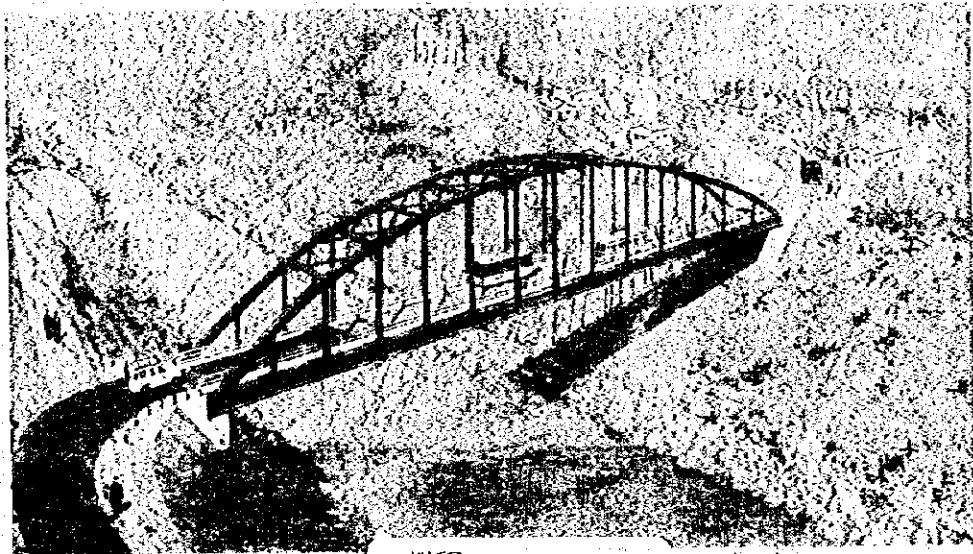


国際協力事業団

通信省公共事業団
ブータン国

ブータン国 橋梁整備計画調査

最終報告書 要約編



JICA LIBRARY



J 1144485 (8)

平成10年7月

株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル
北海道開発コンサルタント株式会社

株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル

JICA
102
61.5
SSF
BRARY

社調一
CR(5)
98-079

国際協力事業団

通信省公共事業団
ブータン国

ブータン国 橋梁整備計画調査

最終報告書

要約編

平成10年7月

株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル
北海道開発コンサルタント株式会社



| | | |
|--------------------|---|----------|
| 換算レート (1998年3月) | | |
| US\$ 1.00 | = | Nu. 38.6 |

序 文

日本国政府は、ブータン国政府の要請に基づき、同国の橋梁整備計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年8月から平成10年6月の間に調査団を現地に4度に亘り派遣いたしました。

調査団は、ブータン国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。平成10年6月、ドラフト・ファイナルレポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年7月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝 達 状

今般、ブータン国における橋梁整備計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本報告書は、貴事業団との契約に基づき、共同企業体が、平成9年8月より平成10年7月にわたり実施して参りました。今回の調査に際しましては、ブータン国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

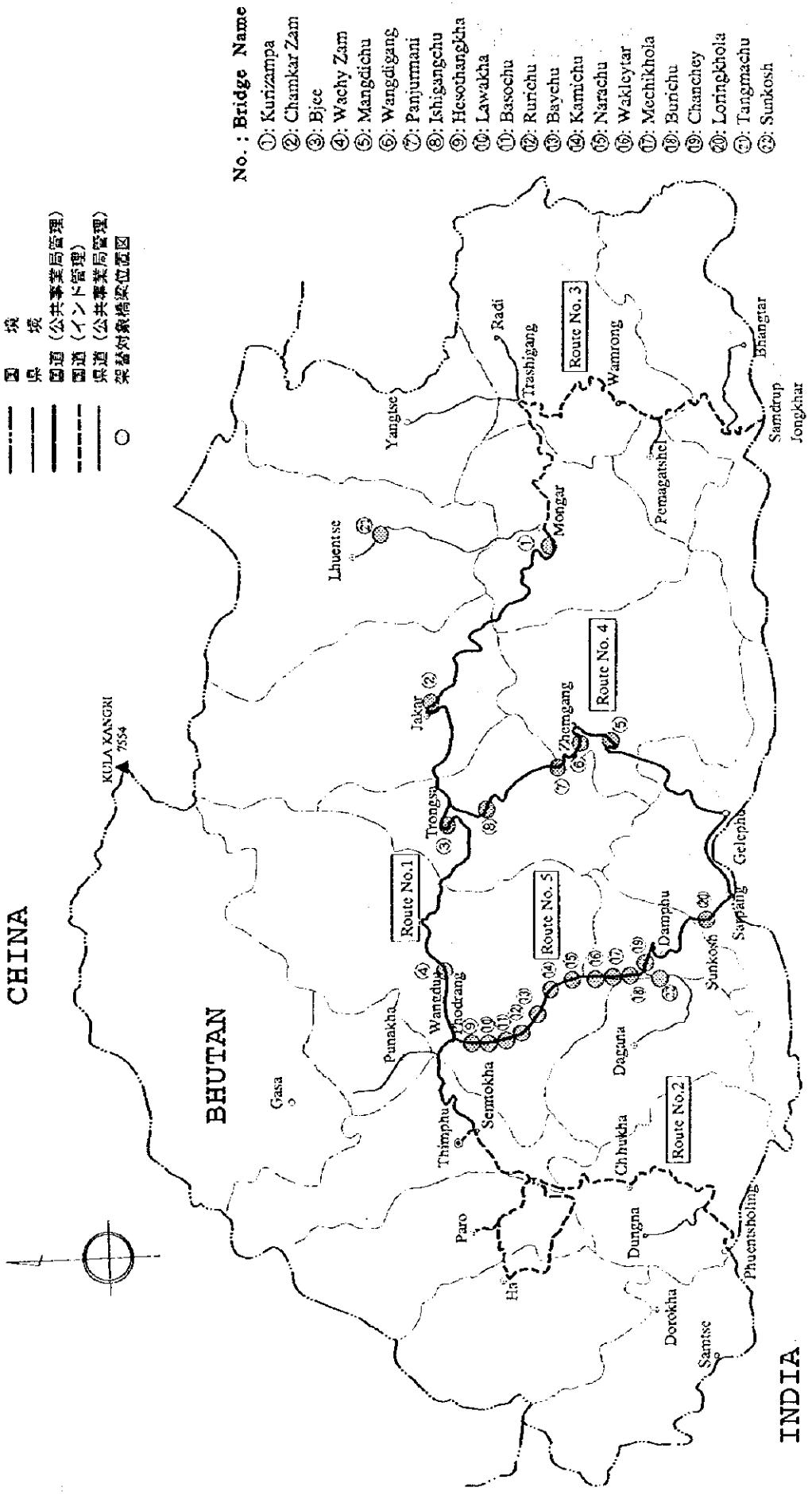
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成10年7月

ブータン国橋梁整備計画調査共同企業体
株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
北海道開発コンサルタント株式会社
総 括 遠 藤 博 之

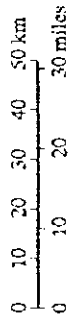
凡例:

- 都
- 首
- 県
- 主要都市
- 州
- 境
- (公共事業局管理)
- (インド管理)
- (公共事業局管理)
- 架替対象橋梁位置図

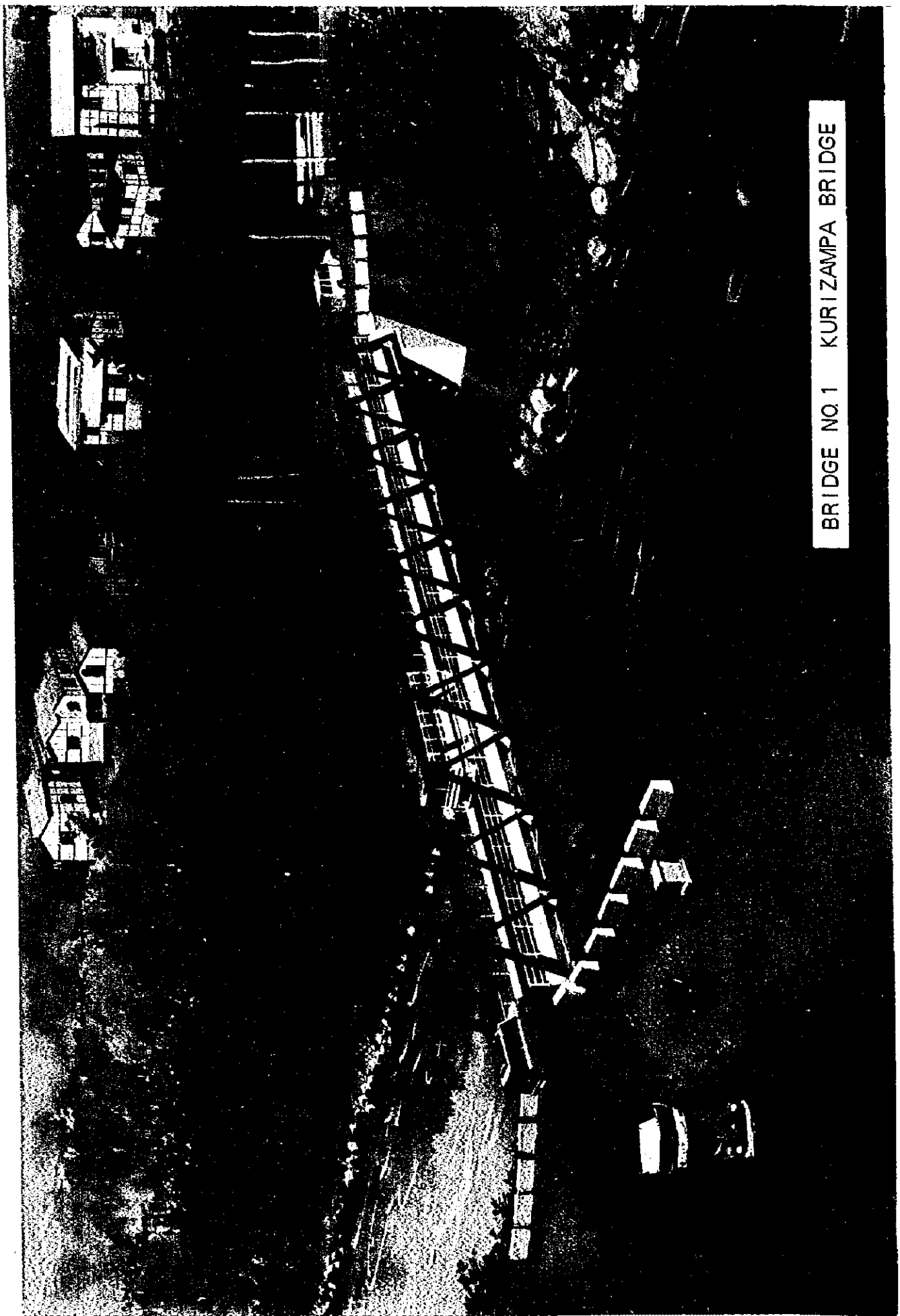


No. : Bridge Name

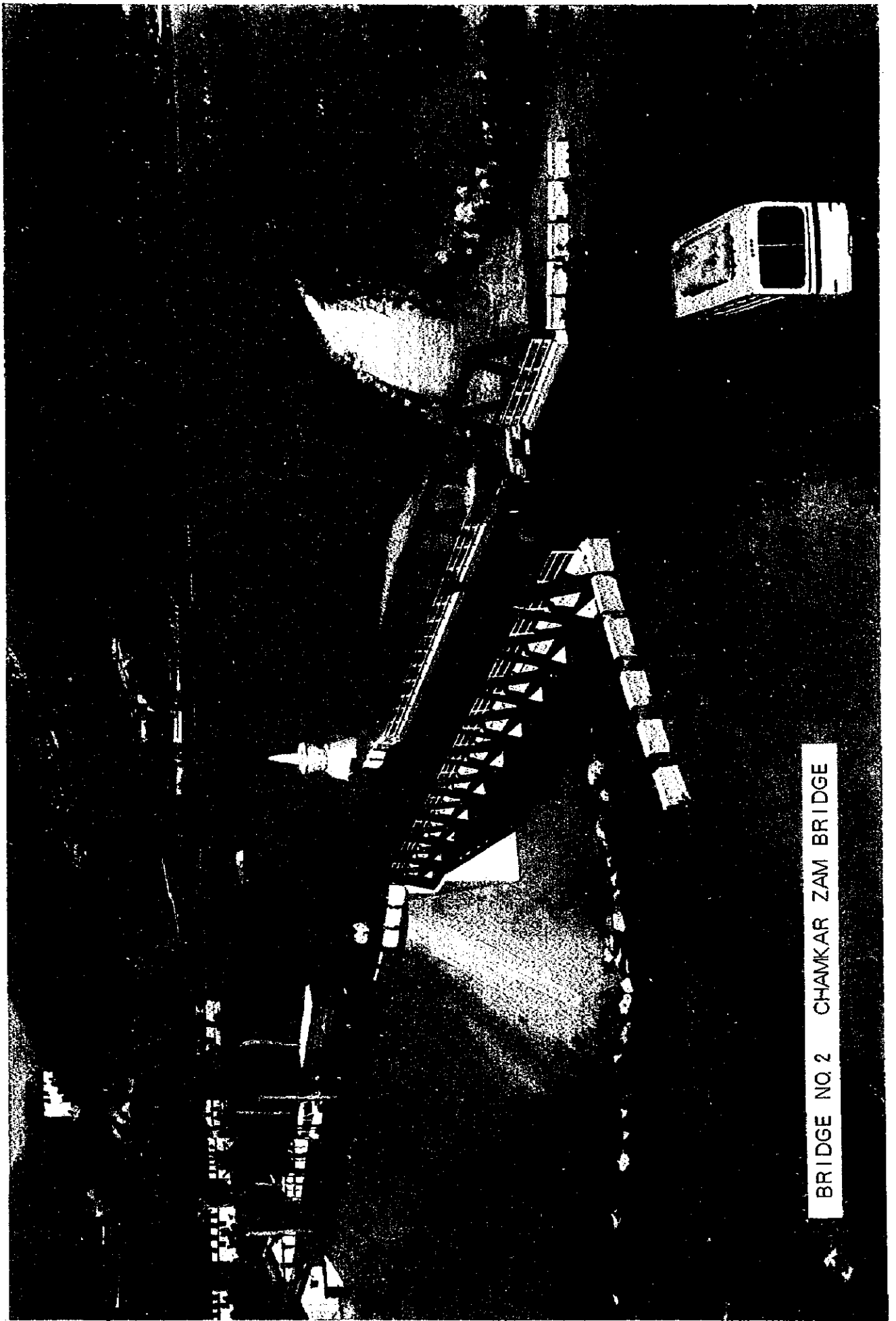
- ①: Kunizampa
- ②: Chamkar Zam
- ③: Bjee
- ④: Wachy Zam
- ⑤: Mangdichu
- ⑥: Wangdigang
- ⑦: Panjurmani
- ⑧: Ishigangchu
- ⑨: Hesohangtcha
- ⑩: Lawakha
- ⑪: Basochu
- ⑫: Rurichu
- ⑬: Baychu
- ⑭: Kamichu
- ⑮: Narachu
- ⑯: Waklytar
- ⑰: Mechikhola
- ⑱: Burichu
- ⑲: Chanchey
- ⑳: Loringkhola
- ㉑: Tangmachu
- ㉒: Sunkosh



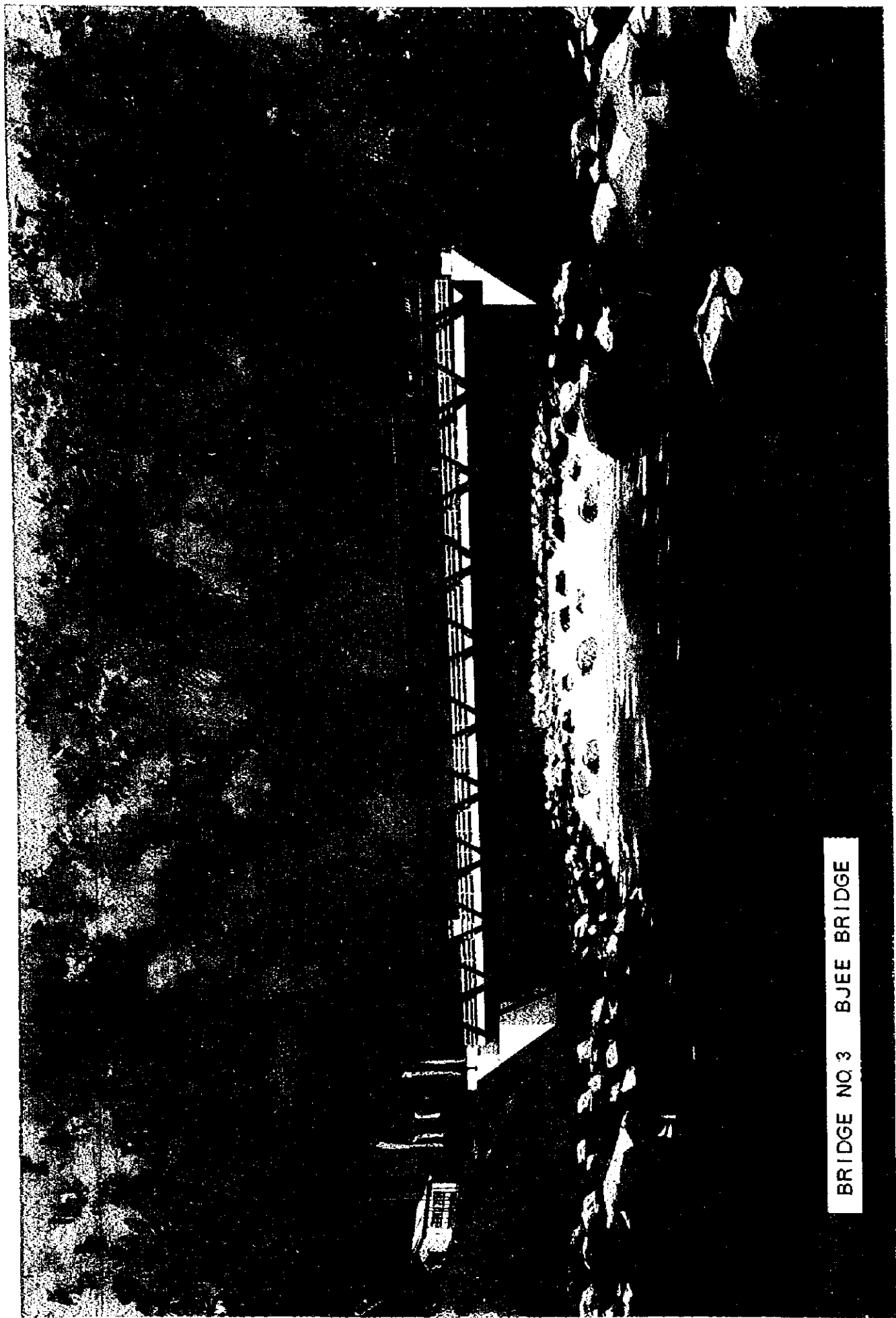
調査対象位置図



BRIDGE NO 1 KURIZAMPA BRIDGE



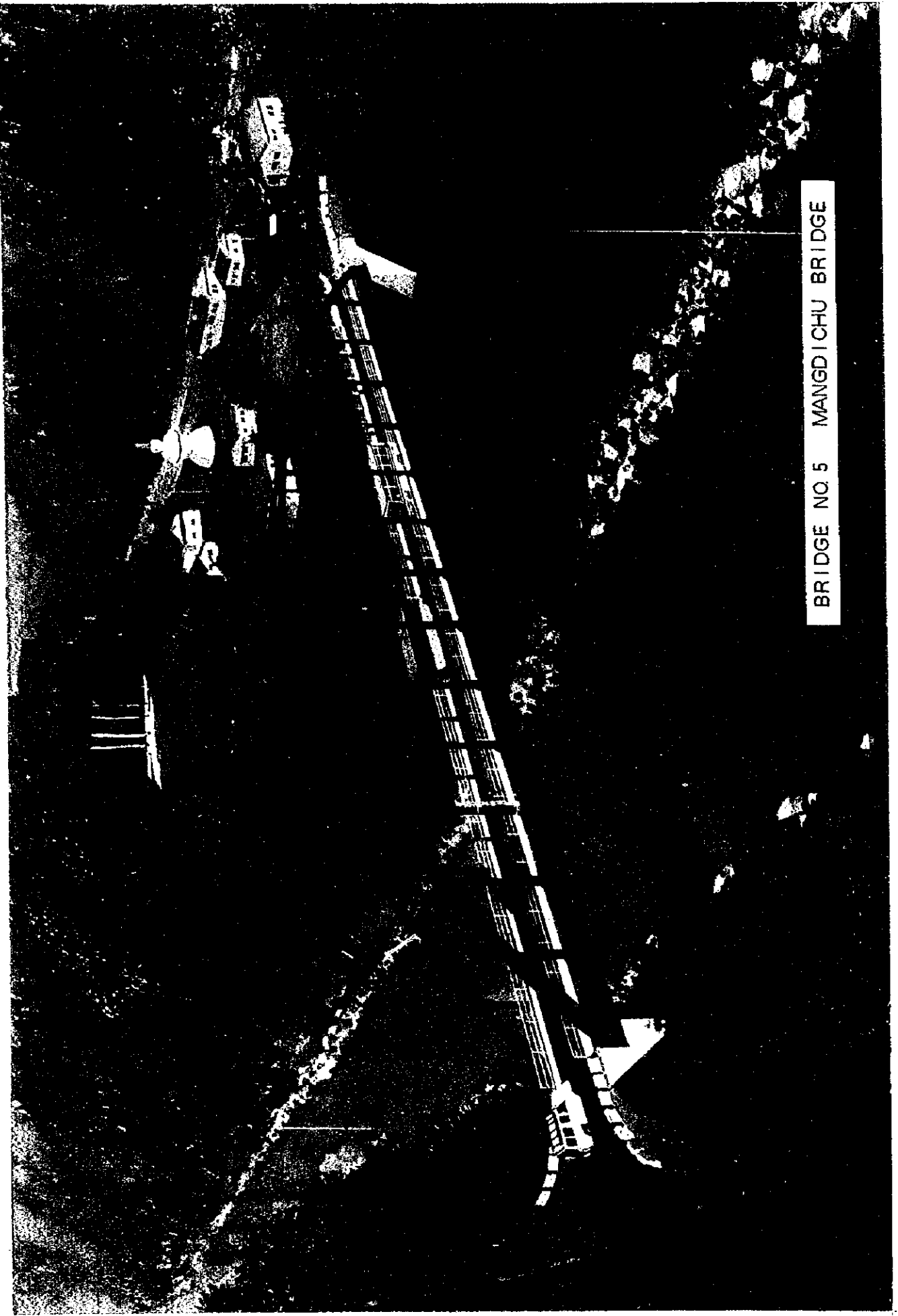
BRIDGE NO. 2 CHAMKAR ZAM BRIDGE



BRIDGE NO 3 BJEE BRIDGE



BRIDGE NO. 4 WACHY ZAM BRIDGE



BRIDGE NO 5 MANGDICHU BRIDGE

目 次

| | ページ |
|--------------------------------|-----|
| 1. プロジェクトの概要 | 1 |
| 2. プロジェクトの目的 | 2 |
| (1) 調査の背景 | 2 |
| (2) 調査の目的 | 3 |
| (3) 調査対象地域 | 3 |
| 3. 調査の方法 | 3 |
| (1) 実施スケジュール | 3 |
| (2) 実施とレポート | 3 |
| 4. プロジェクトの内容 | 5 |
| (1) 22橋の概略調査、緊急架替対象橋梁の選定 | 5 |
| (2) 交通量調査、交通需要予測 | 5 |
| (3) 環境調査 | 8 |
| (4) 優先プロジェクトの選定 | 8 |
| (5) 優先プロジェクトの詳細調査 | 10 |
| (6) 橋梁計画の代替案の選定 | 10 |
| (7) 基本計画と事業費 | 10 |
| (8) 最適代替案の事業実施計画 | 11 |
| 5. プロジェクトの評価 | 13 |
| 6. 結論及び勧告 | 13 |

1. プロジェクトの概要

プロジェクトの概要

| 橋梁番号 | 橋梁名 | 国道番号 | 最適代替案 | | | | 取付道路 延長距離 (m) | |
|------|--------------------------|------|--------|--------|------|--------|------------------|-------|
| | | | 橋長 (m) | 幅員 (m) | 形式 | 架設工法 | | 下部工形式 |
| No.1 | クリザンパ (Kurizampa) | No.1 | 54 | 5.5 | 鋼トラス | ケーブル架設 | 直接基礎、深礎 | 70 |
| No.2 | チャムカーザム (Chamkar Zam) | No.1 | 43 | 7.5 | 鋼トラス | ケーブル架設 | 直接基礎 | 160 |
| No.3 | ジー (Bjee) | No.1 | 50 | 5.5 | 鋼トラス | ケーブル架設 | 直接基礎、深礎 | 70 |
| No.4 | ワチザム (Wachy Zam) | No.1 | 43 | 5.5 | 鋼トラス | ケーブル架設 | 直接基礎、深礎 | 109 |
| No.5 | マンディチュー (Mangdichu) | No.4 | 100 | 5.5 | 鋼ローゼ | ケーブル架設 | 直接基礎、深礎 | 242 |

2. プロジェクトの目的

(1) 調査の背景

ブータン王国の主要道路及び橋梁の整備は、1959年インドの援助を得て、全国の県庁所在地等の主要都市を結ぶ幹線道路網の整備を重点としてきた。第8次五ヶ年計画（1997～2002）における道路交通整備計画の骨子は、幹線道路の改修整備と地方アクセス道路（支線）網の充実、老朽化の進んだ橋梁架替にしている。これは、住民の基本的生活（シビルミニマム）を確保すること及び全国規模での経済発展及び均衡ある地方の開発を図る上で、最重要視されている基幹インフラ整備の一つと位置付けされている。ブータン王国の1994年での道路網の総延長は3,087kmであり、そのうち分けは国道1,527km、県道443km、地方道1,067kmである。このうち車両通行可能な道路延長は約80%である。主要国道とし、当国の中央部を東西に走る国道1号線、及び南北に走る国道2号線、国道3号線、国道4号線、国道5号線がある。これらの国道のほとんどの区間は一車線道路で、路面は簡易アスファルト舗装である。縦断勾配は比較的緩いが、平面線形では多くのヘアピンカーブがあり、平均走行速度は20～30km/時と制約される。さらに、橋梁の損傷と老朽化の問題、雨期の土砂崩壊による交通遮断が毎年のように繰り返され、道路交通の安全性、確実性が確保されていない状況にある。このために国内における人的・物的流通における道路機能は著しく低くなっている。このような状況の中で、ブータン王国の第8次開発五ヶ年計画を始めとする今後の経済開発計画を促進する上で、安全・確実な道路交通の確保は必要不可欠な課題となっている。

現在、通信省公共事業局（PWD）とインド（インド国境軍の1組織）ダクタックで管理する国道、県道、地方道路の一部は、総延長2,430.2kmある。この区間には、140ヶ所総延長3,948mの橋梁があり、その内、鉄筋コンクリート橋が46橋、ベアリー橋54橋、その他の橋が53橋となっている。このうち77橋がPWDの管理下にある。

これらの橋梁のうち、特に耐用年数を過ぎた多くのベアリー橋の中に近年の農業を中心とする地域経済の拡充や、インド等の援助によるクリチュウ（Kurizampa橋の下流）バソチュウ（Hesothangkha橋の近く）を始めとする各地の大小水力発電所建設に伴う重量車両の増加等によって、橋桁の変形、部材の摩損・腐食及び接合部の緩み、桁変形による橋のたわみ増加等がみられる。

このような状況から、ブータン国政府は、第7次五ヶ年計画に引き続き、第8次五ヶ年計画（1997～2002年）のなかにおいて、主要道路の橋梁の架替を緊急重点項目としてあげている。このような背景のもと、ブータン王国政府は我が国に対し、PWDが管轄する国道にかかる橋梁の調査を要請してきた。

(2) 調査の目的

調査の目的は、次のとおりである。

- 1) 22対象架替橋梁について概略調査を実施する。
- 2) 調査した22架替対象橋梁の中から緊急架替対象橋梁を選定し、選定橋梁からさらに優先架替橋梁を選定し、それらの橋梁についてフィージビリティ調査を実施する。
- 3) 本件調査を通じて、カウンターパートへの当該案件に関する技術移転を行う。

(3) 調査対象地域

対象地域は、国道1号線（シムトカ～タシガン）約546kmの区間にある4橋、国道4号線（トンサ～グレフ）約255kmの区間にある4橋、国道5号線（ワンデーグリフ）約178kmの区間にある12橋、県道のモンガル～ルンチ間約67kmにある1橋、サンコシ～ダガ間約87kmにある1橋、それぞれを含む範囲である。

3. 調査の方法

(1) 実施スケジュール

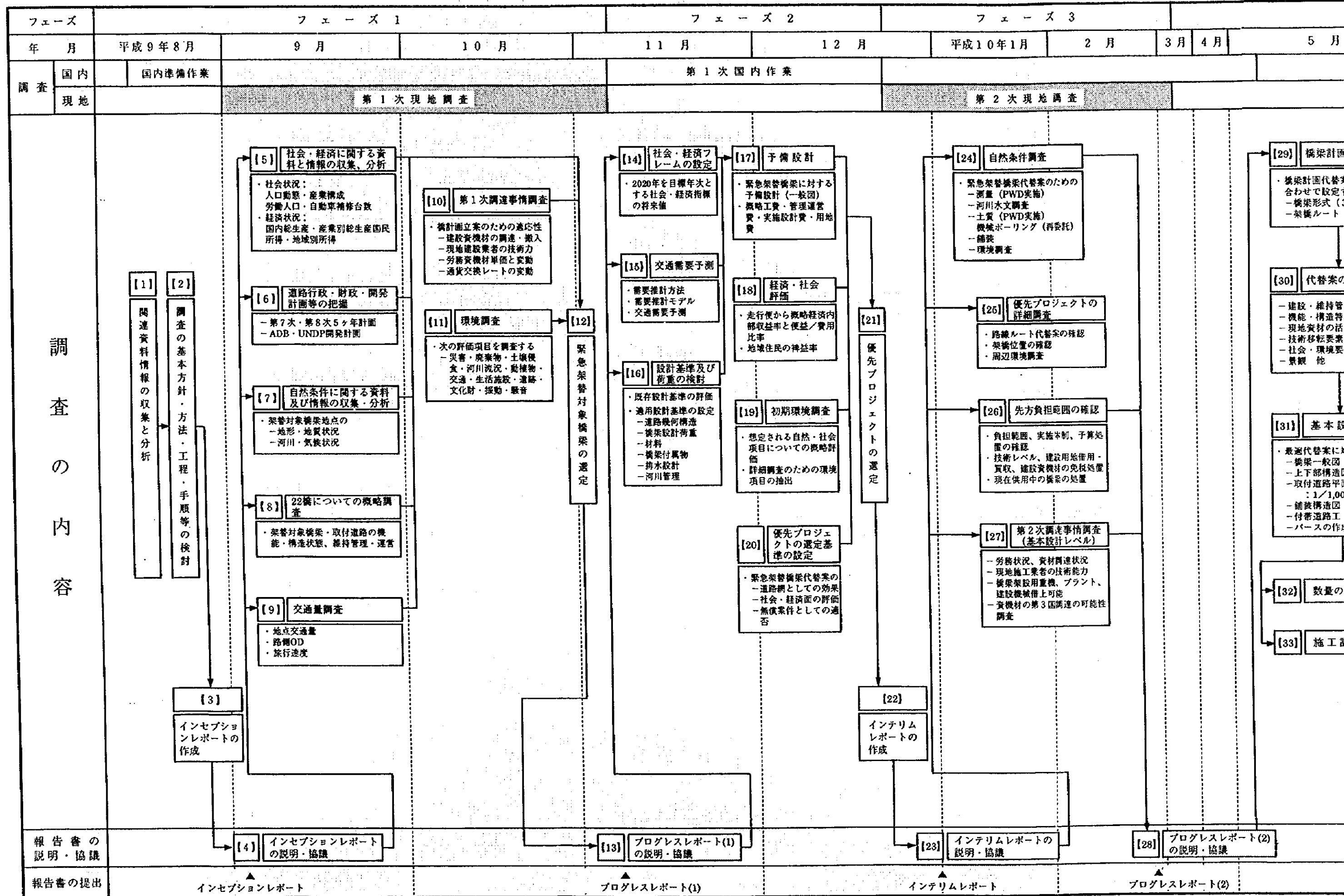
調査は次のフェーズで実施された。調査の種類及び調査項目、レポートの種類別提出時期等を「図-1 調査のフローチャート」に示す。

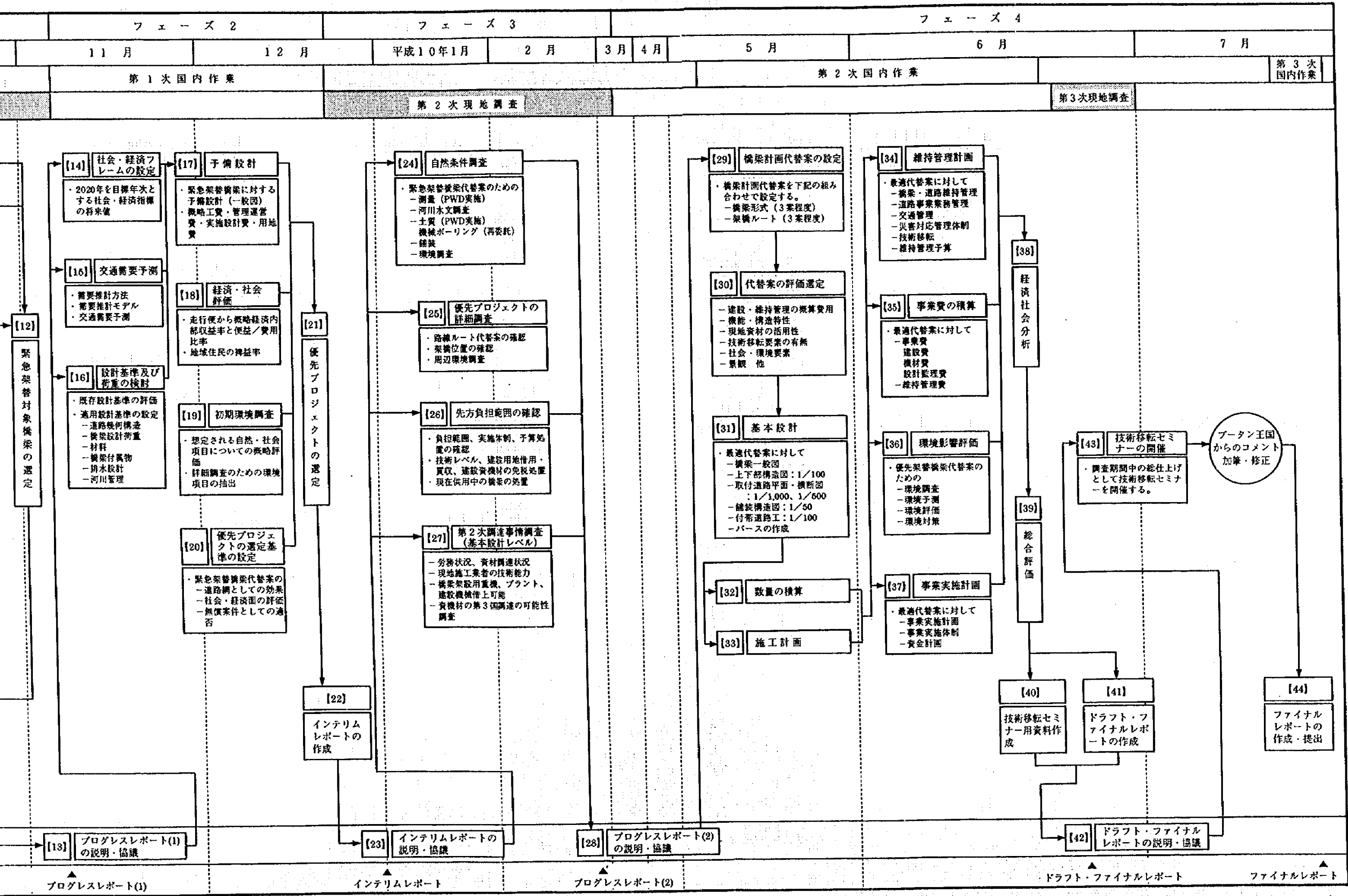
| | |
|-------|--------------------------|
| フェーズ1 | 22橋の概略調査、緊急架替対象橋梁の選定 |
| フェーズ2 | 優先プロジェクトの選定 |
| フェーズ3 | 優先プロジェクトの詳細調査 |
| フェーズ4 | 最適代替案の基本設計とフィージビリティ調査の実施 |

(2) 実施とレポート

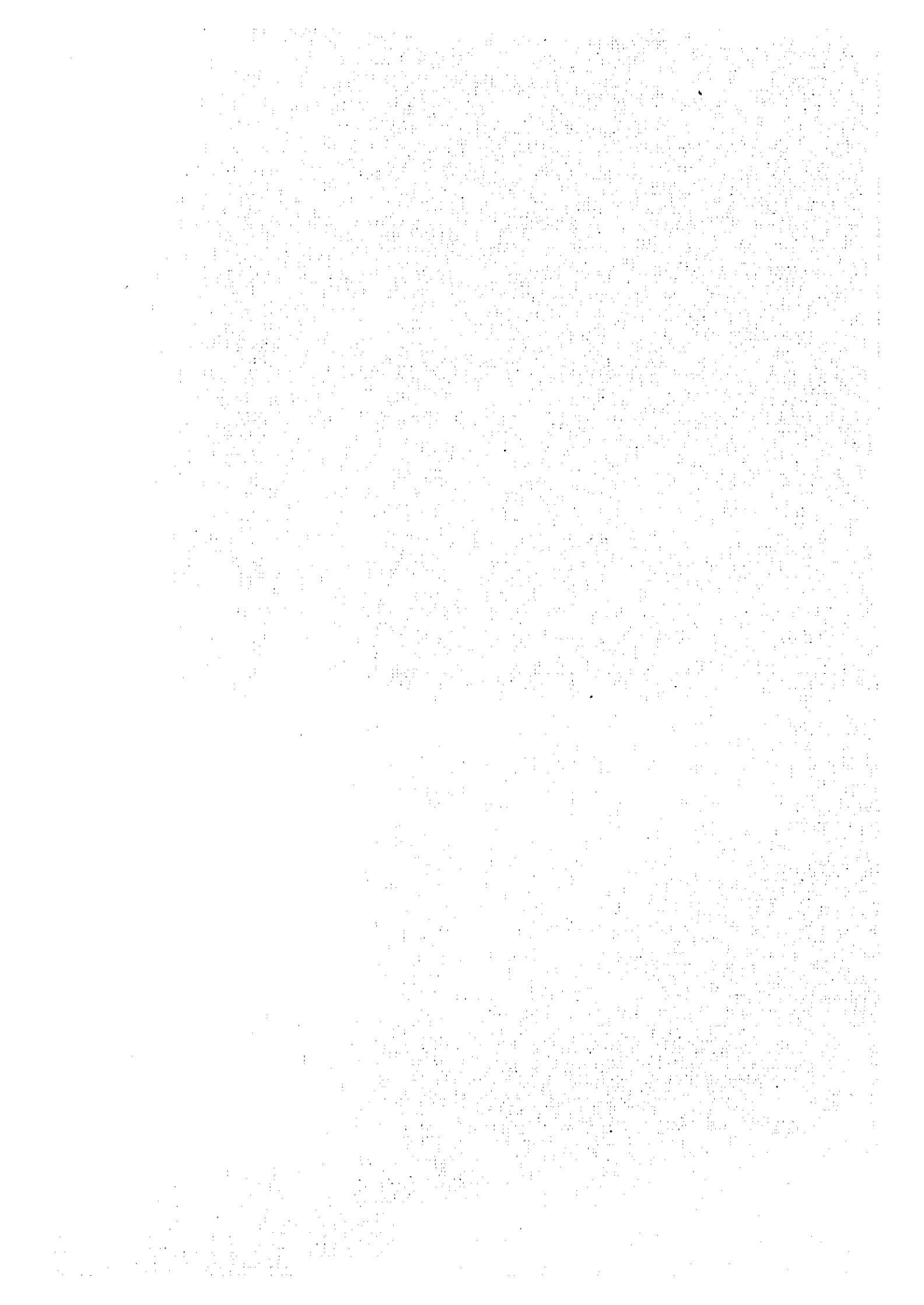
調査は、1997年8月から1998年8月までの間、ブータン及び日本国内で実施され、次のレポートが提出された。

| | |
|----------|-----------------|
| 1997年9月 | インセプションレポート |
| 1997年10月 | プロGRESSレポート (1) |
| 1997年12月 | インテリムレポート |
| 1998年3月 | プロGRESSレポート (2) |
| 1998年6月 | ドラフト・ファイナルレポート |
| 1998年8月 | ファイナルレポート |





- 4 - 図-1 作業のフローチャート



4. プロジェクトの内容

前述の背景のもとに実施された調査の内容は次のとおりである。

(1) 22橋の概略調査及び緊急架替対象橋梁の選定

概略調査は、橋梁形式、損傷状況、取付道路の状況、自然条件、周辺の社会・生活環境を中心に雨期期間中に現地調査を2回実施した。調査結果から、次の5項目を評価し、表-1にまとめ、緊急架替対象橋梁を選定した。

- 現状の許容荷重
- 建設年次
- 損傷状況（定量的に評価）
- 橋梁の鉛直方向のたわみ量（無載荷重時）
- 周辺の社会・生活環境状況（教育・医療施設、公共施設、村落）

緊急架替対象橋梁として次の12橋が選定された。

| 橋梁番号 | 橋梁名 |
|------|-----------------------|
| 1 | クリザンバ (Kurizampa) |
| 2 | チャムカーザム (Chamkar Zam) |
| 3 | ジー (Bjee) |
| 4 | ワチザム (Wachy Zam) |
| 5 | マンディチュー (Mangdichu) |
| 6 | ワンディガン (Wangdigang) |
| 8 | イシガンチュー (Ishigangchu) |
| 10 | ラワカー (Lawakha) |
| 16 | ワクリタール (Wakleytar) |
| 17 | メチコーラ (Mechikola) |
| 21 | タンマチュー (Tangmachu) |
| 22 | スンコシ (Sunkosh) |

(2) 交通量調査、交通需要予測

1997年10月、10地点での路側O-D調査、12地点での断面交通量調査、調査対象道路の走行速度調査を実施し、架橋地点の交通需要予測(図-2)を行った。2020年の架橋地点での交通需要は以下のとおりである。

表-1 概略調査結果のまとめ

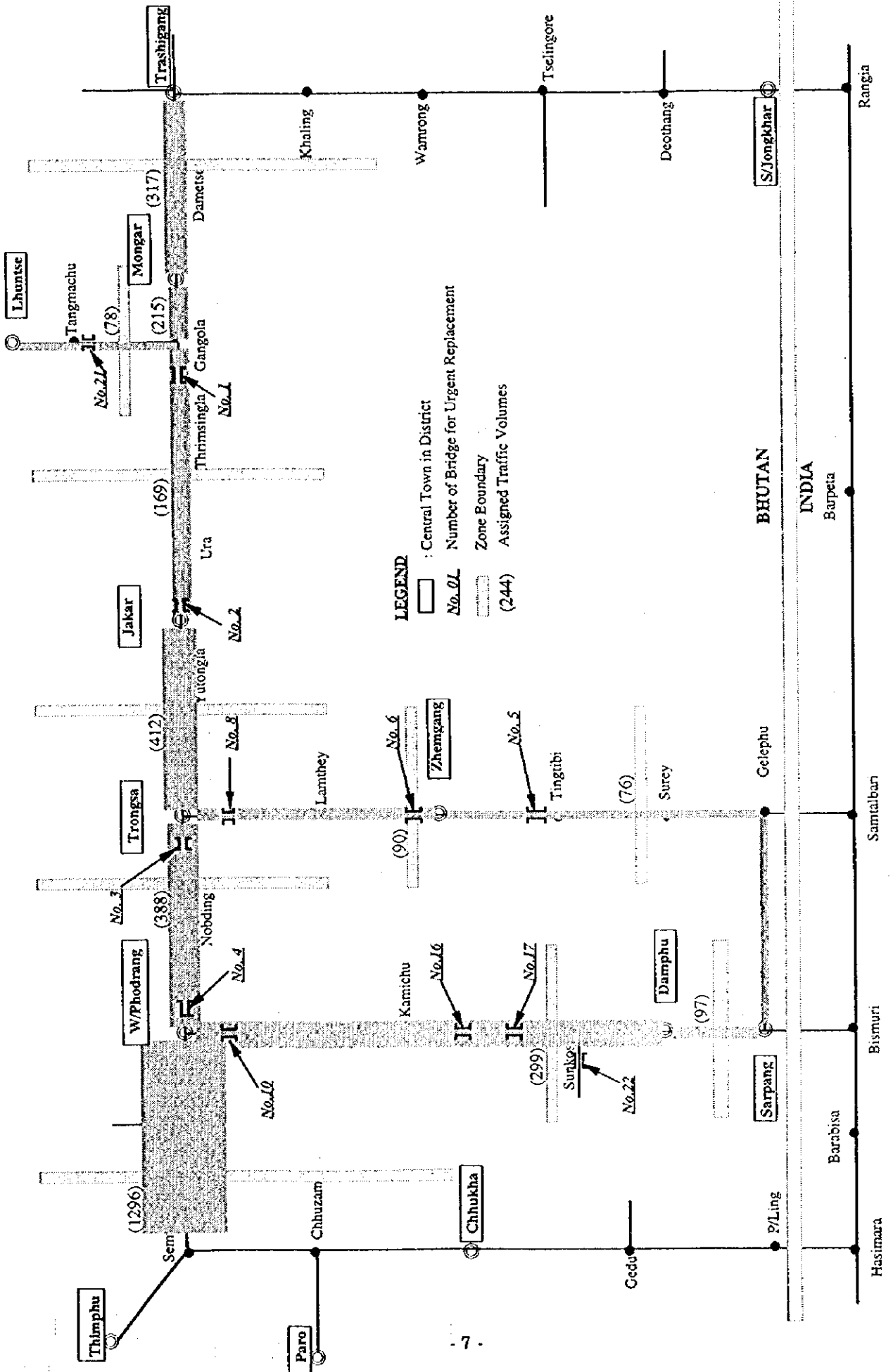
| Br.No. | Br.Name | NHRt.No. | Br.Type | Br.Length (m) | Br.Width (m) | Load Capa- city (t) | Age (Year) | Damage Rating | Sag/Span | S.E. Point |
|--------|--------------|----------|--------------|------------------|-----------------|------------------------|---------------|------------------|----------|---------------|
| 1 | Kunzampa | 1 | Bailey TSR | 42.7 | 3.36 | 5 | 26 | 3.0 | 1/250 | O |
| 2 | Chamkar Zam | 1 | Bailey DS | 33.7 | 3.22 | 5 | 24 | 3.3 | 1/279 | O |
| 3 | Bjee | 1 | Bailey TSR | 42.7 | 3.36 | 9 | 28 | 4.0 | 1/250 | O |
| 4 | Wachy Zam | 1 | Bailey DSR | 33.7 | 3.15 | 18 | 28 | 4.0 | 1/209 | O |
| 5 | Mangdichu | 4 | Bailey Susp | 97.4 | 3.2 | 4 | 32 | 3.7 | * | O |
| 6 | Wangdigang | 4 | Bailey DS | 30.5 | 3.35 | 15 | 28 | 4.0 | 1/189 | |
| 7 | Panjumani | 4 | Steel Beam | 9.0 | 4.00 | 7 | 2 | - | N | |
| 8 | Ishigangchu | 4 | Bailey DS | 36.6 | 3.34 | 15 | 5 | 3.0 | 1/135 | O |
| 9 | Hesothangkha | 5 | Bailey SS | 9.2 | 3.34 | 18 | 12 | 1.3 | N | |
| 10 | Lawakha | 5 | Bailey DSR | 30.5 | 3.37 | 18 | 9 | 3.3 | N | |
| 11 | Basochu | 5 | Bailey SS | 18.3 | 3.34 | 15 | 12 | 1.3 | N | |
| 12 | Rurichu | 5 | Bailey SS | 15.3 | 3.34 | 18 | 10 | 1.6 | N | |
| 13 | Baychu | 5 | Bailey SS | 15.3 | 3.34 | 17 | 12 | 1.6 | N | |
| 14 | Kamichu | 5 | Bailey SS | 18.3 | 3.34 | 15 | 11 | 1.6 | N | |
| 15 | Narachu | 5 | Bailey DS | 30.5 | 3.31 | 24 | 6 | 1.2 | 1/253 | |
| 16 | Waklytar | 5 | Bailey Susp | 73.2 | 3.37 | 12 | 10 | 2.0 | * | |
| 17 | Mechikhola | 5 | Timber Truss | 18.0 | 3.69 | 8 | 7 | 1.2 | N | |
| 18 | Burichu | 5 | Bailey DS | 27.5 | 3.37 | 18 | 12 | 1.3 | 1/273 | |
| 19 | Chanchoy | 5 | Bailey TS | 39.7 | 3.31 | 18 | 11 | 1.0 | 1/247 | |
| 20 | Loringkhola | 5 | Bailey DDR | 48.8 | 3.30 | 18 | 5 | 3.0 | 1/286 | |
| 21 | Tangmochu | Mon/Lhue | Bailey Susp | 85.2 | 3.30 | 12 | 15 | 2.4 | * | O |
| 22 | Sunkosh | Tsil/Sun | Bailey Susp | 85.2 | 3.30 | 12 | 15 | 2.4 | * | |

Note: S.E.Point: Socioeconomic Point

N: Negligible

*: Suspension Bridge

Bold figures: Major factors in selecting



图一2 2020年交通需要

| 橋梁番号 | 橋梁名 | 交通需要量(台/日) |
|------|---------|------------|
| 1 | クリザンバ | 169 |
| 2 | チャムカーザム | 169 |
| 3 | ジー | 388 |
| 4 | ワチザム | 388 |
| 5 | マンディチュー | 76 |
| 6 | ワンディガン | 90 |
| 8 | イシガンチュー | 90 |
| 10 | ラワカー | 299 |
| 16 | ワクリタール | 299 |
| 17 | メチコーラ | 299 |
| 21 | タンマチュー | 78 |
| 22 | スンコシ | 117 |

(3) 環境調査

初期環境影響評価(IEE)のための調査を実施し、ブータン国の環境ガイドライン及び JICA 本格調査用環境配慮手引き書に基づき、全項目についての評価を行い、環境影響評価(EIA)に必要な項目及び調査内容とその範囲を明確にした。更に環境影響評価のための仕様書をブータン国環境委員会と協議の上、作成した。

環境影響評価の結果、当該プロジェクトは現橋の架替でしかも近接しており、自然環境に与える問題はない。ただし、建設現場からの排水による河川汚濁を工事期間中監視する必要がある。橋梁 No.4 の建設には、取付道路の用地取得が必要である。私有地である田畑のため早めな収用手続が必要である。

環境影響評価は、別冊レポートとして、公共事業局からブータン国環境委員会に提出されることになっている。

(4) 優先プロジェクトの選定

先に選定された緊急架替対象橋梁から、次の6項目を定量的に評価し(表-2)、優先プロジェクトが選定された。

- 道路網として重要な拠点性
- 将来交通量での重要性
- 推定裨益人口
- 経済評価
- 橋梁自体の耐力と危険度
- 技術的困難性

表-2 優先プロジェクトの評価

| Bridge No. | Bridge Name | Importance in NH network | | Forecast Traffic Volume | | Population to receive Benefit & SE Point | Economic Evaluation | | Present Conditions | | | | Enging Techno Difficulty | Total |
|------------|-------------|--------------------------|--------|-------------------------|--------|--|---------------------|--------|--------------------|--------|---------------|-----------|--------------------------|---------|
| | | Rank | Score | Vh/day | Score | | CBR | Score | Load Capacity | Age | Damage Rating | Sag/ Span | | |
| 1 | Kurizampa | A | 4 | 169 | 2 | 4 | 1.01 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 2 | 19.5 |
| 2 | Chamkar Zam | A | 4 | 169 | 2 | 2.5 | 1.24 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 2 | 18.0 |
| 3 | Bjee | A | 4 | 388 | 4 | 2.5 | 1.70 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 2 | 20.0 |
| 4 | Wachy Zam | A | 4 | 388 | 4 | 3 | 2.08 | 4 | 0.5 | 1 | 1 | 0.5 | 2 | 20.0 |
| 5 | Mangdichu | B | 2 | 76 | 1 | 2.5 | 0.40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 13.5 |
| 6 | Wangdigang | B | 2 | 90 | 1 | 0.5 | 0.44 | 1 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 10.0 |
| 8 | Ishigangchu | B | 2 | 90 | 1 | 3 | 0.44 | 1 | 0.5 | 0 | 1 | 1 | 2 | 11.5 |
| 10 | Lawakha | B | 2 | 299 | 3 | 1 | 0.71 | 2 | 0.5 | 0 | 1 | 0 | 2 | 11.5 |
| 16 | Wakleytar | B | 2 | 299 | 3 | 1 | 0.56 | 2 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 4 | 12.5 |
| 17 | Mechikhola | B | 2 | 299 | 3 | 1 | 2.08 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.0 |
| 21 | Tangmachu | C | 1 | 78 | 1 | 3 | - | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9.5 |
| 22 | Sunkosh | C | 1 | 117 | 2 | 2 | - | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9.5 |
| Score | | | Max. 4 | | Max. 4 | Max. 4 | | Max. 4 | Max. 1 | Max. 1 | Max. 1 | Max. 1 | Max. 4 | Max. 24 |

優先プロジェクト橋梁として12の橋の中から次の5橋が選定された。

| 橋梁番号 | 橋梁名 |
|------|-----------------------|
| 1 | クリザンバ (Kurizampa) |
| 2 | チャムカーザム (Chamkar Zam) |
| 3 | ジー (Bjee) |
| 4 | ワチザム (Wachy Zam) |
| 5 | マンディチュー (Mangdichu) |

(5) 優先プロジェクトの詳細調査

優先プロジェクト橋梁サイトの詳細調査として平面測量 (PWD が実施)、河川水文調査、土質調査 (機械ボーリング) を実施した。

(6) 橋梁計画の代替案の選定

・ 橋梁構造形式

1) コンクリート構造系、2) 鋼構造系の比較を行い経済性、施工性、技術移転性を検討し、当該橋梁サイトの特殊な施工条件から最終的に鋼構造系が選定された。

・ 橋梁形式

土石流の可能性のある急流河川に架かる点を考慮し、河川中に橋脚を建設することを避け、単スパンとした。40~50m スパンに対しては、経済スパンである桁形式とトラス形式の比較をし、100m スパンに対しては、アーチ系を検討した。施工性、経済性から40~50m スパンに対してはトラス形式 (ポニー)、100m スパンには、ローゼ形式を選定した。また、100m スパンに対しては景観性も加味した。

(7) 基本計画と事業費

・ 橋梁幅員

将来交通量及び車種、取付道路幅員、周辺社会生活環境、などを配慮し決定した。

・ 橋長

地形測量、地質状況、河川状況等を考慮し、架橋ルートと比較検討を行い、橋長を決定した。

・ 設計荷重

活荷重は、ブータン国が使用している IRC の A-荷重を使用する。

橋梁幅員と橋長

| 橋梁番号 | 橋梁名 | 橋梁幅員 | 橋長 |
|------|---------|-------|-------|
| 1 | クリザンバ | 5.5 m | 54 m |
| 2 | チャムカーザム | 7.5 m | 43 m |
| 3 | ジー | 5.5 m | 50 m |
| 4 | ワチザム | 5.5 m | 43 m |
| 5 | マンダイチュー | 5.5 m | 100 m |

事業費

概略設計及び施工計画に基づき、建設コストを算出した。

事業費一覧

| 項目 | 事業費 | | | 備考 |
|-----------|----------|----------|---------|----|
| | 外貨 (円換算) | 内貨 (円換算) | 円換算合計 | |
| 橋梁 No.1 | 276.6 | 50.3 | 326.9 | |
| 橋梁 No.2 | 219.0 | 57.8 | 276.8 | |
| 橋梁 No.3 | 236.6 | 34.6 | 271.2 | |
| 橋梁 No.4 | 211.5 | 56.3 | 267.8 | |
| 橋梁 No.5 | 592.2 | 84.4 | 676.6 | |
| 建設費小計 | 1,535.9 | 283.4 | 1,819.3 | |
| 予備費 (10%) | 153.6 | 28.3 | 181.9 | |
| 設計・監理費 | 171.0 | 69.5 | 240.5 | |
| 予備費 (5%) | 8.6 | 3.5 | 12.0 | |
| 契約時税金 | 0.0 | 61.8 | 61.8 | |
| 土地収用費 | 0.0 | 4.2 | 4.2 | |
| 合計 | 1,869.0 | 450.7 | 2,319.7 | |

単位：百万円

交換レート：1ドル=135円、1ニュートラム=3.5円

(8) 最適代替案の事業実施計画

通信省公共事業局は、ブータンの主要道路に関し、その計画、建設、維持管理に責任を持つ行政機関であり、本プロジェクトの実施機関である。

事業実施計画を図-3に示す。

| | Work Item | 1st year | | | | 2nd year | | | | 3rd year | | | | 4th year | | | |
|---|-------------------------------------|----------|---|---|----|----------|---|---|----|----------|---|---|----|----------|---|---|----|
| | | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| 1 | Selection of Consultants for Design | █ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Detailed Design | | █ | █ | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Selection of Consultants for S/V | | | █ | █ | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Selection of Contractor | | | | █ | █ | | | | | | | | | | | |
| 5 | Land Acquisition | | | | █ | █ | | | | | | | | | | | |
| 6 | Construction | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| | Mobilization and Preparatory Work | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| | Substructure Works | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| | Superstructure Works | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| | Approach Road and Retement Works | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| | Demobilization | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Completion of Construction | | | | | | | | | | | | | | | | * |

図-3 事業実施計画

5. プロジェクトの評価

経済分析のため次の直接便益を考えた。

- 一 大型車両が他のルートへ大きく迂回することを余儀なくされるか、積載荷物を分割し小型車による輸送がなれさており、当該プロジェクトの実施による大型車両の迂回の必要性及び小型車による分割輸送を解消することによる走行コスト節約便益を算出した。走行時間節約便益は国民所得の低さを考慮し直接便益に加えない。

経済分析の結果、内部収益率（EIRR）、純現在価値（NPV）、費用便益比（CBR）は以下のように算出された。純現在価値及び費用便益比の算出に使用したディスカウントレートは現在のブータンにおける長期利率 15%とした。

| | 内部収益率 | 純現在価値 | 費用便益比 |
|---------------------------|-------|---------------|-------|
| No.1 クリザンバ及びNo.2 チャムカーザム橋 | 11.6% | -46.1 百万 Nu. | 0.72 |
| No.3 ジー及びNo.4 ワチザム橋 | 28.2% | 161.9 百万 Nu. | 2.25 |
| No.5 マンディチュー橋 | 6.2% | -102.4 百万 Nu. | 0.40 |

しかしながら、経済分析は数値的に計測しうる便益及びコストを取り扱っているにすぎない。計測不可能な便益、すなわち老朽化の進行により崩壊した場合のそれに伴う経済的損益、東西を結ぶ国道 1 号線に架かる橋を永久橋にすることによる国家開発計画の促進、利用可能車両の変化に伴う沿道上の産業開発の促進及び国家経済への波及効果、地域住民の市場及び教育・医療施設への安全確実なアクセスの保障などがある。これらの計測不可能な要素を考慮に入れると、当該プロジェクトは国民経済的に大きな有利性を持っている。

なお、優先整備対象 5 橋の建設の各組み合わせに対する経済分析の検討結果を以下に示す。

| | 内部収益率 | 純現在価値 | 費用便益比 |
|-----------------------------|-------|---------------|-------|
| ・ 5 橋全部建設の場合 | 8.4% | -222.5 百万 Nu. | 0.52 |
| ・ No.1~No.4 の 4 橋建設の場合 | 8.3% | -143.1 百万 Nu. | 0.51 |
| ・ No.1、No.2、No.5 の 3 橋建設の場合 | 1.7% | -265.8 百万 Nu. | 0.20 |
| ・ No.3~No.5 の 3 橋建設の場合 | 7.0% | -171.1 百万 Nu. | 0.44 |

6. 結論及び勧告

結 論

- 1) 現在の低密度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車両は他のルートへ大きく迂回することを余儀なくされるか、積載荷物を分割し輸送しなければならない。したがって、当該プロジェクトの実施による大型車両の迂回の必要性を解消すること及び積載荷物の分割を解消することにより、大きな直接的な便益が生じ、この便益だけでも国民経済的に当該プロジェクトの実現可能性は高い。

- 2) もし対象橋梁の老朽化の進行により 1 橋でも崩壊した場合、それに伴う経済的損失を早期に計量することは困難であるが、他のルートへの迂回による直接便益以上になるものと推測される。
- 3) 西の首都ティンブーと東の第 2 の都市タシガンを結ぶ国道 1 号線に架かる橋を永久橋にすることにより、国家開発計画の促進に寄与する交通運輸面における制約の改善はもとより、国家の均衡ある発展を目指すブータンにとって東西両地域を安全確実にしかも強く結び付けるシンボルともなろう。
- 4) 対象橋梁の荷重制限面での改善に伴い農産品等の市場拡大が図られるなど物流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期待される。特に、国道 4 号線に架かるマンディチュー橋の架替による荷重制限の撤廃は、ブータン中央部にあるトンサ、シェムガン両県などにおける沿道の産業開発に大きなインパクトを与えるであろう。
- 5) 社会的インパクトとしては、永久橋の建設により、地域住民の市場及び教育・医療施設への安全確実なアクセスが保障され、日常生活における大きな安心感を与えることができる。

提 言

当該プロジェクトは、技術的な問題はなく、上記に述べたように効果の影響範囲が大きい。実施機関である公共事業局の実施能力にも問題はない。現橋梁の老朽度及び優先整備対象 5 橋の建設組み合わせの経済分析結果から判断すると、対象 5 橋を同時に緊急に実施すべきであると考ええる。

JICA