

の水流は4番橋脚周辺の洗掘を加速していると考えられる。また河川中に打ち込まれた杭による部分的乱流も各橋脚周辺の洗掘の原因となっている。

これらの調査結果に基づいて、プロジェクトの最終年である1971年の乾期に洗掘防止対策を行うように提言された。これに基づき実施されて洗掘防止策は、2、3、4及び5番橋脚周辺各14m×17mを最低1個当たり40kgの重量で厚さ50cmのコンクリートブロックにて覆う方法であった。この事例は、本タゴン架橋計画においても橋脚周辺の洗掘防止に十分な注意を払う必要が有ることを示唆している。

3.4.2 バンハイ橋

バンハイ橋も、タゴンの下流約80kmで、ナムグム河に架かる橋梁である。この橋梁は、ソビエトにより4年の歳月を費やして1984年に完成した、橋長254m、4径間の鋼桁橋梁であり幅員構成は2車線(8m)と1mの歩道を両側に持つものである。工事の実施に携わった現地技術者によれば、下部工として場所打ち杭(ベノト方式)が採用されたとのことである。

残念ながら、本橋梁に関する資料は殆ど残されて居らず、僅かに一般図を見る事が出来る状況であった。

3.5 公 社

ラオスの道路及び橋梁は主として国营公社によって建設・維持補修されている。これらの公社は、基本的には、主たる幹線道路毎に設立されることとなっているが、現実稼働している公社は1990年6月時点で11社であった。これら公社は以下に示すとおりである。

1. Route No.10 Enterprise
2. Route No.13 South Enterprise
3. Route No.13/1 Enterprise
4. Route No.13/2 Enterprise
5. Route No.13/3 Enterprise
6. Route No.13/4 Enterprise

7. Route No.8 Enterprise
8. Route No.20 Enterprise
9. Pakse-Savannakhet Enterprise
10. State Enterprise for Bridge Construction(Pakse)
11. Construction Communication Society

上記に述べたほか、9つの維持補修チーム (Maintenace Brigade) がラオス全国の道路と橋梁の維持補修に従事している。各維持補修チームは年間約 200kmの道路及び関連する橋梁の維持補修作業を、国営公社に比べて非常に少ない資機材を使用しつつ、行っている。これらの維持補修チームは原則的には各州に必要とされており、十分な道路及び橋梁の維持作業を目的とするならば、現在のチームに加え新たに6もしくは7チームを増強する必要がある。不十分な維持補修作業は各所に路体の浸食・崩壊、舗装の損傷 (Pot-hole) を放置する原因となっている。

表 3. 1 輸送費の推移

Year	Charge Kip/T.Km	Price of Gas. Kip/L
1985	10	45
1986	15	50
1987	17	75
1988	22	96
1989	26	145
1990	30	170

Source: Transport Company, Vientiane Municipality

表 3. 2 道路の舗装種別延長

Category	Length (Km)	Share (%)
Paved	2,560	19.6
Lateritic/Gravel	3,750	28.6
Unpaved/Earth	6,790	51.8
Total	13,100	100.0

表 3. 3 道路・橋梁関連公社とその能力

Name of Enterprise	Capacity per Year
1. Route No.10	30 Km
2. Route No.13(South)	30 Km
3. Route No.13/1	
4. Route No.13/2	
5. Route No.13/3	
6. Route No.13/4	
7. Route No.8	20 Km
8. Route No.20	25 Km
9. Pakse - Savannakhet	
10. State enterprise for bridge construction (pakse)	
11. Construction Communication Society	

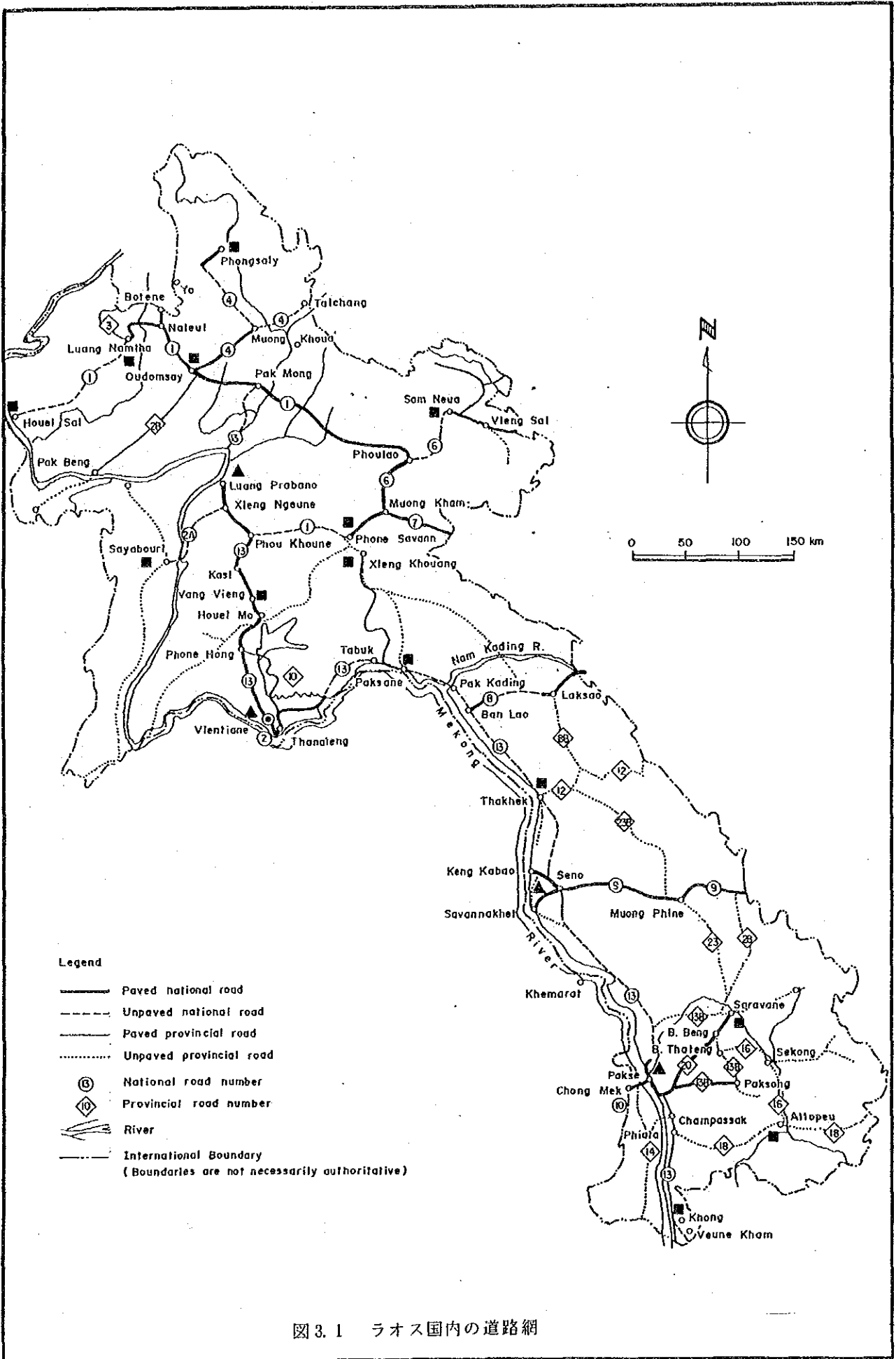


図 3. 1 ラオス国内の道路網

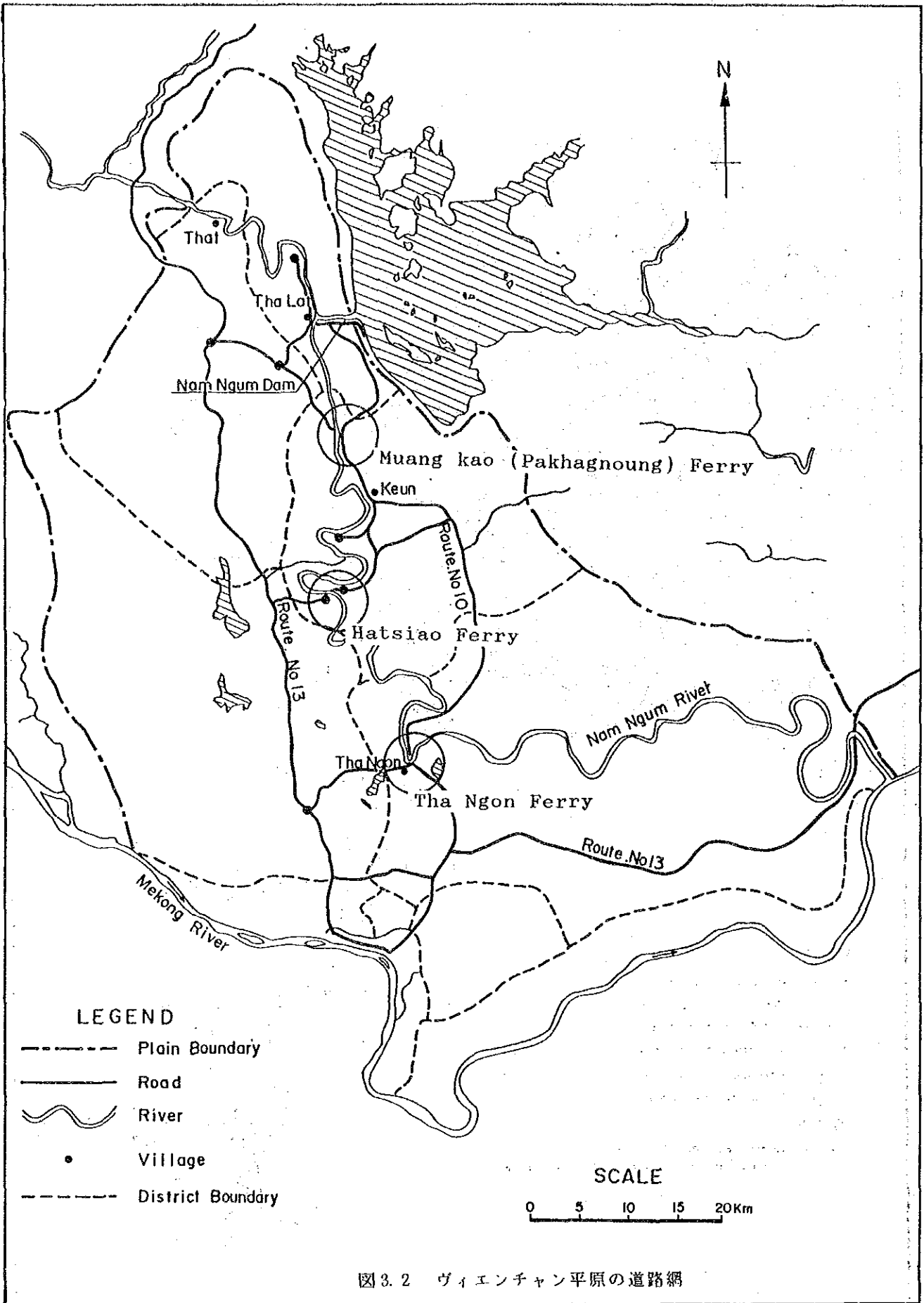


図3.2 ヴィエンチャン平原の道路網

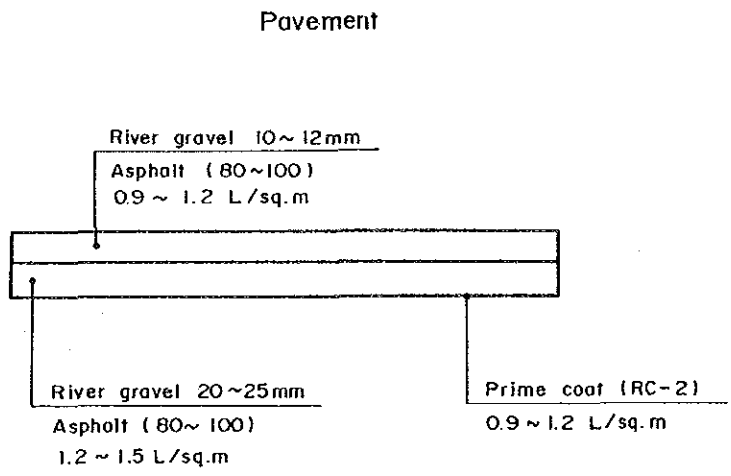
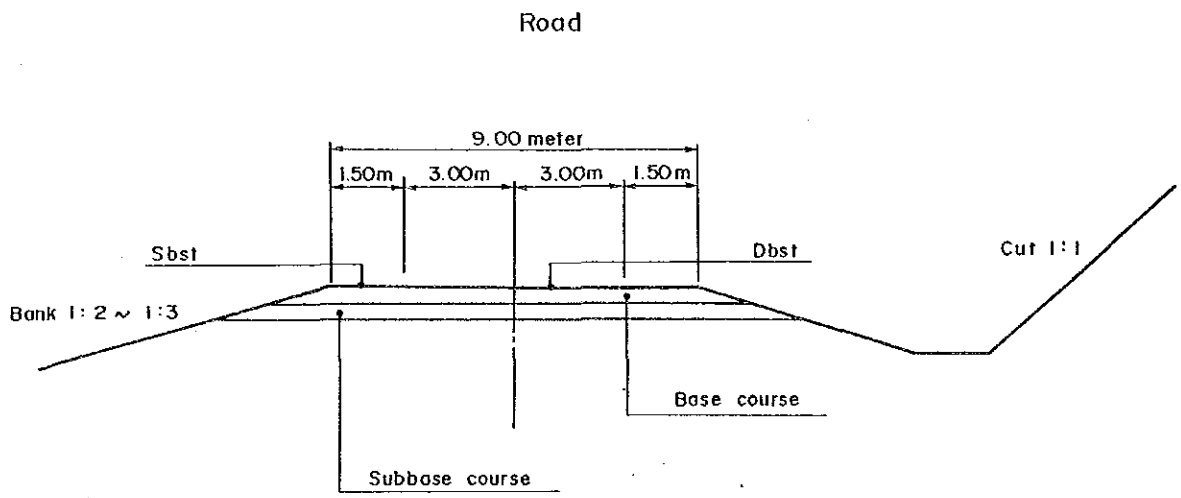


図 3.3 10号線の道路構成

第4章 ナムグム河のフェリー

第4章 ナムグム河のフェリー

ナムグム河のタゴン-ティンキョウ間には、図4.1に示すようにフェリーが3地点で運行している。タゴンのフェリーが最も多くの車両を運んでいる。

4.1 タゴンフェリー

4.1.1 フェリーの運行

タゴンにおいて公営のフェリーが一台と民間の渡し舟が数台運行している。1990年2月に行った交通量調査によると、午後10時から午前6時の間の交通量はほとんどない。しかし、夜中でも少なくとも一人のオペレーターが待機している。午前7-8時の間に朝食のため、午後12-1時の間に昼食のため、30分の休憩時間がある。

フェリーには昼間と夜間の2種類の料金がある。車種とサイズによりフェリー料金は次のように設定されている。

Vehicle Type	Day Time	Night Time
Bicycle	25 Kip	35 Kip
Motorcycle	60 Kip	90 Kip
Passenger	200 Kip	300 Kip
Pick-up	350 Kip	525 Kip
Small bus/truck	420 Kip	530 Kip
Truck 5-8 tons	500 Kip	750 Kip
Truck 8-12 tons	600 Kip	900 Kip
Big bus/truck 12-14 tons	750 Kip	1,125 Kip
Truck 14-20 tons	1,000 Kip	1,500 Kip

フェリー会社は建設運輸交通省に20%の料金値上げの申請を提出した。しかし、タゴンのフェリー料金はバンコクのチャオプラヤ河（通称メナム河）のものとは比べ、現在でもやや高くなっている。

民間の渡し舟は公営のフェリーを補充するように運行されている。公営のフェリーが運休している時や自転車・歩行者が急ぐ時に民間の渡し舟が用いられている。これらはカタマランのように小型の木製の船を2隻つなげたものである。料金はオートバイが150Kip、自転車が50Kip、人が20Kipである。

1990年1月よりスクリー関連の部品の故障により、フェリーの運転が難しくなっている。1990年6月現在、毎晩、何かしらの修理が行われている。

最近のフェリーの運行日数は次のとおりである。

	day of operation	days of no operation
January	31 days	0
February	21	7
March	26	5
April	16	14
May	16	15
June	29	1

2月の交通調査の間、一日当りの平均運行回数は58.5回であった。雨期（7月）の補足交通調査では、運行回数は約41回である。

タゴンの公営フェリー・ボートは1987年12月に建造された。価格は360,000ドルでアジア開発銀行の融資を受けた。フェリーの寿命は約10年である。136馬力のディーゼル・エンジンが2機搭載され、標準積載重量は45トンである。また、洪水時でも運行可能である。

フェリー会社によると、毎月利益があるとのことであった。

4.1.2 フェリーの運行費用

フェリーの運行費用はディーゼル、エンジンオイル、部品及び補修のコスト、賃金そして間接費用からなっている。減価償却は経済評価では除外される。インタビュー調査によると財務的運行費用は月額1.599百万Kipと推定される。輸入関税がディーゼル5%、エンジンオイル7%、スペアパーツ10%、所得税が5%とすると、経済的運行費用は月額1.486百万Kip（2,196ドル）と推定される。

Item	Unit price	Quantity	Cost('000)	
			Financial	Economic
Diesel	170 Kip/l	6,000	1,020	969
Oil	675 Kip/l	40	27	25
Salary	30,000 Kip	9	270	257
Maintenance			100	93
Overhead			142	142
Total			1,559	1,486

造船会社によると、価格の7%を補修費として毎年準備する必要がある。これは補修費だけで毎月1.49百万Kip かかることを意味し、実際の補修費の15倍に相当する。エンジンのオーバーホールは2年おきに必要であるが、このコストは前述の7%の中に含まれている。また、4-5年毎にドック入りが必要であり、価格の20%以上のコストがかかる。

洗掘によりナムグム河の兩岸のランプはかなりいたんでいる。フェリー会社によるとランプの補修に毎年100万Kip かかる。

4.1.3 輸送能力

1) 観察による輸送能力

タゴンフェリーの最大積載能力は2台の大型車もしくは6台の小型車である。これらの車両のほかに、オートバイと人は跳ね板の近くに積載される。

車両の乗り降りを含めて、ナムグム河を渡る期間は、乾期に3-5分、雨期に5-10分かかる。より多く積載すれば、乗り降りの時間が長くなる。単純な計算を行うと、一時間当りのフェリーの最大運搬能力は乾期が120台、雨期が72台になる。

2月に実施した交通調査によると、フェリーが一時間に運搬した最大の車両数は、乗用車換算で40台であった。この時間帯の終わりにはフェリーを待つ車両の列が観察された。したがって、乾期においては、一時間当りの両方向の最大輸送能力は、実際、乗用車換算で80台と思われる。

交通調査の結果、乾期において、待ち時間を含む平均時間は10.5分である。一時間毎にみると、図4.2に示すように、多くの時間帯は、平均渡河時間が6-12分である。時間交通量と渡河時間の間は相関関係は見られない。これは、後に述べるように、時間交通量が最大輸送能力より少ないためである。現在の渡河時間はナムグム河へどのような間隔で車両が到着するか大きく左右される。

2) ナムグム河渡河時間のシミュレーション

フェリーの待ち時間は交通量の伸びより早く増加する。将来交通のナムグム河渡河時間は待ち行列のモデルを用いたシミュレーションにより推定できる。ナムグム河渡河時間のシミュレーションは次のような条件及び仮定に基づいて行う。これら

の条件などは実際のフェリーの運行状況に合致している。

- a) 単位時間は分とし、一時間にわたりシミュレーションを行う。
- b) 両方向の交通量は同じとする。
- c) フェリー乗り場の近くには交通規制がなされていないので、車両の到着間隔はランダムとする。
- d) 交通量の構成は2月に行った交通量調査の結果と同じものを用いる。すなわち、乗用車が24%、小型トラックが23%、中型トラックが9%、大型トラックが31%、小型バスが6%、大型バスが7%とする。オートバイについては、民間の渡し舟で渡河することが可能であり、渡河時間は交通量とは余り関係がない。したがって、シミュレーションの対象からはずす。到着する車種の順番はランダムとする。
- e) 車両の乗り降りを含めて、フェリーの片道の運行時間は5分とする。
- f) フェリーは最大乗用車6台を積載する。乗用車換算係数は、小型トラックと小型バスが1、中型トラックが2、大型トラックと大型バスが3とする。
- g) 積載スペースを有効に利用するため、フェリーに乗る順番は必ずしも到着順とは限らない。後からきた乗用車が先にフェリーに乗る。
- h) 経済的にフェリーを運行するため、フェリー上の車両の運賃の合計が500Kip以上でないと運行しない。
- i) 対岸のフェリーを待っている車両の運賃の合計が750Kipを超えれば、フェリー上の車両の運賃の合計が500Kip以下であっても運行する。

シミュレーションの結果、以下のように、片方向の時間交通量が20台を超えない範囲では渡河時間は余り変化しないことがわかる。タゴンのフェリーの交通量はこの範囲に入っている。

Traffic volume per hour/a	Crossing time/b (min.)	Average queue length/b	Clearing time/b (min.)	No. of car loaded per hour/b
10	10.0	0.9	67.8	8.4
15	11.6	1.9	68.8	13.4
20	11.2	2.2	73.2	17.8
25	17.8	4.5	85.2	18.4
30	24.1	6.2	103.6	18.6
35	31.6	8.7	111.6	18.6
40	40.8	11.2	131.6	18.0

/a for one direction; excluding motorcycles

/b average of two directions, which is average of five times of simulation

渡河時間は、図4.3に示すように、片方向の時間交通量が25台を越すと著しく増加する。渡河時間を表す曲線は次の式により計算される。

$$Y = 0.037X^2 - 0.793X + 14.293 \quad (R^2 = 0.991)$$

Y : 渡河時間

X : 片方向の時間交通量

待行列は交通量の増加にともなって長くなる。時間交通量が30台を超えると平均の待行列の長さが6台以上となり、次のフェリーに乗れない車両がある。

片方向の時間交通量が40台を超えると、最後の車両がナムグム河を渡るのは、シミュレーション開始後2時間以上たってからである。言いかえると、次の時間帯にフェリー乗り場に到着した車両は、2時間以上待たされる。

フェリーは、一時間当り片方向約18台運搬できると推定される。このことは、片方向の時間交通量が18台をこすと待ち行列が次第に長くなることを意味する。オートバイを除いた両方向の日交通量が600台になると、一日でならした平均のナムグム河渡河時間が1時間となる。ナムグム河を渡るのに1時間以上もかかることが初めから分かっていたら、10号線の一部の交通は13号線へ転換すると思われる。これは、本プロジェクトを実施しないで日交通量が600台に達したときに起こると思われる。

つまり、オートバイを除いた日交通量が600台に達した時、タゴンにおけるナム

グム河の渡河は、影響地域の経済発展にとって障害となる。

Hourly traffic volume (one direction)	20	21.5	25	30
Daily traffic volume (two directions)	560	603	700	840
Average crossing time (minute)	31	60	172	447

Note: Traffic volume does not include motorcycles.

Daily traffic volume is hourly traffic volume times 14 hours.

4.2 ハットシャオのフェリー

ハットシャオのフェリーは鉄製の小型船を7隻つないだものである。運行時間は午前8-12時と午後2-5時である。日交通量は約10台である。しかし、クゴンのフェリーが運休中は交通量が増える。兩岸の乗船路は舗装されておらず、定期的な補修が必要である。雨期の間、10号線からハットシャオ（左岸側）への未舗装道路は通行不能となる。

4.3 ムアンカオ (Pakhagnoug) フェリー

1990年2月の時点では、ムアンカオとパカニユンの間を鉄製の小型船を7隻つないだフェリーが運行していた。しかし、1990年5月にフェリーは廃棄された。それ以降、公営のフェリーは運行していない、ムアンカオにはヴィエンチャン州の事務所があるので、この地点でナムグム河を渡る交通需要は存在する。

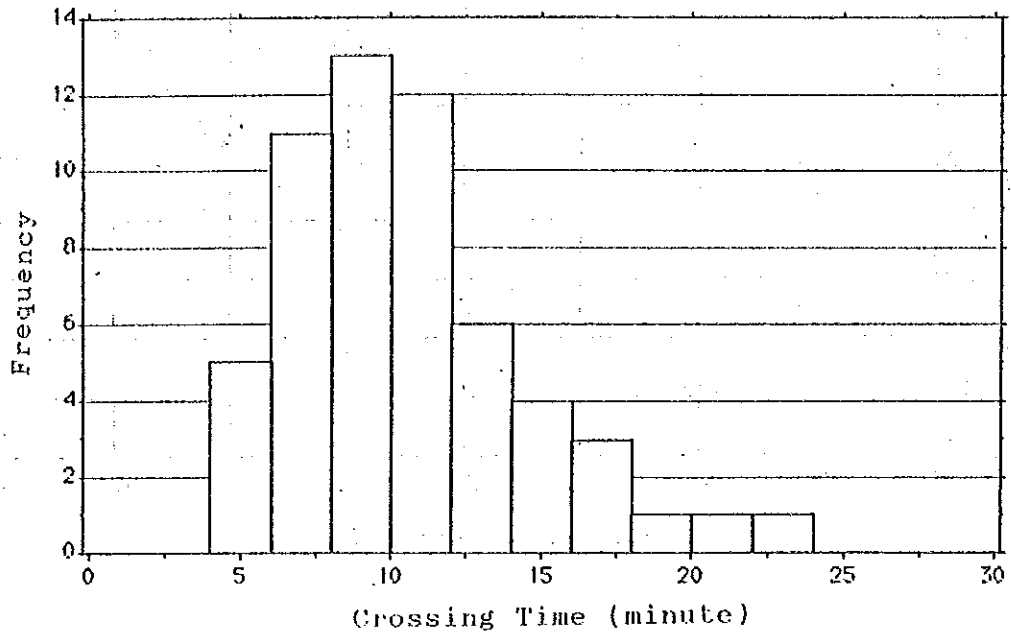


図4.1 ナムグム河渡河時間の分布

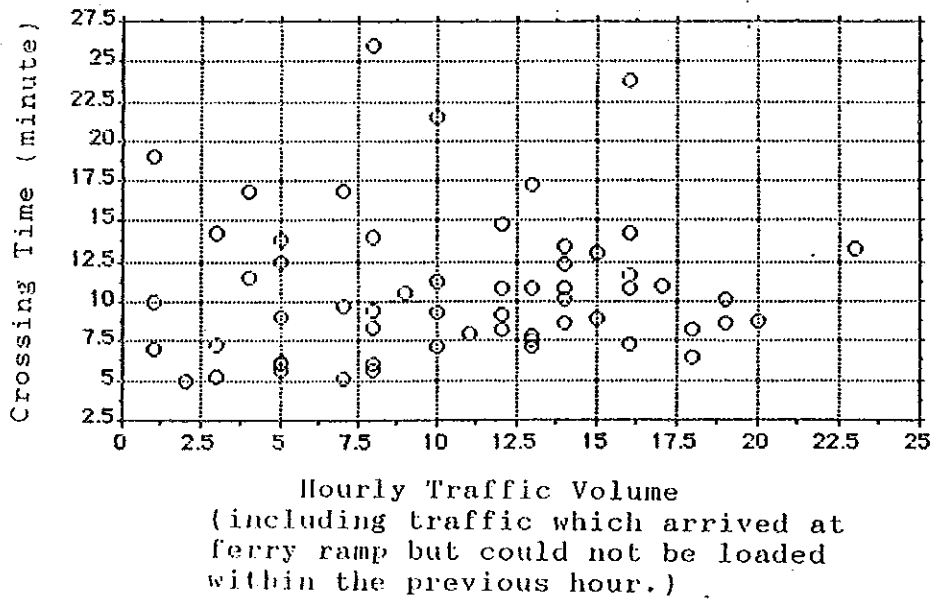


図4.2 交通量とナムグム河渡河時間

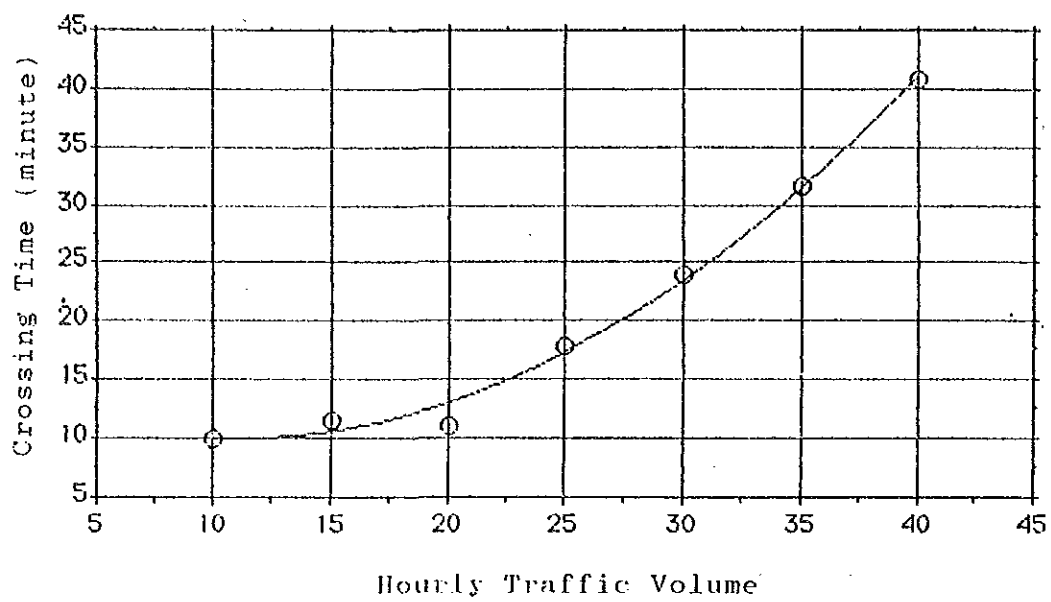


図4.3 交通量とナムグム河渡河時間のシミュレーション

第5章 交通調査

第5章 交通調査及び将来交通需要

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

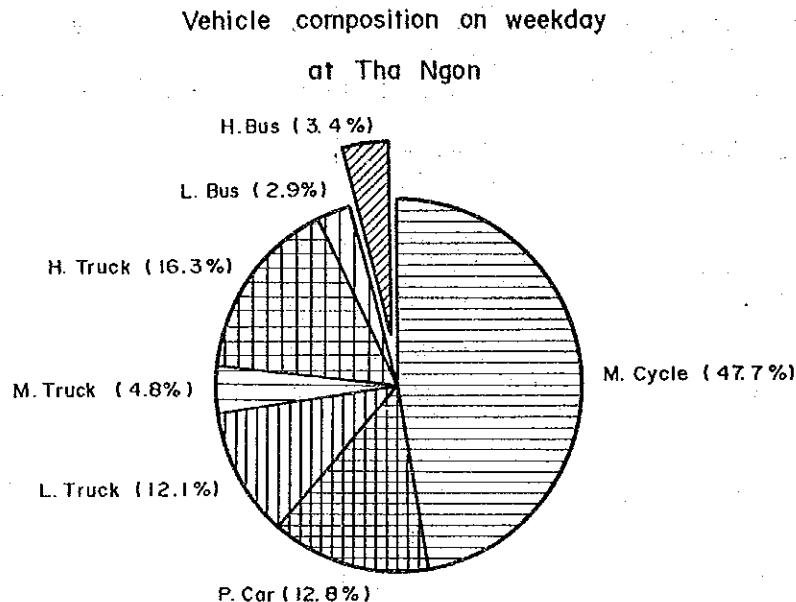
5.2.1 タゴンの交通量

タゴン村はヴィエンチャンの北方約23kmの10号線沿いにあり、ナムグム河を渡河するフェリー施設を有している。こ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。



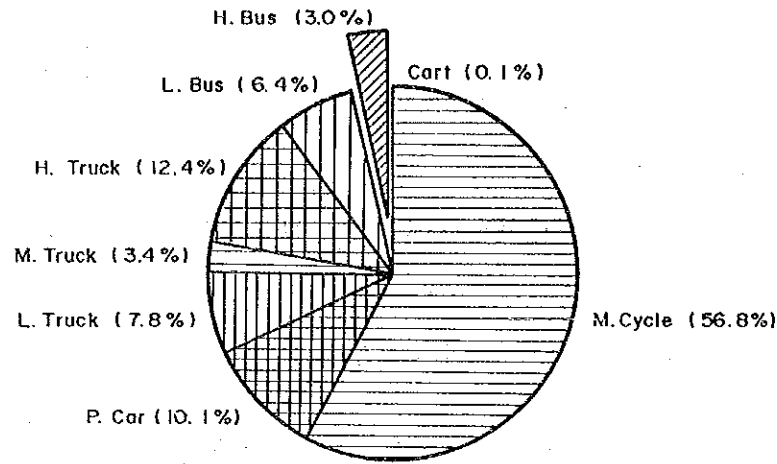
5.2.2 ナサイトンの交通量

先に述べた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。日曜日を除く昼間日平均交通量は 2,013台であり、その内訳は表 5.2 に示した如く、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。

主要の交通は朝の 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。これの車種別の詳細は表 5.2 に示したとおりである。

これらの車種別構成比率は以下に示すとおりである。

Vehicle composition on weekday
at naxaythong



5.2.3 断面交通量

既述のように、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	P. Up	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時間に亘って再調査した。

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とほぼ同様であった。以下に、11時間にわたる補足交通量再調査の結果を示す。

M. cycle	P. Car	P. Up	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、調整する。

本計画の影響圏において、乾期は8ヵ月とされている。上記の再調査結果及び雨期乾期の期間を考慮して、タゴンの日交通量は以下数値によって調整された。

雨期の交通量 : 乾期の74%

雨期の期間 : 4ヵ月

補正係数 : $74\% \times (4/12) + 100\% \times (8/12) = 91.3\%$

補正されたタゴンの日交通量を以下に示す。

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

5.3 O-D調査

5.3.1 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) Xanakhom
- 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おり

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, 3) 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添付の図5.1に示す。

5.3.2 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フォームを参照して作成された。使用したO-D表を図5.2に示す。

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時間にわたりタゴン及びナサイトンにて実施された。

5.3.3 タゴン(10号線)におけるO-D調査

100%抽出率を目標としたO-D調査は、タゴンのフェリー渡河地点の両岸にて2月25日(16時間)及び27日(24時間)の2日間実施された。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。これを交通台数として見るならば、地点間交通の大きなものは、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。O-D調査の結果は表 5. 3のとおりである。

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。

Week day	Sunday
1) Commucation	1) Recreation
2) Shopping	2) Shopping
3) On duty	3) Commutation
4) Others	4) Others

5. 3. 4 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、ヴィエンチャン=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。

ナサイトンのO-D調査結果を表 5. 4 示す。

5. 3. 5 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、レンガ等であり日曜日と大きな違いがある。

車種別の交通特性を以下の表にしめす。

Weekday

	M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	L/B	H/B
Passenger	1.45	3.72	3.34	2.50	4.67	16.00	28.69
Rate of vehicle loaded(%)			18.87	50.00	46.55		
Average weight of Load/cargo(ton)			1.90	2.00	4.89		
Kinds of Goods(%)							
Agricultural goods		100	0	0			
Fishery goods		0	0	0			
Wood/bamboo		0	100	28.00			
Mine		0	0	4.00			
Steel/Machine		0	0	0			
Chemical goods		0	0	0			
Food/paper		0	0	0			
Rubbish		0	0	0			
Daily goods		0	0	0			
Others		100	100	28.00			
Ceramics		0	0	40.00			

For economic evaluation, above mentioned figures are used in this study.

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、当路線では日曜とウィークデイ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。当路線ではレンガ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）。

以下の表は13号線の交通特性を示すものである。

Weekday

	M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	L/B	H/B
Passenger	1.69	3.35	3.75	8.55	3.92	10.96	35.65

Rate of
vehicle loaded(%)

	8.26	63.64	64.54
--	------	-------	-------

Average weight
of Load/cargo(ton)

	1.25	2.38	4.53
--	------	------	------

Kinds of Goods(%)

Agricultural products	15.00	0	9.78
Fishery products	0	0	0
Wood/bamboo	15.00	4.76	42.85
Mine	5.00	4.77	4.51
Steel/Machine	0	0	5.26
Chemical goods	10.00	4.76	15.04
Food/paper	5.00	0	0.76
Rubbish	0	0	2.26
Daily goods	40.00	85.71	12.03
Others	10.00	0	7.51
Ceramics	0	0	0

5.4 フェリー運休時の代替ルート

交通量調査期間中の2月21日午後5時から23日の午後7時まで、プロペラに接続するシャフトの故障によりフェリーが運休した。フェリーの故障中、交通量調査と並行して代替ルートについてインタビュー調査を行った。

ヴィエンチャン平原における通信施設が不備なため、タゴンのフェリーが動いているか否かはタゴン到着後以外では知る方法がない。したがって、フェリーが故障している場合、大部分の車輛は、タゴンに到着後、代替ルートを走行しなくてはならない。

北へ向かう交通の約半分はヴィエンチャン市へ戻り13号線をとる。約三分の一はドンドックを始点とする13号線のバイパスをとる。10%はタゴンとナサイトンを結ぶ土道を走るという答えであった。乾期の間のみ、乗用車でもこの2つのルートは走行可能である。特に、土道はかなりいたんでいる。大型トラックは建設運輸通信省の通達により、ヴィエンチャン市内に入ることを禁止されており、バイパスを走らなければならない。

南へ向かう交通に関しては、約三分の二がハットシアオのフェリーを用いる。約20%はムアンカオでナムグム河を渡る。ティンキョウ橋を渡ると答えた車両は約14%で、その半分は大型トラックであった。しかし、10号線からハットシアオへの道は乾期のみ通行可能である。ムアンカオのフェリーは交通量調査の後廃棄された。したがって、雨期の間は、南へ向かう交通は、代替ルートとしてティンキョウ橋を通らなければならない。

<u>Alternative Route/Date</u>	<u>21st</u>	<u>22nd</u>	<u>23rd</u>	<u>Total</u>	<u>Percentage</u>
<u>Northbound</u>					
Via Naxaythong	10	4	6	20	9.4%
Via Dongdog	4	31	40	75	35.2%
Via Vientiane	11	44	63	118	55.4%
Total	25	79	109	213	100.0%
<u>Southbound</u>					
Via Hatsiao	2	n.a.	35	37	66.1%
Via Muangkao	2	n.a.	9	11	19.6%
Via Thinkeo	3	n.a.	5	8	14.3%
Total	7	n.a.	49	56	100.0%

Note: Total is not equal to traffic volume. The ferry at Muang Kao was operating during the traffic survey.

北行き交通の約三分の一のゾーン・ペアと南行き交通のすべてのゾーンペアのフェリー運休に伴う余分な走行距離は、100km を超える（表 5.5 参照）。したがって、タゴンのフェリーの運休は、走行経費をかなり増加させる。この経済的損失は、提案されている橋の開通により解消される。

5.5 走行経費

走行経費は、本プロジェクトがもたらす発生交通と便益の推計のために用いられる。初めに、水平な舗装道路における走行経費を算出する。次に、以下に示す車種別に、道路表面の状況に基づいて、実際の経費に修正する。

		Motorcycle	Sedan	Pick-up	Med. truck	Hvy truck	Light bus	Heavy bus
		M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	L/B	H/B
typical model		Honda super cub	Mitsubishi Lancer	Toyota	Toyota Dyna	Fuso FM515F	Toyota	MMC BE434FL
no. of axle		2	2	2	2	3	2	2
no. of tire		2	4	4	4	6	4	4
price	US\$	2,000	16,000	18,000	24,000	47,000	18,000	70,000
service life	year	6	12	12	10	10	7	7
annual travel distance	km	12,000	16,000	20,000	36,000	36,000	45,000	75,000
average speed	km/h	30	40	40	30	30	30	30
productive time	hour	400	400	500	1,200	1,200	1,500	2,500
life time distance	km	72,000	192,000	240,000	360,000	360,000	315,000	525,000

走行経費は、2つのグループに大別される。距離に関連したものと時間に関連したものである。距離関連経費は、1)燃料、2)オイル、3)タイヤ、そして4)補修である。一方、時間関連経費は、5)減価償却、6)金利、7)運転手等の経費、そして8)間接費である。これらの推定式と説明はANNEX Bに添付した。

地理的条件及び路線形状から判断して、ヴィエンチャン平原では舗装表面のみ走行経費に影響を及ぼすと考えられる。燃料、タイヤおよび部品に関するコストの変換係数は、Jan de Weille の「道路利用者の経費節約の数量化」とTRRL 723の「途上国における地方道の走行経費推定表」を参考にして、次のように仮定した。

	Rt. 10 & 13			laterite road		
	Fuel	Tire	wear Parts	Fuel	Tire	wear Parts
Heavy bus	1	1.07	1.55	1.3	1.35	3.55
Truck	1	1.07	1.2	1.3	1.35	1.92
Others	1	1.7	1.55	1.2	4.28	3.55

計算結果は以下の通りである。

VOC on a Tangent Paved Road

(US\$/1,000km)							
Speed	M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	L/B	H/B
10	62.6	264.4	295.4	461.1	800.2	219.2	557.7
15	52.0	211.4	231.4	372.7	651.9	181.5	467.6
20	45.4	183.1	196.2	317.2	563.8	159.3	414.6
25	40.7	165.1	173.3	277.7	505.3	144.2	379.3
30	37.2	152.5	157.0	248.4	465.8	133.5	354.8
35	34.4	143.3	144.7	226.6	440.6	125.7	338.0
40	32.2	136.4	135.3	211.1	427.3	120.2	327.3
45	30.4	131.2	128.0	201.1	424.3	116.6	321.6
50	29.0	127.3	122.3	196.1	430.8	114.6	320.3
55	27.9	124.6	117.9	195.6	446.1	114.0	323.0
60	27.0	122.8	114.6	199.6	469.9	114.8	329.3
65	26.4	121.9	112.2	207.8	501.7	116.7	339.1
70	25.9	121.7	110.7	220.2	541.5	119.7	352.1
75	25.6	122.2	109.9	236.6	589.0	123.9	368.3
80	25.5	123.3	109.8	256.9	644.1	129.0	387.6
85	25.6	125.1	110.3	281.2	706.7	135.2	409.7
90	25.7	127.4	111.4	309.3	776.7	142.4	434.8

VOC on an Actual Paved Road

(US\$/1,000km)

Speed	M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	L/B	H/B
10	78.6	284.4	315.4	537.8	933.0	263.2	638.9
15	67.2	230.2	251.1	439.7	772.2	221.4	543.1
20	60.0	201.0	216.0	376.1	675.7	195.7	488.0
25	54.7	182.4	193.6	330.2	612.9	178.1	454.3
30	50.7	169.6	178.2	296.1	573.2	165.6	435.1
35	47.4	160.5	167.3	271.3	551.8	156.9	427.4
40	44.8	154.0	159.6	254.4	546.3	151.3	429.5
45	42.7	149.6	154.5	244.6	555.3	148.3	440.3
50	41.0	146.8	151.4	241.4	577.7	147.8	459.2
55	39.7	145.6	150.0	244.5	613.0	149.6	485.9
60	38.7	145.6	150.1	253.7	660.8	153.4	519.9
65	37.9	146.7	151.6	268.9	720.8	159.3	561.1
70	37.5	149.0	154.3	298.7	792.8	167.1	609.3
75	37.2	152.4	158.2	316.3	876.5	176.8	664.3
80	37.3	156.7	163.2	348.5	971.9	188.4	726.1
85	37.5	161.9	169.2	386.3	1078.8	201.8	794.6
90	37.9	168.1	176.2	429.6	1197.2	217.0	869.8

5.6 将来交通量の推計

10号線の将来交通量は、予測及び便益の計量のため次の4種類に区分する。

- 1) 10号線の既存交通量
- 2) 13号線から10号線への転換交通量
- 3) 誘発交通量（架橋によって交通条件が改善されることにより顕在化する交通量）
- 4) 開発交通量（架橋によって実施が促進されるプロジェクトにより発生する交通量）

既存交通量を除いたものは架橋が実現した場合、10号線に発生する。

5.6.1 13号線から10号線への転換交通

ナサイトンにおけるO-D調査の結果に基づいて、本プロジェクトの実施により、13号線を利用している次の4つのゾーン・ペアの交通量の一部が10号線に転換すると思われる。

- | | | |
|--------------------|---|---------------------|
| ゾーン2 (Keo Oudom) | → | ゾーン5 (Sikhottabong) |
| ゾーン2 (") | → | ゾーン9 (Vientiane) |
| ゾーン4 (Thourakhom) | → | ゾーン9 (") |
| ゾーン7 (Xaythani東北部) | → | ゾーン9 (") |

最後の2つのゾーンペアに関しては、以下のように、13号線経由よりも10号線経由の方がかなり距離が短いので、すべての交通量が13号線から10号線へ転換すると仮定する。

Zone Pair	Distance (km)	
	Route 10	Route 13
2 - 5	93.2	90.4
2 - 9	87.3	84.5
4 - 9	61.7	107.8
7 - 9	55.4	136.3

初めの2つのゾーンペアの交通量の一部は、以下の式で求められる割合で転換すると仮定する。

$$DR = (13 - 10 \times \frac{TS}{TL}) / 6$$

DR : 変換率

TS : 10号線の走行時間

TL : 13号線の走行時間

ゾーン2と5およびゾーン2と9の距離は10号線経由よりも13号線経由の方がわずかに短い。10号線は、13号線と比べて線形もよく沿線に住宅も少ないので、走行時間は10号線経由の方が短い。バスは決められたルートを走るのだから10号線への転換はない。バスを除いて、すべての車種の転換率は約三分の二である(表5.6参照)。

したがって、プロジェクト実施により13号線から10号線に転換する交通量は、次のように1996年において約265台/日と推定される(詳しくは表5.7参照)。

M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	Total
100	40	37	25	63	265

5.6.2 発生交通

発生交通は、日中のものと夜間のものとに分けられる。パーソン・トリップに関するデータがないので、昼間の発生交通の推定からはバスは除外する。

現在、バンケンからヴィエンチャンへ野菜と果物が約20台のピックアップと小型バスで毎日運ばれている。トゥラコム地区の農業部の職員によると、タゴンに橋がかかれれば農産物を積んだ交通量は2倍になる。10号線沿いの農家へのアンケート調査結果も、生産量とヴィエンチャンへの出荷量の増加に対する彼らの強い意向を示している。

また、本プロジェクトは、ナムグム河の両岸を心理的にも結びつける。ヴィエンチャンとトゥラコム地区の心理的距離は、プロジェクトの実施によって非常に短くなる。さらに、現在のフェリーが不規則で、信頼性が低く夜間割高であるの対し、橋はスムーズで信頼性が高く、一日中、両岸を結ぶものである。このようなことから幾分か交通が発生すると思われる。

ゾーン・ペア毎の昼間の発生交通量は、次の式から求められる。

$$\Delta T = \frac{\Delta P}{P} \times e \times T$$

- e : 価格弾性値
- Δp : プロジェクトによる交通費用
- p : 現在の交通費用
- ΔT : 昼間の発生交通量
- T : 現在の交通量

前述の要因に基づいて、価格弾性値をすべての車種について0.4と仮定する。この値は、類似調査で用いられたものよりも大きい。1996年における昼間の発生交通量は次のように推定される（詳しくは表5.8参照）。

M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	Total
17.7	2.7	3.8	1.6	2.7	28.6

現在、午後9時から午前5時までのタクシーの交通量は極めて少ない。これは割高のフェリー料金がその一因と考えられる。プロジェクトの実施により、夜間交通量は著しく増加するものと思われる。昼夜率はナサイトのものを参考にして、次のように仮定する。

	M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	L/B	L/B
W/O Project	1.5 %	4.8 %	3.9 %	3.9 %	0 %	0 %	0 %
W/ Project	15.0 %	12.0 %	6.0 %	6.0 %	6.0 %	2.0 %	8.0 %

したがって、本プロジェクトは、1996年に92台の夜間交通を発生させると考えられる。

M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	L/B	L/B	Total
64.0	7.8	2.2	2.6	12.1	0.5	2.4	91.7

5.6.3 開発交通

農林省は十分にインフラ、特に道路が整備されている地域を優先して開発する方針を持っている。したがって、農林省としては、本プロジェクトの実施後、ナムグム河左岸の灌漑プロジェクトを実施する意向を持っている。ナムグム河左岸の10号線沿いには4つの灌漑プロジェクトがある。2000年ころに、バンケン(500ha)とハットキャン(325ha)とタンピオ(600ha)は2005年ころ完成すると仮定する。

また、ヴィエンチャン市ではプロジェクト実施によりアクセスビリティが改善されることから、ポウカオクァイ地区の農村開発計画を策定中である。この計画には、かんがいと畜産が含まれ、2005年ころ完了すると思われる。

このようなナムグム河左岸のいくつかの開発プロジェクトに基づいて、本プロジェクト実施による開発交通量は次のように推定される。

Year	Pick up	Medium Truck	Heavy Truck	Total
2000	2	1	2	5
2005	2	1	2	5

5.6.4 交通量増加率

交通量増加率は、地域総生産の成長率に交通量の所得弾性値を乗じることによって推定される。全国交通調査(NTS)によると、ヴィエンチャン市の地域総生産は、1985-1995年の間は年率4.4%で、1995-2000年の間は6.3%で、2000年以降は5.2%で増加すると推定されている(表5.9参照)。ヴィエンチャン州の地域総生産の推定成長率は、各期間において、ヴィエンチャン市のものより約1%低い。

プロジェクトの影響地域の農業セクターは過去5年間著しく伸び、ヴィエンチャン市及びヴィエンチャン州全体よりも将来性がある。影響地域であるトゥラコム地区は、経済開発の面について、ヴィエンチャン州の中で主導的な地区の一つである。トゥラコム及びサニタニ地区における農家への低利融資事業の開始は農産物の増産を支援している。

林業セクターは、森林資源の保存と自然環境の保護のため政府が伐採を禁止しているため、当分の間は成長しないであろう。しかし、植林事業が進むにつれて、計画的な伐採が再開されるかもしれない。NTSの推定のうよに、成長率は比較的低いと思われる。

影響地域には、塩以外に鉱物資源は発見されていない。タイの輸入関税が高いので塩の輸出は考えられない。塩の生産量は人口の伸びと同じ率で増加するであろう。

トゥラコム地区のレンガの生産量は、ヴィエンチャン平原の建設セクターの成長と平行して伸びると思われる。

サービス・セクターの中で、影響地域の交通量に関して、観光サブ・セクターが最も重要である。観光サブ・セクターは、外国人観光客がふえるにつれて急速に伸びるであろう。つまり、影響地域におけるサービス・セクターはヴィエンチャン州よりも早く成長すると思われる。

前述した影響地域における経済状況の将来展望に基づいて、セクター別の成長率は次のように推定される。

Estimated GRP Growth Rate by Industrial Origin

Sector	1990-2000	2000-2010	2010-2020
agriculture	8.0%	7.0%	5.0%
forestry	0.0%	6.0%	2.0%
industry	6.0%	5.0%	5.0%
services	9.0%	8.0%	7.0%
total	7.2%	7.2%	5.4%

Note: The total growth rate is calculated with an assumption that sectoral GRP shares are 60% for agriculture, 10% for forestry, 10% for industry, and 20% for service sector in 1990.

データ不足のため、交通量の成長率の推定に関して、車種を次の4分類とする。

- 1) オートバイ
- 2) 乗用車及びピックアップ
- 3) 中型及び大型トラック
- 4) 小型及び大型バス

車種ごとに、交通量の地域総生産（GRP）に対する弾性値は、以下のように推定する。トン表示の貨物交通量の国民総生産（GDP）に対する弾性値は、1982-89年において、1.75である。人表示の旅客交通量のGDPに対する弾性値は、1982-88年において1.52である。影響地域は交通量増加率の最も大きいヴィエンチャン市に近接しているため、この値と似た値をとるであろう。ちなみに、バングラデシュ（1979-83）における貨物と旅客交通の弾性値は約2.1である。ラオスの数値は、部分的には、新経済メカニズムの導入の結果による。したがって、安全側に立って、トラックとバスの交通量のGRPに対する弾性値は、各々1.6と1.5と仮定する。

車の登録台数とGDPのデータから、オートバイの台数のGDPに対する弾性値は2.56と求められる。この値は1977-86年におけるパキスタンの値（1.85）よりも高いが、1979-86年におけるバングラデシュの値（3.77）よりも低い。再び安全サイドをとって、オートバイ交通量とGRPの間の弾性値は1.8を用いる。一方、乗用車/ピックアップとGRPの間の弾性値は0.92である。この値は、1979-86年のバングラデシュの値（1.70）と比較するとかなり低い。さらに、ヴィエンチャン開発計画立案のため実施した家計調査によると、乗用車保有に関する所得弾性値は1.46である。このような値を考慮して、乗用車ピックアップのGRPに対する弾性値を1.4とする。また、バングラデシュ及びパキスタンのデータは、登録台数の弾性値が年とともに下がっていることを示している。したがって、プロジェクト地域における交通量の弾性値を次のように長期的に低下するものと思われる。

Period	M/C	P/C, P/U	M/T, H/T	L/B, H/B
1990-2000	1.8	1.4	1.6	1.5
2001-2010	1.5	1.2	1.4	1.3
2011-	1.2	1.1	1.2	1.2

最後に、タゴンにおける車種別交通量の増加率は次のように推定される。

Period	M/C	P/C, P/U	M/T, H/T	L/B, H/B	Total
1990-2000	13.0 %	10.1 %	11.5 %	10.8 %	11.1 %
2001-2010	10.7 %	8.6 %	10.0 %	9.3 %	9.4 %
2011-	6.5 %	6.0 %	6.5 %	6.5 %	6.4 %

5.6.5 将来交通量

2月および7月の交通量調査の結果、転換・発生・開発交通量の推定値、ならびに推定増加率より、将来交通量は表5.10のように予測される。2000年に2,000台、2010年に5,350台となるであろう。

本プロジェクトを実施しない場合、ナムグム河の渡河時間が増加し、前章で述べたように、一部の交通は、10号線から13号線へ転換する。しかし、オートバイは、長時間待たずに民間の渡舟でナムグム河を渡ることができる。渡河時間が一時間を超すと、バスの運行は兩岸ともナムグム河の渡河地点までとなり、乗客は対岸にフェリーで渡って別のバスに乗り継がなければならなくなると仮定する。また、乗用車とトラックの交通量は平均渡河時間が一時間となる量に調整されると仮定する。このような仮定に基づくと本プロジェクトを実施しない場合、タゴンにおいてナムグム河を渡る交通量及び10号線から13号線への転換率は表5.11に示すようになる。

表 5.1 タゴンの日、車種別交通量

DIRECTION: BOTH

DATE: 21-27, FEB., 1990

DATE	M. CYCLE	P. CAR	PICKUP	M. TRUCK	H. TRUCK	L. BUS	H. BUS	CART	SUBTOTAL	PEDESTRIAN	BICYCLE	TOTAL
2/21	240	50	46	32	80	30	21	0	499	215	500	1,214
2/22	244	44	39	16	30	3	2	0	378	185	1,173	1,736
2/23	250	59	45	26	25	12	1	0	418	177	936	1,531
2/24	265	81	72	31	109	3	12	0	573	176	308	1,057
2/25	381	115	65	28	56	61	31	0	737	152	266	1,155
2/26	280	62	74	14	82	2	14	0	528	158	288	974
2/27	199	63	52	23	72	26	28	0	463	78	146	687
TOTAL	984	256	244	100	343	61	75	0	2,063	627	1,242	3,932
AVERAGE	246	64	61	25	86	15	18	0	515	156	310	983
(N/day)	1.51%	4.76%	3.85%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ADT	250	67	63	25	86	15	18	0	524	156	310	990

表 5.2 ナサイトンの日、車種別交通量

DIRECTION: BOTH DATE: 21-27, FEB., 1990

DATE	M. CYCLE	P. CAR	PICKUP	M. TRUCK	H. TRUCK	L. BUS	H. BUS	CART	SUBTOTAL	PEDESTRIAN	BICYCLE	TOTAL
2/21	1,090	208	174	87	293	137	55	-	2,044	-	-	2,044
2/22	1,039	204	188	70	287	161	45	3	1,997	-	-	1,997
2/23	1,174	214	192	60	230	145	56	-	2,071	-	-	2,071
2/24	1,052	204	111	148	240	110	103	-	1,968	-	-	1,968
2/25	1,094	51	538	44	135	228	86	-	2,176	-	-	2,176
2/26	977	181	130	34	254	184	67	8	1,835	-	-	1,835
2/27	1,278	195	188	47	260	144	48	5	2,165	-	-	2,165
TOTAL	6,610	1,206	983	446	1,564	881	374	16	12,080	-	-	12,080
AVERAGE	1,101	201	163	74	260	146	62	2	2,013	-	-	2,013
(N/day)	20.34%	16.92%	11.17%	8.51%	11.54%	2.78%	12.50%	0.00%				
ADT	1,324	235	181	80	290	150	69	2	2,331	-	-	2,331

表 5.3 (1) O-D 調查結果

THA NGON (Motorcycle)

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	1	0	0	0	0	12	60	1	0	0	74
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	14	37	0	0	0	51
7	0	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	8
8	0	0	0	7	0	18	0	0	0	0	0	0	25
9	0	3	0	35	0	41	1	0	0	0	0	0	80
10	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	5
11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	4	1	46	0	61	1	29	107	1	0	0	250

THA NGON (Sedan)

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	7
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10
7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
8	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	7
9	1	7	0	14	0	11	0	0	0	0	0	0	33
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	8	0	18	0	16	0	1	23	0	0	0	67

表 5.3 (2) O-D 調查結果

THA NGON (Pickup)													
ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	1	17	0	0	0	18
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	13
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	2	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
10	0	0	0	19	0	2	0	0	0	0	0	0	24
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2	1	0	20	0	4	0	2	34	0	0	0	63

THA NGON (Medium Truck)													
ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	2	0	0	0	0	3	3	3	0	0	11
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	8
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	2	0	0	0	0	7	13	3	0	0	25

表 5.3 (3) O-D 調查結果

THA NGON (Heavy Truck)													
ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	1	34	0	0	0	35
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0	4	0	3	0	0	8
7	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	4
8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
9	0	0	0	28	0	0	1	0	0	0	0	0	29
10	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	1	29	1	8	1	5	38	3	0	0	86

THA NGON (Light Bus)													
ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	2	0	1	1	2	9	0	0	0	15

表 5.3 (4) O-D 調查結果

ZONE	THA NGON (Heavy Bus)												Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	5	0	0	0	0	12	0	0	0	0	18

表 5.4 (I) O-D 調查結果

NAXAYTHONG (Motorcycle)

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	18	0	2	0	0	0	69	0	0	0	89
2	0	0	4	0	4	0	0	0	34	0	0	0	42
3	0	0	471	0	97	0	4	0	301	0	2	0	875
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	34	28	230	2	0	0	4	0	0	0	0	0	298
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	34	28	743	2	103	0	8	0	404	0	2	0	1,324

NAXAYTHONG (Sedan)

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	25
2	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	15
3	0	0	23	0	2	0	0	0	61	0	0	0	86
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	32	12	61	2	0	0	2	0	0	0	0	0	109
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	32	12	84	2	2	0	2	0	101	0	0	0	235

表 5.4 (2) O-D 調查結果

NAXAYTHONG (Pickup)

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	1	0	0	0	0	0	30	0	0	0	31
2	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	11
3	1	0	16	0	5	0	0	0	31	0	1	0	54
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	19	18	44	1	0	0	0	0	0	0	0	0	82
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	20	18	64	1	5	0	0	0	72	0	1	0	181

NAXAYTHONG (Medium Truck)

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
3	0	0	3	0	0	0	0	0	8	0	0	0	11
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9	15	17	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	15	17	32	0	0	0	0	0	16	0	0	0	80

表 5.4 (3) O - D 調查結果

NAXAYTHONG (Heavy Truck)

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	68	0	0	71
2	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	31
3	0	0	20	0	6	0	0	1	37	0	0	0	64
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	40	19	64	0	0	0	1	0	0	0	0	0	124
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	40	19	85	0	7	0	2	1	136	0	0	0	290

NAXAYTHONG (Light Bus)

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	16
2	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	27
3	0	0	2	0	2	0	0	1	39	0	0	0	44
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	16	20	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	63
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	16	20	28	1	2	0	0	1	82	0	0	0	150

表 5. 4 (4) O - D 調查結果

NAXAYTHONG (Heavy Bus)													
ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	13
2	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	14
3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	12	13	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	35
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	12	13	7	4	0	0	0	0	33	0	0	0	69

表 5. 5 (1) フェリー-非運行時の追加走行距離

Northbound

O-D	Origin	Destination	Distance via Tha Ngon			Distance of Alternative route						Additional Distance		
			Pav.	Lat.	Sum	via Vientiane		via Dongdok		v.VTE	v.Dongdok	Pav.	Lat.	
3-2	Naxaythong	Tha Lat	85.6	9.0	94.6	na	na	0.0	133.3	18.0	151.3	na	47.7	9.0
3-4	Naxaythong	Keun	60.0	9.0	69.0	na	na	0.0	133.3	18.0	151.3	na	73.3	9.0
8-4	Tha Ngon	Keun	38.6		38.6	130.9		130.9	111.9	9.0	120.9	92.3	73.3	9.0
8-6	Tha Ngon	Hatkhang	7.8		7.8	161.7		161.7	142.7	9.0	151.7	153.7	153.9	9.0
9-2	Vientiane	Tha Lat	87.3		87.3	128.4		128.4	109.4	9.0	118.4	41.1	22.1	9.0
9-4	Vientiane	Keun	61.7		61.7	154.0		154.0	135.0	9.0	144.0	92.3	73.3	9.0
9-6	Vientiane	Hatkhang	30.9		30.9	184.8		184.8	165.8	9.0	174.8	153.9	134.9	9.0
9-7	Vientiane	Nakharthoung	44.3	11.1	55.4	171.4	11.1	182.5	152.4	20.1	172.5	127.1	108.1	9.0
10-4	Dongdok	Keun	52.9		52.9	145.2		145.2	126.2	9.0	135.2	92.3	73.3	9.0
10-6	Dongdok	Hatkhang	22.1		22.1	176.0		176.0	157.0	9.0	166.0	153.9	134.9	9.0
11-2	Chompét	Tha Lat	93.7		93.7	134.8		134.8	115.8	9.0	124.8	41.1	22.1	9.0
11-4	Chompét	Keun	68.1		68.1	160.4		160.4	141.4	9.0	150.4	92.3	73.3	9.0
11-6	Chompét	Hatkhang	37.3		37.3	191.2		191.2	172.2	9.0	181.2	153.9	134.9	9.0
9-1	Vientiane	Phonehong(Keun)	101.2		101.2	154.0		154.0	135.0	9.0	144.0	52.8	33.8	9.0

Note : Pav. means paved road

Lat. means Laterite

表 5.5 (2) フェリー非運行時の追加走行距離

Southbound

O-D	Origin	Destination	Distance via Tha Ngon			Distance of Alternative route					Additional Distance							
			Pav.	Lat.	Sum	Pav.	Lat.	Earth	Sum	Pav.	Lat.	Earth	Sum	Pav.	Lat.	Earth		
2-5	Tha Lat	Nonkeo	93.2		93.2	151.3	6.2	16.0	173.5	216.5			216.5	58.1	6.2	16.0	123.3	0.0
2-8	Tha Lat	Tha Ngon	64.2		64.2	148.5	13.3	16.0	178.8	214.7	9.0		223.7	85.3	13.3	16.0	150.5	9.0
2-9	Tha Lat	Vientiane	87.3		87.3	145.4	6.2	16.0	167.6	210.6			210.6	58.1	6.2	16.0	123.3	0.0
4-3	Keun	Naxaythong	60.0	9.0	69.0	102.5	6.2	16.0	124.7	167.7			167.7	42.5	-2.8	16.0	107.7	-9.0
4-8	Keun	Tha Ngon	38.6		38.6	123.9	13.3	16.0	153.2	189.1	9.0		198.1	85.3	13.3	16.0	150.5	9.0
4-9	Keun	Vientiane	61.7		61.7	119.8	6.2	16.0	142.0	185.0			185.0	58.1	6.2	16.0	123.3	0.0
4-10	Keun	Dongdok	52.9		52.9	109.6	13.3	16.0	138.9	174.8	9.0		183.8	56.7	13.3	16.0	121.9	9.0
6-3	Hatkiang	Naxaythong	29.2	9.0	38.2	71.7	6.2	16.0	93.9	136.9			136.9	42.5	-2.8	16.0	107.7	-9.0
6-8	Hatkiang	Tha Ngon	7.8		7.8	93.1	13.3	16.0	122.4	158.3	9.0		167.3	85.3	13.3	16.0	150.5	9.0
6-9	Hatkiang	Vientiane	30.9		30.9	89.0	6.2	16.0	111.2	154.2			154.2	58.1	6.2	16.0	123.3	0.0
6-10	Hatkiang	Dongdok	22.1		22.1	78.8	13.3	16.0	108.1	144.0	9.0		153.0	56.7	13.3	16.0	121.9	9.0
7-5	Nakhanthoung	Nonkeo	50.2	11.1	61.3	108.3	6.2	16.0	130.5	173.5			173.5	58.1	-4.3	16.0	123.3	-11.1
7-7	Nakhanthoung	Tha Ngon	21.2	11.1	32.3	106.5	13.3	16.0	135.8	171.7	9.0		180.7	85.3	2.2	16.0	150.5	-2.1
7-9	Nakhanthoung	Vientiane	44.3	11.1	55.4	102.4	6.2	16.0	124.6	167.6			167.6	58.1	-4.9	16.0	123.3	-11.1
1-9	Phonehong	Vientiane	101.2		101.2	159.3	6.2	16.0	181.5	224.5			224.5	58.1	6.2	16.0	123.3	0.0

Note : Pav. means paved road Lat. means Laterite

表 5.6 轉換率

Zone Pair	Vehicle Type	Speed(km/h)		Travel time(min)		Diversion Rate
		Rt.10	Rt.13	Rt.10	Rt.13	
2-5	Motorcycle	45	40	124	136	63.9%
2-9	Motorcycle	45	40	117	127	63.6%
2-9	Sedan	70	60	75	85	69.1%
2-9	Pick up	70	60	75	85	69.1%
2-9	Med.truck	45	40	117	127	63.6%
2-9	Hev.truck	45	40	117	127	63.6%

Note: All the traffic between Zones 2 and 5 are motorcycles.

表 5.7 1996年推定轉換交通量(／日)

Zone Pair	Motor cycle	Sedan	Pick up	Medium truck	Heavy truck	Total
2-5	5.3	0	0	0	0	5.3
2-9	44.9	18.4	13.5	3.7	37.9	118.5
9-2	37.0	14.7	22.1	20.8	23.2	117.9
9-4	4.2	3.6	1.8	0	0	9.5
9-7	8.3	3.6	0	0	1.9	13.8
sum	99.7	40.3	37.4	24.5	63.1	265.0

表 5.8 1996年推定誘発交通量(／日)

Zone Pair	M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	Total
Northbound						
3-2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3-4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8-4	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.6
8-6	3.9	0.7	0.5	0.0	0.3	5.4
9-2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
9-4	1.3	0.4	0.9	0.0	0.6	3.1
9-6	2.8	0.5	0.2	0.0	0.0	3.5
9-7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10-4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
10-6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4
11-2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Southbound						
2-9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.4
4-3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
4-8	0.7	0.0	0.1	0.2	0.0	1.0
4-9	2.1	0.2	0.8	0.1	0.7	3.9
4-10	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2
6-3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6-8	3.1	0.0	0.0	0.8	0.5	4.4
6-9	2.5	0.5	1.1	0.3	0.0	4.4
6-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
7-5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7-8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
7-9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
Total	17.7	2.7	3.8	1.6	2.7	28.6

表 5.9 産業別推定 GDP (1989年価格)

	Vientiane Municipality				Vientiane Province				Nation			
	share		growth		share		growth		share		growth	
	mils	rate	mils	rate	mils	rate	mils	rate	mils	rate	mils	rate
Rice & Paddy	13	15.3%	13	36.1%	134	24.2%	13	15.3%	13	36.1%	134	24.2%
	17	15.5%	13	4.6%	151	21.5%	15	5.3%	15	26.8%	171	18.2%
	22	14.7%	15	3.8%	20	23.5%	20	12.9%	20	3.1%	231	14.9%
	32	10.6%	9	25.0%	153	27.6%	9	10.6%	9	25.0%	153	27.6%
Other agri-culture	11	10.0%	11	3.4%	11	25.6%	11	10.0%	11	3.4%	215	30.6%
	14	9.3%	15	4.9%	15	26.8%	15	9.3%	15	4.9%	290	30.9%
	20	8.1%	24	3.6%	24	28.2%	24	8.1%	24	3.6%	535	34.5%
Forestry	7	8.2%	4	11.1%	56	10.1%	4	8.2%	4	11.1%	56	10.1%
	7	6.4%	4	0.0%	56	8.0%	4	6.4%	4	0.0%	56	8.0%
	9	6.0%	6	5.2%	85	9.1%	6	6.0%	6	5.2%	85	9.1%
	9	3.6%	6	0.0%	85	5.5%	6	3.6%	6	0.0%	85	5.5%
Mining & Manufac-turing	19	22.4%	2	5.6%	54	9.7%	2	22.4%	2	5.6%	54	9.7%
	26	23.6%	5	11.6%	72	10.2%	5	23.6%	5	11.6%	72	10.2%
	38	25.3%	6	10.7%	102	10.9%	6	25.3%	6	10.7%	102	10.9%
	60	24.2%	10	11.8%	164	10.6%	10	24.2%	10	11.8%	164	10.6%
Const-ruktion	5	5.9%	1	2.8%	22	4.0%	1	5.9%	1	2.8%	22	4.0%
	7	6.4%	2	4.7%	28	4.0%	2	6.4%	2	4.7%	28	4.0%
	8	5.3%	2	3.6%	35	3.7%	2	5.3%	2	3.6%	35	3.7%
	13	5.2%	4	4.7%	57	3.7%	4	5.2%	4	4.7%	57	3.7%
Services	32	37.6%	6	16.7%	135	24.4%	6	37.6%	6	16.7%	135	24.4%
	43	39.1%	8	18.6%	180	25.6%	8	39.1%	8	18.6%	180	25.6%
	60	40.0%	12	21.4%	255	27.2%	12	40.0%	12	21.4%	255	27.2%
	113	45.6%	22	25.9%	479	30.9%	22	45.6%	22	25.9%	479	30.9%
Total	85	100.0%	36	100.0%	554	100.0%	36	100.0%	36	100.0%	554	100.0%
	110	100.0%	43	100.0%	703	100.0%	43	100.0%	43	100.0%	703	100.0%
	150	100.0%	56	100.0%	938	100.0%	56	100.0%	56	100.0%	938	100.0%
	248	100.0%	85	100.0%	1551	100.0%	85	100.0%	85	100.0%	1551	100.0%

Source: SWECO, "National Transport Study, Interim Report III," April 1990.

表 5.10 推定交通量 (without Project)

Year	M/C	P/C	P/U	M/T	H/T	L/B	H/B	Total	P.C.U.
1990	228	61	58	23	79	14	16	479	575
1991	258	67	63	25	88	15	18	535	641
1992	291	74	70	28	98	17	20	598	715
1993	329	82	77	32	109	19	22	669	798
1994	372	90	84	35	121	21	25	748	890
1995	420	99	93	39	135	23	27	837	993
1996	647	156	143	71	224	26	33	652	1,548
1997	731	172	157	79	249	29	36	1,453	1,727
1998	826	189	173	88	278	32	40	1,626	1,928
1999	933	208	190	98	310	35	45	1,819	2,152
2000	1,054	229	212	110	348	39	50	2,042	2,414
2001	1,167	249	230	121	383	43	54	2,247	2,653
2002	1,292	271	250	134	422	47	59	2,473	2,916
2003	1,431	294	271	147	464	51	65	2,722	3,205
2004	1,585	319	294	162	510	56	71	2,997	3,523
2005	1,755	346	322	179	564	61	77	3,304	3,883
2006	1,943	376	350	197	620	66	84	3,638	4,268
2007	2,152	409	380	217	682	73	92	4,005	4,693
2008	2,383	444	412	238	751	79	101	4,409	5,159
2009	2,639	482	448	262	826	87	110	4,854	5,673
2010	2,923	523	486	289	909	95	121	5,345	6,238
2011	3,113	554	515	307	968	101	128	5,688	6,637
2012	3,316	587	546	327	1,031	108	137	6,052	7,062
2013	3,532	623	579	349	1,098	115	146	6,440	7,514
2014	3,762	660	613	372	1,170	122	155	6,853	7,995
2015	4,006	699	650	396	1,246	130	165	7,292	8,507

P.C.U. : Traffic volume converted in passenger car unit,

Conversion fact: M/C=0.8, P/C=1, P/U=1.5, M/T=1.9, H/T=1.9, L/B=1.5, H/B=1.9

表 5.11 推定交通量 (With Project)

Year	M/C	P/C	P/U	MT	H/T	No Crossing		Daily ex.M/C	Hourly ex.M/C	Cross. Time (min.)	Traffic Rt.10	Volume div. to Rt.13	Diver- tion Rate
						L/B	H/B						
1990	228	61	58	23	79	14	16	250	9		250	0	0.0%
1991	258	67	63	25	88	15	18	277	10		277	0	0.0%
1992	291	74	70	28	98	17	20	307	11		307	0	0.0%
1993	329	82	77	32	109	19	22	340	12		340	0	0.0%
1994	372	90	84	35	121	21	25	377	13	10	377	0	0.0%
1995	420	99	93	39	135	23	27	417	15	11	417	0	0.0%
1996	474	109	102	44	151	25	30	462	17	11	462	0	0.0%
1997	536	120	113	49	168	28	34	512	18	12	512	0	0.0%
1998	605	132	124	55	188	31	37	567	20	35	567	0	0.0%
1999	684	145	137	61	210	34	41	628	22	83	602	26	4.7%
2000	772	160	150	68	234	0	0	612	22	67	602	10	1.6%
2001	855	174	163	75	257	0	0	669	24	129	602	67	10.0%
2002	947	189	177	82	283	0	0	731	26	221	602	129	17.6%
2003	1,049	205	193	90	311	0	0	799	29	352	602	197	24.7%
2004	1,162	222	209	100	342	0	0	873	31	532	602	271	31.1%
2005	1,286	241	227	110	377	0	0	955	34	772	602	353	36.9%
2006	1,424	262	247	121	415	0	0	1,044	37	1,087	602	442	42.3%
2007	1,577	285	268	133	456	0	0	1,141	41	1,493	602	539	47.2%
2008	1,747	309	291	146	502	0	0	1,248	45	2,011	602	646	51.7%
2009	1,934	336	316	161	552	0	0	1,364	49	2,667	602	762	55.9%
2010	2,142	365	343	177	607	0	0	1,491	53	3,491	602	889	59.6%
2011	2,282	386	363	188	647	0	0	1,585	57	4,164	602	983	62.0%
2012	2,430	409	385	200	689	0	0	1,684	60		602	1,082	64.2%
2013	2,589	434	408	213	734	0	0	1,789	64		602	1,187	66.4%
2014	2,757	460	432	227	782	0	0	1,901	68		602	1,299	68.3%
2015	2,937	487	458	242	833	0	0	2,020	72		602	1,418	70.2%

Note : Total traffic volumes (Daily ex.M/C and Hourly ex.M/C) are number of vehicles crossing Nam Ngum River.

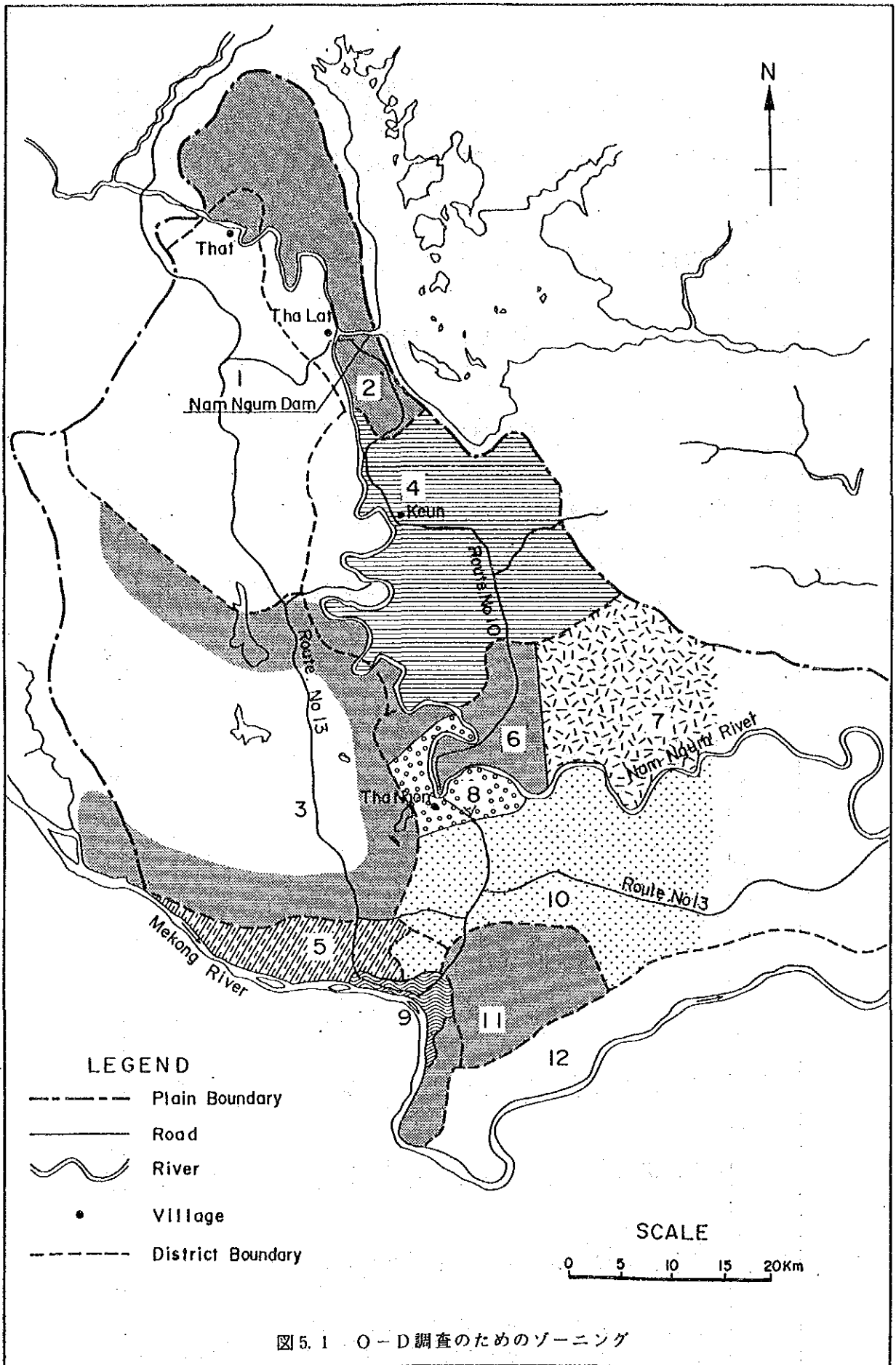


図5.1 O-D調査のためのゾーニング

AT : BAN THA NGON ON ROUTE 10
 FOR: NORTH TO SOUTH (VIENCIANE)

No.
 27, FEB. 1990

1. TIME :

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

2. VEHICLE TYPE :

MOOTOR CYCLE	SEDAN	LIGHT-BUS	BUS
LIGHT TRUCK	MEDIUM TRUCK	HEAVY TRUCK	OX CART
PASSENGER	BICYCLE		

3. FROM :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

4. TO :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

5. OWNERSHIP :

PRIVATE CAR	
-------------	--

COMPANY OWNED	
---------------	--

6. OBJECT (Private Car only) :

TO OFFICE/WORK		TO SCHOOL		IN WORK, ON GOODS	
GO SHOPPING		RECREATION		BACK HOME	
IN WORK W/GOODS		BACK TO OFFICE			

7. LOAD :

PERSON W/DRIVER	
-----------------	--

TONS (WEIGHT)	
---------------	--

8. KINDS OF GOODS (Truck only)

UNLOADED/EMPTY		AGRICULTURAL P.		FISHERY PRODUCTS	
WOOD, BAMBOO ETC.		MINING PRODUCTS		METAL, MACHINE	
CHEMICAL PRODUCT		PAPER, FOOD, ETC		WAST, ETC,	
DAILY GOODS, ETC		OTHERS/UNKNOWN			

图 5. 2 O - D 调查用纸

第 6 章 路線及び橋梁形式の検討

第6章 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、以下の路線を想定した。

- 1) 現況道路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6つの代替路線案が選定された。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、現況道路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 180m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 上流にて支流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。しかしながら、橋梁延長は約 260m、取付道路延長は 1,100mと推定

され且つ右岸のタゴン村で人家密集地を通過する。この路線案も先の第1案と同様、河川屈曲部に位置し乱流による河床の洗掘が見られる。橋梁延長は先に述べたとおり約 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、水深が大きい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 3m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設置位置に近く、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するに併せ路線の一部変更が必要と成ろう。取付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 案は取付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以下に示す。

第 1 案 : 河川屈曲部に位置し

河床の洗掘及び右岸の浸食・方面崩壊あり

タゴン村に近い位置にある

橋梁延長は 180m

第 2 案 : 上記第 1 案とほぼ同様な状況下にある

橋梁延長は約 260m

第 3 案 : 河床は V 字形に洗掘されている

乾期（3 月）で水深 8 m

政治思想訓練校に近い

- 橋長約 170m
- 第4案 : タゴン村の中心より約 900m
- 橋長約 230m
- 第5案 : 6.8kmの取付道路
- 水田地帯を通過する
- 橋長約 185m
- 第6案の代替案
- 第6案 : 取付道路は第5案より 1.3km長く、 8.1km
- 水田地帯を通過し、かつ冠水区間をも通過する
- 橋長約 190m

これら6つの各案の長所・欠点を比較検討するならば、以下のとおりである。

第1案及び第2案では大規模の護岸工事が必要となるばかりでなく、将来の水流の安定性に関し不安が残る。路線の線形に目を向けるならば、屈曲部が多く、村の居住地区を通過せざるを得ない。また第2案ではもっとも長い橋梁を必要とする。これらの比較検討結果から見て、第1案及び2案は今回の橋梁地点としては不適當であるとした。

政治思想訓練校の間近を通過するのが第3案の最大の難点である。

この路線は工事施工中及び完工後に騒音、大気汚染などの環境問題を誘発する可能性が高い。V字型に洗掘された河床と、乾期にても8mある水深は橋梁下部工事の施工を困難にし、又、将来の河床洗掘をも心配させる。橋梁延長は170mと推定される。

調査を通じて環境問題が殆ど発生しないと考えられたのが第4案である。河床は安定しており、平坦である。又、水深も乾期に於いて3～4mと比較的浅い。道路勾配が少々きつくなるが、これも線形次第で緩和出来ると思われた。

第5案の河床は安定しており良好である。しかし順調に管理・運営され、高い生産性を誇っているタゴン農場を盛土で通過することは土砂流入等による問題を引き起こす懸念が非常に高い。一方、6案と同様に農場の管理用道路及び水路と交差するためカルバートボックス及び排水施設が必要となる。取付道路の総延長は約6,800mであ

る。

第6案はタゴン農場を通過した後、雨期に冠水・滞水する部分を通る。又、先に述べたように、農場管理用道路及び灌漑水路と交差するため大型のカルバートボックスや排水施設が必要となる。

これら述べてきた比較検討の結果、第4案が、技術的見地、用地・補償の観点からも、社会・環境に対する影響の面からも最も適当であると認められた。この選定された路線案が、建設費用の面からも一番安価であると思われる。この結果を踏まえ、選定された路線に沿った、より詳細な地形測量、河川測量、及び周辺現況調査を実施することとした。

6.1.3 選定された路線沿いの問題点

詳細な地形測量並びに現況踏査を選定路線において実施した。この調査を通じて、選定された第4案の路線において、以下の問題点が判明した。

右岸（タゴン村）側

- a) 路線の始点から約400mの区間において水田地帯を通過するに合わせ灌漑計画地域が隣接している。
- b) 上記灌漑計画（通称KM6灌漑計画）は架橋地点の右岸において取水用ポンプステーションを、道路中心から約70m下流に設置する計画である。

左岸（バンハイ）側

- a) 渡河後、路線が通過する予定の森は周辺住民の墓地として約2世紀にわたり使用されている。

6.1.4 最終路線選定

上記の様な問題を避けるため、以下の述べるような観点から、路線の線形変更を行うこととした。

1. 灌漑計画地域に抵触することを最小限とする。
2. 架橋地点（道路中心）と灌漑用ポンプステーションの間隔を可能な限り大きくする。

3. バンハイ側における墓地の通過を避ける。

これらの問題について、地元住民、DCTC及び関係官庁と協議の結果以下のような対策を取ることで最終路線を決定することとした。

即ち；

- a) 路線の始点は計画どおりとする。
- b) 灌漑計画地域にて、路線を約 100m 西に移動する。
- c) ポンプステーションとの間隔を取るため、道路中心を約20m上流側に移動する。
- d) バンハイ側にて道路線形を南西に移動し、対象の森の南西外周を路線が通過する。

この様な合意に基づいて決定された最終路線を図6.1に示す。

6.2 橋梁形式の選定

6.2.1 形式選定のための作業フロー

数種の代替案からの、最適橋梁形式設定作業の流れを図6.2に示す。図から明らかのように、選定作業を上部工として11案の橋梁形式を概略検討し、絞り込まれた4案について詳細検討を行い最適案を選定する。一方、下部構造は6案より最適案を選定する。この結果と先の上部工の選定最終結果とを以て、橋梁形式を決定する。上部工の構造、径間及び橋梁の主材料（コンクリート橋／鋼橋）等11の形式について概略の比較検討を行った。又、下部構造としては、直接基礎、杭基礎等の6つの案を設定して比較検討した。これら比較検討時に考慮した検討項目は工事費、工事期間、施工の難易、景観、維持補修、雇用機会、技術移転等であった。これの詳細については図に示したとおりである。

6.2.2 概略検討

橋梁を物理的に決定する要素としては、(1)径間長と径間数、(2)構造形式及び主材料である。ナムグム河を渡河する橋梁延長は推定 230mである。橋梁建設費は、径間が

増加するにつれて下部工事の費用が増大し、一部、上部工の費用は、その絶対工事量が減少するため、当然減少する。図6.3は径間数の変化による、上部工費用と下部工費用を一般的に示したものである。これに依れば、上部工費用は径間数が1から3の範囲で急激に減少しその後4から8径間の間で少しずつ低減している。下部工費用に目を向けると、1から3径間の間で減少しそれ以降は増加に転ずる。総費用からみれば、橋梁は1から3径間の間で非常に高く、4～6径間を底として再び増加していく。

一般に、1径間の橋梁は深い谷越えの場合には、橋脚の建設が非常に困難か、または船舶運行上の理由から必要とされる時に採用される橋梁形式である。しかしながら、本計画での架橋地点はその様な地形条件ではない。2径間橋梁は橋脚数を減少する必要がある場合に採用されるが、これも本計画では必要性が認められない。詰まるところ、本計画で最も重要視すべき問題は経済性であり、従って、3径間もしくはそれ以上を検討の対象とするべきである。一方、8径間以上となると河川内工事である下部工事の長期化に伴う、間接費の増加をはじめとする工事費用の増加が発生する。又、多くの橋脚による河川水流の阻害問題が発生する。従って、本計画では8径間以上の形式は検討対象より外す事とした。これらの結果、3～7径間の橋梁を検討対象とする事とし、径間数は図6.4に示す橋種別の標準径間長に基づいて決定することとした。

比較検討された11案の橋梁形式を以下に述べるとおりであり、その一覧を図6.5に示す。

a) 3径間橋梁

- i) 連続プレストレストコンクリート桁橋 (type-1)
- ii) 連続鋼箱桁橋 (type-2)
- iii) ランガー橋 (中央径間) + 鋼桁橋 (type-11)

b) 4径間橋梁

- i) 連続プレストレストコンクリート箱桁橋 (type-3)
- ii) 連続鋼箱桁橋 (type-4)

c) 5径間橋梁

- i) 単純ポストテンションコンクリート桁橋 (type-5)

- ii) 連続鋼桁橋 (type-6)

- d) 6 径間橋梁
 - i) 単純ポストテンションコンクリート桁橋 (type-7)
 - ii) 連続鋼桁橋 (type-6)

- e) 7 径間橋梁
 - i) 単純ポストテンションコンクリート桁橋 (type-9)
 - ii) 連続鋼桁橋 (type-10)

以下に、これら橋梁の形式別特徴を述べる。尚、ここで述べる雇用機会とは地元労働者に対するものであり、技術移転とはラオスにて将来自己利用可能な技術の移転を意味するものである。

Type-1

単純な線形で魅力ある景観を呈する。橋脚が少ないため、河川流の阻害率も小さく、片持梁工法の採用で施工中のリスクも小さい。工費と施工期間が比較対象案の中では最も大きいが、維持管理費用は逆に最小である。雇用機会の創出は認められるが、高度の技術移転は困難であろう。

Type-2

当案も魅力ある景観を有する。河川流の阻害率は小さく、桁の手延式架設工法を採用するため施工中のリスクも小さい。工事費は高額となるが逆に施工期間は最短である。定期的維持補修が必要となる。雇用機会の創出と高度技術の移転は期待できない。

Type-3

比較的良い景観を呈する。手延式架設工法を採用するため施工にやや困難さがある。河川流の阻害率は比較的小さい。工事費は中庸で施工期間も比較案の中では短

い部類である。維持管理費用も殆ど必要としない。雇用機会の創出と技術移転に期待がもてる。

Type-4

比較的良い景観を有するが上記Type-3よりは劣る。上部工施工に関して困難は認められない。河川流に対する阻害率も比較的小さいと言える。工事費用も中庸であり、工期も比較案の中では短い方である。定期的な維持管理が必要である。雇用機会の創出と技術移転は殆ど期待できない。

Type-5

比較的良い景観を有する。構造は単純であり、上部工施工に困難は認められない。河川流に対する阻害率も小さい。工事費は最小の部類であるが工事期間は中庸である。維持管理は比較的少ない。技術移転の雇用機会の創出にメリットがある。

Type-6

単純で変化のない景観である。上部工の施工に問題はない。河川流に対する影響も比較的小さい。工費、工期共に中庸であるが、定期的維持管理が必要である。雇用機会及び技術移転の期待度は小さいと言える。

Type-7

単純な景観である。上部工施工に困難さはない。多くの橋脚による河積断面の減少が河床洗掘を発生させる可能性あり。直接工事費は一般に小さいが下部工の工事期間が上記Type-5の案より長くなる。維持管理費用は少ないものの前述のType-5よりは大きい。雇用機会及び技術移転の可能性は比較的大きい。

Type-8

単純な景観である。上部工の施工に困難さはないが、多くの橋脚による河積断面の減少から河床洗掘及び乱流が発生する。工事費は中庸であるが工期が上記Type-6よりも長くなる。定期的維持管理が必要であり、雇用機会及び技術移転の期待度は

低い。

Type-9

橋梁景観は単純である。上部工に問題はないが、多くの橋脚による河積断面の減少から河床洗掘及び乱流が発生する。工事費は中庸であるが工期が上記Type-7よりも長くなる。雇用機会の創出と技術移転に関して機会が持てる。

Type-10

橋梁景観は単純である。上部工施工に困難さはないが、多くの橋脚による河積断面の減少から河床洗掘及び乱流が発生する。工事費は中庸であるが橋脚の施工期間が上記Type-8よりも長くなる。定期的維持管理が必要である。雇用機会の創出と技術移転に関して大きな期待は持てない。

Type-11

魅力的な景観を有する。河川流の阻害や上部工施工中の危険はない。架設の為の大規模な施設が必要であり、且つ工事期間が長大と成る。又、比較的对象案の中で工事費用が最大となる。定期的維持管理が必要不可欠であり、一方技術移転及び雇用機会の創出は殆ど期待できない。

上記の11案を比較検討した結果、4つの案を最終比較案として選定した。11案の比較検討結果と選定された4案を図6.5(1)と(2)及び図6.6に示す。

6.2.3 橋脚及び基礎形式の選定

橋脚、基礎形式及びその工法が建設費用及び工期に直接的影響を持つことから、これの形式決定にはいくつかの代替案を検討して最終決定することとした。検討された代替案を以下に示す(図6.7参照)。

- a) 2重締切をともなった、稠密砂礫層上の直接基礎
- b) 鉄筋コンクリート/プレストレスコンクリート杭による多柱式基礎
- c) リバースサーキュレーション工法による多柱式基礎

- d) 1重締切をともなった、鉄筋コンクリート／プレストレスコンクリート杭基礎
- e) 1重締切をともなった、リバーサーキュレーション工法による多柱式基礎
- f) 鋼ケーソン

これらの代替案を比較検討した結果、その各々について以下のような評価結果を得た。

工法 A)

必要とされる2重締切は施工の困難さと長期の工事期間を必要とする。工事費は中庸である。工事期間中の河川水流阻害が発生する。維持管理費用は小さく河床洗掘はない。技術移転及び雇用機会に対する利点がある。

工法 B)

フーチング下に杭が林立し景観上良くない。多杭が水流を妨げるティンキョウ橋梁のような河床洗掘が発生する原因となる。また杭の打ち込みが困難である。建設費は小さく工期も短いと想定される（しかし工法Cよりは長い）。維持管理作業が必要。雇用機会の創出及び技術移転に期待が持てる。

工法 C)

少数の大口径基礎杭がフーチングを支持しており、安定した且つ良好な景観である。河川流の阻害も少なく河床洗掘も少ない。工法Bよりも施工が容易である。工費は最小であり、工事期間も上記工法Bより短い。維持管理の必要はなく、雇用機会及び技術移転も期待できる。

工法 D)

景観は良好である。しかし締切工の採用により、工事期間と工事費が比較対象工法の中で最も大きい。また、施工中に河川流の阻害が発生する。維持管理作業は少なく、河床洗掘も発生しない。雇用機会及び技術移転も期待できる。

工法 E)

単純な景観である。締切工の採用により工事期間と工費が比較案の中では長・大である。河川流の阻害が施工中に発生するが、工事完了後の河床洗掘問題はない。維持管理作業は少なく、雇用機会及び技術移転も期待できる。

工法 F)

単純な景観。水中掘削が必要である。工期は最小と思われるが逆に工費は比較案中で最大となる。河川流に対する阻害は少ない。維持管理作業は少なく、完成後の河床洗掘もない。雇用機会及び技術移転は期待できない。

これら6案の比較検討結果を表6.1に示す。結果として、本架橋計画の橋梁基礎として工法Cを採用することとした。

6.2.4 橋梁形式の最終選定

概略比較検討の結果選定された、4つの案を以下に示す。

- 1) 5径間ポストテンションコンクリート単純桁橋 (type-5)
- 2) 5径間連続鋼桁橋 (type-6)
- 3) 6径間ポストテンションコンクリート単純桁橋 (type-7)
- 4) 6径間連続プレストレスコンクリートボックス桁橋 (type-7.2)

これら4つの最終比較案は15の項目にしたがって比較検討された。

結果を図6.6に示すとともに、以下にその概略を記する。

Type-5

比較的良好的な景観を有す。構造的には非常に単純であり、上部構造の施工に問題はない。河川流に対する阻害は小さく、type-7及びtype-7.2に比べても小さい。工事費及び工期の面でも検討4案の中で最小である。多少の維持管理が必要であるが、その費用は検討4案中最小である。雇用機会、技術移転及び現地材料の使用等の面からも、この案はメリットがある。維持管理作業は容易であり、且つ将来の拡張に際しても対応できる。

Type-6

先のType-5案より景観的には優れている。橋面の平坦性も優れており、車両の快適な走行が期待できる。上部施工に問題はなく、河川の水流通阻害もType-7及びType-7.2に比べて少ない。検討4案中で工事費が最も高額である。施工期間はType-7及

びType-7.2よりも短い。完工後の維持管理作業を軽減するために耐候性鋼板の使用が必要であるが、これが工費増大につながっている。技術移転、雇用機会、現地材料の使用等は期待できない。

維持管理作業は容易であり、将来の拡幅にも対応できる。

Type-7

単純な景観である。上部工施工に問題はないが、河積断面の減少は将来河床洗掘を発生する可能性がType-5よりも高い。この橋梁形式は単位当りの工費が安価な部類に属するが、工期が長いことが欠点であり、当然Type-5より長い工期を必要とする。技術移転、雇用機会の面からは利点がある。又、将来の維持管理及び拡幅に対して十分対応可能である。

Type-7.2

先のType-5よりも景観上優れている。橋面は平坦で車両走行は快適である。上部工の施工に際し手延式架設工法を採用する為、多少の難しさがある。Type-5に比較して杭基礎が多いことから河積断面の減少とそれに伴う河床の洗掘と乱流の発生が心配される。Type-5に比べて工事費が高く又工事期間が長くなる。維持作業は軽微であり費用も、4案中、最小である。現地材料の使用の面からメリットがある。技術移転及び雇用機会の面から効果が有るが、これらはType-5やType-7には及ばない。維持作業は容易であり且つ将来の拡幅にも十分対応できる。

これらの比較検討を通じて、Type-5の5径間プレストレスト（ポストテンション）コンクリート単純桁橋が、本計画に最適であるとして採用された。現在、プレストレストコンクリート橋の工法は数種有るが、その何れの工法を採用しても現地での施工上の問題はない。

表 6. 1 下部工建設工法の比較検討

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total Comparative Evaluation
1. Spread foundation on dense gravel with coffering by double sheet piles	○	△	△	◎	○	◎	○	△	◎	Requires double coffering by the sheet-piles to resist water and earth pressure, which shall cause extended construction period and difficulty on execution. Construction cost is moderate. Disruption of the river flow exists during construction term. Less maintenance work be required, and no scouring problem exists. There is advantages on availability of technical transfer and employment opportunity.
2. Multi-column foundation by reinforced concrete piles or prestressed concrete piles	◎	○	○	△	○	○	△	△	△	In dry season, provides poor appearance of many piles plunging under the footing. Many piles disrupt the river flow and cause immediate scouring problem. Difficulty in driving piles. Construction cost is less. Less construction period be expected, but longer than Method c). Maintenance work be required. Technical transfer and employment opportunity are expected.
3. Multi-column foundation by reverse circulation drill method concrete piles.	◎	○	◎	○	◎	○	○	○	○	Provides considerably good appearance by few piles under the footing. Less disruption of the river flow and scouring problem. Easier execution than Method b). Construction cost is least and less construction period be expected than Method b). Maintenance work not be required. There is advantages on availability of technical transfer and employment opportunity.
4. Reinforced concrete piles or prestressed concrete piles with coffering by single sheet piles	△	△	△	◎	○	◎	○	△	◎	Provides a monotonous appearance. Coffering by the sheet-piles causes longer construction period and higher construction cost among the alternatives. Disruption of the river flow exists during construction term. Less maintenance work be required. No scouring problem exists. There is advantages on availability of technical transfer and employment opportunity.
5. Reverse circulation drill method concrete piles with coffering by single sheet piles	△	△	△	◎	◎	◎	○	△	◎	Provides a monotonous appearance. No scouring problem. Coffering by the sheet-piles causes longer construction period and higher construction cost among the alternatives. Disruption of the river flow exists during construction term. Less maintenance work be required. No scouring problem exists. There is advantages on availability of technical transfer and employment opportunity.
6. Steel caisson	△	◎	◎	○	△	△	△	○	◎	Provides monotonous appearance. Excavating in the water be required. shortest construction period be expected, but construction cost is highest among the alternatives. Less impence on the river flow exists. Less maintenance work be required, and no scouring problem exists. Technical transfer and employment opportunity not be expected.

1. Construction cost
2. Construction period
3. Easy construction
4. Bridge aesthetics
5. Technical transfer
6. Local employment opportunity
7. Maintenance aspect
8. Influence on river
9. Scouring

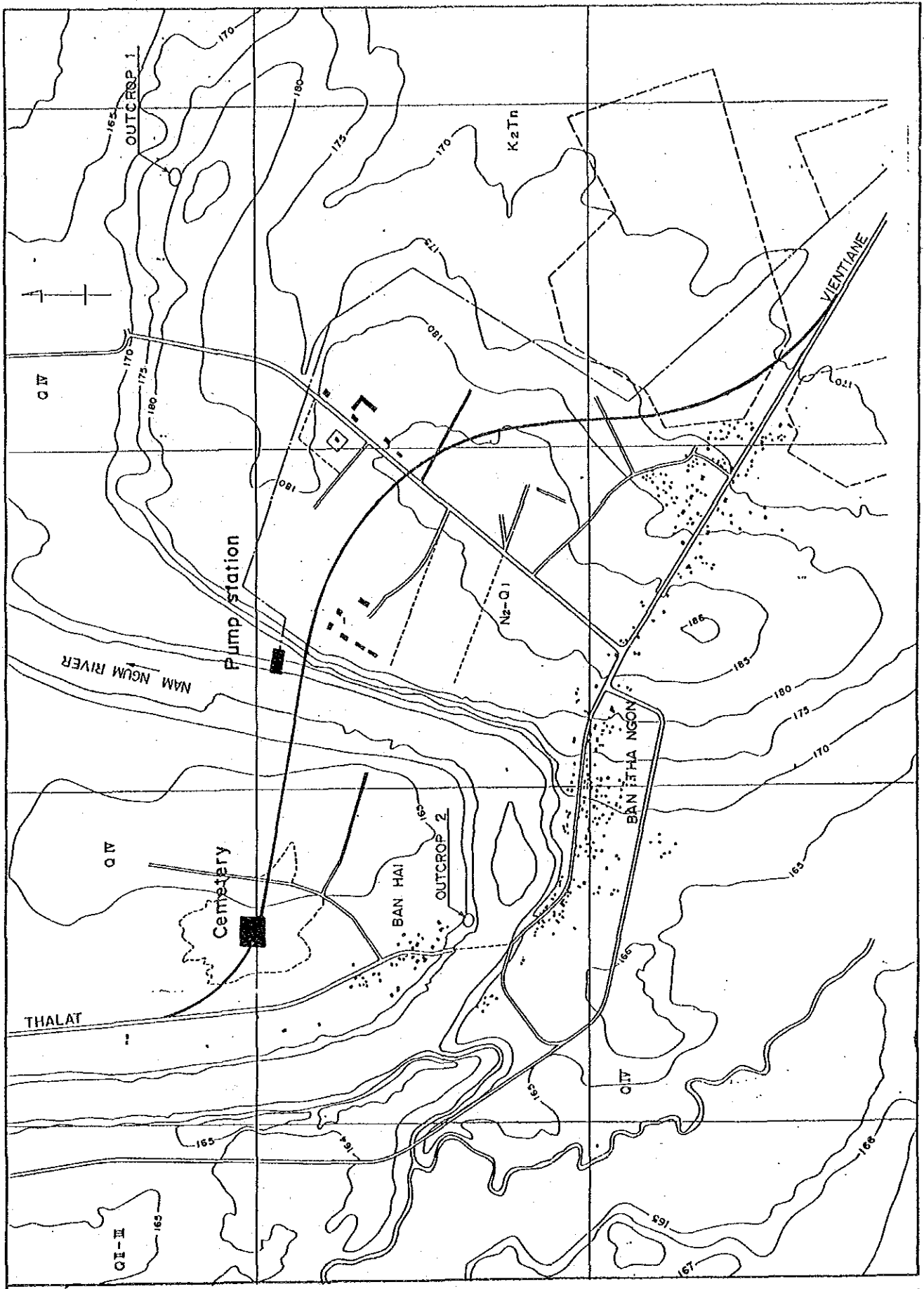


図6.1 路線周辺の一般状況

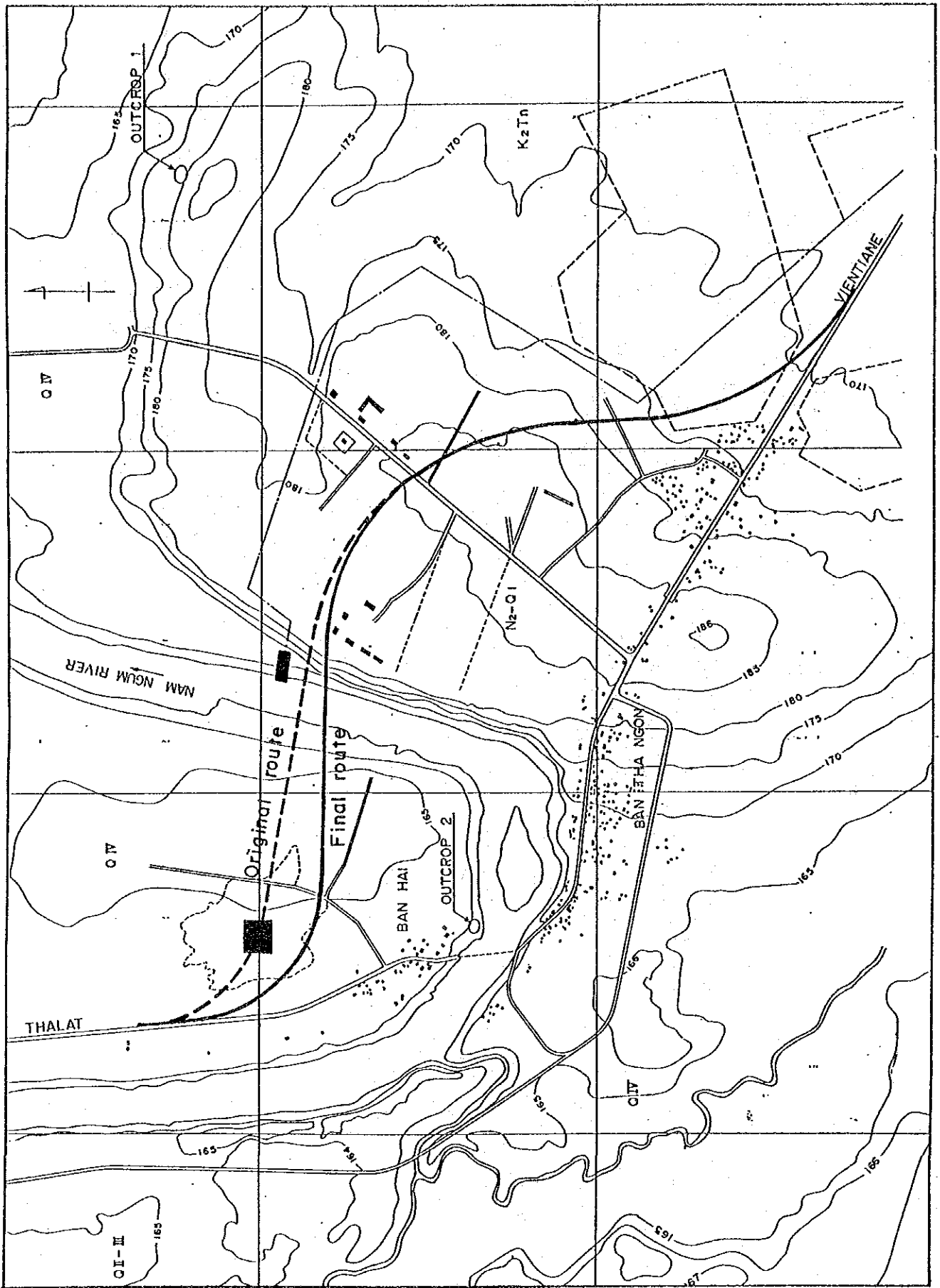


图6.2 最終決定路線图

PRELIMINARY SELECTION

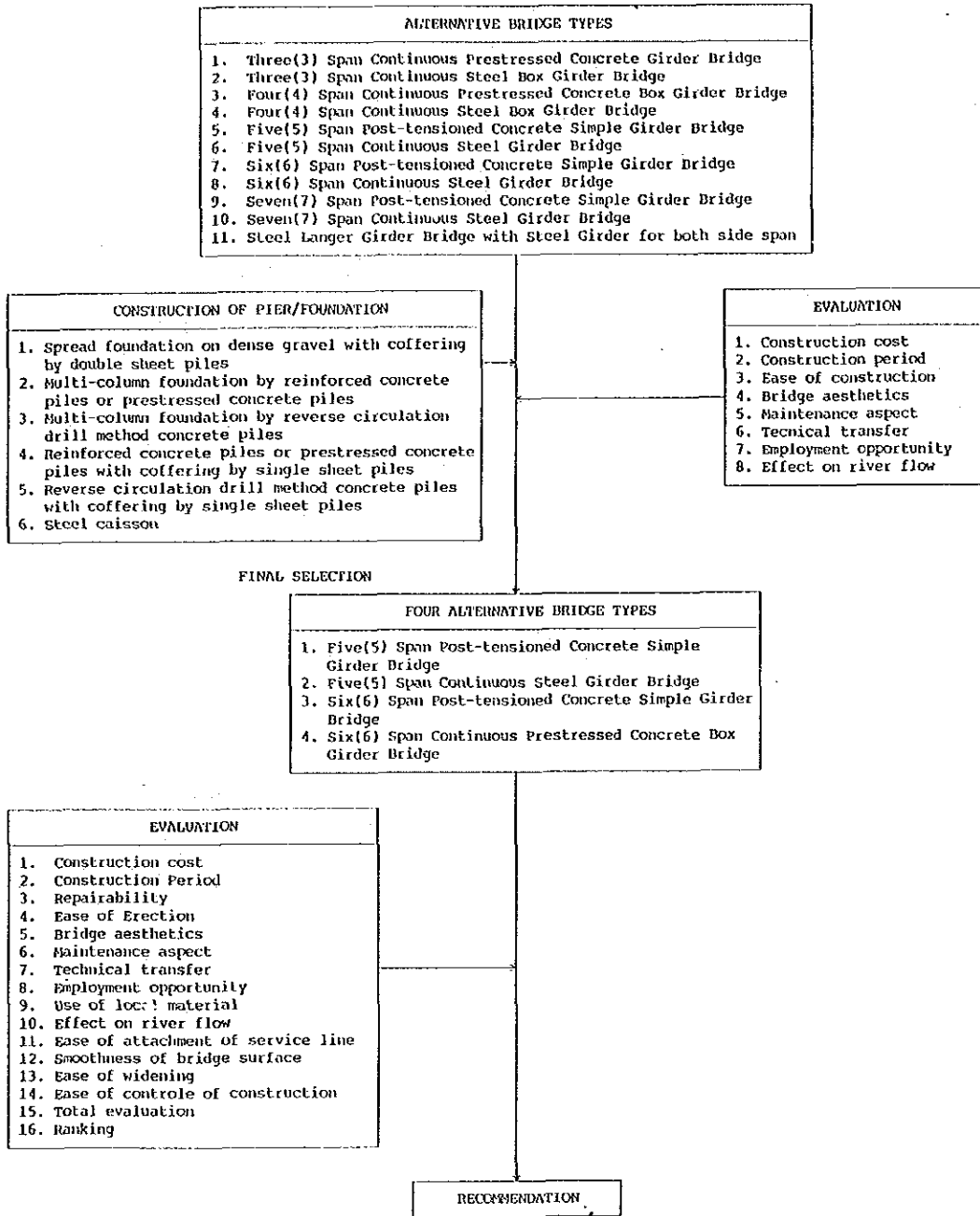


图 6.3 桥梁形式選定作業フロー

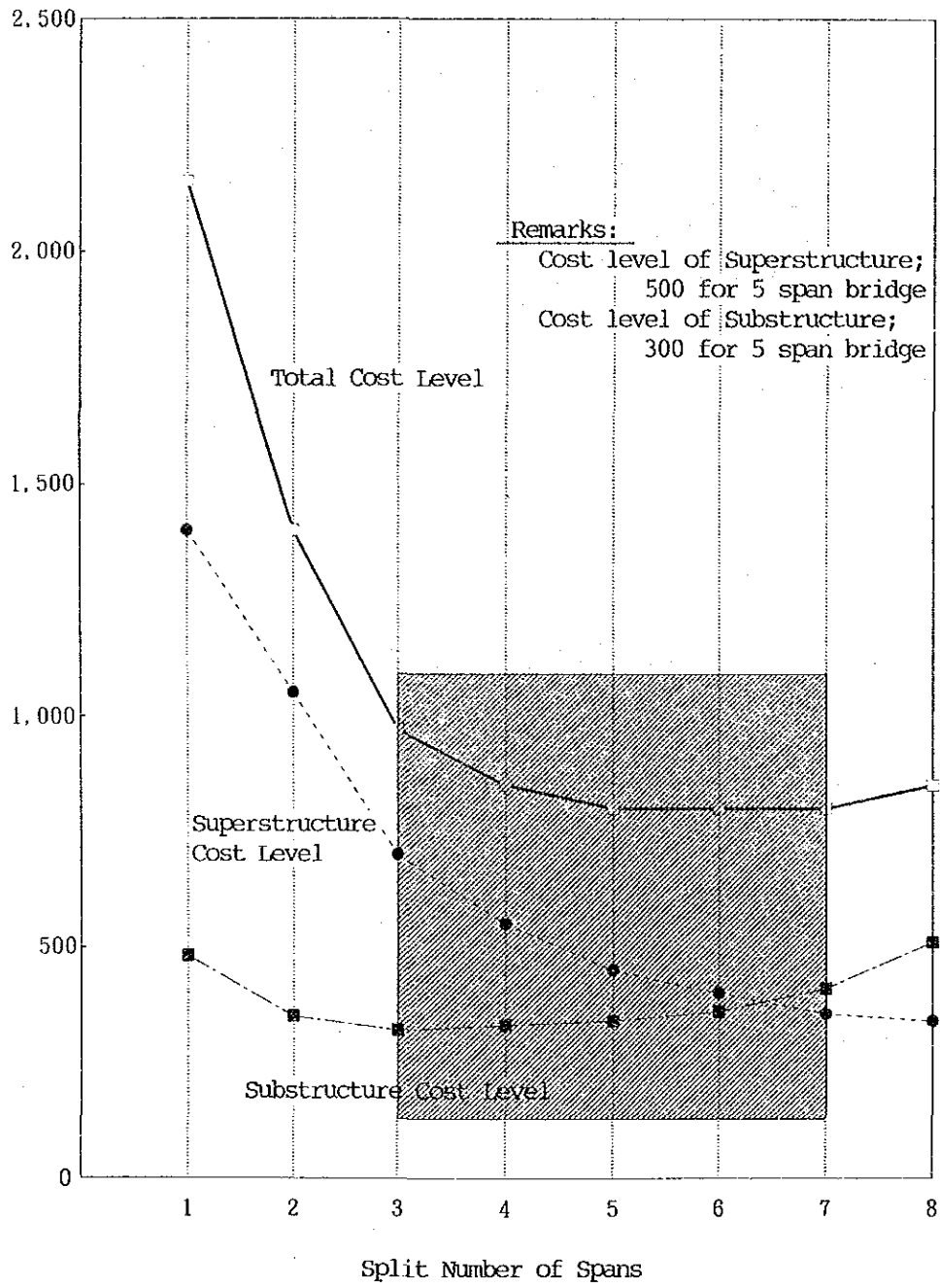


図 6. 4 橋梁の径間数別建設費用

Normal range of span length by bridge type

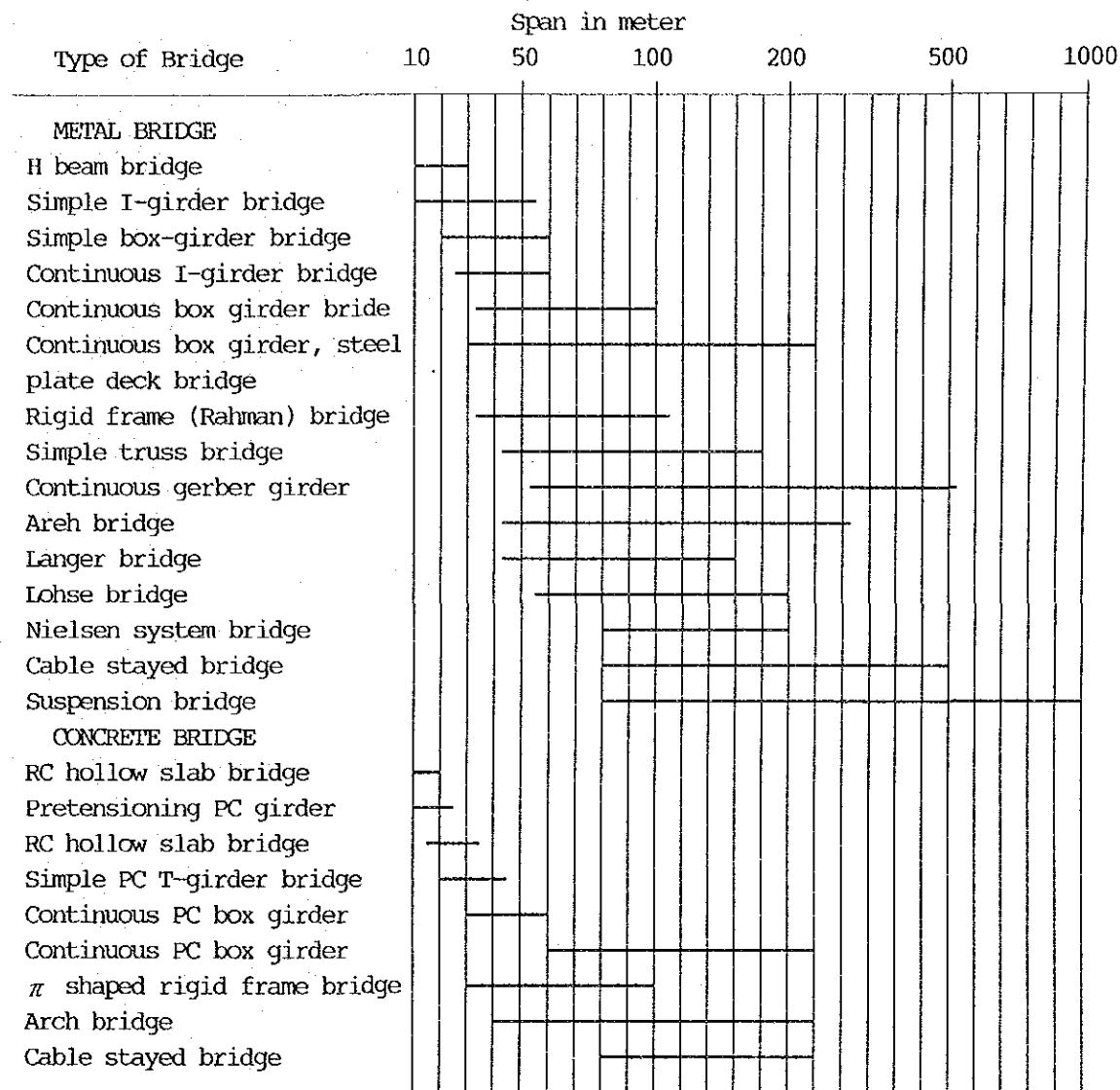


図 6. 5 橋梁種別標準径間長

1. Construction Cost : 5. Maintenance Aspect :
 2. Ease of Construction : 6. Technology Transfer :
 3. Construction Period : 7. Employment Opportunity :
 4. Bridge Aesthetics : 8. Effect on River Flow :

ELEVATION OF BRIDGE		1	2	3	4	5	6	7	8	DESCRIPTION
1	<p>3 Span Continuous P C Rigid Frame Bridge</p>	△	△	△	⊙	⊙	△	⊙	⊙	<p>Provides an attractive appearance with simple and clear lines. No disruption of the river flow and no big construction risk for superstructure due to the few piers and employment of cantilever erection method. It needs a higher cost and longer construction period among the alternatives, but least maintenance be required. Employment opportunity is expected, but there is very low chance for technical transfer.</p>
2	<p>3 Span Continuous Steel Box Girder Bridge</p>	△	⊙	⊙	⊙	△	△	△	⊙	<p>Provides comparatively attractive appearance. No disruption of the river flow and no construction risk for superstructure due to the few piers and employment of launching erection method. It needs a bit higher cost but least construction period among the alternatives. Periodic maintenance work be required. Technical transfer and employment opportunity not be expected.</p>
3	<p>4 Span Continuous P C Box Girder Bridge</p>	⊙	△	⊙	⊙	⊙	△	⊙	⊙	<p>Provides a comparatively attractive appearance. A little construction difficulty exists due to self-launching erection method. Disruption of the river flow is comparatively little. The cost is average and less construction period is necessary among the alternatives. Least maintenance work be required. Employment opportunity and a few chance for technical transfer be expected.</p>
4	<p>4 Span Continuous Steel Box Girder Bridge</p>	⊙	⊙	⊙	⊙	△	△	△	⊙	<p>Provides comparatively attractive appearance, but worse than type 3. No construction difficulty for superstructure. Disruption of the river flow comparatively little. The cost is adoptable and least construction period is necessary among the alternatives. Periodic maintenance work be required. Technical transfer and employment opportunity not be expected.</p>
5	<p>5 span Simple P C Girder Bridge</p>	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	<p>Provides a comparatively attractive appearance, on monumental point of view, it is simple. Structure is simple. No construction difficulty for superstructure. Disruption of the river flow comparatively little. The cost is least and an average construction period be necessary among the alternatives. Less maintenance work be required. There is advantages on availability of technical transfer and employment opportunity.</p>
6	<p>5 Span Continuous Steel Girder Bridge</p>	⊙	⊙	⊙	⊙	△	△	△	⊙	<p>Provides a simple appearance. Structure is monotonous. No construction difficulty for superstructure. Disruption of the river flow comparatively little. Construction cost and period are average. Periodic maintenance work shall be required. Technical transfer and employment opportunity not be so expected.</p>

图 6. 6 (1) 1 1 桥梁代替案总括表

ELEVATION OF BRIDGE		1	2	3	4	5	6	7	8	DESCRIPTION
7	<p>6 Span Simple P C Girder Bridge</p>	⊙	○	△	△	○	⊙	⊙	△	<p>Provides a monotonous appearance. Structure is simple. No construction difficulty for super-structure. Reduction in flow area by many piers results possible scouring problem and swelling water level. This type of bridge generally is of less direct construction cost, but requires longer period in construction of piers than type 5. Less maintenance work be required, but maintenance cost is higher than type 5. There is advantages on availability of technical transfer and employment opportunity.</p>
8	<p>6 Span Continuous Steel Girder Bridge</p>	○	○	△	△	△	△	△	△	<p>Provides monotonous appearance. Structure is simple. No construction difficulty for super-structure. Reduction in flow area by many piers results possible scouring problem and swelling water level. The cost is average but require longer period in construction of piers than type 6. Periodic maintenance work be required. Technical transfer and employment opportunity not be so expected.</p>
9	<p>7 Span Simple P C Girder Bridge</p>	○	○	△	△	○	○	⊙	△	<p>Provides monotonous appearance. Structure is simple. No construction difficulty for super-structure. Much disruption of the river flow, and reduction in flow area by many piers results possible scouring problem and swelling water level. The cost is average but require longer period in construction of piers than type 7. Less maintenance work be required, but maintenance cost is higher than type 7. There is advantages on availability of technical transfer and employment opportunity.</p>
10	<p>7 Span Continuous Steel Girder Bridge</p>	○	○	△	△	△	△	△	△	<p>Structure is too monotonous and appearance is poor. No construction difficulty for superstructure. Much disruption to the river flow. Reduction in flow area by many piers results possible scouring problem and increased water level. Requires longer period in construction of piers than type 6. Periodic maintenance work is required. Technical transfer and employment opportunity would not be expected.</p>
11	<p>Steel Langer Girder Bridge with Side Span</p>	△	△	△	⊙	△	△	△	⊙	<p>Provides an attractive appearance with simple and clearlines. No disruption of the river flow and no construction risk for superstructure. Requires large-scale erection equipment which shall cause longer construction period. It needs highest cost among the alternatives. Periodic maintenance work be absolutely required. Technical transfer and employment opportunity not be expected.</p>

图 6. 6 (2) 1 1 橋梁代替案總括表

Elevation of Bridge		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Overall rating	
5	<p>5 Span Simple P C Girder Bridge</p> <p>230,000</p> <p>5 @ 48,200</p>	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	1
6	<p>5 Span Continuous Steel Girder Bridge</p> <p>230,000</p> <p>3 @ 42,000 = 127,000</p> <p>41,500</p> <p>2100</p>	△	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	4
7	<p>6 Span Simple P C Girder Bridge</p> <p>230,000</p> <p>6 @ 35,330</p> <p>2000</p>	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	2
7-2	<p>6 Span Continuous P C Box Girder Bridge</p> <p>230,000</p> <p>34,000</p> <p>4 @ 40,500 = 162,000</p> <p>34,000</p>	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	3

Description

1. Construction cost
2. Construction period
3. Repairability
4. Ease of erection
5. Bridge aesthetic
6. Maintenance aspect
7. Technical transfer
8. Employment opportunity
9. Use of local material
10. Effect on river flow
11. Ease of attachment of service line
12. Smoothness of bridge surface
13. Ease of widening
14. Ease of control of construction

図 6. 7 選定された橋梁形式

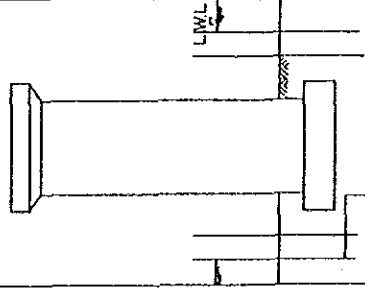
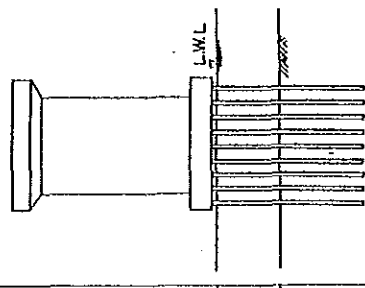
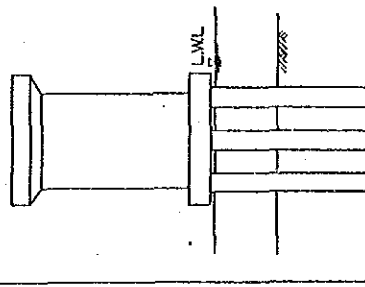
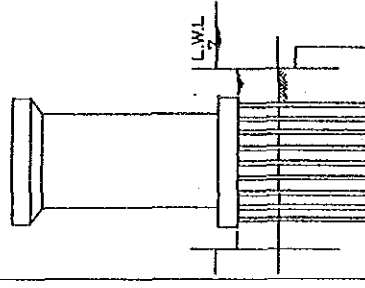
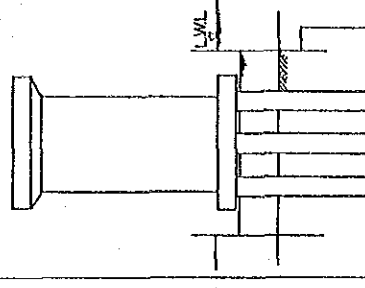
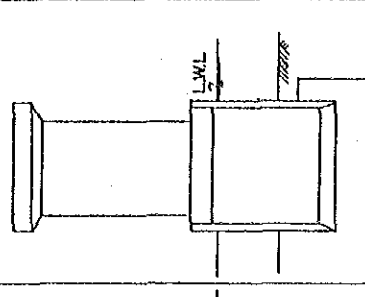
Method	a	b	c	d	e	f
Type	Spread foundation on dense gravel with coffering by double sheet piles	Multi column foundation by reinforced concrete piles or prestressed concrete piles	Multi-column foundation by reverse circulation drill method concrete piles	Reinforced concrete piles or prestressed concrete piles with coffering by single sheet piles	Reverse circulation drill method concrete piles with coffering by single sheet piles	Steel Caisson
Section						

図 6. 8 橋梁下部工の施工法比較検討

第7章 自然条件调查

第7章 自然条件調査

7.1 計画対象地域

架橋計画地点は、ヴィエンチャン市サイタニ郡 (Xaythani District) に属するタゴン村、ヴィエンチャン市の北方23km、に位置している。計画されている架橋地点は、このタゴン村の、現在フェリーにてナムグム河を渡河している地点の、約1 km下流である。

7.2 地形測量

作業はその他作業との関連も考慮し、準備作業として地形図及び航空写真の収集から開始された。

地形測量は最終選定された路線 (No. 4) に沿って、ラオスの測量会社を雇用して実施した。

7.2.1 地形図及び航空写真

基礎資料として、1/10,000 1/50,000 1/100,000 の地形図をラオス国土地地理院より収集した。1/10,000及び1/100,000 の地形図は、対象地域に関し収集可能であったが、1/50,000の地形図は在庫不足のため一部分収集不可能であった。

地形図収集に合わせて、1/30,000の航空写真を収集した。この航空写真は1980年ソビエトによって撮影され、1982年フランスによって図化されたものである。

現在ラオスにて入手可能な地形図は1960年から1982年に作成されたもので、全国規模での地形測量は1960年以来なされていない。

現在ラオスでは、地形図の入手は非常に困難であり、首都ヴィエンチャンの地形図も在庫が無い状態である。又入手可能な地形図も古い資料によるものである。現在入手可能な地形図とその作成年を以下に示す。

1/10,000	1967/1968
1/50,000	1971
1/100,000	1982
1/500,000	1971
1/1,000,000	1971

7.2.2 地形測量

選定された路線に対し、1 : 2,000 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。

詳細な地形測量に先だって、トラバース測量を始点からバンハイ側の終点まで実施した。路線測量と中心線測量は20m間隔、測量幅 200mで実施した。

一方ベンチマークは総数5ヵ所、3ヵ所はタゴン側に、2ヵ所はバンハイ側に設置した。

架橋地点の地形測量は 200m×100 mの2 haの範囲で右岸左岸各々実施した。

測量総延長は、河川部分も含めて 3,700mに達した。

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およ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あり、全体としては比較的平坦である。

7.2.3 河川横断測量

河床断面測量としては音響測深機を上下流各々 100mの幅で行い橋梁下部工の設計に用いた。測量延長は約 250mである。

7.3 土質・地質測量

7.3.1 概 要

路線に沿った地質は、沖積低地と洪積台地とからなっている。基礎層は新第3紀砂質層である。架橋地点の両岸は沖積層の下部に締まった洪積礫層、新第3紀層があり、これに達する深い杭基礎が必要である。右岸取付道路部は洪積台地が大部分を占め、工事は洪積層を5m程度の切り土を伴う。左岸取付道路部は沖積低地にある。道路土工の材料としては右岸では上部5m程度は礫交り砂質土で良質であるが、下部は膨潤性の粘性土である。左岸では軟質な沖積粘性土である。この両粘性土の利用については設計・施工上の検討を要する。

7.3.2 土質条件

計画路線地域は大きく分けて、ヴィエンチャン丘陵を形作る洪積台地とこれの浸食された低地に沖積層が乗っている二つのタイプに分けられる。

架橋地点の土質状況は図7.1に示すとおりである。即ち、橋台及び橋脚の基礎は、固結した洪積砂利層及び硬質の新第3紀層の砂質岩に達するものとする。砂利の最大粒径は6～7cmである。右岸の低水岸部分（標高158m周辺）は傾斜した沖積層であり、冠水による浸食・崩壊が散見される。

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。従って橋梁基礎を稠密成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行うこととした。

大部分の右岸取付道路は洪積台地（N-Q₁）上に位置しており、地下からの湧水は見られない。表層の4～5mは礫混じりのラテライトであり、下部は膨潤性に富んだカオリン粘土である。一方左岸の取付道路は軟質粘土を含んだ沖積低地に建設されるが、この地域は平均2年毎に冠水する。従って横方向流用盛土の施工には十分な注意を要すると共に、良質な路床材料による搬入盛土が必要である。

ボーリング調査結果は、施工期間中に左岸橋台付近において、以下のような問題が発生することを示唆している

a) 裏込め盛土の沈下

- b) 橋台の水平方向移動
- c) 橋台基礎杭のネガティブフリクション（負の摩擦抵抗力）の発生
- d) 堤体の、河川水位の変化による変形

7.3.3 橋梁基礎

橋 脚

ボーリングの結果は橋梁の杭基礎を河床より約5m下の砂利層に置く必要を示している。標準貫入試験はこの砂利層の支持力としてN値30を示している。これは約300 t/m²の支持力を示すものである。

一方、河床洗掘の危険性も有ることから、杭の足回りを蛇籠又はコンクリートブロックにて保護することが必要である。

橋 台

左岸橋台の基礎は、橋脚の基礎と同様に、砂利層に置くことが必要である。これは現況の地盤から約14m下層に位置している。

右岸橋台周辺の、現況地盤より6m下方の支持地盤は約40 t/m²の支持力を示している（図7.1）。一方、この橋台の荷重は7m×11mの基礎上に24 t/m²である。しかし、この支持地盤上に橋台を建設すると橋台の高さは約15mとなり、工事費が非常に高くなる。工事費低減を計るには橋台の高さを小さくすることが最も有効な方法である。したがって、本計画では、支持地盤（40 t/m²の支持力を持つ）の上に、貧配合のコンクリートを約3.5m置き、その上に橋台の基礎を置くこととした（図8.3参照）。

7.4 骨材調査

7.4.1 概 要

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。メコン河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。したがってこれらの骨材を、高強度のコンクリートを必要とする、本計画に使用することは不相当である。調査の結果、橋梁建設工事に使用可能な骨材の賦存状況は図7.2に示すとおりである。しかし、これらの内、1ヵ所/1社だけがふるい分けを行っているにすぎない。

ヴィエンチャン周辺で碎石の生産は行われていない。

7.4.2 コンクリート用骨材

Vientiane River ①

ヴィエンチャン市内で生産され、建設工事に広範に使用されている。骨材中にシルト分が多く高強度のコンクリートには使用できない。

Thinton River ②

ヴィエンチャン市の西28kmに位置する骨材採取地である。生産される河川砂はシルト分及び塩分を含まず、橋梁用コンクリートに使用できる数少ない骨材である。

Khoaydeng River ③

ヴィリンチャン市の約35km東方に位置する骨材採取地である。MCTPC管轄の国営公社が5-10mm及び10-20mmのふるい分け骨材を生産している。この骨材だけが、高強度のコンクリートに使用できる。

7.5 気象調査

7.5.1 気 温

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。最高気温は、モンスーン前の、通常4月に記録され、最低気温は12月及び1月に記録される。架橋計画地域は亜熱帯地域に属し、平均湿度は70%である。

7.5.2 降 雨

計画対象地域は多湿亜熱帯地帯である。乾期と雨期がその気候の代表的なものであり、10月から5月にかけてが乾期、雨期は6月～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。1970年から1989年の月別平均降雨量を以下に示す。

月別平均降雨量（1970-1989）

月	雨 量 (mm)	月	雨 量 (mm)
Jan.	7.1	July.	271.4
Feb.	12.5	Aug.	326.9
Mar.	35.1	Sep.	283.2
Apr.	81.5	Oct.	98.6
May.	244.7	Nov.	8.8
Jun.	268.6	Dec.	3.8

年平均 : 1,642.2mm

7.5.3 風

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20.3m/秒である。

7.5.4 地 震

計画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

図7.3に示すように、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、この地域で震源の浅い震度3.4~4.4程度の地震が発生している(表7.3参照)。

7.6 水 文

7.6.1 河川状況

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1500mの高原から約240km流下して、1971年に完成したナムグムダムに達する。その後ナムグム河の最大の支流である、ナムリク河とタラットにて合流し80km下ってタゴンに、更に80kmを流れてメコン河に流入する。

集水面積

ナムグム河の集水面積はダムの地点で約8,500km²であり、ナムリクと合流した時点で14,200km²となる。その後、タゴンにいたり16,500km²に、メコンとの合流点バックダムで17,340km²に達する。

タゴン観測所に於ける流量観測結果

月別平均流量とその水位を図7.5と表7.4示す。これに見る通り、流量及び水位は季節変動が激しい。最大流量は通常8月・9月、特に1972年の1,840qu.m/sec、1973年の2,960 qu.m/sec等、9月に多く発生する。このときの各々の水位は162.0m、166.0mであった。一方最小流量は12月から5月に観測され、その平均水位は154.4mである。表7.5は1960年から1989年の間の年間最高水位と最大流量を示したものである。1960年以降の最高水位は1966年に発生し、その水位は168.5mに達したが、この時点での流量はメコン河のバックウォーターのため、3,700 qu.m/secであった。このときのメコン河の水位は170.0mに達している。

一方、表7.6に示した様に、タゴンの最小流量は1972年に59qu.m/secが記録されており、このときの水位は152.3mであった。

洪水確率

ナムグムダム完成以降の、確率年毎の洪水位を18年間の記録を基に検討した。
確率年毎の最大流量とその水位を以下に示す。

確率年	2	5	10	25	50	100
流量 (cu. m/sec)	2,460	3,180	3,670	4,280	4,730	6,180
水位 (m)	164.5	166.4	167.3	167.5	167.6	167.7

7.6.2 設計最高水位

以下の諸条件を、設計最高水位決定に際し考慮した。

- 集水面積内の将来の森林伐採、耕作地の増大等による流出率の増加
- メコン河のバックウォーターの影響
- 1981年の最高水位167.2mを考慮

これらの諸条件を勘案して、計画最高水位を 168.0mと決定した。これは 100年確率の洪水位とはほぼ同様の数字である。

7.6.3 洗 掘

河川横断測量の結果は、ナムグム河屈曲部の外周で河床の洗掘が発生していることを示している。これによれば右岸側の橋脚は左岸側の橋脚よりも洗掘の影響を受ける可能性が高い。河床はゆるい細粒の砂が3～4m堆積しており、この部分が洗掘の危険に晒されることになる。しかし、この下の砂礫層は稠密であり洗掘される可能性は非常に少ない。

橋梁の下部工としての杭基礎はこの稠密な砂礫層に置くこととする。又、杭基礎の足回りは、従って、洗掘に備えて蛇籠又はコンクリートブロックにて防護することとした。

表 7. 1 經驗的地盤の許容支持力

CONSISTENCY	'N' BLOWS PER FT.	S TONS PER SQ. M.	φ (SAND)	COHESION		Ca (TONS/SQ.M.) (SF) SAFETY FACTOR 3	GUIDE FOR ESTIMATING REQUIRED PILE LENGTH 40 TONS (Ld), SF=3	
				Qu TONS/SQ.M.	GRANULAR		COHESIVE	GRANULAR
VERY LOOSE	0 To 5	0 To 3.0	<28°	0 To 5.5	0 To 5.5	NONE	GRANULAR	COHESIVE
							Ld-3S(At) Pl= =	Ld-3S(At) Pl= =
LOOSE	5 To 10	3.0 To 5.5	28° -30°	5.5 To 10.0	5.5 To 10.0	RARELY USED	Ld-3.5S(At) Pl= =	Ld-3S(At) Pl= =
							Ld-4S(At) Pl= =	Ld-3S(At) Pl= =
SLIGHTLY COMPACT	10 To 20	5.5 To 10.0	30° -33°	10.0 To 20.0	10.0 To 20.0	10.0 To 20.0	Ld-4.5S(At) Pl= =	Ld-3S(At) Pl= =
							Ld-5S(At) Pl= =	Ld-3.5S(At) Pl= =
COMPACT	20 To 35	10.0 To 20.0	33° -37°	20.0 To 40.0	20.0 To 40.0	20.0 To 40.0	Ld-5S(At) Pl= =	Ld-4S(At) Pl= =
							Ld-5.5S(At) Pl= =	Ld-4S(At) Pl= =
DENSE	35 To 70	20.0 To 40.0	37° -44°	40.0 To 75.0	40.0 To 75.0	40.0 To 75.0	Ld-5.5S(At) Pl= =	Ld-4.5S(At) Pl= =
							Ld-6S(At) Pl= =	Ld-4.5S(At) Pl= =

NOTATIONS:

N: BLOWS PER 0.3 M (60 HAMMER, 75 DROP, 5 D.D. SAMPLER)
 S: SHEARING RESISTANCE OF SOIL (TONS/SQ.M.)
 φ: ANGLE OF INTERNAL FRICTION
 Qu: UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH (TONS/SQ.M.)
 Ca: SAFE ALLOWABLE DESIGN LOAD
 Ld: DESIGN LOAD (TONS); COMPUTATION FOR PILE LENGTH BASED
 ON 40 TON DESIGN LOAD, AVE. TIP DIA. = 0.25M AVE PILE DIA. = 0.3M

P1: PILE LENGTH PENETRATION INTO STRATUM FROM
 WHICH CALCULATED BEARING IS DERIVED.
 Ap: AVERAGE AREA OF PILE IN SQ.M. PER M. OF
 PENETRATION IN BEARING STRATUM.
 At: AREA OF PILE TIP IN SQ.M.
 NOTE: PILE LENGTH COMPUTATIONS ARE BASED
 UPON DISPLACEMENT OR COMPACTION TYPE PILES

SOURCE: BUREAU OF PUBLIC ROADS

表7.2 ヴィエンチャンの瞬間最大風速

(Unit : m/sec)

No.	Year	Z (m)	Velocity at height Z m (m/sec)	Velocity at height 10 m (m/sec)
1	1960	12	14	13.64
2	1961		12	11.69
3	1962		10	9.74
4	1963		9	8.77
5	1964		6	5.85
6	1965		20	19.50
7	1966		10	9.94
8	1967		9	8.77
9	1968		29	28.25
10	1969		17	16.60
11	1970		30	29.20
12	1971	14	11	10.47
13	1972		25	23.80
14	1973		16	15.20
15	1974		30	28.60
16	1975		29	27.60
17	1976		27	25.70
18	1977		20	19.00
19	1978		22	20.96
20	1979	18	20	18.40
21	1980		30	27.60
22	1981		55	30.30
23	1982		19	17.50
24	1983		37	34.00
25	1984		25	22.90
26	1985		35	32.20
27	1986		30	27.60
28	1987		30	27.60
29	1988		20	18.40
30	1989		20	18.40

Source: Meteorological Department

Average 20.27 m/sec

表 7.3 ラオス周辺の地震記録

No.	Date	Scale (magnitude)	Epicenter	Remarks
1	17 Feb. 1975	5.6-6.0	Andaman	
2	1 Sep. 1978	4.9	20°4 N/100°5 E	Lao-Burma border
3	3 Oct. 1979	4.5	18°1 N/ 94°8 E	
4	21 Feb. 1980	4.4	18°2 N/ 95°1 E	
5	4 Sep. 1980	5.1	21°4 N/ 93°9 E	
6	25 Aug. 1980	5.4	15°8 N/ 94°7 E	
7	18 Aug. 1981	4.2	19°4 N/101°6 E	
8		4.2		
9		3.9		
10		3.6		
11	25 Aug. 1981	3.4	19°3 N/101°6 E	
12		3.5	19°2 N/101°6 E	
13		4.7	23°4 N/ 94°6 E	
14	25 Aug. 1981	4.0	19°4 N/101°8 E	
15		3.8	19°2 N/101°5 E	
16	20 Mar. 1985	5.5	20°5 N/101°4 E	
17	18 Jul. 1985	5.3	18°1 N/104°7 E	
18	26 Jul. 1985	4.3	19°8 N/102°0 E	
19		3.5	19°9 N/101°8 E	
20	18 Nov. 1985	3.4	19°2 N/101°8 E	
21	12 Oct. 1986	4.4	19°5 N/102°3 E	

Source: Meteorological Department

表 7.4 タゴンの月別平均流量

No.	Month year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
		1	1972				144	122	291	835	2,260	1,840	1,000
2	1973	202	165	199	129	157	363	1,280	1,630	2,960	1,240	425	247
3	1974	168	139	130	136	168	331	647	1,340	1,770	835	431	216
4	1975	153	132	120	124	185	791	1,500	2,247	2,790	1,290	515	284
5	1976	191	157	135	932	174	465	705	1,480	1,524	1,270	705	290
6	1977	155	142	450	398	235	216	728	1,170	1,400	469	260	149
7	1978	128	110	114	124	327	816	1,910	2,770	2,010	793	278	138
8	1979	293	333	322	326	430	642	762	1,060	1,600	603	369	282
9	1980	256	261	267	274	365	799	1,270	1,910	2,210	796	428	357
10	1981	347	351	333	259	450	835	2,200	2,470	2,410	1,410	514	378
11	1982	327	299	335	371	343	535	882	1,600	1,560	1,410	471	370
12	1983	339	324	330	326	280	388	936	1,670	1,600	852	510	363
13	1984	343	330	257	255	379	526	1,500	1,990	1,340	884	473	432
14	1985	445	404	390	113	166	596	1,074	1,170	2,210	1,052	808	985
15	1986	277	178	132	125	330	490	924	1,460	1,240	1,011	562	308
16	1987	269	234	185	177	194	450	445	1,012	1,024	768	424	392
17	1988	365	362	294	255	355	475	600	1,100	800	460	200	180
18	1988	218	210	210									
Mean Discharge		263	243	247	263	274	530	1,070	1,667	1,781	949	464	335

表 7.5 タゴンの年別最大流量及び水位

No.	Year	Maximum Gauge Reading (m)	Maximum Discharge (m ³ /sec)	Remarks
	1960	165.56	2,650	
	1961	167.14	3,240	
	1962	163.90	2,260	
	1963	167.43	3,330	
	1964	165.29	2,680	
	1965	165.74	2,810	
	1966	168.50	3,700	6.Aug
	1967	165.49	2,740	
	1968	167.30	3,520	
	1969	167.65	4,590	18.Aug
	1970	167.20	4,100	
	1971	166.36	3,070	Nam Ngum Dam completed
1	1972	165.12	2,870	28.Aug
2	1973	166.68	3,370	12.Sep
3	1974	163.54	2,170	10.Sep
4	1975	167.06	3,620	7.Sep
5	1976	164.40	2,440	24.Sep
6	1977	161.90	1,730	25.Sep
7	1978	166.36	3,200	6.Aug
8	1979	164.24	2,380	9.Sep
9	1980	165.96	3,010	1.Aug
10	1981	167.62	4,110	11.Sep
11	1982	165.47	2,810	3.Oct
12	1983	163.99	2,310	15.Sep
13	1984	164.01	2,310	16.Jul
14	1985	161.93	1,750	27.Aug
15	1986	*165.00	2,328	27.Jul
16	1987	162.96	1,900	26.Aug
17	1988	162.11	1,800	20.Aug
18	1989	**162.98	1,872	25.Sep

Note: Zero of gauge elevation = 150.0m above M.S.1 Ko Lak datum.

* by extrapolation from Thalat

** by extrapolation from Pakkagnoung Station

表 7. 6 タゴンの年別最小流量及び水位

No.	Year	Maximum Gauge Reading (m)	Maximum Discharge (m ³ /sec)	Remarks
1	1972	152.30	59	3.May.
2	1973	153.10	115	26.Apr.
3	1974	-	-	
4	1975	152.80	88	28.Mar.
5	1976	152.68	80	17.Apr.
6	1977	-	-	
7	1978	152.56	73	23.Feb.
8	1979	152.98	103	4.Jan.
9	1980	153.68	173	10.Apr.
10	1981	154.12	222	30.Apr.
11	1982	154.02	215	21.May.
12	1983	-	-	
13	1984	154.06	215	22.Apr.
14	1985	-	-	
15	1986	-	-	
16	1987	153.45	146	4.apr.
17	1988	153.12	50	21-24 Apr.
Average		153.15	128	

Note: - Data not available

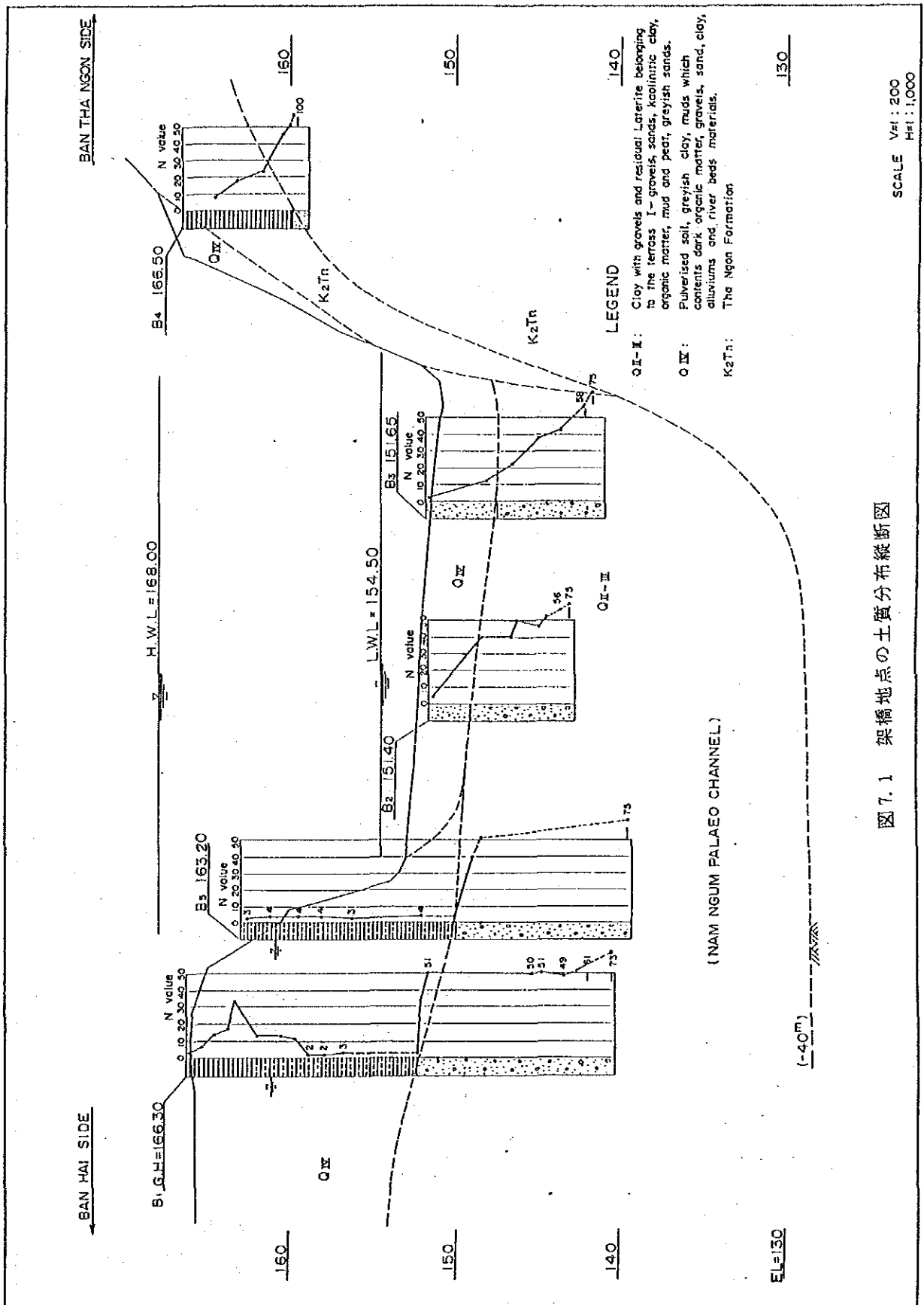


図 7.1 架橋地点の土質分布縦断面図

SCALE Ver: 200
Hst: 1:1000

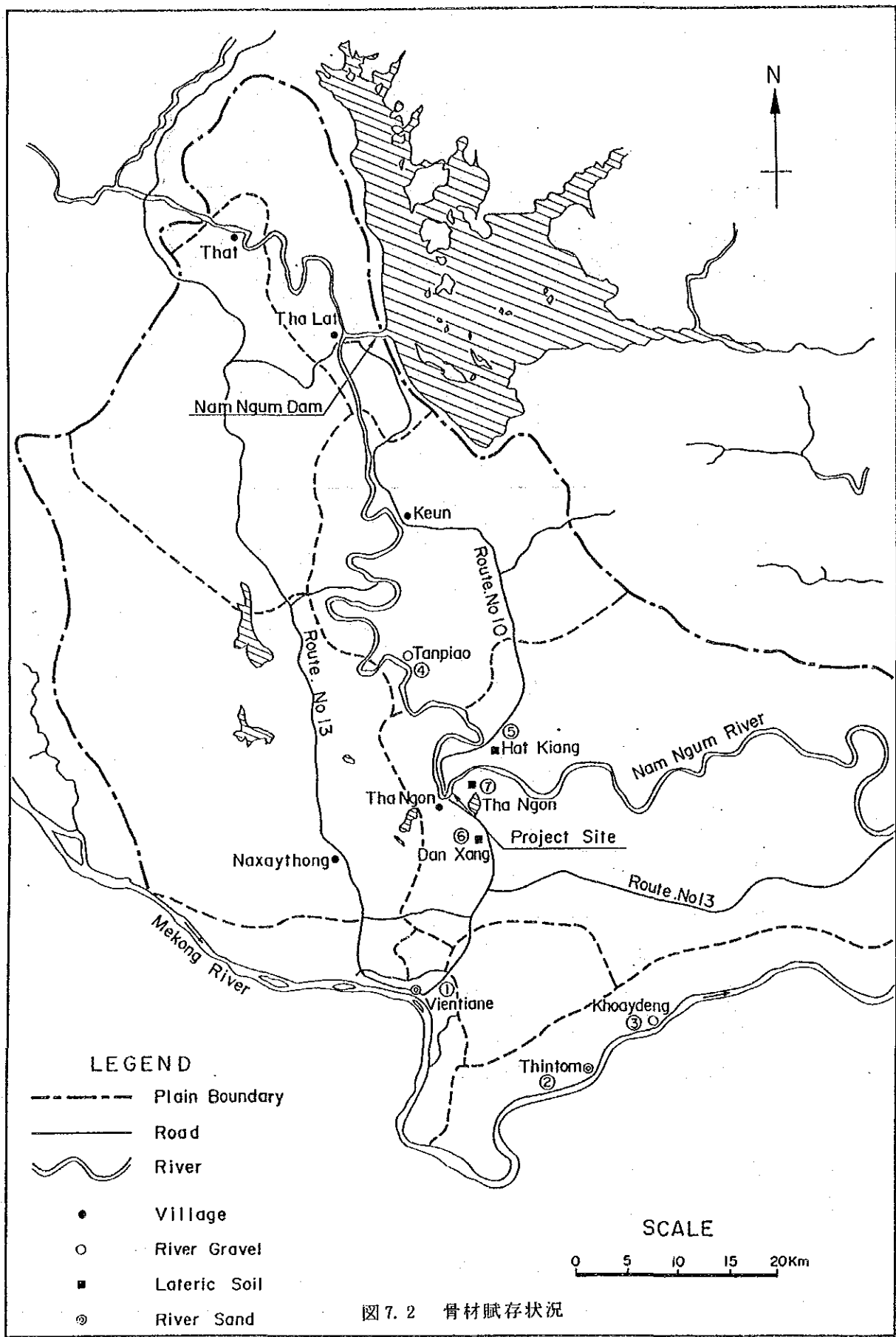


图 7.2 骨材賦存狀況

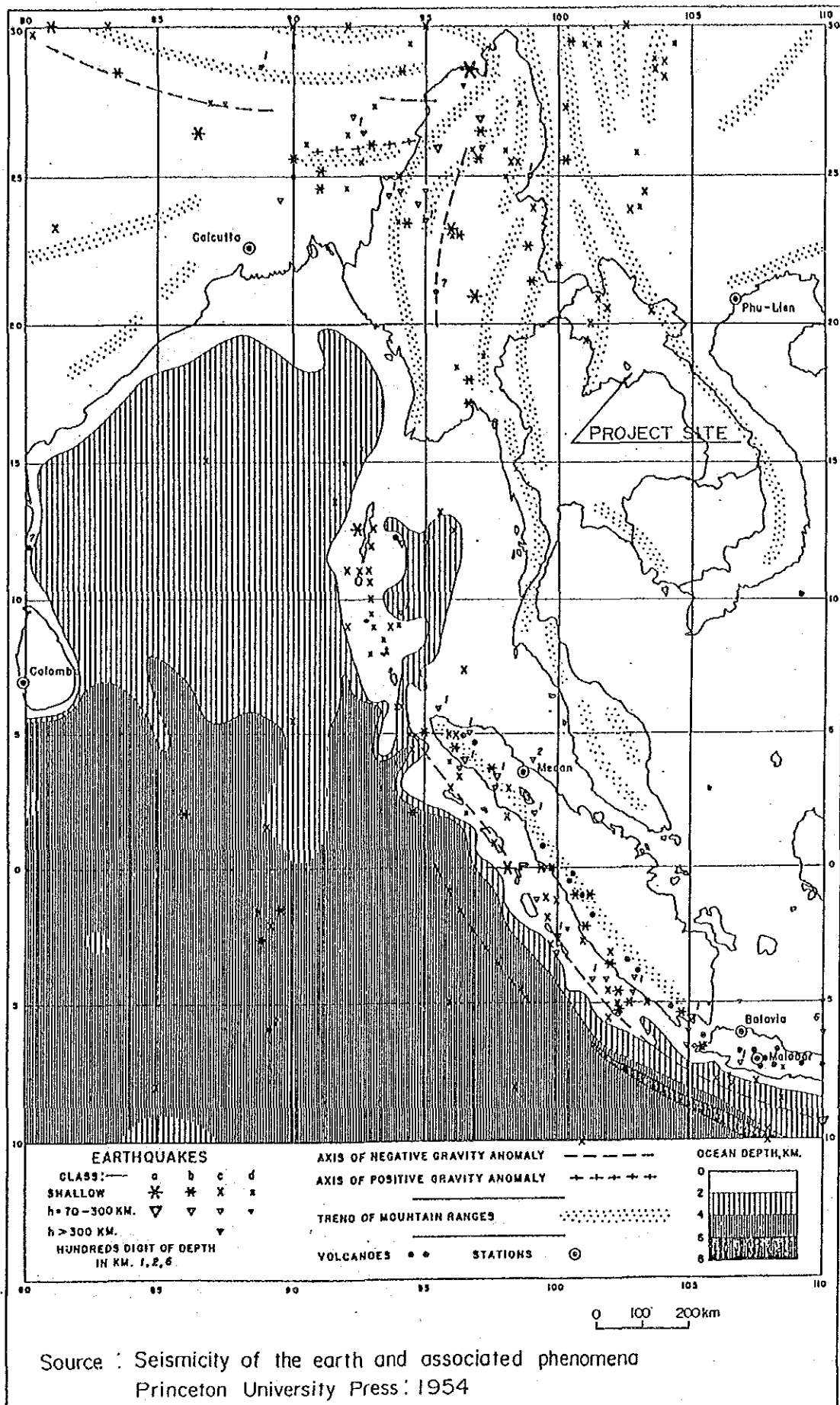


図 7. 3 スマトラ-ビルマ地域地震発生記録

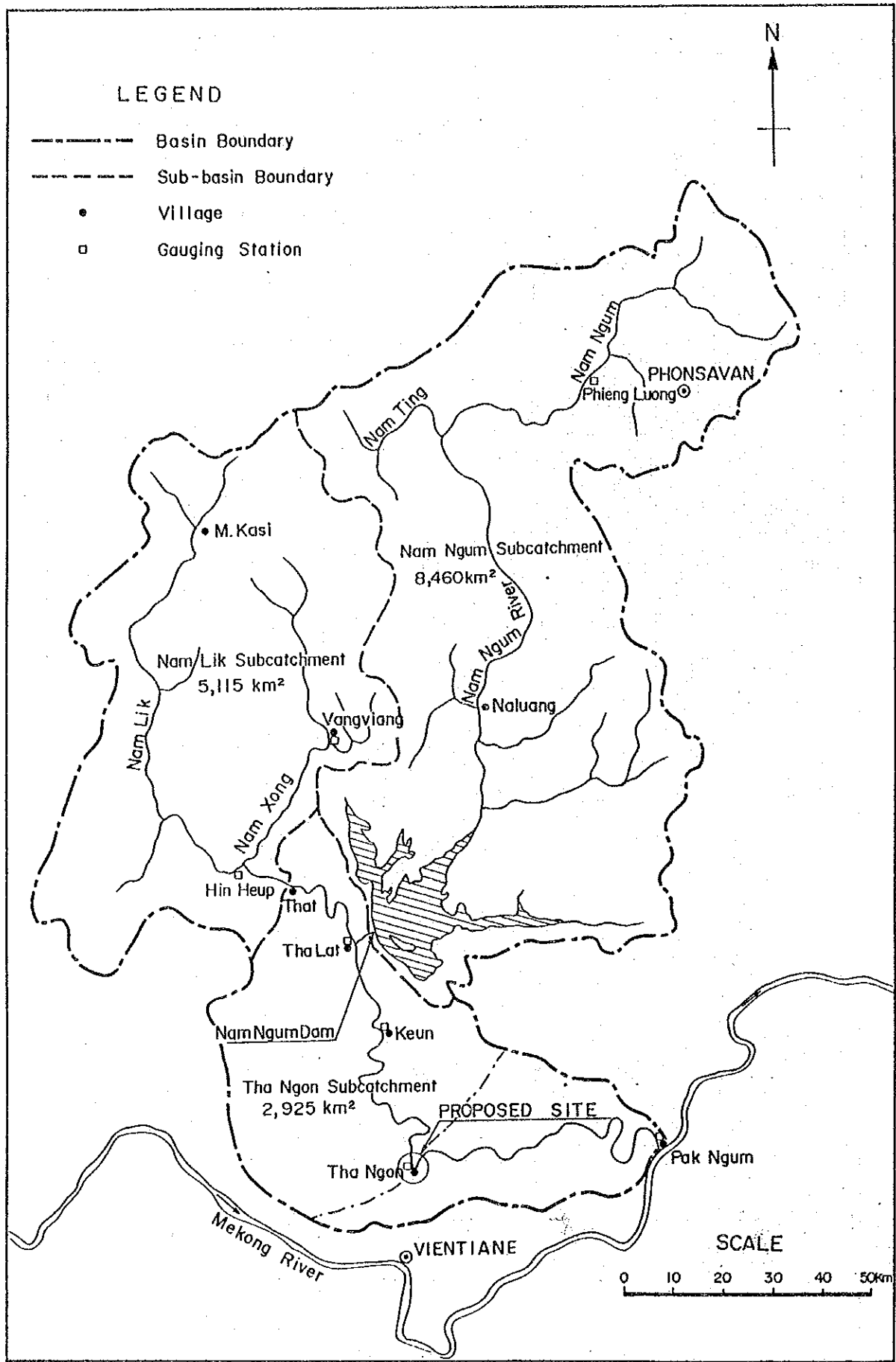


図 7. 4 ナムグム河流域図

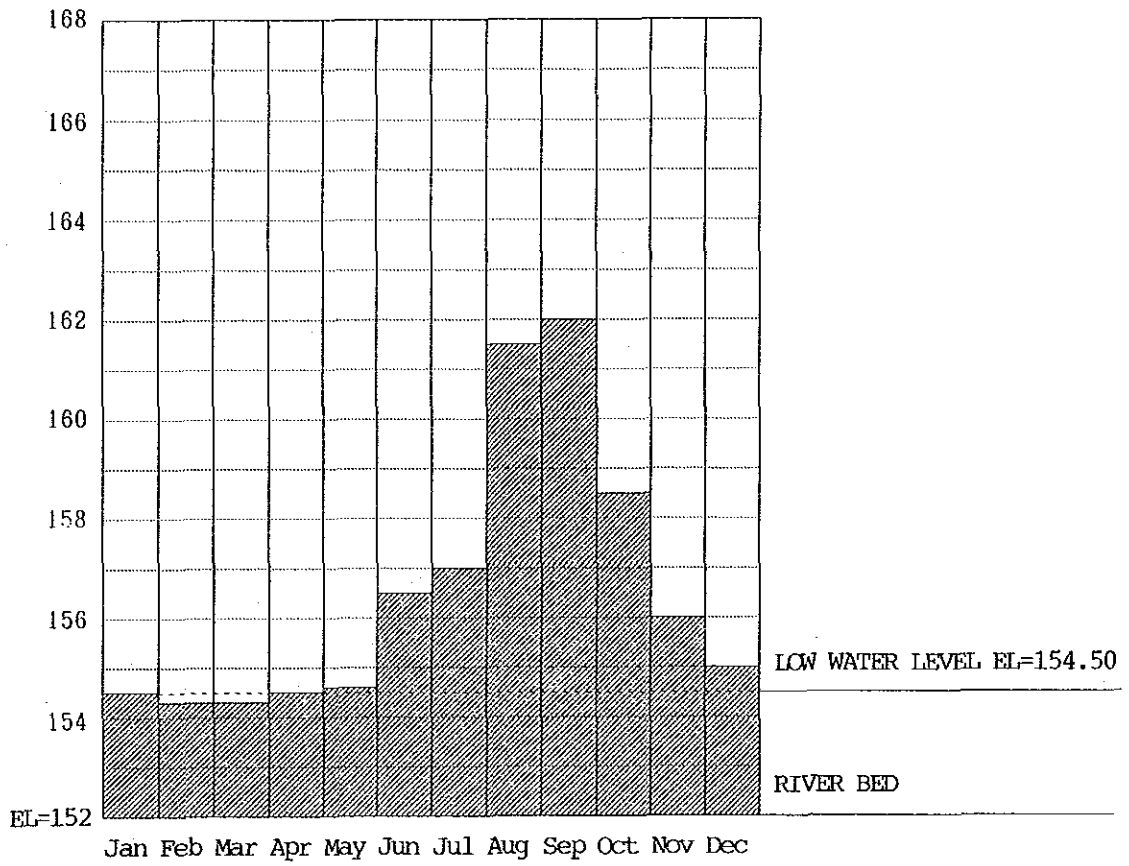


図 7.5 ナムグム河の月別平均水位 (1972 - 1989)

第 8 章 予 備 設 計

第8章 予備設計

8.1 設計方針

設計の基本方針として、以下の諸点を考慮した。

- a) ラオスの有する設計基準を最大限利用する
- b) 洗掘防止策を考慮する
- c) 将来の維持管理を容易にする
- d) 技術移転を極力計る

これら上記の他に、環境面から以下の問題についても考慮することとした。

工事施工中

- a) ナムグム河への、切土部分及び杭基礎工事からの土砂流入（灌漑用ポンプに対する影響を含む）
- b) 土砂の水田への流入

工事完了後

- a) 盛土材料を採取した後の、土取り場の処理

これらの基本的な問題を十分考慮して、設計作業を進めることとした。

8.2 予備設計の実施方針

ラオスの設計基準を最大限採用する観点から、当該国における過去の類似プロジェクトを調査した。この結果、アジア開発銀行による最初の道路プロジェクトである10号線の改良工事を参照することとした。

又、現在施工中のプロジェクトにおいて、それに使用されている設計基準を調査した。

現在ラオスで実施中の橋梁・道路プロジェクトを以下に示す。

Road Projects

- | | | |
|---------------------------|--------|----------|
| a) Pakse-Paksong-Saravane | 135 km | (ADB-2) |
| b) Vientiane-Vangvieng | 165 km | (ADB-3) |
| c) Vangvieng-Luangprabang | 240 km | (ADB-4) |
| d) Pakse-Savannakhet | 270 km | (IDA-1) |
| e) Savannakhet-Pakkading | 270 km | (IDA-2) |
| f) Vientiane-Thabuk | 93 km | (SIDA-1) |
| g) Thabuk-Pakkading | 105 km | (SIDA-2) |

Bridge Project

- | | | |
|-----------------|--|----------|
| a) Sedon bridge | | (USSR-2) |
|-----------------|--|----------|

ラオスの、現在の道路設計基準は、諸外国の設計基準を基にかなりの修正・変更をして作られている。従って、現在でも恒久的に確定された設計基準はないと言える。本計画調査では、アジア計画銀行が行った10号線改良工事に使用され、現在のラオスの基準の基となったものを日本の基準と対応させ、修正したものを使用することとした。この基準は当初SMECにより修正変更され、その後多少の変化をみて、現在でも13号線の改良工事に使用されている。

一方、ラオスには橋梁の設計基準がないため、橋梁の設計基準としては日本の基準を使用することとした。維持管理の観点から、橋梁は維持管理の極力少ないものを計画設計することとした。これは現在ラオスにて、バンハイ橋及びティンキョウ橋の維持補修が、費用及び作業実施に関し大きな問題を持っていることから考慮されたものである。又、河床の洗掘に対する処置も十分考慮することとした。

8.3 道路設計基準

8.3.1 ラオスの設計基準

まず、計画道路の等級を、求められる機能、経済活動、技術的・政治的及びその他環境への影響などを考慮して決定する必要がある。

現在ラオスではプロジェクト毎に設計基準を設定している。当初1981年に当時のMTP（現在のMCTPC多雨が設計ガイドラインを設定した。その後、1984年にSnowy Mountain Engineering Corporation (SMEC) によりAASHTOを基礎とした改訂設計基準（表8.1）が提唱された。この基準はヴィエンチャン州にて使用されている。しかしこれを完全な設計基準と呼ぶには余りにも簡易に過ぎるものであった。従って現在までもオーストラリア、英国、スウェーデン等種々の基準が使用されている。従って、日本の設計基準を含めた数種の設計基準を比較検討し、本計画に最適な設計基準を設定することとした。表8.2に日本の設計基準（3種1級及び2級）とラオスの設計基準（IV及びV）を示す。

8.3.2 設計基準の設定

種々設計基準を検討・協議した結果、本計画には、改訂されたラオスの設計基準IV級を基本的に使用する事とし、その一部を日本の設計基準で変更・修正することとし

た。ラオスの設計基準Ⅳ級は現在施工中の13号線改良計画で使用されている。建設費の低減、安全走行、歩行者及び自転車の安全等を考慮し、本計画ではラオスのきじけⅣ級と日本の設計基準3種3級を使用することとした。

1) 設計速度

設計速度は、幾何線形、すなわち最小半径、片勾配、最大縦断勾配、曲線長等の決定に影響を持つものである。ラオスの基準Ⅳ級では設計速度を80km/時としており、一方日本の基準は60km/時である。計画路線は主として平坦地を通過することから、本計画では80km/時を採用することとした。

2) 車道幅員

ラオス及び日本の設計基準双方とも、車道幅員は3.0mである。将来交通量をも勘案し、本計画でも3.0mの車道幅員とする。

3) 路 肩

ラオスの地方道もしくは州道は1から1.5mの路肩を採用している。本計画では、タゴン周辺で歩行者及び自転車の通行が多いことから、路肩幅員を1.5mとする。一般に路肩は土の路肩、土砂路肩（ハードショルダー）及び表面処理路肩（シールドショルダー）の3種類とされている。本計画では表面処理路肩を、路体に対する耐水処理として、採用することとした。又、車両が一時停止するための路肩としてはハードショルダーを採用することが望ましい。

4) 最小曲線半径

日本の基準では、設計速度60km/時に対して半径200mとされ、望ましい値としては400mが推奨されている。運転の快適さ、安全性及び平坦地を走る道路であるなどの観点から、本計画では最小半径として400mを採用する。

5) 最大縦断勾配

ラオスの基準では80kmの設計速度に対し最大縦断勾配は6%としている。また、日本の基準ではこれを5%と規定している。地形条件及び車両の追越しなどを考慮すると、この数値は小さいことが望ましく、本計画では最大4%として設計することとした。

6) 片勾配

日本の基準では10%と規定されている。ラオスの基準はこれに言及していないこ

とから、本計画では10%を採用する。

7) 採用された設計基準

以上述べたように、本計画の設計基準はラオスの基準及び日本の設計基準の双方を勘案し、現況及び将来を考慮にいれて最終的に策定された。採用された設計基準は以下のとおりである。

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)	80 km/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

8.4.1 設計基準

活荷重

日本の設計基準を、以下の諸点を考慮にいれて、本計画では採用することとした。

- ラオスで現在実施中の“National Transport Study”ではAASHTOのHS 20-40の25%増しの活荷重を採用し“許容応力度法”による設計を提案している。
- 日本の橋梁設計基準はAASHTOの基準を日本の実状に合うよう改訂したものである。
- ラオスに強い影響を与える、隣国タイでは国道の橋梁に対しHS 20-40を規定している。

8.4.2 採用された橋梁設計基準

以下の基本的設計基準を策定した。

1) 設計基準

現在の日本で使用されている橋梁設計基準を使用する。

2) 車道部の荷重

日本の基準に従って、T-20とL-20荷重を採用する。

3) 歩道部の荷重

350 kg/m²とする。

4) 地震荷重

0.05Gを採用する。

5) 考慮する風速

40m/sec とする。

6) 気 温

設計気温を+15°

7) パラペット（胸壁）への衝突荷重

2 ton/mとする。

8) 材料及びその許容応力

a) 主構造物に対するコンクリート

	Bored Pile	Substructure & Deck Slab	Main Girder
Specified compressive strength (kg/cm ²)	σ _{ck} =300	σ _{ck} =240	σ _{ck} =350
Young's modulus (kg/cm ²)	2.8x10 ⁵	2.5x10 ⁵	2.95x10 ⁵
Unit weight (t/m ³)	2.5	2.5	2.5
Flexural extreme fiber stress (kg/cm ²)	70	80	125
Axial compressive stress (kg/cm ²)	65	65	85
Shear stress (kg/cm ²)	3.9	3.9	5.0

b) プレストレス用鋼材

桁の延長方向に鋼線をまた、横断方向に鋼棒を使用する。

c) 鉄筋

J I S G 3112で規定された S D 35もしくは同等の鋼材を使用する。許容応力度としては；

通常の構造物に対し	:	1,800 kg/m ²
床板に対し	:	1,400 kg/m ²
水面下又は地下水面以下	:	1,600 kg/m ²
降伏荷重	:	$\sigma_{sy} = 3,000 \text{ kg/m}^2$

9) 裏込め材料

単位重量	:	$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^2$
内部摩擦角	:	$\phi = 30^\circ$
土の粘性度	:	$C = 0$
受動土圧	:	常時 $k_{ah} = 0.304$ $k_{av} = 0.054$
	:	地震時 $k_{ah} = 0.363$ $k_{av} = 0$

10) 安定

転倒に対し

常時 $e < B / 6$

地震時 $e < B / 3$

滑動に対し

常時 $F > 1.5$

地震時 $F > 1.2$

地盤支持力

常時 $q_a = 40 \text{ t/m}^2$

地震時 $q_a = 60 \text{ t/m}^2$

基礎と地盤との摩擦係数

$$\mu = 0.6$$

11) 計画高水位

計画高水位は前述のとおり、168mとする。

12) 適用する基準

日本道路協会発行の、“道路橋設計基準”を適用する。

- i) Common Specification
- ii) Concrete Bridge
- iii) Substructure

8.5 道路の予備設計

8.5.1 路線の概要

建設が予定されている地域はバンタゴン（タゴン村）、バンナ及びバンハイである。これらの村はヴィエンチャン市に属している。計画地位は標高 168mから 187mの平地及び丘陵地であり、10号線から分岐する始点付近の両側は水田と僅かな住居が存在する。この始点付近は近々灌漑計画が実施される予定となっている。

始点周辺の平坦地を過ぎると、路線は上り勾配となり、バンナの住居地域の外周を通過する。この地域は雑種地で、丘を上りきったところで、タゴンの市場から養魚場へ通じる道路と交差する。この後路線は雑種地を通り、農務省の訓練施設に近接して走り、架橋地点に達する。右岸架橋地点は、先の灌漑計画の一貫として建設が予定されている、ポンプ場の約 100m上流である。

渡河後、路線は再び雑種地及び僅かな耕作地帯を通り、その中心に墓地を有する森の西外周を通り抜け、10号線に合流する。

8.5.2 道路用地幅 (Right of Way)

ラオスの基準では、道路用地として2種類の用地幅を設定している。30mの用地幅は州道に適用され、40mの用地幅は国道に適用する。本計画道路は10号線（州道）であることから、用地幅は30mとする。

8.5.3 道路線形

計画路線の線形は平面的には、2つの右曲線と1つの左曲線の、計3つの曲線からなり、縦断面には5つの縦断曲線を包含している。路線はタゴンの手前約 1.5 kmにある陸軍キャンプ地を過ぎた地点から半径 900mの曲線を持って右に分岐する。平坦な

水田地帯を過ぎ、路線は約1.6%の上り勾配をもって、半径700mの左曲線に入る。丘を登りきると、市場と養魚場及びタゴン農場を結ぶ道路と交差し、以降下り勾配1.6%で架橋地点に達する。

橋梁は1.6%の下り勾配をもってナムグム河を渡河する。橋梁の渡河角度は85°である。渡河後550mの直線区間を経て、路線はバンハイの森の西側を再度右に進み現在の10号線に合流する。この最後の曲線半径は450mである。

路線の前半1,000mは水田地帯を通り盛土区間であり、その後1,200m間は切土となる。渡河後、バンハイ側は総て盛土となる。予備設計での主要工事数量は、路床工33,585㎡、路盤工31,234㎡と表面処理（舗装）26,868㎡である。

8.5.4 道路構造

道路の構造は大別すると幾何構造に類するものと層構造である。幾何構造の主要な部分については既に述べたので、ここでは幅員関係について言及する。計画路線に接続する現況の10号線は3m幅員の車道が2車線と1.5mの路肩で構成されている。これの概略交通容量を計算すると約120,000台/日となり、本計画で推計された2010年の交通量に対して十分な容量を持つと言える。前後の現況道路がこの幅員構成であり、設計基準も3.0mの車道幅員を取ることとしていることから、本計画路線の幅員を3m幅員の車道2車線、1.5mの路肩を設定することは妥当であろう。

層構造について考察すると、舗装構造は計画耐用年数に十分対応する必要がある。本件の耐用年数は通常の維持管理及び定期的維持管理を実施する条件の下で20年とされる。現在の10号線の舗装状況を見ると、本計画案の舗装構成も、これに準ずる構成で十分であると結論された。しかし、計画路線は切土区間と盛土区間が有るため、この各々で舗装構成を変化させ、対応することとした。

8.5.5 舗装

舗装は路床、下層路盤、上層路盤、表層とから構成される。盛土区間に限って、良質の盛土材をもって30cmの層厚の路床を設けることとする。下層路盤はラテライト又は川砂利混入のラテライトを使用し20cmの層厚とする。上層路盤は川砂利にラテライトを混入した材料を使用し15cmの層厚に仕上げる。

表層は篩分けされた川砂利を利用し D B S T (Double Bituminous Surface Treatment)を行う。これは簡易舗装に類するものであり、日常の維持管理が必要不可欠である。又7年毎に定期的な維持管理(再舗装/re-surfacing)が必要である。

8.6 橋梁の予備設計

8.6.1 架橋地点の概況

架橋地点の水深は乾期で 2.5~3 m, 雨期において10から13mである。水位の上昇は6月から始まり、最大水位は通常8月, 9月に記録される。橋脚は水中工事となるため乾期中の施工が絶対条件であるが、乾期が短く水位上昇が急激であるため、作業の安全性に十分注意を払う必要がある。

河床表面約3 mはゆるい河川堆積物で構成されており、河床洗掘の危険も大きい。右岸の軟質沖積層上の地盤の安定や、裏込めの沈下についても十分な注意が必要である。

右岸の橋台付近は桁の製作場所や作業用としては非常に狭い。従って計画道路を桁製作及び保管用地として使用することが求められると共に、橋梁架設のためのアクセス道路としても使用されるべきである。

8.6.2 上部工

橋梁延長を決定するに当たり、橋台全面を高水位の線と堤体方面の延長線との交点の外に(最小限交点上に)位置するべきである。これに則って橋台位置を決定すると、橋梁延長は 230mとなる。

橋梁は 7.5mの車道部、 2.5mの歩道及び 0.4mの 0.6mのパラペットからなる、総幅員11mを持つ。7.5mの車道部は3 mの車道と0.75mの路肩を持つからなる。歩道は橋梁の上流側に設置し照明施設及びバルコニーを橋脚の位置に設置する。

以下に橋梁の特性を述べる。

1) 橋 床

橋床は 200mmの厚さをもつプレストレストコンクリート床板である。床板の一部はプレストレストコンクリートの桁のフランジでもあり、間詰めコンクリートを打

設後に横締めされる。床板は連続床板として考え、日本の設計基準のT荷重を設計に使用する。

2) 桁

約46mのポストテンションコンクリート桁である。桁は200mmの部材厚を持ち、桁高2,400mm、フランジ幅（桁上部の全幅）は1,500mmである。

3) 高欄

コンクリート縁石上にメタルの高欄を設置する（図8.2 Type-2）。高欄の高さは、上流側（歩道側）では歩道表面から1.1m、下流側では車道表面から1.1mである。

4) 歩道

歩道部はコンクリート舗装であり、歩道内部に将来の水道・電気等の設置可能とする。

5) 橋面排水

橋面排水として铸铁パイプを車道端に設置する。

6) 支承

支承はネオプレーンを鋼板を補強したタイプのものを使用する。

7) 伸縮継手

櫛形伸縮継手を使用する。

8.6.3 下部工

1) 橋台

逆T型形式の橋台を建設する。翼壁は片持ち梁形式のものとし道路中心部に平行とする。

2) 右岸橋台

右岸橋台の高さが、支持地盤が現地盤より6m下にあることから15mを必要とする。しかし経済（工費）上の観点から、これを11.5mに低減し、その差3.5mは貧配合のコンクリートで置き換えることとした。

3) 踏掛板

残留沈下により路面に段差が発生することを防ぐ意味で、200mm厚、幅10m、長

さ 8 m の踏掛板を左岸の橋台に設置する。

4) 橋 脚

鉄筋コンクリートの壁式橋脚が、図 8.1 に示す “Design Recommendation for Type of Piers” に従って選定された。これの選定に当たっては、技術及び経済の両面から検討された。橋脚は 6 本のリバース杭により支持された 1.8m 厚のフーチング上に、1.5m の壁厚をもった橋脚と、片持ち梁の桁受け (Pier head) からなる。1 基の総重量は 1,220 トンである。

5) 橋脚基礎

現場打杭の 1 種である、リバースサーキュレーションドリル工法の杭基礎が採用された。

6) 照明及びバルコニー

照明は、歩道部の外側で且つ橋台、橋脚の位置に設置する。これに合わせバルコニーも設けることとする。

8.7 概略の工事数量

以下の表に予備設計に基づいた、工事数量を示す。

Description	Class	Unit	Quantity	Remarks
(1) Pile Foundation (Bored pile 30 No)				
Bored pile	1.5 m dia.		30	15 m length
Concrete	o28=300kg/cm ²	m ³	890	
Reinforcing Steel	D13-D25	kg	93,200	
Casing	1.6 m dia.	m	394	
(2) Sub-structure				
Excavation		m ³	10,600	
Concrete	o28=240kg/cm ²	"	1,790	
	o28=150kg/cm ²	"	490	
Formworks		m ²	2,190	
Reinforcing Steel	D13-D25	t	237	
(3) Super-structure, 30 nos. of girder				
Concrete	o28=350kg/cm ²	m ³	1,190	
	o28=240kg/cm ²	"	390	
Formworks		m ²	1,400	
Prestressing steel		kg	71,500	
Grouting		m	11,500	
Reinforcing Steel	D13-25	t	181	
(4) Approach Road, 3.56 km length				
Subgrade		"	33,585	
Base course		"	31,234	
Double bituminous surface treatment		"	26,868	

8.8 予備設計図面

8.8.1 取付道路の予備設計図面

これまで述べた条件と設計基準にともづき、取付道路の予備設計を行った。詳細は図面集に示したとおりである。

8.8.2 橋梁の予備設計図面

予備設計の橋梁一般図を図8.3及び8.4に示す。これらの詳細については、図面集に示すとおりである。

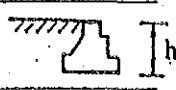
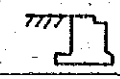
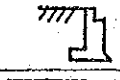



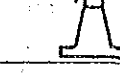
表 8.1 SMEC による改訂道路設計基準 (1984)

Design Class ADT Terrain	VI up to 50			V 50 to 300			IV 300 to 1000			III 1000 to 3000		
	F	H	M	F	H	M	F	H	M	F	H	M
Min. Design Speed Kph	60	40	30	60	40	30	90	80	50	100	90	70
Max Gradient %	6	8	10	6	8	10	5	6	8	4	5	7
Width of Surface M	4 to 6			6.5	6.5	5.5	6.0	6.0	5.5	7.0	6.5	6.5
Width of one shoulder M	nil			(1.5)	(1.5)	(1.0) *2	2.0	1.5	1.0	2.5	2.5	2.5
Width of Roadway M	*1 4 to 6			6.5	6.5	5.5	10	9.0	7.5	12	11.5	10
Minimum Radius M	As table 3.4 for 10% max superelevation											
Non Passing Sight Distance M	As table 3.5											
Width of Bridge M L < 20	3.5 - 4.0			3.5 - 4.0			10.0 - 7.5			12 - 10		
between kerbs L > 20	3.5 - 4.0			3.5 - 4.0			7.5 - 8.2			8.3 - 9.3		
Design Live Loading	HS 15-44			HS 20-44			HS 20-44			HS 20-44		
Axle Load Limit M.ton				9			9			9		
Right of Way M	25			35			40			50		
Surface & Type	Granular			Granular full width or single lane single or double surface treatment with granular shoulders			Multiple layer bituminous surface treatment bituminous Macadam, Road Mixed or AC			Initial Multiple bituminous surface treatment overlay with Road Mix or AC		






表 8.2 設計基準の比較検討

	Japanese Standard		Lao PDR Standard	
	National Road & Provincial Road	National Road	Provincial Road	Provincial Road
Average Daily Traffic(for Design)	500 - 4,000	> 20,000	300 - 1,000	1,000 - 3,000
Terrain	Flat	Hilly	Flat	Hilly
Design Class	Grade 3, Class 3	Grade 3, Class 1	IV	III
Design Speed(Km/hr)	60	80	80	90
WIDTH				
Que Lane(m)	3.0	3.5	3.0	3.0
Shoulder(m)	L=0.75(0.50) R=0.5	L=1.25(0.75) R=0.5	1.5	2.5
Side Walk(m)	1.50(0.75)	1.50(0.75)		
Pedestrian and Dicycle Way(m)	2.00(1.50)	2.00(1.50)		
Roadway(m)	7.5	9.5	9.0	11.5
Bridge-way(m)	7.50(7.00)	9.50(8.50)	7.50-8.20	8.30-9.30
Minimum Radius(m)	200	400	250	
Maximum Gradient(%)	5%	4%	6%	5%
SIGHT DISTANCE				
Overtaking(m)	75	160		
Braking(m)	250	500		
Design Live Load	TL-20, TT-43	TL-20, TT-43	HS 20-44	HS 20-44
Axle Load Limit(kgf)	16,000 or 13,000	16,000 or 13,000	9,000	9,000

Abutment

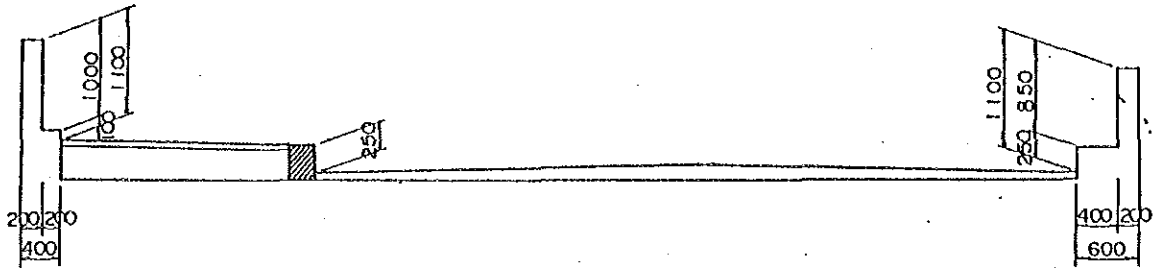
Type	Height (m)				Sketch
	10	20	30		
Gravity Type Abutment	4				
Semi-Gravity Abutment	6				
Reversed T-type Abutment	6	12			
Counterforted Abutment					
Rigid Frame Abutment		15			
Cellular Abutment		12			
Spill-through Abutment		15			

Pier

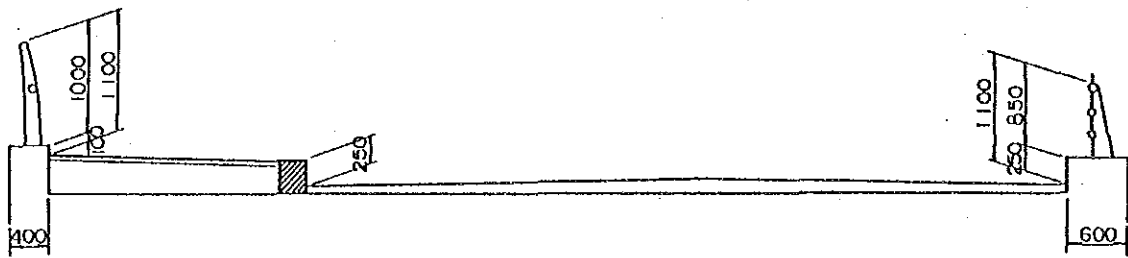
Type	Height (m)				Sketch
	10	20	30		
Twin Column Pier (R.C slab bridge only)		15			
Rigid Frame Pier (one layer)	5	15			
Rigid Frame Pier (two layer)		15	25		
Wall Type Pier (including hollow type)					
I-shaped Hollow Pier			25		

- Economically applicable
- Applicable but not economical

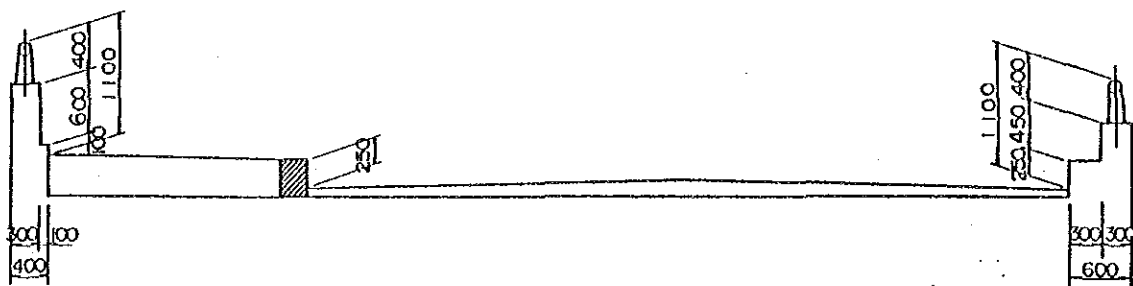
図8.1 推奨される橋台及び橋脚形式



TYPE-1 (Concrete Parapet with Curb)

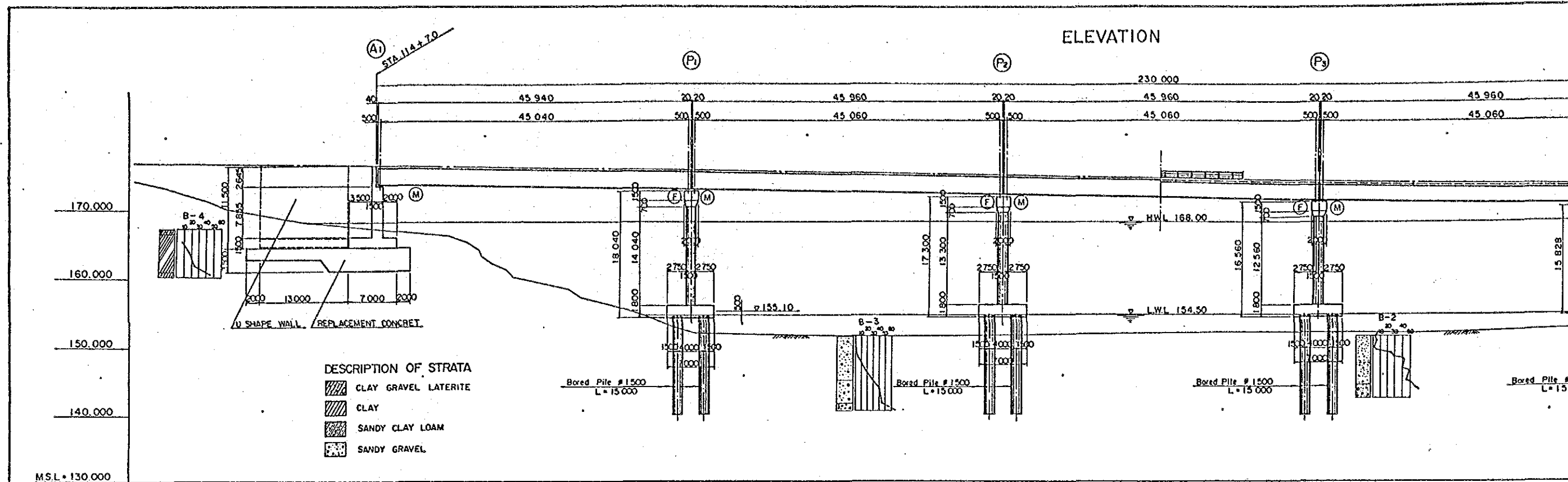


TYPE-2 (Open-Type Metal Rail with Curb Base)

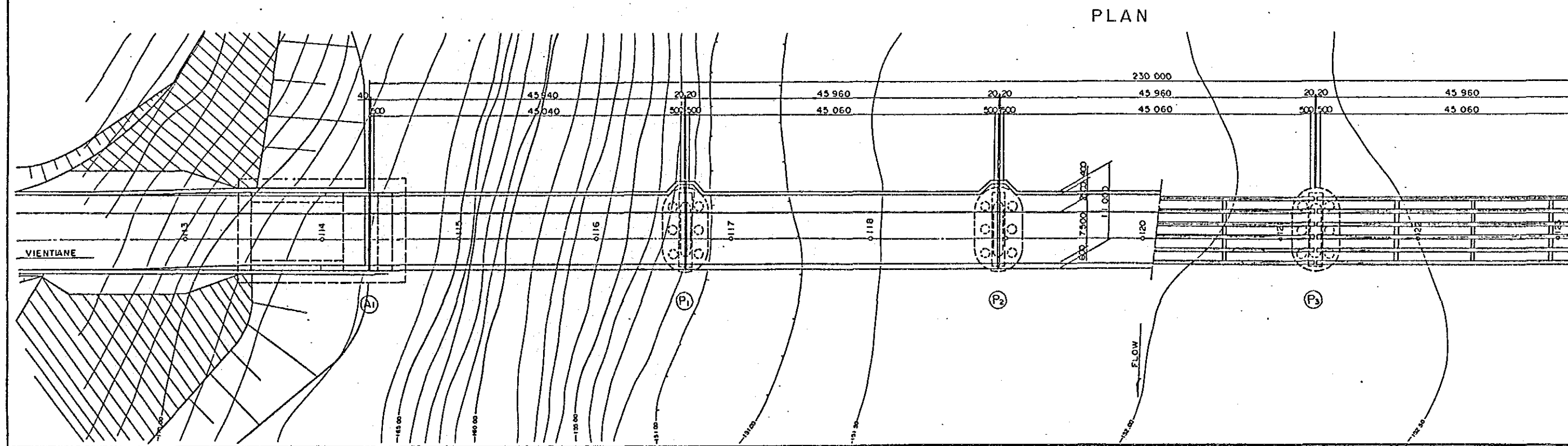


TYPE-3 (Concrete Parapet with Metal Top Rail)

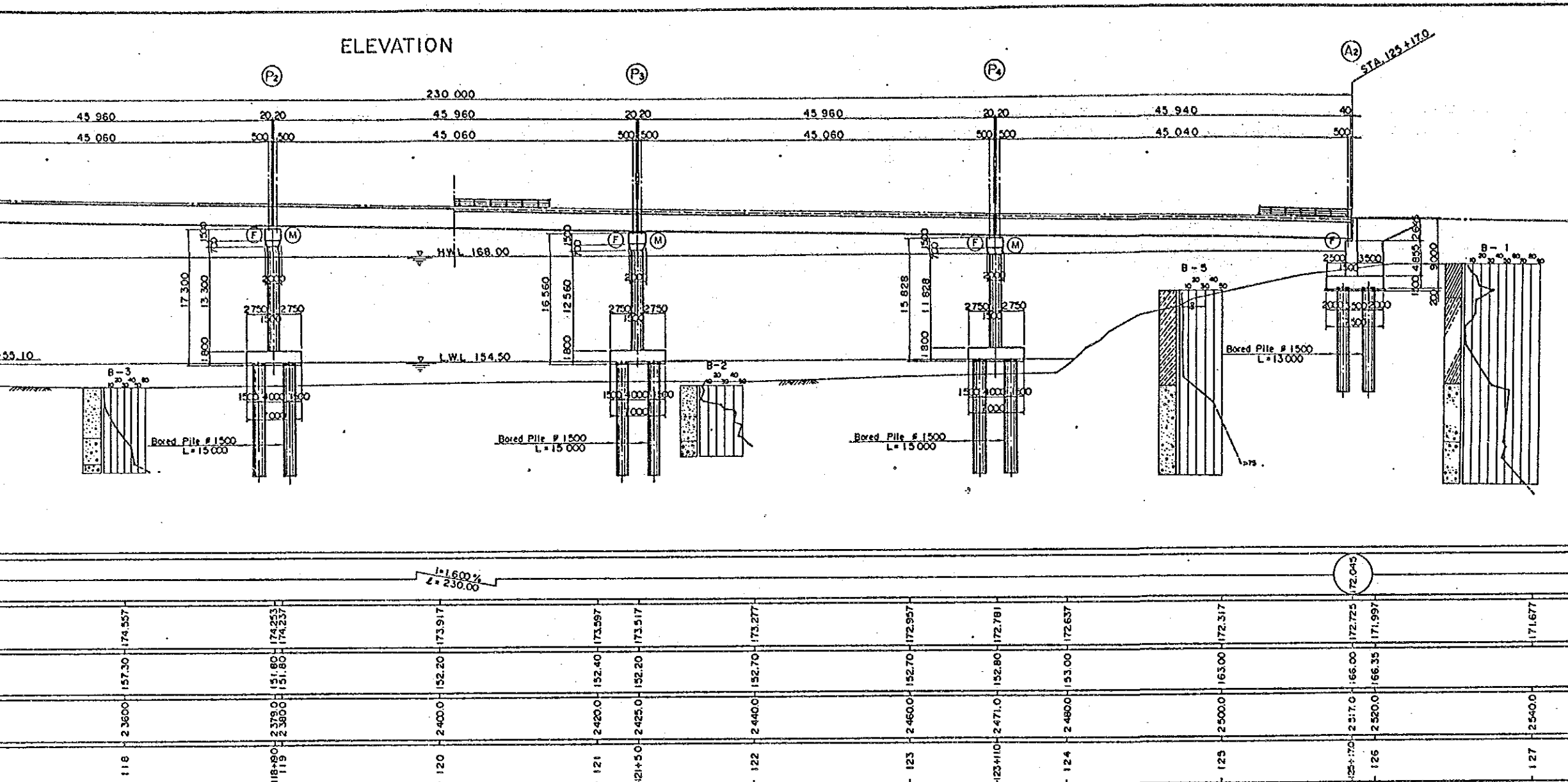
図 8. 2 比較検討される高欄形式



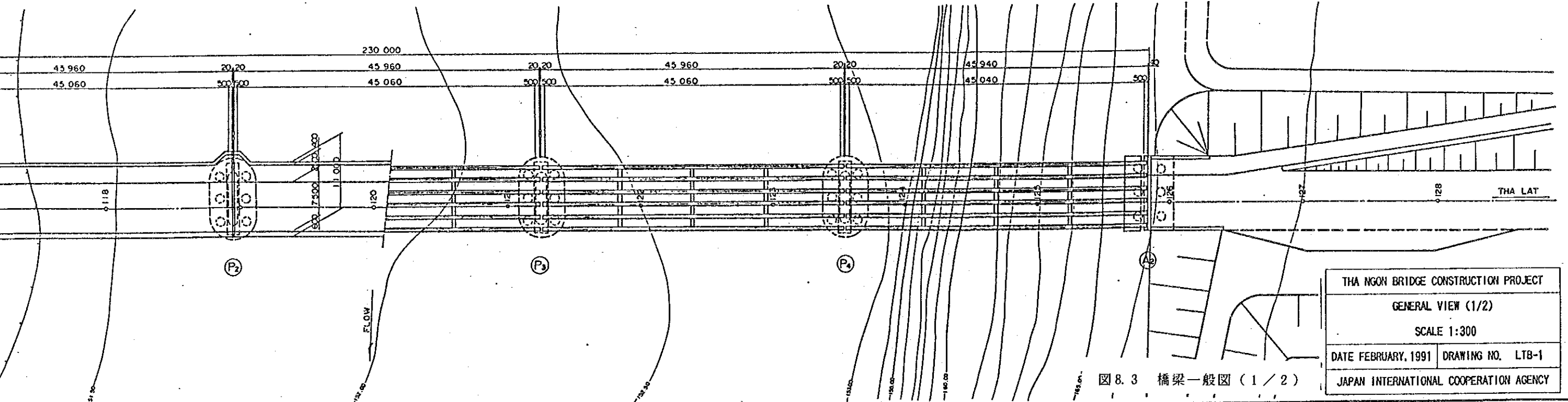
STATION	CUMULATIVE DISTANCE	GROUND LEVEL	ROAD LEVEL	GRADIENT
113	22600	171.92	176.157	
114	22800	167.77	175.637	
114+70	22870	167.00	175.725	1:1.600% Z = 230.00
115	23000	165.20	175.517	
116	23200	157.30	173.197	
116+30	23330	152.50	174.989	
117	23400	151.40	174.877	
118	23600	157.30	174.957	
118+90	23780	151.80	174.253	
119	23800	151.80	174.253	
120	24000	152.20	173.917	
121	24200	152.40	173.997	
121+50	24250	152.20	173.517	
122	24400	152.70	173.277	
123	24600	152.70	172.957	



ELEVATION



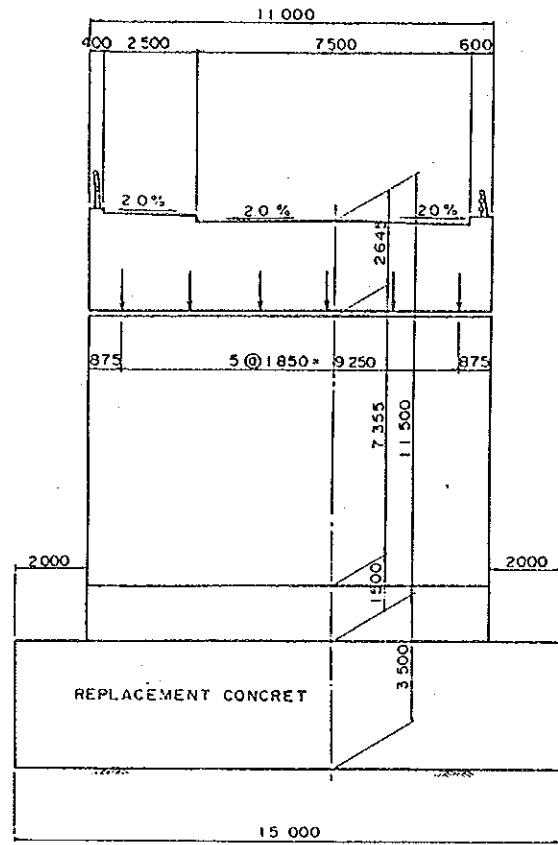
PLAN



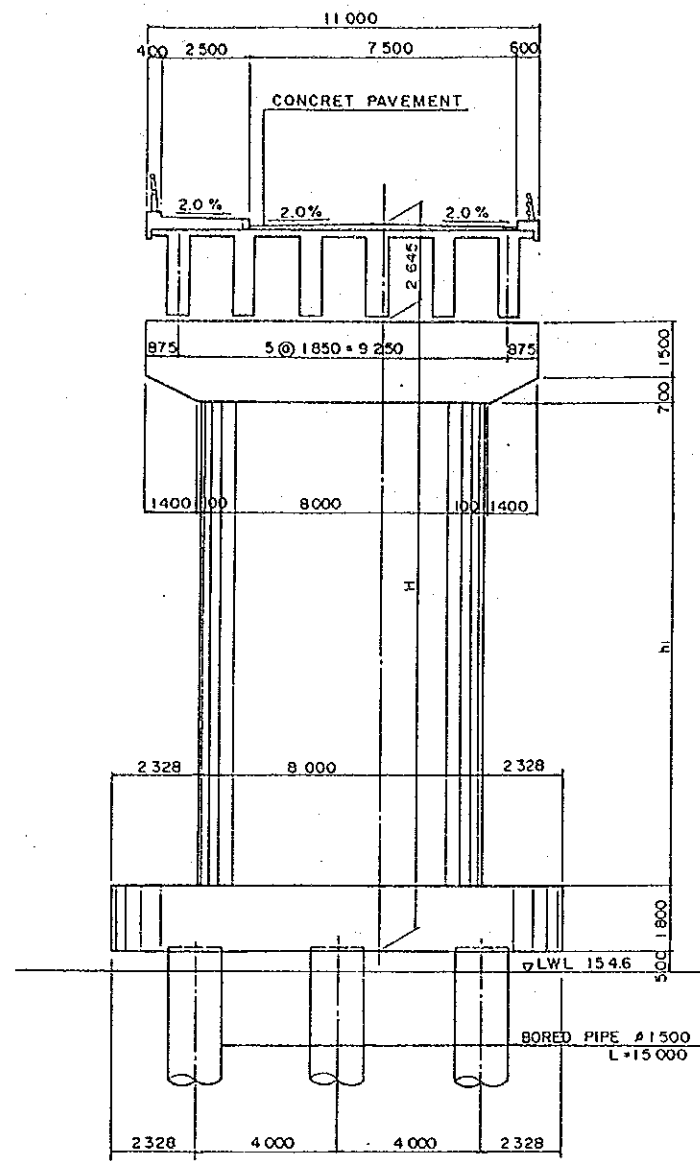
THA NGON BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT	
GENERAL VIEW (1/2)	
SCALE 1:300	
DATE FEBRUARY, 1991	DRAWING NO. LTB-1
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

图 8.3 桥梁一般图 (1/2)

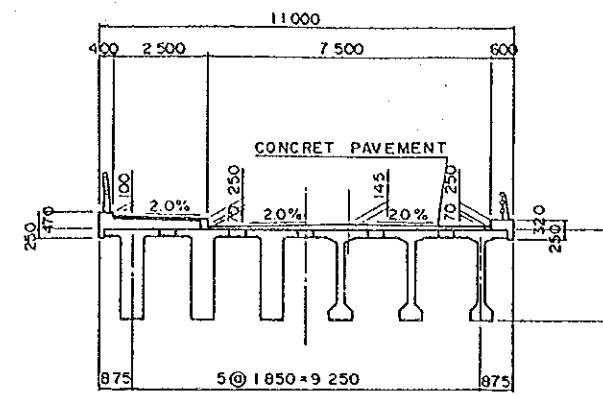
A1 ABUTMENT SCALE 1:100



PIERS SCALE 1:100



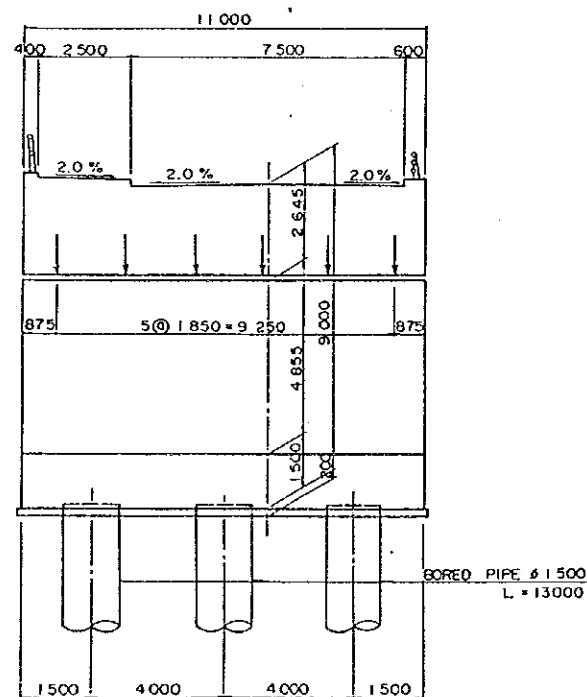
SECTION SCALE 1:100



DIMENSION OF PIERS

	H	h
P 1	18 040	14 040
P 2	17 300	13 300
P 3	16 560	12 560
P 4	15 828	11 828

A2 ABUTMENT SCALE 1:100



DESIGN STANDARD AND CRITERIA

DIMENSIONS	TYPE	5-SPAN PRESTRESSED CONCRETE T-GIRDER BRIDGE
LENGTH		230 M
SPAN		45.060 M
WIDTH		OVERALL WIDTH: 11.0 M
		CARRIAGEWAY : 7.5 M
		SIDEWALK : 2.5 M
DESIGN ROAD	LIVE LOAD	DECKS: T-20(JAPANESE STANDARD)
	SEISMIC ROAD	GIRDER: L-20() 0.05 G
MAIN GIRDER	CONSTRUCTION	GIRDER ERECTION METHOD
	CONCRETE	C _{ck} = 350 kg/cm ²
	PRESTRESSING STEEL REINFORCING BAR	SWPR 7A : SWPR 19 SD 30 (JIS G 3112)
SUBSTRUCTURE	CONCRETE	C _{ck} = 240 kg/cm ²
	REINFORCING BAR	SD 30 (JIS G 3112)
FOUNDATION	BORED PILE	P _a = 354 T/PILE
	SPREAD FOUNDATION	Q _a = 40 T/M ²

THA NGON BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT

GENERAL VIEW (2/2)

SCALE 1:100

DATE FEBRUARY, 1991 | DRAWING NO. LTB-2

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图 8.4 桥梁一般图 (2 / 2)

第9章 施工計画及び概算工事費

第9章 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橋梁建設計画を実施する。
事業の実施体制を以下に示す。

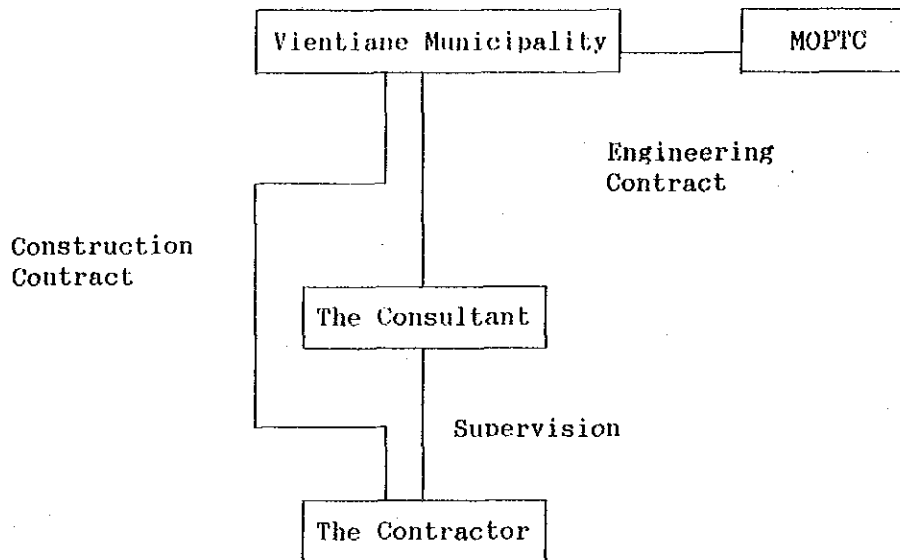


図9.1に示した組織を持つMCTPCはその関連する部局が、ヴィエンチャン市のDCTCを技術的に援助するものとする。また、DCTCの組織を図9.2に示す。

9.2 施工計画

9.2.1 現地材の最大利用

事業の実施に当たり、以下の事柄を考慮することとする。

- a) 現地資機材の最大利用
- b) 雇用機会の創出と現地労働力の最大・有効利用

9.2.2 特記事項

- 1) 現地建設業者の能力

外国からの建設業者が主としてこの事業実施に携わる。現地業者は、技術者及び経験不足から、橋梁工事の主要部分を請け負うことは、不可能と考えられる。しかし取付道路工事に関しては、数社が施工能力を有しており、これら作業の下請けは十分可能である。

2) 現地労働者

ラオスには労働法がないため、外国建設業者は、現地労働者との紛争を避けるためにも、現地の会社を通じて労働者を雇用することが賢明である。

3) 建設資材

現地で調達可能な資材は非常に限られており、ほとんどを、輸入に頼ることになる。現地調達可能な資材は骨材、瀝青材及び木材等に限られる。

4) 建設機械

大部分の建設機械は外国より持ち込む以外に方法はない。現地で借り上げ可能な建設機械は一部の土工機械類である。

5) 雨 期

河川内で施工する橋梁下部工事は雨期の影響を受けるため、作業工程を綿密に立てる必要がある。また、作業の安全性にも最大の注意が必要である。

6) 主桁架設

100トン以上の重量を持つ主桁が手延工法で架設されるため、施工の安全性に十分注意を要する。

9.3 工事計画

9.3.1 準備工・仮設

18,000㎡の架設ヤードをタゴン側に設け、事務所、コンクリートプラント、倉庫、作業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の橋台に隣接する場所をとり、主桁2本分の製作と20本の保管が出来る面積とする。

作業用水はナムグム河から取水する。建設業者の宿舎及び連絡事務所はヴィエンチャンに設けることとする。

9.3.2 下部工

1) 仮栈橋

6 m幅員の仮栈橋を、場所打ち杭及び橋脚の施工の為に、E L = 161.00m付近にナムグム河を横断して仮設する。この仮栈橋は、年間を通じて（可能な限り）資材を右岸から左岸に運搬する目的にも使用される。この仮栈橋はH鋼、Hパイプ及び覆工板を用いて仮設され、杭は振動杭打ち機にて打ち込まれる。この他、E L = 156 m付近に場所打ち杭の施工のため、各橋脚に総計4基のプラットフォームを設ける。

2) 場所打ち杭

場所打ち杭は橋脚の基礎及び左岸橋台の基礎として施工される。杭径は1,500mm、杭長は15mとし、リバーサーキュレーションドリル工法により施工される。これの施工にはパワーユニットとクレーンを各々別個の台船上設置し、ロータリーテーブルをプラットフォーム上にセットして行う。詳細は図9.3に示す。

この施工順序は以下のとおりである。

- a) 振動杭打ち機によるスタンドパイプ打ち込み
- b) リバー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

3) フーチング及び橋脚

フーチングは杭基礎の上に建設される。これの下端は、水位の上下による乾湿から品質の低下が発生するものを防ぐ意味で、推定低水位である154.5m以下の水中にあるものとする。

9.3.3 取付道路

1) 左岸側

約46,000の盛土が必要である。横方向流用盛土はその全数量を賄うに不足している。従って不足分はハットキャン周辺の土取場からの搬入盛土とする。盛土を必要とする地域は軟弱地盤であるため、1日当り10cm程度の盛土速度とする。舗装工は、盛土完了後6ヵ月間圧密沈下安定期間を取った後に行う。又、路床材料として、良

質の材料を選定、使用する。

2) 右岸側

架橋地点へのアクセス道路として、バンナから架橋地点迄の道路が必要である。又、主桁の製作・保管ヤードとして約40,000㎡の用地がこのアクセス道路に沿って必要となる。これらの作業から発生した残土処理は、周辺の低地に捨土することで解消される。これら右岸側の作業に付添した作業として以下に述べるものがある。

- a) タゴンマーケット周辺のバス停留所の整備
- b) 歩道と側溝の整備
- c) 交差点部の拡幅

9.3.4 工事用アクセス道路

右岸側では、現況のタゴンマーケットから養魚場を経由してタゴン農場へ向かう道路を、初期のアクセス道路として使用する。この現道は6mの車道幅員と両側に1mの路肩を有している。舗装は表面処理に過ぎず、かなり破損していることから、事前の維持管理・補修作業が必要となる。

左岸側では、ナムグム渡河後北約200mに、幅員5mの土道が橋梁仮設地点へ向かっている。バンハイ側での架橋地点へのアクセス道路としては初期段階でこの現道が利用できる。しかし土道でもあり、周辺住民が利用していることから、日常の維持管理が必要である。

9.4 建設資材と機械

9.4.1 ラオスで調達可能な資機材

ラオス国内で調達可能な資機材は以下のとおりである。

1) 資材

砂及びコンクリート用骨材、木材、燃料及び瀝青材

2) 建設機械

ブルドーザ、グレーダ、タイヤローラ、マカダムローラ及びダンプトラック

9.4.2 外国からの持込み資機材

上記のラオス国内調達可能品目以外は、総て外国より持ち込む必要がある。その一部を記せば：セメント、鉄筋、鉄骨、クレーン、コンクリートプラント等である。

9.5 工程計画

9.5.1 設計及び入札

図9.4に示すように、設計、入札及び契約の工程として12ヶ月が必要である。今回実施された予備設計は、引き続いて行われるべき基本設計及び詳細設計に対し十分耐えるものである。

9.5.2 施工工程

工程上最もクリティカルな部分は、雨期の影響を受ける橋梁下部工の場所打杭及び左岸の軟弱地盤上の盛土である。図9.4は通常の施工速度で工事を実施した場合の施工工程である。これは仮栈橋をEL=161.0 mの位置に架設し、水位の上昇を考慮しながら、この仮栈橋を利用して橋梁下部工及び資材運搬を行うものである。雨期の、水位が硬い期間中はこの仮栈橋の使用が出来ぬ為、作業の一部を中止せざるを得ない。従って雨期の影響を考慮すると工事期間は契約後36ヵ月となる。

架設建物、橋梁架設地点へのアクセス道路、仮栈橋などの準備工は水位が高くなる施工初年度の7月までに終了すべきである。

最初の雨期が終わり水位がEL=154.0 mに上がる迄、橋脚の杭基礎はその施工を待たなければならず、また、下部工は次の雨期が来て水位が上昇する前に完了しなければならない。従って、2シフトの作業が、短期間に作業を完了させるために必要である。高度の施工技術と施工管理が必要である。

9.6 概算工事費

9.6.1 積算の為の基本設計

1) 積算基礎年

積算に用いた価格等の設定は1990年8月とする。積算は外貨分として日本円を、内貨分を米ドルで行う。

2) 費用費目の構成

ラオスにおいては、建設費積算のための様式は確率されていない。従って日本に通常使用されている積算方法を採用した。

建設費の主要費目は以下のとおりである。

a) 直接工事費

- 橋梁建設費
- 取付道路建設費
- 仮橋建設費
- その他工事

b) 間接工事費

- 仮設工事費
- 梱包輸送費
- 技術者派遣費
- 現場経費
- 一般管理費・諸経費

3) 積算法

工事費積算を行う上で、一位代価法を採用した。これに加えて、各々の単価を外貨、内貨、税金などで区分し、且つそれらを労務、材料、機械費に分解した。

4) 通貨及び為替レート

現地の労務費、材料費、機械費及びその他工事管理に関する費用は総て米ドルで算出した。表 9.1 及び 9.2 に示したように通貨の換算率（為替レート）は円・米ドル・ラオスのキップ相互間で以下の様に設定された。1 US\$ = 153円 = 715kip

Date	TJB	TTS	A/S
30 Dec 89	710	717	717
Jan 90	710	717	717
Feb 90	710	717	717
Mar 90	710	717	717
Apr 90	710	717	717
May 90	710	717	717
Jun 90	710	717	717
Jul 90	710	717	717
20 Aug 90	705	715	715

5) 建設業者

工事内容及び工事規模から考察して、建設業者は国際入札を経て決定されるべきである。

6) 積算における補足条件

工事費積算に際しての補足的条件を以下に示す。

a) 材料単価

現地調達可能な資材はヴィエンチャンの1990年8月における市場価格であり、米ドル表示である。

b) 労務費・人権費

ヴィエンチャン市での労務単価を以下に示す。

Wage for Local Labour

<u>Category</u>	<u>Minimum Rate of Monthly Salary</u>
Common labour	US\$ 60 - 160
Skilled labour	80 - 210
Welder	90 - 250
Mason	90 - 210
Carpenter	120 - 250
Mechanic	120 - 290
Brick layer	90 - 210
Concrete worker	90 - 250
Steel bar and fixer	90 - 250
Painter	90 - 250
Lorry/Truck driver	90 - 250
Operator	100 - 340
Foreman	150 - 160
Guardman	60 - 80

Note : (1) Workable conditions are : 25 days/month, 8 hrs/day
(2) The least figure for each category show the minimum rate which shall be applied to the foreign

Minimum Rate for Local staff Applied for
the Foreign Firms or International Agency Offices

Kind of Job	Minimum Rate of Monthly Salary
Secretariat	US\$ 130
Interpreter	100
Secretary office	90
Receptionist	90
Typist	90
Technician	120
Driver	90
Cooker	90
Service man or women	90
Night guard	90
House maid	80
Cleaner	80
Gardener	80
Post man	80
Sunday guard and Sunday night guard	40

c) 機械損料

日本にて採用されている機械損料は、本件にも採用する。機械損料は減価償却費、維持補修費等を含む。

d) 用地費・補償費

本計画実施に係る道路用地内の用地買収費及び補償費用を以下に示す。

i) 用地買収費

水田	:	0.86	US \$ / m ²
居住地	:	1.15	US \$ / m ²
果樹園	:	1.15	US \$ / m ²
耕作地・畑地	:	0.58	US \$ / m ²

ii) 補償費

木造家屋	:	10,000	US \$ / 棟
------	---	--------	-----------

e) 現地労務者の作業効率

日本人労働者の 1/3と判定し、積算に反映させた。

Labour Costs/Wage and Allowances

(US\$)

Labour Category	Basic salary established (A)	Overtime allowances (0.21A)	Recruit cost and fringe benefit (0.14A)	Total (B)	Daily cost B- 25 days (rounded)
Foreman	340	71	48	459	18
Special worker	290	61	41	392	16
Plant mechanic	290	61	41	392	16
Formwork carpenter	250	53	35	338	14
Steel fixer	250	53	35	338	14
Scaffolding man	250	53	35	338	14
Welder	250	53	35	338	14
Electrician	250	53	35	338	14
Plant Operator	250	53	35	338	14
Heavy driver	250	53	35	338	14
Light driver	225	47	32	304	12
Concrete worker	210	44	29	283	11
Common worker	210	44	29	283	11
Helper	160	34	22	216	9
Unskilled worker	160	34	22	216	9
Light worker	160	34	22	216	9

Note: (1) The rate of overtime allowances for the basic salary established for the F/S is calculated as: $A \times 21 \text{ Hours Overtime/month} \times 2.0$ (twice the normal hourly cost)/(8 normal working hours per day $\times 25$ days/month)=0.21A

(2) Labour category is set forth to comply with and cover the classified labours by the Ministry of Construction of Japan

9.6.2 単 価

1) 建設機械使用料

ヴィエンチャンにて調達可能な建設機械の借り上げ費用を以下に示す。現在の建設市場の状況を勘案して、日本から持ち込む建設機械に関しては、別途積算過程にてその使用料を計算した。

Equipment			Construction Enterprise No.10 (US\$/day)	Private Company (US\$/Hr)
Bulldozer	9 ton	class	310	64.3
	12 ton	class	510	85.7
Backhoe	0.3 m ³	class	-	42.8
	0.6 m ³	class	-	57.1
	1.2 m ³	class	300	
Dozer shovel	0.8 m ³	class	-	71.4
Tired shovel	1.4 m ³	class	250	1\$/7m ³ per loading
Motor grader	3.7 m	class	250	42.9
Dump truck	4 ton	class	-	17.1/day
	6 ton	class	-	21.4/day
	8 ton	class	-	25.7/day
Flatbed truck	2 ton	class	-	14.3/day
Tired roller	8-15 ton	class	190	42.9
Steel roller	10 ton	class	-	42.9
Water tanker	4000 L	class	120	21.4/day
Compressor	7 m ³		-	17.1

2) 材料単価

ラオスで調達可能な主要資材の単価（1990年8月）を以下に示す。

Item	Unit	Price(US\$)	Remarks
Fuel and oil			
Gasoline	l	0.46	ex. Tha Ngon
Diesel	l	0.37	ditto
Aggregate for concrete			
Gravel, 5-10mm	m ³	10.7	ex. Tha Ngon
10-20mm	m ³	10.7	ditto
Sand	m ³	5.3	ditto
Timber			
Class I	m ³	360.0	
Class II	m ³	290.0	
Class III	m ³	230.0	
Plywood			
12x900x1800	sheet	13.0	
9x900x1800	sheet	10.0	
Portland cement	t	183	

9.6.3 概算工事費

建設事業費の内訳を以下に示す。積算条件は先に述べた通りである。施工期間は、
図9.4に示すように、36ヵ月である。

経済評価に使用する経済コストは表9.1から9.9に示す。

Description	Financial cost (100 US\$)
Bridge	43,952
Approach road	13,337
Temporary bridge	8,260
Rivetment work	4,636
Total Direct construction cost	70,186
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
Total of Indirect construction cost	59,574
Total of Construction Cost	129,758