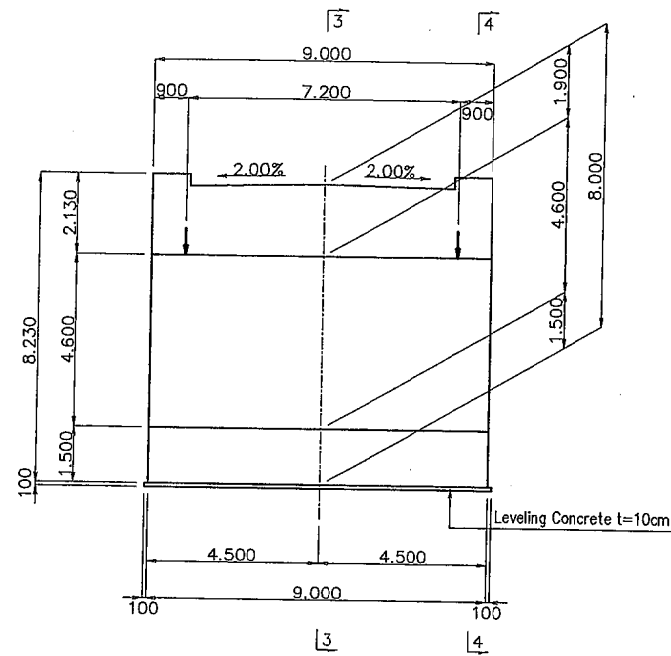


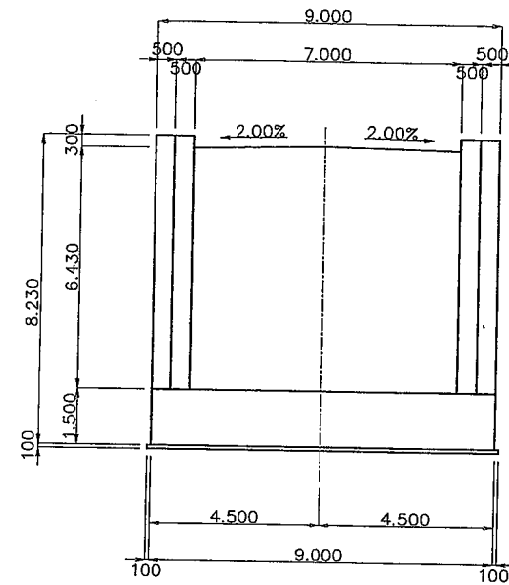
No.1 KURI BRIDGE

A1 ABUTMENT

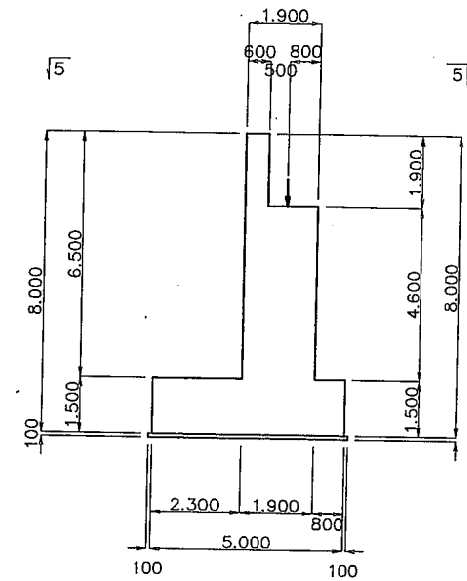
SECTION 1-1



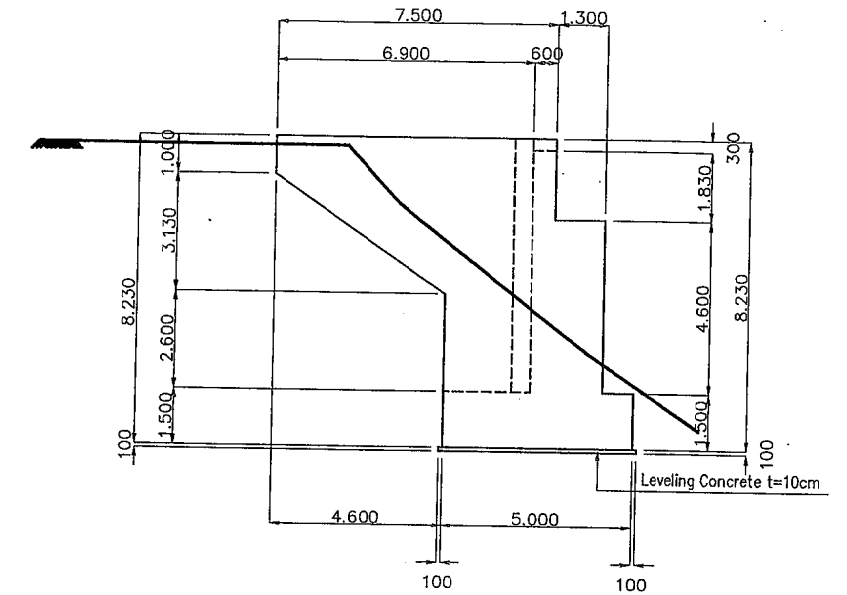
SECTION 2-2



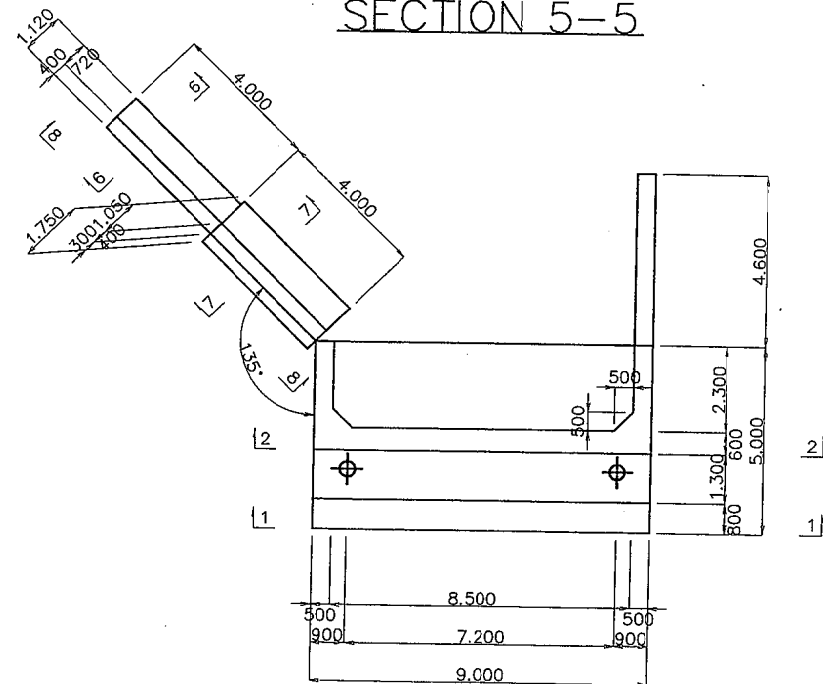
SECTION 3-3



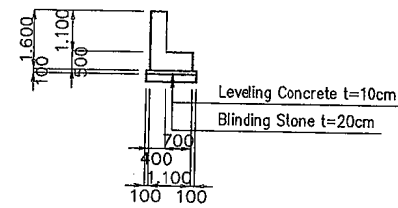
SECTION 4-4



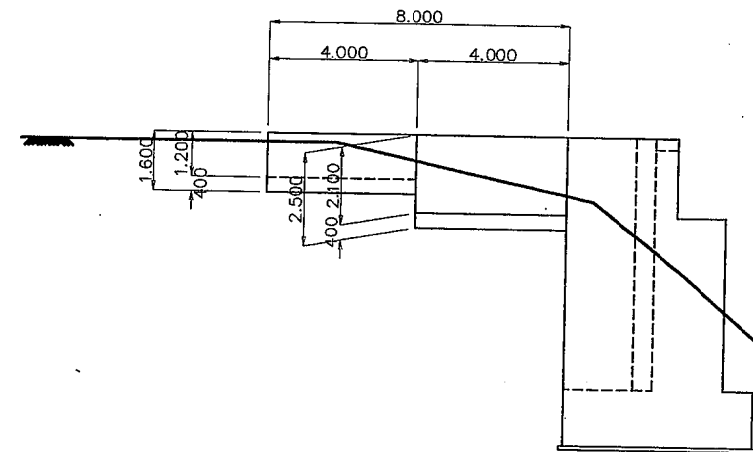
SECTION 5-5



SECTION 6-6



SECTION 8-8



SECTION 7-7

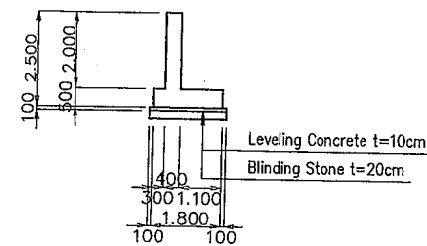


Figure ABUTMENTS AND RETAINING WALLS S=1:200

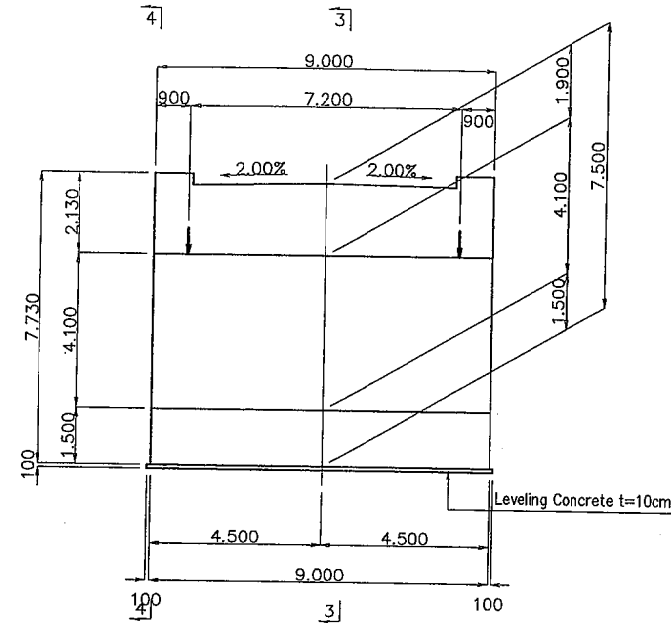
橋台・擁壁構造図

| | | | |
|---|--|-------------|------|
| PROJECT NAME | BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE KINGDOM OF BHUTAN | | |
| DRAWING NAME | ABUTMENTS AND RETAINING WALLS | | |
| SCALE | As shown | DRAWING No. | 1/10 |
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) | | | |

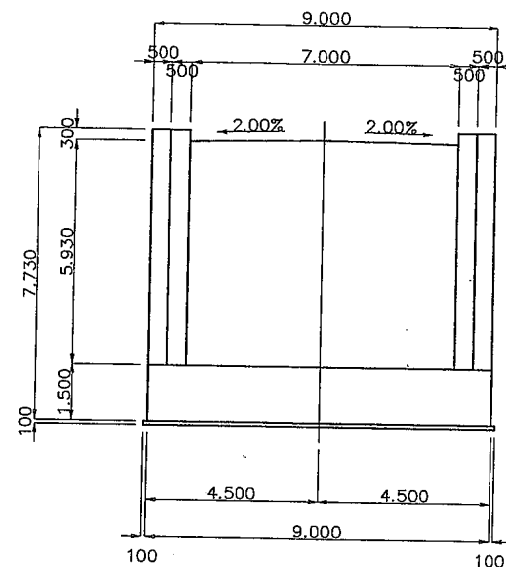
No.1 KURI BRIDGE

A2 ABUTMENT

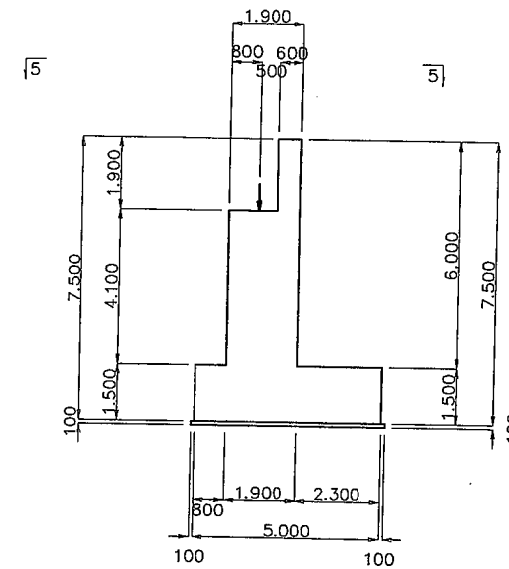
SECTION 1-1



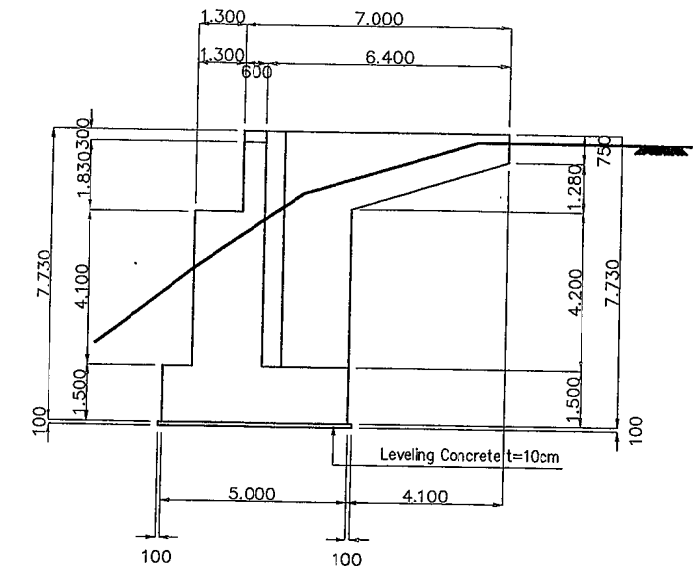
SECTION 2-2



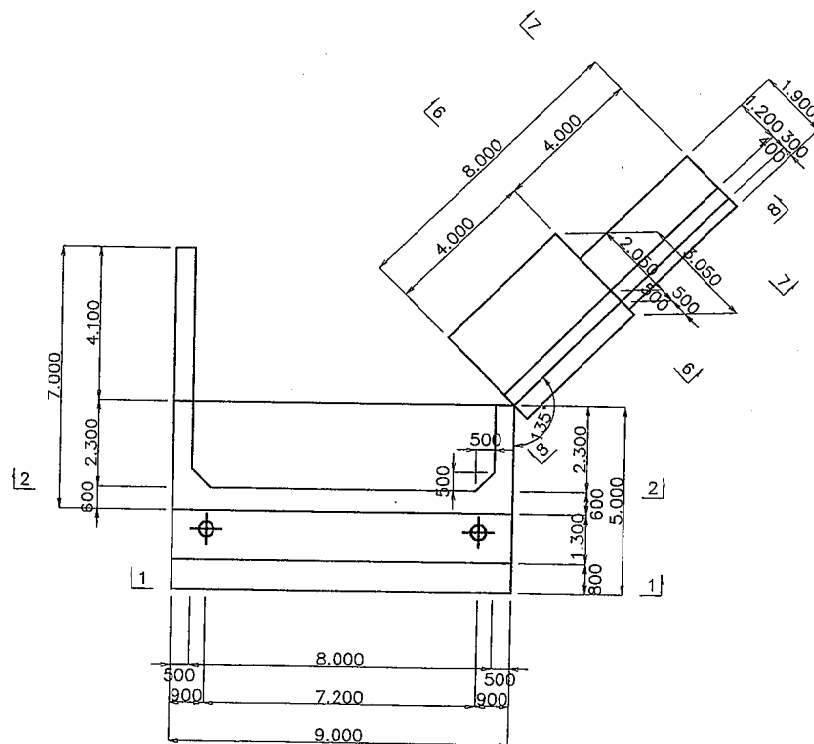
SECTION 3-3



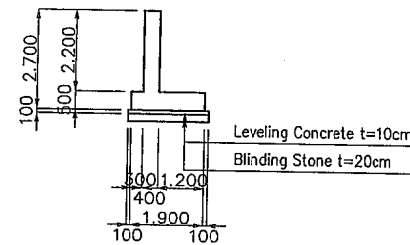
SECTION 4-4



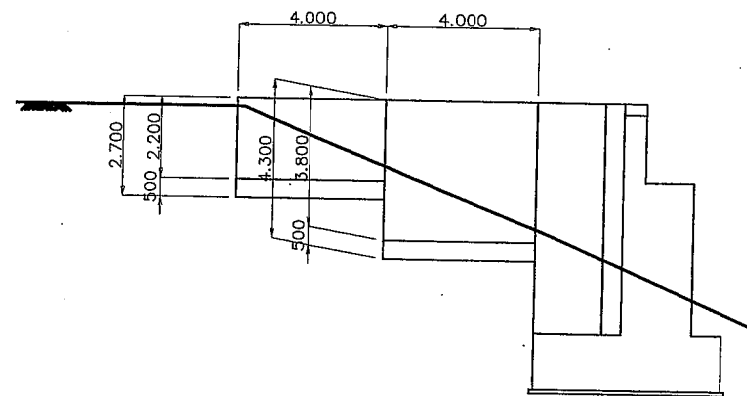
SECTION 5-5



SECTION 6-6



SECTION 8-8



SECTION 7-7

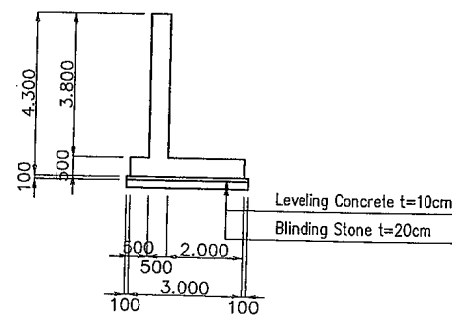


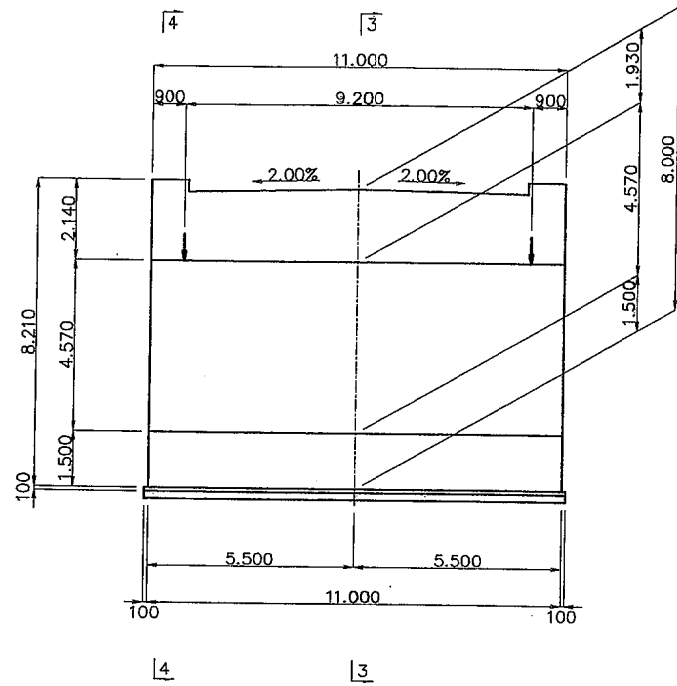
Figure ABUTMENTS AND RETAINING WALLS S=1:200

| | | | |
|---|--|-------------|------|
| PROJECT NAME | BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE KINGDOM OF BHUTAN | | |
| DRAWING NAME | ABUTMENTS AND RETAINING WALLS | | |
| SCALE | As shown | DRAWING No. | 2/10 |
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) | | | |

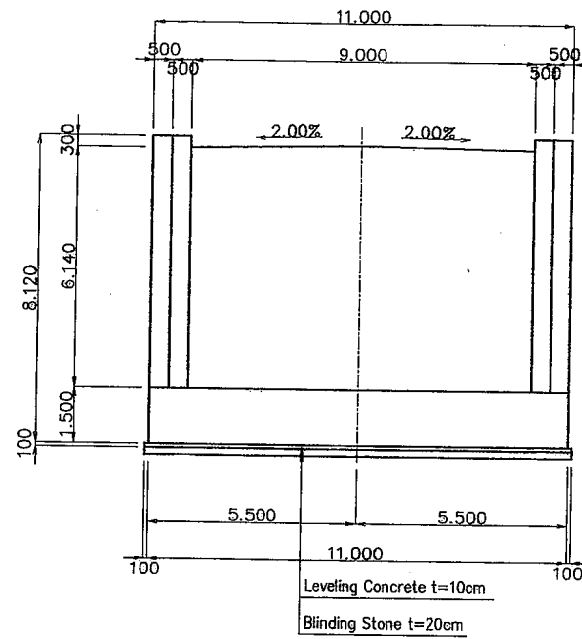
No.2 CHAMKAR BRIDGE

A1 ABUTMENT

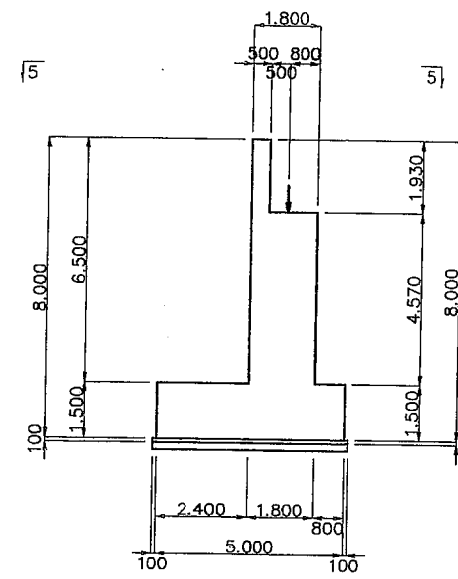
SECTION 1-1



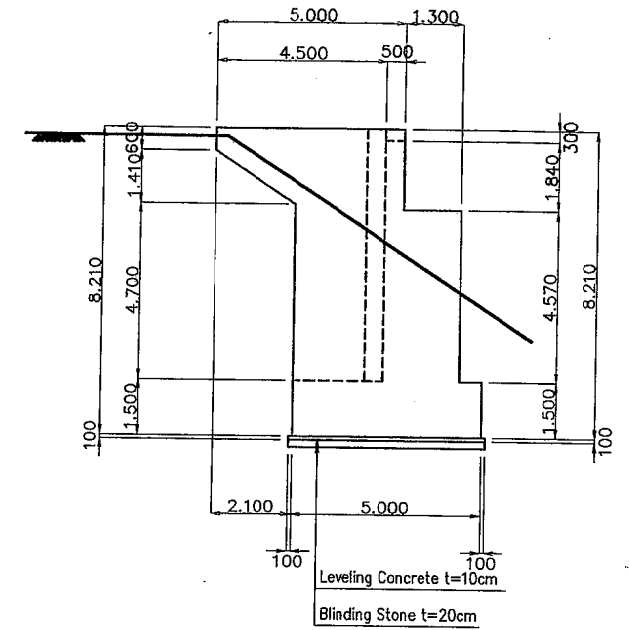
SECTION 2-2



SECTION 3-3



SECTION 4-4



SECTION 5-5

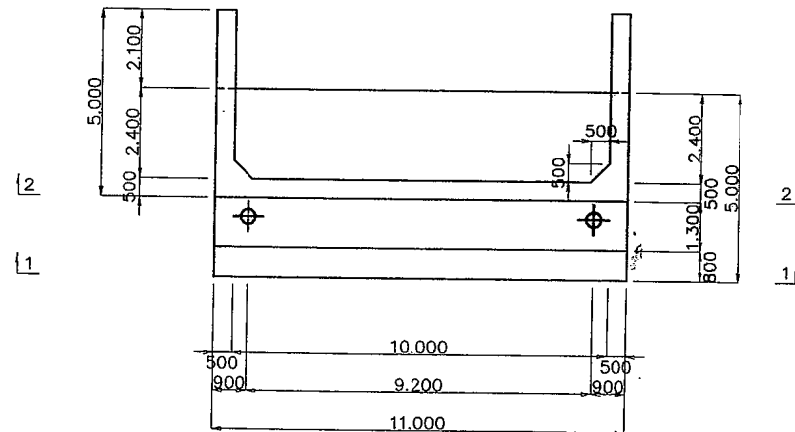


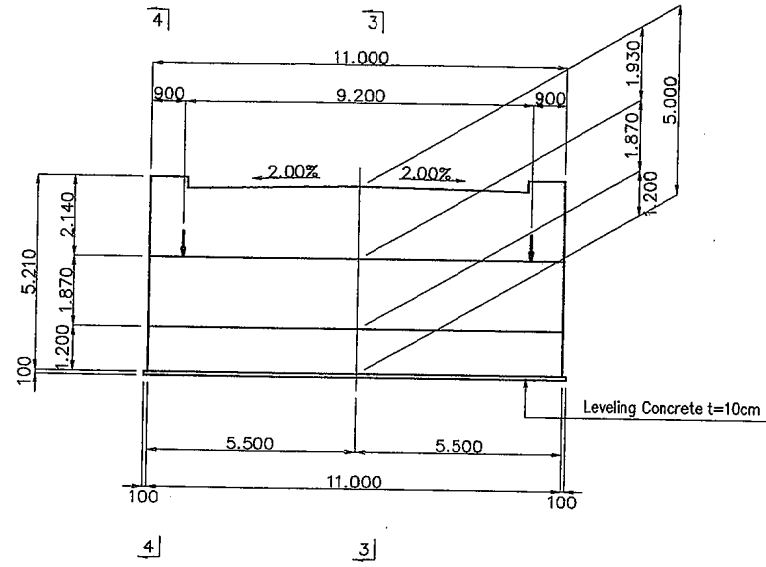
Figure ABUTMENTS AND RETAINING WALLS S=1:200

| | | | |
|---|--|-------------|------|
| PROJECT NAME | BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE KINGDOM OF BHUTAN | | |
| DRAWING NAME | ABUTMENTS AND RETAINING WALLS | | |
| SCALE | As shown | DRAWING No. | 3/10 |
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) | | | |

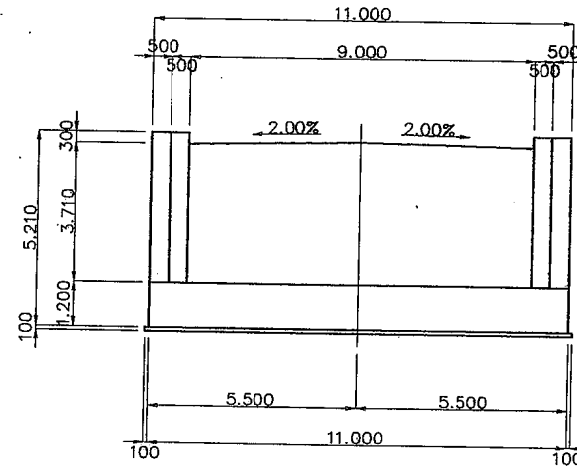
No.2 CHAMKAR BRIDGE

A2 ABUTMENT

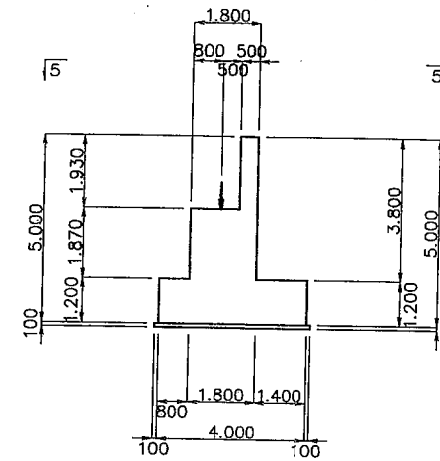
SECTION 1-1



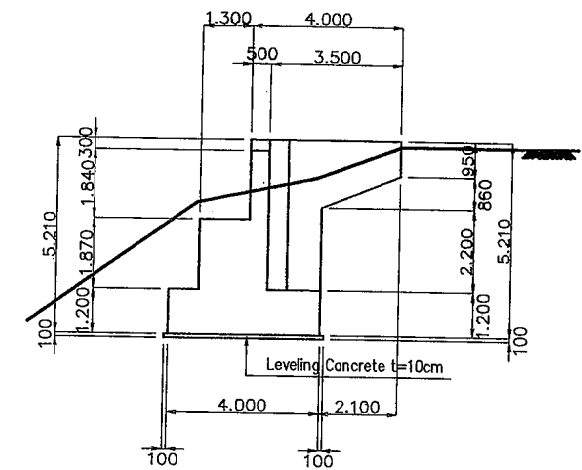
SECTION 2-2



SECTION 3-3



SECTION 4-4



SECTION 5-5

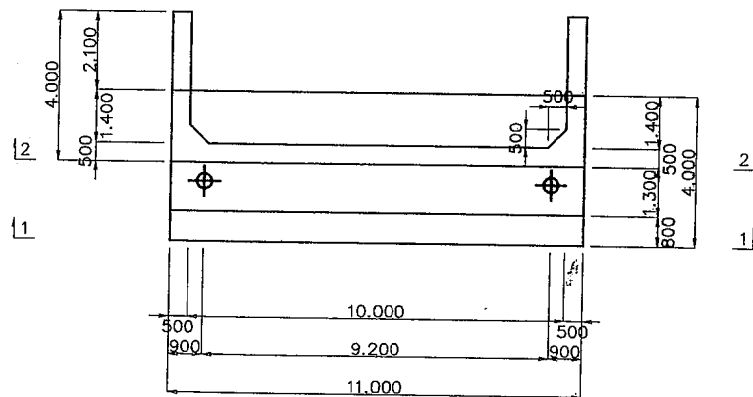
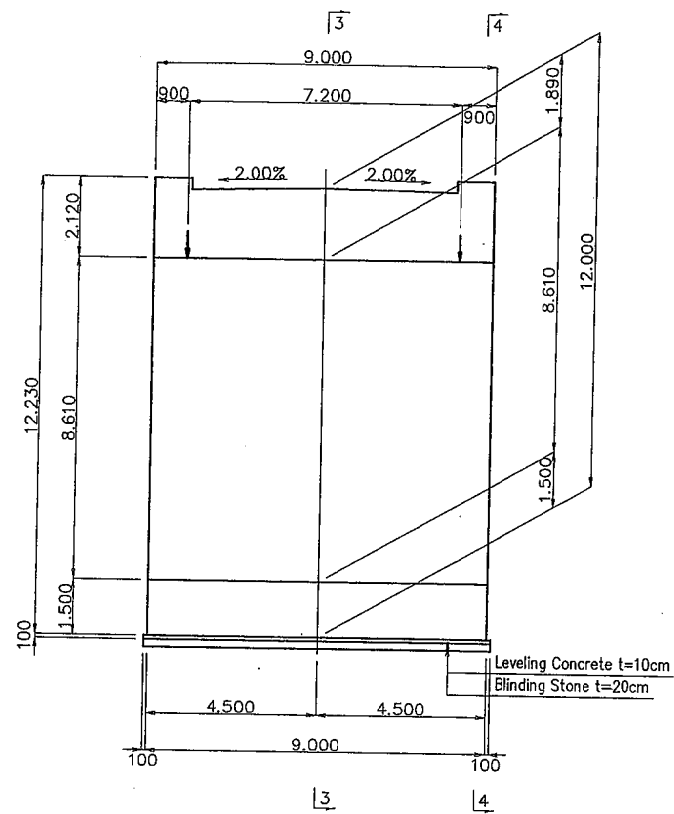


Figure ABUTMENTS AND RETANING WALLS S=1:200

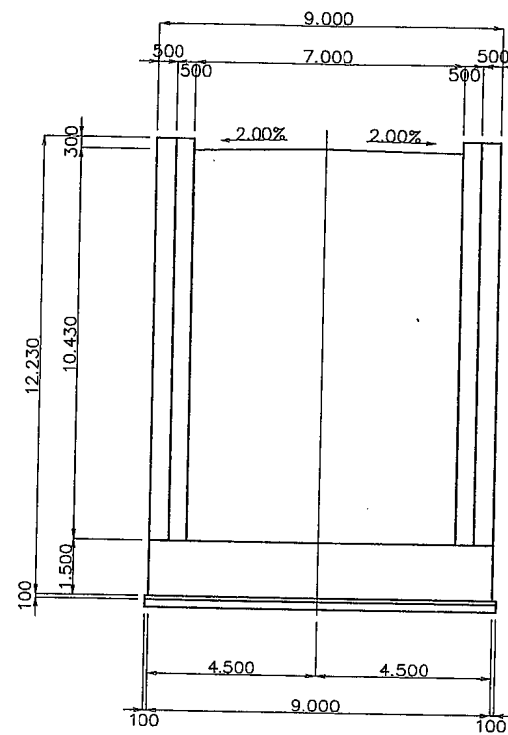
| | | | |
|---|--|-------------|------|
| PROJECT NAME | BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE KINGDOM OF BHUTAN | | |
| DRAWING NAME | ABUTMENTS AND RETAINING WALLS | | |
| SCALE | As shown | DRAWING No. | 4/10 |
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) | | | |

No.3 BJEE BRIDGE
A1 ABUTMENT

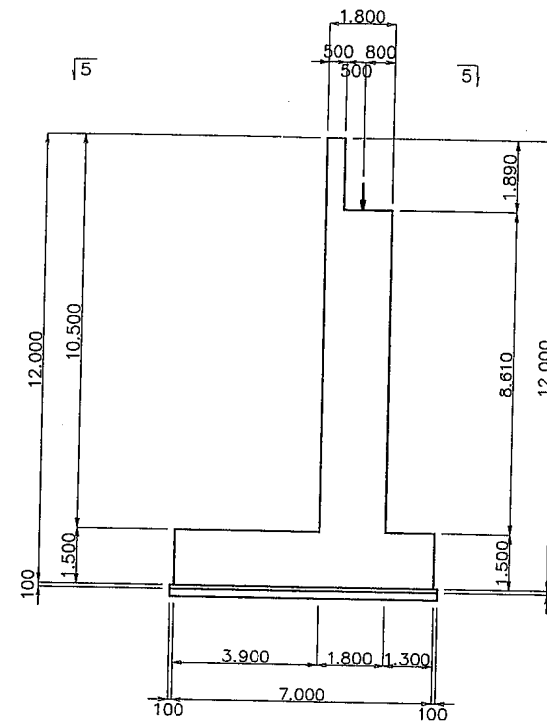
SECTION 1-1



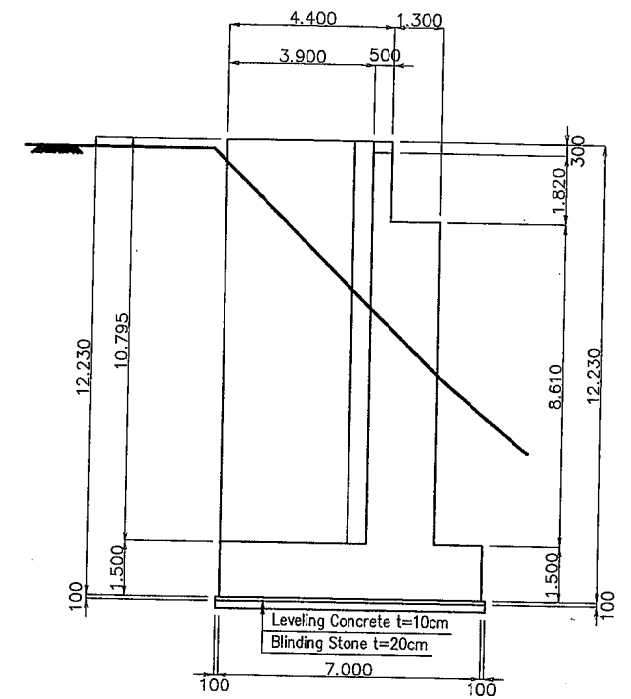
SECTION 2-2



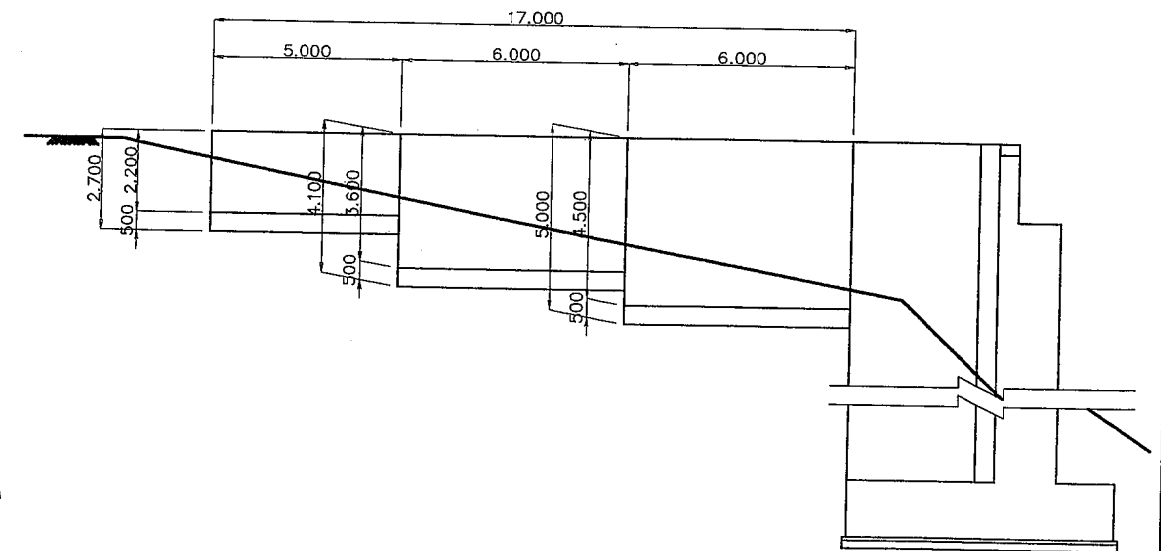
SECTION 3-3



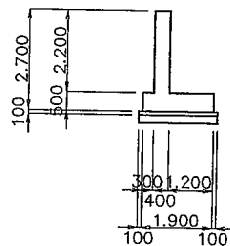
SECTION 4-4



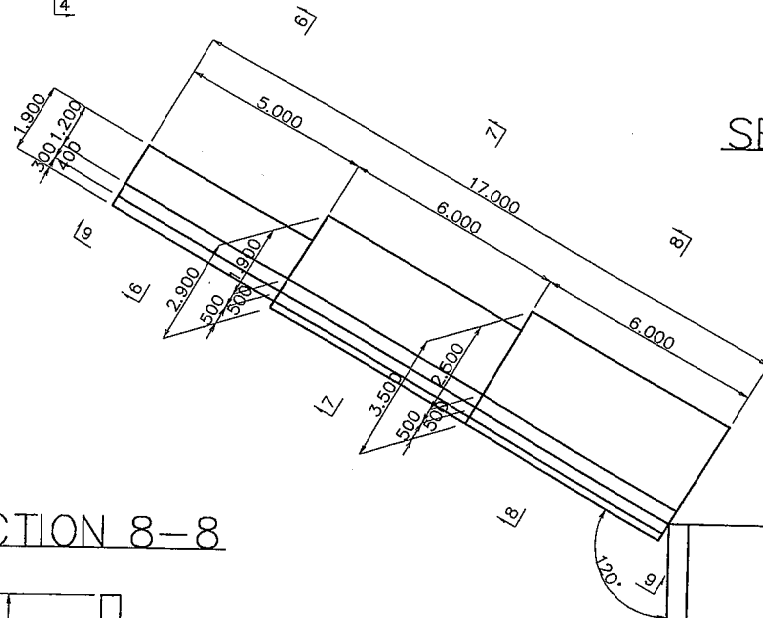
SECTION 9-9



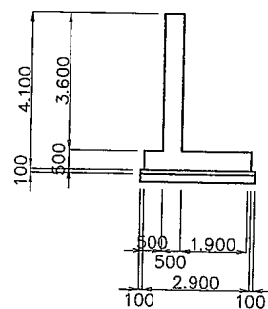
SECTION 6-6



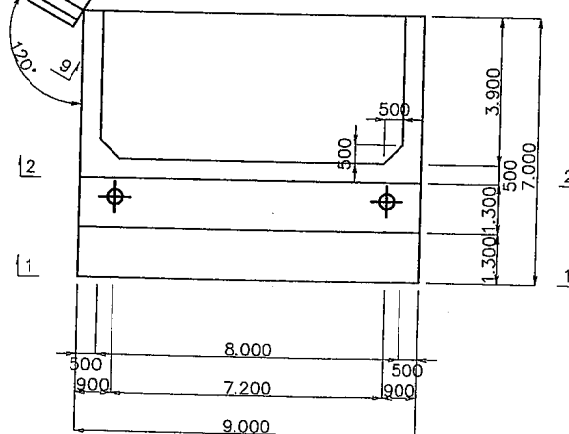
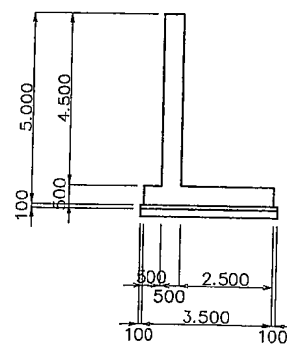
SECTION 5-5



SECTION 7-7



SECTION 8-8



Figure

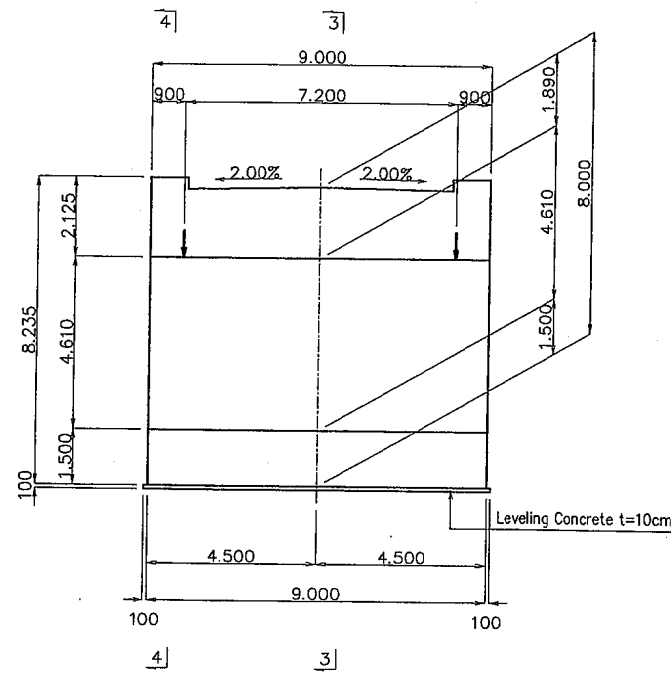
ABUTMENTS AND RETAINING WALLS

S=1:200

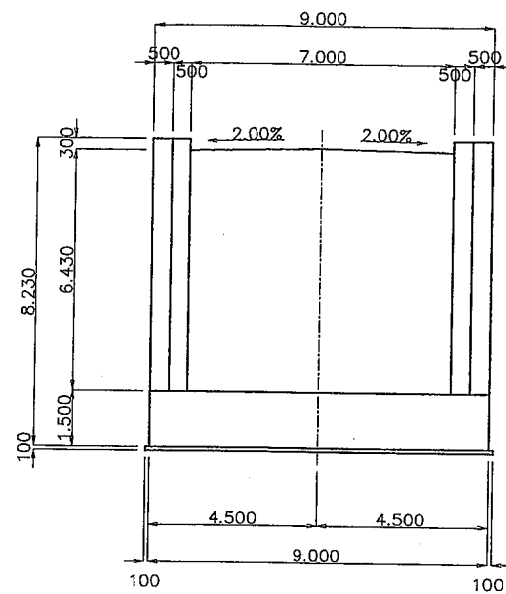
| | | | |
|---|--|-------------|------|
| PROJECT NAME | BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE KINGDOM OF BHUTAN | | |
| DRAWING NAME | ABUTMENTS AND RETAINING WALLS | | |
| SCALE | As shown | DRAWING No. | 5/10 |
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) | | | |

No.3 BJEE BRIDGE
A2 ABUTMENT

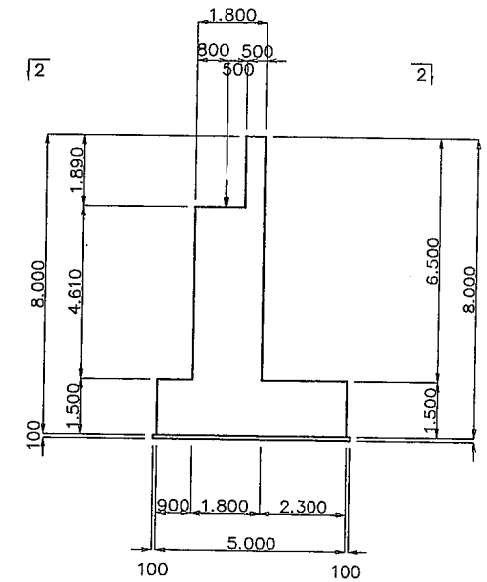
SECTION 1-1



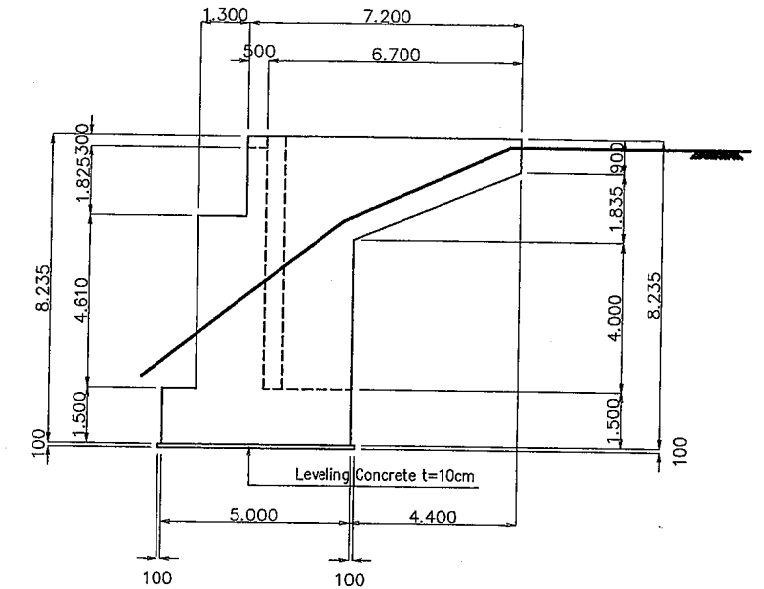
SECTION 2-2



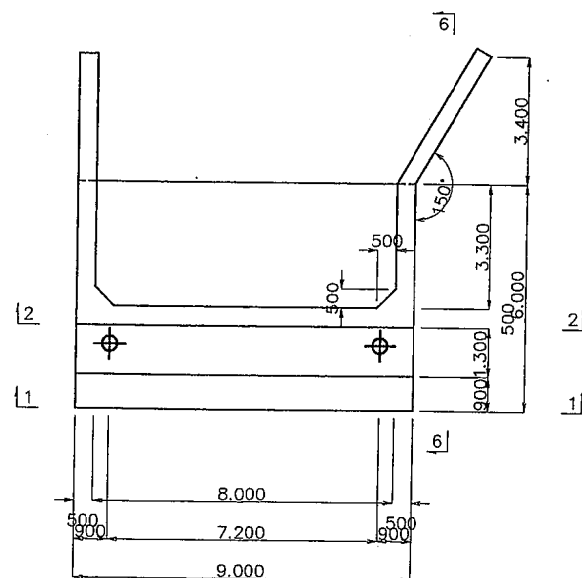
SECTION 3-3



SECTION 4-4



SECTION 5-5



SECTION 6-6

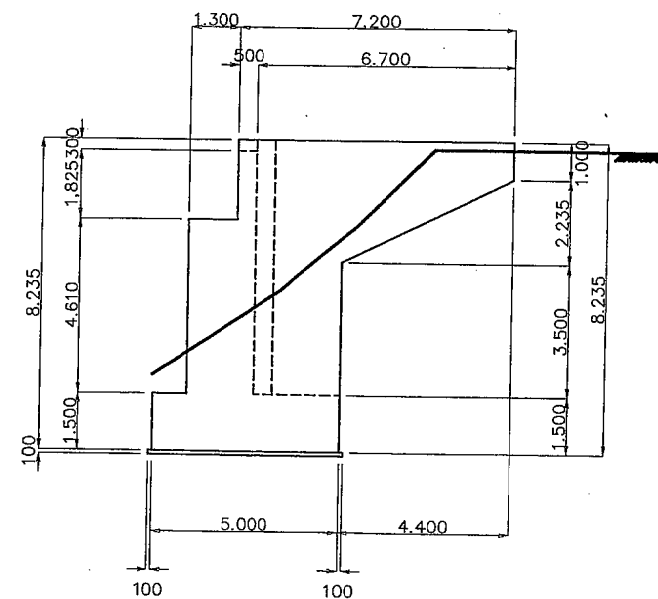


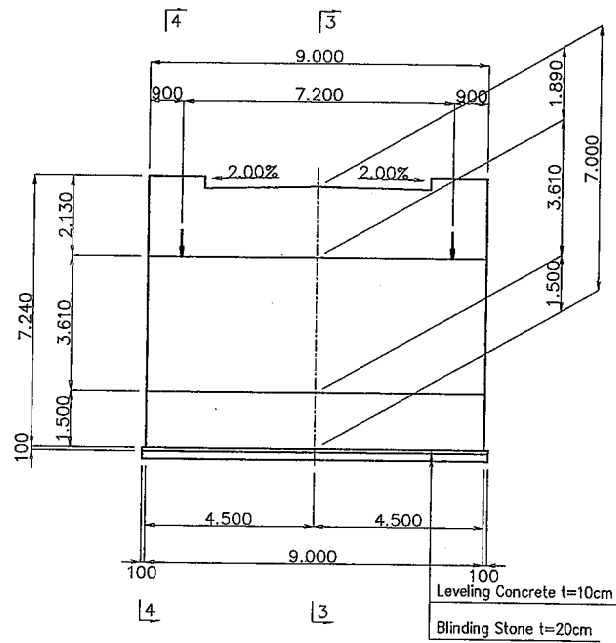
Figure ABUTMENTS AND RETAINING WALLS S=1:200

| | | | |
|---|--|-------------|------|
| PROJECT NAME | BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE KINGDOM OF BHUTAN | | |
| DRAWING NAME | ABUTMENTS AND RETAINING WALLS | | |
| SCALE | As shown | DRAWING No. | 6/10 |
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) | | | |

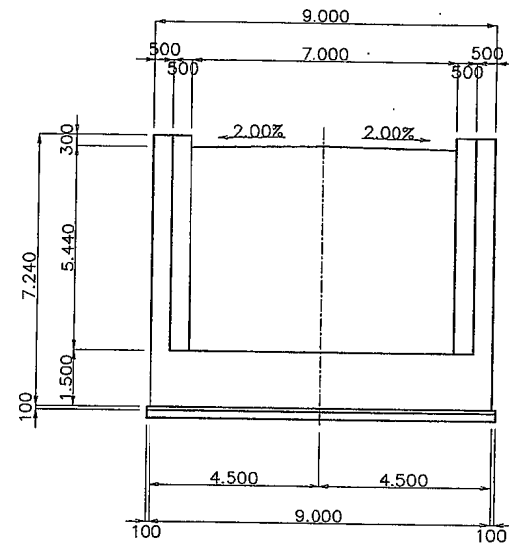
No.4 WACHY BRIDGE

A1 ABUTMENT

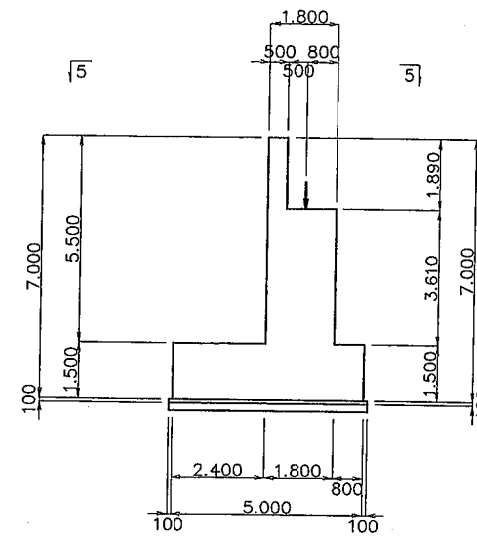
SECTION 1-1



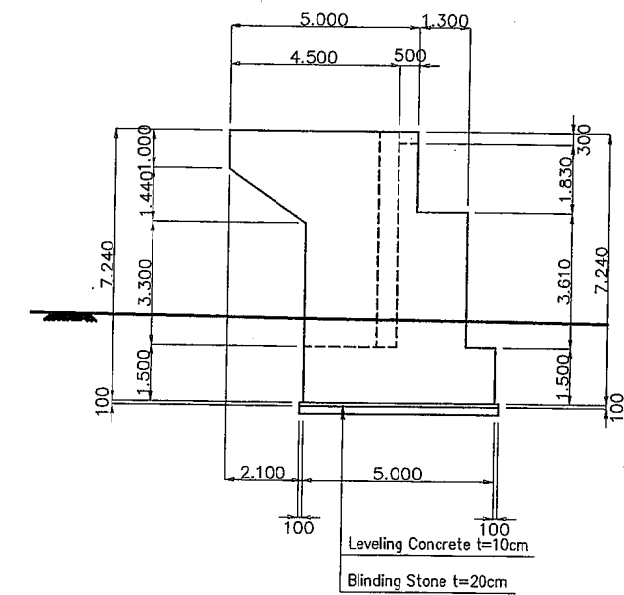
SECTION 2-2



SECTION 3-3



SECTION 4-4



SECTION 5-5

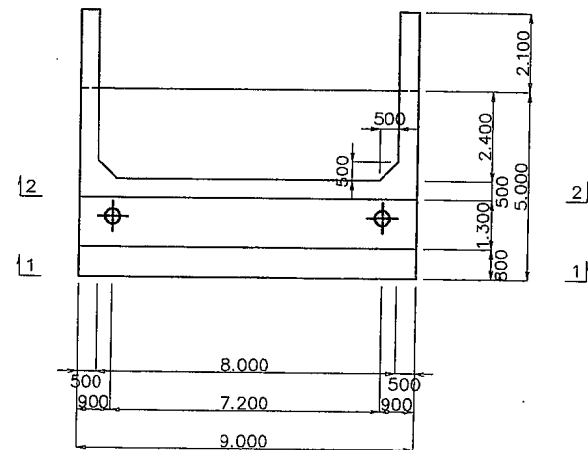
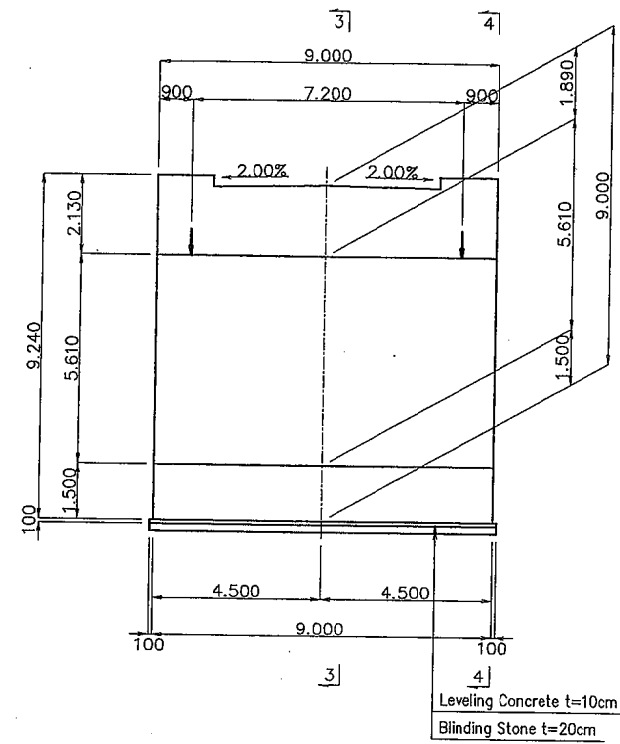


Figure ABUTMENTS AND RETAINING WALLS S=1:200

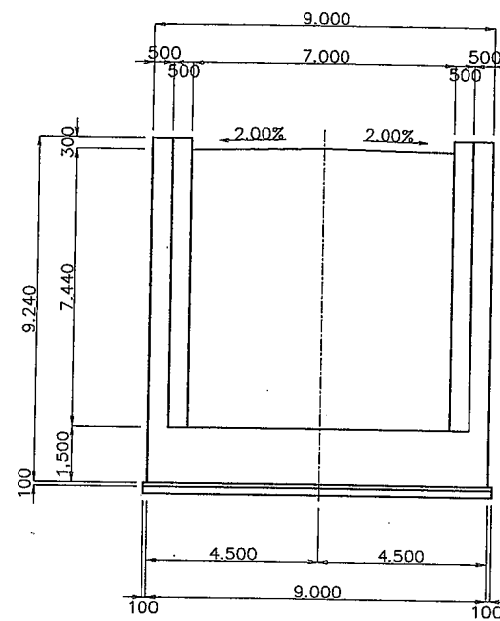
| | | | |
|---|--|-------------|------|
| PROJECT NAME | BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE KINGDOM OF BHUTAN | | |
| DRAWING NAME | ABUTMENTS AND RETAINING WALLS | | |
| SCALE | As shown | DRAWING No. | 7/10 |
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) | | | |

No.4 WACHY BRIDGE
A2 ABUTMENT

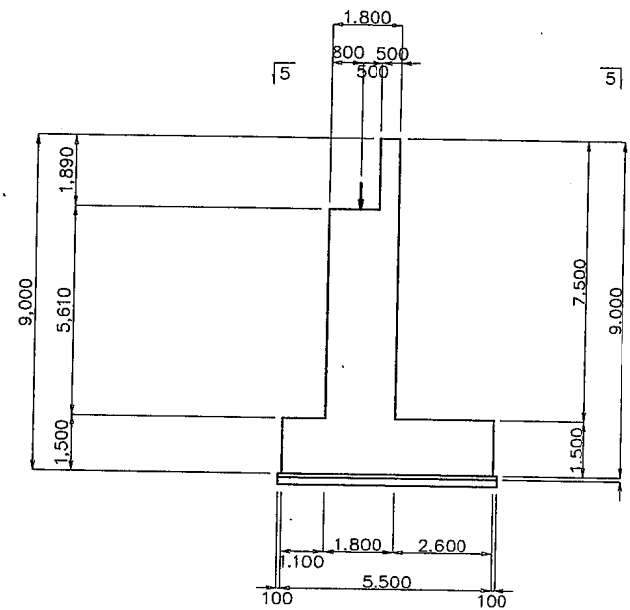
SECTION 1-1



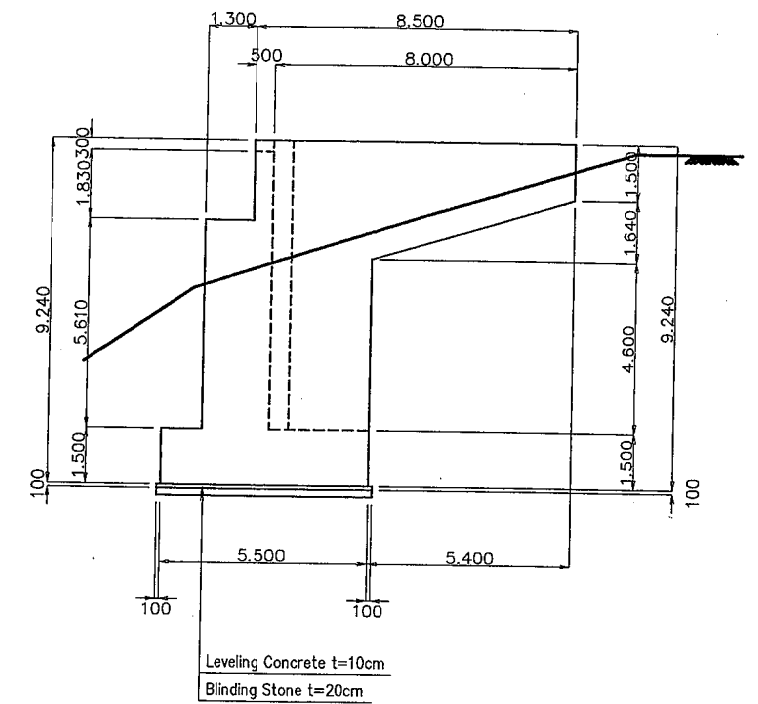
SECTION 2-2



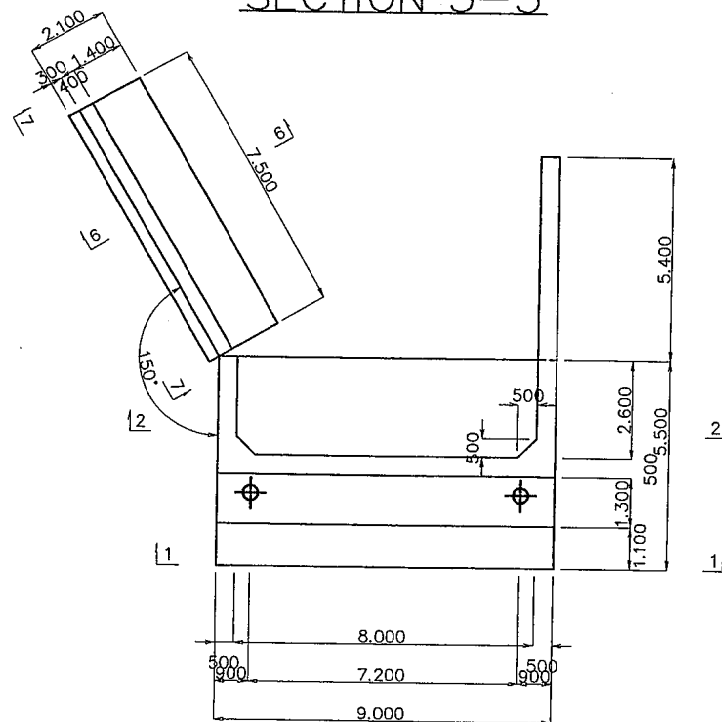
SECTION 3-3



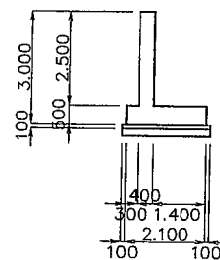
SECTION 4-4



SECTION 5-5



SECTION 6-6



SECTION 7-7

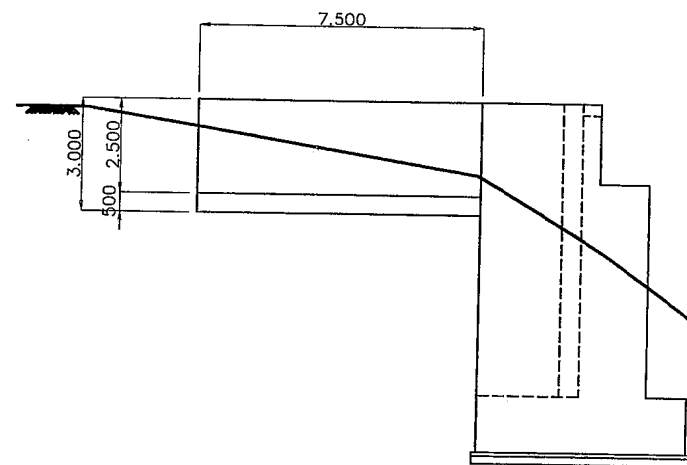
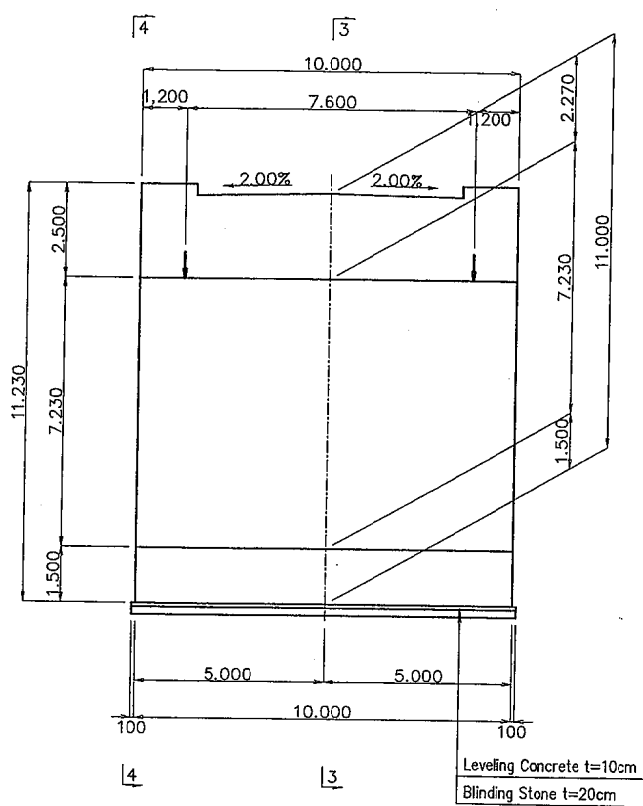


Figure ABUTMENTS AND RETAINING WALLS S=1:200

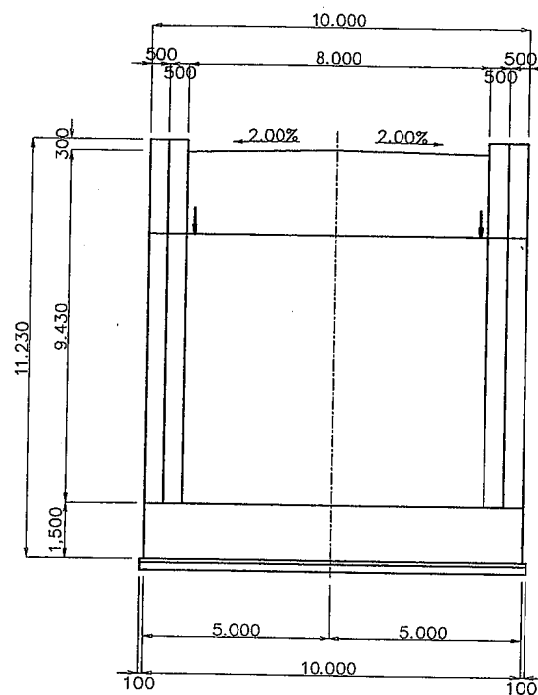
| | | | |
|---|--|-------------|------|
| PROJECT NAME | BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE KINGDOM OF BHUTAN | | |
| DRAWING NAME | ABUTMENTS AND RETAINING WALLS | | |
| SCALE | As shown | DRAWING No. | 8/10 |
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) | | | |

No.5 MANGDE BRIDGE,
A1 ABUTMENT

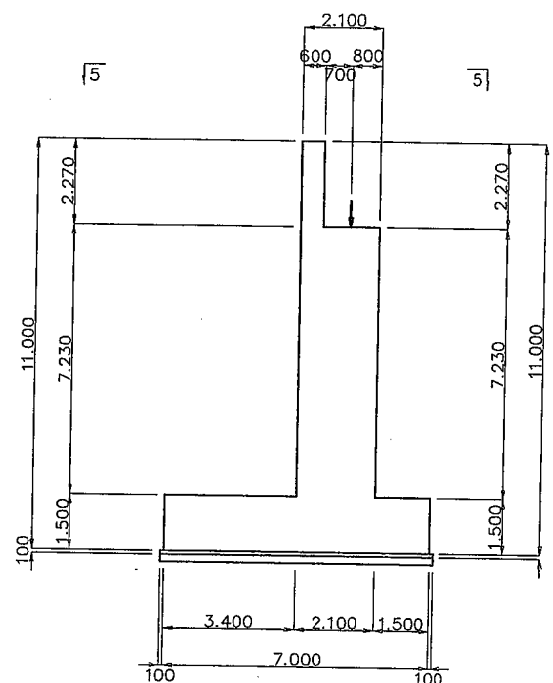
SECTION 1-1



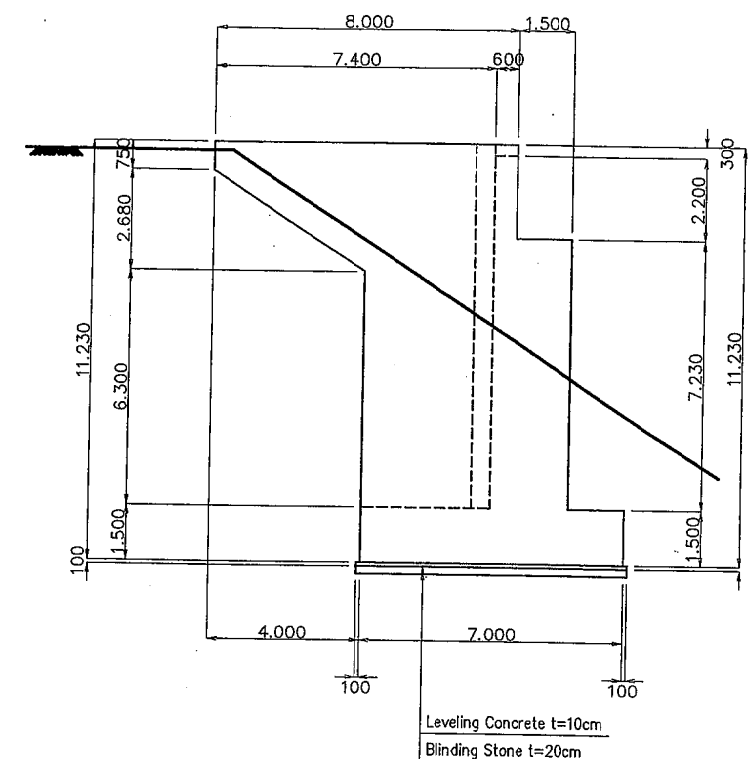
SECTION 2-2



SECTION 3-3



SECTION 4-4



SECTION 5-5

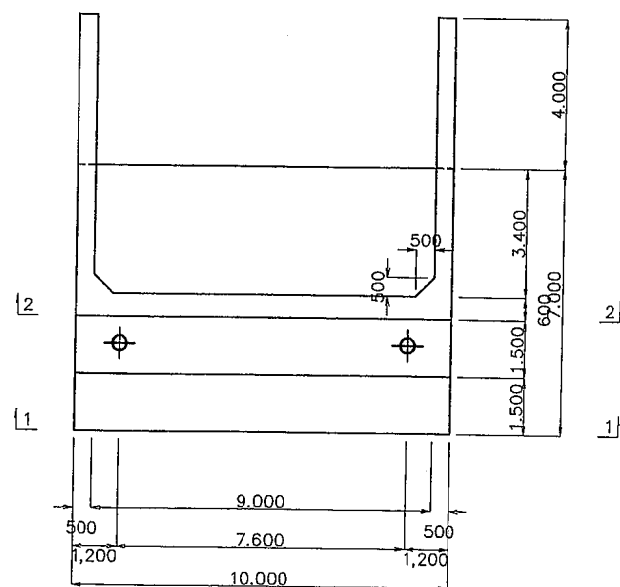


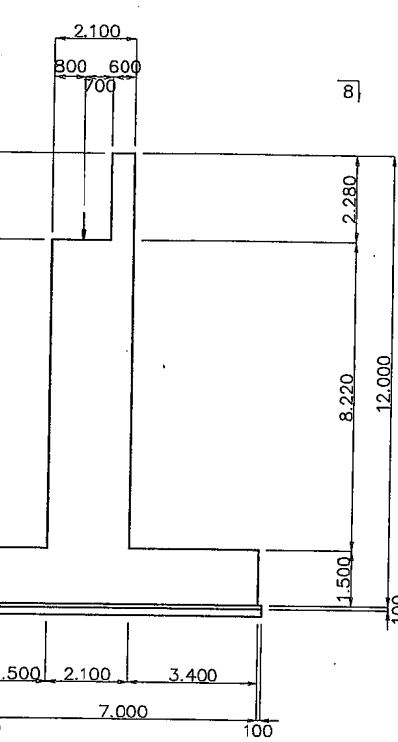
Figure ABUTMENTS AND RETAINING WALLS S=1:200

| | | | |
|---|--|-------------|------|
| PROJECT NAME | BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE KINGDOM OF BHUTAN | | |
| DRAWING NAME | ABUTMENTS AND RETAINING WALLS | | |
| SCALE | As shown | DRAWING No. | 9/10 |
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) | | | |

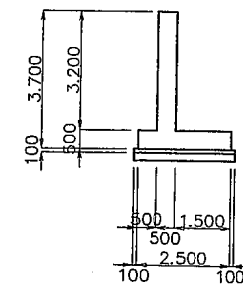
No.5 MANGDE BRIDGE

A2 ABUTMENT

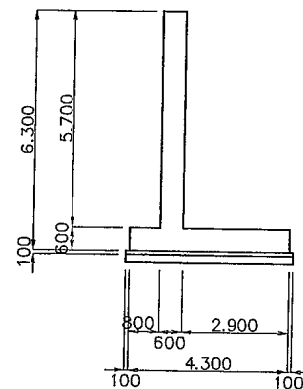
SECTION 3-3



SECTION 9-9



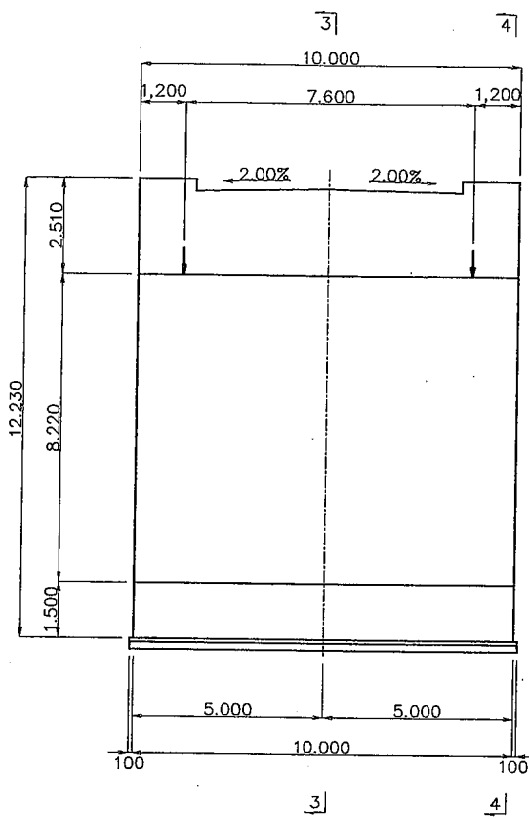
SECTION 10-10



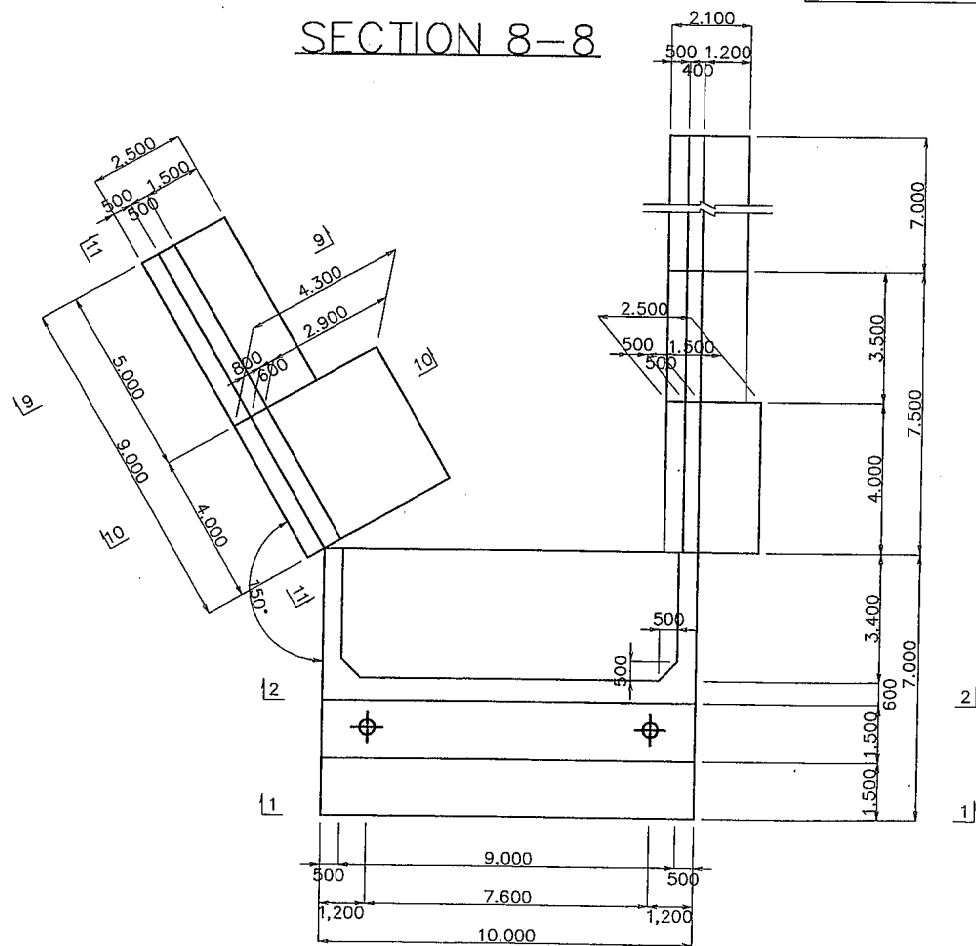
ABUTMENTS AND RETAINING WALLS

S=1:200

SECTION 1-1

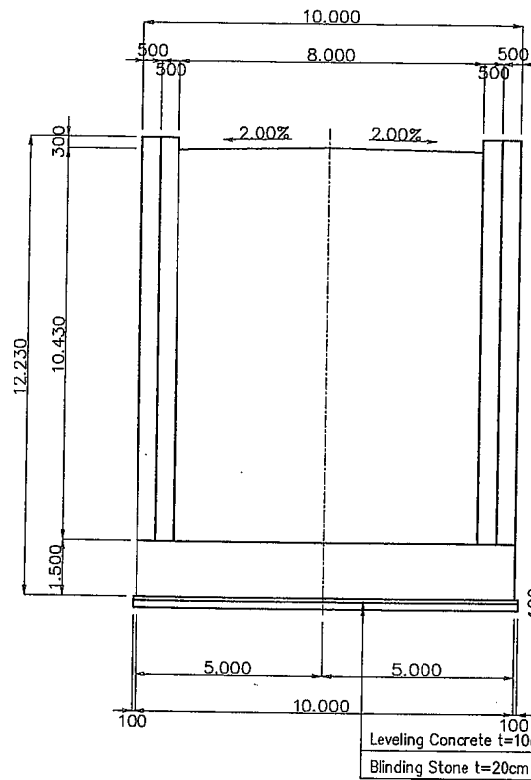


SECTION 8-8



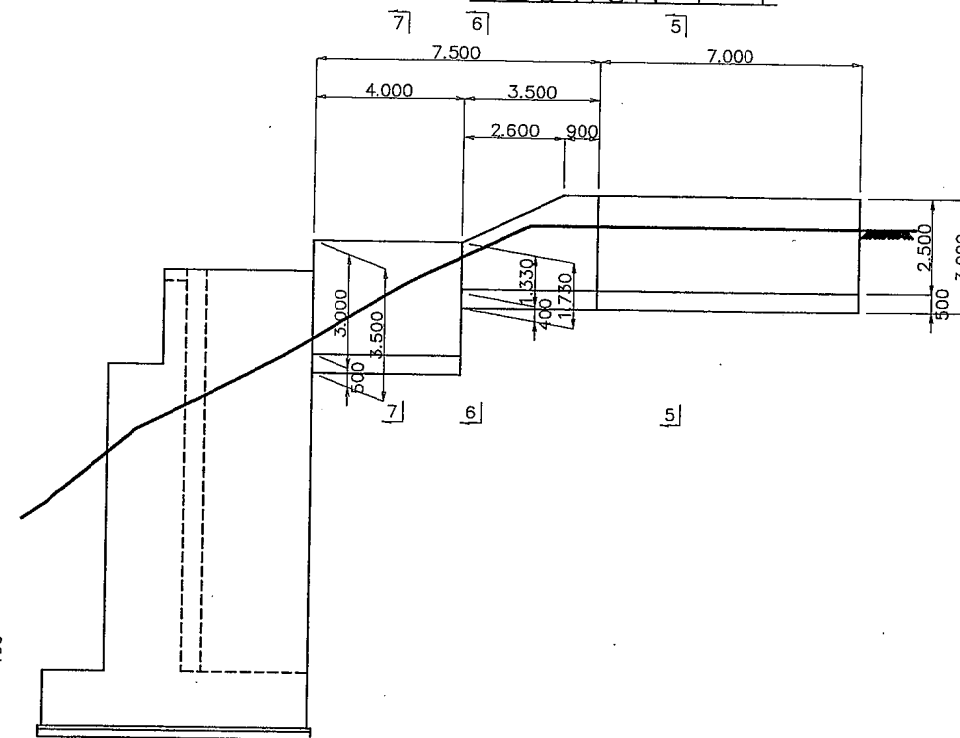
Figure

SECTION 2-2

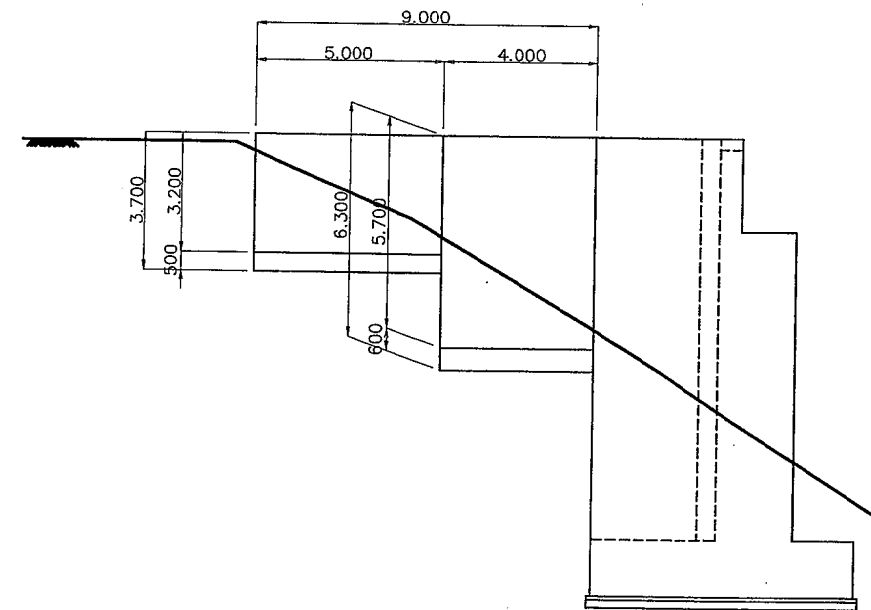


Leveling Concrete t=10cm
Blinding Stone t=20cm

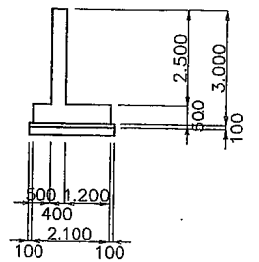
SECTION 4-4



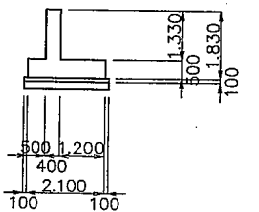
SECTION 11-11



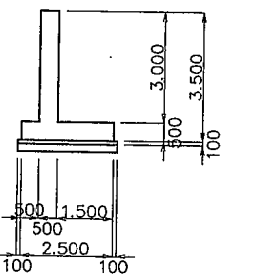
SECTION 5-5



SECTION 6-6



SECTION 7-7



| | | | |
|---|--|-------------|-------|
| PROJECT NAME | BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE KINGDOM OF BHUTAN | | |
| DRAWING NAME | ABUTMENTS AND RETAINING WALLS | | |
| SCALE | As shown | DRAWING No. | 10/10 |
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) | | | |

3 - 4 プロジェクトの実施体制

3 - 4 - 1 組織

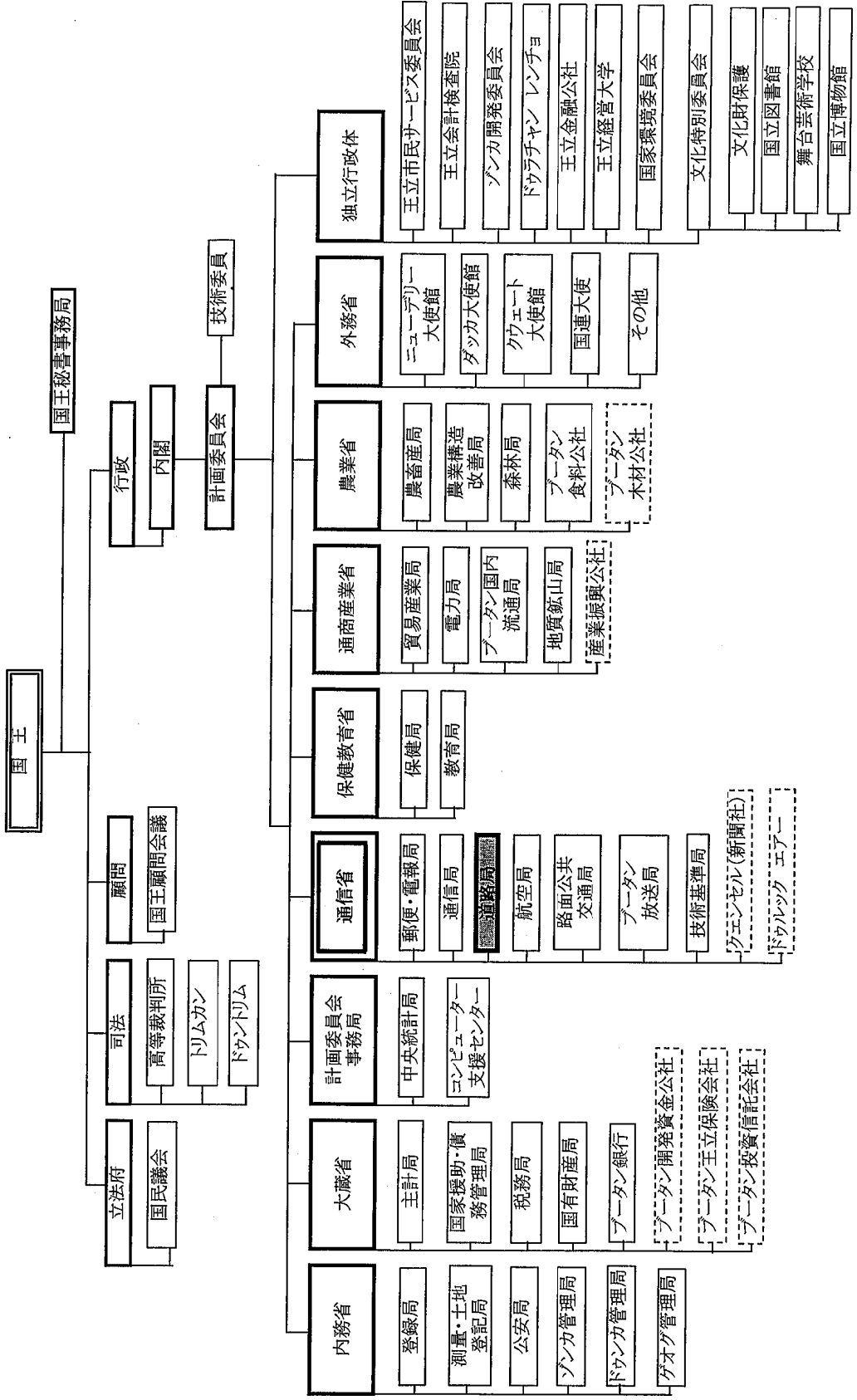
ブータンの国家機構は、国王を頂点に立法、司法および行政の三権分立が確立されている（図 3.4.1 参照）。

現在、行政は 8 省庁と 8 独立行政体により運営されており、これらを横断的に調整する機構として計画委員会、内閣が構成されている。なお、ブータン政府の機構改革が検討されており、その改革案が 1999 年 11 月にまとめられ公表されている。

本プロジェクトを担当する監督官庁は通信省（Ministry of Communications）であり、その実施機関は通信省道路局（Department of Roads）である。図 3.4.2 は 2000 年 4 月現在の道路局の組織図を示したものである。

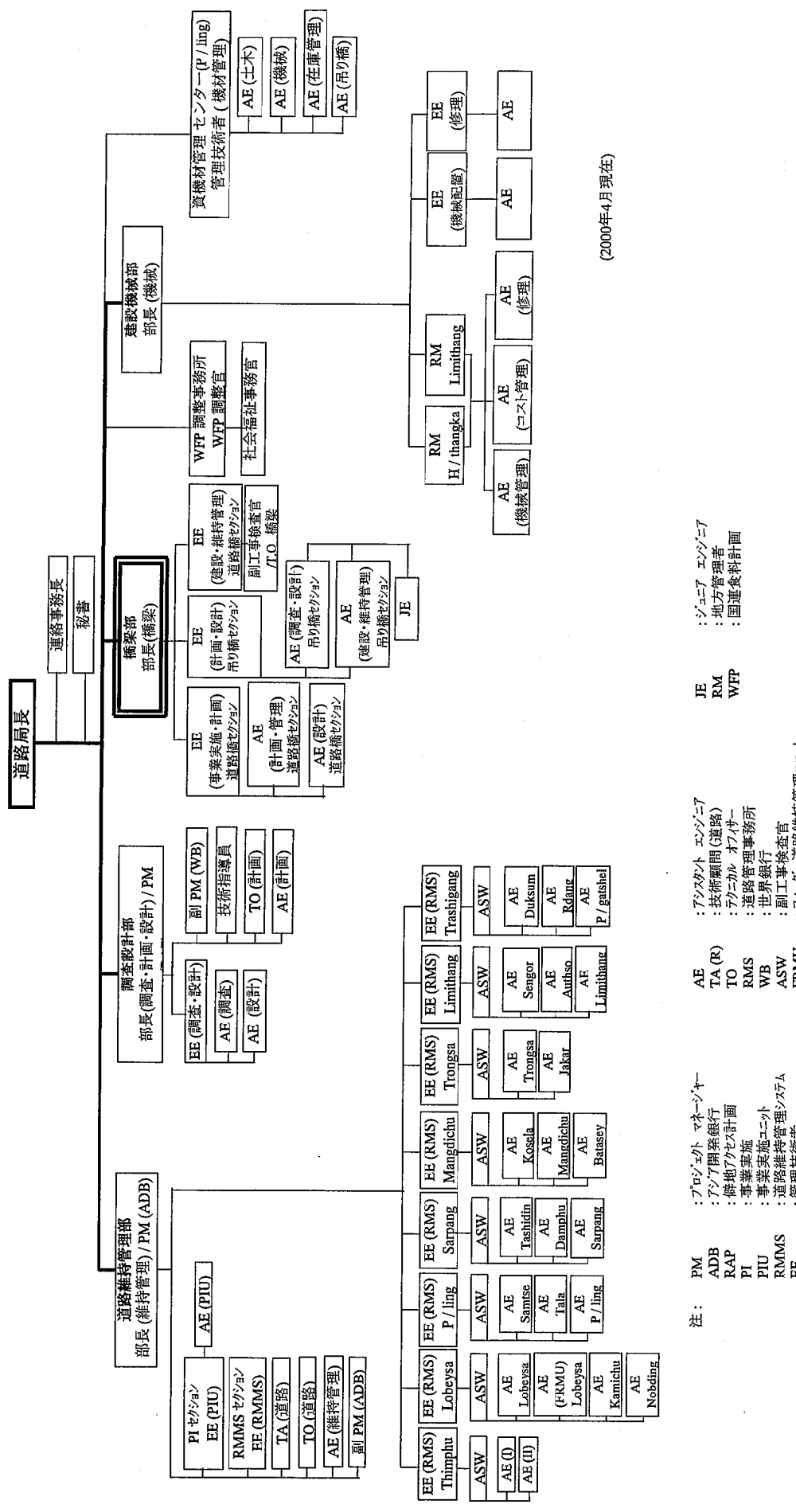
道路局組織は、局長の下に 4 つの部門（道路維持管理部、調査・設計部、橋梁部、道路建設機械部）があり、本プロジェクトを直接担当する部署は橋梁部である。なお、現在道路局には JICA が派遣している「橋梁設計」専門家も所属している。

道路局は、国道、地方道、フィーダー道路および市街地道路に関する計画・設計・施工（道路工事の大部分は直営によっている）・維持管理という道路事業の一連の業務実施に責任を負っている。また、道路維持管理部の地方道路管理事務所が全国 8 ヶ所に設置されており、各管轄区域内の現場における道路事業実施を直接担当している。本プロジェクトサイトはそれぞれ Limithang（No.1 Kuri 橋）、Trongsa（No.2 Chamkar 橋および No.3 Bjee 橋）、Lobeysa（No.4 Wachy 橋）、Mangdechu（No.5 Mangde 橋）の各道路管理事務所の管轄区域にあり、本プロジェクト実施にあたっての協力、支援体制がつけられている。



(2000年4月現在)

図3.4.1 プーターン国家機構図



(2000年4月現在)

- 注:
- PM : プロジェクトマネージャー (Project Manager)
 - ADB : プロジェクト開発銀行 (Project Development Bank)
 - RAP : 候補地開発計画 (Candidate Site Development Plan)
 - PI : 事業実施 (Business Implementation)
 - PIU : 事業実施ユニット (Business Implementation Unit)
 - RMMS : 道路維持管理システム (Road Maintenance Management System)
 - EE : 管理技術者 (Management Technician)
 - AE : フラッシュポイント エンジニア (Flash Point Engineer)
 - TA (R) : 技術顧問 (道路) (Technical Consultant (Road))
 - TO : テクニカル オフicer (Technical Officer)
 - RMS : 道路管理事務所 (Road Management Office)
 - WB : 世界銀行 (World Bank)
 - ASW : 工事検査官 (Construction Inspector)
 - FRMU : フライバー-道路維持管理ユニット (Flyer - Road Maintenance Management Unit)
 - JE : ジュニア エンジニア (Junior Engineer)
 - RM : 地方管理者 (Local Administrator)
 - WFP : 国連食料計画 (UN Food Plan)

図 3. 4. 2 通信省道路局組織図

3 - 4 - 2 予算

会計年度 1995 / 96 ~ 99 / 2000 の 5 年間の道路局 (DOR) 予算推移を示したのが、表 3.4.1 および図 3.4.3 である。この予算額は当初予算として承認されたものである。

道路局予算総額の伸びは、この 5 年間で 2 倍以上となっている。その内訳を見ると、現行の第 8 次五ヵ年計画の開始 (1997 / 98) の前後で大きく異なっている。特に、現在の五ヵ年計画開始後のこの 3 年間では、道路の新設・改良および橋梁等新設 (カルバートを含む) という施策に重点が置かれ多くの予算が費やされている。これに対し、道路・橋梁の維持管理への予算投入は少なく、橋梁の維持管理予算は極端に少なくなっている。

この状況は、ブータン政府の「均衡ある国土開発」のためのインフラ整備を推進するという施策を反映してのことである。

表 3 . 4 . 1 道路局予算の推移

(金額:100万Nu.、構成比:%)

| 費目 | 1995/96 | | 1996/97 | | 1997/98 | | 1998/99 | | 99/2000 | |
|--------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | 金額 | 構成比 | 金額 | 構成比 | 金額 | 構成比 | 金額 | 構成比 | 金額 | 構成比 |
| 道路新設 | 52.392 | 18.0 | 51.086 | 9.5 | 187.722 | 27.5 | 151.031 | 26.7 | 137.246 | 21.3 |
| 道路舗装 | 77.128 | 26.5 | 139.243 | 26.0 | 83.136 | 12.2 | 95.032 | 16.8 | 110.003 | 17.0 |
| 道路維持管理 | 33.176 | 11.4 | 38.219 | 7.1 | 44.454 | 6.5 | 50.318 | 8.9 | 56.959 | 8.8 |
| 道路改良 | 19.508 | 6.7 | 20.026 | 3.7 | 47.152 | 6.9 | 67.195 | 11.9 | 98.792 | 15.3 |
| 橋梁等新設 | 4.720 | 1.6 | 12.765 | 2.4 | 18.369 | 2.7 | 56.947 | 10.1 | 93.090 | 14.4 |
| 橋梁維持管理 | 1.036 | 0.4 | 1.360 | 0.3 | 1.826 | 0.3 | 2.191 | 0.4 | 2.800 | 0.4 |
| 雨期復旧工事 | 10.488 | 3.6 | 13.718 | 2.6 | 27.634 | 4.0 | 30.000 | 5.3 | 20.000 | 3.1 |
| その他 | 92.142 | 31.7 | 259.800 | 48.5 | 272.297 | 39.9 | 112.270 | 19.9 | 126.838 | 19.6 |
| 合計 | 290.590 | 100.0 | 536.217 | 100.0 | 682.590 | 100.0 | 564.984 | 100.0 | 645.728 | 100.0 |

(資料) 道路局

DOR の新年度予算 (99 / 2000 年) の内訳でも、道路の新設・改良および橋梁等新設のための予算は、全体の 50% 強の配分となっている。これに反し、道路・橋梁の維持管理予算は 10% 弱の配分で少なくなっている (図 3.4.4 参照)。したがって、本調査では道路・橋梁の機能維持を図るためには、今後の維持管理予算の増額が必要であることを提言するものである。

DOR によると、道路予算の今後の見通しについて、この傾向はここしばらくは続くとのことである。したがって、老朽橋梁の維持管理は必要最低限のことしか出来ない状況にある。老朽化した危険橋梁の架け替えについても、30m 未満の短い橋梁については DOR 独自に設計・架橋は可能であるが、予算不足のため独自での橋梁架け替えが困難な状況にある。すなわち、危険な橋梁の永久橋への架け替えは将来的にも海外からの援助に頼らざるを得ないとのことである。

なお、本プロジェクトに伴うブータン側負担費用については、既に同国大蔵省と DOR との協議で予算化することで合意が図られている。

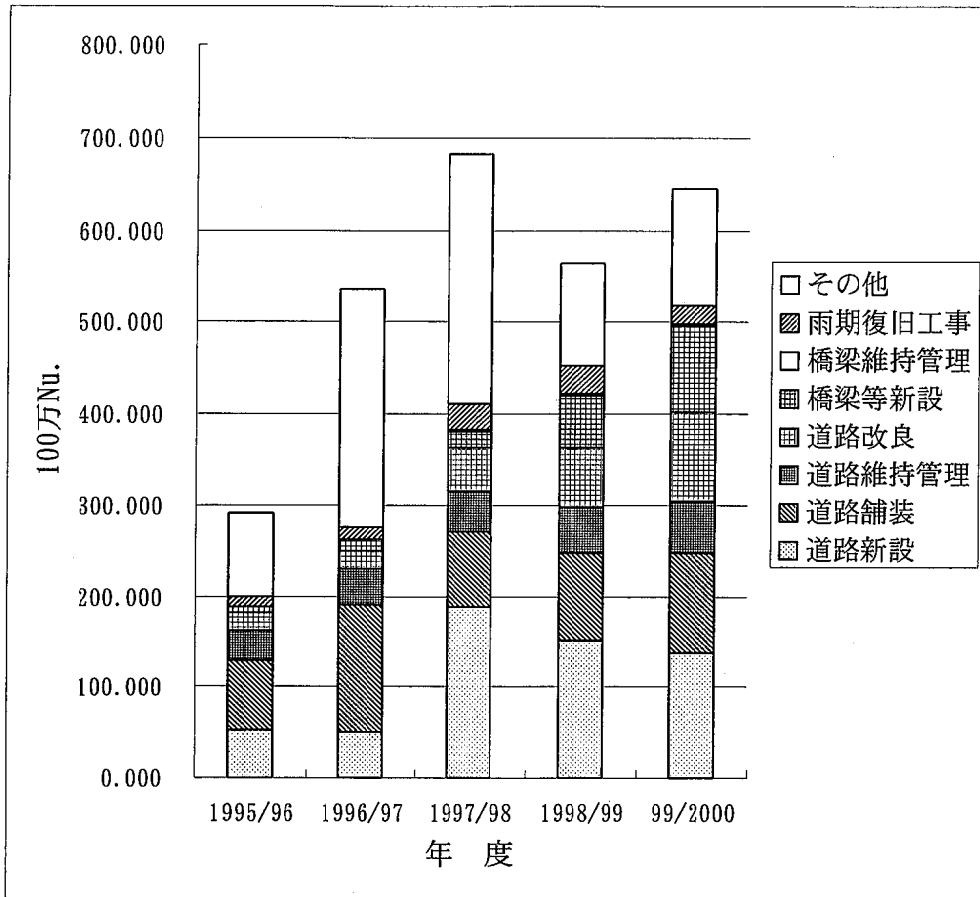


図 3. 4. 3 道路局予算内訳の推移

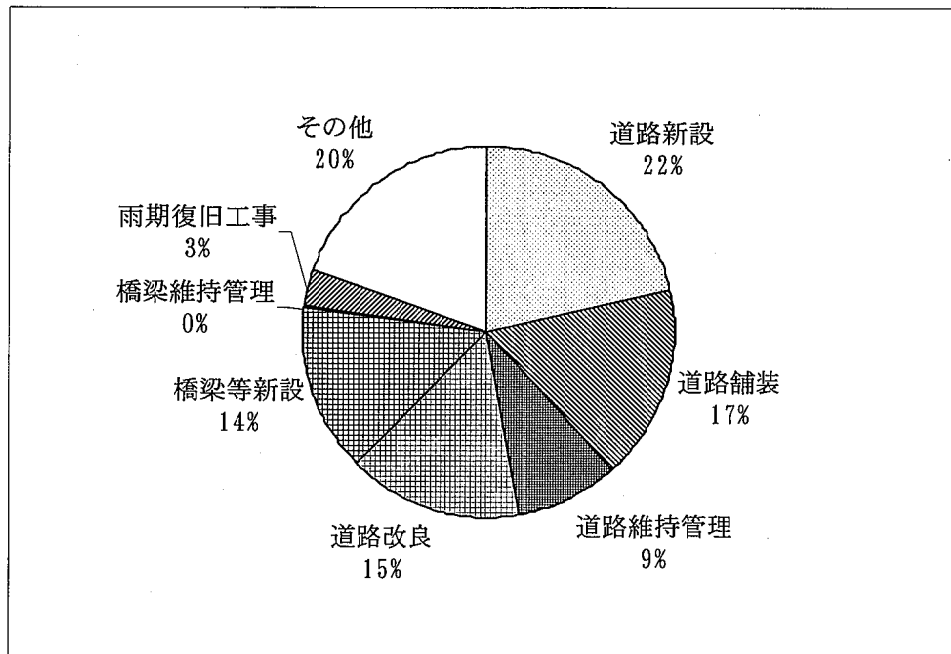


図 3. 4. 4 99/2000 年度道路局予算の内訳

3 - 4 - 3 要員・技術レベル

本プロジェクトの実施機関である道路局の職員数(2000年4月現在)は、総員589名である(表3.4.2参照)。このうちエンジニア数は159人で、全職員数の約27%を占めている。また、エンジニアの内訳は土木140人、機械19人である。

本プロジェクトのカウンターパート機関である橋梁部には、土木エンジニアが10人所属しているが、人道吊り橋の計画・設計担当者を含んでいるため、道路橋の計画・設計を担当するエンジニアは実質5名(橋梁部長含む)である。このほかに、JICAが道路局に派遣している「橋梁設計」専門家およびUNDPから派遣されている「ストラクチャーエンジニア」が技術支援を行っている。

なお、本プロジェクトサイトを管轄する4カ所の地方道路管理事務所には、それぞれLobeysaに15人、Trongsa 11人、Mangdechu 14人およびLimithang 15人の土木エンジニアが配属されており、本プロジェクト実施の際の支援体制が確立されている。

道路局に所属するエンジニアの多くはブータン国内の「王立工科大学(Royal Technical Institute)」で教育を受けており、また、少数ではあるがインド等の国外での大学教育を履修しているエンジニアもいる。現地調査の中でのブータン側担当者との協議等を通じ、各エンジニアの技術レベルは本プロジェクト実施上問題ないものと判断される。

ブータンでは全般的にエンジニア不足の状況にあり、本プロジェクト実施に当たっての橋梁エンジニアの人員不足も否めない。当面は実施機関であるDORの本部および地方事務所のエンジニアにより、本プロジェクト実施への対応は図られるが、今後、橋梁プロジェクトを継続的に実施すると同時に維持管理体制の充実を図る上からも、持続的なエンジニアの増員および地方道路管理事務所所属エンジニア等への教育・訓練強化は欠かせないであろう。

表 3 . 4 . 2 道路局の職員数

(人)

| 部 署 | ジョイント ダイレクター | オフィサー | 土木 エンジニア | 機械 エンジニア | 技能員 | オペレーター | 事務員等 | 合 計 |
|---------------------|-----------------|-------|-------------|-------------|-----|--------|------|-----|
| 連絡調整担当 | | 1 | | | | | | 1 |
| 道路管理部(本庁) | | | 10 | | | | 4 | 14 |
| Lobeysa道路管理事務所 | | | 15 | | | | 22 | 37 |
| Thimphu道路管理事務所 | | | 12 | | | | 17 | 29 |
| Phuntsholing道路管理事務所 | | | 10 | | | | 19 | 29 |
| Sarpang道路管理事務所 | | | 9 | | | | 16 | 25 |
| Trongsa道路管理事務所 | | | 11 | | | | 15 | 26 |
| Mangdichu道路管理事務所 | | | 14 | | | | 17 | 31 |
| Limithang道路管理事務所 | | | 15 | | | | 16 | 31 |
| Trashigang道路管理事務所 | | | 12 | | | | 19 | 31 |
| 調査設計部 | | | 19 | | | | 16 | 35 |
| 橋梁部 | | | 10 | | | | 2 | 12 |
| WFP調整事務所 | | | | | | | | |
| 建設機械部 | 1 | | | | | | | 1 |
| Hesothangka事務所 | | 2 | | 13 | 50 | 38 | 73 | 176 |
| Limithang事務所 | | 2 | | 6 | 20 | 26 | 34 | 88 |
| 資機材管理センター(P/ling) | | | 3 | | | | 20 | 23 |
| 合 計 | 1 | 5 | 140 | 19 | 70 | 64 | 290 | 589 |

(資料) 道路局 (注) 2000年4月現在

第4章 事業計画

4 - 1 施工計画

4 - 1 - 1 施工方針

本計画は国道1号線に点在する4橋梁と国道4号線の1橋梁の架け替え工事である。本計画を無償資金協力として実施する場合の施工方針は次のように設定した。

- 施工上の制約や工事費節約を考慮して、本計画の工期は3乾期を含む29ヶ月とする。
- 上記工期内に5橋梁を完成するために、5橋梁を上部工の架設方法により3グループに分けて同時施工を行なう。すなわち、第1グループはNo.1 Kuri 橋とNo.3 Bjee 橋、第2グループはNo. 2 Chamkar 橋とNo.4 Wachy 橋、第3グループはNo.5 Mangde 橋である。第1グループはトラッククレーン・ジブクレーン工法、第2と第3グループは送り出し工法を採用する。特に、架け替え対象橋梁で最大橋長であるNo.5 Mangde 橋の架設方法は工法比較(表4.1.1 参照)の結果、F/S時のケ-ブルクレーン工法より送出し工法に変更した。
- 工事費低減を図るため、建設機械や仮設資材は転用を考慮した数量とする。なお、建設資機材は品質や一定量の調達に支障のない限り、できるだけ現地調達とする。
- 現地建設業者は中規模以上の永久橋梁工事の経験が少ないが、本計画は多くの施工段階(特に橋梁下部工や道路工)で現地建設業者からの協力を得られるように立案する。
- 高度な施工技術を必要とする鋼橋架設には、主任橋梁技師の下に日本人の鋼橋架設技能工を派遣する。
- 橋梁現場が点在することや同時に3橋が施工されることにより、施工業者の中央事務所やコンサルタントの事務所は首都 Thimphu に設ける。さらに、施工業者は各橋梁現場毎に通信や生活環境の良い町に現場事務所を設ける。
- 新橋梁は現橋梁の下流近くに計画されるので、新橋梁の災害時安全のために現橋梁撤去工事も本計画に含む。

表4. 1. 1. 1. No.5 Mangde 橋架設工法の比較検討

| 送り出し工法 | ケーブルクレーン植り工法 |
|-------------------|-------------------|
| <p>要領図</p> | |
| <p>※床版工は後施工</p> | <p>※床版工は後施工</p> |
| <p>主要 仮設備</p> | <p>主要 仮設備</p> |
| <p>利点</p> | <p>利点</p> |
| <p>欠点</p> | <p>欠点</p> |
| <p>評価</p> | <p>評価</p> |

○

△

4 - 1 - 2 施工上の留意事項

本計画は橋梁工事が主体である。橋梁形式は施工条件、維持管理や工事費等の比較検討の結果、上部工は鋼橋（ポニートラス、ランガー）、下部工は直接基礎の逆T式橋台である。橋梁工事においては、主要な資機材や特殊作業員等は日本を含む外国より調達される予定であるので、建設工事自体は難解なものでない。したがって、施工上の留意事項は以下の通りである。

- 本工事が雨期を含む工期内に完成されるためには、建設業者による工程、品質、資機材、労務の計画・管理やコンサルタントによる施工監理が重要である。
- 現地では日本の労働安全基準法に相当するものはないが、事故等による労務者との紛争を防止するため、労務者の安全教育や安全対策を日本の工事に準じて実施する。
- 建設作業員の多くはインド人であるが、その雇用は「内務省制定の外国人の雇用規則」により行われる。また、キャンプヤード内のインド人と地域住民とのトラブルを起さないような労務者管理が必要である。
- 建設業者は「内務省制定の労働基準法」を遵守する。
- 工事期間中は一般車両や地域住民に対する安全にも配慮する必要がある。

4 - 1 - 3 施工区分

本計画を日本の無償資金協力によって実施する場合の日本側とブータン側の事業区分は以下の通りである。

(1) 日本側負担分

- ・ 橋梁、取付道路、護岸の建設
- ・ 現橋の撤去（No.4 Wachy 橋においては右岸の現況取付道路も撤去）
- ・ 建設工事用のキャンプヤードおよび施工ヤードの建設や撤去
- ・ 上記建設工事に必要な資機材や労務の調達
- ・ 上記建設工事の現場管理
- ・ 事業実施に必要なコンサルタント業務

(2) ブータン側負担分

- ・ 建設用地の取得（No.2 Chamkar 橋と No.4 Wachy 橋に適用）
- ・ 仮設および建設ヤード用地の借地（No.3 Bjee 橋と No.4 Wachy 橋に適用）
- ・ 支障物件の撤去 / 移設（No.3 Bjee 橋と No.5 Mangde 橋に適用）
- ・ 骨材や土砂の採掘権の免除
- ・ 環境影響評価調査の実施
- ・ 土取場 / 土捨場の確保（特に、No.2 Chamkar 橋と No.4 Wachy 橋に適用）
- ・ 仮設および建設ヤード用地となり得る政府用地の確保（No.1 Kuri 橋、No.2 Chamkar 橋と No.5 Mangde 橋に適用）
- ・ 搬入される資機材の免税措置および速やかな通関手続き
- ・ 本計画の実施に係わる日本人や第三人の入国時に課せられる関税、税金やその他の財政課徴金の免除

4 - 1 - 4 施工監理計画

(1) 実施設計、施工監理の基本方針

1) 実施設計

実施設計の基本方針は下記の通りである。

- ・ 実施設計での現地調査は、基本設計に基づいた現場確認作業、施工 / 積算に関する補足調査、必要に応じた追加測量 / 土質調査を行う。また、相手国政府関係機関と実施設計に伴う様々な確認事項についての最終的な協議を行う。
- ・ 国内作業での実施設計完了後、相手国政府関係機関に実施設計の内容について説明 / 協議を行う。

2) 施工監理

施工監理の基本方針は下記の通りである。

- ・ 本計画は全国に点在する 5 橋梁の架け替え工事であるとともに、同時期に 3 橋梁が施工されるが、施工監理は現地技術者を含む少数精鋭で行なう。
- ・ 施工監理技術者は下記(2)に述べる業務を円滑に遂行するように努める。また、日本国内において本計画の支援体制を確立する。
- ・ 本計画の橋梁に採用される鋼橋（特にランガー橋）の送出し工法やトラッククレーン・ジブクレーンベント工法はブータン国においては実績が少ない。それ故に、日本人の施工監理技師は建設業者と協力して相手国政府の関係者に技術移転を行う。

(2) 施工監理業務

現地に派遣された施工監理技術者は、主として以下の業務を実施する。

・ 工事計画や施工図の承認

施工業者より提出される工事計画書、工程表、施工図が契約書、契約図面、仕様書等に適合しているかどうかを審査して承認を与える。

・ 工程管理

施工業者より工事の進捗状況の報告を受け、工期内に工事が完了するように必要な指示を出す。

・ 品質検査

現場において、工事材料や施工の品質が契約図面や仕様書に適合しているかを検査して承認を与える。

・ 出来形検査

完成断面や平面形状等进行检查し、出来形が管理基準を満足しているかチェックを行うと同時に数量の確認をする。

・ 証明書の発行

施工業者への支払、工事の完了、瑕疵担保期間の終了等に際して必要な証明書を発行する。

・ 報告書の提出

施工業者が作成する工事の月報、完成図面、完成写真等进行检查し、ブータン政府と国際協力事業団（JICA）等に提出する。また、工事終了後に完了届を作成し、JICA に提出する。

（３）施工監理体制

現地にて施工監理に携わる日本人技術者の人数や期間は、工事内容や工期を考慮して下記の通りである。また、技術移転を目的として現地スタッフを雇用する。

- ・ 総括

総括はプロジェクトの着手時および終了時に派遣される。

- ・ 常駐橋梁技師

常駐橋梁技師は全工期に渡り常駐し、工事全般の監督業務を行う。

- ・ 橋梁技師

橋梁技師は鋼橋の施工監理の経験者であり、上部工施工時にスポット派遣される。

4 - 1 - 5 資機材調達計画

（１）資材

１）基本方針

建設工事に必要な材料で、現地にて入手可能な材料は原則として現地調達とする。また、輸入品であっても、ブータン国内市場で自由に入手できる材料は現地調達とみなす。ただし、品質に問題のあるもの、あるいは流通量が十分でなく、一定期間に入手し難いものについては、日本および第三国(インド)から調達することとする。

２）資材調達状況

本工事に必要とされる主要な建設資材の調達状況は以下の通りである。

セメント

ブータン国内にて製造されるセメントは主に普通ポルトランドセメントである。現在の供給量は国内需要量を上回り、その差分はインドに輸出されている。操業中のセメント工場は Pennden Cement Authority、Lhaki Cement Private Ltd. Namgail Cement Co.,Ltd. の 3 工場、西南地域に位置している。その他に、Dungsam Cement Plant という大規模セメント工場が東南地域で建設中である。

一般的に使用されているセメントは生産能力が一番高い Penden セメント(800 トン/日)であり、各地の指定取扱業者、または直接工場から購入可能である。なお、当該セメントの購入価格は他の材料と同じように輸送費の差異により、地域毎に異なる。

骨材

砂や砂利は国内南部、すなわちインド平原に隣接する地域、あるいは急流河川が穏やかな流れとなる盆地等の平坦地域の河川にて採取される。また、山砂が山中の堆積層より採掘される場合もある。

玉石も上記のような地域より採取されるが、供給量には限りがある。したがって、玉石の代わりに、河川敷や山中の巨石を小割にした雑割石を用いることが多い。

一方、砕石の需要量は建築や道路材料として拡大しているが、岩山を利用するような大規模な砕石プラントはない。現状は、小さな砕石場が玉石や雑割石を利用して稼働している。なお、首都内の工事現場においても運び込まれた石を人力にて砕石に加工していることもある。

鉄筋、一般的 / 特殊な構造用鋼材

鉄筋は市場より入手が可能であるが、調達に際しては取扱認定業者を通して注文する必要がある。一般的に、インドから陸上輸送により入手される鉄筋は他の国から調達するよりも安く、かつ短い調達期間で済む。Tata Steel Industry や Mahindra Rolling Mill により製造されるインド製の鉄筋は、降伏点強度 250MPa(=2,549kgf/cm²)の軟棒鋼や同強度 415MPa(=4,232kgf/cm²)の冷間圧延異形棒鋼(ねじり棒)・熱間圧延異形棒鋼である。また、調達可能な鉄筋径は 6、8、10、12、14、20、22、24mm である。なお、上記強度に関する品質保証書(ミルシート)のないことが普通であるが、年内には MOC 内の試験所にて鉄筋引張試験が可能となる。

チャンネルや H / I 型のような一般的な構造用鋼材もインドより供給される。一方、鋼合成桁橋の鋼桁、トラス / アーチ橋の構造用鋼材や PC 橋の PC 鋼材のような特殊な構造用鋼材は、品質・価格・納期を考慮してインドを含む海外から調達される。特に、本計画では、上部工鋼材は耐候性鋼材の錆止め安定化処理済のため、日本国より調達する。

型枠材

コンクリート型枠用の合板はインドからの輸入品を国内の市場より調達が可能である。また、仮設工事用の木材は各橋梁サイトの近郊の製材所より入手可能である。

盛土材

本計画において大量に盛土材を必要とする橋梁サイトは No.2 Chamkar 橋と No.4 Wachy 橋であり、サイトと DOR 指定の土取場間は 5 km を想定する。一方、若干の盛土材を必要とする他の橋梁サイトと土取場(近隣の道路曲線部の拡幅)間は 2 km とする。なお、詳細な土取場の位置は工事着工前に DOR によって確定される。

生コン工場・合材工場

発電所や空港建設のような大規模工事にはコンクリートバッチングプラントが設置されて来たが、通例はたる形ミキサーにより生コンを現場にて製造している。

他方、道路舗装は DANTAK(インド陸軍工兵隊)も、人力による路上アスファルト加熱混合法を採用しており、合材工場は存在しない。

燃料

ガソリンや軽油はインドのみからの輸入により、これらの取扱業者より調達可能である。供給業者としては、Bhutan Oil Distributors と Druk Petroleum がある。

3) 資材調達計画

上記の資材調達状況を考慮して、本計画の主要な資材の調達計画は表 4.1.2 の通りとする。

表 4.1.2 資材調達先

| 資材名 | 規格 | 調達先 | | | 備考 |
|----------|--------------|-------|-----|-----|-----|
| | | ブータン国 | 日本国 | 第三国 | |
| 盛土材 | | | | | |
| アスファルト | 現場混合用 | | | | |
| アスファルト乳剤 | | | | | |
| 路盤材 | 砕石 | | | | |
| 道路標識板 | 速度、重量 | | | | |
| セメント | 普通ポルトランドセメント | | | | |
| 混和剤 | 減水剤 | | | | |
| 細骨材 | 砂 | | | | |
| 粗骨材 | 砕石 | | | | |
| 雑割石 | 20～25cm | | | | |
| 鉄筋 | | | | | |
| 橋梁上部工鋼材 | 耐候性 | | | | |
| 高欄 | | | | | インド |
| メタル支承 | 支承付属品付 | | | | |
| 伸縮装置 | | | | | |
| 雨水管 | 塩ビ管 | | | | |
| コンクリート管 | D600 | | | | |
| 蛇籠 | | | | | |
| 型枠用合板 | | | | | インド |
| 支保材・足場材 | | | | | |
| 仮設用木材 | | | | | |
| 土嚢袋 | | | | | |
| 燃料 | | | | | |

(2) 建設用機械

1) 基本方針

建設機械の調達は資材と同様に、現地で調達可能な機械は現地調達とする。汎用性のある機械は現地調達とするが、大型機械や特殊機械については、それらの故障

または使用不可となった場合、工事や工程に与える影響が大きいため、これらは日本調達を基本とする。

2) 建設機械調達状況

建設機械調達一般状況

ブータン国政府は熟練工を含む建設作業員の不足を補うために工事の機械化を進めている。したがって、DOR や大きな建設業者は運送、土工、道路工、コンクリート工等に使用する建設機械をある程度保有している。これらの機械の一般車両や小機材はインド製、特殊車両等は日本製にて大部分を占めている。DOR の機械は直営工事に優先的に使用されているために、民間企業へ貸出し不能状態である。一方、民間保有の機械は使用時期やリース等の条件次第によりリースが可能であるが、台数に限りがある機械や橋梁工事に必要な架設機械等は日本等から調達する。

DOR の保有建設機材

DOR の保有建設機械は、日本から 1987 年の第 1 次無償資金協力と 1995 年の第 2 次無償資金協力で調達された建設機械、オーストリアの供与機械（バックホウ 1 台）と自国調達による機械である。これらの機械は DOR の Mechanical Cell（機械課）によって運営・管理されている。機械課の組織は Thimphu の本部、Hesothagkha と Lingmithang のワークショップ、Phuentsholing と Thimphu の倉庫から成る。Hesothagkha のワークショップは 1998 年に建設されたブータン・オーストリア・日本友好施設であり、現在もオーストリア側 3 名（内 2 名はフィリピン人）と日本側 1 名の技術指導・協力の下に管理・運営されている。当該施設には多くの機械が配置されてはいるが、大部分は故障しない限りは建設現場に駐留している。重機（特に土工機械）の故障原因としては以下のことが主な原因となっている。

- ・ブータン国の地形・地質の条件、すなわち岩の多い山岳道路建設や維持補修のために重機に大きな負荷が掛かること。
- ・重機の数が少ないために、積み込み機械であるホイールローダも掘削機械として使用されることが多い。
- ・故障した場合に交換パーツの取り寄せに 3～6 ヶ月を要すために、重機を配置された現場は多少の故障でも稼働させる。
- ・直営工事が多く、重機の貸出し順番待ち状況であるので、十分な保守点検が出来ない状態である。

3) 建設機械調達計画

上記の建設機械調達事情を考慮して、本計画の主要な建設機械の調達計画は表 4.1.3 の通りとする。

表 4 . 1 . 3 建設機械調達先

| 資 材 名 | 規 格 | 調 達 先 | | | 備 考 |
|-------------|----------------------|-------|-----|-----|------------|
| | | ブータン国 | 日本国 | 第三国 | |
| バックホウ | 0.6m ³ | | | | 土工 |
| 大型ブレーカ | 1,300kg 級 | | | | 土工 |
| トラッククレーン | 15 ton | | | | 下部工、上部工 |
| 振動ローラ | 0.8 ~ 1.1ton | | | | 土工、舗装工 |
| タンパ | 60 ~ 100kg | | | | 土工、舗装工 |
| 空気圧縮機 | 0.5m ³ /分 | | | | 土工、碎石場 |
| コンクリートブレーカ | 20 kg 級 | | | | 土工、碎石場 |
| エンジン式溶接機 | 250 A | | | | 型枠工 |
| 発動発電機 | 20 kva | | | | 共通仮設工 |
| 発動発電機 | 45 kva | | | | 共通仮設工 |
| 発動発電機 | 100 kva | | | | 共通仮設工 |
| コンクリートミキサ | 0.5 m ³ | | | | |
| クラッシュマシン | 10 t/hr | | | | 碎石プラント |
| ベルトコンベヤ | 機長 7m & 10m | | | | 碎石プラント |
| 水中ポンプ | 100 mm | | | | コンクリート工、用水 |
| ブルドーザ | 21 ton | | | | 土工、舗装工 |
| ホイールローダー | 1.2 m ³ | | | | 碎石場 |
| タイヤローラー | 8 ~ 20 ton | | | | 土工、舗装工 |
| ロードローラ | 10 ~ 12 ton | | | | 土工、舗装工 |
| 散水車 | 10 m ³ | | | | 土工、舗装工 |
| トラック | 8 ton | | | | 土工、碎石場 |
| ベント資機材 | | | | | 上部工 |
| トラベルクレーン資機材 | | | | | 上部工 |
| 送出し資機材 | 手延べ式 | | | | 上部工 |
| 送出し資機材 | 架設桁式 | | | | 上部工 |

(3) 資機材輸送計画

現地調達の建設資機材は、供給業者より供給先から各橋梁サイトに搬入 / 搬出される。または、建設業者が供給先（骨材等の場合には採取地）から直接各橋梁サイトに搬入する。

以下は主に海外調達の建設資機材に関する輸送状況である。

1) Calcutta ~ Phuentsholing 間の輸送

インド以外からの海外調達建設資機材は、Calcutta 港から Phuentsholing（ブータン国内の最大輸送中継地）までの約 600 km を表 4.1.4 に示す輸送車両にて運ばれ

る。輸送日数は5～7日間である。

表4.1.4 輸送車両 (Calcutta～Phuentsholing)

| 車両タイプ | 積載形状(m) | | | 最大積載重量 (MT) |
|-------------------------|---------|------|------|----------------|
| | 長さ | 幅 | 高さ | |
| Tata Truck | 5 | 2.1 | 2.1 | 13 |
| STD Trailer | 12 | 2.4 | 2.4 | 24 |
| Low Bed Trailer | 6 | 3 | 3 | 30 |
| Special Low Bed Trailer | 8 | 3.75 | 3.75 | 40 |

2) Phuentsholing～各橋梁サイト間の輸送

輸送ルートと輸送期間

インドを含む海外調達資機材は Phuentsholing での税関手続き後、各橋梁サイトに輸送される。各橋梁毎の輸送ルート・輸送期間は、図 4.1.1 および表 4.1.5 輸送路障害状況を考慮して、表 4.1.6 に示す通りである。

表4.1.6 輸送ルート・輸送期間

| 橋梁番号 | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------|
| 橋梁名 | Kuri | Chamkar | Bjee | Wachy | Mangde | |
| 輸 送 ル ー ト | Phuentsholing 168km | Phuentsholing 168km | Phuentsholing 168km | Phuentsholing 168km | Phuentsholing 168km | |
| | Semtoka 65km | Semtoka 65km | Semtoka 65km | Semtoka 65km | Semtoka 65km | |
| | W/Phodrang 129km | W/Phodrang 40km | W/Phodrang 40km | W/Phodrang 13km | W/Phodrang 129km | |
| | Trangsa 68km | Nobding 89km | Nobding 82km | Site | Traongsa 115km | |
| | Jakar 88km | Trongsa 68km | Site | | Zhemgang 38km | |
| | Thrimingla 74km | Jakar 1km | | | Site | |
| | Site | Site | | | | |
| | 輸送距離 | 592 km | 431 km | 355 km | 246 km | 515 km |
| | Tata トラック | 4～5 日間 | 3～4 日間 | 3 日間 | 2 日間 | 4～5 日間 |
| トレーラー | 7 日間 | 5 日間 | 4 日間 | 3～4 日間 | 7 日間 | |

上記輸送ルートにおいても、以下の地点では記載のような対策が必要である。

- ・ Bjee 橋 (制限荷重 9 ト) : 積荷の降ろし / 積み直し
- ・ Wangdue 橋 (設計荷重 15 ト、架け替え工事中) : 積荷の降ろし / 積み直し
- ・ 地滑り地区 : 雨期の通過禁止
- ・ 峠 : 雨期や積雪時の通過禁止

なお、資機材の現地調達時や現場間輸送時は、上記の地点以外に Panjurmani 橋 (国道 4 号線、仮設橋梁) の I 桁増強等の補修が必要となる。

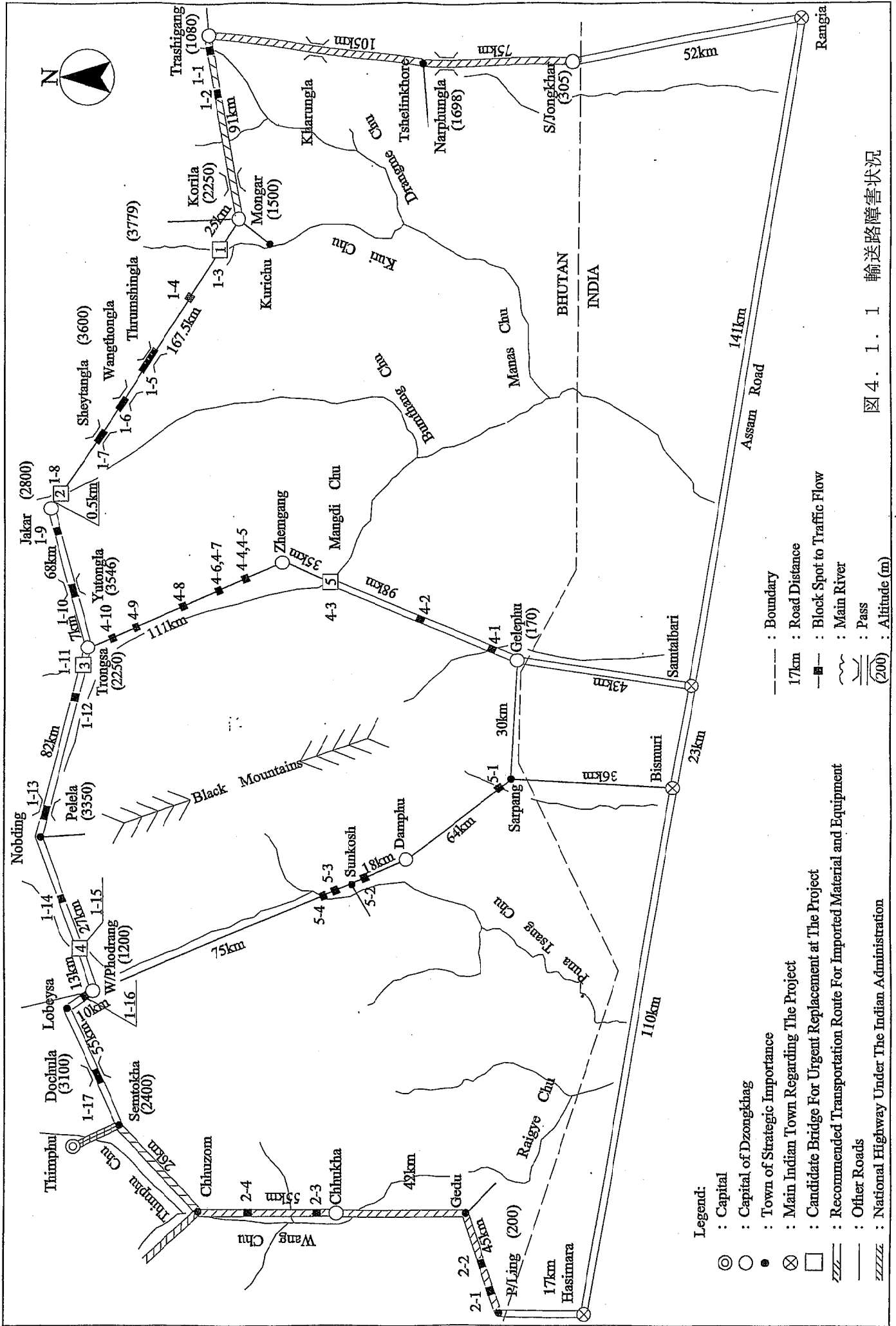


图 4. 1. 1 输送路障状况

Legend:

- ⊙ : Capital
- : Town of Strategic Importance
- : Main Indian Town Regarding The Project
- ⊗ : Candidate Bridge For Urgent Replacement at The Project
- : Recommended Transportation Route For Imported Material and Equipment
- : Other Roads
- zzzz : National Highway Under The Indian Administration
- - - : Boundary
- 17km : Road Distance
- : Block Spot to Traffic Flow
- ~ : Main River
- : Pass
- (200) : Altitude (m)

表4. 1. 5 輸送路障害状況リスト

| 地点 No. | 位置 (Km) | 区間 (Km) | 現況道路状況 | | 過去の道路不通経歴 &その他のコメント | 評価 |
|-----------|-----------------|------------|---|----|-----------------------------|----|
| | | | 位置 | 区間 | | |
| 1-1 | 10 | 0.08 | Chazam Bridge: 設計荷重 15 ton (完成年 1965) | | インド援助により新橋梁建設中 (完成年 2000) | 可 |
| 1-2 | 34 | 0.04 | Serichu Bridge: 設計荷重 18 ton (完成年 1972) | | インド援助により新橋梁建設中 (完成年 2000) | 可 |
| 1-3 | 116 | 0.05 | Kuri Bridge: 制限荷重 5 ton | | 日本援助により設計中 | 不可 |
| 1-4 | 159 - 163 | 4.0 | Namling: 法面崩壊の危険地区 | | 数年前に大きな法面崩壊発生 | 可 |
| 1-5 | 192 - 209 | 17.0 | Thumshingla 峠: 積雪地区 | | | 可 |
| 1-6 | 216 & 226 - 232 | 0.2 & 6.0 | Wanthonglala 峠: 法面崩壊の危険地区 & 積雪地区 | | 1995/1996年に積雪により46日間の交通遮断 | 可 |
| 1-7 | 246 - 253 | 7.0 | Sheytangla 峠: 積雪地区 | | | 可 |
| 1-8 | 284 | 0.04 | Chamkar Bridge: 制限荷重 5 ton | | 日本援助により設計中 | 不可 |
| 1-9 | 291 - 297 | 6.0 | 峠: 積雪地区 | | | 可 |
| 1-10 | 322 - 330 | 8.0 | Yutongla 峠: 積雪地区 & 法面崩壊の危険地区 | | 積雪により毎年平均1週間の交通遮断 | 可 |
| 1-11 | 359 | 0.05 | Bjee Bridge: 制限荷重 9 ton | | 日本援助により設計中 | 不可 |
| 1-12 | 327 - 390 | 3.0 | 峠: 積雪地区 | | | 可 |
| 1-13 | 420 - 428 & 432 | 8.0 & 0.3 | Pelela 峠: 積雪地区 & 法面崩壊の危険地区 | | 頻発な法面崩壊、別ルート建設中 (完成年 2000) | 可 |
| 1-14 | 458 | 0.3 | 法面崩壊の危険地区 | | | 可 |
| 1-15 | 468 | 0.04 | Wachy Bridge: 設計荷重 18 ton | | 日本援助により設計中 | 可 |
| 1-16 | 482 | 0.1 | Wangdue Zam Bridge: 設計強度 15ton (完成年 1969) | | スイス援助により新橋梁建設の開始 (完成年 2002) | 可 |
| 1-17 | 529 - 534 | 5.0 | Dochula 峠: 積雪地区 | | | 可 |
| 2-1 | 12 | 0.3 | 法面崩壊の危険地区 | | 頻発な法面崩壊、インド援助により別ルート工事開始 | 可 |
| 2-2 | 18 - 24 | 6.0 | 法面崩壊の危険地区 | | | 可 |
| 2-3 | 94 | 0.2 | 法面崩壊の危険地区 | | | 可 |
| 2-4 | 120 - 124 | 4.0 | 積雪地区 & 法面崩壊の危険地区 | | | 可 |
| 4-1 | 11 | 0.1 | Aie Bridge: 設計荷重 9 ton (完成年 1963) | | インド援助により新橋梁建設中 (完成年 2000) | 不可 |
| 4-2 | 37 | 0.04 | Rongkhola Bridge: 設計荷重 15 ton (完成年 1963) | | インド援助により新橋梁建設中 (完成年 2000) | 可 |
| 4-3 | 98 | 0.1 | Mangdi Bridge: 制限荷重 3.5 ton | | 日本援助により設計中 | 不可 |
| 4-4 | 156 | 0.04 | Wangdigang Bridge: 設計荷重 15 ton (完成年 1969) | | | 可 |
| 4-5 | 157 | 1.0 | Pangzur: 法面崩壊の危険地区 | | 1998年に新設道路完成 | 可 |
| 4-6 | 168 | 0.5 | 法面崩壊の危険地区 | | | 可 |
| 4-7 | 169 | 0.01 | Panjurmani Bridge: 洪水により流出後、仮設橋梁 | | | 不可 |
| 4-8 | 191 | 0.2 | 法面崩壊の危険地区 | | | 可 |
| 4-9 | 218 | 0.1 | 法面崩壊の危険地区 | | | 可 |
| 4-10 | 233 | 0.3 | 法面崩壊の危険地区 | | | 可 |
| 5-1 | 4 - Sarpang | 0.04 | Sarpangkholo Bridge: 設計荷重 18 ton (完成年 1965) | | インド援助により新橋梁建設中 (完成年 2000) | 可 |
| 5-2 | Wangdue - 77 | 2.0 | Chackey: 法面崩壊の危険地区 | | 数年前に大きな法面崩壊、別ルートの検討中 | 不可 |
| 5-3 | Wangdue - 59 | 0.02 | Mechikhola Bridge: 制限荷重 8 ton | | | 不可 |
| 5-4 | Wangdue - 54 | 0.08 | Wakleytar Bridge: 制限荷重 12ton | | | 可 |

輸送車両・積載制限

輸送車両はブータン国内の道路状況（ヘアピンカーブ、橋梁の重量制限）により、表 4.1.7 に示すものとする。なお、現時点においては、セミトレーラは国道 1 号線の大部分の区間を走行できない。

表 4 . 1 . 7 輸送車両 (Phuentsholing ~ 各サイト)

| 車両タイプ | 積載形状(m) | | | 最大積載重量 (MT) |
|------------------------|---------|-----|-----|----------------|
| | 長さ | 幅 | 高さ | |
| Tata Truck | 5 | 2.1 | 2.1 | 8 |
| Trailer (Ten Wheelers) | 6 | 2.5 | 2.7 | 16 |

注) Trailer は前 1 軸、後 2 軸 (10 輪) の低床式の貨物自動車である。

上表のトレーラにて輸送される最大長尺資材は長さ重量の関係により、9 m (5MT)、8 m (9MT)、7 m (11MT) となる。

3) 日本調達の輸送経路および期間

日本の港湾から Calcutta 港へのコンテナ船は多数あるが、在来船は月 1 回程度である。日本にある倉庫 / 工場から現場までの輸送日数は以下の通りである。

| | |
|--|--------------------|
| 倉庫 / 工場 ~ 日本の港湾 | : 7 日間 |
| 出港 ~ Singapore 港 ~ Chittagong 港 ~ Calcutta 港 | : 30 日間 |
| Calcutta 港での沖待および荷下ろし | : 5 ~ 7 日間 |
| Calcutta 港での仮通関 | : 1 ~ 2 日間 |
| Calcutta ~ Phuentsholing への内陸輸送 | : 5 ~ 7 日間 |
| Phuentsholing での本通関 | : 1 ~ 2 日間 |
| Phuentsholing でのブータントラックへの荷物積替え | : 2 ~ 3 日間 |
| Phuentsholing ~ 現場 | : 3 ~ 7 日間 |
| 合計 | 54 ~ 65 日間 = 2 ヶ月間 |

4 - 1 - 6 実施工程

実施工程は下記に示す実施設計業務、入札業務、建設工事（施工監理業務）から成る。これらを表にまとめると表 4.1.8 に示すようになる。

(1) 実施設計業務

ブータン国政府とコンサルタント契約を結んだ日本のコンサルタントが、以下の実施設計業務を行う。

- ・ 5 橋梁の詳細設計業務（現地調査、設計計画、設計計算、設計図、数量計算）
- ・ 事業費積算、入札関係書類、工事仕様書の作成

(2) 入札業務

ブータン国政府の実施機関に代わって、コンサルタントが下記のような入札業務を日本国内で行う。

- ・ 入札希望業者の資格審査書類の受付
- ・ 資格審査とショートリストの作成
- ・ 工事説明会の開催と質疑応答
- ・ 入札と入札審査評価の作成
- ・ 審査会の開催と業者の決定および通知

(3) 建設工事（施工監理業務）

工事契約後、日本国政府の認証を得て工事を着工する。工事内容は、準備工、仮設工、橋梁下部工、橋梁上部工、取付道路工、護岸工、現橋撤去工、後片付け工である。各橋梁毎に建設工期は異なるが、全体建設工事期間は 29 ヶ月に想定された。上記の建設工事期間に渡って、施工監理計画に示すような業務がコンサルタントによって行われる。建設予定地の雨期は 6 月～9 月であり、この影響については以下のように建設工事工程に配慮した。

- ・ 雨期には地滑り、崖崩れや土石流により国道が頻繁に遮断される。したがって、鋼橋部材等の建設資材や大型建設機械の輸送は乾期中に各現場に搬入する。
- ・ 雨期には河川の増水があるので、下部工等の河川敷地内工事は雨期を避ける。

4 - 2 概算事業費

4 - 2 - 1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、必要となる事業総額は約 17.64 億円となる。先に述べた日本とブータン国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば次の通りに見積もられる。

(1) 日本側負担経費

| 事業費区分 | 合計 |
|-----------|--------------|
| 1) 建設費 | 16.01 億円 |
| ・直接工事費 | (10.28 億円) |
| ・現場経費 | (2.37 億円) |
| ・共通仮設費等 | (3.36 億円) |
| 2) 設計・監理費 | 1.63 億円 |
| 合 計 | 17.64 億円 |

(2) ブータン国側負担経費

| | | |
|--------------|------------|--------------|
| 1) 建設用地取得費 | 17,410 Nu | (4.3 万円) |
| 2) 仮設工事用地借地費 | 54,292 Nu | (13.4 万円) |
| 3) 支障物件移転費 | 337,172 Nu | (83.3 万円) |
| 4) 土取場採掘権 | - Nu | (0.0 万円) |
| 5) 環境影響評価調査費 | 210,100 Nu | (51.9 万円) |
| 合 計 | 618,974 Nu | (152.9 万円) |

(3) 積算条件

- 1) 為替交換レート : 1US\$ = 107.58 円 (2000 年 11 月 現在)
: 1Nu . = 2.47 円 (2000 年 6 ~ 10 月末現在)
- 2) 施工期間 : 実施期間は、実施設計 (入札業務を含む) 7 ヶ月、建設工事 29 ヶ月とし、実施工程は表 4.1.8 に示した通りである。
- 3) その他 : 本計画は日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

4 - 2 - 2 維持・管理計画

(1) 維持管理体制

本計画による橋梁は、車両の衝突等による主構部材の変形・破損が発生しない限り、後述する(2)の維持管理を行っていけば、完成後20年から30年の間は大規模な補修の必要はない。ただし、交通量増加による破損状況によるが、ゴム製伸縮装置の取り替えが将来必要となろう。また、本計画の鋼橋は耐候性鋼材を採用するので、通例10年に1回の塗装は不必要である。したがって、本計画の維持管理体制は新たな維持管理組織を創設しなくても、現状の維持管理体制すなわち通信省下の道路局による維持管理が実施可能である。

(2) 維持管理方法

1) 定期点検および保守・補修

本計画の主体は5橋梁であるが、現道からの取付道路も維持管理の対象とする。橋梁完成後の維持管理は表4.2.1に沿って実施する。

表4.2.1 維持管理方法

| | 点検項目 | 保守・補修 | 定期点検 |
|--------|-----------|----------------------|------|
| 橋 梁 | ①橋面排水管 | 土砂等による排水管詰まりの清掃 | 3ヶ月 |
| | ②伸縮装置 | 伸縮装置の緩みおよびシールゴム脱落の補修 | 3ヶ月 |
| | ③高欄 | 車両の衝突等による損傷の補修 | 3ヶ月 |
| | ④支承 | 堆積土砂等の除去 | 6ヶ月 |
| | ⑤床版および地覆 | ひび割れ、剥離等の補修 | 1ヶ年 |
| | ⑥橋面 | 路面状況の点検と軽微な補修 | 1ヶ年 |
| | ⑦主構、床組、横構 | 損傷の補修 | 1ヶ年 |
| | ⑧橋台 | ひび割れ、剥離等の点検と補修 | 1ヶ年 |
| | ⑨護岸 | 洗掘の点検と補修 | 1ヶ年 |
| 道 路 | ①路面 | 路面状況の点検と軽微な補修 | 1ヶ月 |
| | ②路肩および法面 | 表面処理、植栽、補強盛土 | 1ヶ月 |
| | ③側溝 | 堆積土砂等の除去 | 1ヶ月 |
| | ④マーキング | 塗り替え | 1ヶ月 |
| | ⑤ガードレール | 塗装、取り替え | 6ヶ月 |
| | ⑥擁壁 | ひび割れ、剥離等の補修 | 1ヶ年 |

定期点検において重要なことは、将来の大規模な補修時期や規模を想定する資料とするために、橋梁および道路の点検結果を記録(点検年月日、点検箇所、点検結果、点検者氏名等)することである。そのために、定期点検システムを初期の段階から確立しておく必要がある。

2) アスファルト舗装の補修

橋面や取付道路は定期点検時の軽微な補修(パッチング、段差すり付け)の他に、アスファルト舗装の寿命のために10年に1回程度以下の補修を行なう。

- ・橋面 : 打ち換え
- ・取付道路 : オーバーレイ

(3) 維持管理費

1) 定期点検および保守・補修

定期点検や軽度の保守・補修はDORの直営方式とする。通常の間年維持管理費用は以下のように見積もられる。

| | | |
|----------------|-------------------------|--------------|
| 人件費(エンジニア、作業員) | : Nu 1,000/月 × 12月 × 5橋 | = Nu 60,000 |
| 材料費 | : 一式(人件費の150%) | = Nu 90,000 |
| 機械費(主に車両費) | : Nu 2,500/月 × 12月 × 5橋 | = Nu 150,000 |
| | 合計 | Nu 300,000 |

2) アスファルト舗装の補修

アスファルト舗装の補修は現地建設業者の施工として、各橋梁毎の補修工事は下表のように見積られる。

表4.2.2 アスファルト舗装の補修費

| 橋梁番号 | 橋梁名 | 橋面(打換え)面積(m ²) | 道路(オーバーレイ)面積(m ²) | 工事費(千Nu) |
|------|---------|----------------------------|-------------------------------|----------|
| No.1 | Kuri | 341 | 580 | 303 |
| No.2 | Chamkar | 415 | 880 | 387 |
| No.3 | Bjee | 271 | 420 | 253 |
| No.4 | Wachy | 315 | 880 | 357 |
| No.5 | Mangde | 600 | 900 | 436 |
| 合計 | | 1,942 | 3,660 | 1,736 |

第5章 プロジェクトの評価と提言

5 - 1 妥当性に係る実証・検証および裨益効果

ブータンの国道上にある多くの橋梁は、既にその耐用年数を過ぎているテンポラリーな構造物である。これらの橋梁の耐荷重は年々減少しており、このため、通過車両の厳しい荷重制限を行わざるを得ない状況となっている。特に、国道1号線および4号線に架かる本調査対象橋梁の5橋は架橋後25年を過ぎており、橋梁本来の機能が大幅に低下している。

このような橋梁の現状は、ブータン国内の社会経済活動の振興、ならびに国土の均衡ある地域開発に必要な安全・確実な輸送路を提供する上でのボトルネックとなっている。

道路輸送のボトルネック解消のために計画された本プロジェクトの実施により、次に述べるような多くの問題が改善され、その整備効果も多大であることが期待される。

直接効果

- (1) 現在の低密な幹線道路ネットワーク、対象橋梁に対する荷重制限という制約のもと、対象橋梁を利用しようとする大型の重車両は、他のルートへ大きく迂回することを余儀されるか、積載貨物を小分けにして輸送しなければならない。したがって、本プロジェクト実施による重車両の迂回および積載貨物分割輸送の必要性を解消することにより、大きな直接的経済便益が見込まれる。
- (2) また、対象橋梁の老朽化の進行により1橋でも崩壊し、道路輸送路が寸断した場合、他のルートへ大きく迂回輸送することによる経済的損失が多くなる。このような危険性を本プロジェクトの実施により回避し、安全確実な輸送路確保を図ることは、民生の安定に寄与するだけでなく、国家の開発計画の目標達成を支援することにもなる。

(迂回輸送解消による走行距離・時間の減少例)

例1 . 首都 Thimphu ~ Trashigang (東部中心都市)

| | 走行距離 | 所要時間 |
|------------------------------------|-------|---------|
| 迂回輸送路 (国道2号線 ~ イド 国道 ~ 国道3号線経由) | 700Km | 約 24 時間 |
| 通常輸送路 (国道1号線経由) | 584Km | 約 18 時間 |
| 減少分 | 116Km | 約 6 時間 |

例 2 . Trongsa (中部中心都市) ~ Gelephu (中部国境都市)

| | 走行距離 | 所要時間 |
|--------------------------------------|-------|---------|
| 迂回輸送路 (国道 1 号線 ~ 5 号線 ~ 4 号線経由) | 335Km | 約 10 時間 |
| 通常輸送路 (国道 4 号線経由) | 258Km | 約 8 時間 |
| 減少分 | 77Km | 約 2 時間 |

間接効果

- (3) ブータンの西部にある首都 Thimphu と東部にある第 2 の都市 Trashigang を結ぶ国道 1 号線に架かる老朽橋梁を、本プロジェクトにより永久橋に架け替えることにより、東西両地域を連絡する安全確実な交通路確保が図られる。このことは国土の均衡ある開発・発展を目指すブータンにとって大きく貢献する。
- (4) 本プロジェクト実施により、対象橋梁の荷重制限面での改善に伴ない、農産品等の市場拡大が図られるなど物流面における質的变化が考えられる。すなわち、利用可能車両の変化に伴い沿道上の産業開発が促進され、国家経済への波及効果が多いに期待されている。特に、ブータン中部を南北に走る国道 4 号線に架かる Mangde 橋の架け替えによる荷重制限(現在 3.5 トン) の撤廃は、沿線の Trongsa、Zhemgang および Sarpang の各県 (ゾンカ) における産業開発に大きなインパクトを与える。
- (5) 本プロジェクト実施による永久橋の建設は、地域住民だけでなく広く国民全体が対象となる公共交通ならびに郵便サービスの安全確実性の向上、市場および教育・医療・宗教施設への安全確実なアクセスの保障など住民の日常生活に対し、大きな安心感・安定感を与えることになる。

以上のように、本プロジェクト実施により期待される整備効果は大きい。また、各対象橋梁整備による直接的・間接的な想定裨益人口は次の通りである。

| 対象橋梁名 | 直接的 | | 間接的 | |
|-----------|--------|---------------|-----------|---------------|
| | 裨益人口 | 全人口に対する割合 (%) | 裨益人口 | 全人口に対する割合 (%) |
| Kuri 橋 | 39,139 | 6.9 | 97,372 ~ | 17.2 ~ |
| Chamkar 橋 | 11,967 | 2.1 | 139,238 ~ | 24.6 ~ |
| Bjee 橋 | 14,694 | 2.6 | 156,511 ~ | 27.6 ~ |
| Wachy 橋 | 23,040 | 4.1 | 156,511 ~ | 27.6 ~ |
| Mangde 橋 | 16,924 | 3.0 | 176,838 ~ | 31.2 ~ |

(資料) 「橋梁整備計画調査」(1997 ~ 98)、JICA 調査団資料
 (注) 人口データは 1995 年現在で、ブータン全国人口は 567,000 人である。

5 - 2 技術協力・他ドナーとの連携

日本からの技術協力として、1998年6月から通信省道路局に「橋梁設計」担当の長期専門家が JICA より派遣されている。本プロジェクトを円滑かつ効率的に実施する上で、現地で専門家からの適切な助言・支援を受けることが必要である。

なお、現地では橋梁技術者が不足していること等を勘案し、これまで実施してきている橋梁専門家派遣を引き続き継続し、技術者の育成と技術力の向上を図ることが望まれる。

本プロジェクトと直接関連する他ドナー実施中のプロジェクトとしては、

- (1) 国道 1 号線のスイスの無償資金援助による Wangdue 橋 (Punatsangchhu 橋) 建設 (事業実施中)
- (2) アジア開発銀行からの借款による国道 1 号線を主体とする道路改良
- (3) 国道 4 号線のインドの無償資金援助による Aie および Rongkhola 橋建設 (事業実施中)

がある。

これらのプロジェクトは、本プロジェクトの建設事業実施の際に、特に資機材輸送上で直接影響を受ける可能性がある。したがって、上記プロジェクト事業実施工程の進捗状況をリアルタイムに把握できるよう相互の連携を図る必要がある。

5 - 3 提言

本計画により前述のような多大な効果が期待されると同時に、本計画が広く住民のBHN（人間としての基本的なニーズ）の向上に寄与するものであることから、本プロジェクトを無償資金協力で実施することの妥当性を確認することが出来る。さらに、本プロジェクトの運営・管理についても、本プロジェクトの基本設計内容を考慮すると、ブータン国側の実施機関である道路局の実施能力には問題ないものと考えられる。しかし、以下の点が改善・整備されれば、本計画はより円滑かつ効果的に実施し得るであろう。

- (1) 現在、ブータン国内におけるDORならびに民間建設業者における橋梁技術者は少ない。今後国内での永久橋建設の増大等を考えると、橋梁の設計および維持管理に携わる技術者の増員、および技術力向上のための教育・研修の充実が不可欠である。
- (2) ブータン国内では、発電所および長大橋梁等の大規模インフラ整備事業が、今後とも引き続き各地で実施されることを考えると、大型車両の交通需要が増大することは必至である。しかしながら、現状の国道は、車道幅員が狭く、厳しい曲線部分が多くあり、大型車両の通行不可能な区間が多数存在しており、国内の経済活動上でも大きな障害となっている。
現在、DORが所有するセミトレーラーなどの大型車両の通行が可能となるよう道路改良の促進を図ることは、経済活動の活発化はもとより、本プロジェクトにおける資機材輸送等の効率化にも大きく寄与することになる。
- (3) DORの年間予算の内、橋梁維持管理予算は非常に少ない。まだ多くの仮設橋梁が存在していることを考えると、これらの橋梁の維持管理を十分行えるような予算措置をし、新たな国道のボトルネックになることを避けるようにすべきである。
- (4) ブータン国内での橋梁建設が今後とも続くことを考慮し、既存の永久橋を含め橋梁の機能維持を図る上からも、橋梁点検・維持管理システムの確立が重要である。