	均コンクリート (m ³)	栗石 (m ³)	掘削 (m ³)	埋戻し (m ³)
No 2 + 9.00	A	15.40	56,952	6.60	6.69	17.81	93.12	26.03
No 6 + 25.70	"	16.20	60,120	7.00	7.00	18.72	97.92	27.38
No 10 + 0.00	B	17.60	122,270	14.10	14.00	42.00	196.43	35.99
No 18 + 30.00	C	19.20	238,676	27.50	28.76	86.28	373.97	39.26
No 22 + 10.00	B	19.40	135,310	15.60	15.26	45.78	216.37	39.67
No 29 + 0.00	D	15.20	115,445	13.30	12.32	36.96	169.84	31.08
No 50 + 0.00	B	19.00	132,412	15.30	14.98	44.94	211.94	38.86
No 55 + 0.00	"	15.50	107,058	12.30	12.53	37.59	173.16	31.70
No 64 + 65.00	"	16.40	113,578	13.10	13.16	39.48	183.14	33.54
No 67 + 60.00	A	15.00	55,368	6.40	6.54	17.35	98.22	29.40
No 75 + 90.00	D	18.00	137,968	15.90	14.28	42.84	200.86	36.81
No 78 + 40.00	"	17.40	133,142	15.40	13.86	41.58	194.21	35.58
No 101 + 0.00	"	15.40	117,054	13.50	12.46	37.38	172.06	31.49
No 106 + 0.00	B	17.40	120,822	13.90	13.86	41.58	194.21	35.58
No 118 + 10.00	A	15.00	55,368	6.40	6.54	17.35	98.22	29.40
No 127 + 40.00	B	17.60	122,270	14.10	14.00	42.00	196.43	35.99
No 134 + 70.00	"	19.00	132,412	15.30	14.98	44.94	211.94	38.86
No 150 + 0.00	C	15.00	184,958	21.30	23.22	69.65	328.82	37.44
No 174 + 0.00	B	17.00	117,924	13.60	13.58	40.74	189.78	34.77
No 195 + 0.00	"	16.40	113,578	13.10	13.16	39.48	183.14	33.54
No 202 + 0.00	C	18.00	223,328	25.70	27.18	81.53	350.78	36.81
No 214 + 50.00	D	15.40	117,054	13.50	12.46	37.38	172.06	31.49
No 224 + 95.00	"	17.60	134,750	15.50	14.00	42.00	196.43	35.99
No 242 + 0.00	C	15.00	184,958	21.30	23.22	69.65	440.94	61.82
No 259 + 0.00	B	16.80	116,475	13.40	13.44	40.32	187.57	34.36
No 271 + 0.00	"	16.80	116,475	13.40	13.44	40.32	187.57	34.36
No 299 + 47.00	C	19.40	241,234	27.80	29.03	87.07	377.83	39.67
No 325 + 0.00	B	15.60	107,782	12.40	12.60	37.80	174.27	31.90
No 334 + 0.00	"	17.80	123,719	14.30	14.14	42.42	198.65	36.40
No 350 + 0.00	C	20.40	254,024	29.20	30.35	91.03	397.16	41.72
No 362 + 0.00	B	21.20	148,349	17.10	16.52	49.56	236.31	43.35
No 368 + 0.00	D	18.80	144,405	16.60	14.84	44.52	209.73	38.45
No 393 + 0.00	C	18.20	225,886	26.00	27.44	82.32	354.64	37.22
No 402 + 0.00	"	16.40	202,864	23.40	25.07	75.19	319.86	33.54
No 420 + 0.00	"	16.60	205,422	23.70	25.33	75.99	323.73	33.95
No 437 + 12.00	"	16.80	207,980	24.00	25.60	76.78	327.59	34.36
No 464 + 0.00	"	16.40	202,864	23.40	25.07	75.19	319.86	33.54
No 477 + 0.00	B	16.40	113,578	13.10	13.16	39.48	183.14	33.54
No 483 + 0.00	"	17.20	119,373	13.80	13.72	41.16	192.00	35.17
No 491 + 0.00	C	16.00	197,748	22.80	24.54	73.61	312.13	32.72
計		683.90	5,860,953	664.10	672.33	2,007.77	9,246.03	1,422.73

測 点	タイプ	L (m)	型 枠 (㎡)	支 保 工 (㎡)
No 2 + 9.00	A	1 5.4 0	2 4 3.2 4	1 3 8.6 0
No 6 + 25.7 0	・	1 6.2 0	2 5 6.2 0	1 4 5.8 0
No 1 0 + 0.0 0	B	1 7.6 0	2 9 2.2 6	2 1 1.2 0
No 1 8 + 3 0.0 0	C	1 9.2 0	5 3 1.4 1	4 6 0.8 0
No 2 2 + 1 0.0 0	B	1 9.4 0	3 2 0.4 5	2 3 2.8 0
No 2 9 + 0.0 0	D	1 5.2 0	3 0 9.0 8	2 7 3.6 0
No 5 0 + 0.0 0	B	1 9.0 0	3 1 4.1 9	2 2 8.0 0
No 5 5 + 0.0 0	・	1 5.5 0	2 5 9.3 8	1 8 6.0 0
No 6 4 + 6 5.0 0	・	1 6.4 0	2 7 3.4 7	1 9 6.8 0
No 6 7 + 6 0.0 0	A	1 5.0 0	2 3 6.7 6	1 3 5.0 0
No 7 5 + 9 0.0 0	D	1 8.0 0	3 6 4.1 3	3 2 4.0 0
No 7 8 + 4 0.0 0	・	1 7.4 0	3 5 2.3 3	3 1 3.2 0
No 1 0 1 + 0.0 0	・	1 5.4 0	3 1 3.0 1	2 7 7.2 0
No 1 0 6 + 0.0 0	B	1 7.4 0	2 8 9.1 3	2 0 8.8 0
No 1 1 8 + 1 0.0 0	A	1 5.0 0	2 3 6.7 6	1 3 5.0 0
No 1 2 7 + 4 0.0 0	B	1 7.6 0	2 9 2.2 6	2 1 1.2 0
No 1 3 4 + 7 0.0 0	・	1 9.0 0	3 1 4.1 9	2 2 8.0 0
No 1 5 0 + 0.0 0	C	1 5.0 0	4 2 3.6 4	3 6 0.0 0
No 1 7 4 + 0.0 0	B	1 7.0 0	2 8 2.8 7	2 0 4.0 0
No 1 9 5 + 0.0 0	・	1 6.4 0	2 7 3.4 7	1 9 6.8 0
No 2 0 2 + 0.0 0	C	1 8.0 0	5 0 0.6 2	4 3 2.0 0
No 2 1 4 + 5 0.0 0	D	1 5.4 0	3 1 3.0 1	2 7 7.2 0
No 2 2 4 + 9 5.0 0	・	1 7 6 0	3 5 6.2 6	3 1 6.8 0
No 2 4 2 + 0.0 0	C	1 5.0 0	4 2 3.6 4	3 6 0.0 0
No 2 5 9 + 0.0 0	B	1 6.8 0	2 7 9.7 4	2 0 1.6 0
No 2 7 1 + 0.0 0	・	1 6.8 0	2 7 9.7 4	2 0 1.6 0
No 2 9 9 + 4 7.0 0	C	1 9.4 0	5 3 6.5 4	4 6 5.6 0
No 3 2 5 + 0.0 0	B	1 5.6 0	2 6 0.9 4	1 8 7.2 0
No 3 3 4 + 0.0 0	・	1 7.8 0	2 9 5.4 0	2 1 3.6 0
No 3 5 0 + 0.0 0	C	2 0.4 0	5 6 2.2 0	4 8 9.6 0
No 3 6 2 + 0.0 0	B	2 1.2 0	3 4 8.6 4	2 5 4.4 0
No 3 6 8 + 0.0 0	D	1 8.8 0	3 7 9.8 6	3 3 8.4 0
No 3 9 3 + 0.0 0	C	1 8.2 0	5 0 5.7 5	4 3 6.8 0
No 4 0 2 + 0.0 0	・	1 6.4 0	4 5 9.5 6	3 9 3.6 0
No 4 2 0 + 0.0 0	・	1 6.6 0	4 6 4.7 0	3 9 8.4 0
No 4 3 7 + 0.0 0	・	1 6.8 0	4 6 9.8 2	4 0 3.2 0
No 4 6 4 + 0.0 0	・	1 6.4 0	4 5 9.5 6	3 9 3.6 0
No 4 7 7 + 0.0 0	B	1 6.4 0	2 7 3.4 7	1 9 6.8 0
No 4 8 3 + 0.0 0	・	1 7.2 0	2 8 6.0 0	2 0 6.4 0
No 4 9 1 + 0.0 0	C	1 6.0 0	4 4 9.3 0	3 8 4.0 0
計		6 8 3.9 0	1 4, 0 8 2.9 8	1 1, 2 1 7.6 0

d) ドレーンパイプ

測 点	パイプ $\phi=2.0\text{m}$ L	V ₁	V ₂	計
No.12 + 3.50	27.00	118.42	1.38	119.80
No.60 +70.00	20.20	88.60	"	89.98
No.62 +70.00	24.00	105.26	"	106.64
No.96 + 0	23.40	102.63	"	104.01
No.110 +82.00	24.40	107.02	"	108.40
No.114 +25.00	23.40	102.63	"	104.01
No.127 +18.00	22.40	98.25	"	99.63
No.130 + 0	21.60	94.74	"	96.12
No.140 + 0	20.40	89.47	"	90.85
No.178 + 0	21.20	92.98	"	94.36
No.184 + 0	19.40	85.09	"	86.47
No.209 +50.00	23.40	102.63	"	104.01
No.222 + 0	24.20	106.14	"	107.52
No.231 + 0	23.20	101.76	"	103.14
No.253 +30.00	23.20	88.60	"	89.98
No.261 +70.00	22.40	98.25	"	99.63
No.276 +50.00	20.60	90.35	"	91.73
No.280 + 0	20.20	88.60	"	89.98
No.284 + 0	22.20	97.37	"	98.75
No.340 +13.25	21.20	92.98	"	94.36
No.373 +85.00	22.40	98.25	"	99.63
No.484 +12.00	22.20	97.37	"	98.75
No.539 + 0	18.00	93.14	1.26	94.40
合 計	507.60 ^M			2,272.15

8) 工 事 費

	項 目	単 位	単 価 (\$)	数 量	現 地 貨 (\$)	外 貨 (\$)	合 計 (\$)
道 路 施 工							
1.	掘削および盛土工	m ²	0.86	1,890,192	1,300,452	325,113	1,625,565
2.	サンドマット工	m ²	1.50	424,200	636,300		636,300
3.	舗装工						
	1) 車道部	m ²	7.56	362,403	2,191,814	547,953	2,739,767
	2) 路肩部	m ²	4.81	264,217	1,016,709	254,177	1,270,884
	3) アスファルトバインダー	m ²	0.40	626,362	50,109	200,436	250,545
4.	道路用地および工事用地						
	1) 農地	m ²	0.14	3,158,460	442,184		442,184
	2) 宅地	m ²	0.16	90,120	14,419		14,419
5.	機械転圧	m ²	0.28	1,890,192	264,627	264,627	529,254
6.	用地内物件整理および除去	m ²	0.11	89,300	7,858	1,965	9,823
7.	道路の型作り	m	0.18	54,614	7,865	1,966	9,831
8.	洪水時道路保護	m	0.26	52,700	12,332	1,370	13,702
9.	農作物および民家保証	m ²	0.27	90,120	24,332		24,332
10.	Link Road to Magura工事	式			488,000	122,000	610,000
11.	その他工事用設備	式			206,574	18,165	224,739
	小 計				6,663,575	1,737,772	8,401,347
構造物施工							
1.	構造物掘削(ウエル沈下工)	m ²	30.50	10,414	254,102	63,525	317,627
2.	一般掘削	m ²	0.30	500	150		150
3.	コンクリート						
	1) 上部工 P.C	m ³	120.00	1,169	112,224	28,056	140,280
	2) 上部工 R.C	m ³	118.00	3,944	372,314	93,078	465,392
	3) 下部工(砕煉瓦骨材使用)	m ³	95.00	6,009	456,684	114,171	570,855
	4) カルバート	m ³	118.00	5,861	553,278	138,320	691,598
	5) 捨コンクリート	m ³	65.00	3,180	165,360	41,340	206,700
4.	鉄筋	t	250.00	1,625	365,625	40,625	406,250
5.	P.C鋼棒	t	300.00	48	14,400	12,960	14,400
6.	R.C杭	本	150.00	254	34,290	3,810	38,100
7.	コルゲートパイプφ200	m	15.00	508	7,620	6,858	7,620
8.	支保工(パイプ)	m ²	2.20	54,742	120,432	108,389	120,432
9.	型枠						
	1) 木製	m ²	4.40	48,415	191,723	21,303	213,026
	2) 鋼製	m ²	6.00				
10.	埋戻し	m ³	0.50	6,672	3,336		3,336
11.	果石(砕煉瓦)	m ³	5.00	2,233	11,165		11,165
12.	鋼矢板	t	250.00	10	2,500	2,250	2,500
13.	工事用設備	式			42,535	18,230	60,765
	小 計				2,577,281	692,915	3,270,196
仮設備費					85,200	2,130	106,500
計					9,326,056	2,451,987	11,778,041
臨時費 5%					443,473		443,473
コンサルタントによる設計費 3%					135,857	203,786	339,643
工事監理費 5%					339,643	226,429	566,072
合 計					10,245,029	2,882,202	13,127,229
各種税金 7%					918,901		918,901
総工事費					11,163,930	2,882,202	14,046,130
Say					11,164,000	2,882,000	14,046,000
フライ橋架設費(P.C)							2,424,000
							16,470,000

IV 経 済 調 査

1) 総 括

MadhukhaliaからJhenida, Jessoreを経てBasundiaに至る道路は、現在118 km, しかも途中にはGorai河のフェリーもあり、約3時間の行程である。この道路をMadhukhaliaからBasundiaに短絡させ、しかもGorai河に橋をかけることによって、約1時間に短縮しようというのが、本計画道路である。

しかし、本計画道路の効果はもちろん、単なる2時間の節約にとどまるものではない。何故なら本計画道路はKhulna, Dacca, Chittagongを結ぶ東パキスタンの大動脈上に位置しているからである。それだけではない。本計画道路は東パキスタンを通過するアジアハイウェイの計画路線上に位置していることを忘れてはならない。

したがって、本計画道路の評価は、単なる地域交通に与える影響という観点からのみなされたのでは、不充分であつて、大幹線道路上の必要不可欠な一部分として把握されるのでなければならぬ。

しかしながら、本計画道路の経済的妥当性 (economic feasibility) というものを、数量的に検討しようとする場合、われわれは、いきおい、地域交通に与える影響だけに限定せざるを得ない。大幹線道路の一部を構成するのであるから、その影響はもつと全域的で大きい筈であるが、そういうものはきわめて計測しにくいからである。

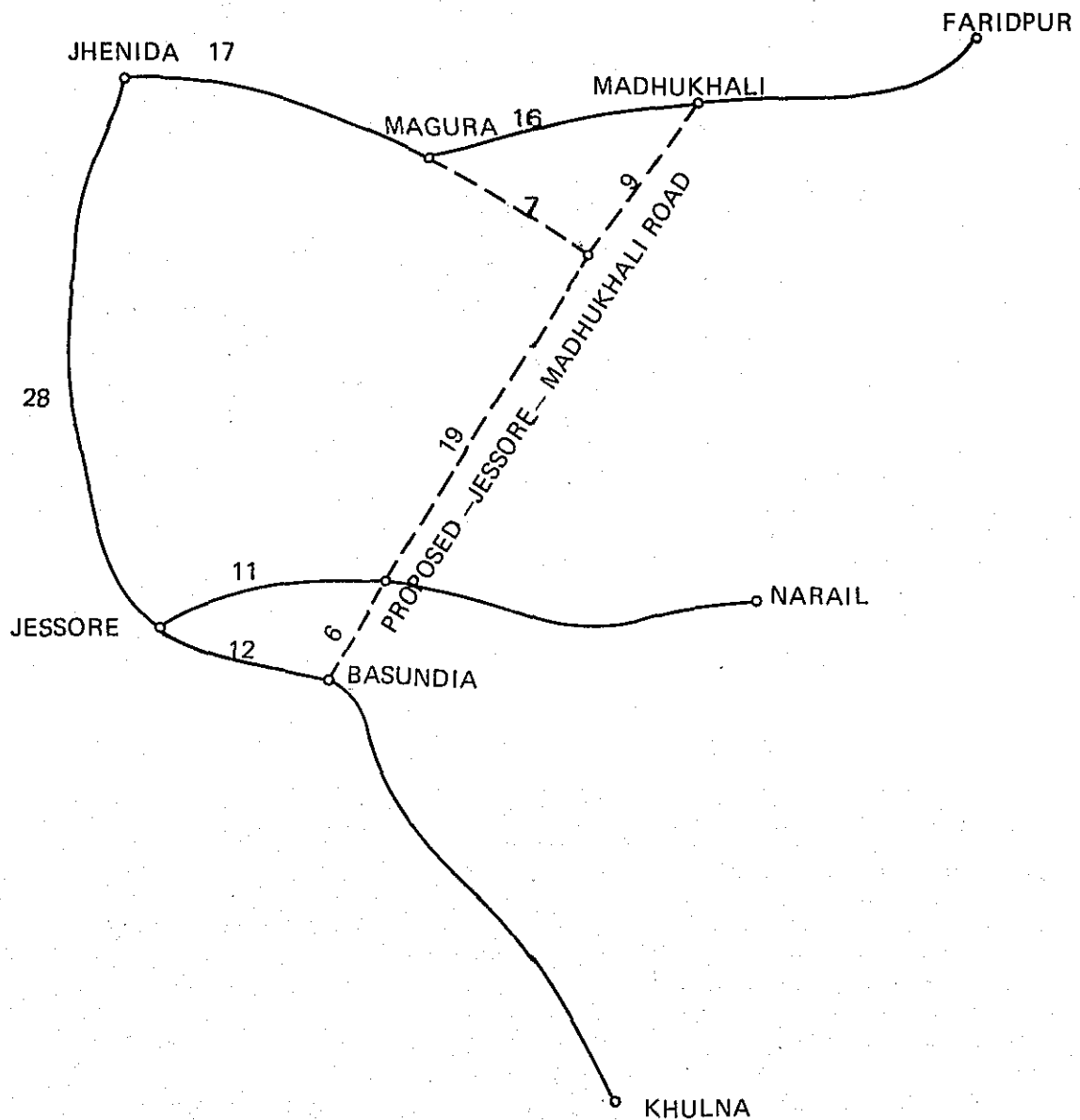
われわれが以下において示す諸数値は、単にこの道路の意義を示す一端にすぎず、決してその全部ではないということは記憶さるべきである。

本道路の経済的妥当性についての検討は、すでに (" Traffic Study and Economic Feasibility of Jessore-Madhukhalia Road " Govt, of East Pakistan, June, 1968, 本論においては、以下単に Govt. Report と称する) によつてかなり詳細に行われている。しかしわれわれは、念のため、われわれの方法論にしたがつて、もう一度検討し直してみた。その結果、妥当性を示す諸指標は、上述の Govt Report のものとかかなり接近したものとなつた。ということは、Govt Report が信頼にたえうるものであることを示すものと考えられる。

2) 直接効果

直接効果を計測する尺度としては、現在いろいろなものが考えられているが、本論においては、費用便益比率、超過資本化便益、および内部収益率の3種類の値を求めた。

☒ 7 MAP SHOWING VARIOUS MILEAGES OF DIFFERENT ROUTES



TRIP	PRESENT MILEAGE	NEW MILEAGE	REDUCTION IN MILEAGE
JESSORE-MADHUKHALI	61 (98)	41 (66)	20 (32)
JESSORE-MAGURA	45 (73)	39 (63)	6 (10)
BASUNDIA-MADHUKHALI	73 (118)	34 (55)	39 (63)
BASUNDIA-MAGURA	57 (91)	32 (51)	25 (40)

(): Kilometers

Source : Govt. REPORT ("Traffic Study and Economic Feasibility of Jessore - Madhukhali Road" Govt. of East Pakistan. June, 1968.)

	今回の計算値	Govt Report の計算値
費用便益比率	2.25	2.3
超過資本化便益	12,552,200ドル	X
内部収益率	16%	22%

車種別の便益および節約時分は次のとおりである。

[hBj] 車種別の1台当り便益

(単位;ドル)

ゾーンペア \ 車種	乗用車	貨物車	バス
Jessore - Madhukhali	3.2	6.4	11.7
Jessore - Magura	1.2	2.4	4.7
Madhukhali - Basundia	5.3	10.8	20.1
Magura - Basundia	3.3	6.7	12.8

車種別の節約時間

(単位;分)

ゾーンペア \ 車種	乗用車	貨物車	バス
Jessore - Madhukhali	7.3	8.2	11.5
Jessore - Magura	1.8	2.3	4.1
Madhukhali - Basundia	10.4	11.7	16.7
Magura - Basundia	4.9	5.8	9.2

(注) Jessore-Madhukhali および Madhukhali-Basundia のルートにはフェリーの時間節約30分を加算してある。

費用便益比率の計算方式はAASHOのものによつた。便益は使用者便益だけで非使用者便益は含まれていない。費用便益比率が2.25, 内部収益率が16%という値は, 道路の経済効果からいつて決して高いものではないが交通量のまだ少ない地域の道路計画としては, 非常に効果的な計画であるといふことができる。別表に見られるように, 新道路への転換交通量がわずか200台/日(1968年現在)と予想されているが, これが効果的便益を生ずる理由は, 距離において約40マイル, 時間にして2時間という極めて大きい時間短縮をもたらすからである。

3) 間 接 効 果

計画道路の沿線一帯は米とジユートの産地である。未耕地はすでに存在しない。

現在の輸送手段は主として牛車と船である。農道的な道路は随所に見受けられるが、いづれもジープ以外は通行不能である。

近辺における米の生産量は1エーカー当り0.43トンにすぎず、これは日本の約 $\frac{1}{4}$ である。農地の生産性がこのように低い原因の主たるものは、道路の不備にあると考えられる。すなわち、米の搬出に費用がかかるため生産欲の低下をもたらしている。他方においては、肥料の搬入に費用がかかるため収穫量が低いのである。

道路ができた結果、これらの条件が改善されて、沿道5マイルにおける米の収穫量が少なくとも日本の $\frac{1}{2}$ まで高まるとすれば、年間43,000トンの増産が可能となる。

また、道路輸送改善の結果、Dacca, Khulna 等諸都市への野菜、果物等の出荷が可能となり、沿道の農民に現金収入をもたらすだけでなく、近辺諸都市における生鮮食糧品の価格を下げるといふ効果ももたらすであろう。

その他社会的効果としては、次のようなことが考えられる。すなわち、沿道地域に現存する道路は、雨期にはいづれも寸断され、陸上交通は全く途絶し、周辺農村は外界から孤立するのであるが、これが計画道路の実現によつて常時交通可能となるので、間接効果としては、これをもつとも大きいと考えられる。

4) 経 済 効 果 判 定 の 計 算 式 と 外 生 変 数

直接効果の計測数に用いられた計算式および外生変数は以下のとおりである。

費用便益比率超過便益および内部収益率の計算

$$\textcircled{1} \quad RoB = \frac{\bar{B}}{\bar{K}}$$

RoB ; 費用便益比率

\bar{B} ; 平均的便益

\bar{K} ; 平均的費用

$$\textcircled{2} \quad \bar{B} = \left[\frac{B \cdot \sum_{n=1}^n (1+r)^{n-1}}{n} + \frac{n \cdot B + \sum_{n=1}^n \{(n-1) \cdot b\}}{n} \right]$$

B ; 初年度便益額

b ; 便益の対前年増加量

r ; 初年度便益額の対前年増加率

n ; 交通量が合理的に推定される年限

$$\textcircled{3} \quad B = \sum_h \sum_j (hB_j \cdot hQ_j)$$

hB_j ; ゾーン・ペア h における車種 j の初年度便益

hQ_j ; ゾーン・ペア h における車種 j の初年度交通量 (年間)

$$\textcircled{4} \quad hB_j = hC_{j0} - hC_{jN}$$

hC_{j0} ; ゾーン・ペア h における車種 j が旧ルートを利用する場合の費用

hC_{jN} ; ゾーン・ペア h における車種 j が新ルートを利用する場合の費用

$$\textcircled{5} \quad \bar{K} = \sum_k (K_k \cdot R_k) + (E_N - E_0)$$

K_k ; 固定設備 k の工事費

R_k ; 固定設備 k の賦金率

E_N ; 新ルートの維持費 (年間)

E_0 ; 旧ルートの維持費 (年間)

$$\textcircled{6} \quad R_k = \frac{i(1+i)^{t_k}}{(1+i)^{t_k} - 1}$$

i ; 利子率

t_k ; 固定設備 k の耐用年数

$$\textcircled{7} \quad B_s = \Sigma B - \Sigma K$$

B_s ; 超過資本化便益

ΣB ; 資本化便益

ΣK ; 資本化費用

$$\textcircled{8} \quad \Sigma B = \frac{1}{i} \left[B \cdot \sum_{n=1}^n \left\{ \frac{(1+r)^{n-1}}{(1+i)^{n-1}} \right\} + \frac{B(1+r)^{n-1}}{i(1+i)^{n-1}} + \sum_{n=1}^n \left\{ \frac{B+(n-1) \cdot b}{(1+i)^{n-1}} \right\} + \frac{B+(n-1) \cdot b}{i(1+i)^{n-1}} \right]$$

$$\textcircled{9} \quad \Sigma K = \left[\sum_k K_k + \frac{1}{i} \left\{ \sum_k \frac{K_k - S_k}{\sum_{t_k=1}^{t_k} (1+i)^{t_k}} + E_N - E_0 \right\} \right]$$

S_k ; 固定設備 k の残存価値

- ⑩ $hQ_j = hQ_{js} + hQ_{jd}$
 hQ_{js} ; ゾーン・ペア h における車種 j の初年度転換交通量 (年間)
 hQ_{jd} ; ゾーン・ペア h における車種 j の初年度開発交通量 (年間)
- ⑪ $hC_{jo} = hC_{jor} + hC_{jot}$
 hC_{jor} ; ゾーン・ペア h において旧ルートを経由する場合の車種 j の走行費用
 hC_{jot} ; ゾーン・ペア h において旧ルートを経由する場合の車種 j の時間費
- ⑫ $hC_{jor} = kK_{mo}$
 C_{joru} ; 旧ルートを経由する場合の車種 j の 1 km 当り走行費
 hK_{mo} ; ゾーン・ペア h における旧ルートの距離 (km)
- ⑬ $hC_{jot} = T_{jou} \cdot RK_{mo} \cdot V_{mj}$
 T_{jou} ; 旧ルートを経由する場合の車種 j の 1 km 当り所要時分
 V_{mj} ; 車種 j の 1 分当り時間評価値
- ⑭ $hC_{jn} = hC_{jnr} + hC_{jnt}$
 hC_{jnr} ; ゾーン・ペア h における新ルートを経由する場合の車種 j の走行費用
 hC_{jnt} ; ゾーン・ペア h における新ルートを経由する場合の車種 j の時間費
- ⑮ $hC_{jnr} = C_{jnru} \cdot hK_{mn}$
 C_{jnru} ; 新ルートを経由する場合の車種 j の 1 km 当り走行費用
 hK_{mn} ; ゾーン・ペア h における新ルートの距離 (km)
- ⑯ $hC_{jnt} = T_{jnu} \cdot hK_{mn} \cdot V_{mj}$
 T_{jnu} ; 新ルートを経由する場合の車種 j の 1 km 当り走行所要時間 (分)
- ⑰ $b = r \cdot B$
- ⑱ $R_i = f(\Sigma B \cdot \Sigma K)$
 R_i ; 内部収益率
- ⑲ $sTh_j = (T_{jou} \cdot hK_{mo} + Th) - T_{jmn} \cdot hK_{rn}$

外 生 変 数

r ; 初年度便益額の対前年増加率 ; 0.15 (GOVT.REPORTによる)

n ; 交通量が合理的に推定されうる年限 ; 25 (AASHOのmaximum)

K_k ; 固定設備 k の工事費 (表-28)

E_N ; 新ルートでの維持費 (年間) ; 164,700ドル (建設費の1%とみた)

E_0 ; 旧ルートでの維持費節約分 (年間) ; 0

i ; 利子率 ; 0.12 (GOVT REPORTの値をそのまま採用した。12%という利子率は高率と考えられるがこれは割引計算に使用される特殊なものであり、12%は標準である。)

S_k ; 固定設備 k の残存価値 (表-28)

h_{Qjs} ; ゾーン・ペア h における車種 j の初年度転換交通量 (年間) (表-24)

h_{Qjd} ; ゾーン・ペア h における車種 j の初年度開発交通量 (年間) ; すべて0

C_{joru} ; 旧ルートを経由する場合の車種 j の1 km 当り走行費用 (表-25)

V_{mj} ; 車種 j の時間評価値 (1分当り) (表-25)

h_{Kmo} ; ゾーン・ペア h における旧ルートの距離 (km) (表-27)

T_k ; 固定設備 k の耐用年数 (表-28)

T_{jou} ; 旧ルートを経由する場合の車種 j の1 km 当り走行所要時間 (分) (表-25)

C_{jnru} ; 新ルートを経由する場合の車種 j の1 km 当り走行費用 (表-25)

h_{Kmn} ; 新ルートの距離 (km) (表-27)

T_{jnu} ; 新ルートを経由する場合の車種 j の1 km 当り走行所要時間 (分) (表-25)

表-23 ゾーン・ペア別，車種別，現在交通量

(1968年)

ゾーン・ペア 車種 j	h Jessore- Madhukhali and beyond 1	Jessore- Magura 2	Madhukhali and beyond Basundia and beyond 3	Magura- Basundia and beyond 4	計
乗用車 1	13.5 4860.0	6.4 2484.0	25.0 9000.0	2.5 900.0	47.9 17244.0
貨物車 2	6.6 2376.0	7.7 2772.0	10.8 3888.0	7.7 2772.0	32.8 11808.0
バス 3	0.3 108.0	43.2 15552.0	67.4 24264.0	0 0	110.9 39924.0
計	20.4 7344.0	57.8 20808.0	103.2 37152.0	10.2 3672.0	191.6 68976.0

Source ; GOVT REPORT

(注) { 上段; 1日分
下段; 1年分

表-24 開通初年度(1975年)におけるゾーン・ペア別，車種別交通量(年間); hQjs

(1975年)

ゾーン・ペア 車種 j	h Jessore- Madhukhali and beyond 1	Jessore- Magura 2	Madhukhali and beyond Basundia and beyond 3	Magura- Basundia and beyond 4	計
乗用車 1	7003	3579	12969	1296	24848
貨物車 2	3262	3806	5338	3806	16212
バス 3	124	17928	27971	0	46024
計	10389	25313	46278	5102	87084

注1; 交通量の伸びは，68年から，75年までは，図-8にもとずいて直線を前提とした。

注2; Govt Report では，バスも全交通量が新ルートへ転換するものとしているが，本計算ではバスの2割は旧ルートに残るものと前提し，予測値に0.8を乗じてある。

表-25 車種別諸条件

		乗用車 1	貨物車 2	バス 3
車種 j の時間評価値 (1分当り)	Vmj	0.0088 $\frac{\text{ドル}}{\text{min}}$	0.0166 $\frac{\text{ドル}}{\text{min}}$	0.014 $\frac{\text{ドル}}{\text{min}}$
旧ルートを経由する場合の 車種 j の1Km当り走行費用	Cjoru	0.0652ドル	0.1305ドル	0.251ドル
旧ルートを経由する場合の 車種 j の1Km当り走行所要時間	Tjou	1.0652分 (35mph)	1.2428分 (30mph)	1.8642分 (20mph)
新ルートを経由する場合の 車種 j の1Km当り走行費用	Cjnru	0.587ドル	0.1174ドル	0.2349ドル
新ルートを経由する場合の 車種 j の1Km当り走行所要時間	Tjnu	0.9321分 (40mph)	1.0652分 (35mph)	1.4913分 (25mph)

注1. 数値はすべてGOVT REPORTによった。

注2. フェリーを通る旧ルートについては、この他にフェリーサイトでの待時間分として距離に関係なく30分が加算される。

注3. 時間評価値および走行費はどれも日本の値をかなり下まわっている。

表-26 日本におけるキロ当り走行経費と時間評価値

車種	道路	キロ当り走行経費 (ドル/台数)	時間評価値 (ドル/分)
普通トラック (8トン車)	未改良砂利道	0.229	} 0.022
	一般街路	0.185	
普通トラック (6トン車)	未改良砂利道	0.216	
	一般街路	0.175	
小型トラック (2トン車)	未改良砂利道	0.112	} 0.013
	一般街路	0.087	
バス (60人)	未改良砂利道	0.261	(路線) 0.047
	一般街路	0.213	(その他) 0.065
乗用車 (1900cc)	未改良砂利道	0.066	(普通) 0.021
	一般街路	0.050	(小型) 0.015
軽自動車 (360cc)	未改良砂利道	0.043	} 0.007
	一般街路	0.031	

注; 時間評価値は日本道路公団算定による。

表-27 ゾーン・ペア別，新旧ルート別距離表

ゾーン・ペア h	旧ルート経由の 距離 hkmo	新ルート経由の 距離 hkmo
JESSORE - MADHUKHALI 1	98	61
JESSORE - MAGURA 2	72	56
BASUNDIA - MADHUKHALI 3	118	52
BASUNDIA - MAGURA 4	92	47

GOVT. REPORTによる。(マイルをキロに換算した)

表-28 工 事 費

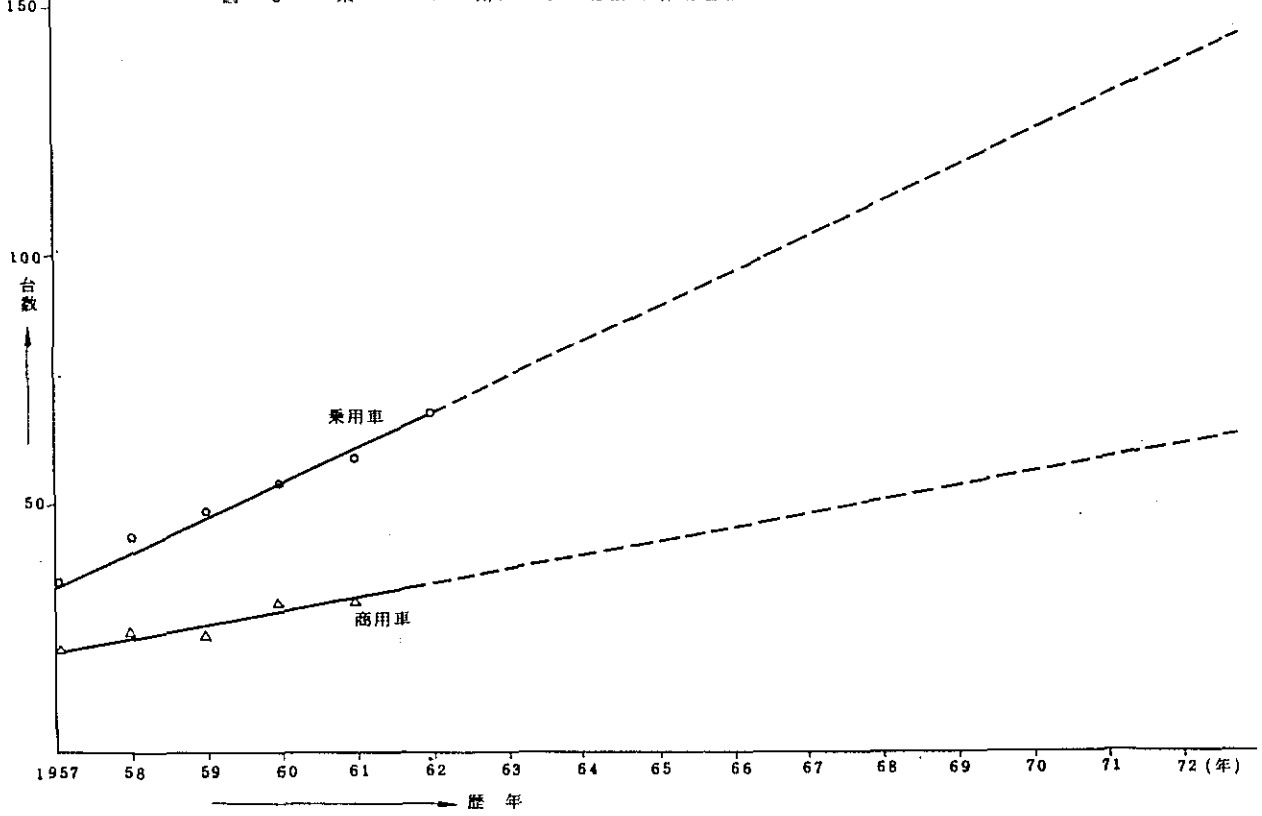
工 事 費	Kk	1,647,000ドル
残 存 価 値	Sk	1,647,000ドル
耐 用 年 数	Tk	40

注1； 工事費は本報告書記載の額である。

注2； 残存価値は工事費の10%とみた。

(千台)

図 - 8 東パキスタン州における自動車保有台数増加状態図



東パキスタン グライ河架橋調査報告書 昭和42年12月 OTCA

Appendix

表-1	ベンチマーク一覧表	71
表-2	線形要素	72
表-3	修正線形要素	77
表-4	オーガーボーリング数量表	78
表-5	室内土質試験一覧表	79
図-1	土質別頻度分布	80
図-2	自然含水比 W と液性限界 LL との関係	81
図-3	塑性図	81

表-1 ベンチマーカー一覧表 (BM)

B. M No	測 点 (m)	標 高 (m)	部 落 名
1	0	1 0, 0 0 6	Bagat (Faridpur-Magura road Side)
2	1 2 + 2.4 6	9, 3 2 9	Bagat (Railway line Side)
3	2 2 + 3.7 0	8, 5 4 5	Kasinathpur
4	-	8, 1 8 0	Mitain
5	-	7, 8 1 6	Mitain (Gorai River Side)
6	4 4 + 4 9.6 7	8, 1 0 9	Babukhali (River Side)
7	5 9 + 8 6.4 6	7, 6 9 9	Surtanchi
8	8 3 + 3 3.7 8	8, 1 9 5	Paruar Kul
9	8 8 + 4 0.4 4	7, 4 8 1	Kerinagar
1 0	-	6, 7 5 5	Bhatuadanga
1 1	1 1 6 + 2 7.9 5	8, 0 7 8	Urura (Gullia)
1 2	1 2 7 + 1 4.4 3	7, 3 5 8	Tallabaria
1 3	1 4 4 + 7.6 0	6, 6 2 2	Binodpur
1 4	-	7, 8 5 3	Binodpur (Navaganga River Side)
1 5	-	6, 4 9 8	Payari
1 6	1 8 6 + 3 1.1 4	5, 9 2 6	Sankach Khali
1 7	2 1 2 + 8 1.4 2	3, 7 7 9	Changerdanga
1 8	2 3 2 + 9.0 4	3, 8 9 9	Changerdanga
1 9	-	6, 4 7 9	Naokhayli
2 0	2 6 1 + 3 0.3 0	3, 4 9 9	Gangni
2 1	-	3, 5 7 6	South Simulia
2 2	-	5, 4 4 2	Sonakur (Chitra River Side)
2 3	3 0 9 + 5 0.0 0	7, 0 6 2	Deshmukh Para
2 4	3 1 9 + 5 6.2 1	4, 5 8 6	Radhadanga
2 5	3 4 4 + 0.0 0	3, 6 4 8	Shoisnu (Durikato)
2 6	I. P	5, 6 6 0	Antaikhola
2 7	"	3, 6 4 2	Dhalgram
2 8	4 0 0 + 7 8.2 5	3, 1 4 6	Barobhag
2 9	4 1 0 + 1.3 8	4, 0 9 2	Noapara
3 0	I. P	5, 8 6 4	Kholsi
3 1	4 4 1 + 1 8.7 0	4, 9 6 2	Jandia
3 2	I. P	6, 3 8 2	Jessore-Narail Road
3 3	"	4, 5 0 2	Tegharia
3 4	"	4, 2 4 4	Barra
3 5	5 0 6 + 1 7.8 8	4, 2 5 2	Bashari
3 6	5 0 9 + 9 2.4 2	5, 3 9 6	Basundia
3 7	5 2 9 + 3 5.0 0	5, 9 2 0	Singia
3 8	I. P	5, 9 7 7	Prembagh
End Point	5 4 6 + 7 1.1 5	6, 3 6 4	Prembagh

表-2 線形要素

IP No.	1					
K No.	1-1	1-2	X	174,727	174,727	KA ₁₋₁ =No 0+ 0 ^M 00
IA	71°	48' 00"	Y	7,284	7,284	KE ₁₋₁ =No 1+75 ^M 00
R	700	700	Lc	702,203	702,203	KE ₁₋₂ =No 8+72 ^M 20
L	175,000	175,000	CL	1052,203	1052,203	KA ₁₋₂ =No10+52 ^M 20
ΔR	1,822	1,822	W	508,034	508,034	
X _M	87,454	87,454	A	350	350	

IP No.	2	
IA	190800	BC-2=No59+86 ^M 46
R	3,000	EC-2=No69+88 ^M 28
TL	505,617	
CL	1001,819	
SL	42,309	

IP No.	3	
IA	145530	BC-3=No116+27 ^M 95
R	3,000	EC-3=No124+ 94 ^M 2
TL	392,961	
CL	781,472	
SL	25,626	

IP No.	4					
K No.	4-1	4-2	X	249,610	249,610	KA ₄₋₁ =No144+ 7 ^M 60
IA	43°	43' 00"	Y	10,405	10,405	KE ₄₋₁ =No145+57 ^M 60
R	1,000	1,000	Lc	513,001	513,001	KE ₄₋₂ =No151+70 ^M 60
L	250,000	250,000	CL	1013,001	1013,001	KA ₄₋₂ =No154+20 ^M 60
ΔR	2,603	2,603	W	402,197	402,197	
X _M	124,935	124,935	A	500	500	

IP No.	5	
IA	220520 ^{0' 1"}	BC-5=No212+81. ^M 42 EC-5=No232+9. ^M 04
R	5000	
TL	975,925	
CL	1927,620	
SL	94,355	

IP No.	6	
IA	195800 ^{0' 1"}	BC-6=No250+84. ^M 85 EC-6=No261+30. ^M 30
R	3000	
TL	528,081	
CL	1045,453	
SL	46,125	

IP No.	7	
IA	355650	BC-7=No278+35. ^M 90 EC-7=No296+13. ^M 45
R	3000	
TL	915,684	
CL	1777,473	
SL	136,632	

IP No.	8					
K No.	8-1	8-2	X	249,610	249,610	KA8-1=No311+93. ^M 47 KE8-1=No314+43. ^M 47 KE8-2=No317+6. ^M 21 KA8-2=No319+56. ^M 21
IA	29°	22' 40"	Y	10,405	10,405	
R	1000	1000	Lc	262,740	262,740	
L	250	250	CL	762,740	762,740	
△R	2,603	2,603	W	262,820	262,820	
X _M	124,935	124,935	A	500	500	

IP No	9					
K No	9-1	9-2	X	244,908	244,908	$KA_{9-1} = No. 352 + 94.88^M$ $KE_{9-1} = No. 355 + 39.88^M$ $KE_{9-2} = No. 359 + 42.00^M$ $KA_{9-2} = No. 361 + 87.00^M$
IA	18°	32' 20"	Y	5,001	5,001	
R	2000	2000	Lc	402,124	402,124	
L	245,000	245,000	CL	892,124	894,124	
ΔR	1,250	1,250	W	326,622	326,622	
X_M	122,485	122,485	A	700	700	

IP No	10					
K No	10-1	10-2	X	244,908	244,908	$KA_{10-1} = No. 371 + 90.75^M$ $KE_{10-1} = No. 374 + 35.75^M$ $KE_{10-2} = No. 383 + 28.60^M$ $KA_{10-2} = No. 385 + 73.60^M$
IA	32°	35' 50"	Y	5,001	5,001	
R	2000	2000	Lc	892,853	892,853	
L	245,000	245,000	CL	1382,853	1382,853	
ΔR	1,250	1,250	W	585,153	585,153	
X_M	122,485	122,485	A	700	700	

IP No	11	
IA	173750	$BC-11 = No. 400 + 78.25^M$ $EC-11 = No. 410 + 1.38^M$
R	3000	
TL	465,243	
CL	923,134	
SL	35,862	

IP No	12	
IA	131320	$BC-12 = No. 430 + 17.21^M$ $EC-12 = No. 437 + 9.52^M$
R	3000	
TL	347,700	
CL	692,314	
SL	20,082	

IP No.	13				
K No.	13-1	13-2	X	244,908	244,908
IA	33°	10' 50"	Y	5,001	5,001
R	2000	2000	Lc	913,215	913,215
L	245,000	245,000	CL	1403,215	1403,215
ΔR	1,250	1,250	W	596,228	596,228
X _M	122,485	122,485	A	700	700

KA13-1=No.476+70^M11
 KE13-1=No.479+15^M11
 KE13-2=No.488+28^M33
 KA13-2=No.490+73^M33

IP No.	14				
K No.	14-1	14-2	X	249,610	249,610
IA	51°	24' 20"	Y	10,405	10,405
R	1000	1000	Lc	647,197	647,197
L	250,000	250,000	CL	1147,197	1147,197
ΔR	2,603	2,603	W	482,580	482,580
X _M	124,935	124,935	A	500	500

KA14-1=No.494+70^M68
 KE14-1=No.497+20^M68
 KE14-2=No.503+67^M88
 KA14-2=No.506+17^M88

IP No.	15				
K No.	15-1	15-2	X	239,846	239,846
IA	35°	03' 20"	Y	6,397	6,397
R	1500	1500	Lc	677,755	677,755
L	240,000	240,000	CL	1157,755	1157,755
ΔR	1,600	1,600	W	474,253	474,253
X _M	119,974	119,974	A	600	600

KA15-1=No.512+56^M92
 KE15-1=No.514+96^M92
 KE15-2=No.521+74^M68
 KA15-2=No.524+14^M68

IP No.	16					
K No.	16-1	16-2	X	249,610	249,610	KA 16-1=No 539+ 3.M 14 KE 16-1=No 541+53.M 14 KE 16-2=No 544+13.M 65 KA 16-2=No 546+63.M 65
IA	29 °	15' 00"	Y	10,405	10,405	
R	1000	1000	Lc	260,510	260,510	
L	250,000	250,000	CL	760,510	760,510	
ΔK	2,603	2,603	W	261,625	261,625	
X_M	124,935	124,935	A	500	500	

表 3 修正線形要素

IP No.	5	
IA	22° 05' 20"	EC-5=N0208+95M90 EC-5=N0235+94M56
R	1000	
TL	1366,295	
CL	2698,668	
SL	1320,97	

IP No.	10					
K No.	10-1	10-2	X	179,963	179,963	KA10-1=N0372+23.M41 KE10-1=N0374+3.M41 KE10-2=N0383+61.M27 KE10-2=N0385+41.M27
IA	32° 35' 50"		Y	2,699	2,699	
R	2000	2000	Lc	957,857	957,857	
L	180,000	180,000	CL	1137,858	1137,858	
△R	0.675	0.675	W	494,793	494,793	
X _M	89,994	89,994	A	600	600	

表-4 オーガーボーリング数量表

調査番号	杆程	掘進深度 (M)	調査番号	杆程	掘進深度 (M)	調査番号	杆程	掘進深度 (M)
A-1	K 0 996 40 M	3.05	A-21	K 17 001 40 M	3.30	A-41	K 37 003 05 M	3.00
A-2	K 1 185 25 M	4.00	A-22	K 17 999 30 M	3.20	A-42	K 38 297 30 M	4.20
A-3	K 1 789 10 M	2.40	A-23	K 19 028 70 M	3.45	A-43	K 39 101 85 M	2.90
A-4	K 3 261 10 M	2.95	A-24	K 19 771 80 M	4.00	A-44	K 40 010 10 M	3.00
A-5	K 3 944 60 M	4.00	A-25	K 21 098 20 M	2.00	A-45	K 41 029 00 M	4.00
A-6	K 4 447 52 M	4.00	A-26	K 22 001 05 M	4.10	A-46	K 42 002 50 M	4.00
A-7	K 5 401 35 M	3.05	A-27	K 23 011 35 M	3.10	A-47	K 43 024 70 M	4.00
A-8	K 6 347 60 M	4.00	A-28	K 24 103 25 M	3.20	A-48	K 44 029 00 M	4.00
A-9	K 7 379 67 M	3.15	A-29	K 25 019 40 M	3.40	A-49	K 44 902 50 M	4.30
A-10	K 8 501 87 M	2.85	A-30	K 26 104 30 M	4.00	A-50	K 46 003 60 M	3.70
A-11	K 8 907 90 M	2.85	A-31	K 27 003 30 M	1.60	A-51	K 46 897 50 M	4.00
A-12	K 10 003 90 M	3.00	A-32	K 28 102 80 M	3.10	A-52	K 47 996 70 M	4.00
A-13	K 11 202 25 M	4.00	A-33	K 29 002 90 M	2.60	A-53	K 49 002 55 M	4.20
A-14	K 11 650 15 M	4.00	A-34	K 30 102 00 M	1.00	A-54	K 49 702 10 M	4.20
A-15	K 12 684 35 M	4.00	A-35	K 30 836 00 M	3.00	A-55	K 50 897 50 M	4.00
A-16	K 13 602 05 M	4.00	A-36	K 31 919 00 M	4.00	A-56	K 51 511 00 M	2.60
A-17	K 14 498 20 M	4.00	A-37	K 32 902 30 M	4.00	A-56'		0.75
A-18	K 15 574 35 M	4.10	A-38	K 33 902 10 M	4.00	A-57	K 52 392 50 M	4.10
A-19	K 16 064 20 M	4.00	A-39	K 35 002 50 M	2.25	A-58	K 53 888 50 M	4.20
A-20	K 16 100 00 M	1.00	A-40	K 35 747 55 M	1.25			
小計	20ヶ所	68.40	小計	20ヶ所	60.55	小計	19ヶ所	69.15
						合計	59ヶ所	198.10

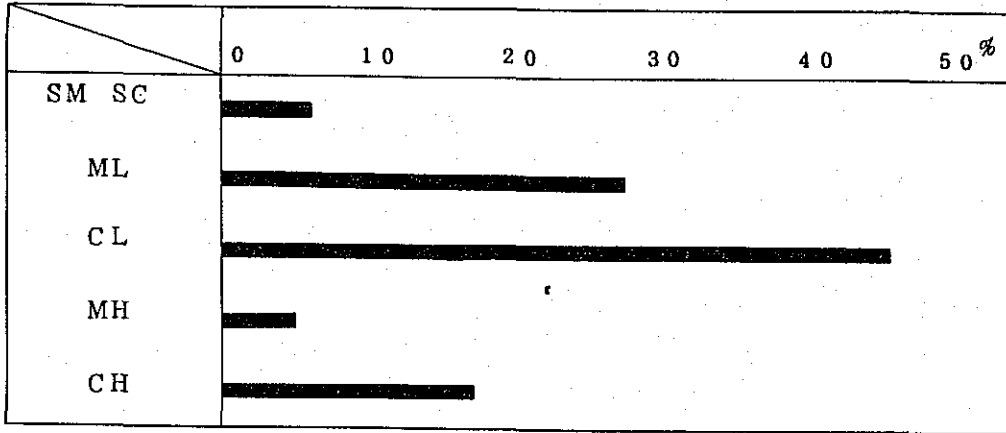
表-5 室内土質試驗一覽表

Sample Identity			Specific Gravity	Natural Moisture Content	Liquid Limit	Plastic Limit	Plasticity Index	Unified Soil Classification
Sample No	Site	Depth M						
A-1	0 ^K 996 ^M 40	0.90		32.30	46.20	24.77	21.43	CL
"	"	2.80		40.80	47.20	29.75	17.46	ML
A-2	1 ^K 185 ^M 25	0.50	2.75	34.90	50.60	23.70	26.90	CH
"	"	1.50	2.73	30.90	38.40	NP	-	(ML)
"	"	2.50	2.75	40.20	56.60	21.30	35.30	CH
A-3	1 ^K 789 ^M 10	1.50		32.30	38.30	21.35	16.95	CL
A-4	3 ^K 261 ^M 10	2.90		44.80	67.00	37.30	29.70	MH
A-8	6 ^K 347 ^M 90	1.05		31.90	34.20	19.77	14.43	CL
"	"	2.65		33.80	-	NP	-	(ML)
A-11	8 ^K 907 ^M 90	0.60		23.40	-	NP	-	(ML)
"	"	2.10		22.00	-	NP	-	(SM)
A-13	11 ^K 202 ^M 25	0.50	2.74	28.40	38.80	19.70	19.10	CL
"	"	1.50	2.76	32.20	44.80	22.10	22.70	CL
"	"	4.00	2.76	31.00	43.20	22.40	20.80	CL
A-16	13 ^K 602 ^M 05	1.30		29.00	-	NP	-	(ML)
"	"	3.20		49.00	59.00	25.13	33.87	CH
A-18	15 ^K 574 ^M 35	1.00		38.40	-	NP	-	(ML)
"	"	3.20		43.50	42.20	18.18	24.02	CL
A-19	16 ^K 064 ^M 20	1.00		14.50	-	NP	-	(ML)
"	"	2.10		27.60	32.00	21.18	10.82	CH
"	"	3.40		22.80	-	NP	-	(ML)
A-22	17 ^K 999 ^M 30	0.85	2.73	15.70	-	NP	-	(ML)
"	"	2.00	2.74	30.60	40.00	NP	-	(CL)
"	"	3.10	2.72	29.70	45.00	24.00	21.00	CL
A-25	21 ^K 098 ^M 20	1.15	2.74	29.50	39.90	NP	-	(CL)
"	"	1.90	2.71	26.10	-	NP	-	(SC)
A-36	31 ^K 919 ^M 00	1.10	2.74	31.50	38.40	NP	-	(CL)
"	"	2.00	2.72	29.80	-	NP	-	(CL)
"	"	3.00	2.73	37.30	58.90	23.80	35.10	CH
"	"	3.90	2.73	65.00	103.50	30.30	73.20	CH
A-39	35 ^K 002 ^M 50	1.00		52.00	64.50	30.20	34.30	CH
"	"	2.00		58.70	49.20	26.70	22.50	CL
A-43	39 ^K 101 ^M 85	1.55	2.71	24.30	-	NP	-	(SC)
"	"	2.85	2.73	30.20	37.10	NP	-	(ML)
A-44	40 ^K 010 ^M 10	0.50	2.74	33.00	-	NP	-	(CL)
"	"	1.50	2.76	30.20	-	NP	-	(ML)
"	"	2.50	2.72	29.50	-	NP	-	(ML)
A-47	43 ^K 024 ^M 70	1.00		25.00	46.40	24.46	14.05	CL
"	"	2.00		30.70	36.30	25.30	8.40	ML
"	"	3.00		41.00	64.40	30.88	20.00	CL
"	"	4.00		49.80	-	NP	-	(ML)
A-49	44 ^K 902 ^M 50	1.00		30.00	35.40	24.06	11.34	CL
"	"	2.00		33.60	45.90	25.05	20.85	CL
"	"	3.00		25.80	29.50	22.02	7.48	CL
A-52	47 ^K 996 ^M 70	0.50	2.75	39.60	66.70	24.00	42.70	CH
"	"	1.50	2.76	36.70	72.70	29.20	43.60	CH
"	"	2.50	2.74	29.50	37.30	19.00	19.30	CL
"	"	3.50	2.76	40.00	12.90	26.70	46.20	CH
A-54	49 ^K 702 ^M 10	1.00		32.70	31.80	25.03	6.77	ML
"	"	2.10		40.70	62.15	29.88	32.27	CH
"	"	3.00		36.00	50.70	24.37	26.93	CH
A-56	51 ^K 511 ^M 00	1.00	2.72	26.30	37.40	NP	-	(ML)
"	"	2.50	2.76	22.50	-	NP	-	(SC)

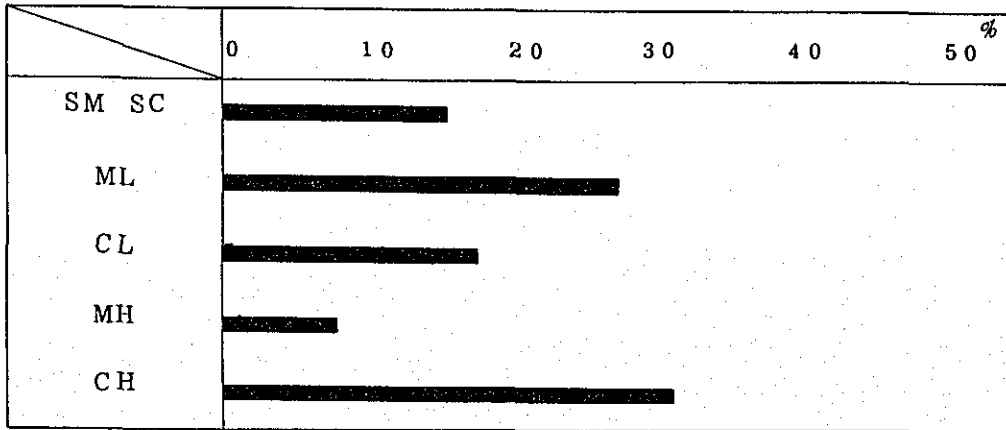
△ Road Research Laboratory (Dacca)

図-1 土質別頻度分布

乾燥状態 (地下水面より上位にあるもの)



湿潤状態 (地下水面より下位にあるもの)



試験全試料 (乾+湿)

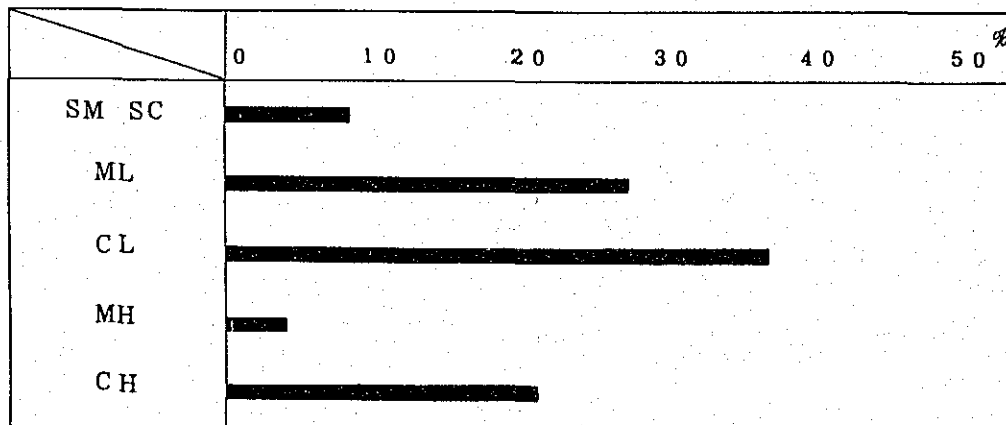


図 - 2 自然含水比 W と液性限界 LL との関係

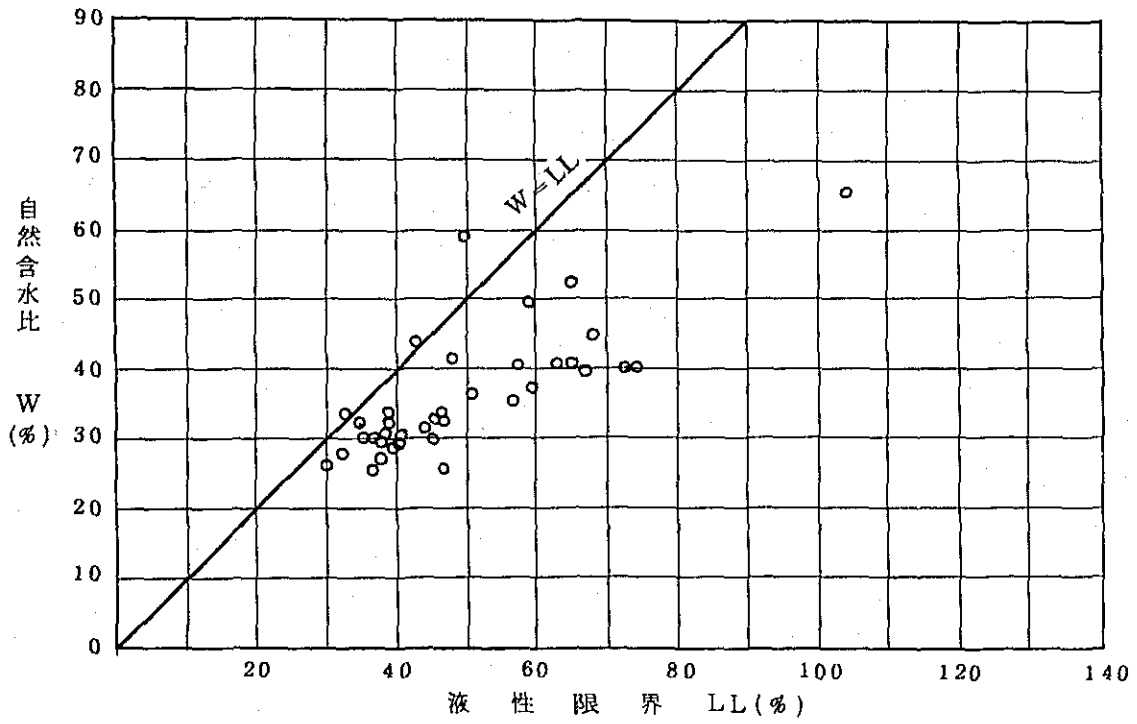


図 - 3 塑性図

