

第3章 道路行政及び道路・橋梁現況

ブータンはその周囲を山に囲まれているため、海運（港湾）は存在せず、またその険阻な地形のため、鉄道も敷かれていない。そのため、国内交通網は道路輸送が主体であり、昔から国内移動並びに輸送の重要な役割を果たしてきたし、その役割は今後も変わらないと思われる。なお、その急峻な地形により、現在全天候道路網は完全に整備されていないため、及びSamchi県等は国内から道路でアクセス出来ないため、あらゆる点でインドの道路に依存している状況である。

なお輸入製品はインドのカルカッタ経由で陸送されておりカルカッタの通関及び長距離の陸送のため、輸入製品を購入することは国民の経済的負担になっている。また、1997年1月より中古車の輸入が全面的に禁止された。

このため、今でも需要に対し不足している車両数と整備の不備な車が多い現状を考えると、当分自動車交通の伸びは抑えられることになるかと予測される。従ってアジア開発銀行が予測したようなGDP弾性値3倍の交通量の伸び（1993-1999年間15%の旅客、及び貨物の国内流動の伸び）は常識を逸脱している。

ブータンの道路政策については、第6次5ヶ年計画において、全国的な道路網の整備を最優先課題としていたが、本年終了した第7次5ヶ年計画では、道路網の拡大よりも既存道路の修理やメンテナンスを最重要項目としていた。これは、道路網の拡大が、メンテナンス能力を超えないようにするためのものである。

現在、修理・メンテナンスについては、政府以外にインド国境道路組織DANTAKの協力を得ているが、ブータン政府は最終的には自力で行いたいと考えている。プロジェクトの中で優先順位の高いものは、道路整備機械の供与、道路建設及び整備に関する技術援助と未舗装区間の舗装化である。

3-1 道路行政

ブータンにおける道路行政は通信省のPublic Works Divisionが担当している。通信省の大臣は王族であるため、副大臣であるHE Dasho Leki Dorjiが実質的な長である。図3-1-1にPWDの組織図を示す。

一方、道路行政そのものに関しては、PWD次官であるDasho Dorji Tenzingのもと技術者であるPWDのDirectorでオーストラリアの大学で学位を取得したMr. Thering Dorjiが技術的な補佐にあっている。しかしながら、組織図に示すとおり、実質的にはSuperintending EngineerであるMr. Phuntsho Wangdiが道路部(Road Cell)及び橋梁部(Bridge Cell)双方の長として実務を担当している。従って今回の事前協議の実質的な協議相手はSuperintending

EngineerであるMr. Phuntsho Wangdiであった。なお、同時に現地踏査及び資料収集には橋梁部の長であるMr. Y. N. Sharmanの協力を得た。従って本格調査においても、協議相手はSuperintending EngineerであるMr Phuntsho Wangdiと橋梁部の長であるMr. Y. N. Sharmanの2名になると思われる。

また、道路維持管理に関しては、全国に9つの都市に維持管理事務所があり、更にその下にいくつかのSub-Divisionがある。9つの道路管理事務所の管理範囲を図3-1-2に示す。

EXISTING ORGANISATION CHART OF PWD [ROAD SECTOR]

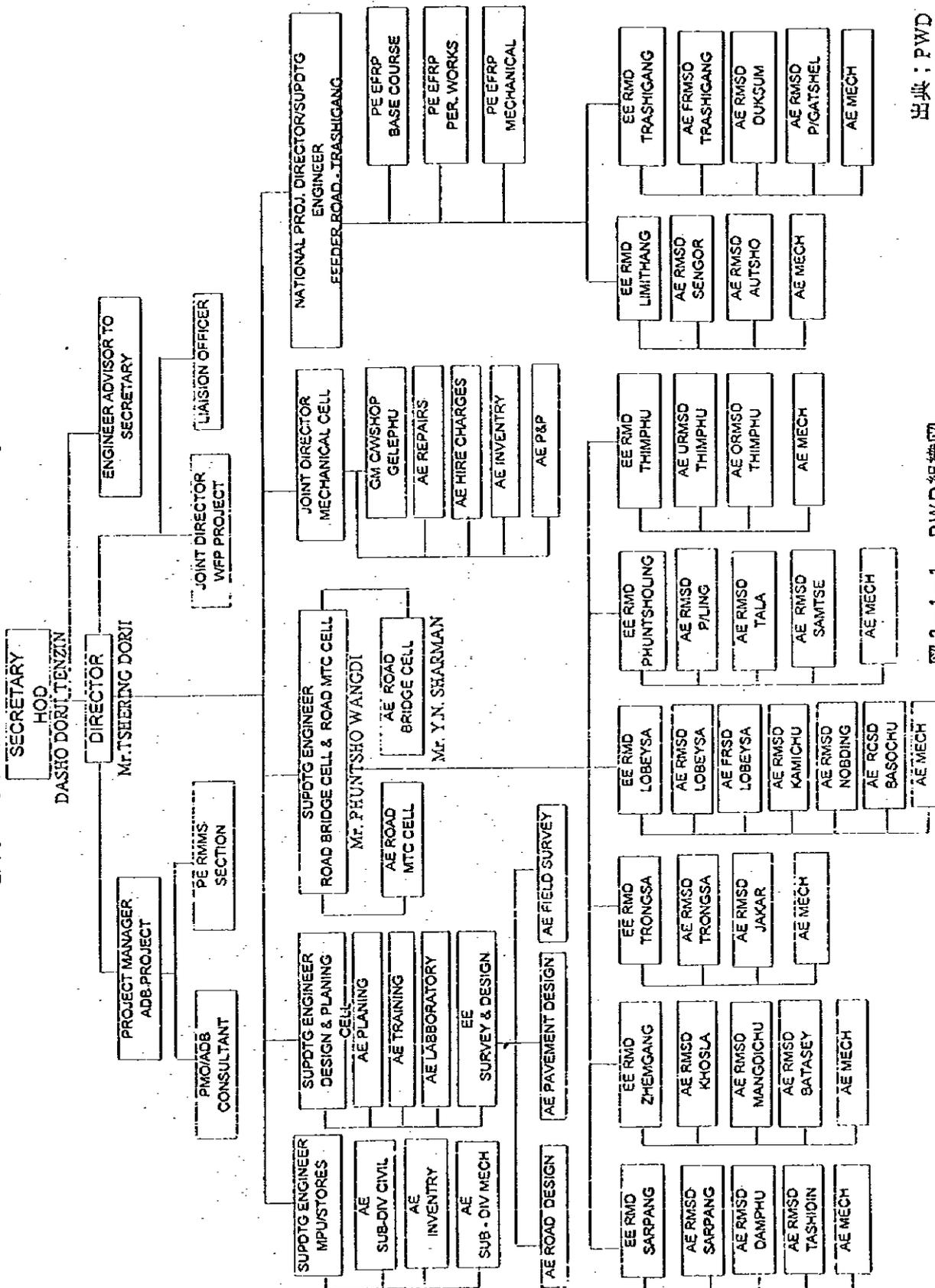


图 3-1-1 PWD 組織圖

出典：PWD

Prepared by Y.N Sharma, A.E. Bridge Cell

3-2 道路予算

1994/95及び1995/96におけるPWDの予算に関しPWD出典資料を表3-2-1にそして世銀の資料を表3-2-2に示す。両表によれば数字に若干の違いはあるが、1994/95の開発予算275百万ムルタムに比較して1995/96における人件費は伸びているものの開発予算191百万ムルタムの削減が目立つ。世銀資料によれば1996/97には前年に比較して開発予算が137.5百万ムルタムと倍増している。

また同表より、UNIDOによって援助された木橋トラス（橋梁№17写真-40参照）の工場がほとんど閉鎖状態である事を示している。

ブータン側からの当該プロジェクトの当初要請にはPWDが管理する国道の拡幅及び線形改良も含まれていたが、同予算書を見る限り約5.2百万ドルの借款に対するローカル費用の配分にも余裕はみられない。従って、ブータン国において借款事業（ソフトローン）として道路改良を取り上げるためには、道路財源についての検討（たとえば維持管理費を対象にした有料橋）等の検討が重要になる。

現在ブータン政府は、道路建設及び維持管理に関し、民間に発注する方針であるが国内には5社の建設業者がありそのうち3社はかなり小規模な業者であり、労働者の確保が難しい上に機械化が遅れている。（写真-8参照）

3-3 道路橋梁概況

ブータンの道路網の整備は、1950年代後半に開始された。図3-3-1に道路網図と区間延長を示す。また参考に表3-3-1に対象道路のバスストップと延長距離をしめす。

1961年、インドの援助により、初めて自動車道路がインドとの国境プンツォリンと首都ティンプー、パロとの間に建設されて以来、道路は着実に建設され、1991年末時点で総延長3,037km、舗装道1,981kmとなっている。ブータンの道路は国道、地方道、農道の三つに分類され、それぞれの総延長は、国道1,527km、県道443km、地方道1,067kmで舗装率は96%、67%、20%である。

表 3-2-1 APPROVED BUDGET ESTIMATE 1994-95 & 1995-96

DIVISIONS	APPROVED BUDGET 1994-95			APPROVED BUDGET 1995-96		
	CURRENT	CAPITAL	TOTAL	CURRENT	CAPITAL	TOTAL
	HEAD QUARTER	5.206	13.750	18.956	5.437	12.312
TRONGSA MTC. DIVISION	1.733	28.127	29.860	6.134	32.858	38.992
LOBEYSA MTC. DIVISION	2.970	29.044	32.014	6.847	20.874	27.721
LIMITHANG MTC. DIVISION	3.453	28.574	32.027	6.088	29.985	36.073
THIMPHU MTC. DIVISION	2.741	13.631	16.372	4.545	0.310	4.855
ZHEMGANG MTC. DIVISION	2.306	19.418	21.724	7.267	10.023	17.290
SARPANG DIVISION	3.552	13.130	16.682	6.212	23.398	29.610
P/LING ROADS DIVISION	3.434	10.926	14.360	5.042	10.696	15.738
TASHIGANG DIVISION	4.112	11.675	15.787	3.647	6.241	9.888
WANGDUE ROAD DIVISION	2.564	51.308	53.872	4.564	4.250	8.814
MODULAR BRIDGE W/SHOP	0.249		0.249	0.105		0.105
STORES DIVISION	1.782	0.070	1.802	1.685	0.050	1.735
WFP GENERATED FUND	0.909	8.654	9.563	1.000	8.148	9.148
MECHANICAL CEL	30.860	21.328	51.688	32.668	0.165	32.833
CENTRAL WORKSHOP	2.070	5.150	7.220	2.181	5.570	7.751
EASTERN FEEDER ROAD PROJECT	8.393	20.736	29.129	6.937	26.756	2.000
	75.784	275.521	351.305	100.359	191.636	260.302

出典：PWD

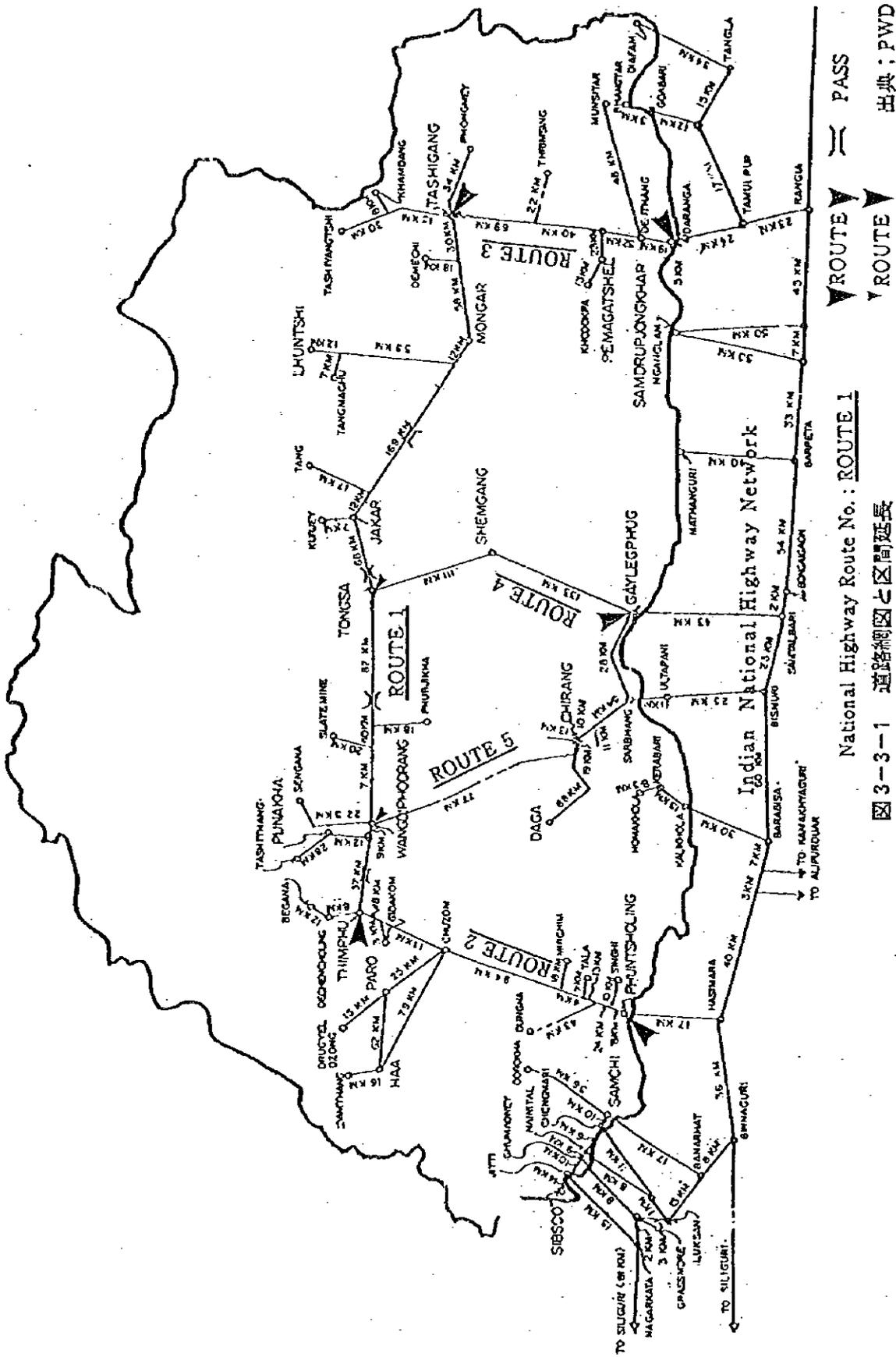
表 3-2-2 Current and Capital Expenditure : Roads Services

Programs and Sub-Programs	Nu. millions					
	1994/95		1995/96		1996/97	
	Provisional		Estimate		Budget	
	Current	Capital	Current	Capital	Current	Capital
Administered by the Ministry of Communications						
Roads Services						
Management and Supplementary services	5.4	0.6	5.5	13.7	5.9	0.6
Road Maintenance - Tongsa	1.7	14.2	5.6	32.9	6.9	55.2
Road Maintenance - Lobeysa	2.8	20.0	9.1	19.5	8.8	40.2
Road Maintenance - Lingmithang	3.8	12.6	6.1	30.2	6.7	50.9
Road Maintenance - Thimphu	2.6	2.8	3.7	1.2	5.9	7.6
Road Maintenance - Zhemgang	2.3	17.0	7.3	16.5	8.2	8.4
Road Construction- Sarpang	3.6	15.4	6.3	20.4	6.9	26.0
Road Construction- Phuntsholing	3.7	12.8	4.9	10.9	5.4	20.3
Road Construction- Tashigang	3.5	7.9	3.6	7.7	3.9	13.8
Road Construction- Wangdi Phodang	2.6	62.2	1.9	5.0	2.2	5.3
Modular Bridge Manufacturing Services	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Central Stores	1.7	0.1	1.7	0.1	2.0	0.0
World Food Program Generated Fund	0.3	4.7	1.0	8.1	0.9	8.7
Mechanical Section	32.1	26.0	33.9	7.6	34.3	179.9
Eastern Feeder Roads Project, Tashigang	8.3	27.9	6.9	37.0	10.5	20.6
Subtotal	74.5	224.3	97.5	210.8	108.5	437.5
Administered by Districts	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total (Ministry and Districts)	74.5	225.3	97.5	210.8	108.5	437.5

Source: National Aid and Budget Coordination Office.

出典 ; Eighth Five Year Plan (1997-2002)

Bhutan and Relevant Indian National Highway Network With Length in Km



National Highway Route No. : ROUTE 1

图 3-3-1 道路网络之区間延長

▲ ROUTE ▼ PASS
▼ ROUTE ▼ 出典：PWD

主な国道区間と管理者を以下に示す。PWDによれば国道の定義は、県と県の中心と連絡する道路である。

1号	Simtoka-Wandgi-Tongsa-Jakar-Mongar	PWD	Mongar-Tashigan	DANTAK
2号	Phuntsholing-Chuzon-Raro	Chuzon-Thimphu		DANTAK
3号	Tashigan-Khaling-Samdrup	Jongkhar		DANTAK
4号	Tongsa-Shemgang-Geylgphug			PWD
5号	Wandgi Bridge-Sunkosh-Sarbang-Geylgphug			PWD

このうち、国道1号 Simtoka-Wandgi-Tongsa-Jakar-Mongar 国道4号 Tongsa-Shemgang-Geylgphug 国道5号 Wandgi Bridge Sunkosh-Sarbang-Geylgphugの3国道上とMongarto Lhuntshi県を結ぶ国道の仮設橋22橋が当該調査の対象になっている。表3-3-1に示すとおり1994年時点でプータンにある道路橋は153橋で、そのうち47橋がBailey Bridge, 7橋がBailey, 17橋がSuspention Unido Modularであり更に3橋の木橋計74橋の仮設橋があり全体の約半数を占めている現状である。

表3-3-1 NUMBER AND LENGTH OF ROAD BRIDGES BY TYPE, BHUTAN, 1994

Type of bridges	Numbers	Length (metres)
Reinforced concrete	46	996.03
Prestressed concrete	3	226.22
Bailey bridge	47	1,454.27
Bailey suspension	7	628.05
Hemilton and steel	7	228.66
RCC slab of RSJ	22	212.80
Wooden deck/RSJ	3	97.56
UNIDO modular	17	253.05
RCC submersible	1	45.73
All bridges	153	4,142.37

Source : Public Works Division, Thimphu

出典 ; Statistical Yearbook of Bhutan 1994

3-4 道路交通概要

プータンの都市間自動車道は全て1車線の道路であり、首都周辺及び南部の一部を除けば日交通量は約50台以下である。

3-4-1 自動車登録台数

道路延長の拡大に伴い、自動車も年々その登録台数が増えており、表3-4-1に示すように、1997年に約12,000台の自動車が登録されている。登録台数の上位は、トラック、自動車、四輪駆動車の順となっている。また、自動車の普及につれて、運転免許を持つ者も増えており、1994年時点で自動二輪も含め毎年約1,000人が免許を取得している。

表3-4-1 RECORD OF TOTAL NUMBER OF VEHICLES REGISTERED IN BHUTAN
(AS OF MARCH, 1997)

SL #	CATEGORY OF VEHICLE	REGISTRATION			TOTAL
		GOVERNMENT	PRIVATE	DIPLMATIC	
1	HEAVY VEHICLES	542	1,342	-	1,884
2	LIGHT VEHICLES	918	3,195	-	4,113
3	TWO WHEELERS	488	4,816	-	5,304
4	TAXIS	-	460	-	460
5	DIPLOMATIC	-	-	37	37
	TOTAL	1,948	9,813	37	11,798

出典；PWD

3-4-2 公共交通

旅客輸送は、プータン政府輸送サービス公社(Bhutan Government Transport Service: BGTS)によるバス輸送が中心であったが現在は民営化され1994年で14社が65ルートで公共バス・サービスを行っており各主要都市間を結んでいる。しかしながら、1993年には140万人あった利用者が1994年には100万人と減少している。なお、バスはその大部分が40人乗りのタタ社(インド)製である(写真-30参照)。表3-4-2に対象路線のバスサービス路線と、会社、頻度、料金、走行時間とバスの型式を示す。

表 3-4-2 Bus Route and Service

ROUTE GROUP 1										
No	Origin	Via	Destination	Operator	Schedule	Km	Fare Nu	Travel Time(Hr)	Bus Type	
1	Thimphu	Sunkosh	Damphu	Dhendup Travel	Daily,Tue,Fri,Sun	165	80	8.5		
	Damphu	Sunkosh	Thimphu	Dhendup Travel	Daily,Mon,Thu,Sat	165	80	8.5		
2	Thimphu	Chazan	Trongsa	M/S Dhendup Travels	Mon,Wed,Fri	199	72	12		
	Trongsa	Chazan	Thimphu	M/S Dhendup Travels	Tue,Thu,Sat	199	72	12		
ROUTE GROUP 6										
3	Trongsa	Shemgang	Gaylephu	M/S	Mon,Thu,Sat	244	90			
	Gaylephu	Shemgang	Trongsa	M/S	Thrice/week	244	90			
4	Trongsa		Jakar	M/S	Daily	68	26	5.5		
	Jakar		Trongsa	M/S	Daily	68	26	5.5		
5	Gaylephu		Shemgang	M/S	Thu,Fri,Sun	133	49	6.5		
	Shemgang		Gaylephu	M/S	Wed,Sat,Mon	133	49	6.5		
ROUTE GROUP 7										
6	Thimphu	Sunkosh	Damphu	M/S Gurung Transport	Mon,Thu,Sat	165	71	10.5		
	Damphu	Sunkosh	Thimphu	M/S Gurung Transport	Tue,Fri,Sun	165	71	10.5		
ROUTE GROUPE 8										
7	Mongar	Brige No.22	Lhuntshi	M/S Druk Kuenden Express	Daily	75	27	4		
	Lhuntshi	Brige No.22	Mongar	M/S Druk Kuenden Express	Daily	75	27	4		
ROUTE GROUP 9										
8	Thimphu		Trashigang		Tue,Fri,Sun	551	205	3-Day		
	Trashigang		Thimphu		Tue,Fri,Sun	551	205	3-Day		
ROUTE GROUP 12										
9	Thimphu	Sunkosh	Gaylephu	M/S Dhendup Travels	Tue,Thu,Sat	258	139	12	Mini	
	Gaylephu	Sunkosh	Thimphu	M/S Dhendup Travels	Mon,Wed,Fri	258	139	12	Mini	
ROUTE GROUP 14										
10	Geylephu	Trongsa	Jakar	M/S Grung Transport	Sat,Wed	312	164	13	Mini	
	Jakar	Trongsa	Geylephu	M/S Grung Transport	Sun, Thu	312	164	13	Mini	
11	Thimphu	Sunkosh	Gaylephu	M/S Grung Transport	Sun,Tue,Thu	258	139	12	Mini	
	Geylephu	Sunkosh	Thimphu	M/S Grung Transport	Sat,Mon,Wed	258	139	12	Mini	
ROUTE GROUP 21										
12	Thimphu	Sunkosh	Daga	M/S Gangtshe Transport	Thu+Fri	230	134	2-Day		
	Daga	Sunkosh	Thimphu	M/S Gangtshe Transport	Sun+Mon	230	134	2 Day		
13	Daga	Sunkosh	Damphu	M/S Gangtshe Transport	Tue	105	80			
	Damphu	Sunkosh	Daga	M/S Gangtshe Transport	Wed	105	80			

出典 ; Surface Transport Division MOC Revised Fare Chart 1994

3-5 第8次5ヶ年計画道路セクターの内容

3-5-1 現状

内陸封鎖国としてのブータン国における社会経済の発展のために効率的かつ全天候道路を確保することは極めて重要なことである。従って、過去の5ヶ年計画においても道路セクターに関しては、高い投資順位を与えてきたため、全国に総延長3,200kmにも及ぶ道路ネットワークが完成した。これらの道路のほとんどはDistrict中心地からの地方道路からなっている。

(1) 行政

道路の行政、建設、維持管理は Ministry of Communication の Public Works Divisionによって実施されている。PWDは全国に10の維持管理事務所を置き、そのうちGaylephuにCentral Work ShopそしてPhutsholingにCentral Storeがある。

(2) 制約

ブータン国における急峻で道路建設に不向きな地形とともに道路関係予算の制約が大きい。更に、道路建設・維持管理に必要な技術を有した技術者の不足の問題がある。

(3) 第7次5ヶ年計画のレビュー

第7次5ヶ年計画における道路セクターの主な目的は、全天候道路として通年の交通を確保するための既存道路ネットワーク（橋梁を含む）の建設と維持管理であった。

(4) 戦略

道路総延長の伸びにともなって現状の組織体制によって十分な維持管理をする事には限界がある。このため、道路建設及び維持管理についても今後民間業者にゆだねる。

(5) 実績

第7次5ヶ年計画において41kmの新設道路と450kmの再舗装が完成した。そしてアジア開発銀行の東西道路維持管理プロジェクトにおいては、地元民間業者5社が施工にあっている。このためにブータン国において中間技術員及び未熟練者を対象とした3つのコースのトレーニングが実施された。

3-5-2 第8次5ヶ年計画の目的と戦略

(1) 目的

地域バランスの整合を鑑み持続可能な道路ネットワークの構築。更に道路は利用者に対し、機能として安全快適で経済的でなくてはならない。

過去における道路投資は国民経済的に、道路利用者の走行費用と走行時間の節約に貢献した。更に民間業者の道路施工及び維持管理の育成にも貢献した。

(2) 戦略

民間業者育成過程においてPWDはインハウス機能である設計、積算、施工管理、品質管理部門から撤退する必要性が指摘される。

道路セクターの長期戦略を立てるために全国道路網を対象としたマスタープランを策定する。

既存道路の道路台帳を整備する。

ブータン国の道路事情に合った道路舗装維持管理システムの構築。

交通安全面から道路危険個所の幾何構造改良。

自動車走行費用削減のためのタイミングの合った現道の再舗装。

走行時間短縮のための現道（特に輸出入ルート）のショートカット。

PWDの組織機能を高めるためのトレーニング。

輸入代替道路建設資材の国内調達。

3-5-3 第8次5ヶ年計画における道路セクターの主要プログラム

(1) 新設道路計画

第7次5ヶ年計画中に完成予定であった道路建設プロジェクトMathangui-Panbang間の15kmの土工事と10kmの舗装工事797.2万Nuが第8次計画に繰り越しされた。

地方計画委員会から第8次5ヶ年計画中に新たに1,000kmの新設道路の要請があったが、PWD及び民間業者の能力と人口密度、農業生産の可能性及びアクセスビリティによる優先順位及び952,867百万Nuの予算を鑑み第8次5ヶ年計画中に完成する地方道路延長の目標を313.5kmと定めた。

(2) 道路維持管理プログラム

1) 再舗装

道路の初期投資を有効にするため、適切な時期における維持管理は重要である。

しかしながらブータン国においては財政的制約等によりタイミングの良い道路維持管

理は実施されなかった。第8次5ヶ年計画においては、PWD及び民間業者の能力に基づいて、1,040kmの再舗装が計画された。このための予算は360万Nuである。

2) 定期維持管理・モンスーンにおける災害対策

ブータン国においては定期維持管理及びモンスーンにおける災害対策は毎年繰り返されるものである。定期維持管理は道路総延長に基づくが、モンスーンにおける災害対策はその都度の被害規模によって異なる。過去の平均的なモンスーンにおける災害対策費は年間225百万Nuであった。定期道路維持管理費は主に人件費で300百万Nuであるが、この数字は現在DANTAKが維持管理している735kmの国道に必要な226,324百万Nuは含まれていない。

3) 拡幅及び改良

道路安全と交通需要の伸びに伴って総延長204kmの線形改良と拡幅が必要になっている。このための予算は547百万Nuである。

4) 橋梁

ブータン国における多くの橋梁はベイリー橋（仮設橋）である。そしてほとんどの耐用年数は過ぎている。このため道路安全及び交通需要の伸びに対応するため、RCC橋等永久橋の建設が急務である。第8次5ヶ年計画中に10橋を永久橋に架けかえる予定である。そのうちSarpang DistricにおけるAie, Rongkhola, Sarpang橋はインドの援助が決定している。予算総額は229,500百万Nuである。詳細を表3-5-1に示す。

5) 組織体制の強化

PWDの組織強化のため、国内における技術者教育に加え17人の中間技術者を18ヶ月海外に派遣して教育する。

6) 道路セクターマスタープラン

将来道路網戦略のため20年後を目標年次にした道路マスタープランを策定する。このための必要人月は合計36-40M/Mで予算は9百万Nuである。

7) 道路工事の機械化

ブータン国においては熟練及び未熟練工の確保が極めて難しく（現在は外国の未熟練工が多い）地形が急峻なため、生産性を高めるためにも道路工事を機械化する必要

がある。このため建設機械の導入を引き続き実施する。必要な予算は84百万Nu. 更に、現在のPWD Central Workshopは採算が合わないため民営化する。

8) 道路工事の民営化

現在ブータンには、2つの大きな業者が道路の新設工事能力があり、3社が維持管理及びモンスーン災害復旧工事の能力がある。したがって更に民間業者を育成する。

表 3-5-1 Project MOC 10 : Construction of Permanent Bridges

Project Summary:

1. Location: Nationwide	6. Funds Secured: Nu. 0.00 m
2. Sector: Road	7. Financing Gap: Nu 219.50 m
3. Executing Agency: PWD, Ministry of Communications	8. External Finance Required: Nu 219.50 m
4. Implementing Agency: Roads Division	9. Duration: 5 Years
5. Estimated Cost:	10. Implementation date: July, 1997
Recurrent: Nu. 0.00 m	11. Status: New
Capital: Nu. 219.50 m	12. Documents available: 8FYP Document
Total: Nu. 219.50 m	

Project Objectives

Safeguard and enhance Bhutan's existing investment in roads infrastructure by improving or replacing bridges that are no longer adequate for traffic levels or which have outlived their design life. At the same time, indigenous capacity for this specialized element of roads construction and maintenance will be developed.

Project Description

Bhutan's terrain requires all roads to make frequent river crossings. Many of the bridges built in the 1960s are already being used only with reduced tonnage, and may soon be good enough only for light vehicles. In addition, several crossings on newly-built roads are without bridges.

The project aims to replace a total of 11 temporary bridges by permanent bridges during the 8FYP. In addition to this, a 120 metre span permanent bridge will be constructed at Bhur on the Gelephu-Sarpang highway.

The project is envisaged to meet the cost of construction of the following bridges:

Sl. No.	Name of Bridges	Span (metres)	Tentative cost (m)	Remarks
1.	Aie Bridge	120	36.00	Sl. No. 1 to 3 are spillover from 7FYP GOI commitment.
2.	Rongkhola Bridge	45	13.50	
3.	Sarpangkhol Bridge	45	13.50	
4.	Wangduephodrang Bridge	104	31.20	Included under proposal to SOC/Helvetas
5.	Mangdechu Bridge	120	36.00	Sl. No. 5 to 8 are under discussion with the Govt. Of Japan
6.	Bjee Bridge	50	15.00	
7.	Chamkhar Bridge	45	13.50	
8.	Kurizampa	50	15.00	
9.	Sankosh Bridge	93	27.90	
10.	Tangmachu Bridge	93	27.90	
	Total	765	219.50	

The two existing temporary bridges listed below in the order of priority will have to be replaced by permanent bridges should donor funding be available. The cost of replacement of these bridges is estimated at Nu. 66 million.

1. Bhurkhola Bridge (120 metre span)
2. Wakhleytar bridge (100 metre span)

Project Impact

Improved safety and high load bearing bridges

Project Management

Bridge Cell, Public Works Division, Ministry of Communications

Financing Detail

	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	Total
Capital	57.375	114.750	57.375	0.000	0.000	219.50
Recurrent	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total	57.375	114.750	57.375	0.000	0.000	219.50

第4章 対象道路の道路・橋梁現況

4-1 対象道路・橋梁現況

4-1-1 対象道路現況

1) 国道1号

国道1号に関しては現在アジア開発銀行プロジェクトとして再舗装と側溝工事が現地民間業者5社によって実施中であり、舗装幅員は3.6mで1車線ではあるが特にWandgi-Tongsa-Jakar-Mongar間では日交通量が少ないため、当分は交通容量的には十分である。ThimphuからMongarは460kmあり1日での走行は無理であり、通常ThimphuからJakarまで8時間強かかるためJakarで1泊し、更にJakarからMongarまで道路状況が更に悪くなり3,600mと3,800mの2つの峠越えがあり6時間かかるため、計2日間14時間の行程である。

Thimphu-Simtoka-Wandgi-Tongsa-Jakar-Mongar間460kmには5ヶ所の3,400mを越える峠があるが、ブータンにおける穀倉（標高2,500m）地帯を縦貫しているため、沿道には古くから小規模な村落が多くバス停が28あり、バス停間隔は16.4kmである。

幾何構造的には既存道路は、急峻な地形のコンターに沿って建設されたため、視距が十分でなく、かなり急な平面曲線が多く、平均速度は30km/時で霧がかかると前方が見えず危険である。更に、Wandgi-Tongsa-Jakar-Mongar間には表4-1-1に示すように3,400mを越す4ヶ所の峠があり、冬季には図4-1-1に示すように降雪のため交通止めになり、JOCVの情報によれば1995年にはJakar-Mongar間にある標高3,800mのThumsing La Passでは冬季（12～2月）45日間交通止めになった。

また、同区間は土砂崩れが多く発生しておりSengor-Namling間では数年前にはかなりの間交通止めになった。ところがPWDにヒアリングしたところ交通途絶原因とその期間の記録はないとのことであった。

利用交通量に関しては、表4-1-2に示すとおり、1996年Wandgi-Tongsa間で日40台Tongsa-Jakar間で日38台Jakar-Mongar間ではJakar付近では日25台そしてMongar付近では日53台であった。

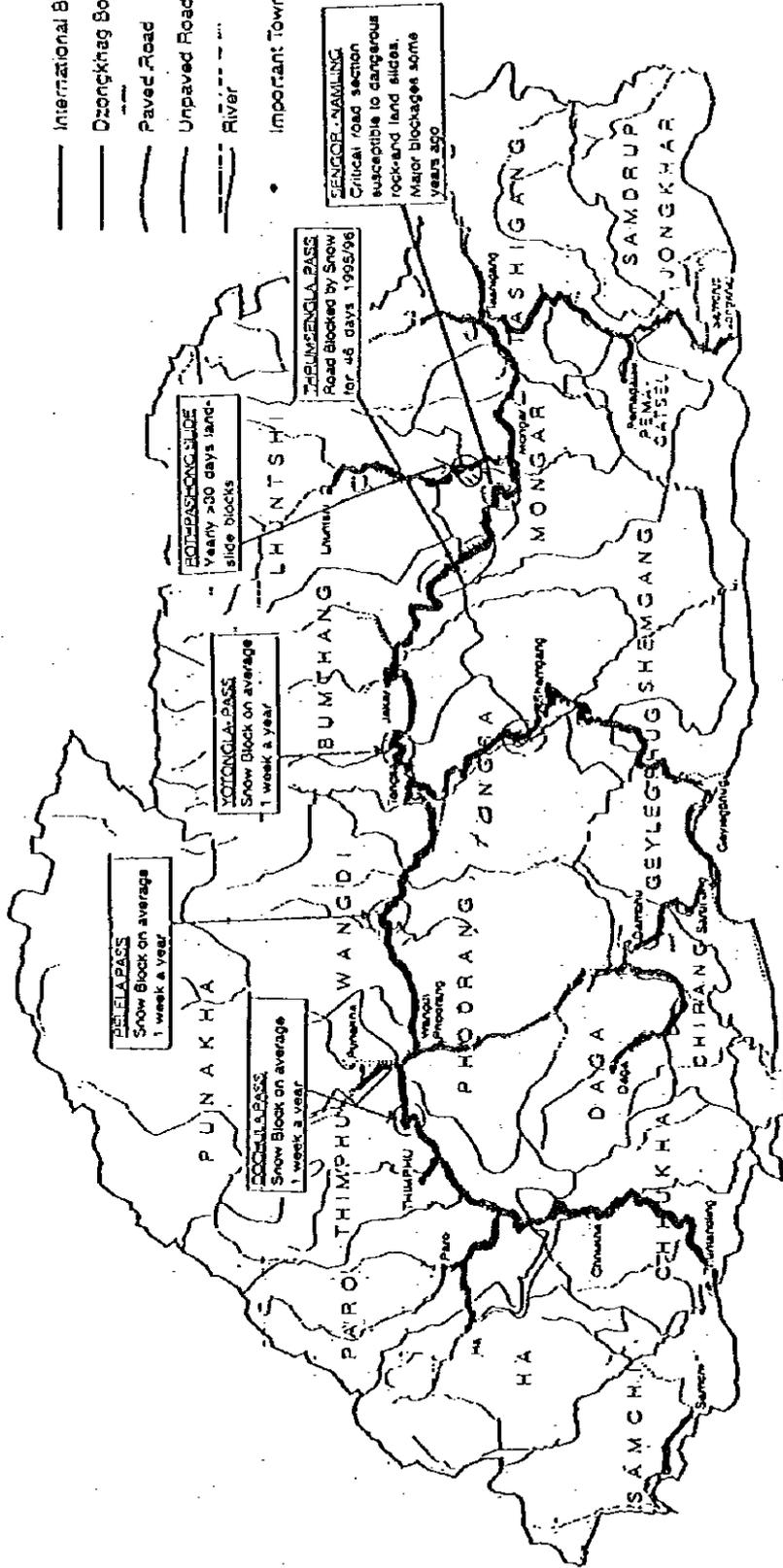
2) 国道4号

国道4号Tongsa-Shemgang間はやはり1車線で、国道1号に比べれば比較的平面線形及び縦断線形は良好であるが途中橋梁番号-7（写真-24参照）が洪水で流されており、周辺の崖崩れのため昨年まではかなりの間交通が途絶していた。

Tongsaがブータンの中心であった頃からTongsaと南部を連絡していたこの道路は

CRITICAL ROAD BLOCKAGES

- International Boundary
- Dzongkhag Boundary
- Paved Road
- Unpaved Road
- River
- Important Town



SENGOR NAMLING
Critical road section susceptible to dangerous rock-land slides. Major blockages some years ago.

KHOTONGLA PASS
Road blocked by Snow for 48 days 1998/99

BOTSHANGONG SLIDE
Yearly 200 days land-slide blocks

KHOTONGLA PASS
Snow Block on average 1 week a year

BELELA PASS
Snow Block on average 1 week a year

DOCHULA PASS
Snow Block on average 1 week a year

NOTE: The whole road-net work is susceptible to slides at various areas causing blocks ranging from one day to several weeks a year.

図 4-1-1 自然災害による交通遮断 (JOCV)

表4-1-1 プロジェクト対象国道路線、バスストップ及び距離

Route 1		Route 4		Route 5		Mongar-Lhuntshi					
Bus Stop	Km	Bus Stop	Km	Bus Stop	Km	Bus Stop	Km				
1	Thimphu	0	1	Tongsa	0	1	Wangdi Bridge	0	1	Mongar	0
2	Lungtenphu	3	2	Chochupang	6	2	Baychu	27	2	Gangleychu	12
3	Thinleygang	49	3	Tashidingkhar	15	3	Kamichu	35	3	challi	17
4	Mesina	59	4	Issar	17	4	Machitar	59	4	Revenchu	20
5	Wangdue	70	5	Bubja	18	5	Mithuntar	62	5	Palangphu	22
6	Chuzoma	78	6	Chanrey	20	6	Burichu	70	6	Rotpatshong	25
7	Tekeyzampa	84	7	Kuengarabten	24	7	Sunkosh	79	7	Rewang	27
8	Nawang	89	8	Samcholing	28	8	Tshokhana	91	8	Autsho	49
9	Nobding	111	9	Refey	39	9	Domphu	99	9	Gargoan	53
10	Rukubji	142	10	Beling	49	10	Sarpang	159	10	Tangmachu	62
11	Chazam	148	11	Namther	50	11	Gaylephu	192	11	Luntshi Dzon	75
12	Chendepji	155	12	Gangphel	51						
13	Tshangkha	180	13	Koshola	68						
14	Bizampa	193	14	Baling	71						
15	Trongsa	199	15	Pangzurmuney	80						
16	Gyetsha	240	16	Rewtala	87						
17	Horchu	246	17	Wanduegaon	90						
18	Chumey	251	18	Shemgang	111						
19	Bumtha	267	19	Dakpai	127						
20	Formrong	282	20	Mandichu	147						
21	Tangsibi	293	21	Tama	159						
22	Ura	312	22	Samkhara	204						
23	Gyezamchu	349	23	Surey	211						
24	Singore	386	24	Sercamp	227						
25	Yongkala	417	25	Sertshong	234						
26	Limithang	430	26	Gaylephu	244						
27	Kurizampa	436									
28	Mongar	460									
30	Trashigang	551									
バス停間隔 Km		18.4			9.4			17.5			6.8

地点	標高	走行時間
Thimphu	2,400	From
Dochul la Pass	3,116	Thimphu
Wandgi Bridge	1200	2
Pela Pass	3390	
Trongsa	2200	6
Ytong la Pass	3400	
Jakar	2600	8.5
Shelthang Pass	3600	
Thumsing Pass	3800	
Mongar	2400	14.5

地点	走行時間
Wandgi Bridge	
Sunkoshi	2.5

Tongsa	
Shemgang	2.5

Mongar	
Tangmachu	2

表 4-1-2 対象道路の交通量調査結果
Average Daily Traffic on Project Road

Section	Survey Station	Year	Type of Vehicle				MIXED ADT
			Scooter	L/Vehicle	Bus	Truck	
ROUTE 1							
Wangdi Tongsa	Tongsa	1994	0	13	5	9	27
	Tongsa	1996	2	21	2	15	40
Tongsa Jakar	Tongsa	1994	1	7	0	11	19
	Tongsa	1996	4	19	1	14	38
Jakar Mangar	Jakar	1994	3	5	0	5	13
	Jakar	1996	5	16	1	3	25
	Mongar	1996	16	19	1	17	53
ROUTE 4							
Tongsa Shempang	Tongsa	1994	6	10	1	4	21
Shempang Gelephug	Shemang	1994	5	15	2	20	42
ROUTE 5							
Damphu Serpang		1994	3	9	2	8	22
Serpang Gelephu		1994	9	16	11	15	51
Bridge 21 Sunkosh	Sunkosh	1994	1	3	1	2	7
Mongar Lhuntshi	Antsho	1996	4	10	0	9	23

古く沿道の村落も多く土地利用がみられる。このためバス停も多くTongsa-Shemgang間11kmに18のバス停があり平均間隔は6.2kmである。

交通量は、1994年でTongsa-Shemgang間で日21台と少ない。

3) 国道5号

国道5号Wandgi Bridge-Sunkosh間はアジア開発銀行の援助によりオーストラリアのホワイトマウンテン・コンサルタントが設計にあった唯一の幾何構造を考慮した国道である。このため縦平面線形も極めて良好であり、舗装幅員も一部未舗装ではあるものの5.5mほどあり他の国道の平均走行時速30km/時の2倍の60km/時での走行が可能である。

アジア開発銀行はPWDに建設機材を供与し、PWDが自ら施工した最初の道路でもある。Wandgi Bridge-Sunkosh間79kmの走行時間は2.5時間であった。しかしながら沿道には村落が少ないため、バス停間隔も国道4号の6.8kmに対し、11.3kmと約2倍である。

交通量調査は今まで実施されていないが、1994年における南部Damphu-Serpang間では日22台そして枝線のSunkodhでは日7台と極めて少ない。

4) Mongar-Luntshi Zon国道

この道路は国道1号のMongarからLuntshi県の中心Luntshi Zonにいたる延長75kmの1車線道路である。1車線の幅員も狭く3mもない区間もある。また図4-1-1に示すように、かなりの区間で地滑りに伴う地盤沈下のため、年間30日以上も交通途絶になる。

この道路はKuri Chu河に沿って走っているため、標高も比較的低いため土地利用がみられる。このためLuntshi Zon沿道に小規模村落が多くバス停間隔は6.8kmと短い。

1996年における交通量は日23台であった。

4-1-2 対象橋梁現況

調査対象としたティンブー〜クシガン、ウォンディ〜ゲレフトンサー〜ゲレフ間の国道及びその枝線上にある22橋を表4-1-3と図4-1-2及び写真10、14~17、19~20、23~27、31~48に示す。表4-1-3にあるようにいずれも幅員は1車線で3.4mと狭く、許容荷重(耐荷力)は低下している。

更に橋梁№7(写真-24参照)のように橋桁が流失し、暫定的に仮橋で処置している所もある。これら橋梁は、一部永久橋としてのコンクリート桁橋はあるが、その殆どは仮設のベアリー橋である。十分な維持管理がされていない上、経年変化により、著しく老朽化

が進んでいる。

また橋台は、石積（メーソンリー）で施工されたものが多い。比較的健全な状態であると思えるが、一部ウィング部分等ではらみ出しがみられる。なお、水面下は確認出来ていないが、河川の状態等から洗掘による不等沈下、移動等の可能性はある。

次に、機器等による点検は実施していないが、部位毎に目視の範囲内で確認出来たことを述べる。

(1) 桁橋形式のペーリー橋

・主構

変形量を小さくするため、ダブル構造（一部トリプル）を採ったり、上弦材を補強したりしてトラスとしての剛性を高めているものの、繰り返し荷重等により、一部弦材では座屈がみられる。塗装面は剥がれ、錆の発生も多く、更に腐食している部分もある。また、各ブロックはボルト等で連結しているが腐食しており、取り換えを難しくしている。

・床組等

縦桁、横桁等、著しく劣化が進み、腐食・座屈等も多くみられる。木製床版は破損し（穴があいている）床組が露出し、アスファルト舗装は剥がれ、水または鋼板で応急的な修理を行っているところもある。

・支承

本体の破損及び腐食が進み、回転・移動等が不能となり、機能を果たしていないものもある。

(2) 吊橋形式のペーリー橋

・全体系

異常変形、挙動について確認出来ていないが、建設年も新しく近年維持管理も行われており、比較的健全な状態であると言える。

・補剛及び塔

いずれもトラス構造であるが、大きな損傷、座屈は見当たらない。ただ、一部塔基部で塗装が剥がれ、錆が多く発生している。

- ・ケーブル及びハンガー

主ケーブルは、数本のワイヤーロープから成るが、切断・損傷は見当たらない。ハンガーは、ヒアリングによると鋼製ロッドが時々拵等から外れるようである。また、取付部のロッド本体とボルト等は腐食等の劣化が進んでいる。

- ・アンカーレイジ（ケーブル定着部）

コンクリートブロックの重力で、アンカーした構造である。表面には大きなひび割れもなく、地盤面との滑りも見当たらない。

表 4-1-3 要請仮設橋梁リスト

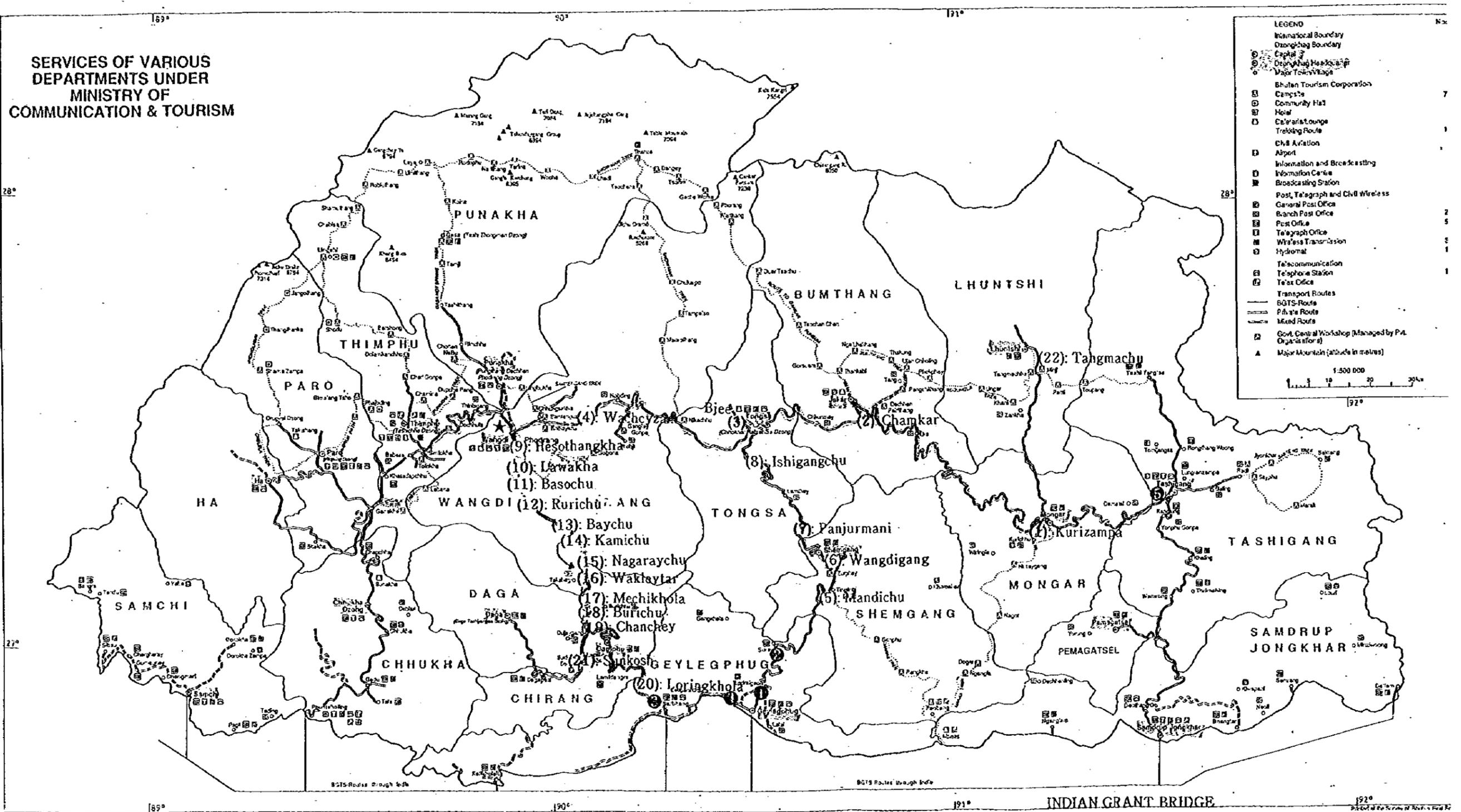
No.	路線名・橋梁名	位置 (km)	橋梁形式	既設橋長 (m)	既設幅員 (m)	計画橋長 (m)	許容荷重 (ton)	建設年	District	字架No.
A	EAST WEST HIGHWAY (TRASHICANG~THIMPHU)									
1	Kurizampa	116.00	TSR Bailey	43.0	3.4	50	7	1971	MONGAR	19/20
2	Chamkar	283.52	DS Bailey	34.0	3.4	45	15	1978	BUMTHANG	16/17
3	Bjee Bridge	358.60	TSR Bailey	43.0	3.4	50	2	1969	TONGSA	14/15
4	Wachey Zam	468.00	DSR Bailey	34.0	3.4	45	18	1969	WANGDUE	10
B	SARBANG-GELEPFUG-TRONGSA HIGHWAY (GELEPFUG~TRONGSA)									
5	Mangdichu	98.00	BS Bridge	98.0	3.4	120	4	1965	ZHEMGANG	26/27
6	Wangdigang	155.60	DS Bailey	34.0	3.4	45	24	1969	ZHEMGANG	25
7	Panjurmani	169.00	SS Bailey	27.0	3.4	35	18	1995	TRONGSA	24
8	Ishigangchu	224.65	RCC T-Beam	37.0	3.4	65	40	1981	TRONGSA	23
C	WANGDI-CHIRANG-SARBANG HIGHWAY (WANGDI~CHIRANG)									
9	Resothangkha	2.50	SS Bailey	9.0	3.4	25	18	1985	WANGDUE	31
10	Lawakha	8.90	DS Bailey	31.0	3.4	40	18	1988	PHODRANG	32
11	Basochu	13.80	SS Bailey	18.0	3.4	30	15	1985	"	33
12	Rurichu	16.50	SS Bailey	15.0	3.4	25	18	1987	"	34
13	Bayichu	24.05	SS Bailey	15.0	3.4	25	17	1985	"	35
14	Kamichu	32.00	SS Bailey	18.0	3.4	30	15	1986	DAGA	36
15	Ngaraychu	52.00	DS Bailey	31.0	3.4	45	24	1992	DAGA	37
16	Wakleyar	54.00	BS Bridge	73.0	3.4	100	18	1987	TSIRANG	38/39
17	Mechikhola	59.00	Modular Bridge	18.0	3.6	30	8	1990	TSIRANG	40
18	Burichu	69.00	DS Bailey	27.0	3.4	45	18	1985	TSIRANG	41
19	Chanchey (SARBANG~CHIRANG)	75.00	TS Bailey	37.0	3.4	50	18	1990	TSIRANG	42
20	Loringkhola	20.00	DDR Bailey	49.0	3.4	60	19	1992	SARPANG	
D	NATIONAL(DISTRICT) ROAD (CHIRANG~DAGA)									
21	Sunkosh	—	BS Bridge	85.2	—	120	24	1982	DAGA	43/44/45
22	(MONGAR~LHUNTSI) Tangmachu	—	BS Bridge	85.2	—	120	18	1982	LHUNTSE	46/47/48

REGEND

- TSR Bailey—Triple Single Reinforced Bailey Bridge
- DS Bailey—Double Single Bailey Bridge
- DSR Bailey—Double Single Reinforced Bailey Bridge
- BS Bridge—Bailey Suspension Bridge
- SS Bailey—Single Single Bailey Bridge
- RCC T-Beam—Reinforced Concrete T-Beam Bridge
- DDR Bailey—Double Double Reinforced Bailey Bridge
- Modular Bridge—Wooden Truss Bridge
- TS Bailey—Triple Single Bailey Bridge
- DDR Bailey—Double Double Reinforced Bailey Bridge



LOCATION MAP OF CANDIDATE BRIDGES



SERVICES OF VARIOUS DEPARTMENTS UNDER MINISTRY OF COMMUNICATION & TOURISM

LEGEND	
—	International Boundary
—	Dzongkhag Boundary
⊙	Capital
⊙	Dzongkhag Headquarters
○	Major Town/Village
⊙	Bhutan Tourism Corporation
⊙	Campsite
⊙	Community Hall
⊙	Hotel
⊙	Cafe/Bar/Lounge
⊙	Travelling Route
⊙	Civil Aviation
⊙	Airport
⊙	Information and Broadcasting
⊙	Information Centre
⊙	Broadcasting Station
⊙	Post, Telegraph and Civil Wireless
⊙	General Post Office
⊙	Branch Post Office
⊙	Post Office
⊙	Telegraph Office
⊙	Wireless Transmission
⊙	Hydromat
⊙	Telecommunication
⊙	Telephone Station
⊙	Tax Office
—	Transport Routes
—	BGTS-Routes
—	Private Routes
—	Mixed Routes
⊙	Govt. Central Workshop (Managed by Pvt. Organisation)
▲	Major Mountain (altitude in metres)

Number and Location of Candidate Bridge (1): Kurizampa

- ① Ale
 - ② Rongkhola
 - ③ Sarpangkholo
 - ④ Bhur
 - ⑤ Chazam
 - ⑥ Kurizampa
 - ⑦ Panjurmani
 - ⑧ Ishigangchu
 - ⑨ Hesothangkha
 - ⑩ Lawakha
 - ⑪ Basochu
 - ⑫ Rurichu
 - ⑬ Baychu
 - ⑭ Kamichu
 - ⑮ Nagaraychu
 - ⑯ Waktaytar
 - ⑰ Mechikhola
 - ⑱ Burichu
 - ⑲ Chanckey
 - ⑳ Loringkhola
 - ㉑ Sunkosh
 - ㉒ Tangmachu
- INDIAN GRANT BRIDGE
- SWISS GRANT BRIDGE
- ★ Wangdi

図 4-1-2 対象仮設橋梁22橋の位置図



4-2 現地踏査結果

事前調査団は1997年4月17日～4月21日及び4月26日に現地踏査を実施した。調査区間はThimphu-Mongar区間東西国道、Tongsa-Shemgang区間南北国道、Wangdi-Damphu区間南北国道及びMongar-Lhuntshi区間南北道路である。上記国道はいずれも自然災害の多発区間であり、自然災害多発地点（PWD資料）を図4-2-1に示す。

4-2-1 地形概要

ヒマラヤ山脈から発生した河川は急傾斜の谷壁を持つ深い狭谷となり、谷壁はしばしば岩石が露出した絶壁となっている。河床は狭く急勾配で岩盤が露出し、巨大な転石が多く、一般に谷底平野は発達していない。このような地形条件のもとで、ブ国の国道の大部分は急傾斜山岳斜面や断崖絶壁を急角度の切土工により通過している。

ブ国の最北部を東西に伸びるヒマラヤ山脈から発生した水系はインドのアッサム平原に向かって南北方向に発達しているため、ブ国の主要山脈は南北方向に伸びている。したがって、東西道路と南北道路では道路の通過する地形的位置が若干異なっている。

<東西道路>

東西道路は南北に伸びる複数の水系を横断している。首都ThimphuからMongarに至る区間では5つの主要水系を横断するため、5つの主要河川とその分水界すなわち峠を超えなければならない。そのため谷底と峠との間の極めて大きな標高差を乗り越える必要があるため、国道は急峻な山腹斜面を無数のヘアピンカーブにより上昇・降下している。峠付近は標高3,200m～3,800mの難所となっており、度々大雪や落石の被害を被っている。河川を横断する位置に橋梁が設置されており、その規模は主要河川と支流とで異なる。

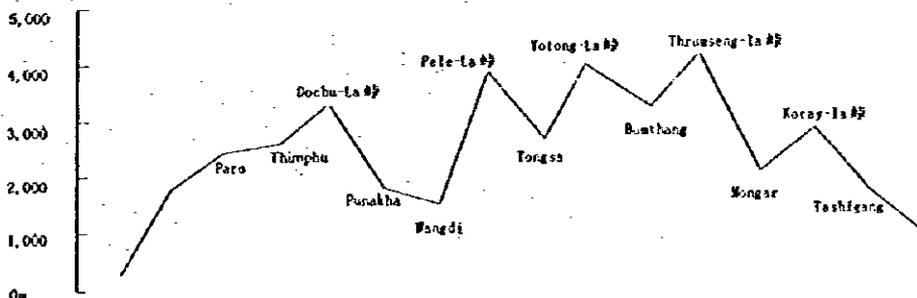


図4-2-2 東西道路の標高

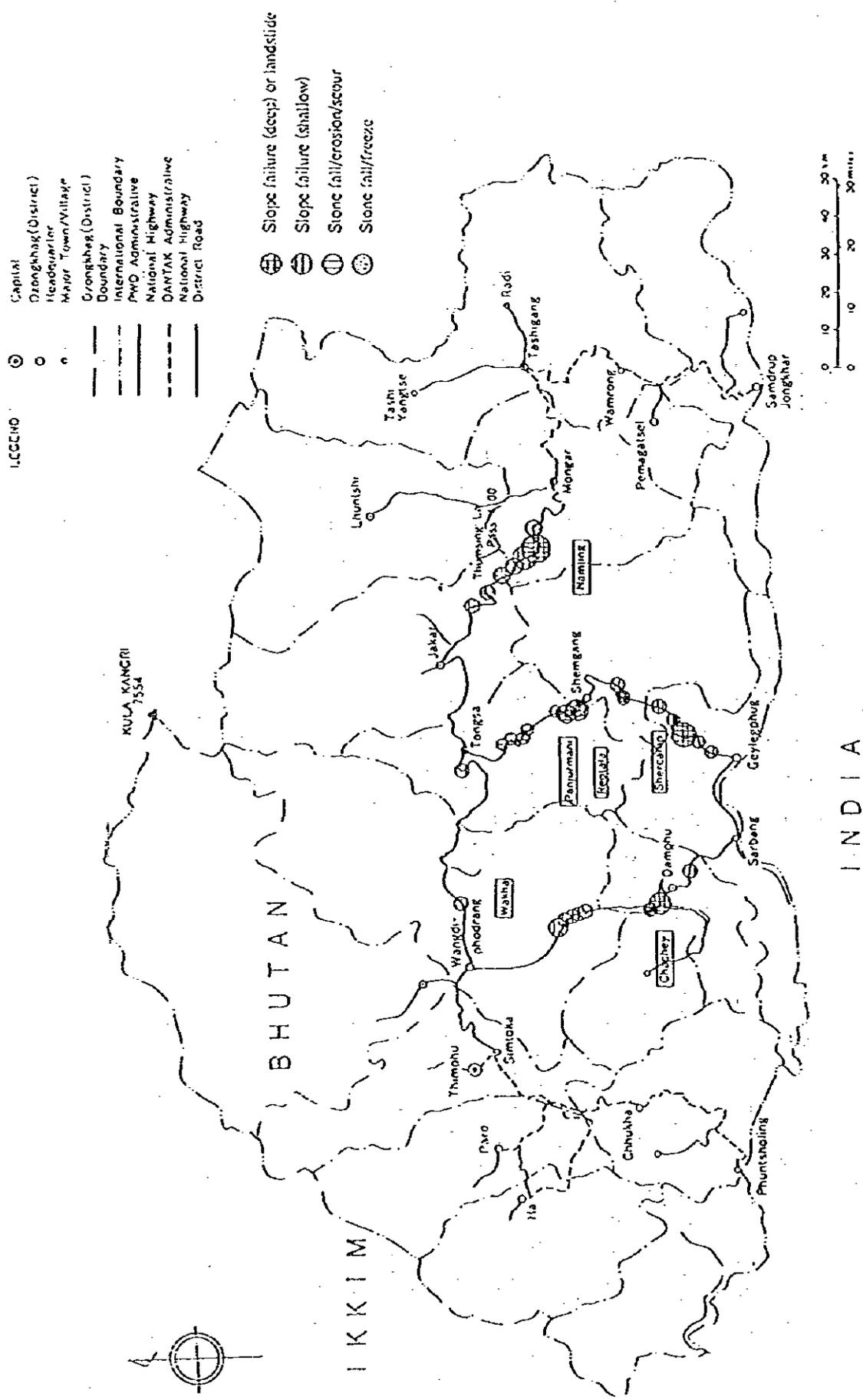


图 4-2-1 自然災害多发地点

<南北道路>

東西道路が複数の水系を横断しているのに対して、南北道路は同一の水系内の山腹斜面上を河川に沿って直線的に伸びているため、峠越の機会は少ない。また東西道路と比べ谷底と尾根との標高差も縮まり山谷は穏やかである。Wangdi-Damphu間の国道の線形は他の国道と比べれば直線に近く効率的である。ただし谷底平野の規模が小さいため大部分の区間で国道は山腹斜面を通過しており、Sankos川に合流する小渓流の規模の小さな橋梁が多数設置されており、Sankos川を横断する2ヶ所に大規模な橋梁が設置されている。Tongsa-Shemgang間の国道は、Tongsa側の区間では谷底平野が発達し河床付近を通過する区間が長い。谷底狭窄部では山腹斜面を上昇するためヘアピンカーブの連続となり効率が著しく低下している。またShemgang以南は再度ヘアピンカーブの連続となる。

4-2-2 地質概要

今回現地踏査した地域の地質状況は以下のとおりである。

<東西道路>

Thimphu-Wangdi-Tongsa間は主にThimphu累層のミグマタイト・花崗岩・片麻岩でありクォーツアイトや黒雲母片岩の薄層を挟む。Wangdi-Tongsa間の途中はTirkhola累層のクォーツアイトや石灰岩からなる。Tongsa-Mogar間もThimphu累層のミグマタイト・花崗岩・片麻岩が主体であるが、Ura付近はTirkhola累層のクォーツアイトや石灰岩、Sengore南部でMCT（中央衝上断層）を横切り、そこからMogarまではShumar累層の千枚岩・クォーツアイトとなっている。

<南北道路>

- (1) Wangdi-Damphu間はWangdi付近で道路が河床付近を通過する区間はThimphu累層のミグマタイト・花崗岩・片麻岩であるが、その区間よりDamphu側の大部分はTirkhola累層のクォーツアイトや石灰岩となっている。
- (2) Tongsa-Shemgang間は北から南へ向かってThimphu累層（ミグマタイト・花崗岩・片麻岩）、Tirkhola累層（クォーツアイト・石灰岩）、Black mountain層群（石灰岩・Flagstone・メタ火山岩）と変化する。
- (3) Mongar-Lhuntshi間はShumar累層（千枚岩・クォーツアイト）であり、中央衝上断層(MCT)を横切る。

4-2-3 地滑り

地滑り地は南北路線であるTongsa-Shemgang間で多く認められた。その規模は大小さまざまであるが、斜面に厚く堆積した砂礫から成る斜面崖錐堆積物が降雨時に徐々に滑動するタイプのものが多い。地滑り面斜面の角度は大部分が30度以上であり、地滑り斜面としては急角度な部類にはいる。地滑りの原因として次の事項が考えられる。

- a) 山腹斜面に堆積した不安定な崖錐堆積物を道路建設のために切土したため崖錐堆積物の安定が低下し、滑動を始めた。
- b) 道路排水溝が不完全なため雨水が大地に浸透し地滑りを促進した。
- c) 道路の斜面上部にある農作地からの灌漑水の浸透により地滑りが促進された。

Tongsa-Shemgang区間の地滑り多発地帯では地滑り土塊からの湧水が認められた。地滑り土塊が現道に乗せたまま谷側下方に滑ったため道路の陥没・段差発生、谷側路肩の沈下・崩壊、山側ノリ面の押し出しが生じた。これに対して陥没部の盛土や山側押し出し部の掘削・擁壁設置により補修している。地滑り地では地滑り発生の際盛土を繰り返しているため舗装はなされていない。ブ国担当者によると過去10mの盛土を実施した区間もあるとのことである。

4-2-4 斜面崩壊

地山の岩質が地形に反映され、硬岩分布地帯の山腹は急傾斜斜面、風化岩地帯・崖錐堆積物分布地帯の山腹は比較的緩傾斜となっている。道路はほぼ全区間切土工により建設されているが、切土ノリ面には岩盤や土砂がむき出しになっており保護工はほとんどなく、全区間において落石・崩壊が発生し易い状況にある。

硬岩分布地帯

硬岩地帯では切土ノリ面は急勾配(60°~80°)程度であり、切土高が10mを超えるものもある。

岩盤中に発達した節理、割れ目等の不連続面から落石が頻繁に発生している。切土斜面が急勾配であるほど、また岩盤の割れ目が密であるほど落石の危険が高い。このような状況はいたるところで認められるが、とりわけ東西道路のPele-la峠、Sengor-Namling間、Semgang北部等の難所にその典型がみられる。

崖錐堆積物分布地帯や段丘堆積物分布地帯

崖錐堆積地帯や段丘地帯の切土ノリ面も急勾配となっているが、切土高は大部分が10m以下であり硬岩地帯と比べると小さい。これらの固結度の低い地層の中に入っている

玉石・礫・などは豪雨時に滑落し易い状況になっている。このような地域は道路が河床に近い山腹斜面下部を通過する場合に多く遭遇する。南北道路のWangdi-Damphu間にその典型がみられる。

風化岩分布地帯

風化岩地帯の切土ノリ面は勾配も緩く切土高も小さく、切土ノリ面には赤色～灰色に風化した土砂状の軟岩が露出しており、豪雨時の表層崩壊やノリ面からの土砂流出が頻繁に発生するようである。

東西道路のBumthang-Ura間にその典型がみられる。

4-2-5 土石流

土石流跡地は道路沿いの山腹斜面に散在している。道路が小渓流を横断する位置にはカルバートが設置されており、その周辺に岩屑が堆積している。道路を横断する大規模な土石流跡地はみられない。土石流は巨大な転石や岩塊を含みながら流下するが、南北道路のTongsa-Gaylegphug間のShemgang付近にあるNo 7 橋は昨年土石流により橋げたが流出した。No 7 橋は土石流の直撃を受け易い位置にあり、過去6回橋が流出したとのことである。また、同じ区間のNo 8 橋も土石流によりコンクリート橋げたの一部が破損している。

4-2-6 土壌侵食

土壌侵食は風化岩地帯、崖錐地帯、段丘地帯の比較的固結度の低い地質が分布する地域の切土部で見受けられる。これらの地域の切土面は砂状・砂礫状であるため豪雨時に切土ノリ面からの洗い出された土砂が道路路面や側溝を通じて流出している。また不完全な道路排水システムにより、道路周辺の山腹で土壌侵食が発生している。

4-2-7 気象

調査地域の年平均降雨量は南西モンスーンの影響により南高北低の700mm～2,000mmである。図4-2-3に調査地域の4地点における月別平均降雨量を示す。雨季の6月～8月に降雨が集中していることが図4-2-3からわかる。北部山岳地帯は寒冷・寡雨で、凍結・融解に起因した岩盤破碎作用により岩盤むき出しの荒々しい急傾斜山腹斜面が形成され、道路ノリ面の落石・崩壊が発生している。Pele-La峠、Yolong-La峠、Thruimseng-La峠、Mongar-Lhuntsik間南北道路がその典型である。一方、南部地域は高温・多湿で風化・侵食が盛んなため山容は穏やかで地滑り地が多い。Wangdi-Damphu間及びTongsa-Shemgang間の南北道路がそれに該当する。また標高による温度変化が顕著であり、

WandiとPele-La峠間の標高差は2,150m、Thrumseng-La峠とMongarとの標高差は1,540mであるため、峠は低温・降雪、谷底は高温・晴天という状況が生まれる。山谷風による気象変化、とりわけ山頂付近における霧の発生が頻繁であり霧の発生は視界を狭め通行の障害となっている。また峠の存在が山谷風の境界となるため峠を通過したとたんに霧が発生することがある。山岳特有の気象現象は降雨量にも影響し、山頂～山腹斜面で多雨、谷底で寡雨という降雨分布状況を生み出している。

ブ国では50ヶ所で定期気象観測を実施しているが観測項目は温度と降雨量だけであり、積雪深やその他の項目は観測していない。

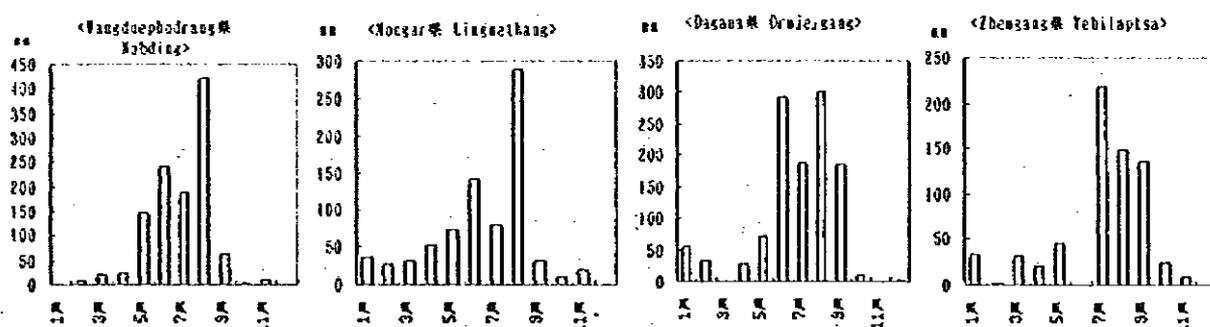


図4-2-3 調査地域の月別降雨量

4-2-8 植生

道路沿いの山腹斜面は一般に植生密度も高くまたその種類も豊富である。気温、降雨量、斜面の向き、標高、斜面勾配等の各要素の違いに対応して植生密度・種類も多様に変化している。峠の高山植物から谷底の亜熱帯性植物まで短距離の間に植物相は劇的に変化する。一般に降雨量が多く山容が穏やかである南北道路の方が東西道路より植生は密である。その中であって長大な道路ノリ面だけが裸地として取り残され、山腹斜面における植生の空間的連続性を分断している。ノリ面侵食対策工として植生工が実施されている箇所もあるが極めて少数でありまたその植生密度・定着度は低い。また道路建設時の残土が道路下方斜面に投棄され、植生に悪影響を与えている。

4-2-9 雪害

毎年冬季には東西道路の峠の周辺部で雪のため通行止めとなる。Walngde～Tongsa間のPele-la峠、Tnogsa～Molngar間のYotong-la峠及びThrumseng-la峠付近が顕著である。とりわけThrumseng-la峠周辺は雪のため冬季2～3ヶ月間交通遮断となるのである。PWDは雪害による道路遮断をラジオ放送を通じて広報しているが、その記録は保存していないため、過去の雪害による交通遮断日数は不明である。現地調査を実施

した1996年4月末においてもPele-la峠、Thrum-seng-la峠付近で降雪により通行に支障をきたした。

4-2-10 水文

通商産業省の電力局は全国16ヶ所の流量観測地点で河川の水位や流量を定期観測を実施している。観測地点は、Wong川に3ヶ所、Sankosh川に5ヶ所、Tongsa川に4ヶ所、Mansa川に4ヶ所配置されている。しかし本プロジェクトで対象とする22ヶ所の橋梁地点での洪水時のデータは存在しない。図4-2-4に調査地域の主要河川4地点の月物平均流量を示す。河川流量は雨季の7月～9月に集中している。対象22橋のうち7橋が土石流で流出し、またNo.8の橋桁が土石流により一部分破損しているが、ブ国担当者によると上記2橋以外に洪水・土石流で流出・破損した橋梁はないとのことである。

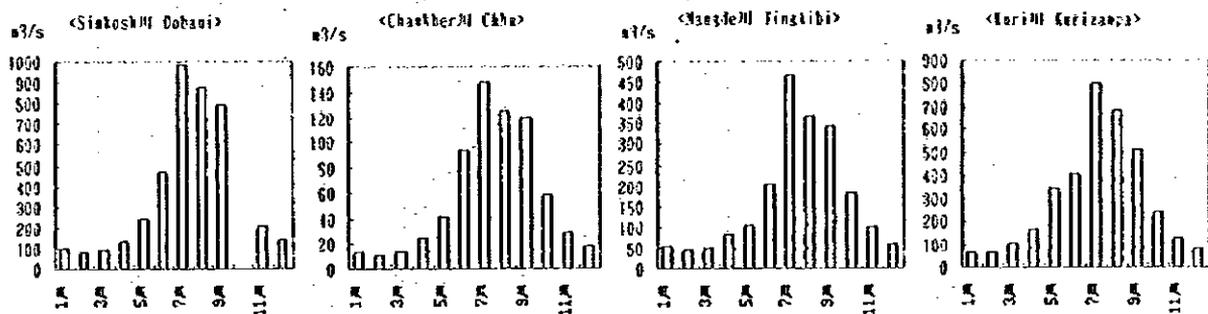


図4-2-4 調査地域の月平均流量 (1996年)

4-2-11 地震

ブ国では地震の観測は行っていないため地震発生状況は不明であるが、概して地震の発生は少ないようであり、地震に起因した道路災害は報告されていない。100年ほど前に大地震が発生したとのことであるが、それ以外には地震に関する情報はない。

4-2-12 橋梁地点の地盤工学的問題点

橋梁は主要河川と支川（小溪流）を横断するものに分類される。大部分の架橋地点では地表に岩盤あるいは砂礫層が分布しているため、橋梁基礎は直接基礎となっている。

主要河川を横断する場合

河川の周りには段丘積層が発達している場合が多いが、河川の両岸に段丘が発生するケースはまれであり河岸の片側にのみ段丘が発達し、対岸には岩盤が分布しているケースが多い。段丘側の橋梁基礎は砂礫層の中にあり、対岸の基礎は岩盤中にある。

支流（小溪流）を横断する場合

大部分架橋地点では河岸の一方あるいは兩岸に厚さ3m程度の崖錐堆積物（砂礫）が岩盤の上に堆積している。既存橋梁の基礎は砂礫層を掘り貫き岩盤の上に設置されている。

今回現地調査した橋梁の目視による地質状況の概略を表4-2-1に示す。

表4-2-1 現地視察による橋梁地点地質概略

橋No	右岸		左岸	
	被覆層	岩盤分布深度の推定値	被覆層	岩盤分布深度の推定値
1	砂礫（崖錐）	6m程度	砂礫（段丘）	6m程度
2	粘土・砂礫（沖積）	5m程度	地表に岩盤分布	
3	砂礫（崖錐）	3~4m程度	砂礫	3~4m程度
4	粘土・砂礫（沖積）	10m以下	土壌	1m未満
5	地表に岩盤分布		砂礫層（段丘）	25m以上
6	砂礫層（崖錐）	6~8m程度	砂礫層（崖錐）	6~8m程度
7	橋梁流出			
10	砂礫（崖錐）	6m程度	地表に岩盤分布	
11	砂礫（崖錐）	5~6m程度	地表に岩盤分布	
12	砂礫（崖錐）	5m程度	砂礫（崖錐）	5m程度
13	砂礫（崖錐）	5m以上	砂礫（崖錐）	5m以上
14	砂礫（崖錐）	3m以上	砂礫（崖錐）	3m以上
15	砂礫（崖錐）	5m以上	砂礫（崖錐）	5m以上
16	砂礫（崖錐）	2~3m程度	砂礫層（段丘）	10m以下
17	砂礫層（段丘）	6m程度	砂礫層（段丘）	6m程度
18	砂礫層（段丘）	6m以上	砂礫層（段丘）	2m程度
19	地表に岩盤分布		砂礫層（段丘）	25m以上
21	砂礫層（段丘）	30m以上	地表に岩盤分布	
22	砂礫層（崖錐）	10m程度	砂礫層（崖錐）	10m以下

表4-2-1は現場視察に基づくものであり、岩盤の分布深度はあくまでも目安にすぎない。正確な岩盤分布深度やその上に存在する砂礫層の強度はボーリングにより調査する必要がある。

架橋地点の岩盤

岩種としては、片麻岩、ミグマタイトが多い。割れ目の程度は場所により異なるが、22橋全体としてみれば、架橋地点の岩盤強度は高いものと推測される。

架橋地点の砂礫層

砂礫層は段丘堆積層と崖錐堆積層の2種類存在する。段丘砂礫層は主に円礫・砂から

成り、径50cm以上の礫も含まれる。段丘砂礫層の固結度は比較的高く地盤強度は高いものと予想される。一方、崖錐砂礫層は角礫・砂・シルトから成る粗雑な堆積物であり、径50cm以上の礫も含まれている。本層の地盤強度はバラツキが大きいと予想される。

橋台計画地点の砂礫層は高い地盤強度を持つものと思われるが、i) 礫層には巨礫が含まれている、ii) 締まり具合にバラツキがある、またiii) 急崖地であることから、砂礫層の地盤強度の推定は慎重に行う必要がある。

架橋地点の沖積層（沖積谷底平野）

谷底沖積平野の分布域は限られており、また小規模である。沖積層は粘土・砂・礫から成るが、分布面積が小さくまた層厚も小さいため、軟弱地盤としての問題が生じることはないものと思われる。

第5章 環境予備調査の結果

5-1 環境配慮実施の背景

ブ国はヒマラヤ山脈の山麓に位置し、特殊な地理的条件により世界でも類のない自然環境を有する。国土の72%を森林に覆われ、亜熱帯から高山寒冷気候までの変化に富む気候に培われた豊かな森林は、165種の野生動物、770種の野鳥、300種以上の葉草等の多様で価値の高い生態系の宝庫となっており、環境保全の観点から世界で最も注目されている地域の一つである。このような背景のもとにブ国政府は生物多様性の保護を国の方針としている。また、ブ国は伝統的に宗教が盛んであり宗教が国民の生活に深く浸透しているため、自然環境の保全及び宗教的文化遺産の保護に対する国民の意識は高い。ブータン国は第8次5ヶ年計画において、その恵まれた自然環境及び伝統的文化と調和の取れた国土の開発・経済的発展を国の方針とすることを明記している。この方針は1990年パロで開催された環境会議において確認されている。一方、近年の人口の増大・経済の発展により、自然環境に対する負荷が増大しつつある。人口の増加にともなう農業生産物増産が焼畑農業や過放牧による植生の減少と土壌流出、また住宅建設や道路建設が森林伐採を加速している。係る状況のもとで、ブ国政府は各種開発に伴う環境アセスメントの制度化を検討中であり、開発計画における環境アセスメントが一段とその重要性を増しつつある。

5-1-1 環境関連基本法令

環境に関する法制度としては、森林及び自然環境保全法(Forest and Nature Conservation Act, 1995)があり、また、環境影響評価ガイドラインが現在作成中である。その他の環境関連の法規としては鉱業法(Mining Act)、国土法(Land Act)がある。

森林及び自然環境保全法 (1995)

森林及び自然環境保全法は、森林・動植物及び関連資源の保全と持続可能な森林開発を将来にわたり実現することを目的とし、生物学的多様性保護のためのシステム確立、土壌や水資源の保全、天然遺産の保全等につき規定している。その概要は以下のとおりである。

- (1) 薪・建築資材入手のための森林伐採、樹脂・薬用植物採取等の目的での森林への立ち入り制限。
- (2) 水源として重要な流域や保護地域における放牧の規制、急斜面における森林の伐採の規制、森林の土地利用変更の制限。
- (3) 保護地域におけるすべての野生生物の狩猟禁止(一部の動物は除外)と罰則の制定。

環境影響評価ガイドライン

国家環境委員会(The National Environment Commission)が環境影響評価ガイドラインを1997年6月の完成を目指して現在作成中である。このガイドラインは主にADBの環境影響評価の内容に従って作成されており、これに世銀・国連の環境影響評価の内容が加味されている。環境影響評価の対象となるプロジェクトは水力発電、送電施設、森林開発、道路建設、鉱工業開発である。

その他の関連法規

鉱業法(1995年)は鉱物資源開発に際しての環境影響配慮について規定しており、また国土法では土地の収容・売買・補償について規定している。

環境関連の国際条約加盟状況

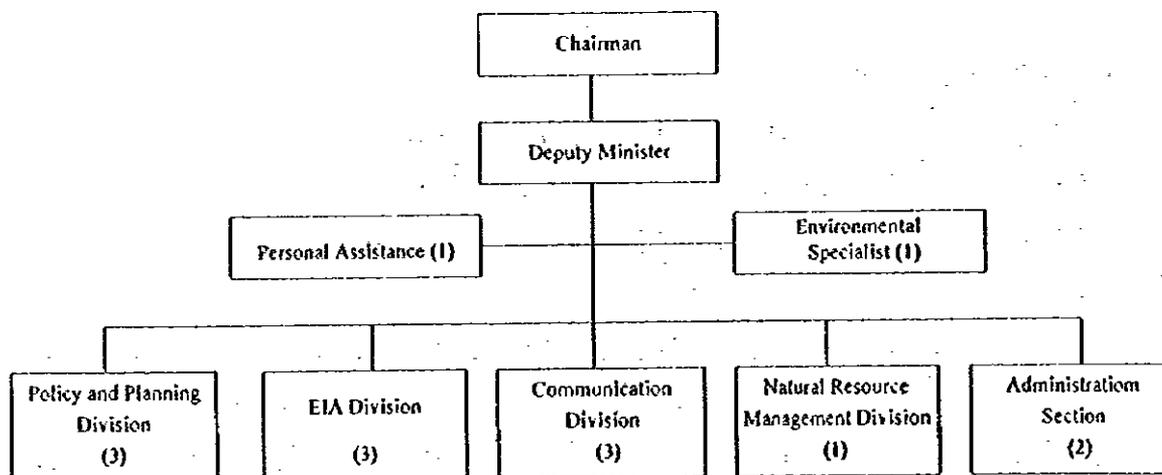
ブータン国は1995年に生物多様性条約と気候変動枠組条約を批准した。

5-1-2 環境配慮実施体制

環境配慮を実施する組織として、国家環境委員会、農業省及び国際機関がある。

国家環境委員会(The National Environment Commission)

国家環境委員会は1989年に創設され、計画委員会(Planning Commission)大臣を委員長とし、内務省大臣・通商産業省大臣・国家環境委員会副大臣・農業省次官・森林局次官の6名のメンバーで構成されている。その主な役割は、環境と調和した持続的開発に関する提言、環境保全政策の制定、環境アセスメントの制度化等である。NECの組織を図5-1-1に示す。



注) 括弧内は職員数

図5-1-1 NEC組織図

農業省

農業省の自然保護課(Nature Conservation Section)は、森林の管理・保全・生態調査を実施している。自然保護課は生物、地理・データベース、管理計画の3つ部門で構成されている。このうち生物部門は自然保護地区の生態調査を担当し、Royal Manas及びJigme Dorji国立公園の調査を既に終了し、Black mountain国立公園の調査を現在実施中であり、またMemdilling及びPhippsso野生動物保護区、Thrumshing-La国立公園の調査を開始した。

他の環境関連の政府機関としては、通商産業省の地質・鉱山局は鉱業開発に際しての環境配慮を担当している。

また、政府機関以外の環境関連機関としては以下のものがある。

ブータン環境保全信託基金(Bhutan Trust Fund for Environmental Conservation)

環境保全信託基金は1991年に設立された。これはブータン国を含む5ヶ国と2国際機関からの信託基金であり、ブ国政府及び国際機関からの7名のメンバーにより運営されており、1996年までにUS2,000万ドルの資金を集めた。この基金は、環境保全機関への支援、環境部門の専門家養成、生物学的資源の調査・データベース構築、環境教育の推進等を実施することを目的とする。

世界野生生物基金(WWF)

世界野生動物基金(WWF)は、ブ国における唯一の環境保全NGOとして、自然環境保全分野における長期的な専門家育成、農業省自然保護課(NCS)に対する制度面での支援、また自然保護協会(Royal Society for the Protection of Nature)に対する支援を実施している。

5-1-3 環境基準

ブータン国では、大気環境基準、水質環境基準、土壌汚染基準、騒音・振動環境基準は現在のところ制定されていない。

5-2 ブータン国の環境影響評価制度

国家環境委員会(The National Environment Commission)が環境影響評価を実施する。環境影響評価は先に陳べた各セクター別の環境影響評価ガイドラインに基づき実施される。

環境影響評価の対象となる道路建設

次の様な道路プロジェクトが環境影響評価の対象となる。

表5-2-1 環境影響評価を必要とする道路プロジェクト

プロジェクトのタイプ	IEE/EIAが不要	IEEが必要	EIAが必要
道路建設	都市部における道路改良及び道路のメンテナンス	村落部における道路改良及び道路のメンテナンス	国道及びその他の道路の新設
特殊な地域における道路建設			地質及び自然環境面で重大な影響が予測される地域

環境影響評価の手続き

環境影響評価の具体的な手続きは次のとおりである。プロジェクト実施者はガイドラインに従い初期環境影響評価(IEE)を実施してその結果をとりまとめNECに提出する。NECは初期環境影響評価書(IEE)を受理・審査し、更に詳細な環境影響評価が必要と認められた場合は、プロジェクト実施者に対して現地再調査実施や追加調査勧告等の措置をなす。また、プロジェクト実施により重大な環境インパクトが発生すると判断された場合には、プロジェクト実施者は環境影響評価EIAのための仕様書(TOR)をNECに提出し承認を受ける。その後、環境影響評価(EIA)を実施して、その結果を再度NECに提出し審査を受け承認を受ける。環境アセスメント結果は、NEC内部の環境影響評価部(Enviromental Assesment Division)の担当者による審査を受ける。環境影響評価書の提出からNECによる審査終了までの期間は通常2週間以内とされている。NECの環境影響評価部での判断・処理が困難な場合、例えば水力開発のような大規模開発に関する環境アセスメント結果は、NECの6名のコミッションメンバーによる審査を受けることになる。本案件に関して言えば、JICA調査団が実施する環境影響評価の結果をPWDがNECに提出し審査を受けることになるが、環境アセスメントの実施過程においてJICA調査団、PWD、NEC担当者との間で綿密な連絡協議を実施する必要がある。

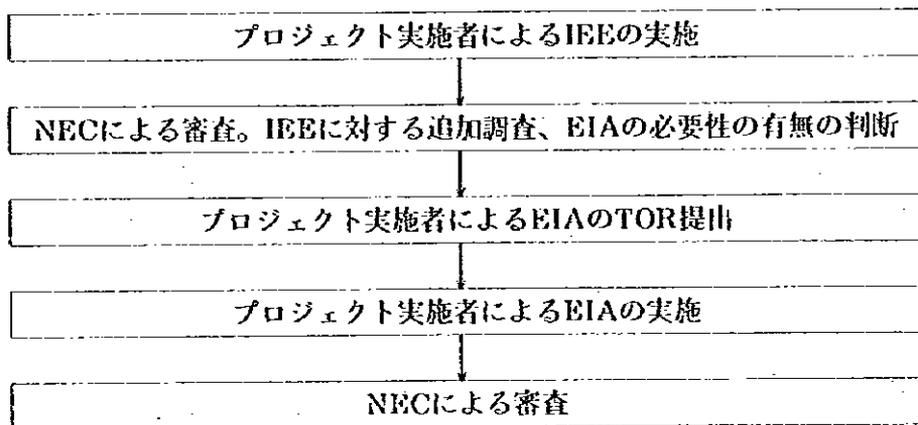


図5-2-1 環境影響評価の流れ

5-3 現地踏査の状況

5-3-1 社会環境

(1) 産業及び土地利用

道路沿いの土地利用は森林が最も多く、ついで牧草地、耕作地となっている。谷底平野のみならず山腹斜面の高所に位置する僅かな平坦地ですら耕地・牧草地として利用されている。Wangdi、Bumthang、Mongarなどの主要都市の周辺には比較的広大な平坦地が分布し、大規模な農作が営まれている。その他の大部分の地域では山間盆地、山腹の僅かな平坦地、また支流沿いの狭小な段丘や崖錐斜面に段々畑をつくり小規模な農耕を営んでいる。国道の存在が森林へのアクセスを容易にしているため、道路沿いには森林伐採地が散在している。また、国道の切土ノリ面を利用した砕石が行なわれているが、砕石作業中の道路交通遮断、ノリ面の拡大に伴う斜面の不安定化、植生除去、土壌侵食等を助長する恐れがある。村落部の水資源は主に表流水及び地下水であり、渓流水や湧水を飲料水として利用している。ブ国の土地利用に関しては、農業省のLand Use Planning Sectionが5万地形図を利用して全国をカバーする最新の土地利用図を作成している。

(2) 居住域

国道沿いの居住地は谷底平野、段丘平坦面、山腹緩傾斜地に分布している。Bumthang、Tongsa、Wangdi、Mongar等の大規模な谷底平野や段丘平坦面に立地する一部の都市以外の大部分の村落は狭小な山間盆地や山腹の僅かな緩傾斜斜面、場合によってはかなりの急傾斜斜面にも分布している。居住可能地が狭い山岳地域であるため道路沿いの狭小な土地にも民家が配列しており、橋梁付近に民家が存在するケースもある。

(3) 文化遺産

ブ国では仏教が盛んであり、文化的な価値が高い寺院、仏塔、その他関連施設が数多く存在し、仏教が国民生活に深く浸透している事が窺われる。道路沿いにはChortensと呼ばれる仏塔がしばしば見受けられ、道路の危険箇所や峠部分に建立されているケースが多い。また旗(Prayer flag)も頻繁にみられる他に、道路沿いの小流水により回転するマニ車も路傍に散見される。

(4) 自然公園

ブ国自然保護地域の分布を図5-3-1に示す。国道と自然公園との位置関係は概ね以下のとおりである。

- a) 東西道路のUra-Mongar間で国道はThrumshing La国立公園を横断する。
- b) 東西道路のChendebi-Tongsa間でBlack mountain国立公園の北側境界部分を通過する。
- c) 南北道路Wangdi-Gaylegphug線はSankos川とMa-chu川との合流点付近でBlack mountain国立公園を横断する。
- d) 南北道路Tongsa-Gaylegphug線のTongsa-Shemgang間で国道はBlack mountain国立公園の東部境界付近を通過し、またShemgang南方のTongsa川横断地点以南で国道はBlack mountain国立公園とRoyal Manas国立公園との境界部を通過する。橋梁No 5、No 6、No 7、No 8が国立公園内あるいは近傍に位置する可能性がある。

Royal Manas国立公園はブ国南部のインドとの国境地帯に存在する公園でありその生態系に関する調査が実施された。本自然公園は熱帯地域の野生動物や植物が豊富であり、UNESCOの世界遺産に指定されているインドのMannas虎保護区と連続している。Royal Manas国立公園管理計画によるとこの公園内の60%の地域で人間の活動が規制されている。現地調査中にこの公園付近の国道沿いでゴールデンラグーンの群れが目撃された。また、Black mountain国立公園はブ国中央部に聳えるBlack mountain山地に位置する自然公園でありその生態系については現在調査中であるが、高山から亜熱帯に至る多様な動植物の遷移が観察可能な地域として学術的に高い価値を有し、公園管理計画が現在作成中である。国立公園を管理しているのは農業省の自然保護課(Nature Conversation Section)であり、本プロジェクトの実施に際してはNCSとの協議が必要になるものと思われる。

5-3-2 自然環境

道路沿いの植生分布は非常に多様であり、また植生の密度も高い。とりわけ東西道路に

おいては標高の変化や地形の変化に対応して植生分布は多様に変化する。既存道路の存在が自然環境に与えている影響は次のとおりである。

- (a) 道路はほぼ全区間において切土工であり、ノリ面掘削により植生が除去されている。一般に切土ノリ面は長大であり、植生除去は大規模である。
- (b) 切土工により山腹斜面が不安定になるため、地滑り・斜面崩壊・落石が発生し、植生に悪影響を与えている。
- (c) 切土ノリ面にはほとんど保護工がないため風化岩地帯や段丘・崖錐地帯の切土ノリ面では土壌侵食が発生している。また不完全な道路排水システムが土壌侵食を助長している。
- (d) 切土工で発生した残土（岩片・土砂）をそのまま山腹斜面の下方へ投棄しているため、植生に悪影響を与えている。
- (e) 切土ノリ面を碎石場として利用しており、ノリ面拡大により植生の除去も拡大している。
- (f) 道路が森林へのアクセスを容易にしたため、不法な森林伐採を助長している可能性がある。

以上のように現在の国道がブ国の自然環境に与えている影響は否定できない。

5-3-3 公害

現在のところ、水質汚染・大気汚染・土壌汚染・騒音や振動・地盤沈下・悪臭といった公害はブ国では問題化していない。また、これらの公害に対する環境基準はなくモニタリングもなされていない。

5-4 プロジェクト概要(PD)、プロジェクト立地環境(SD)

プロジェクト概要及びプロジェクト立地環境を表5-4-1及び表5-4-2に示す。

表5-4-1 プロジェクト概要総括表

項 目	内 容
プロジェクト名	ブータン国橋梁整備計画調査
背景	山岳内陸国のブータン国にとって道路交通が唯一の交通手段である。しかるに厳しい自然条件のもとで毎年土砂災害が多発し、交通遮断が繰り返される。また耐用年数を過ぎた仮設橋は損傷が激しく、緊急的な橋梁架替が求められた。
目的	国道のベイリー橋 22 橋およびその取り付け道路を対象とした橋梁架替の計画策定。
位置	国道上のベイリー橋 22 橋およびその周辺。
実施機関	通信省公共事業局（道路建設局）
裨益人口	
計画諸元	
計画の種類	新設 / (改良)
計画道路の性格	高速 / 一般・都市部 / 地方部・平野部 / (山地部)
計画年次/交通量	2020 年 台 / 時 (台 / 日)
延長/幅員/車線数	22 橋総延長 900m 程度、幅員 3.4m
道路構造	盛土 / 高架 / 地下 / (橋梁) / (山地部を含む切土)
付属施設	インターチェンジ： カ所、 料金所： カ所
その他特記すべき事項	橋梁 22 橋およびその取付け道路を対象とする。

注) 記述は既存資料により分かる範囲内とする。

表 5-4-2 プロジェクト立地環境総括表

項 目		内 容
	プロジェクト名	ブータン国橋梁整備計画調査
社 会 環 境	地域住民 (居住者/先住民/計画に対する意識等)	地方型住民、遊牧民
	土地利用 (都市/農村/史跡/景勝地/病院等)	森林・農地・牧畜地としての土地利用。
	経済 / 交通 (商業・農漁業・工業団地 / パスターミナル等)	主として農・林業・牧畜業
自 然 環 境	地形・地質 (急傾斜地・軟弱地盤・湿地 / 断層等)	急峻な山岳地帯で、地滑り・斜面崩壊・土石流が発生しやすい。
	貴重な動植物・生息域 (自然公園・指定種の生息域等)	国立自然公園がある。その他の地域にも貴重な動植物が存在する可能性あり。
公 害	苦情の発生状況 (関心の高い公害等)	特に発生していない。
	対応の状況 (制度的な対策 / 補償等)	(環境基準の設定 or 特になし)
	その他特記すべき事項	宗教関連文化財に注意する。

注) 記述は既存資料により分かる範囲内とする。

5-5 合同スクリーニング、合同スコーピング

開発調査環境配慮ガイドライン「道路」(1994年1月、国際協力事業団)に従い、環境予備調査を実施した。環境予備調査は、事前調査の段階で実施する環境調査であり、プロジェクトの実施に伴う環境影響に関するスクリーニング及びスコーピングを行うものである。スクリーニングとは「環境影響調査の実施が必要となる開発プロジェクトか否か判断を行うこと」と定義されている。またスコーピングとは「開発プロジェクトに伴う環境影響要因のうち、重要と思われる分野・項目を明確にすること」と定義されている。

ブ国PWD担当者及びNEC環境影響評価担当者と共に実施した合同スクリーニング及び合同スコーピングの結果は表5-5-1及び表5-5-2に示すとおりである。この結果、現時点で影響が不明な5項目を含むアセスメント(EIA)の対象12項目が明確となった。重大なインパクトが予想される項目は、「廃棄物」、「災害」、「地形・地質」、「土壌侵食」、「湖沼・河川流況」、であり、また多少のインパクトが予想される項目は、「動植物」、「水質汚濁」である。また、現段階で影響が不明な項目は、「住民移転」、「交通・生活施設」、「遺跡・文化財」、「大気汚染」、「騒音・振動」となっている。

表5-5-1 スクリーニング結果

	環境項目	内容	評定	備考(根拠)
社会環境	1 住民移転	用地占有に伴う移転(居住種、土地所有の転換)	有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明	計画地に居住地区隣接。
	2 経済活動	土地等の生産機会喪失、経済構造の変化	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	計画地に居住地区、農地、放牧地があるが影響小さい。
	3 交通・生活施設	渋滞・交通事故等既存交通や学校・病院への影響	有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明	工事中の交通遮断。
	4 地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	地域分断の可能性小さい。
	5 遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財の損失や価値の減少	有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明	道路沿いの遺跡・文化財。
	6 水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権等の阻害	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	影響は小さい。
	7 保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生等衛生環境の悪化	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	ゴミ等の発生はない。
	8 廃棄物	建設廃材・残土、一般廃棄物等の発生	<input checked="" type="radio"/> 有・無・不明	掘削残土の発生。
	9 災害(リスク)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	<input checked="" type="radio"/> 有・無・不明	地滑り・斜面崩壊。
自然環境	10 地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	<input checked="" type="radio"/> 有・無・不明	切土工による地形・地質状況改変。
	11 土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	<input checked="" type="radio"/> 有・無・不明	切土ノリからの土壌侵食。
	12 地下水	過剰揚水等による枯渇、浸出水による汚染	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	地下水の揚水はしない。
	13 湖沼・河川流況	堤立や排水の流入による流量、河床の変化	<input checked="" type="radio"/> 有・無・不明	河川を橋梁が横断する。
	14 海岸・海城	海況の変化による海岸侵食や海岸植生の変化	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	海岸地帯は通過しない。
	15 動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	<input checked="" type="radio"/> 有・無・不明	国立公園、動植物の生息地を通過。
	16 気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	気象変化はない。
公共環境	17 景観	造成による地形変化、構造物による調和の阻害	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	景観への影響は小さい。
	18 大気汚染	車両や工場からの排出ガス、有毒ガスによる汚染	有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明	工事中の土砂粉塵、排気ガス。
	19 水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	<input checked="" type="radio"/> 有・無・不明	工事中の濁水発生。
	20 土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	土壌汚染を発生させる行為はしない。
	21 騒音・振動	車両・操車場等の稼働による騒音・振動の発生	有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明	騒音・振動による影響は小さい。
	22 地盤沈下	地盤変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	地下水揚水はしない。
	23 悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明	悪臭の発生要因はない。
	総合評価:	IEEあるいはFIAの実施が必要となる開発プロジェクトか	<input checked="" type="radio"/> 要・ <input type="radio"/> 不要	影響の考えられる項目が多数ある。

表5-5-2 スコーピング結果

	環境項目	評定	根拠
社会環境	1. 住民移転	C	居住地区を通過する。
	2. 経済活動	D	農耕地・森林・放牧地を通過するが影響は少ないと考えられる。
	3. 交通・生活施設	C	取り付け道路工事中の交通遮断の可能性あり。
	4. 地域分断	D	地域分断の可能性は少ない。
	5. 遺跡・文化財	C	遺跡・文化財が存在する可能性がある。
	6. 水利権・入会権	D	橋梁が河川を横断するがその影響は小さい。
	7. 保険衛生	D	保険衛生状況は悪化しない。
	8. 廃棄物	A	掘削残土が発生する。
	9. 災害(リスク)	A	地滑り・斜面崩壊・土石流が発生し易い。
	10. 地形・地質	A	切土ノリ面による地形改変、地山掘削がある。
自然環境	11. 土壌侵食	A	切土工による影響がある。
	12. 地下水	D	地下水の揚水は行わない。
	13. 湖沼・河川流況	A	橋梁工事により流況への影響がある。
	14. 海岸・海域	D	海岸地域は通過しない。
	15. 動植物	B	国立公園や貴重な動植物の生息地が存在する。
	16. 気象	D	気象への影響は考えられない。
	17. 景観	D	景観への影響は小さい。
公害	18. 大気汚染	C	工事中の土砂粉塵・車両からの廃棄ガス発生の可能性あり。
	19. 水質汚濁	B	橋梁工事期間中の水質汚濁。
	20. 土壌汚染	D	工事による有害物質の土壌浸透はない。
	21. 騒音・振動	C	工事期間中の騒音・振動。
	22. 地盤沈下	D	地下水の揚水はしない。
	23. 悪臭	D	悪臭の発生はない。

評定の区分：

A：重大なインパクトが見込まれる

B：多少のインパクトが見込まれる

C：不明（検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする）

D：ほとんどインパクトは考えられないためIEEあるいはEIAの対象としない。

5-6 本格調査におけるEIAの実施体制

5-6-1 環境影響評価項目

総合評価と今後の調査方針を表に示す。表5-6-1には、評定した環境項目について今後の調査方針を示した。

表5-6-1 総合評価と今後の調査方針

環境項目	評定	今後の調査方針	備考
廃棄物	A	掘削残土の発生量、処理法の検討、土捨場の調査	
災害	A	切土による地滑り・斜面崩壊・落石、また土石流危険箇所調査	地形・地質調査
地形・地質	A	切土法面を最小とするような工法の選定	地形・地質調査、類似地域の事例調査
土壌侵食	A	土壌侵食の規模の予測と防止工の検討	地形・地質調査、類似地域の事例調査
湖沼・河川流況	A	河川流量調査、橋梁による流況変化予測	
動植物	B	国立公園と橋梁の位置関係の調査、貴重な動植物の分布調査、保護対策の検討	植生分布、動物分布、水生生物調査
水質汚濁	B	工事中的水質汚濁予測と軽減対策検討	
住民移転	C	架橋地点・取り付け道路沿いの住宅分布調査	建物調査等
交通・生活施設	C	工事中的交通遮断の影響予測と対策検討	
遺跡・文化財	C	架橋地点・取り付け道路沿いの遺跡・文化財調査	
大気汚染	C	工事中的粉塵・重機排出ガス予測と軽減対策検討	
騒音・振動	C	工事中的騒音・振動予測と軽減対策検討	

評定の区分：

- A：重大なインパクトが見込まれる
- B：多少のインパクトが見込まれる
- C：不明（検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする）
- D：ほとんどインパクトは考えられないためIEEあるいはEIAの対象としない。

5-6-2 実施体制

ブ国には環境影響評価を実施する民間コンサルタントが存在しないため、インドの民間業者に環境影響評価を現地再委託することが考えられる。一方、本格調査は22ヶ所の橋梁を対象とし、その調査面積は小さいことが予想される。また、ブ国の特殊な自然環境や宗教と深く関連した文化・伝統等を考慮した場合、これらに熟知した自国の技術者を利用するのが望ましく、また技術移転や調査費用の面からも推奨される。したがって、本格調査における環境影響評価は、本格調査団の環境影響評価団員とPWDの環境部門技術者が共同で実施することが望ましい。環境影響評価の実施過程において、環境関連機関である農業省やWWF、また環境影響評価書の審査機関であるNECとの緊密な連絡・協議が必要とされるが、その際にブ国技術者が本格調査の環境影響評価業務に携わっている場合は関係機関との連絡・協議がより円滑に遂行されるものと期待される。

5-6-3 実施費用見積

本格調査団の環境影響評価団員とPWDの環境部門の技術者が環境影響評価を担当した場合は、PWDの技術者の費用はPWDで負担することになる。

5-7 関連情報

5-7-1 保護地等の指定状況

ブータン国には図5-3-1に示すように各地に全部で9ヶ所の保護地区（国立自然公園、野獣保護地区、自然保護地域）が存在し、その総面積は9,505km²であり、これは全国土面積の約26%に相当する。既往保護地区としては北部山岳地帯に位置するJigme Dorji野獣保護地区（42,000km²）、中央部に位置するBlack mountain国立公園（1,723km²）及びThrumshing-la国立公園（768km²）、西部国境地帯に位置するTorsa自然保護区（614km²）、東西国境地帯に位置するBomdilling野獣保護地区（1,300km²）及びSakteng野獣保護地区（650km²）、また南部のインドとの国境地帯に位置するPhipsoo野獣保護地区（278km²）、Thrumshing国立公園（768km²）、Royal Manas国立公園（1,000km²）がある。上記の他にTashiyangtse県（ゾンカ）のBumdeling地区を黒頸鶴の保護区としている。

5-7-2 ブータン国の希少動植物

ブータンは希少で価値のある多様な生物の宝庫である。注目すべき動物種としては、北部ヒマラヤ地帯にはターキン（ヤギの一種）、羊、狼、熊、レイヨウ、豹等が、また南部丘陵地帯には象、サイ、虎、野牛、Golden Langur等が生息している。野鳥は770種が記録されており、その中には貴重な種が含まれている。

植物種もブータン国の変化に富む気候を反映し熱帯常緑樹～高山植物と非常に豊富である。国土の55～60%は原生林によって占められており、そのうち少なくとも47種はブータン国固有の種とされている。また300種以上の高山植物が薬用植物として伝統的に利用されている他、観賞用植物も豊富であり、168種がヨーロッパに紹介されている。

森林及び自然環境保全法 (Forest and Nature Conservation Act, 1995) により狩猟・採取が禁止されている動植物を表5-6-2に示す。

表5-6-2 狩猟・採取が禁止されている動植物

	(1) Asian Elephant (2) Clouded Leopard (3) Golden Langer (4) Musk Deer (5) Pangolin
希少動物 (23種)	(6) Pigmy Hog (7) Snow Leopard (8) Takin (9) Tiger (10) Wild Buffalo (11) Black-Necked Crane (12) Monal Pheasant (13) Peacock Pheasant (14) Raven (15) Rufous-Necked Hornbill (16) Golden Mahseer (17) Spotted Deer (18) Gaur (19) Leopard (20) Leopard Cat (21) Himalayan Black Bear (22) Red Panda (23) Serow
希少植物 (7種)	(1) Eagle Wood/Indian Aloe Wood (2) Chinese caterpillar (3) Pang-gen metog (4) Snow down Lily (5) Blue Poppy (6) Yew (7) Ginseng

第6章 自然条件調査・交通量調査の実施体制

6-1 測量

6-1-1 ブータンの測量機関；Survey of Bhutanについて

ブータン国の国土基本図である縮尺1:50,000図面は、約30年前、1960～70年代初頭にインド政府の援助により整備された。これは、1956年12月から1960年10月にかけて撮影した縮尺1:40,000、1:50,000、1:60,000の空中写真に基づき図化した、全81葉からなる。ブータンの国道網が完成したのは約10年前であるため同1:50,000地形図には路線が記載されていない。ブータン国の地図インデックスを図6-1-1に示す。

その他の図面として、図6-1-1に示すとおり、Swedsurveyにより1991年SPOT衛星による縮尺1:50,000が81葉と（一部入手；収集資料28参照）100mコンターと地名が記載された縮尺1:50,000の衛星写真図が1葉があり、更に最近一部の地域において1:25,000地形図（8葉）が作成されている当該調査対象範囲外である。

また、図6-1-1に示すとおり、農業省のLand Use Planning ProjectにおいてSPOT衛星写真を基に1997年全国を対象とした縮尺1:50,000（200mコンター）の土地利用図がDANIDAの援助で作成されている。その他同プロジェクトでは県単位の土地利用図及び斜度図等も作成している。事前調査団は同土地利用図には道路線形が記載されているため、収集資料27に示すとおり当該プロジェクト対象地域18葉を入手した。

その他、ブータンにはUNDPの援助によるランドサット画像（1977、78年）をモザイクにした1:250,000の図面等がある。また縮尺1:15,000の航空写真が1986-87年にかけてSurvey of Indiaによって撮影されたとの情報もあるが、ネガはブータンにはない。更に、Survey of Bhutanに対しPWDより文書にて公式に1:50,000地形図に対象道路路線の記載を依頼したが、1:50,000地形図は国外持ち出しが禁止されているとのことで拒否された。

大縮尺図については、個別プロジェクト毎に対応し、測量局自ら作成している。しかしながら、航空写真撮影に関しては他のダムプロジェクトでも雲量が多く失敗している。更に写真12に示すように基準点は道路沿いにあるもののSurvey of Bhutanの話によればZ方向の精度の信頼度はかなり低い。このため、近々インドの無償としてGPSセット3台がSurvey of Bhutanに供与される。

Survey of Bhutanの既存機材（図化機、写真処理機材、カラー印刷機、建物）は、UNDPが全て供与した。

1991年にインドがTashigan及びMongal谷の航空写真撮影を実施、更に1993年7月から以下のプロジェクトを推進することをインド政府と交わした。

BHUTAN

Sheet Index for
Topographic Maps 1:50 000

Land Use Map 1:50 000
(Contour 200m interval)

Project Road ———

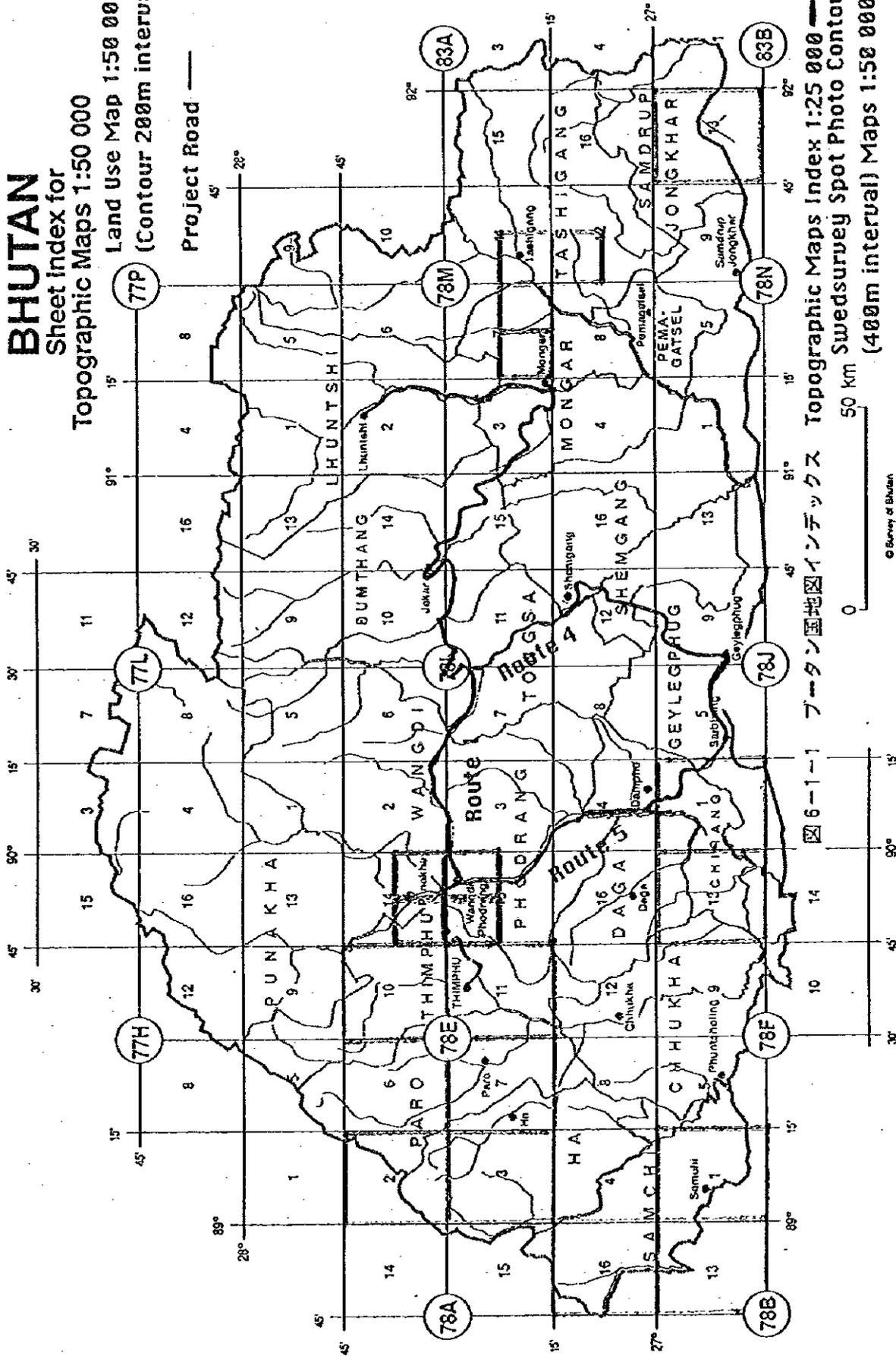


図 6-1-1 ブータン地図インデックス Topographic Maps Index 1:25 000
Swedsurvey Spot Photo Contour (400m interval) Maps 1:50 000

出典 : Survey of Bhutan

- 1) 基準点網整備
- 2) 1:50,000修正
- 3) 1:25,000新規図化(8面のみ)
- 4) デジタルマッピング用機材の供与
- 5) 施設建設

これらの作業の内、2)については既に8面が終了したが調査範囲外。1)、3)は現在作業中。最近のSurvey of Bhutanの組織図を図6-1-2に示す。

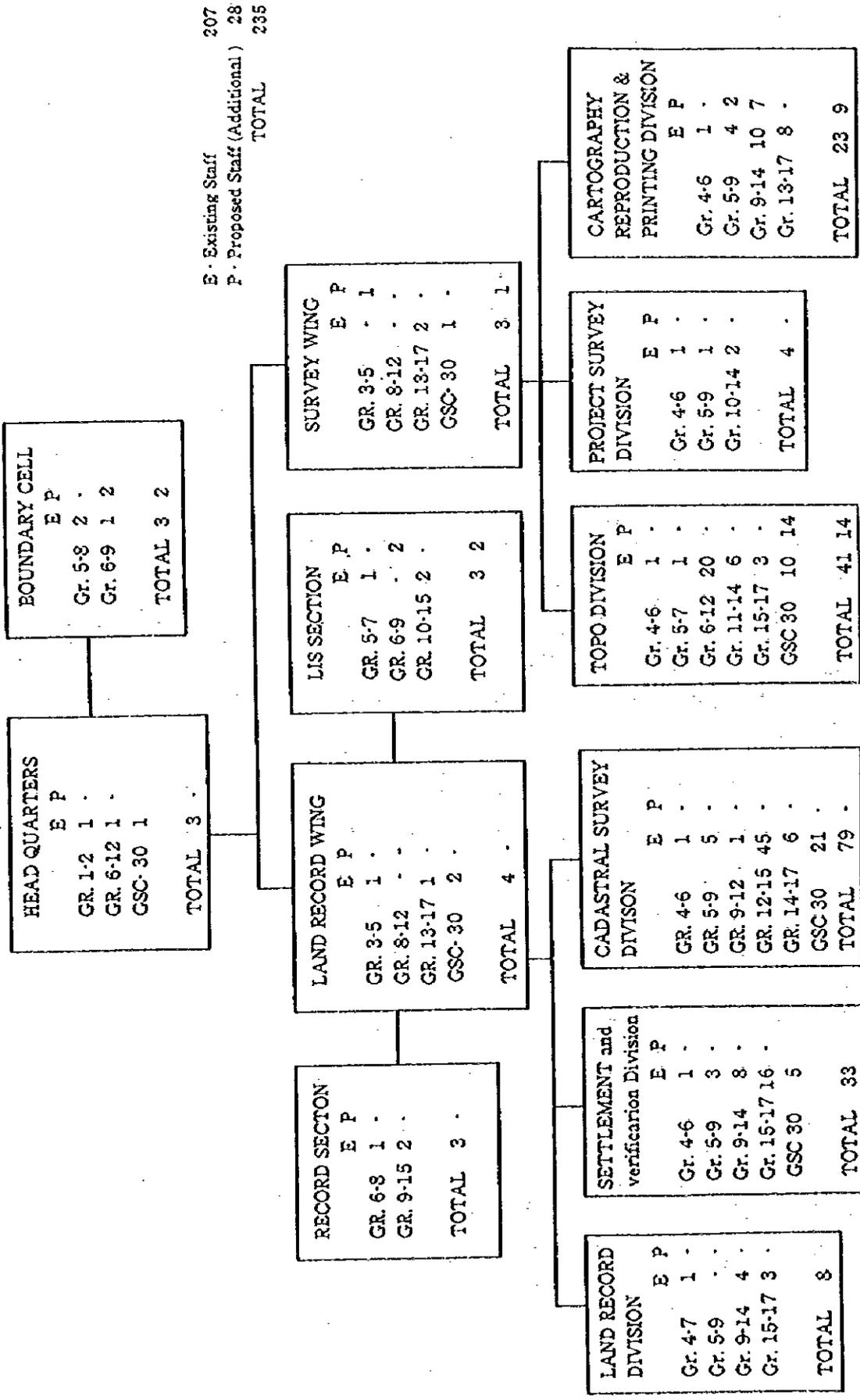
調査団は、現地踏査をとおり、既存道路がほとんどが写真-11、22に示すような急峻な区間であることから地上測量による横断測量も物理的に無理であり、かつ雲量が多く航空写真撮影も難しく、地質的にも不安定な既存道路のF/Sに必要な精度の路線測量に関しては極めて困難であると判断した。

6-1-2 PWDの測量チーム

現在PWDは橋梁架橋地点等限られた範囲の測量に関して、自らの測量チームを4班組織内においている。事前調査団がブータン滞在中は、ちょうど全班共同でスイスの無償援助が決定したWangdi橋架橋地点の測量を実施していた。参考にWangdi橋架橋地点の測量図面を図6-1-3に示す。また、同測量チームが所有している測量機材を表6-1-1に示す。

調査団は、ブータン国に民間測量会社がないため、現在のPWDの測量技術と組織で当該プロジェクトが必要とするF/S対象5橋の架橋地点の縮尺1:200地形図が作成可能であると判断した上で、PWDと協議し、M/M(資料4)にあるようPWDの便宜供与による架橋地点地形図の作成を依頼した。その際、M/MにあるようPWDはZ方向の精度を確保するため現在所有していないGPSの供与を日本側に要請した。

STAFF STRENGTH SURVEY OF BHUTAN



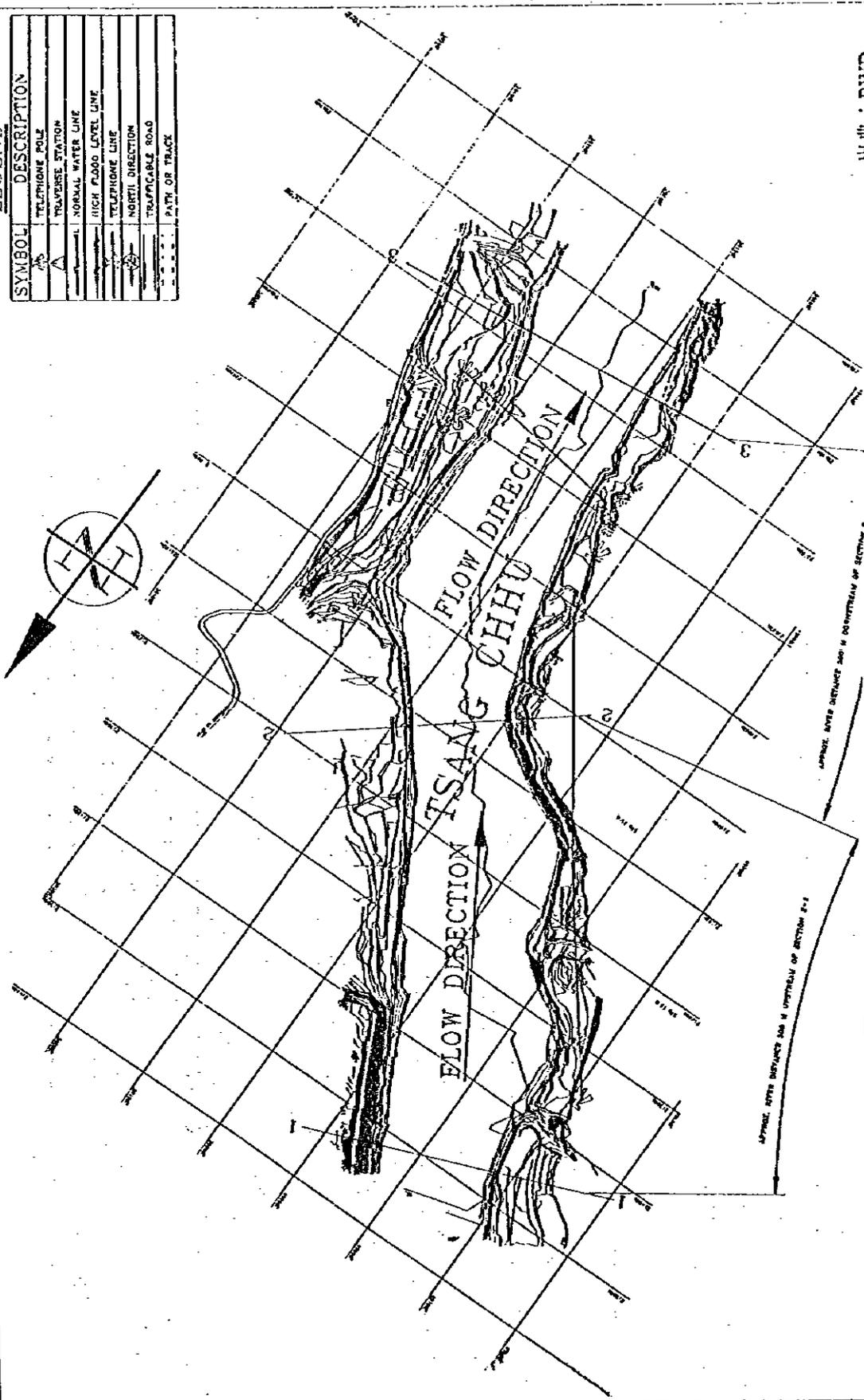
E - Existing Staff 207
 P - Proposed Staff (Additional) 28
 TOTAL 235

出典：Survey of Bhutan

図 6-1-2 Survey of Bhutan組織図

LEGEND

SYMBOL	DESCRIPTION
⊕	TELEPHONE POLE
⊙	TRAVERSE STATION
—	NORMAL WATER LINE
—	HIGH FLOOD LEVEL LINE
—	TELEPHONE LINE
—	NORTH DIRECTION
—	TRAFFICABLE ROAD
—	PATH OR TRACE



出典：PWD

図 6-1-3 PWD測量チームによる作成されたWangdi橋計画のための地形図

SURVEY AND DESIGN CELL
 WANGDI BRIDGE SITE NO. 2
 NEAR AGRICULTURE EXTENSION OFFICE
 PLAN WITH PROPOSED L/A OF BRIDGE 200202 01

MINISTRY OF COMMERCE

APPROX. HORIZONTAL DISTANCE AND A QUARTER OF SECTION 2-1

表 6-1-1 PWD測量チームが所有する測量機材

LIST OF SURVEY INSTRUMENTS AVAILABLE WITH SURVEY AND DESIGN CELL.

Sl.No.	DESCRIPTION OF ITEMS	QUANTITY	YEAR OF PURCHASE	CONDITION	REMARKS
1.	WILD EDM TC1600 TACHYMAT (Each set consist of the following) Tripod stand 3 No. Traverse set 1 No. Prism pole 2 No. Battery charger 1 No. GB70 Battery 1 No. GB77 Battery 2 No. GIF10 1 Set Extension pole 2 No. Rec-module 3 No.	3 SET 9 No. 3 No. 6 No. 3 No. 3 No. 6 No. 3 SET 6 No. 3 No.	1 SET WAS PURCHASED IN 1992. 2 SET WAS PURCHASED IN 1988	1 SET IS NOT WORKING WORKING WORKING 2 NO. NOT WORKING WORKING WORKING WORKING 1 No. NOT WORKING 3 No. NOT WORKING WORKING	WITH S&D CELL WITH S&D CELL
2.	WILD T16 THEODOLITE WITH STAND	7 SET	1990	WORKING	3 NO. WITH FIELD DIVISION 4 NO. WITH S&D CELL
3.	NA24 ENGINEERING LEVEL WITH STAND	3 SET	1992	WORKING	2 NO. WITH FIELD DIVISION. 1 NO. WITH S&D CELL
3.	PRISMATIC COMPASS	4 NO.	1991	WORKING	WITH S&D CELL
4.	PRISMATIC COMPASS	5 NO.	1994	WORKING	WITH S&D CELL
5.	GHAZ TRACER	5 NO.	1994	WORKING	WITH S&D CELL
6.	ALTIMETER	12 NO.	1991	WORKING	WITH S&D CELL
7.	PEDOMETER	18 NO.	1991	WORKING	WITH S&D CELL
8.	STOP WATCH	17 NO.	1991	WORKING	WITH S&D CELL
10	ABNEY LEVEL/CLINOMETER	3 NO.	1992	WORKING	WITH S&D CELL
11.	PLANIMETER	2 NO.	1994	WORKING	WITH S&D CELL
12.	HAND AUGER SET	1 SET	1992	WORKING	WITH GEOLOGY AND MINES
13.	TWO WAY HAND HELD RADIO (YEUSU)	2 SET	1992	1 SET NOT WORKING	WITH S&D CELL
14.	PORTABLE GENERATOR	4 NO.	2 NO PURCHASED IN 1992 AND OTHER 2 NO. IN 1988	1 NO. NOT WORKING	WITH S&D CELL. ALL REQUIRED SERVICING.
15.	NOTE BOOK COMPUTER	2 NO.	1992	BOTH ARE NOT WORKING	1 NO. WITH S&D CELL. 1 NO SENT FOR REPAIR. NO DATA PROCESSOR AT PRESENT.
16.	LAPTOP COMPUTER 2EDD SYSTEM, NO HDD	2 NO.	1988	BOTH ARE NOT WORKING	WITH S&D CELL.
17.	MEASURING TAPE 30 METER	3 NO.	1994	WORKING	WITH S&D CELL
18.	DIAGONAL EYE PIECE	7 NO	1990	WORKING	3 NO. WITH FIELD DIVISION. 4 NO. WITH S&D CELL.

出典 ; PWD

6-2 土質・地質調査

ブ国には民間の地質調査会社は存在しない。地質調査業務は地質鉱山局(Department of Geology and Mines)が実施しており、鉱山開発の他にPWDが発注した土木・建築のための地質調査を実施している。地質鉱山局はボーリング機6台を保有し、そのメンテナンスも十分になされている。また多くの調査実績を有し、ブ国のローカルな地質状況に精通し、またボーリング機械のオペレーターの技術水準も高いものと判断される。したがって、本格調査時の土質・地質調査は本格調査担当団員の監理のもとに地質鉱山局が実施するのが最適であると考えられる。またPWDは土質試験室を有し、物理試験・力学試験・CBR試験等の土質試験の十分な能力を持つと判断される。したがって、本格調査時の室内土質試験はPWDで実施可能である。

6-3 交通調査

ブタンには民間の交通量調査会社は存在しない。アジア開発銀行が東西道路のF/Sを実施した際、PWDが一般交通量調査及び軸重調査等を担当した。従って、当該プロジェクトに関してもM/MにあるようにPWDの交通量調査チームに交通調査を以下のように依頼した。図6-3-1にPWDの交通量観測地点と当該調査のための交通調査地点を示す。なお、PWDの交通量観測地点は主要な町の周辺で実施しているためかなりの内々交通が含まれていると思われる。このため県境における交通量調査を当該プロジェクトでは実施する。

図6-3-1に示すように日平均混合交通は50台以下と極めて少ないため各調査地点の路側ODの抽出率は100%とする事が望ましい。

更に、対象道路網が現在降雪あるいは土砂崩れのため全天候道路ではなく、また、実際にインド国内を利用している交通量が多いと予測されるため、交通量配分条件決定のためインド国内の道路を含めた走行速度調査と道路状況を調査する必要がある。

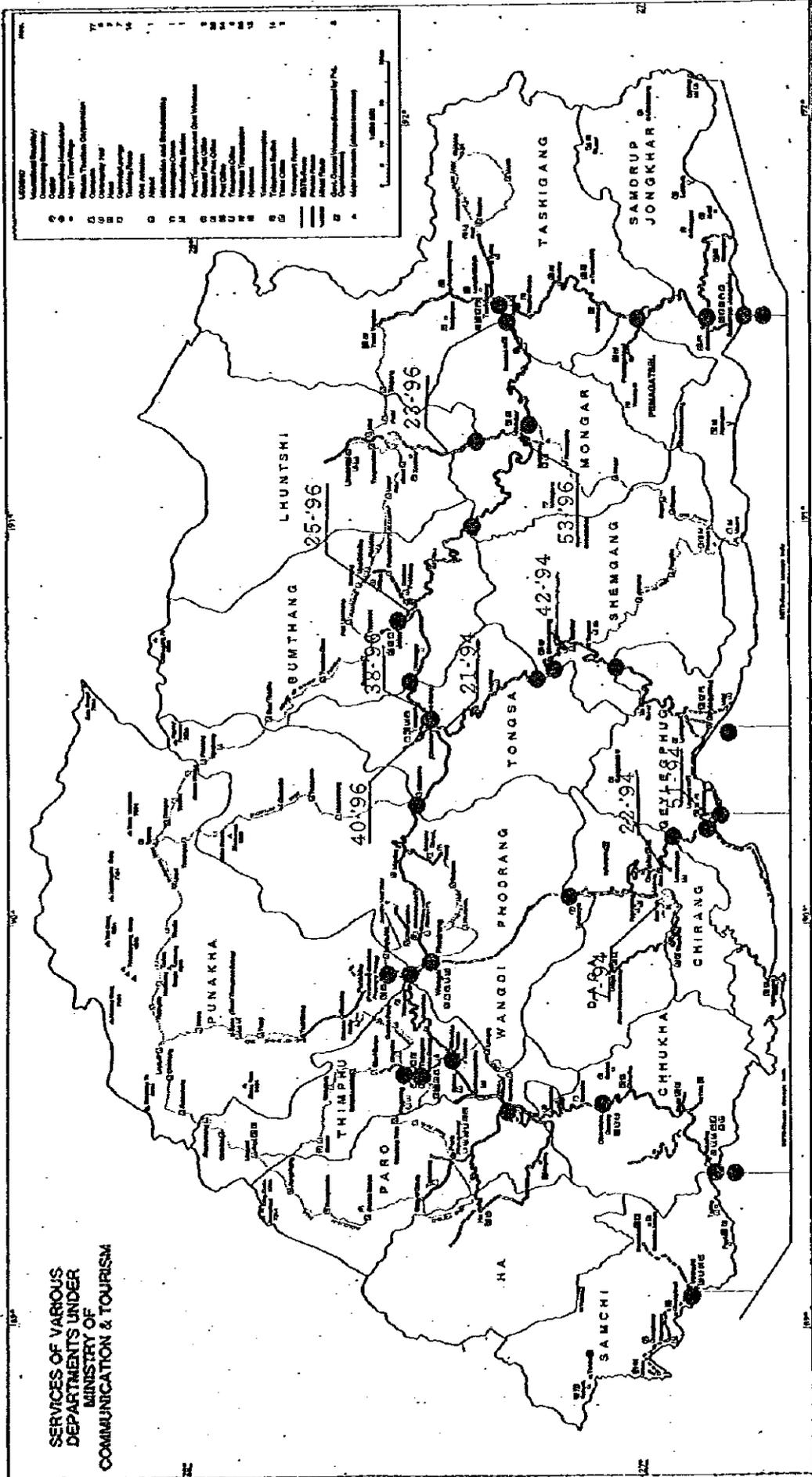
以下に必要な交通量調査内容を示す。

交通量調査

PWDの交通調査チームの協力により以下の交通量調査を実施する。

路側OD調査 計3日間10地点	対象国道District境界10地点	3日間12時間調査
一般交通量観測 計3日間12地点	対象国道District境界10地点	1日間24時間調査 2日間12時間調査
	橋梁No21、22 計2地点	1日間24時間調査 2日間12時間調査
走行速度調査	ブタン国内の国道、対象道路及びインド国内の代替道路	

Location of Proposed Sectional and Road Side O-D Traffic Survey



SERVICES OF VARIOUS DEPARTMENTS UNDER MINISTRY OF COMMUNICATION & TOURISM

- ① One day 24 hours and 2 days 12 hours traffic counts and three days 12 hours O-D survey (100% of traffic)
- ② Three days 12 hours traffic counts
- ③ PND Permanent Traffic Count Stations
- ④ Proposed Sectional Traffic and O-D Survey Stations 1)
- ⑤ Proposed Sectional Traffic Survey Stations 2)
- ⑥ Weigh Bridge

ADT-Year

図 6-3-1 交通量調査観測地点及び当該調査の交通調査地点

6-4 その他関連情報

1997年4月首都における価格調査結果を表6-4-1そして調査団が確認した現地調査のための地方都市の宿泊可能な都市を図6-4-1に示す。また、写真-18に示すJakarのログでも電力が不足しており18:30から21:00までの送電であった。従って現地にて、充電が必要なラップトップ・コンピューター等を使用するためには注意が必要。また、首都においてはカラーコピー機もあったが調整中で利用できなかった。更に、事前調査団は現地調査中5回も車のタイヤのパンクにあった。現地の車はタイヤはほとんど丸坊主であり、現地調査時に現地の車を借り上げる際は事前にチェックする必要がある。なお、現地では、タイヤ等の修理屋は土曜日の午後と日曜日が休日であり、週末の調査はなるべく避けるべきである。また、現地調査には表6-4-2に示すような特別な外国人旅行許可書が必要なためPWDに対し前もって予定を連絡する必要がある。

資材・機材単価表

表6-4-1 価格調書

1997.April

Unit: Nu=IRsi \$=35.1Nu

No.	種目	仕様サイズ	価格NU (Thimphu)	備考
1	人件費			
1-1	シビルエンジニア		4~6,000/月	
1-2	メカニカルエンジニア		4~6,000/月	
1-3	ドライバー	重機	2,500/月	
1-4	ドライバー	トラック・カー	2,500/月	
1-5	スキールレバー		75/日	
1-6	アンスキールレバー		50/日	
1-7	ハウスキーパー及び ウォッチマン		30/日	
2	宿泊代			
2-1	高級ホテル	三ツ星シングルルーム	2,500/日	
2-2	普通ホテル	三ツ星シングルルーム	1,700/日	
3	レンタルハウス			
3-1	レンタルハウス	3ベッドルーム、キッチン&ダイニング	4,000/月	
3-2	レンタルハウス	2ベッドルーム、キッチン&ダイニング	—	
4	車両チャーター代			
4-1	ステーション・ワゴン	ランドクルーザー4WD-87型	8/km	含燃料、運転手
4-2	ピックアップ	ダブピックアップ4WD-87型	8/km	ク
4-3	ジープ (タクシー)	場所指定—ネゴベース	5~6/km	タクシー
4-4	トラック	8トン車—Tataインド製	1,706~2,306/day	
4-5	ブルドーザー	キャタピラ8トン	5,630/day	
4-6	クレーン			
5	燃料			
5-1	ガソリン		23/l	
5-2	ディーゼル		9.6/l	
6	コピー		1/頁	
7	DHL	普通便	\$289/10kg	
		ジャンボボックス	\$250/25kg	
8	複写機	リコー4027	4000\$	
	ファックス	Panasonic Kx-F130B	450\$	

表 G-4-2 外国人国内旅行許可書

དམལ་ལྷན་འགྲུབ་ཁང་།
 མི་ཕྱིན་ལས་ཁྲུང་།

ROYAL GOVERNMENT OF BHUTAN
 DEPARTMENT OF IMMIGRATION AND CENSUS

འགྲུབ་ཏུ་བཀག་བཟུམ་ཅན་གྱི་ཚོན་གསལ་གྱི་ཚོན་གསལ་

"SPECIAL PERMIT FOR RESTRICTED
 AREAS IN BHUTAN"



① Mr. Hiroshi Yoshida

② Ms. Tomoko Nishiuma

③ Mr. Kunio Ohashi

No. 31979 ④ Mr. Horoshi Nakamura

Name Mr. Minoru Arita Sur Name (All Japanese)

Identity Card No. (Passport No.) B. 3122744, B. 3122586, MB 3033237, B. 3122745, B. 3122747

Visa No. M.F.A./US/DA/440 H. 1-4-97

Is hereby permitted to visit/stay in restricted areas viz. Wangdue, Trongsa,

Bumtha (Jakar) Mongar and Zhemgang only.

For a period of 17.4.97 To 30.4.97

For the purpose of DEVELOPMENT STUDY OF ROADS AND BRIDGES

Date of issue 15.4.97

Place of issue Thimphu

Joint Director
 Registration Division
 Ministry of the Royal Palace

འདི་ལས་ལས་ཁྲུང་གི་ཚོན་གསལ་གྱི་ཚོན་གསལ་ཁྲུང་གི་ཚོན་གསལ་གྱི་ཚོན་གསལ་

འདི་ལས་ལས་ཁྲུང་གི་ཚོན་གསལ་གྱི་ཚོན་གསལ་གྱི་ཚོན་གསལ་གྱི་ཚོན་གསལ་

Note: Any extension required should be obtained from the Department of Immigration & Census. Any violation of the permit is punishable under the existing laws of the Royal Government of Bhutan.

C/O PWD T/Phu

第7章

7-1 本格調査実施上の基本方針・留意事項

7-1-1 基本方針

ブータン国内の主要都市を結ぶ東西道路で、しかも交通量の多い区間にある橋梁から優先的に整備していくことが妥当であろう。なおブータンにおいてもカウンターパートの説明によれば6～25mは小規模橋梁にクラス分けされているため、国道5号Wangdi Bridge Sunkosh間の対象橋No.9～No.20の13橋のうちNo.9, 11, 12, 13, 14, 17の6橋は18m以下でしかも建設年次は1985年以降であり耐荷重もNo.11を除いて18トン以上ある。従って、ブータン国において技術的に十分建設可能な小規模橋梁の取り扱いは、本格調査開始時点において整理する必要がある。

一方、5号線を除いた対象区間の橋梁は建設年から20年以上も経過し、ベアリー橋としての耐用年数を過ぎており、耐荷力も著しく低下している。これらを健全な状態に回復させるには、多くの補修費用を要する。また、車輛を通しながらの補修工事は、技術的にも困難である。更に将来の大型車両の増加等を考慮すれば、新設を前提としてブータン国と協議することになる。

7-1-2 留意事項

(1) 橋梁架替えによる家屋移転

架橋地点で家屋移転を伴う場合、補償交渉で多くの時間を要し、事業の着手が遅れるケースがあるので、FS対象橋梁を絞り込む条件の一つになる。

(2) カウンターパート機関への技術移動

橋長50～100mクラスの橋梁の設計・施工・管理等に関する技術力を高めるために、調査期間中に日本国内でトレーニングし、人材の育成を行うことが重要である。

(3) 架橋地点の選定

河川幅の狭いところで架橋し、橋長を短くすれば、全体工事費を削減できるが、河床洗掘、河岸浸食を考慮して橋梁計画を立てる必要がある。

また、一般的に仮橋を設け、現位置での架橋か、別線での架橋かは取付道路も含め、建設費用を比較の上、ブータン国と協議することになる。

(4) 橋梁の設計基準

ブータン国では基準がないので、適用する設計基準は協議となる。特に設計荷重については、車輛の通行実態及び日本国の基準との比較等から決めることになろう。また、地震の影響については過去のデータを調査して、必要ならば設計に反映することになる。

(5) 橋梁形式の選定

①上部工

支間長から経済的なものが選定されているが、ブータン国の場合、品質管理、労務者及び資機材の調達等の難易度も重視する必要がある。

②下部工

河川内に構築する中間橋脚は、河床洗掘、流水阻害及び玉石等の存在する水中での施工法を考慮する必要がある。

(6) 地形・地質的地域特性の把握

調査地域はその特異な地形・地質・気象に起因した侵食・土砂生産活動の極めて活発な地域であり、自然災害の多発地帯でもある。調査地域における自然災害の特性を十分に調査・理解することにより、計画橋梁が受ける自然災害の種類や、逆に橋梁建設により発生する自然災害を事前に予測し、これを防ぐ対策を講ずる必要がある。

(7) 地質調査

ブータン国では、道路計画に関連したボーリング調査は現在まで殆どなされていない。ボーリング調査に代わるものとして、簡易なコーン貫入試験や橋梁施工時のテストピット掘削による地質状況の確認や、平板載荷試験が実施されている。しかし、計画・設計段階においてボーリング調査を実施するのが望ましい。本格調査時のボーリング調査では、優先度の高い5橋程度について、砂礫層の地盤強度・岩盤の深度を調査するが、岩盤が地表部に露出している地点では、ボーリング調査は不要である。また、防災の観点から架橋地点を中心として出来るだけ広範囲の地形・地質調査を実施する。また、災害発生時危険箇所の判読に空中写真は非常に有効である。現時点で利用できる空中写真は最新のものではないが、利用可能な空中写真を活用し、防災の観点から空中写真判読を行う。既往地質関連の資料としては、全土をカバーする広域地質図(50万)があり、ブータン国の地質概要の把握には役立つ。

(8) 環境配慮上の留意事項

〈廃棄物〉

切土工により発生する掘削残土の土捨場の選定やその処理方法について検討する。

〈災害〉

道路切土ノリ面が地滑り・斜面崩壊・落石の発生原因となるケースが多いため、取付け道路が切土となる場合は、地滑り・斜面崩壊・落石防止工法を検討する。

〈地形・地質〉

切土ノリ面が、地滑り・斜面崩壊・土壌侵食の原因となる可能性があるため、工場個所の地形・地質調査結果に基づき、適切な工法の検討を行う。

〈土壌侵食〉

橋梁・取付け道路建設により生じる切土ノリ面・裸地から生じる土壌侵食や、道路排水による土壌侵食を予測・評価すると共に、対策工法を検討する。

〈湖沼・河川流況〉

橋梁の建設による河川流況の変化を予測すると共に、その対策を検討する。また、洪水時の流況も検討する。

〈動植物〉

ブータン国は、自然環境の保護を国是としており、動植物の保護に重点を置いている。No.5、No.6、No.7、No.8 橋は、Black mountain国立公園及びRoyal Manas国立公園内にある可能性があり、この4 橋梁及びその他の橋梁についても、国立公園との位置関係を正確に把握すると共に、橋梁工事が生態系に与える影響を調査する。また、国立公園以外の地域においても、プロジェクト実施が生態系、とりわけ水生生物に与える影響を調査する。

〈水質汚濁〉

橋梁建設工事中の濁水発生を予測すると共に、その対策を検討する。また、河川の水質汚濁による漁業への影響も検討する。

〈住民移転〉

地形的制限から定住可能域が非常に狭いため、架橋地点あるいは取付け道路付近にも民家が存在する可能性があり、実施機関による移転計画、代替地等の補償内容を調査し、評価する。

〈交通・生活施設〉

国道には迂回路がないため、橋梁新設工事や取付け道路建設工事中の交通遮断は既往交通に重大な影響を及ぼす。工事中の交通遮断の影響予測と対応策を検討する。

〈遺跡・文化財〉

ブータン国では仏教が盛んであり、国民生活に深く浸透し、道路沿いにも宗教関連物が多い。架橋地点周辺の宗教関連の施設や遺跡、また宗教と関連した自然環境等について調査する。

〈大気汚染〉

取付け道路の切土工により発生する粉塵、また工事車両からの排出ガスの影響を予測評価する。

〈騒音・振動〉

掘削工事や工事車両からの騒音・振動を予測評価する。

(9) 交通調査の留意事項

現在ブータン国内の物資輸送はブータン国内のみでなくインドの道路に大きく依存している。このため交通量配分にはインドの関連道路網を当該調査で組み込む必要がある。そのために、走行速度調査や道路条件を把握する必要がある。

ブータン国では数年前まで本格的な交通量調査は実施されていない。また調査地点はチェックポストか大きな町の周辺であり、かなり内々交通が含まれている可能性が高い。そのためスクリーンラインとして、県境での断面調査及び路側OD調査がのぞまれる。

(10) 測量調査

PWD測量チームの能力からしてF/S対象橋梁5橋のうち可能性の高い橋梁架橋地点の地形測量をなるべく早めに指示する方向が望ましい。

④ 交通量と橋梁形式

対象橋梁区間の交通量は日50台以下であるこのため、なるべく安価な橋梁を採用すべきである。参考に現在スイスがWangdi橋のF/Sを実施しているが、コンクリート、スチール及び木橋の3タイプを比較検討している。

