

ラオス人民民主共和国

# タゴン架橋計画調査

報告書  
要約編

平成3年2月

国際協力事業団

社調一

~~〇~~(3)

91-024(1/2)

LIBRARY  
2]



JICA LIBRARY



1090922(4)

22541



ラオス人民民主共和国

# タゴン架橋計画調査

報告書

要約編

平成3年2月

国際協力事業団



## 序 文

日本国政府は、ラオス国政府の要請に基づき、同国のタゴン架橋計画にかかる開発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した。

当事業団は、1990年2月より1990年12月までの間3回にわたり、株式会社建設企画コンサルタントの千葉喜味夫氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、ラオス国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、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ある。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた両国の関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

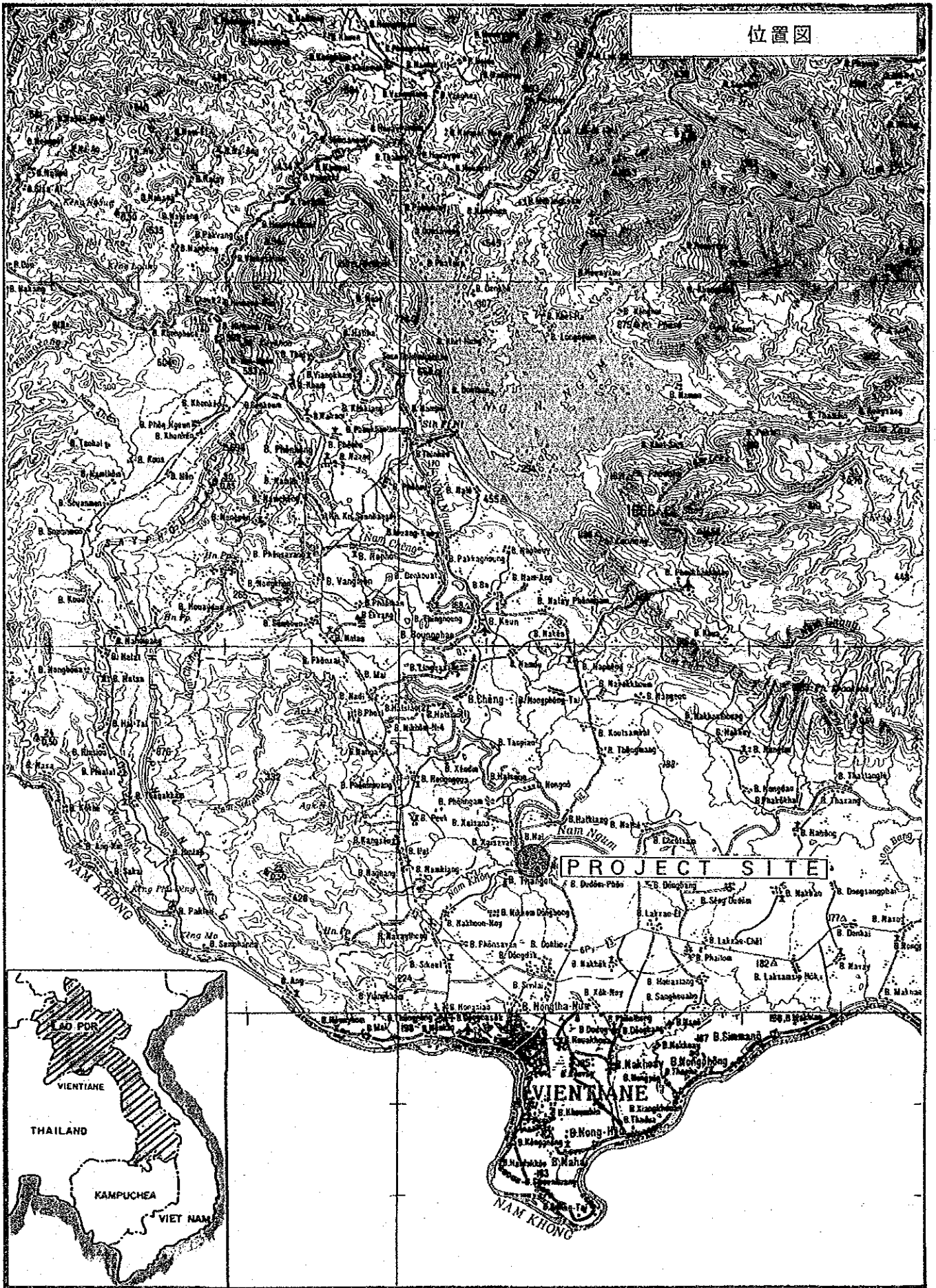
1991年2月

国際協力事業団  
総裁 柳谷謙介





位置図



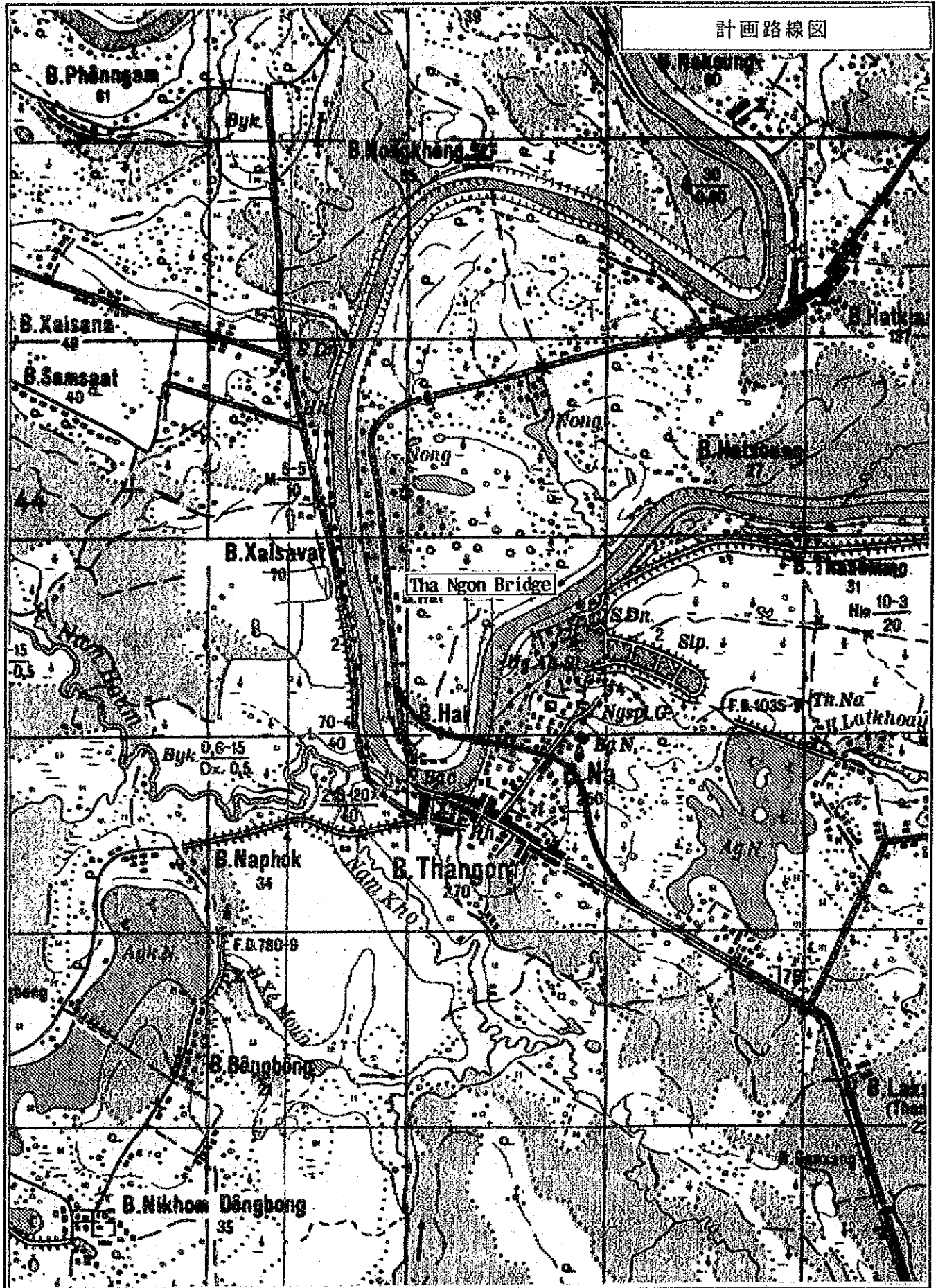


位置图



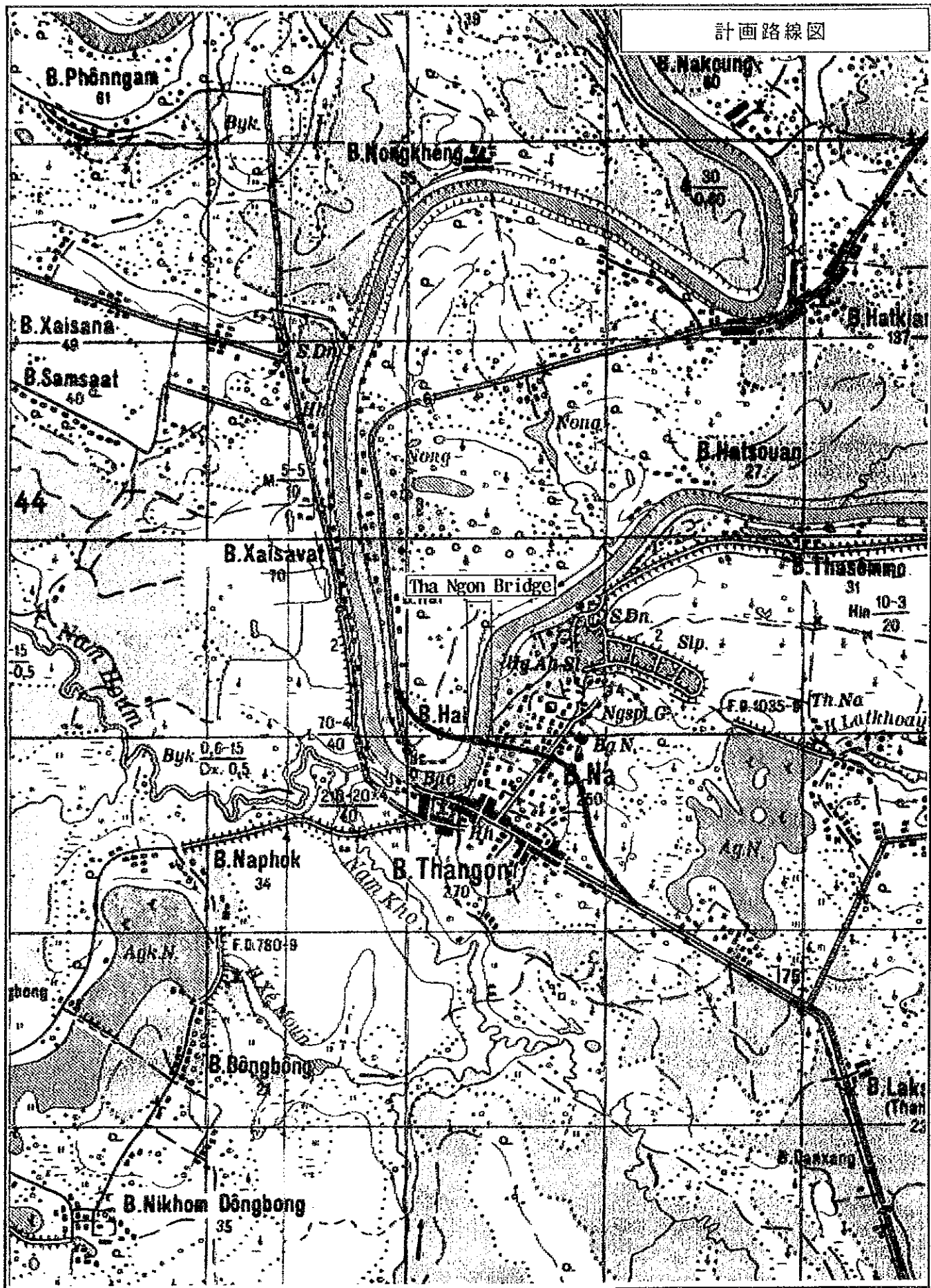


計画路線図





計画路線図

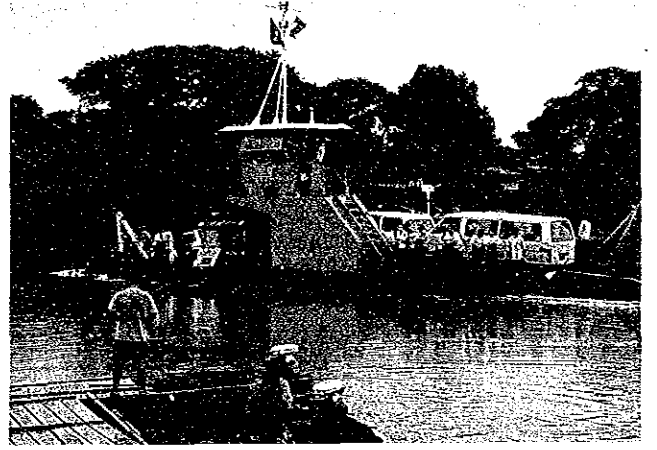








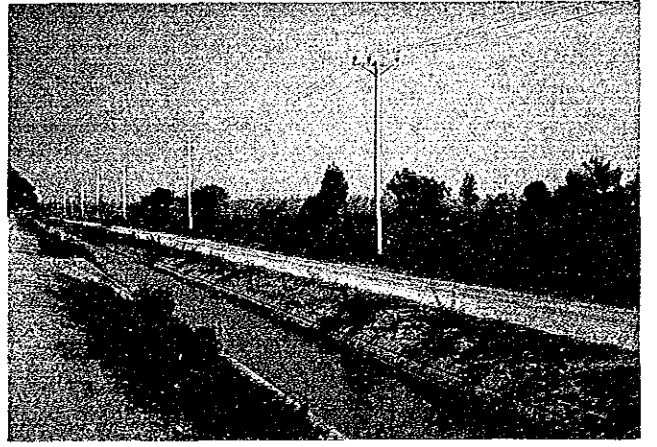
タゴン橋 計画位置



タゴン フェリー

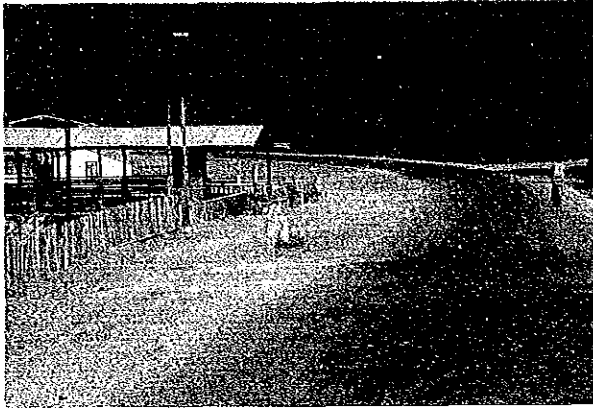


右岸側洪水域



タゴン農場





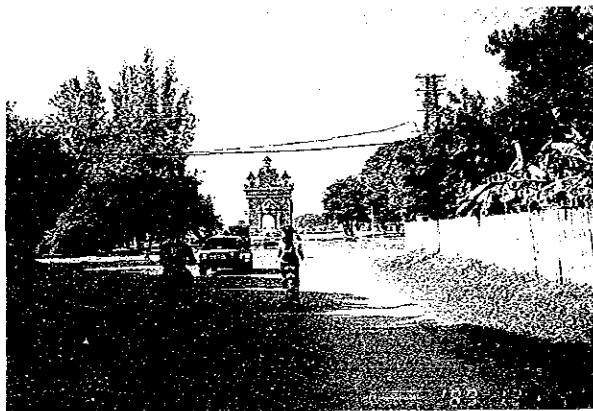
国道10号線 (ヴィエンチャン〜タゴン)



国道10号線 (バンハイ〜タゴン)



国道13号線 (ヴィエンチャン郊外)

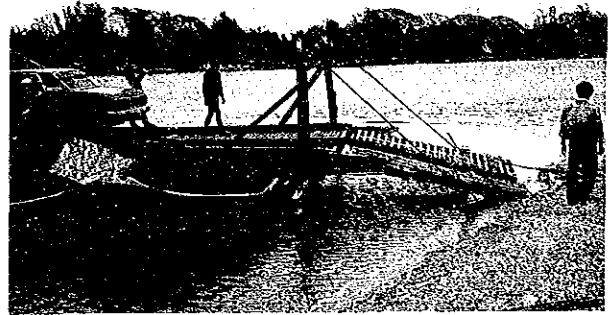


ヴィエンチャン市内

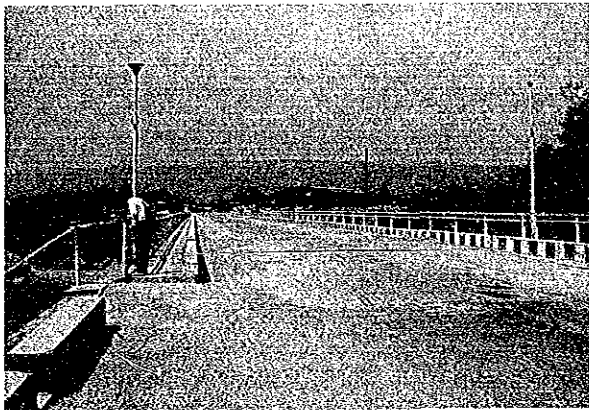




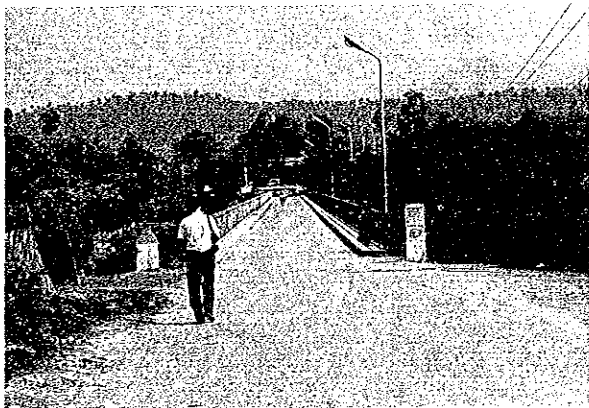
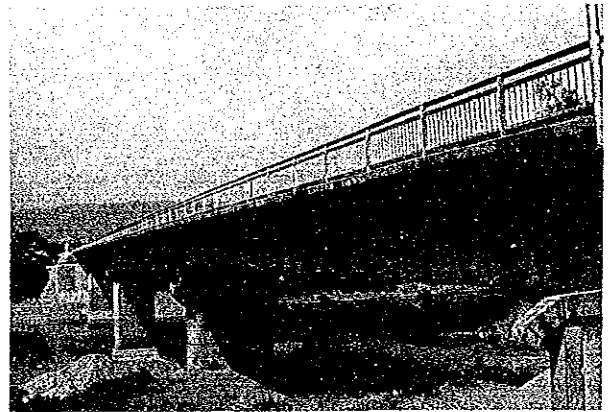
ムアンカオ フェリー



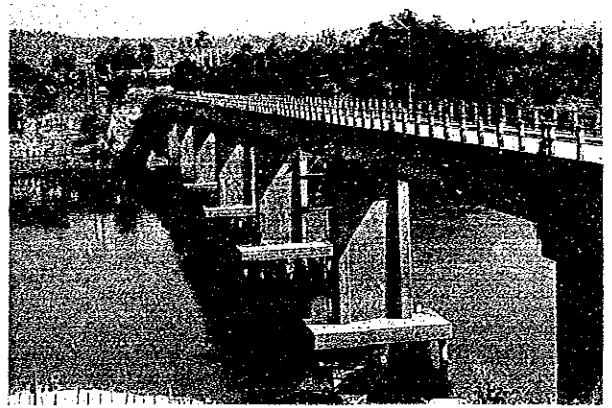
ハットシアオ フェリー



バンハイ橋



ティンキョウ橋





## 結 論 と 提 言

### 1. 結 論

調査の結果、算出された工事費は15,352,700US\$(23億4千9百万円)であり、その内訳は以下のとおりである。

橋梁工	4,395,000 US\$
道路工	1,333,700 US\$
仮設橋梁工	826,000 US\$
その他工事	463,600 US\$
直接工事費合計	7,018,400 US\$
間接工事費	5,957,400 US\$
用地費	95,200 US\$
設計施工管理費	1,633,800 US\$
予備費	647,900 US\$
合 計	15,352,700 US\$

この工事並びに交通量推計、社会経済調査等の結果を基に経済評価を実施した。経済評価の結果は以下に示すとおりである。

ケース	E I R R (%)	N V P (1000ドル)
ベース・ケース	11.90	8,345
建設費 10%増	11.17	7,164
” 25%増	10.22	5,392
交通増加率 10%減	9.35	2,494
2 年 施 工	11.25	6.602

### 国内総生産

ラオスの経済は1982~1986年の間、比較的早いスピードで成長した。1987年には大規模な干ばつがラオス経済を直撃したが、その後著しい回復を見せ、1982~1989年の年平均経済成長率は4.9%であり、人口成長率を大きく上回っている。

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
GDP (10億Kip)/a	190	196	205	221	244	223	228	265
成長率 (%)		3.0	4.5	7.7	10.4	-8.2	2.1	16.0

注： a/ 1988年固定価格

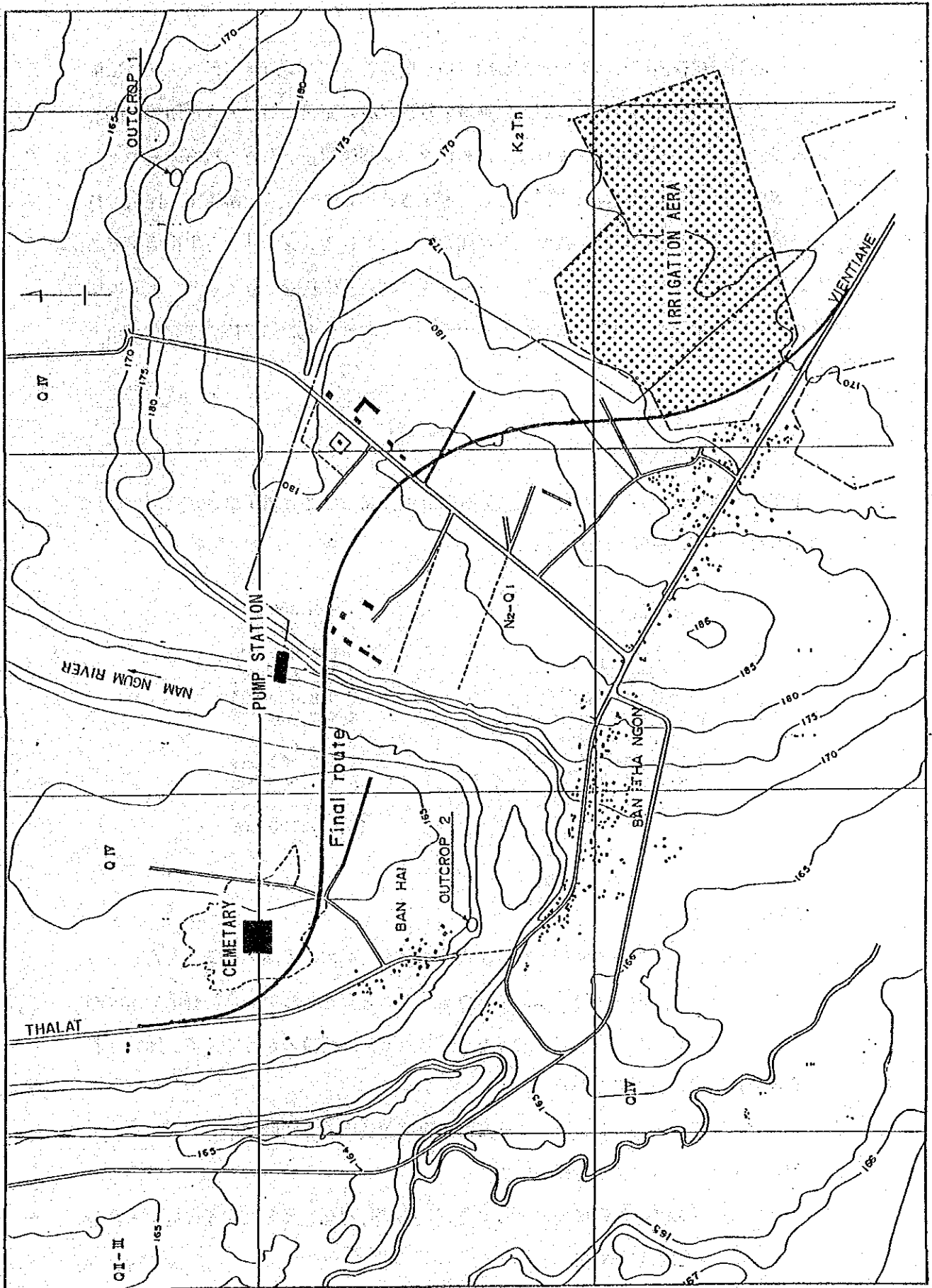
産業部門別のGDPのシェアを見ると、農林業が約60%と最も大きい。工業及びサービス部門はそれぞれ約20%である。運輸、倉庫、通信、卸売及び小売の部門は、5年間にシェアを1%伸ばしている。

## 交通量

現況交通量調査、及び社会経済指標に基づき推定された将来交通は以下に示す通りである。

年	オートバイ	乗用車	ピックアップ	中型トラック	大型トラック	小型バス	小型バス	合計 単純計	計 乗用車換算
1990	228	61	58	23	79	14	16	479	576
1996	649	155	144	71	224	27	32	653	1,552
2000	1,172	248	232	121	384	45	53	2,255	2,661
2005	1,766	344	326	178	567	65	75	3,321	3,901
2010	2,948	520	492	288	916	102	117	5,383	6,279
2015	4,021	690	653	393	1,249	139	159	7,304	8,517





最終路線案

## 概略設計

比較的順調な経済成長の下で、10号線に目を向けるとタゴン河渡河はフェリーに依っているのが現状であり、これが対象地域の社会経済の発展に対し大きな阻害要因と成っている。この阻害要因を取り除くためにタゴン架橋計画がある。調査の結果として、架橋位置を含めた路線は代替案として選定されたもののうち、第4案が採用された。橋梁は230mの延長を持つ、5径間のプレストレスコンクリートT桁橋梁であり、下部構造はリバーサーキュレーション工法による杭基礎としている。上部の構成は3.0mの車道を2車線、2.5mの歩道とバルコニーを上流側に持つ総幅員11mである。

## 工事計画及び概算工事費

工事は雨期を考慮して3年とし、この施工計画に基づいて概算工事費が算出された。算出された工事費を以下に示す。

橋梁工	4,395,000 US\$
道路工	1,333,700 US\$
仮設橋梁工	826,000 US\$
その他工事	463,600 US\$
直接工事費合計	7,018,400 US\$
間接工事費	5,957,400 US\$
用地費	95,200 US\$
設計施工管理費	1,633,800 US\$
予備費	647,900 US\$
合 計	15,352,700 US\$

## 便益

本計画により発生する便益として、以下のようなものを考慮の対象とした。

本プロジェクトの経済便益は、本プロジェクトを実施しない場合の経済費用の節約と、本プロジェクト実施によってもたらされる経済便益の合計である。節約される経済費用は、以下のとおりである。

- 1) ナムグム川をタゴンのフェリーで渡る乗客が負担する時間費用
- 2) フェリーの運休による経済損失
- 3) フェリーの待ち時間増加により10号線から13号線へ転換した交通に要する余分な走行経費と時間費用
- 4) プロジェクトによって13号線から10号線へ転換が見込まれる交通が13号線を走

り続けることによる余分な走行経費と時間費用

- 5) フェリーの運行及び補修費用
- 6) フェリーの買替え費用

一方、プロジェクト実施によってもたらされる経済便益は以下のとおりである。

- 1) 誘発及び開発交通の走行費用の節約
- 2) フェリー・ボートの残存価値
- 3) 橋及びアプローチ道路の残存価値

### 経済評価

以上の条件に基づいて経済評価を実施した。

財務的プロジェクト費用は、次の条件に基づいて経済費用に変換される。

- 1) 税金や補助金などの費用移転は差引く。
- 2) 外貨分の5%は輸入関税とみなし、差引く。
- 3) 標準変換係数は0.9とする。
- 4) 建設労働者のシャドウ・ウェージ・レートは0.4とする。

プロジェクトが1992年に実施に移され、タゴン橋は1996年の初めに開通すると仮定すると、20年間のプロジェクト・ライフを見込んだ経済内部収益率（EIRR）は11.90%である。割引率8%による純現在価値（NPV）は830万ドルでB/C比1.62である。以下のように本プロジェクトは将来交通量に比較的敏感である。

感応度分析をも含めた経済評価の結果を以下に示す。

ケース	EIRR (%)	NPV (1000ドル)
ベース・ケース	11.90	8,345
建設費 10%増	11.17	7,164
〃 25%増	10.22	5,392
交通増加率 10%減	9.35	2,494
2年施工	11.25	6.602

## 2. 提 言

本調査の結果、プロジェクトは11.9%の経済内部収益率をもってフィージブルと判定される。本計画がラオス国内の、特に調査対象地域の社会経済開発計画を大きく推進するであろう事は明らかであると言えよう。

本計画は、約1千5百万ドルの投資金額をもって約8千万ドルの便益を発生する。そればかりではなく、本計画の実施は予測外のフェリー運休による国家的経済損失をなくすことであろう。従って、調査団は本件の速やかな実施を提言する。

# 目 次

完成予想図	
位置図	
現況写真	
結論と提言	
	頁
1. 序 論 .....	1
1.1 調査の経緯 .....	1
1.2 調査対象地域及び調査の目的 .....	3
2. 社会・経済の現況 .....	4
2.1 ラオスの社会・経済の概況 .....	4
2.2 影響地域の社会・経済の現況 .....	7
3. 道路交通 .....	8
3.1 自動車登録台数の伸び .....	8
3.2 運輸業 .....	8
3.3 道 路 .....	13
3.4 ナムグム河の橋梁 .....	16
4. ナムグム河のフェリー .....	16
4.1 タゴンフェリーの運行状況 .....	16
4.2 ナムグム川渡河のシュミレーション .....	17
5. 交通調査 .....	18
5.1 計画概要 .....	18
5.2 断面交通量調査 .....	18
5.3 O-D調査 .....	20
5.4 フェリー運休時の代替ルート .....	23
5.5 走行経費 .....	24

5.6	将来交通量	26
6.	路線及び橋梁形式選定	27
6.1	路線選定	27
6.2	橋梁形式選定	31
7.	自然条件調査	32
7.1	地形測量	32
7.2	土質・地質調査	32
7.3	骨材調査	32
7.4	気象調査	32
7.5	水 文	33
8.	予備設計	34
8.1	設計方針	34
8.2	必要条件	34
8.3	道路設計基準	34
8.4	橋梁設計基準	35
8.5	道路予備設計	36
8.6	橋梁予備設計	37
8.7	概算数量	37
9.	施工計画及び概算工事費	38
9.1	実施体制	38
9.2	施工計画	38
9.3	工事計画	39
9.4	資材及び機械	40
9.5	施工工程	40
9.6	概算工事費	41
9.7	維持管理	41

10. 経済評価	42
10.1 経済評価	42
10.2 その他の経済便益	43
10.3 社会的インパクト	43
11. 結論と提言	44
11.1 結 論	44
11.2 提 言	46





## 1. 序 論

### 1.1 調査の経緯

本報告書は、ラオス人民民主共和国（以下ラオスと称す）ヴィエンチャン市側の業務実施機関である通信・運輸建設局（Department of Communication, Transport and Construction, 以下D C T Cと称す）と国際協力事業団（Japan International Cooperation Agency, 以下J I C Aと称す）との間で合意・調印された「タゴン架橋計画調査（フィージビィティー調査）に係る「Scope of Work」に従って実施された調査結果に基づいて作成されたものである。

ラオスは、1989年において405.3万人（人口密度17.1人/km<sup>2</sup>）を持ち、ベトナム、カンボジア、ミャンマー、タイ及び中国にその国境を接した236,800km<sup>2</sup>の国土を持つ内陸国である。国土の1/3は山岳地帯であり、耕地面積は国土の約5%弱である。耕地面積の殆どがメコン及びその支流の流域に集中しており、調査対象地域であるナムグム河流域もその一つである。

ラオスは行政的に16のプロヴィンス（州）と首都ヴィエンチャンとで構成されている。各州は3～13ディストリクト（郡）に、また郡はムアング（村）により構成されている。

計画対象地域にあるヴィエンチャン市は以下の8つの郡（District）を包含している。

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 1) Chanthabouri | 2) Sisattanak    |
| 3) Xaysettha    | 4) Sinhhottabong |
| 5) Hatxayfong   | 6) Xaythani      |
| 7) Naxaythong   | 8) Phialat       |

また、ヴィエンチャン州は以下の9つの村（Muang）から構成されている。

- |               |                |
|---------------|----------------|
| 1) Xanakham   | 2) Muang Fuang |
| 3) Phonehong  | 4) Kasik       |
| 5) Vangvieng  | 6) Xaysomboun  |
| 7) Keo Oudom  | 8) Muang Hom   |
| 9) Thourakhom |                |

1988年統計によれば、首都ヴィエンチャンは3,920 km<sup>2</sup>の面積に約416,000 人の人口（人口密度106人/km<sup>2</sup>）を持っている。

ラオスは、以下に示すように、全国で総延長13,094kmの道路網を持ち、この内3,486 kmが国道、6,149 kmが州道、3,459 kmが郡道である。この内ヴィエンチャンは1,300 kmの道路網を持っている。

#### ラオスの道路延長

Category	Length(Km)	Density(Km/km <sup>2</sup> )
National Road	3,486 (3,356)*	0.015 (0.014)*
Provincial Road	6,149	0.026
District Road	3,459	0.014
Total	13,094	0.055

Note: \* shows figures based on the CDIR's information.

ラオス全土及びヴィエンチャン市の道路網を舗装種別に示せば下記の通りである。

	全 国	ヴィエンチャン市
舗 装 道 路	2,560km (19%)	230km (19%)
ラテライト舗装道	3,750km (29%)	530km (44%)
未 舗 装 道 路	6,790km (52%)	540km (37%)
合 計	13,100km	1,300km

ラオスは人の移動の91%及び物流の約80%を陸上（道路）交通に頼っている。

	物 流 (100万トﾝ/キロ)	人の移動 (100万人/キロ)
陸上（道路）輸送	170.9(91.2%)	283.7(80.0%)
水 上 輸 送	16.1( 8.6%)	35.1( 9.8%)
	0.4( 0.2%)	36.0(10.2%)

しかしながら、道路網の未整備並びにその施設及び機能水準の低さは農林業、工鉱業及びその他開発計画の進捗を阻害している。対象地域に目を向けるならば、10号線の一部はアジア開発銀行の資金により整備がなされているが、タゴンの橋梁はこれには含まれて居らず、従って通過交通は現況のフェリーを使用してナムグム河を渡河することを

余儀なくされている。ナムグム河東岸には多数の村落と大規模な耕作地帯が位置している。この地域は全国の米生産の23%、野菜類の20%を生産しており、首都ヴィエンチャンに対する農作物の供給において重要な位置を占めている。首都ヴィエンチャンの将来人口増は、より多くの食糧農産物の供給を必要とし、従って、当該地域の食糧農産物供給面からも新たな開発計画が策定されている。これに十分対応するために、道路網整備は必要不可欠である。そればかりでなく、ナムグムダム周辺の観光開発並びにナムグム発電所よりの電力利用を考慮した産業開発計画もあり、対象地域における道路網の整備の必要性は高い。この道路網整備の一環として、10号線沿線の開発に大きな障害となっている、ナムグム河の橋梁建設は、開発計画の進捗のためにもこれの実施が急がれている。

以上を述べた現状及び将来計画に基づき、ラオス政府は本計画にかかる技術援助を、1988年3月、日本政府に要請した。

これを受けて、日本政府はJICAによる事前調査団をラオス国に派遣しフィージビリティ調査の実施細目に関して協議を行い、1998年9月13日JICAとDCTCとの間で本計画に関するフィージビリティ調査の「S/W」を署名締結した。

このS/Wに基づき、JICAは、フィージビリティ調査団を1990年1月ラオスへ派遣した。調査方針・調査方法などについて合意を見た。現地調査及び日本国内における調査は、合意された方針に沿って、1990年12月迄進められた。調査期間中はDCTCとの意志の疎通を計るため、機会ある毎に打ち合せ会議をもち現在進捗報告、問題点の提示及び協議などを通じて双方の確認を取りながら作業を進めた。同年6月及び8月には中間報告書（インテリウムレポートI及びII）を提出し、その各々について合意をみた。1990年12月、これらの協議結果及び調査結果を基に最終報告書（案）を提出・協議を行いこれの内容について双方の合意を見た。

## 1.2 調査対象地域及び調査の目的

調査の対象地域は、ヴィエンチャン市北方約23kmに位置するタゴン村内において、10号線がナムグム河を渡河する地点である（位置図参照）。渡河地点は容量45トンのフェリーが運行されているが、現在のフェリーによる渡河が交通の障害となっているため、

これを解消する為の架橋計画である。

本調査の目的は、(i) タゴン架橋計画を策定しその技術的可能性を検討し、(ii) プロジェクトの経済的妥当性について検討し、(iii) 調査業務を通じてラオス政府並びにその職員へ技術移転を行うことにある。

本調査団は現地作業を通して技術移転に努め、作業毎の調査方法、調査内容及びその結果などに関しDCTC及びカウンターパートに対し説明・協議を行なうとともに、インセプションレポートの説明協議を1990年1月に、インテリムレポート(I)及び(II)の協議を6月と8月に行った。また1990年12月には報告書(案)説明・協議がDCTCとJICAとの間で行われた。

## 2. 社会・経済の現況

### 2.1 ラオスの社会・経済の概況

#### 地 理

ラオスの国土は236,800km<sup>2</sup>で、南北に1,000kmに伸び、東西の幅は200~400kmである。ラオスは内陸国であり、タイ、ミャンマー、中国、ベトナム及びカンボジアと国境を接している。

#### 人 口

1989年の総人口は405.3万人である。現在の人口増加率は約2.9%と推定される。

人口規模に関して、ヴィエンチャン市は第3位、ヴィエンチャン州は第5位である。

#### 国内総生産

ラオスの経済は、1982-1986年の間、比較的早いペースで成長した。1987年は、大規模な干ばつがラオス経済をおそったが、その後著しく回復した。1982-1989年の間の平均年成長率は4.9%であり、人口成長率を上回っている。

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
GDP (10億Kip)/a	190	196	205	221	244	223	228	265
成長率 (%)		3.0	4.5	7.7	10.4	-8.2	2.1	16.0

注： a/ 1988年固定価格

産業部門別のGDPのシェアを見ると、農林業が約60%と最も大きい。工業及びサービス部門はそれぞれ約20%である。運輸、倉庫、通信、卸売及び小売の部門は、5年間にシェアを1%伸ばしている。

## 農 業

ヴィエンチャン市は全国で最も米の生産高が多く、全国に対する割合は12.5%である。ヴィエンチャン州が第2位である。また、ヴィエンチャン州は、水牛、乳牛及び肉牛のシェアが高い。

利用可能な水資源は予測可能な需要を上回っている。すなわち、必要なインフラと投入物があれば、農業生産高は容易に増加可能である。

## 工 業

1987年において、257の公営の製造企業があった。大企業はヴィエンチャン市内及びその周辺に立地している。

## サービス

州境をまたぐ物資の輸送に関する制限の撤廃により、運輸業はGDPよりも高い伸び率で成長した。同時に、サービス及び商業に関する民間セクターの活動の制限の廃止により、関連部門の民間企業が成長した。

一人当たりGDPが同じレベルの途上国と比較すると、ラオスのサービス・セクターのGDPシェアは非常に小さい。これは主に不十分なインフラと弱い産業間の結びつきに起因している。

## 労働力

ラオスの労働人口は、1986年において155万人であり、これは全人口の42%に相

当する。1988年における就業構造は、農業が80%、工業が2%、そしてサービスが18%となっている。

#### 貿易及び外貨収支

歴史的に見て、ラオスの貿易は継続的な不均衡により特徴づけられる。しかし、輸出入比は少しずつ改善されてきている。主な輸出品目は、電力、コーヒー及び木材であり、主な輸入品は、車両、燃料、建設材料及び繊維である。

通貨不足は1984年から1987年にかけて悪化が、最近では国際機関からの長期融資等により、資本の純流入は確実に増加している。

公的対外債務についても、1984年4.45億ドルから1987年末の8.39億ドルへと増加したと推定される。デッド・サービス・レーシオは、ピーク時の1985年の22.4%から、1988年には15.6%へと低下した。

#### 外国為替レート

1987年に、複数の為替レートが、市場を反映したレートに一本化した。1990年8月現在、公定為替レートはUS\$1=715Kipである。

#### インフレーション

ラオス政府による短期の通貨供給の削減及び価格システムの変革により、インフレ率は、1985年の115%から1987年には7%まで低下した。

しかし、1988年には、主に、多くの価格統制を廃止、Kipの切下げ、補助金の廃止及び政府価格の市場価格による調整により、再び33%へと上昇した。

#### 国家開発計画

第二次5カ年計画（1986-1990）における成長率の目標値は年10%である。同計画の期間中に、第一次5カ年計画の実際の投資額の1.5倍の額が投資される予定である。交通セクターは、第一次及び第二次5カ年計画とも、最も高い投資シェア（25%強）を獲得した。交通セクターへの投資の約80%は、道路の補修及び建設に用いられ、残りは交通施設の建設に充てられた。

1990年代における資本投資の2つの主要な優先権は、水力発電の拡張と交通・通

信網の建設に与えられることになろう。しかし、中央及び州政府の財政収入不足により、国内資本を公共投資へ振り向けることは難しい。

ヴィエンチャン市の分野別地域総生産の目標成長率（年率）は、農業12.2%、工業10.0%、商業11.7%である。

## 2.2 影響地域の社会・経済の現況

### ヴィエンチャン平原と影響地域

ヴィエンチャン平原はメコン河とナムグム河により形成された沖積層の氾濫原である。平原は主に農村地域であり、地域の経済は農業及び林業が支配的である。

本プロジェクトの影響を受ける地域は、ヴィエンチャン市（サニタニ郡）とヴィエンチャン州（トゥラコム郡）の一部である。プロジェクト・サイトの周辺の土地利用は主に農業用地である。

### 人 口

ヴィエンチャン市及びヴィエンチャン州の1990年における人口は、40.9万人と30.5万人と推定される。また、人口成長率は市が3.4%、州が2.9%と推定される。サニタニ郡が市の中で最も人口が多く（7.9万人）、トゥラコム郡は州の中で2番目である（4.4万人）。

### 地域総生産

1989年におけるヴィエンチャン市の地域総生産は230億Kipと推定される。分野別シェアは、農業78%、工業12%、商業5%、運輸・通信・建設が4%、その他1%である。

### 農 業

サニタニ郡は最近5年間農業生産高を著しく増加させた。5年間で1,450haの水田を開墾し、米の生産量は年率9.6%で伸びた。トゥラコム郡の農業生産量も同じような率で増加した。高い成長率は、主に市場経済の導入によりもたらされた。また、影響地域の農家への融資額の増加は農業生産をより活発化させている。

農業林業省では、影響地域（ナムグム河右岸）を次の開発地域と考えている。影

響地域には8,000haもの灌漑可能地がある。この半分は未だ灌漑されていない。ナムグム河左岸には、7つの灌漑計画、畜産計画、ナムグム湖のリハビリ計画、ポウカオクァイ総合開発計画がある。また、ナムグム河左岸には45,000haの伐採可能地がある。

## 工 業

影響地域には、製材所4ヶ所、精米所29ヶ所、タバコ乾燥所4ヶ所、製塩所1ヶ所、そして小規模のレンガ工場が20ヶ所以上ある。

影響地域では、塩以外の鉱物資源は発見されていない。UNDPの資源探査により、ナムグム湖の北及び東側の山地で、銅、銀、鉛、亜鉛、錫もしくはアンチモニーが発見される可能性がある。

ナムグム湖ーナピエン及びタゴンートンマン間に22KVの送電線が敷設された。10号線及び支線沿いにも電力供給されるようになった。供給可能量は、ある程度の工業開発に対応可能である。

## 観 光

1985年に、ラオスは外国人観光客に再オープンされた。ナムグム湖周辺は、地域内では観光開発の最優先度が与えられている。外国人観光客のうち約20%はナムグム湖観光を行っている。湖への観光バスは往きは13号線を走り、帰路は10号線を走る。タゴンのフェリーが運休すると、往復とも同じルートを走らざるを得なくなり、観光客の間では不評である。ポウカオクァイ地域は、ヴィエンチャン平原におけるもう一つの観光開発が有望な場所である。

## 3. 道路交通

### 3.1 自動車登録台数の伸び

1989年の末時点のヴィエンチャン市における総自動車登録台数は約46,000台である。そのうちの約半数近くはオートバイである。約25%は公共セクターの所有である。また、トラックの約60%も公共セクター所有となっている。



1980年代の前半、トラックの登録台数は二桁の伸び率を示した。自動車輸入の規制緩和にともない、1989年には登録台数は急激に増加した。この急増は1990年においても観察されている。しかし、1990年中ごろ、安全上の理由から右ハンドルの車両の輸入が禁止された。

Year	Motorcycle	Passenger car & Pick up	Truck	Total
1980	6,454	10,105	2,552	19,111
1981	6,894( 6.8%)	10,474( 3.7%)	2,909(14.0%)	20,277( 6.1%)
1982	7,361( 6.8%)	10,912( 4.2%)	3,500(20.3%)	21,773( 7.4%)
1983	7,650( 3.9%)	11,419( 4.6%)	4,041(15.5%)	23,110( 6.1%)
1984	7,861( 2.8%)	11,826( 3.6%)	4,599(13.8%)	24,286( 5.1%)
1985	7,996( 1.7%)	12,071( 2.1%)	4,712( 2.5%)	24,749( 1.9%)
1986	8,369( 4.7%)	12,504( 3.6%)	5,104( 8.3%)	25,977( 5.0%)
1987	8,554( 2.2%)	12,691( 1.5%)	5,223( 2.3%)	26,468( 1.9%)
1988	9,838( 15.0%)	12,985( 2.3%)	5,642( 8.0%)	28,465( 7.5%)
1989	22,290(126.6%)	15,768(21.4%)	7,927(40.5%)	46,085(61.5%)

Note : Figures in ( ) are annual growth rates

Source: Vientiane Municipality

### 3.2 運輸業

#### 貨物輸送

1988年新経済メカニズムの導入と並行して国営企業による運輸セクターの独占は終わりを告げた。市場開放政策により、民間運輸業者のシェアと貨物輸送は著しく増加した。

ヴィエンチャン市営の貨物輸送会社は35台のトラックを所有し、ヴィエンチャン市とその周辺で操業している。一方、民間の輸送会社は全体で350台のトラックを所有している。ヴィエンチャン州には、公営の貨物輸送会社が4社と郡毎に民間輸送会社がある。

MCTPCの市には輸送会社が4社ある。第一国営企業 (Vientiane)はヴィエンチャンとラオス北部をカバーし、第二国営企業 (Savannakhet)はヴィエンチャンとラオ

ス南部を受け持っている。第三国営企業(Vientiane)は重量物を運搬し、第四国営企業は燃料輸送専門である。

運賃は、ガソリンの価格の上昇と平行して値上げされている。重量貨物の除いて、現行料金はトン当り35Kipである。重量貨物は道路の路面状況により 15-20%増しである。

下記の表に示すように、1982年から1989年にかけて貨物輸送は年率10%以上で増加した。同じ期間の国民総生産(GDP)の伸びは年 4.8%である。すなわち、貨物輸送の伸び率はGDPの伸び率の2.13倍である。これはGDPに対する貨物輸送量の弾性値が1.75であることを示している。特に、運輸業の民営化を含む新経済政策の普及により、貨物輸送量は著しく増加した。ヴィエンチャン州においては過去5年間10%以上の高い伸び率を記録した。

Year	Nation		Vientiane	Province
	ton/a ( '000)	ton-km (million)	ton ( '000)	ton-km (million)
1982	835	82		
1983	891( 6.7%)	91(11.3%)		
1984	916( 2.8%)	98( 7.4%)		
1985	954( 4.1%)	114(16.5%)	39	2.58
1986	1,040( 9.0%)	159(39.5%)	47( 20.5%)	2.50(- 2.9%)
1987	954(-8.3%)	167( 5.0%)	37(-21.3%)	3.65( 45.8%)
1988	1,254(31.5%)	171( 2.4%)	39( 5.4%)	3.15(-13.8%)
1989	1,658(32.3%)	244(42.7%)	58( 48.7%)	4.20( 33.6%)
1990/b			63( 8.6%)	4.62( 10.0%)
82-89	(10.3%)	(16.9%)		
85-89	(16.0%)	(21.0%)	( 10.4%)	( 13.0%)

/a Figures in ( ) are growth rates  
/b planned

Source: Vientiane Province and State Planning Committee, "10 Years of Socio-Economic Development in the Lao People's Democratic Republic," and Ministry of Economy, Planning and Finance, "Basic Data, 88, 89."

## 旅客輸送

下記に示すように、1982年-1988年の間、旅客交通量はラオスの経済成長にともない、年率約7%で増加した。1989年の数値は、GDPの成長に対して減少を示しているため例外的な値と考えられる。旅客の伸びは同時期のGDPの成長率の2.13倍である。これは、旅客交通量のGDP弾性値1.52に相当する。1989年におけるヴィエンチャン地域の伸びは30%以上であり、1990年は50%をこすものと思われる。

Year	Vientiane Mun. and Prov.		Nation	
	persons/a ( '000)	persons-km (million)	persons ( '000)	persons-km (million)
1982	7,285	201		
1983	8,019( 10.1%)	246(22.7%)		
1984	8,967( 11.8%)	271( 9.9%)		
1985	9,470( 5.6%)	285( 5.6%)		
1986	10,507( 11.0%)	262(-8.2%)	3,264	
1987	9,455(-10.0%)	242(-7.6%)	2,581(-20.9%)	102
1988	11,006( 16.4%)	284(17.4%)	3,090( 19.7%)	93(-8.8%)
1989	10,709(- 2.7%)	276(-2.8%)	4,085( 32.2%)	117(25.9%)
1990/b			6,377( 56.1%)	169(44.4%)
82-89	( 5.7%)	( 4.6%)		
82-88	( 7.1%)	( 5.9%)		
87-8	( 5.4%)	( 3.6%)	( 7.8%)	( 9.0%)

/a Figures in ( ) are growth rates

/b planned

Source: Vientiane Municipality, Vientiane Province, and State Planning Committee, "10 Years of Socio-Economic Development in the Lao People's Democratic Republic," and Ministry of Economy, Planning and Finance, "Basic Data, 88, 89."

ヴィエンチャン市営のバス会社は66人乗りの大型バス32台と29人乗りの小型バス18台で35経路を運行している。ナムグム河を横切るルートは、次の3ルートである。

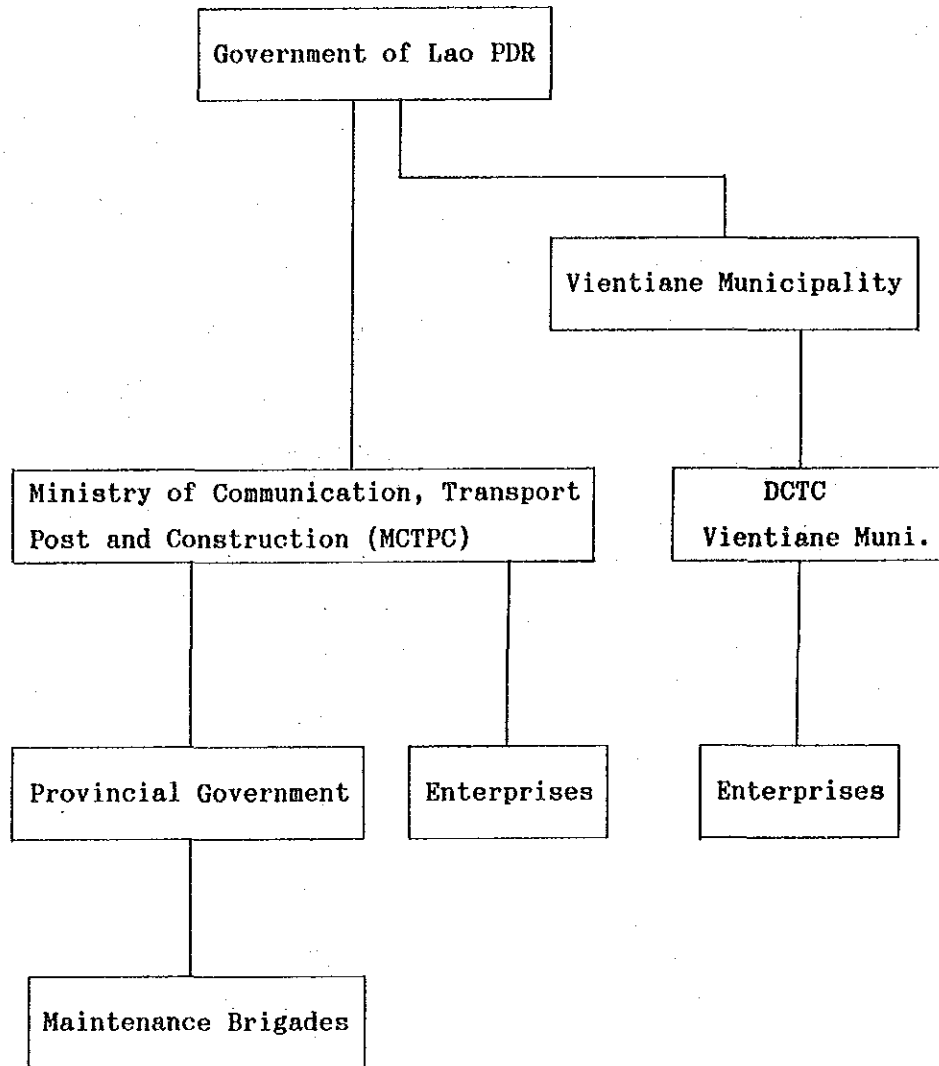
- a)ヴィエンチャンーバンケン 3往復/日
- b)ヴィエンチャンータンピオ 3往復/日
- c)ヴィエンチャンーナカトウン 2往復/日

民間のバスもタゴンでナムグム河を渡るルートを走行している。

### 3.3 道路

#### 監理体制

ラオスにおける道路並びに橋梁の監理体制は以下の図に示す通りである。



上記のように、ラオスにおける道路及び橋梁の監理は主としてMCTPCの下、州政府及び関連する公社によって行われている。MCTPCとその関連の公社は国道の建設・維持・管理を行い、州政府は各州の維持チームを指揮監督して国道以外の道路並びに橋梁の維持補修を行う。

## 道路網

ラオスの道路網は幹線道路、準幹線道路、地方道及び特殊道路に分類されている。全ての国道とほとんどの州道は幹線道路に属し、それ以外の州道は準幹線道路とされている。ラオスの道路総延長は13,094kmであり、国道が3,486km(26.6%)、州道が6,149km(46.9%)、地方道が3,459km(26.5%)となっている。従ってラオスにおける道路密度は0.055km/平方キロとなる。

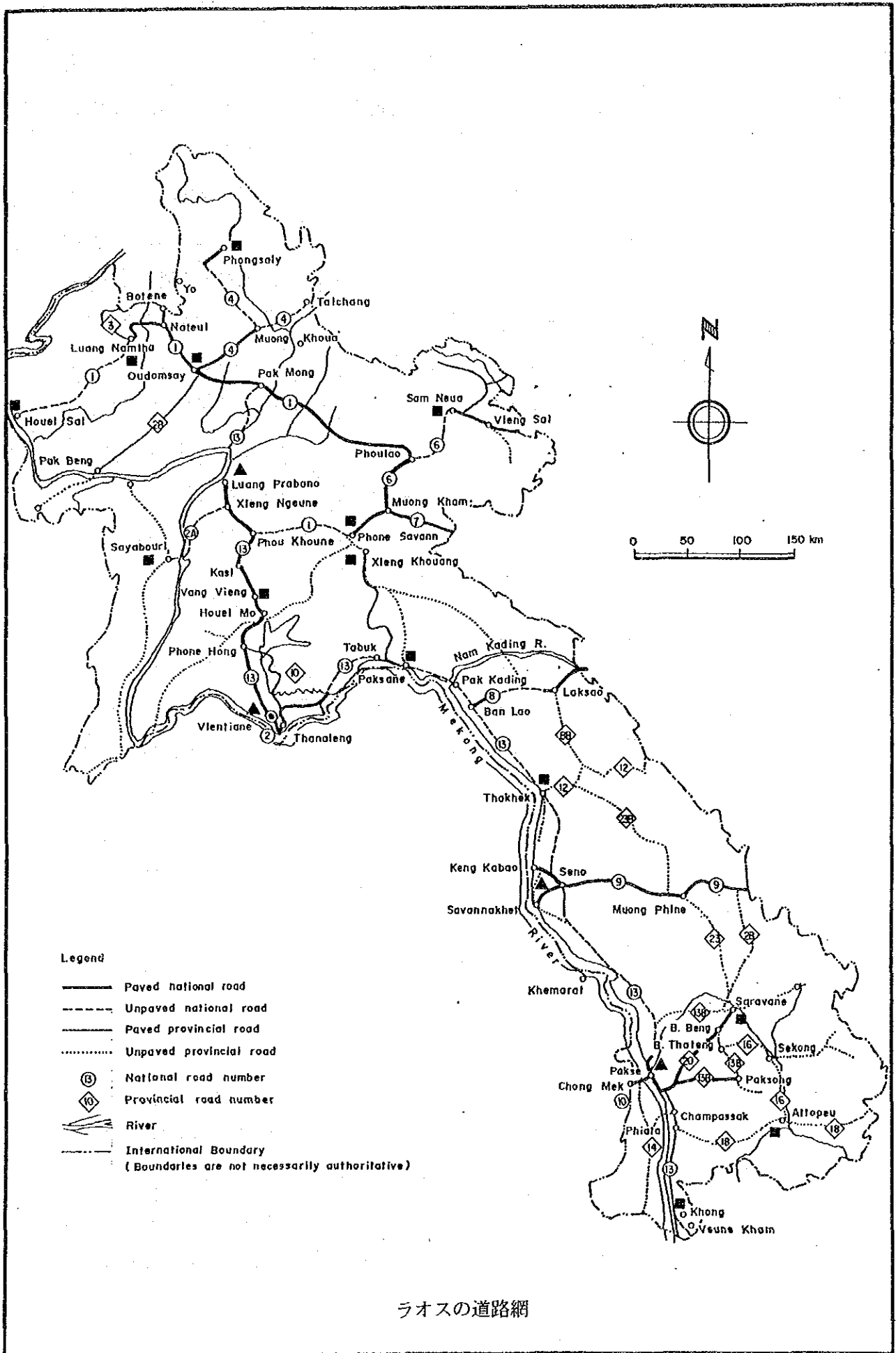
幹線道路はNo.1から23までであり、その内国道は1,2,4,6,7,8,9,10と13号線である。主幹線道路は13号線であり、その総延長は1,371km、南のカンボジア国境から首都ヴィエンチャンを經由して北部の古都ルアン普拉ヴァンまで国土を貫通している(次頁の図参照)。1990年現在の各国道別の延長は以下に示す通りである。一般的に、州道は無番号であるが本案件が対象としている路線は10号線と呼ばれている(国道10号線は先に述べた通り、パクセイ州に別途存在する)。

Route Number	Length(km)
No.1	633
No.2	85
No.4	332
No.6	241
No.7	279
No.8	132
No.9	243
No.10	40
No.13	1,371
Total	3,356 km

Source: Communication, Design, Research Institute

ラオス国内の道路を舗装種別延長を以下に示す。

Category	Length
Paved	2,560 km
Lateritic/Gravel	3,750 km
Unpaved/Earth	6,790 km
Total	13,100 km



ラオスの道路網

ラオスの舗装道路は表からも明らかなように僅かに2,500km、約19.6%であり、その他はラテライトまたは砂利道と土道（未舗装）である。ラオス国には道路台帳及び橋梁台帳は整備されておらず、従って現地調査の結果からみるならば、国道13号線の内その延長の70%が車両交通に耐えられる程度（可の程度）で、その他の道路については非常に悲観的に見ざるを得ない。従って国道の約1,600km及びその他道路の10,540kmは車両走行には不適な状態と言える。この様な状況下において車両は乾期のみ走行可能である。近年ラオス政府は物資及び人の移動を容易ならしめるために、原動の改良及び施設道路の建設に力を注いで来た。その結果、先にも述べたように国道13号線は、アジア開発銀行（ADB）及び世界銀行等の援助の下、良好な状態に改良されてきた。また本案件に関連する10号線もADBの援助によって、その1部が改良された（バンハイ（タゴンの対岸）よりナムグムダム迄）。改良された10号線は3m幅員の車道が2車線と1.5mの路肩を両側に備えたものであり、道路舗装はDBSTと称する表面処理舗装、上層路盤及び下層路盤によって構成されている。

#### 3.4 ナムグム河の橋梁

ヴィエンチャン平原でナムグム河を渡過する永久橋梁はバンハイ橋とティンキョウ橋の2橋である。ヴィエンチャン平原にてナムグム河以外の河川に架かる橋梁は総て橋長の短いもの、若しくは仮設橋梁である。調査団は上記の2橋（ティンキョウ及びバンハイ）を調査することによって、計画される橋梁の形式決定に必要な現地状況を把握することとした。調査の結果、ティンキョウ橋梁の例からみて橋脚部の洗掘防止に注意を払う必要があると判明した。

#### 4. ナムグム河のフェリー

##### 4.1 タゴンフェリーの運行状況

タゴンの公営フェリーは24時間運行している。フェリー料金は、運行経費をカバーするため、やや高めに設定されている。1990年1月より、故障による運休日数が多い。フェリーの運休は、車両の代替ルート走行により生ずる経済損失を招いている。公営フェリーの輸送能力は、乾期において一時間あたり乗用車換算して約40台である。



待ち時間を含むナムグム河の渡河時間は約10分である。

タゴンより上流のムアンカオのフェリーは廃船となった。Hatsiao のフェリーは小型で、雨期はハットシャオへ通じる道は通行できない。

#### 4.2 ナムグム河渡河のシミュレーション

実際のフェリーの運行状況に基づいたシミュレーションの結果、公営フェリーの輸送能力は、片方向一時間当たり18台であった。オートバイを除く日交通量が600台になると、一日を通した平均渡河時間は1時間である。日交通量が600台以上になると、フェリーの平均待ち時間は急激に長くなる。

時間交通量 (片方向)	20	21.5	25	30
日交通量 (片方向)	560	603	700	840
平均渡河時間 (分)	31	60	172	447

## 5. 交通調査

### 5.1 調査概要

交通調査（断面交通量調査及びO-D調査）は1990年2月21日より2月28日までの7日間タゴン（10号線）とナサイトン（国道13号線）において行われた。断面交通量調査は、27日の24時間観測を除いて、午前5時より午後9時まで16時間観測を行った。又、O-D調査は25日に16時間観測、27日には28日未明までの24時間観測を実施した。実施された交通調査を取りまとめ、以下に示す。

月 日	断面交通量調査	O-D調査
21 (水)	16時間観測	—
22 (木)	16時間観測	—
23 (金)	16時間観測	—
24 (土)	16時間観測	—
25 (日)	16時間観測	16時間観測
26 (月)	16時間観測	—
27 (火)	24時間観測	24時間観測
28 (水)	(午前5時まで)	

### 5.2 断面交通量調査

タゴン村はヴィエンチャンの北方約23kmの10号線上にあり、ナムグム河を渡過するフェリー施設を有している。此のタゴンにて断面交通量、フェリーの渡河回数、渡河時間及びフェリー非運行時の迂回路線を調査した。タゴンの1日の最初の交通はバンケン（Ban Keun）方面より来る朝6時の車両であり、現況のタゴンにおける日交通量（両方向）はオートバイを含んで380から740の間にある。調査期間の、日曜日及びフェリー休止日を除く、昼間日平均交通量は515台である。これの内訳はオートバイ246台、乗用車64台、ピックアップ61台、中型トラック25台、大型トラック86台、小型バス15台と大型バス18台である。これに夜間交通量（調査結果に基づき）を加えると日交通量は524台となる。

フェリーは24時間運行であるが、夜間には車両運転手は渡河地点にてフェリーのオペレーターを起こさなければならない。又、夜間のフェリー料金は昼間の1.5倍でありこれらの実状から、タゴンの夜間交通量は非常に小さい。

ナサイトンに比べてタゴンの昼夜率は非常に小さく、従って、タゴン架橋後の将来交通量推定に際してはナサイトンの昼夜率を使用することが妥当であろう。

上記タゴンの交通量を調査するに合わせ、国道13号線の交通量を、ナサイトンにて同時に調査した。ナサイトンでは曜日により交通量が変動するとはいえ、平均的に約2000台の交通量がある。日曜日を除く日平均昼間交通量は 2,013台であり、その内訳は 1,101台のオートバイ、 201台の乗用車、 163 台のピックアップ、 74台の中型トラック、 260台の大型トラック、 146台の小型バス及び62台の大型バスと牛車2台である。

ナサイトンでは、主要の交通量は朝の5時の通勤交通により始まるが、夜10時を過ぎてもかなりの量がある。車種別により違いは有るものの、当該地点の昼夜率は3～20%の間である。従ってこの昼夜率を考慮した日平均交通量は、先に述べた 2,013台から約16%増加して、 2,331台となる。

上述のように、1990年2月、タゴンにて実施した交通量調査の結果、タゴンの夜間交通を含んだ日平均交通量は 524台であった。

M.cycle	P.Car	L.Truck	M.Truck	H.Truck	L.Bus	H.Bus	Total
250	67	63	25	86	15	18	524

現地調査を通じて収集された情報によれば、乾期と雨期との交通量の差が当該国では非常に大きく、雨期の交通量は乾期の約半分程度とされている。

従って2月（乾期）の交通量調査を補正する意味で6月6日にタゴンの交通量を11時間にわたって再調査した。

調査の結果、雨期の交通量は乾期の74%であり、かつ渡河に要する時間も6～10分と乾期の約3倍程度を要している。しかし、通過車両の内訳は先の調査時点とほぼ同様であった。以下に、11時間にわたる補正交通量再調査の結果を示す。

M.cycle	P.Car	L.Truck	M.Truck	H.Truck	L.Bus	H.Bus	Total
136	40	28	19	57	16	16	312

従って、2月に調査された交通量は、再調査の結果を考慮して再検討された。

補正されたタゴンの日交通量を以下に示す。

M.cycle	P.Car	L.Truck	M.Truck	H.Truck	L.Bus	H.Bus	Total
224	60	55	24	81	17	18	479

### 5.3 O-D調査

#### ゾーニング

ヴィエンチャン市は先に述べたように、8つの行政管区に分割されている。

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 1) Chanthabouri | 2) Sisattanak   |
| 3) Xaysettha    | 4) Sikhottabong |
| 5) Hatxayfong   | 6) Xaythani     |
| 7) Naxaythong   | 8) Phialat      |

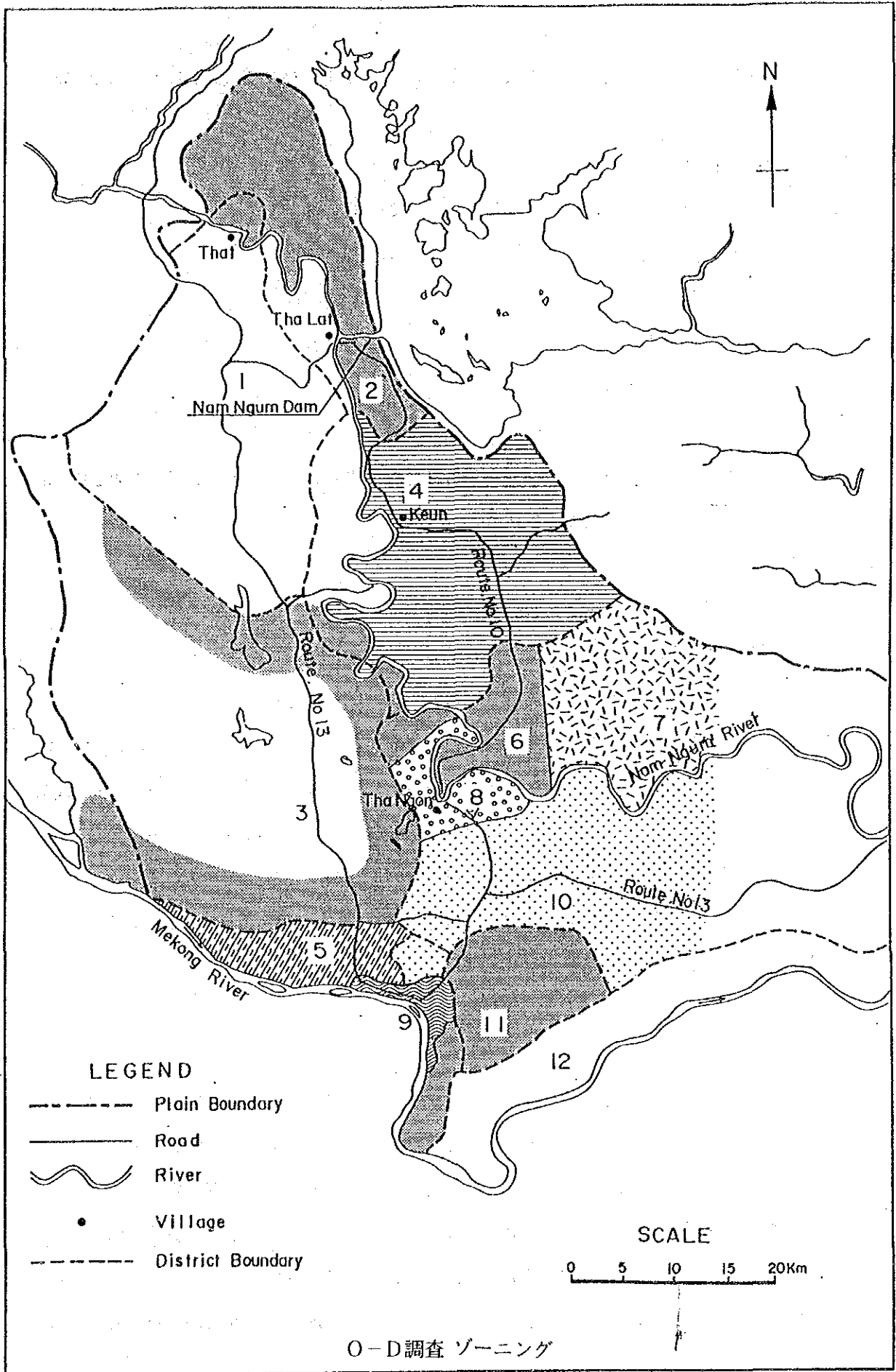
一方、ヴィエンチャン州は9の郡 (District) により構成されている。

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 1) Xanakham   | 2) Muang Feuang |
| 3) Phonehong  | 4) Kasi         |
| 5) Vangvieng  | 6) Xaysomboun   |
| 7) Keo Oudom  | 8) Muang Hom    |
| 9) Thourakhom |                 |

上記合計17の行政管区の内、本プロジェクトの影響圏とされるものは以下のとうりである。

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 1) Chanthabouri | 2) Sisattanak   |
| 3) Xaysettha    | 4) Sikhottabong |
| 5) Hatxayfong   | 6) Xaythani     |
| 7) Naxaythong   | 8) Phialat      |
| 9) Phonehong    | 10) Keo Oudom   |
| 11) Thourakhom  |                 |

O-D調査開始に先立って、影響圏を 1) 現況交通の流れ, 2) 現況道路網, 4) 行政管区, 4) 人口に基づき12のゾーンに分割した。影響圏における各ゾーンを次頁に示す。



LEGEND

- Plain Boundary
- Road
- ~~~~~ River
- Village
- District Boundary

SCALE

0 5 10 15 20Km

O-D調査 ゾーニング

## O-D調査表

使用するO-D調査表は日本及び類似の国々で使用された様式を参照して作成された。

調査の項目は；

- |                   |         |
|-------------------|---------|
| 1) 時間             | 2) 車種   |
| 3) 出発地            | 4) 目的地  |
| 5) 所有者            | 6) 旅行目的 |
| 7) 乗車人員・貨物重量      | 8) 貨物種  |
| 9) 橋梁完了後のタゴン橋使用意志 |         |

最後の 9) は 2月25日、ナサイトンにおいてのみ質問された。

この路側O-D調査は1990年2月25日及び同月27日の2日間各々16時間及び24時間タゴン及びナサイトンにて実施された。

### タゴン（10号線）におけるO-D調査

調査結果を見ると、交通発生 の主要地点としては34%がヴィエンチャン、30%がバンケン、18%がハットキャンであり、目的地としては45%がヴィエンチャン、23%がバンケン、17%がハットキャンであった。これを通行台数として見るならば、地点間交通の大きな物は、バンケン=ヴィエンチャン 133、ヴィエンチャン=バンケン 103、ハットキャン=ヴィエンチャン68、ヴィエンチャン=ハットキャン55である。

調査結果からみると、全交通量の約69%がヴィエンチャン=バンケン及びヴィエンチャン=ハットキャン路線に集中していることが解る。この2路線への集中傾向は曜日に関わりなく同一のパターンである。

### ナサイトン（13号線）におけるO-D調査

日交通量2300台を持つ13号線上のナサイトンでのO-D調査は先に述べたタゴンでの調査と同様に行われた。交通の49%はナサイトンより発生し、33%がヴィエンチャン、11%がポンホンもしくはそれ以北にて発生している。一方調査結果より交通の集中を見るならば、ナサイトンへ45%、ヴィエンチャンへ36%、ポンホンへ7%及びタラットへ5%となる。調査結果が示すように、ナサイトンにおける交通の23%は地域内交通であり、そのほとんどはオートバイであった。地点間交通に目を向けると、ヴ

イエエンチャン＝ナサイトンが49%と最大を占め、それに続いてポンホン＝ヴィエンチャンが17%、タラット＝ヴィエンチャンが11%である。

## 交通の特性

### 10号線

タゴンの交通を見ると、日曜日と平日では乗車人員、貨物種等に於いて大きく異なる傾向がある。

日曜日の乗車人員は平日に比べて非常に多く、また積載貨物種も分類不可能な雑貨（混載）がほとんどである。

しかし平日の乗車人員及び貨物車両の積載率は日曜日に比べて小さく、一方、積載貨物種は主として、農産物、木材・竹、煉瓦等であり日曜日と大きな違いがある。

### 13号線

10号線に比較して、13号線上を運搬される貨物種は非常に広範囲に亘っている。しかし乗車人員に限ってみると、当路線では日曜と平日との間に大きな差異は認められない。車両の積載率は10号線に比べて大きく、木材・板材は主として夜間ヴィエンチャンへ運搬される。当路線では煉瓦類及び水産品の運搬はない（調査期間中は見られなかった）。

## 5.4 フェリー運休時の代替ルート

フェリーが故障すると、ヴィエンチャン平原は通信網が未発達なため、多くの車両はタゴンに到着後、代替ルートを走ることになる。北へ向かう交通の約半分はヴィエンチャンに戻り13号線を走る。他の代替ルートは乾期のみ走行可能である。

ヴィエンチャン方面の交通のうち約2/3はハットシアオのフェリーでナムグム河を渡る。

しかし、ハットシアオは乾期のみアクセス可能である。つまり、雨期は、すべてのヴィエンチャン方面の交通はティンキョウ橋を渡らなければならない。フェリー運休時には、両方向の交通とも多大な追加距離を走行しなければならない。

## 5.5 走行経費 (VOC)

走行経費は距離に関係するものと時間に関係するものの2種類に分けられる。前者は、燃料、オイル、タイヤ及び補修に係るコストである。後者は、原価償却、金利、運転手等の賃金及び間接費である。

実際の舗装道路の走行経費は次のように推定される。

	オートバイ	乗用車	ピックアップ	中型トラック	大型トラック	小型バス	大型バス
スピード (km/時)	45	70	70	45	45	40	40
走行経費 (US\$/1,000km)	43	149	154	245	555	151	430

## 5.6 将来交通量

### 転換交通

現在13号線を走行している車両の一部は、本プロジェクトの実施に伴い、10号線へ転換すると思われる。10号線と13号線経由の所要時間の違いに基づいて、転換交通量は、1996年において 265台/日外推定される。

オートバイ	乗用車	ピックアップ	中型トラック	大型トラック	合計
100	40	37	25	63	265

### 誘発交通

本プロジェクトによりフェリー代が不要になり交通経費が減ることによって誘発される。交通量は、1996年に29台/日と推定される。

オートバイ	乗用車	ピックアップ	中型トラック	大型トラック	計
18	3	4	1	3	29

また、橋が開通すれば、夜間の交通量も著しく増加する。ナサイトンの昼夜率を参考にして、1996年に本プロジェクトは92台/日の夜間交通を誘発するものと思われる。

オートバイ	乗用車	ピックアップ	中型トラック	大型トラック	小型バス	大型バス	計
64	8	2	3	12	1	2	92

### 開発交通

ナムグム河左岸の開発プロジェクト案に基づいて、開発交通は以下のように推定される。



年	ピックアップ	中型トラック	大型トラック	計
2000	2	1	3	5
2005	2	1	3	5

#### 交通量増加率

農業生産の伸びの及び全国交通調査を参考にして、影響地域の産業分野別の成長率は次のように推定される。

分野	1990-2000	2001-2010	2011-2020
農業	8.0	7.0	5.0
林業	0.0	6.0	2.0
工業	6.0	5.0	5.0
サービス	9.0	8.0	7.0
平均	7.2	7.2	5.4

交通量の地域総生産に関する弾性値は、貨物及び旅客交通、自動車登録台数、GDP、ヴィエンチャン開発計画立案のため実施された家計調査等データをふまえて、次のように推定される。

期間	オートバイ	乗用車 ピックアップ	中型・大型 トラック	小型・大型 バス
1990-2000	1.8	1.4	1.6	1.5
2001-2010	1.5	1.2	1.4	1.3
2011-2020	1.2	1.1	1.2	1.2

したがって、タゴンにおける車種別の交通量増加率は次のようになる。

期間	オートバイ	乗用車 ピックアップ	中型・大型 トラック	小型・大型 バス	平均
1990-2000	13.0 %	10.1%	11.5%	10.8%	11.8%
2001-2010	10.7 %	8.6%	10.0%	9.3%	10.0%
2011-	6.5 %	6.0%	6.5%	6.5%	6.4%

## 5.6 将来交通量

交通量調査の結果、転換・誘発及び開発交通量及びに増加率の推定値に基づいて、予測した将来交通量は、2000年が約2,000台、2010年が約5,400台である。

年	オートバイ	乗用車	ピックアップ	中型トラック	大型トラック	小型バス	小型バス	合計 単純計	計 乗用車換算
1990	228	61	58	23	79	14	16	479	576
1996	649	155	144	71	224	27	32	653	1,552
2000	1,172	248	232	121	384	45	53	2,255	2,661
2005	1,766	344	326	178	567	65	75	3,321	3,901
2010	2,948	520	492	288	916	102	117	5,383	6,279
2015	4,021	690	653	393	1,249	139	159	7,304	8,517

本プロジェクトを実施しない場合、ナムグム河渡河時間が長くなり、一部の交通は10号線から13号線へと転換する。平均渡河時間が1時間をこえた場合、バスはフェリー乗り場までの運行になると推定される。また、交通量は、平均渡河時間が1時間となる交通量のみタゴンフェリーに乗船すると仮定する。このような仮定に立つと、2000年からバス・ルートはナムグム河止まりとなり、1999年から交通量の一部は10号線から13号線へと逆転換する。2010年には13号線への転換率が50%をこえる。

年	渡河時間 (分)	交通量		13号線への 転換率 (%)
		10号線	13号線	
1990	11	251	0	0
1996	12	465	0	0
2000	71	602	11	1.8
2005	763	602	358	37.3
2010	3,634	602	900	59.9
2015		602	1,418	70.2

注) 渡河時間は全交通量を用いて推定した。オートバイは交通量に含まれていない。

## 6. 路線及び橋梁形式の検討

### 6.1 路線選定

架橋地点の選定を含めて、計画路線の決定に先立ちいくつかの路線案を選定する。  
選定するにあたり、以下な路線を想定した。

- 1) 現在路線の最大利用を考慮し、現在のフェリー渡河地点付近にてナムグム河を渡河するもの
- 2) 橋梁の下部工施工の容易さを考慮し、現在の渡河地点の下流 100mにある中州を利用する案
- 3) ナムグム河の屈曲部を避け、橋梁延長を最小にする案
- 4) 上記第3案の代替案とし、政治思想教育訓練校を避けた案
- 5) タゴン村を迂回し、タゴン農場を通過してナムグム河を渡河する案

#### 6.1.1 路線選定

上記に述べた、選定基準に基づき以下の6案が選定された。6路線案の詳細は以下の述べるとおりである。

##### 第1案

本路線案は、現況路線を最大限利用することを考慮し、現在の渡河地点の約 100m 上流でナムグム河を渡河するものである。橋梁延長は約 150m である。河川が左に大きく屈曲を始める地点であり、河川横断測量によれば河床の右側が大きく洗掘されている。また右岸に於いて自然堤防の法面崩壊が見られる。この渡河地点の約 100m 上流にて支川が流入しており水流の乱れが発生している。したがって、本路線は河床の洗掘及び法面の崩壊に関し詳細な検討を必要とする。橋梁建設に伴う新たな取り付け道路の延長は約 800m で買収用地面積と共に6路線案の中で最小である。

##### 第2案

渡河地点は、現況のフェリー渡河地点の約 100m 下流である。この路線案は乾期に水深が小さい箇所もしくは水上にて下部工が容易に施工出来る地点としての観点から選定された。橋梁延長は約 260m、取付道路延長は 1,100m と推定される。

### 第3案

この路線案は、河川の屈曲部を過ぎた下流に位置し、河川幅は約 170mと比較路線案の中で最小である。河床は、乾期にても 8.4mの水深があり、V字に洗掘されている。これは縮流による洗掘と考えられる。この地形での橋梁下部の施工は、水深が大ききことから困難であり、且つ河積阻害断面が増大することから新たな河床の洗掘が予想される。又、取付道路は右岸で政治思想教育訓練校に隣接して通過し、かつ、居住区の中心を 900mにわたって抜けるため環境に対する悪影響が心配される。道路延長は約 2,400mである。

### 第4案

この路線は政治思想教育訓練校と人口密集地を避け且つ、河川水流の安定した地点を選定した、上記第3案に対する代替案である。水深は約 3 mで河床の洗掘は認められない。渡河延長は 230mと推定された。橋梁下部施工の観点から見ると、施工の難易度等の面から適地と考えられる。

一方、本路線は、タゴン村の中心より約 900m離れており、灌漑水路及び灌漑水用のポンプの位置に近く 且つ農務省の教育訓練施設の直近を通過する。従って、橋梁建設に伴うこれらに対する影響及び建設後の問題について検討もしくは路線の一部変更が必要と成ろう。取り付け道路の総延長は先に述べた第3案よりも約 500m長く、従って 3,000m程度となると考えられた。

### 第5案及び6案

この第5案及び第6案の渡河地点は現況のフェリー渡河地点の各々約 5 km及び 6 km下流となる。これら2案はタゴン村を避けて、ヴィエンチャンよりの交通をハットキャンと直接結ぶ路線として考慮された。主たる利便は、タゴンを通過する交通に対する走行距離の低減である。橋梁延長は両案共に約 190mと推定され、河床は平坦、水深は約 3.5m（乾期に於いて）である。第5案は取り付け道路を含め総延長は約 6,800mであり、6案において通過を余儀なくされる冠水地帯の通過を避けることが主たる目的である。しかし灌漑水路を跨ぎ且つ水田の軟弱地盤上に盛土をする必要に迫られることが最大の問題である。

第6案も、先に述べたとおり、ハットキャンへの最短距離を目指した物である。し

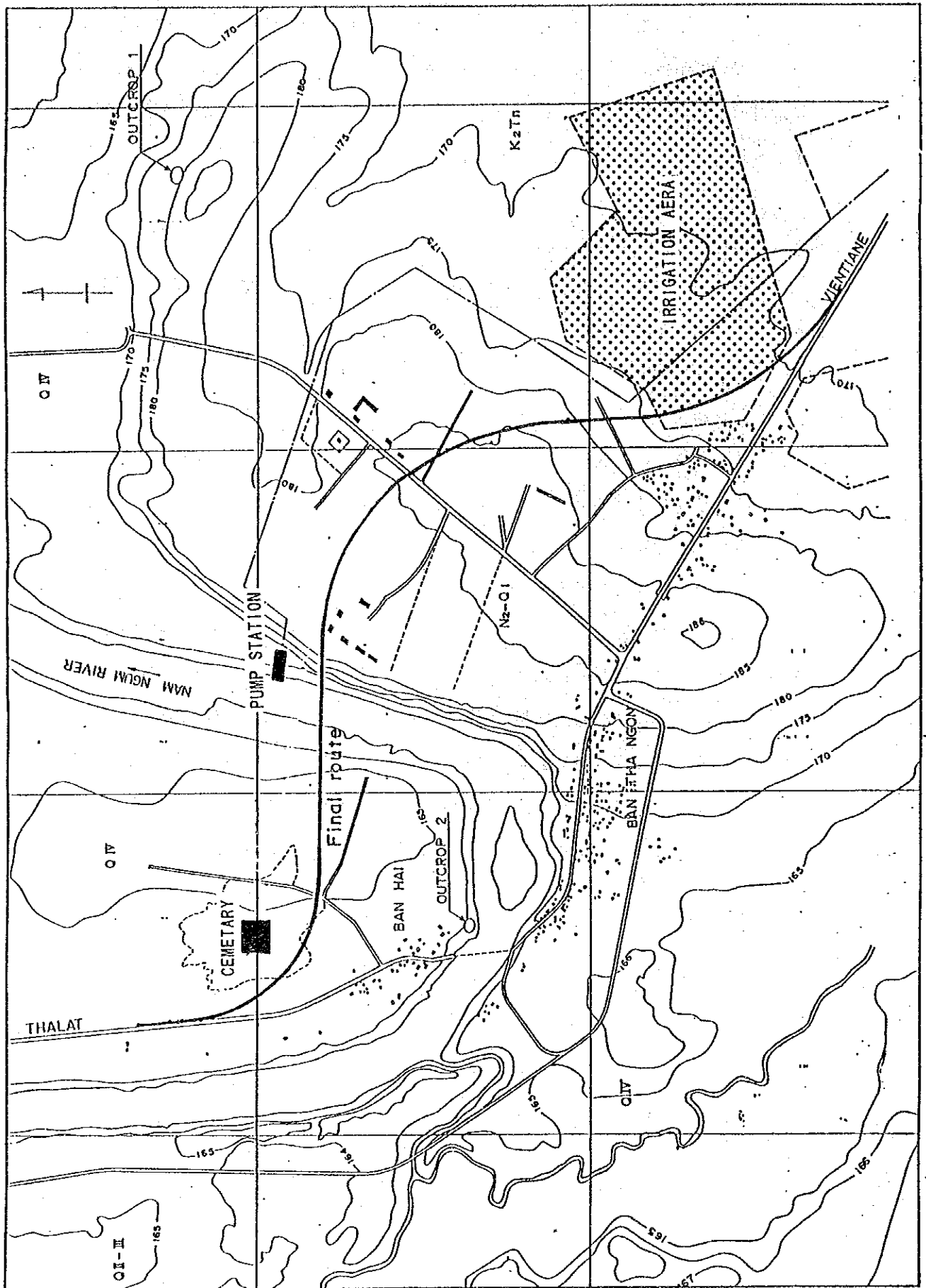
かしながら、この路線は冠水地帯を通過するに合わせ、取付道路延長が先の第5案より更に1,300m長く、総路線延長は8,100mに達する。これら2路線案は、橋梁並びに取付道路延長の観点から、工事費がもっとも高くなることが予想され、通過交通量及びこれに係る便益の観点から、将来再検討されるべき路線案である。

#### 6.1.2 最終路線案

上記の6案の中から、最適路線を選択するにあたり、以下の様な主要検討項目を設定した。

- 1) 河床の安定
- 2) 橋梁延長
- 3) 集落との関連
- 4) 現況の土地利用
- 5) 取付道路延長
- 6) 河床洗掘及び堤体・法面浸食

これらの項目に沿って選定された6案を比較検討した結果を、第4案が最適案として選定された。この選定された最適案について詳細な測量及び現地踏査を実施した結果、路線の始点側にて1)灌漑水路に隣接する、2)渡河地点右岸にて灌漑用ポンプと接近する、3)渡河後に山林内で墓地の至近を通過する等の問題が判明した。これらの点についてDCTC及び住民との協議を行った結果、線形の一部を変更する事により問題を解決するに至った。これらの結果最終的に決定された路線は次頁の図に示すとおりである。

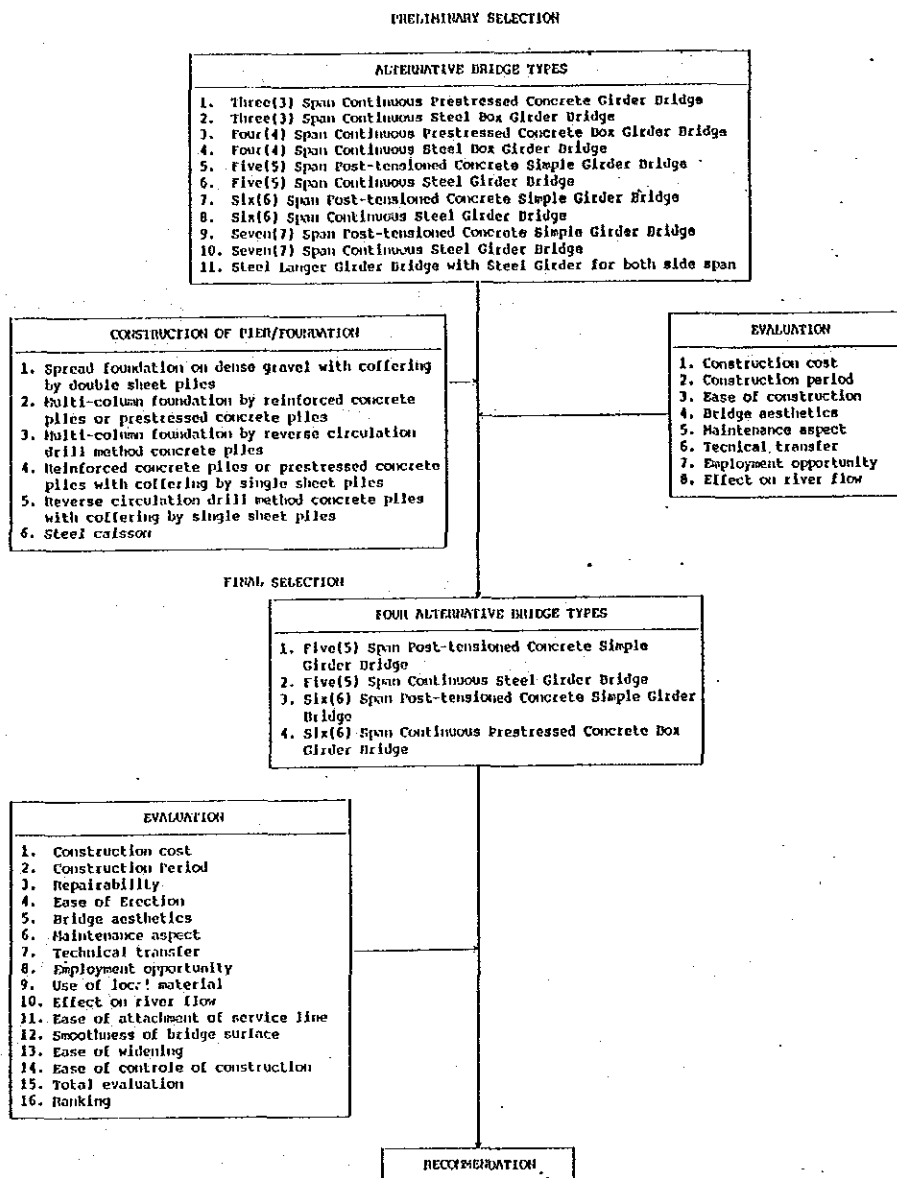


最終路線案

## 6.2 橋梁形式の選定

橋梁形式の決定に関して、上部工として3～7径間の橋梁を考慮した。この3～7径間の中でコンクリート単純桁橋、コンクリート連続桁橋、鋼橋等を選択肢とした11案を検討対象とした。また、下部構造として杭基礎（数種）、直接基礎等の6案が検討された。

最終的に採用された案は、上部構造として5径間のポストテンションコンクリート単純桁橋が、また下部構造としては杭基礎に属するリバースサーキュレーション杭基礎が採用された。これら橋梁形式の決定にかかる作業フローは以下の図に示すとおりである。



## 7. 自然条件調査

### 7.1 地形測量

選定された路線に対し、1：2000の縮尺で地形測量を行うにあわせ、架橋地点に於いては1：300の測量を実施した。

計画地域の地形は大きく分けて、水田及びこれに隣接する地域、丘陵地及び耕作地（平地）である。選定された路線の始点側は主として水田及びこれに隣接する地域であり、これを過ぎると丘陵地、渡河後に平地（耕作地）となる。人家密集地帯を避けた路線ではあるが、全体としては比較的平坦である。

河床断面測量としては音響測深機を使用し、100mの幅で行い橋梁下部工の設計に用いた。

### 7.2 土質・地質調査

計画地域の地質は、低地部の沖積層及び台地部の洪積層により成っている。架橋地点の両岸は沖積層で、その下部には締った洪積層が存在している。

計画路線の右岸側は、洪積台地が大部分を占め地盤は良質であるが、左岸側は軟質な沖積粘性土が広がっており軟弱地盤対策が必要である。

橋梁下部構造の支持基礎層としては、河床下約5mのところに砂質層がある。

### 7.3 骨材調査

プロジェクト対象地域では、建設用骨材としてナムグム河の河川骨材が使用されている。しかし品質及びその供給量の面から、本架橋計画に使用することは不相当と判断される。メコン川の骨材も現在建設用資材として使用されているが、その品質を十分検討する必要がある。

### 7.4 気象調査

年平均気温は摂氏26度である。10月から5月までの期間、空気は比較的乾燥しており気温も低い。架橋計画地域は亜熱帯地域に属し、平均湿度は70%である。

10月から5月にかけてが乾期であり、雨期は6月から10月である。年間降雨量は、



1,640mm で、この内約70%が雨期（6月～10月）に集中している。

豪雨を伴った強風は6月から9月末迄の夏期モンスーン時期に集中している。年間の瞬間最大風速は20m/と記録されている。

計画は地域はビルマアークと呼ばれる地震帯の西端に位置している。中規模の地震はビルマ北部にてしばしば発生している。ビルマからラオス北部にかけて山脈が走っており、この山脈において震源の浅い深度3.4～4.4程度の地震が発生している。

## 7.5 水 文

ナムグム河はメコン河の主要な支流の一つである。中国南部（ラオス北部）の標高1,500mの高原から約240km流下してナムグムダムに達する。その後ナムリク河と合流し80km下ってタゴンに達し更に80kmを流れてメコン河に流入する。ナムグム河の流域はダムの地点で約8,500km<sup>2</sup>であり、タゴンにいたり16,500km<sup>2</sup>に達する。確率年毎の最大流量とその水位を以下に示す。

Year	Return Period(Year)					
	2	5	10	25	50	100
Discharge (cu.m/sec)	2,460	3,180	3,670	4,280	4,730	5,180
Flood Level(m)	164.5	166.4	167.3	167.5	167.6	167.7

これら過去の資料、統計資料及び近年の資料を基に、本計画における最大高水位は168mとした。これは100年確率の高水位とほぼ同じである。

河床横断測量結果、土質地質調査結果及び先に述べたティンキョウ橋梁の施工・調査実績から洗掘防止対策の重要性は明らかである。従って橋梁基礎を支持できる地盤に建設すると共に、橋脚・杭の足回りの洗掘防止対策を十分に行うこととした。

## 8. 予備設計

### 8.1 設計方針

当プロジェクトの設計方針として、以下のことを考慮した。

- a) ラオスの設計基準に可能な限り準ずる
- b) 洗掘の対策
- c) 完成後の維持管理
- d) 技術移転

上記の他にも 施工時における切土部からの土砂流出及び杭基礎工事に伴うポンプ排水等に係る環境問題についても考慮した。

### 8.2 必要条件

道路設計基準は、ラオスの設計基準に準ずるが、適当でないものや補足の必要が生じた場合は、日本の設計基準を採用した。

また橋梁の設計基準は、ラオスにないため、日本の設計基準を使用する。

### 8.3 道路設計基準

当プロジェクトの道路設計基準は以下のとおりとする。

計画日交通量	500 ~ 4,000
路線対象地域	平地部
設計区分	Grade I ( 3種 1級 )
設計速度 (km/hr)	80km/hr
幅員	1車線
	路肩
	道路幅員
最小曲線半径	450 m
最大縦断勾配	4.00 %
視距	追越
	停止

#### 8.4 橋梁設計基準

- 1) 設計基準 "Specifications for Highway Bridges" 日本道路協会  
によるものとする。
- 2) 車道荷重 T-20, L-20
- 3) 歩道荷重 350 kg/m<sup>2</sup>
- 4) 地震 0.05G
- 5) 風荷重 40m/sec
- 6) 温度 ±15°C
- 7) 衝撃 2 t/m
- 8) 使用材料及び許容応力
- 使用材料
- a) コンクリート

	Bored Pile	Substructure	Main Girder & Curb
Specified compressive strength (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{ck}=300$	$\sigma_{ck}=240$	$\sigma_{ck}=350$
Young's modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	$2.8 \times 10^5$	$2.5 \times 10^5$	$2.95 \times 10^5$
Unit weight (t/m <sup>3</sup> )	2.5	2.5	2.5
Flexural extreme fiber stress (kg/cm <sup>2</sup> )	70	80	125
Axial compressive stress (kg/cm <sup>2</sup> )	65	65	85
Shear stress (kg/cm <sup>2</sup> )	3.9	3.9	5.0

## b) 鋼材

JIS G3112 SD35

許容応力	鉄筋コンクリード部材	1,800	kg/m <sup>2</sup>
	橋面部材	1,400	kg/m <sup>2</sup>
	水中コンクリート部材	1,600	kg/m <sup>2</sup>
	桁部材	3,000	kg/m <sup>2</sup>

## 9) 裏込め材

単位体積重量	$\gamma = 1.8$	t/m <sup>3</sup>
内部摩擦角	$\phi = 30^\circ$	
粘着力	$C = 0$	
土圧 通常時	主働土圧係数	0.304
	受働土圧係数	0.054
	主働土圧係数	0.363
	受働土圧係数	0

## 10) 安定計算

転倒	通常時	$e < \frac{B}{6}$
	地震時	$e < \frac{B}{3}$
滑動	通常時	$F > 1.5$
	地震時	$F > 1.2$
地盤支持力	通常時	$q = 40$ t/m <sup>2</sup>
	地震時	$q = 60$ t/m <sup>2</sup>

11) 設計高水位 168.0 m (100年確率水位)

## 8.5 道路予備設計

取付道路の幅員構成は、2車線（車道幅員3m）と両側に1.5mの路肩をとる。これらは、接続する現況の国道10号線に準ずるものである。

舗装は、路床、路盤及び表層から成り、路床はラテライトもしくは、砂利を含んだ

ラテライトにより20cm厚で仕上げられ、路盤は砂利を含んだラテライトで15cm厚で仕上げられる。

表層は、DBSTとする。これは工事費を安くすることができる。しかし、維持管理は不可欠である。

### 8.6 橋梁予備設計

全長 230m全幅11mとし、このうち車道部は7.5 m、歩道部は2.5 mとした。

また、車道幅員7.5 mは、3.0 mの2車線と0.75mの路肩幅をとる。これらは、ラオス設計基準の CLASS IIIに相当する。歩道及びバルコニーは、上流側に設けられる。

### 8.7 概算数量

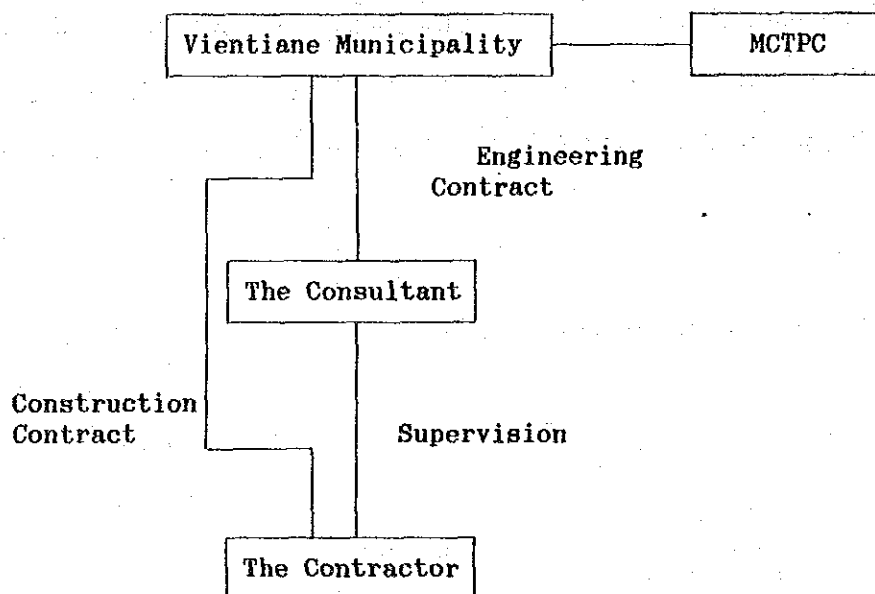
工事に係る概算数量は、以下のとおりである。

Description	Class	Unit	Quantity	Remarks
<b>(1) Pile Foundation</b>				
Bored pile	1.5m dia		30	15m length
Concrete	$\sigma 28=300\text{kg/cm}^2$	m <sup>3</sup>	890	
Reinforcing Steel	D13-D25	t	93	
Casing		m	394	
<b>(2) Sub-structure</b>				
Excavation		m <sup>2</sup>	10,600	
Concrete	$\sigma 28=240\text{Kg/cm}^2$	"	1,790	
	$\sigma 28=150\text{Kg/cm}^2$	"	490	
Formworks		m <sup>2</sup>	2,190	
Reinforcing Steel	D13-D25	t	237	
<b>(3) Super-structure, 30 nos. of girder</b>				
Concrete	$\sigma 28=350\text{Kg/cm}^2$	m <sup>3</sup>	1,190	
	$\sigma 28=240\text{Kg/cm}^2$	"	390	
Formworks		m <sup>2</sup>	1,400	
Prestressing steel		kg	71,500	
Grouting		m	11,500	
Reinforcing Steel	D13-25	t	181	
<b>(4) Approach Road, 3.35 km length</b>				
Subgrade		m <sup>2</sup>	33,585	
Base course		"	31,234	
Double bituminous surface treatment		"	26,868	

## 9. 施工計画及び概算工事費

### 9.1 実施体制

ヴィエンチャン市は、ラオス人民民主共和国の管轄の下に当プロジェクトを管理する。プロジェクトの実行の機構を以下に示す。



MCTPCは、プロジェクトの実施に対し、ヴィエンチャン市を援助するものとする。

### 9.2 施工計画

#### 現地資材の利用

プロジェクトの実施に対し、以下のことについて特に考慮するものとする。

- a) 現地の資材及び機械を最大限利用する
- b) 現地の労働力の採用

#### 特記事項

##### 現地建設業者の能力

外国からの建設業者の施工業種の一部を受け持つ。現地建設業者は技術的に今回のプロジェクトの橋梁形式に対する実績がないため、元請業者となりえないが、取付道路工事については、数社の現地業者が施工能力を持っており、これを雇用する。

## 現地労働者

ラオスには労働法がないため、外国の建設業者は現地会社を通じて求人し、現地労働者と紛争を持たないように心掛けるものとする。

現地資材は非常に乏しい。骨材・歴青材料、及び木材等に限られる。大部分の建設資材は輸入することになる。

## 建設機械

現地の業者より借上げができる一部の土工機械以外は、ほとんど海外から輸送せざるをえない状況である。

## 雨 期

橋梁下部工事など河川内で行われる作業では、雨期の影響を受けるため施工計画の立案に際し十分考慮する必要がある。

## 主桁架設

100 t 以上もの重量の主桁が、架設桁によって架設されるので施工の安全性に十分注意を要する。

### 9.3 工事計画

仮設ヤード約18,000㎡をタゴン村側に設け 事務所、コンクリートプラント、作業場、修理場及びその他の施設の使用に供する。

PC桁の製作ヤードは、右岸側の橋台に隣接する場所をとり、桁2本分の製作用スペースと、20本の保管ができる面積を有するものとする。

作業用の用水は河川からのものを使用。建設業者の従事者用宿舎並びに連絡用事務所はヴィエンチャン市内に設ける。

## 仮栈橋及び作業台

幅6 mの仮栈橋をEL=161.00 付近に仮設する。また、橋脚の基礎杭施工のために作

業台を設ける。これらは、H鋼によって組まれ、その上に覆工板を布設する。

#### 現場打ち杭

橋脚並びに左岸側橋台の基礎として杭基礎を施工する。杭径 1,500mm、長さ15mとし、リバースサーキュレーション工法をもって行われる。主な施工順序は以下のとおり

- a) バイブレーションハンマーによりスタンドパイプの打込み
- b) リバースサーキュレーションドリルによる掘削
- c) 検測及びスライム除去
- d) 鉄筋籠の設置
- e) トレミー管によるコンクリート打設

#### 取付道路

左岸側の盛上部では約50,000m<sup>3</sup>の盛土が必要である。ハットキャン近くの土取場からのものを適用する。軟弱地盤であるため一日当り10cm厚程度の盛土速度とし、盛土完成後6ヶ月間は、圧密沈下の安定期間をとる。

### 9.4 資材及び機械

ラオス国内で入手可能な資機材は、骨材、木材、燃料及び歴青材料とブルドーザー、モーターグレーダー、タイヤローラー、マカダムローラー及びダンプトラック等である。

その他の資機材については海外からの輸入にたよるものとする。

### 9.5 施工工程

#### 設計及び入札準備期間

設計及び工事入札については約12ヶ月の期間をとる。

#### 施工期間

施工工程上のコントロールは、雨期の影響を受ける河川内の杭基礎工事と軟弱地盤区間の圧密沈下期間をとる取付道路工事である。

付添の工程表を参照。



## 9.6 概算工事費

価格等の設定は1990年8月現在とする。表示は、外貨分の日本円と内貨分の米ドルとする。

単価項目については、ラオスの実情に沿った設定を日本の積算要領を基として行った。内貨分の人件費、材料費及び機械運転費については、米ドルにて算出し、外貨分のものについては日本円で計算した。尚、1米ドル、日本円、及びラオスキップの換算レートは、1ドル=153円=715キップである。

建設業者については当プロジェクトは、高度な技術と高額な工事であるため、国際競争入札とする。3年工期をもとにした工事費は以下のとおりである。

Description	Financial cost (100 US\$)
Bridge	43,952
Approach road	13,337
Temporary bridge	8,260
Rivetment work	4,636
<b>Total Direct construction cost</b>	<b>70,184</b>
Preliminaries and general items	11,938
Packing and transport	14,771
Dispatch of expatriate technician	12,503
Site on cost	12,093
Overhead	8,269
<b>Total of Indirect construction cost</b>	<b>59,574</b>
<b>Total of Construction Cost</b>	<b>129,758</b>

## 9.7 維持管理

道路の維持管理としては舗装の修理及び路肩、法面の除草が主なものである。

橋梁の維持管理としては、橋面、排水管及び支承等の清掃が主なものである。

維持管理費用は、他のプロジェクトの実績に基づき以下のとおりである。

Type of Maintenance Work	Cost
Routine maintenance cost, annually	4,400 US\$
Periodic maintenance cost, every 7 years	73,500 US\$