

国 際 連 合

メコン河下流域調査調整委員会

ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画

(ラオス国及びタイ国)

可能性報告書

第 二 部

技術的、経済的ならびに財務的研究

昭和44年9月

海外技術協力事業団

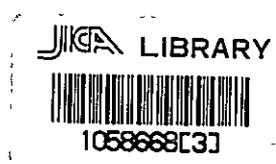
東 京

国 際 連 合

メコン河下流域調査調整委員会

ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画

(ラオス国及びタイ国)



可能性報告書

第 二 部

技術的、経済的ならびに財務的研究

昭和44年9月

海 外 技 術 協 力 事 業 団

東 京

國際務為事業團		
受入 期日	'84. 5. 17	F1212
登録地	05539	773
		USD

東京，昭和44年9月29日

提 出 状

外 務 大 臣

愛 知 揆 一 閣 下

かねて政府より，海外技術協力事業団に業務を委託されておりました，ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画の可能性報告書を，ここに提出できることを光栄に存じます。

日本政府はラオス国およびタイ国との経済交流の重要性に鑑み，昭和42年4月，メコン河下流域調査調整委員会の要請に応じて，当架橋計画の可能性調査を実施する用意がある旨，申し出ました。

事業団は昭和42年8月より10月までの約2ヶ月，および昭和43年2月より6月までの約4ヶ月間，2回に亘り調査団を派遣し，また3名からなる顧問団の諸氏には，終始，技術的助言を求めました。

本計画の目的は，メコン河に道路，鉄道併用橋を架ける事により，現在タイ国内にある鉄道とノンカイからヴィエンチャンまで延長することと，ラオス・タイ両国に分断されているアジア・ハイウェイ12号線を接続することにあります。

この報告書により，ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画は技術上，経済上，財務上から見ても可能であること，また，ラオス・タイ両国の社会的，経済的發展に大きな役割を果たすであろうという事が明らかにされました。したがって，当計画の実現が強く要求され，とりわけ，詳細設計は可能性研究が終ると同時に開始されるべきかと考えます。

終りに，熱意ある支援と協力を借しなかつたラオス国ならびにタイ国政府関係者各位に対し，また，現地調査に於て協力された，在外公館の方々，さらに，調査団の派遣に御協力頂いた日本政府の関係機関および民間コンサルタント会社に対し，厚く御礼申し上げます。

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一

1969年9月27日

伝 達 状

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一 殿

今般、日本工営株式会社に委託されておりました、ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画の可能性報告書が、無事ここに提出できることを光榮に在じます。

ノンカイ・ヴィエンチャン架橋計画は、メコン河に橋を架けることにより、アジア・ハイウェイ12号線がタイ国サラブリよりラオス国ヴィエンチャンまで完成するということと、また一つは、バンコックからノンカイを結んでいる既設タイ国鉄道をヴィエンチャンまで延長するということを目的としております。

当プロジェクトの可能性研究は、1967年4月14日、メコン委員会と日本政府との間に交された調査運用計画書の条項に従い、技術的、経済的、財務的な観点から検討がなされております。作業は4段階に分かれており、各段階の目的は下記の通りであります。

- | | |
|------|--|
| 第1段階 | 三つの架橋候補地点、ノンカイ、ヴィエンチャンおよびパモンから最有力地点を選定すべく、予備調査および研究を行なう。 |
| 第2段階 | 技術上、経済上、財務上の観点から、道鉄併用橋道路単独橋いずれを採用するか結論を出す。 |
| 第3段階 | 以上で選定された架橋地点と橋種について可能性報告書(案)を作製する。 |
| 第4段階 | 第1次、第2次および第3次報告書に基づく、メコン委員会の決定条項に従い最終の可能性報告書を作製する。 |

現在、我々はこれら4段階の作業が悉く成功裏に終了した事を御報告出来ます事を幸福に存じております。第1次作業は、1967年に、第2次作業は1968年に完了致し、第1次、2次報告書における結論および進言で述べられた次の事項について、メコン委員会はすでに承認しております。即ち(1)架橋地点はノンカイとする。(2)橋種は道鉄併用橋とする。(3)鉄道路線はC/Dルートとする。

本報告書の可能性研究結果によれば、当ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画は技術・経済・財務の面から充分信頼度の高いプロジェクトであります。最も条件の良い場合、便益費用比率は約6、内部収益率は16パーセント、最も厳しい条件の場合でも夫々1.3および12.9パーセンであります。

従って、本プロジェクトの建設資金として無償融資あるいは低金利の借款を直ちに調達することが望ましいのですが、総工事費2150万米ドル全額を早期調達することが難かしければ、先ず、引継ぎ行なわれねばならない、入札資料の準備も含めた詳細設計作業に要する40万米ドルだけでも調達す

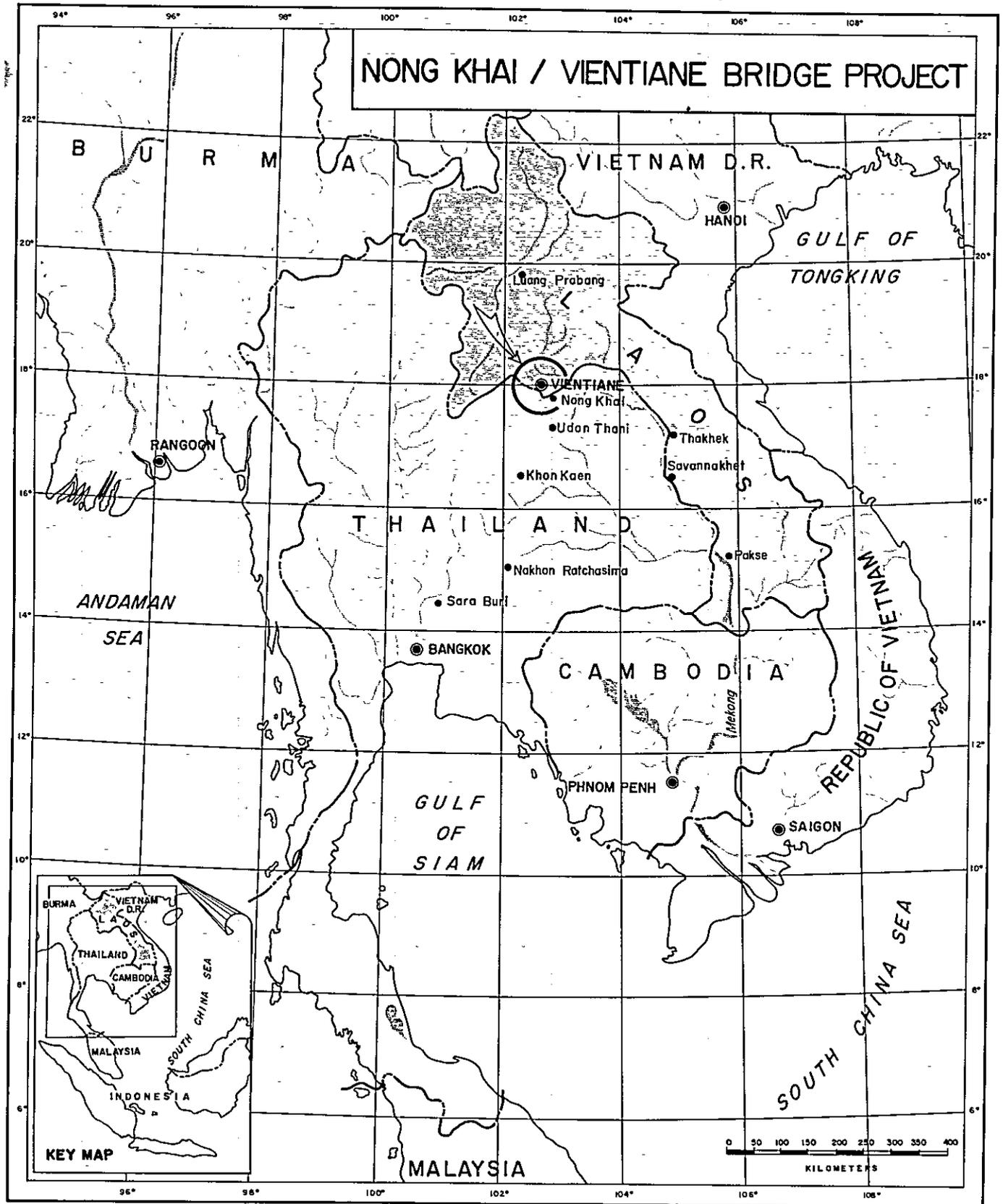
べきかと考えます。また、少くとも1年か1年半を要する詳細設計の実施期間内に当プロジェクト建設の運動を推進することも有効かと考えます。

最後に、調査中我々に協力を惜しまれなかったメコン委員会、ラオス・タイ両国政府、日本大使館および政府関係機関の関係者各位に心から感謝致します。

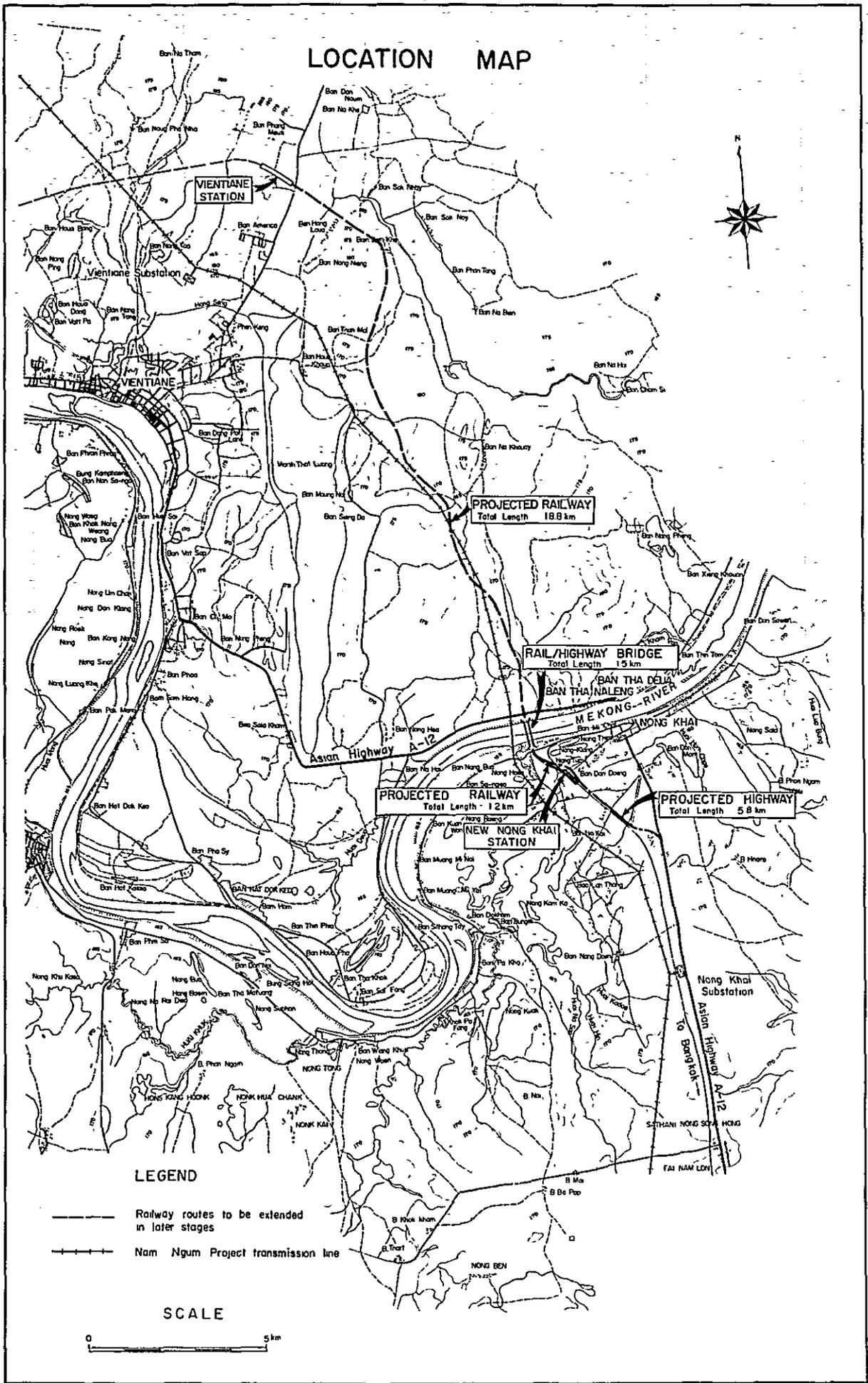
日本工営株式会社

社長 久保田 豊

NONG KHAI / VIENTIANE BRIDGE PROJECT



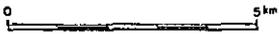
LOCATION MAP



LEGEND

- Railway routes to be extended in later stages
- Nam Ngum Project transmission line

SCALE



LAOS

VIENTIANE

NAM NGUM PROJECT
TRANSMISSION LINE

ASIAN HIGHWAY, A-12

HIGHWAY, ADMINISTRATIVE
FACILITIES

RAIL / HIGHWAY BRIDGE

MEKONG RIVER

EXISTING
FERRY FACILITY

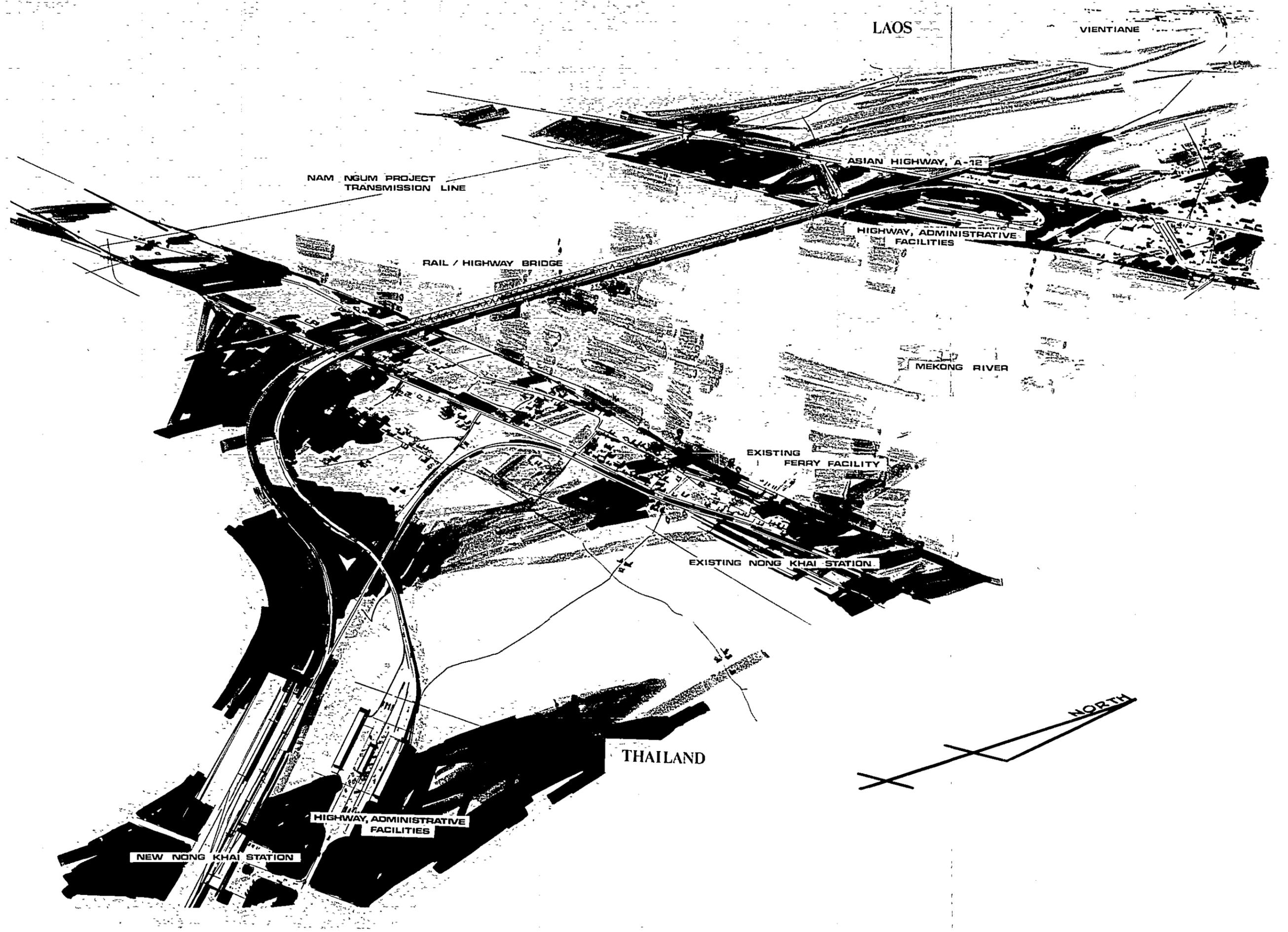
EXISTING NONG KHAI STATION

THAILAND

NORTH

HIGHWAY, ADMINISTRATIVE
FACILITIES

NEW NONG KHAI STATION



計 画 概 要

I. プロジェクト

- | | |
|---------|--|
| 1. 位 置 | バンコックの北東 670 Km, ヴィエンチャン南東 20 Km, ノンカイの上流 3 Km の地点 |
| 2. 目 的 | メコン河に道鉄併用橋を建設し, 鉄道をノンカイからヴィエンチャンまで延長。出入国および税関等の手続用管理設備も建設。 |
| 3. 総工事費 | 2,150 万米ドル |

II. 橋 梁

- | | |
|-------------|---|
| 1. 河 巾 | 640 m |
| 2. 構造型式 | |
| (i) 主橋梁 | 鋼ワーレントラス橋。三径間連続部 2 ヶ所, 二径間連続部 1 ヶ所, 懸架部 1 ヶ所。 |
| (ii) 取付橋梁 | 鉄道部 プレートガーダー橋と鉄筋コンクリート三径間連続ラーメン橋。
道路部 合成桁橋と鉄筋コンクリート三径間連続ホロースラブ橋。 |
| 3. 巾 員 | 17.8 m |
| (i) 鉄 道 | 4.0 m |
| (ii) 道 路 | 8.0 m |
| (iii) 歩 道 | 1.5 m |
| (iv) 鉄道用監査路 | 1.5 m |
| 4. 延 長 | |
| (i) 主橋梁 | 650 m |
| (ii) 取付橋梁 | 803.5 m |
| 鉄道部 | 473.5 m |
| 道路部 | 330 m |
| 5. 最大径間 | 90 m |
| 6. 橋脚基礎工 | 河岸部 2 本オープンケーソン, 河道部 8 本ニューマティックケーソン |

III. 鉄 道

- | | |
|--------|--|
| 1. 軌 道 | 単 線 |
| 2. 軌 間 | 1,000 m |
| 3. 延 長 | 20 Km |
| 4. 駅 | (i) ヴィエンチャン駅 100,000 m ²
(ii) 新ノンカイ駅 55,000 m ² |

IV. 道 路

- | | |
|--------|---------------------------|
| 1. 延 長 | 5.8 Km |
| 2. 巾 員 | 車道部, 二車線 7 m, 路肩部両側 2.5 m |

V. 管 理 設 備

48,000 m²

便 益 と 費 用

項 目	割引率 (%)	単 位	特 性 値 ¹
I. 将来交通量			
1. 自動車			
1973年		台/日	1,353
1990年		"	9,025
2000年		"	13,538
2. 鉄道貨物			
1973年		トン/日	606
1990年		"	2,737
2000年		"	3,991
3. 鉄道旅客			
1973年		人/日	380
1990年		"	2,045
2000年		"	3,025
II. 年便益	3	米ドル	7,036,300
	7	"	5,619,100
	10	"	4,794,800
III. 年経費	3	米ドル	1,195,600
	7	"	1,886,900
	10	"	2,478,700
IV. 便益費用比率	3		5.9
	7		3.0
	10		1.9
V. 内部収益率		パーセント	15.9
VI. 間接便益			
1. 木材産業			開発促進顕著。
2. 鉱業			開発促進顕著。
3. 都市開発効果			顕著。特にヴィエンチャン駅周辺。
4. 土地の価値上昇			顕著。
5. 畜産業			自給自足が期待される。
6. 在庫節約効果			大。

¹ : これらの特性値は利用者に橋の通行料を課さないという条件の下で計算された値である。

ノンカイ・ヴェンチャン間架橋計画

可能性報告書

第 二 部

技術的・経済的ならびに財務的研究

目 次

	ページ
第一章 <u>結論および進言</u>	
1.1. 結 論	1
1.1.1. プロジェクトの可能性	1
1.1.2. 決定事項と研究事項	2
1.2. 進 言	5
1.2.1. 融 資	5
1.2.2. 詳細調査および設計	5
1.2.3. 懸案事項	6
第二章 <u>緒 論</u>	
2.1. プロジェクトの必要性	8
2.2. プロジェクトの歴史	9
2.3. 調査運用計画書	10
2.4. 調査団の構成	11
2.5. 謝 辞	12
第三章 <u>一般事情</u>	
3.1. 計画地域	17
3.2. 気 候	17
3.3. メコン河	18
3.4. 地形および地質	19

	ページ
3. 5. 交通と輸送	20
3. 5. 1. 道 路	20
3. 5. 2. 鉄 道	20
3. 5. 3. メコン河渡河設備	21
3. 5. 4. その他	21
3. 6. 経済事情	22
3. 6. 1. ラオスの経済事情	22
3. 6. 2. タイの経済事情	23
3. 7. パモンプロジェクト	24
3. 8. ナム・グムプロジェクト	25
第四章 基礎研究	
4. 1. 架橋地点の選定	26
4. 2. 橋種および橋梁型式の選定	27
4. 3. 鉄道ルート of 選定	28
第五章 建設	
5. 1. 一 般	35
5. 2. 橋 梁	38
5. 2. 1. 上部構造	38
5. 2. 2. 下部構造	43
5. 2. 3. 護 岸	46
5. 3. 鉄 道	53
5. 4. 道 路	58
5. 4. 1. ルート	58
5. 4. 2. 設 計	59
5. 4. 3. 通行転換	61
5. 4. 4. 管理設備	63
5. 5. 工事計画	68
5. 6. 建設費	69
第六章 経済評価	
6. 1. 一 般	75
6. 2. 将来交通量	76
6. 3. 直接便益	87

	ページ
6.3.1. 単位便益	87
6.3.2. 均等年便益と資本化便益	87
6.4. 便益費用比率と超過便益	89
6.4.1. 均等年経費と資本化経費	89
6.4.2. 便益費用比率と超過便益	90
6.5. 内部収益率	90
6.6. 間接便益	93

第七章 財務的可能性

7.1. 一 般	96
7.2. 財務的研究	96
7.2.1. 償還計画	96
7.2.2. 償還可能な各種借款	97
7.2.3. 最適料金	98

付 表 目 次

付表番号	ページ
2.1 年代表	14
2.2 Excerpt from the Plan of Operation (運用計画書抜粋)	15
2.3 顧問団及び調査団人員名簿	16
3.1 ヴィエンチャン測水所における洪水位と洪水量	18
3.2 架橋地点における確率高水位	19
3.3 タイ国の主要工業生産高	24
3.4 パモンダムの計画概要	24
4.1 Salient Features of the Project Envisaged in the First-Phase Investigation (第一次調査時のプロジェクトの計画概要)	29
4.2 Benefits and Costs of the Project Envisaged in the First-Phase Investigation (第一次調査時のプロジェクトの便益と費用)	30
4.3 Salient Features of the Project for Nong Khai Site Envisaged in the Second-Phase Investigation (第二次調査時のノンカイ架橋地点におけるプロジェクトの計画概要)	31
4.4 Comparison of Benefits and Costs Between Rail/Highway-Bridge and Highway-Bridge Projects at the Nong Khai Site Envisaged in the Second-Phase Investigation (第二次調査時のノンカイ架橋地点における道鉄併用橋と道路単独橋の便益及び費用の比較)	32
4.5 Salient Features of Route C and Route C/D (鉄道ルートCおよびC/Dの計画概要)	33
4.6 Comparison of Benefits and Costs Between Route C and Route C/D (鉄道ルートC及びC/Dの便益と費用の比較)	33
5.1 Project Features (計画概要)	37
5.2 図 5.3 に示される 5 種の鉄道及び道路の橋上配置計画の直接工事費の比較	40
5.3 タイ国鉄設計基準の抜粋	53
5.4 Geometric Design Standards For Two-Lane Primary Highways(Rural) of Highway Department of Thailand (タイ国道路局の二重線一級道路の幾何設計基準)	59
5.5 Construction Cost(Summary) (建設費(総括))	72
5.6 Itemized Construction Cost (建設費の内訳)	73
6.1 O・D調査の実施場所と日付	76

付表番号	ページ
6.2 1967年における橋の仮想現在交通量	77
6.3 交通量の自然増加	78
6.4 架橋インパクトによる交通量の伸び率	79
6.5 将来交通量の伸び指数	79
6.6 Estimated Future Traffic, When Bridge Tolls Equal Current Ferry Charges (現行フェリー料金なみの通行料金を徴収した場合の推定将来交通量) ...	82
6.7 Estimated Future Traffic For Each Year From 1973 to 2000, When Bridge Tolls Equal Current Ferry Charges (現行フェリー料金なみの通 行料金を徴収した場合の1973年から2000年までの各年将来交通量)	83
6.8 Estimated Future Traffic, When No Toll Would Be Collected (無料橋 の場合の推定将来交通量)	85
6.9 単位便益	87
6.10 均等年便益及び資本化便益	88
6.11 均等年費用及び資本化費用	89
6.12 便益, 費用比率と超過便益	90
7.1 Financial Statements in the Case of Collecting Bridge Tolls Equaling Current Ferry Charges (現行フェリー料金なみ通行料金を徴収し た場合の償還状況)	99
7.2 Optimal Tolls, In Bahts (最適料金)	101

付 図 目 次

付図番号	ページ
4.1 RAILWAY ROUTES (鉄道ルート)	34
5.1 CLEARANCE DIAGRAMS (橋の建築限界)	47
5.2 ROADWAY AND RAILWAY LIVE LOADS (道路及び鉄道活荷重)	48
5.3 VARIOUS LAYOUTS OF BRIDGE FLOOR- (鉄道及び道路の橋上配置)	49
5.4 LAYOUT PLANS OF ADMINISTRATIVE FACILITIES AND A CHANGE-OVER POINT IN RELATION TO THE BRIDGE-FLOOR LAYOUTS OF TYPES 1 AND 2 (鉄道及び道路の橋上配置計画 1 及び 2 における管理設備及び通行転換地点の配置計 画)	50
5.5 SPAN VS. COST OF BRIDGE (橋のスパン割りと建設費)	51
5.6 GEOLOGICAL PROFILE OF BRIDGE SITE (架橋地点の地質縦断図)	52
5.7 CLERANCE DIAGRAM OF RAILWAY FOR TRACK AND BUILDING(鉄道の建築 限界)	56
5.8 EXISTING NONG KHAI AND NA THA RAILWAY STATIONS (既設ノンカイ及びナ タ鉄道駅)	57
5.9 PROPOSED ROUTES OF PROJECTED HIGHWAY (道路の候補路線)	65
5.10 RELATION BETWEEN THE TAKE-OFF CLIMB SURFACE OF THE RUNWAY AND THE NECESSARY VERTICAL CLEARANCE FOR THE PROJECTED HIGHWAY (飛 行場離陸角度と新設道路建築限界との関係)	66
5.11 CLEARANCE DIAGRAM OF THE PROJECTED HIGHWAY (道路の建築限界)	67
5.12 CONSTRUCTION TIME SCHEDULE (建設工程表)	70
5.13 CONSTRUCTION FACILITIES (仮設備)	71
6.1 ORIGIN-DESTINATION SURVEY POINTS AND TRAFFIC FLOW AS OF 1967 (1967 年における O・D 調査地点と交通量)	81
6.2 RELATION BETWEEN BRIDGE TOLLS AND TRAFFIC (橋の通行料金と交通量との 関係)	84
6.3 FUTURE TRAFFIC VOLUMES, AS RELATED TO BRIDGE TOLLS (各種通行料金に 対する将来交通量)	86
6.4 TRAFFICS AND BENEFITS (交通量と便益)	91
6.5 INTERNAL RATE OF RETURN (内部収益率)	92
7.1 INTEREST RATE AND REPAYMENT PERIOD OF LOAN THAT CAN BE AMORTIZED BY TOLLS (償還可能な各種借款の利率と償還期間)	100

プレート目次

プレート名

1. General Map (計画地域図)
2. General Layout (一般配置図)
3. Bridge : Plan, profile and typical cross sections
(橋梁：平面，縦断及び標準断面図)
4. Bridge : Profile (橋梁：縦断図)
5. Bridge : Substructure (橋梁：下部構造)
6. Bridge : Pier and bank protections
(橋梁：橋脚保護工及び護岸工)
7. Bridge : Rigid frame (1) (橋梁：ラーメン橋(1))
8. Bridge : Rigid frame (2) (橋梁：ラーメン橋(2))
9. Bridge : Hollow slab (橋梁：ホロースラブ橋)
10. Railway : Stations and typical cross sections
(鉄道：駅及び軌道標準断面)
11. Railway : Plan and profile (1) (鉄道：平面及び縦断(1))
12. Railway : Plan and profile (2) (鉄道：平面及び縦断(2))
13. Railway : Plan and profile (3) (鉄道：平面及び縦断(3))
14. Railway : Plan and profile (4) (鉄道：平面及び縦断(4))
15. Railway : Plan and profile (5) (鉄道：平面及び縦断(5))
16. Railway : Plan and profile (6) (鉄道：平面及び縦断(6))
17. Railway : Flood bridges (鉄道：避溢橋)
18. Railway : Overpass and culverts
(鉄道：跨道橋とカルバート)
19. Highway : Administrative facilities and typical cross sections
(道路：管理設備及び道路標準断面)
20. Highway : Plan and profile (道路：平面及び縦断)

別 冊

可能性報告書の一部をなす次の二冊の報告書が本書以外
に別冊で用意されている。

第一部 「要約及び進言」

第三部 「技術・経済資料」

貨 幣 換 算 率

1 米ドル = 20.5 パーツ = 500 キップ

第 一 章

結 論 及 び 進 言

1.1 結 論

本書の結論として述べられる事は、ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画の可能性と、メコン河下流域調査調整委員会（以下メコン委員会という）、ラオス政府・タイ政府及びその他の関係者各位からの要請により行なった種々の研究結果である。

1.1.1. プロジェクトの可能性

ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画は技術的・経済的あるいは財務的にも可能である。本計画は何ら技術的に困難な点を有せず、ラオス・タイ両国に多大の利益をもたらすことは疑いない。

橋梁の技術的确实性は橋梁基礎地盤が堅固であるか否かによる。メコン河河床の試錘は第二次調査で行なわれ、堆積層の下に横たわる新鮮なシルト岩は十分な支持力を持つことが判明した。橋梁の基礎はこの新鮮なシルト岩の上に建設される。この場合、基礎工が確実に強固なシルト岩上に据えられるよう、特にニューマティック・ケーソンが採用される。又、橋脚のまわりには木工沈床を施し、河床洗掘を防ぐ。

これら水中工事の施工は困難な事ではなく、又、その他の工事も含めて、何ら重大な技術的問題は発生しないであろう。

特に、二、三技術的問題点を上げれば(1)河岸の浸食、(2)道路のルート沿いに採取された土が水浸膨脹という性質をもつため、付近の土が道路や鉄道の盛土材料として不適なのではないかという土質工学上の問題点、(3)1966年ヴィエンチャン平野やノンカイの町を水没させたような異常洪水から建設構造物を護ること等である。

これらの問題点は、詳細設計の段階で再検討することが望まれるが、一応の解決は本報告書でもなされており、又技術者に施工を躊躇させる程のものではないことは明らかである。

本プロジェクトの主要構造物は主橋梁及び取付橋梁、鉄道、道路及び管理設備から成る。

建設費は総額で2,150万米ドルと推定され、その内訳は取付橋梁を含めた橋梁が900万米ドル、鉄道850万米ドル、道路が管理設備も含めて400万米ドルである。

本計画完成の暁には、多大の便益が生み出され、無料橋で割引率を3パーセントとした場合、その額は年間700万米ドルにも上るであろう。現行フェリー料金なみの橋の料金を徴収した場合、年利10パーセントで割引いても年間便益額は340万米ドルと推定される。

又、便益費用比率は前者の場合で5.9、後者の場合では1.3であり、内部収益率も夫々15.9パーセント及び12.9パーセントと、この種のプロジェクトの最小率と見なされている12パーセントをいずれも越えている。

本計画は以上の直接便益の他にも、各種間接便益をもたらす。間接便益の大部分は、貨幣価値に

換算することはできないが、ラオス・タイ両国の地域開発に大きく貢献することは間違いない。例えば、輸送費の節減により、物価の値下げ需要の伸びが予想されるし、輸送時間の短縮からは、商店や工場における在庫品の節約が期待される等々である。この外、考えられる事項は、計画地域内及び周辺の都市開発効果と地価の騰貴、鉄・銅・石炭石等天然資源開発価値の上昇、木材産業及び畜産業の促進等々である。

本計画の財務的可能性の点から次の事が言える。橋の利用者から、現行フェリー料金と同額の通行料金を徴収するならば、例えば年間利率10パーセント償還年限23年という条件の借款で建設費を融資しても、借款は十分その償還期限内に償還可能である。しかし、橋の通行料金はせいぜい現行フェリー料金の半額までに押えることが望ましい。こういう場合には、年間利率4パーセントで21年の償還年限のものや、年利3パーセントで償還年数20年とかいった借款を調達することが望ましい。

先ず、はじめに無償融資を探す方が良い事は言うまでもない。又、例えば次のような二種の金利をゆるし得るような借款があるならば、当プロジェクトにとっては非常に有利である。即ち、橋の供用初期において交通量の少ない最初の10年ないし15年間は年利3パーセント程度の低利をゆるし、交通量が大きく伸びた残りの30年ないし25年間は年利10パーセント程度の高利とするような借款である。さらに次のように借款を借りかえる事も有利である。即ち、最初年利3パーセント、償還年限20年ないし25年の低利な借款の融資を受け、次に年利10パーセント償還年限20年程度の高利な借款に切りかえることである。

上述の如く、ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画は技術的・経済的さらに財務的な面から見ても、可能なプロジェクトであり、無償融資やソフトな借款が得られれば一層多大な便益をもたらすであろう。

1.1.2. 決定事項と研究事項

第一次、第二次調査報告書および可能性報告書(案)を通じて、ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画の可能性研究が行なわれたがその間、橋梁調査団はメコン委員会、諮問委員会およびラオス・タイ両国政府の関係者各位から多くの有意義な意見をいただいた。調査団は可能性報告書の作製に当りこれらの意見を充分検討し、次の結論を得た。

(1) 架橋地点

架橋地点の選定は第一次調査報告書において詳しく検討されているが、本報告書第四章にもその概要が述べられている。他の二つの架橋候補地点ヴィエンチャンおよびパモンと共に比較研究を行なった結果、メコン委員会はノンカイ地点を最終的に選定した。

(2) 橋種

ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画として、道鉄併用橋とすべきか道路単独橋を採用すべきか、その橋種に関する研究は第二次調査報告書に於いて詳しく行なわれたが、本書第四章でもその概要を述べている。

メコン委員会は、ラオス・タイ両国の社会経済の総合的見地から見て道鉄併用橋が道路橋に勝るとし、道鉄併用橋を最終的に選定した。

(3) 鉄道及び道路の橋上配置

本報告書の5.2.1.項及び、第二次調査報告書において詳述されているように、図-5.3に示される5種の配置計画について比較研究が行なわれ、最終的にはプレート3に示されるものが採用された。即ち、道路の二車線の分離は行なわず、二車線道路と単線鉄道は並列して、トラス部材の内側に配置される。

(4) 橋脚保護

本報告書の5.2.2.項に詳しく述べられ、プレート-6にも見られるように、河床洗掘から橋脚を守るために木工沈床が施工される。ニューマティックゲソン沈着のために橋脚建設個所に設けられる築島は橋脚保護のため工事完了後もそのまま残される。尚、築島とは鋼矢板の囲いの中にメコン河の川砂をつめたものである。

(5) 護岸

本書5.2.3.項及びプレート6に示されるように、兩岸の法面には蛇籠を列べその下端にはコンクリート塊が積まれる。この護岸工事の施工区間はラオス側で120m、タイ側で150mである。

(6) 架橋地点下流に建設中の造船技術訓練所に橋が与える影響

この報告書で提案した架橋地点は造船技術訓練所の上流端から約150m上流に位置する。実際問題として橋が同訓練所に与える影響を予測することは困難である。

メコン河は造船技術訓練所の上流で蛇行しているため、毎年乾季に同訓練所の前に砂州が現われるのが現状である。

砂州の状態は第二次調査で測量され、図面-2にも示されている。橋が同訓練所に与える影響とは橋脚によって起される洗掘作用がこの砂州にどんな影響を与えるか、又、洗掘された土砂が下流域のどの辺まで堆積するかという事である。

橋梁調査団は、砂州に与える影響を知る為、第二次調査中、深淺測量により、ヴィエンチャン市上流6Km地点のメコン河にあるヴィエンチャン水道給水塔周辺の河床洗掘状況を調べた。調査結果は第二次調査報告書にその詳細が述べられているが、この結果から判断する限り造船技術訓練所が橋脚による洗掘作用の影響を受けるとは思われない。しかしながら更に確かな裏付けを得るため、詳細設計の段階では水理実験により洗掘及び堆積の状況を調べる事が望まれる。

(7) 鉄道路線

第二次調査報告書及び本書第四章に於て詳しく述べられているように図4.1に示されるC/Dルートがメコン委員会により最終的に選定された。C/Dルートはラオス領土において、タットルオン沼の東側の高いジャングル地帯を通り、ヴィエンチャンの中心地より約7Km離れた比較的標高の高い所に予定されているヴィエンチャン駅に結ばれる。

(8) 右・左側通行の転換

現在、ラオス国では右側通行、タイ国では左側通行が行なわれている為、この右左側の転換を

しなければならない。5.2.1.項で詳しく述べられている通り、この通行転換については、両国に設けられる管理設備の配置及び鉄道及び道路の橋上配置の関連も考えて研究された。その結果、通行転換はラオス側で平面交差により行なうのが望ましく、将来交通量が増加し平面交差では、交通混雑が起るようになってから立体交差とすれば良いとの結論を得た。

(9) 交通量の伸び

架橋完了後の橋の交通量を推定するため、第一次調査においてO・D調査、第二次調査で、その補足調査が行なわれた。

O・D調査結果から将来交通量を正確に予測出来る期間はせいぜい20年位であろう。従って、ここでは1973年に橋の供用開始を行なうと仮定し2012年まで40年間の交通量を推定しているけれども、正確な交通量予測のなされている期間はO・D調査の行なわれた1967年から1990年に至るまでの期間であろう。

表6.6に示されているように、1973年から1990年までの間の交通量は、バス10.3パーセント、乗用車13.1パーセント、タクシー13.5パーセント、大型トラック8.4パーセント、小型トラック8.7パーセント、単車10.4パーセント、鉄道貨物9.3パーセント、鉄道旅客10.4パーセントと一定の率で増加するであろう。1990年以降の将来交通量については、控え目な増加を考えた。即ち1990年以降2000年までの伸び率に関しては毎年平均4パーセントに当る定量の交通量だけ増加すると考え2000年以降2012年まではさらに控え目に考えて交通量は増加しないと、2000年の交通量を各年の交通量と考えた。

この将来交通量は、決して過大な推定ではない。因みに、タイ国道路局の情報によれば、タイ国の主要な都市間道路の交通量は過去5年間で平均約20パーセントの伸びを示している。又、第一調査中、調査団の蒐集した資料からみればウドン・ノンカイ間の交通量は過去4年間で約10倍に増加している事がわかる。

(10) 割引率

プロジェクトの経済評価に当っては、3パーセント、7パーセント、10パーセントの3種の割引率が考えられた。経済評価は内部収益率の求める事によっても行なわれている。

(11) 積み換え費用

プロジェクトの便益評価に当っては、タナレン自動車フェリーの積み換え費用の節約額も勘定に入れた。

メコン委員会諮問委員会では、「道鉄併用橋でヴィエンチャン駅が建設された場合、仲介業者に現在支払っている費用は必要ではなくなり、又、バンコックからヴィエンチャンまでの直接出荷が鉄道又は道路で行なわれる場合は、ヴィエンチャンにおける輸入品目の原価低減額の推定が、橋による輸送費及び積換え費の節減額の推定より数段重要であろう」と言っている。

調査団は上記2事項を充分認識しており本書では間接便益として考慮されている。

1.2. 進 言

本プロジェクトにとって強く望まれる事は、詳細設計の早期実施とプロジェクト建設資金の調達である。加えて、可能性研究の結果新しく浮び上ってきた本計画に関係する二、三の懸案事項の解決も決も欠く事が出来ない。

1.2.1. 融 資

本報告書の可能性研究結果から判るように、ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画は関係者各位にとってあらゆる面から見て可能であり、早期具体化の価値があることは疑う余地もない。従って本プロジェクトの建設資金として無償融資又は低金利の借款を早期調達する事が望まれる。

本計画の建設費総額2,150万米ドルを出来るだけ早く一括融資を受ける事が望ましいが、かなり時間を要するであろう。

次の段階で実施されるべき、詳細調査及び設計には少なくとも1年あるいはそれよりやゝ長い期間が必要である。したがって、入札書類の準備も含めた詳細調査設計に要する費用約40万米ドルを先ず融資することである。本計画がラオス・タイ両国にとって非常に有益であることを考え、早くこの作業にとりかかる事を強く望む次第である。

1.2.2. 詳細調査及び設計

次期作業の詳細設計には次の作業が必要である。

(1) 詳細地形測量

計画構造物の詳細設計に当っては、第二次調査中平板測量で作製された縮尺1/2000の地形図では不十分である。建設開始前に全計画地域にわたる縮尺1/500程度の詳細地形測量が必要である。

先ず第一に、両国にまたがる計画地域内のベンチ・マークの標高の統一が必要である。ハイドログラフィック・オフィス構内にあるベンチ・マークのタイ政府公認の標高と、第二次調査中ヴィエンチャンの標高170.105mのベンチ・マークV-636から追ってきた。前ベンチ・マークの標高の読みとの間には18cmの差があった。

計画構造物の建設の際、重大な誤りを犯さないためにも、ベンチ・マーク標高の二つの相違する表示は必ず避けなければならない。

(2) 詳細材料調査

コンクリート骨材、盛土材料等の調査は第二次調査中、かなり詳しく行なわれたが、計画構造物の詳細設計を行なうためには、さらに詳しい調査が必要である。

(i) コンクリート骨材調査

異なる設計圧縮強度を有するコンクリートの設計配合を決める為、あるいは、セメント及び骨材の供給計画を行なうために、最終的に選定した骨材採取地の骨材の物理特性を調べる必要がある。

(ii) 舗装工事用の川砂と川砂利

道路の表層・基層・準基層には通常、砕石が用いられるが、計画地域の近くでは、砕石の入手は困難である。このため、本報告書では、メコン河の川砂及び川砂利でも所要CBR値が得られるものと仮定し、川砂及び川砂利を使用する事を計画している。従って現場で実際にCBR試験を行なう必要がある。

(iii) 盛土材料

第二次調査中、道路の盛土材料調査を行なった結果、計画地域内の土の水が飽和すると膨脹する性質をもつことが判明した。この種の土は道路及び鉄道の路床盛土材としては不適である。

膨潤性に対処するため本報告書ではソイル・セメントを採用しているが、将来には、この工法で良いというさらに確かな実証が必要であるし、又、性質のよい盛土材料を見つけることも必要であろう。

第二次調査で行なわれた土質試験の結果は、可能性報告書の第三部「技術・経済資料」に編集されている。

(iv) パラスト

硬質のパラストは計画地域内やその付近では入手できないため、サラブリ地区やロイ地区から供給されねばならない。従って供給地の詳細調査が必要であろう。

(v) ラテライトと石材

石材についての詳細調査も必要である。

(3) 試 錘

橋脚の建設される地点での河床試錘が必要であろう。

(4) 水理実験

水理実験は河岸浸食及び河床洗掘の影響を知るのに、非常に有効である。

(5) 設計図、設計報告書、データブック、仕様書の準備

(6) 工事数量・単価・総工事費の正確な見積

(7) 入札書類の準備

1.2.3. 懸案事項

ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画に関連して下記事項の研究に直ちに着手すべきである。即ち

(1) ヴィエンチャン平野の新しい社会経済発展構想の確立と新ヴィエンチャン鉄道駅周辺の都市開発に即したヴィエンチャンの都市計画の確立。

(2) ヴィエンチャン市街地とヴィエンチャン鉄道駅予定地を結ぶアジアハイウェイ3号線(国道13号線)の拡巾。現在この道路は車道巾7mで路肩はなく、輸送能力はアジアハイウェイ12号線に劣る。したがって二車線車道の両側に25mの路肩をつける必要がある。

(3) 建設完了後、本計画の運転・維持管理に当るべき新しい運営機関の設立。本橋梁はメコン本流

に作られる最初の橋になるだろうから、ラオス・タイ両国政府の直接の支配管理の下におかれる新しい運営機関を設立することが考えられる。この機関には本計画の運営管理の全責任を負わせるべきであろう。

この運営機関は“Nong Khai / Vientiani Bridge Authority”とでも称すべきであろう。又その組織は事務局の他に運営管理、維持発展、財務、庶務、予算、経理統計、人事等々の部課をも設えるべきである。

プロジェクトの運転・維持・管理は経験のある海外の技術コンサルタントの指導の下に行なわれるべきであろう。

(4) ラオスにおける鉄道の運転・維持・管理を行なう機関の設立。現在、ラオス政府には鉄道に関する機関はないので、鉄道延長が完成した時、“Royal State Railway of Laos”とでも呼ばれる機関を設立する事は絶対必要である。この新機関は、ルアンプラバンやさらに北部への、又、ラオス南部への、さらには、ラオス全土の鉄道網にまで延長発展させ、自国の機関車や車輛を保有するような構想を持つべきであろう。

(5) 本橋梁の所有権の問題は、架橋完成以前に解決される事。等である。

第二章

緒論

2.1. プロジェクトの必要性

ラオス王国は内陸国であり、タイ・カンボジャ・南ヴェトナム・北ヴェトナム・中国・ビルマの諸国と隣接している。ラオスの輸出入はその地理的制約により、隣接する友好国の領土を通して行なわれることを強いられている。

第二次世界大戦以前のラオスはヴェトナム・カンボジャと共に、仏領インドシナを形成しており、ラオス、地域への輸送経路はすべてベトナムカンボジャと結ばれていた。ラオスの主要都市とハノイハイフォン、ユエ、ダナンを結ぶ長い道路網が建設されており、又、ラオス内のメコン河沿いにはヴィエンチャンとタケク・サバナケット・パクセとを結ぶ幹線道路があり、そこから国境を越えてブノンペン、サイゴンに向っていた。したがってラオスの通商貿易はその殆んどがハノイかサイゴン及びブノンペン経由で行なわれ、タイのバンコック経由のものは殆んどなかった。

大戦後の政治情勢の変化と共に、ラオスの外国貿易は現在ではバンコック経由のルートに大きく依存している。三つの主要ルートのうち、このルートが一番短いので、ラオスがこのルートを選んだ事は至極もったもなことである。即ちヴィエンチャンーハノイの距離は800 Km、ヴィエンチャンーサイゴンあるいはブノンペンの距離が1,200 Kmにも及ぶのに比べ、ヴィエンチャンーバンコックの経路は約690 Kmでしかないからである。又、ヴェトナム戦争の勃発と共にハノイ・サイゴンへの経路が完全に閉鎖されてしまったのも事実である。

河口からヴィエンチャンまで約1,600 Kmのメコン河下流域の舟運を輸送機関として利用することは、現段階では望めない。即ち、途中にサンボール急流、コーンの滝、ケマラートの奔流等多くの障害があるからである。

このようにバンコック経由のルートは最も優れ、現在、十分に活用されている。ラオス向けの荷物はバンコック港に陸揚げされ、ノンカイまでアジアハイウェイ12号線によるトラック輸送かタイ国鉄東北幹線により鉄道輸送が円滑かつ迅速に行なわれている。しかしながら、メコン河渡河のため荷物はノンカイでフェリーに積み換えされ、渡河後ノンカイの対岸のタナレンよりヴィエンチャンまで約20 Km、アジアハイウェイ12号線を利用してトラック輸送されている。

フェリーによるメコン河渡河はすでに、ラオスからあるいはラオスへの交通のネックとなっている。現在のフェリー設備ではもはや成長しつつある交通には対処出来ず、ノンカイ側ではフェリーを待つトラックの長蛇の列が見られるのが現状である。

フェリーに代る近代的な橋梁の建設はラオス・タイ両国民にとって長年の宿望である。架橋の実現は交通の円滑かつ迅速な流れを保証すると共にラオスの外国貿易に大きく貢献し、又、東北タイの地域開発にも大きな刺激となるであろう。

2.2. プロジェクトの歴史

ノンカイ・ヴィエンチャン地域に於ける架橋計画が持ち上ったのは1956年に遡り、同年、タイ国駐在のUSOM (United States Operation Mission) により架橋地点選定のための現地踏査が行なわれたのが最初である。やゝ遅れて、タイ国有鉄道も予備調査を行なった。

本計画が脚光を浴びたのは1965年の事であり、メコン河下流域調査調整委員会は同年に開かれた第29回会議に於てメコン河下流域総会開発10ヶ年計画の中で最も優先度の高いプロジェクトとして取り上げた。

引続き、1966年5月に開かれた第三回舟運セミナーにおいて、既に有力地点と考えられていた、ノンカイ、ヴィエンチャン、バモンの三架橋候補地点について討議が行なわれこの三地点について詳細な検討を行なうよう決議された。

1967年2月、メコン委員会はこの架橋計画の可能性研究の実施に当っての友好国の援助を要請した。1967年4月に開かれたメコン委員会第32回会議の席上、日本政府は委員会の要請に応じて可能性研究を行なう用意がある旨発表し、ラオス国及びタイ国のメコン委員会代表はこれを受諾した。直ちに調査運用計画書が用意され、メコン委員会と日本政府の間で調印がとりかわされた。日本政府外務省はその実務を海外技術協力事業団に委託し、同事業団より現地作業が日本工営株式会社に委託された。

調査運用計画書によれば可能性研究は四段階に分けて行なわれるように規定されている。第一次調査は1967年8月から10月にかけて行なわれ、同年12月第一次調査報告書がメコン委員会に提出された。メコン委員会は1968年1月に開かれた第34回会議に於て、第一次調査報告書の結論と進言及びメコン委諮問委員会の助言に従い三架橋候補地点の中からノンカイ地点を選ぶべく最終決定した。

架橋地点が決定すると同時に、架橋調査団は1968年2月から6月にかけて第二次調査を行ない、同年11月第二次調査報告書をメコン委員会に提出した。第二次調査の主たる目的は道鉄併用橋か道路単独橋かその橋種の選定にあった。メコン委員会は1969年1月開催された第38回会議に於て道鉄併用橋を採用した。

可能性報告書(案)第一部「要約と進言」は1969年4月中旬、第二部「技術的、経済的ならびに財務的研究」及び第三部「技術・経済資料」は、5月中旬メコン委員会に提出された。

メコン委員会は1969年4月シンガポールで開催された第39回会議に於いて上記第一部又1969年7月ジュネーブで開かれた第40回会議に於いて第二部及び第三部を夫々承認した。

第二部及び第三部の承認に先立ち、タイ国国内メコン委員会は左右側交通転換をラオス側で平面交叉をラオス側で平面交叉で行ない又タイ国で行う場合には立体交叉とする様勧告した。

この問題に関し日本橋梁調査団は次の如く示唆した。即ち交通転換をタイ側或いはラオス側いずれ行なうにせよ現段階では立体交叉で行う事は経済的でない。平面交叉で交通転換を行なう限り、ラオス側で行なう事も可能であるが、立体交叉とするならば十分な余地がない。

これらの示唆はメコン委員会第40回会議に於いて採択された。

調査運用計画書は可能性報告書草案が第4次に印刷される事を規定している。三部から成る最終報告書は、1969年9月メコン委員会に提出された。

プロジェクトの歴史は表2.1.に簡単に述べられている。

表-2.1. 年 代 表

年	月	記 述
1956年		USOMにより、メコン河架橋の予備調査が行なわれる。
1959年		タイ国総合輸送調査の一環として踏査が行なわれる。
1965年	8月	メコン委員会、開発10ヶ年計画の最優先計画として採択。
1966年	5月	メコン委員会第三次舟運ゼミナールにおいて三架橋候補地点が討議される。
1967年	2月	メコン委員会、可能性調査の実施に関し友好国の援助を求める。
	4月	日本政府、調査の実施を申し出る。調査運用計画書調印と同時に、ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画が公式に推進される。
	8月	第一次調査開始。10月完了。
	12月	第一次調査報告書、メコン委員会に提出される。
1968年	1月	メコン委員会、ノンカイ架橋地点を選ぶ。
	2月	第二次調査開始。6月完了。
	11月	第二次調査報告書、メコン委員会に提出される。
	11月	架橋計画の補足調査としてラオス側鉄道調査開始。
1969年	1月	メコン委員会、道鉄併用橋、延長鉄道C/Dルートを選ぶ。
	4月	可能性報告書(案)第一部「要約と進言」メコン委員会に提出される。
	5月	可能性報告書(案)第二部「技術的、経済的ならびに財務的研究」及び第三部「技術・経済資料」メコン委員会に提出される。
	7月	第二次調査報告書の追加報告書がメコン委員会に提出される。その報告書は計画鉄道の可能性調査の結果及びルートCとC/Dの便益と費用の比較検討の結果について述べている。
	9月	3部から成る最終的可能性報告書がメコン委員会に提出される。

2.3. 典 拠

本報告書は1967年4月14日、ラオス・タイ・日本の各国政府、エカフェ、メコン委員会、アジアハイウェイ運輸技術局によって調印された調査運用計画書に従って提出されるものである。

調査運用計画書によれば日本政府は本架橋計画の可能性調査及び研究を実施しなければならないと規定している。当計画の主なる目的はメコン河に架橋することにより河で完全に分断されている二つ

のアジアハイウェイ12号線(2車線舗装道路)を連結する事とタイ国有鉄道東北幹線鉄道をノンカイからヴィエンチャンまで延長する可能性を調査する事である。

日本政府によって行なわれる調査は表-2.2.1.に抜粋されている調査運用計画書に詳しく規定されているが、その要旨は次のようなものである。

- (1) 三架橋候補地点、即ち(i)現在タナレン・ノンカイ間に運行されている自動車フェリー地点の約1Km上流のノンカイ地点、(ii)ヴィエンチャン市西部のヴィエンチャン地点、(iii)ヴィエンチャンの上流約18Kmのパモン地点の中からメコン委員会が最有力地点を選定するための資料を準備すること。
- (2) 道鉄併用橋及び道路単独橋の二種の橋種¹の技術的・経済的ならびに財務的な長所、短所を研究する事。これには、二つのアジアハイウェイ12号線を連結すること及び既存鉄道をヴィエンチャンまで延長することの技術的・経済的ならびに財務的な可能性を詳しく研究する事も含まれる。
- (3) 金融機関に受入れられる様式で可能性報告書を作成すること。

上記三種の作業のうち、第一項は第一次調査で遂行され、第一次調査報告書で結論が出されている。第二項は第二次調査で履行され、第二次調査報告書にその研究内容が収められている。

本報告書は第三項の成果である。

表-2.2.は調査運用計画書の第三項「日本政府が実施する調査作業の範囲」の抜粋である。

2.4. 組 織

第一次調査遂行のため12名からなる調査団が構成されると共に、海外技術協力事業団は調査に関する助言や指示を求めため3人の顧問を任命した。

第一次調査は1967年8月から10月にかけて約2ヶ月にわたって実施された。調査団は先ずタイ及びラオス政府関係機関及びメコン委員会の関係者各位と共に、本架橋計画について意見の交換をし、技術的経済的資料をバンコックで蒐集した後、ヴィエンチャン、ノンカイ・タドア、スィーシェンマイ、パモン等の現場で、必要な調査を行なった。

調査団の調査実施中、顧問団は約二週間にわたって現場に留まり、調査団に助言を与えたり、自ら調査研究に当った。

第二次調査については、架橋地点がノンカイ地点と決定するや否や直ちに、1968年2月中旬15名からなる調査団が現地に派遣され、調査団は4ヶ月にわたって現地調査を行なった。顧問団の3名は第二次調査中現地に赴かなかつたが、調査団の帰国後、報告書作成の折には終始、助言や指示を調査団に与えた。

尚、顧問団団長は福田武雄博士、第一次調査団団長は津田誠氏、第二次調査団団長は吉田良三氏で

¹ 本報告書では、道路橋とか道鉄併用橋とか橋の利用目的による分類では「橋種」、ガーダー橋合成桁橋、トラス橋、連続橋とか、構造上の分類の為には「橋梁型式」と呼んでいる。

あった。第一次及び第二次調査に参加した団員は表-2.3.¹に示される通りである。

一方、5名から成る鉄道調査団が組織され、ノンカイからヴィエンチャン迄延長される計画鉄道の可能性調査を実施し、ルートC及びC/Dの二つの場合について比較検討を行なった。団長は中島藤一氏であり1968年11月から翌年2月迄の3ヶ月間に至って現地調査が行なわれた。可能性研究の結果、最も有利なルートとしてルートC/Dを採用する様勧告した和文報告書が1969年3月用意された。その英文報告書は1969年7月メコン委員会に提出された。

2.5. 謝 辞

現地調査中、調査団は調査に関係する多くの技術的行政的問題に関し、ラオス・タイ両国政府およびメコン委員会と密接な連絡を保った。第一次調査報告書・第二次調査報告書と同様、本報告書にも引用されている多くの資料及び情報はラオス国及びタイ国政府の諸官庁メコン委員会、ラオス駐在USAIDから得たものである。

調査団は絶大な協力と支援を借しなかつた多くの人々や関係機関の方々に、又、特に次の方々に深く感謝の意を表します。

ラオス政府

ゴン・サナニコン閣下

インペン・スリヤダイ閣下

ウケオ・スヴァナヴォン

パク・サヴァン

ソンバヴァン・インタヴォン

イサラ・サソリット

シスパン・チュンマニヴォン

グン・シヴィサイ

ニイ・ボンマチャン

L・G・ドーラージ

スチュアート

公共事業運輸相

経済・計画相

ラオス国内メコン委員会事務局長

公共事業・運輸省次官

公共事業・運輸省・道路局長

公共事業・運輸省・水利局長

ラオス国内メコン委員会技術部長

土質・コンクリート実験室・室長

水理局、舟運部長

水理局顧問、ESN航海長

USAID道路計画局局長

タイ政府

ブーンロッド・ビンソン

ニチパット・ジャリチャン

ヴィブン・タウェースupp

チャイラット・リトヴィルーン

ブラサーン

国家経済開発省副大臣

国家電力局局长

国家電力局、メコン河開発計画室長

ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画担当官

国家電力局・第一次調査連絡技官

国家電力局・第二次調査連絡技官

¹ 第三次及び第四次作業は、殆んど国内作業であり、作業参加人員は特に挙げていない。

ウィチアン・シリソーン トーン
アートン・ピータタワッチャイ
ヨン・チャントランクン
シリ・ピビットソンパット
ヨンギット・ピサルサラキット
ウエム・サナセン
ブリーク・スندگانマラ
チャン・ミンクワン
ヴィチット・サトラヴァハ

エカフェ

ウ・ニユン

メコン委員会

C. ハート・シャーフ

カンワル・セイン

I. S. マカスパック

サマロン・ブンナッグ

B. J. ウォールウェンド

アジア・ハイウェイ運輸技術局

M. S. アーマッド

ノンカイ・ハイドログラフィック・オフィス 所長
道路局計画部々長
タイ国有鉄道, 土木技術副技師長
タイ国有鉄道, 建設計画部々長
タイ国有鉄道
公安局, 移民部
公安局, 移民部
ノンカイ・関税管理第4課
ノンカイ関税所々長

事務局長

事務局長

技術部々長

経済社会研究部々長

舟運部部長

舟運法律事務官

局長

Table 2.1. Chronology

Calendar Year	Month	Description
1956		Preliminary survey for a bridge across the Mekong in the Vientiane area made by the United States Operation Mission to Thailand.
1959		Reconnaissance made as a series of comprehensive Thailand transportation survey by Transportation Consultants, Inc.
1965	Aug.	Mekong Committee took up the bridge project as one of the first priority projects in its 10-year Development Program.
1966	May	The three promising bridge sites were examined and discussed at the Mekong Committee's Third Regional Seminar on Navigation Improvement.
1967	Feb.	Mekong Committee requested assistance of friendly countries to the execution of a feasibility study of the bridge project.
	Apr.	Japan offered to undertake the study of the bridge project to the Mekong Committee. The project Plan of Operation signed between the Mekong Committee and Japan, hereupon the Nong Khai/Vientiane bridge project was formally established.
	Aug.	First-phase investigation carried out until October.
	Dec.	First-Phase Report submitted to the Mekong Committee.
1968	Jan.	Mekong Committee decided to finally select the Nong Khai bridge site.
	Feb.	Second-phase investigation carried out until June.
	Nov.	Second-Phase Report submitted to the Mekong Committee.
	Nov.	Survey on the projected railway started as an additional investigation of the bridge project.
1969	Jan.	Mekong Committee took up the rail/highway bridge and adopted Route C/D as the route of the projected railway.
	Apr.	Part I: SUMMARY AND RECOMMENDATION of the Draft Feasibility Report submitted to the Mekong Committee.
	May	Part II: ENGINEERING, ECONOMIC AND FINANCIAL STUDIES and Part III: ENGINEERING AND ECONOMIC DATA submitted as integral parts of the Draft Feasibility Report to the Mekong Committee.
	July	An additional report of the Second-Phase Report was submitted to the Mekong Committee, which reports the results of the feasibility investigation of the projected railway and the results of the comparative study of the benefits and costs between Routes C and C/D.
	Sep.	Part I: SUMMARY AND RECOMMENDATIONS, Part II: ENGINEERING, ECONOMIC AND FINANCIAL STUDIES, and Part III: ENGINEERING AND ECONOMIC DATA of the final Feasibility Report were submitted to the Mekong Committee.

Excerpt from the Plan of Operation

III. SCOPE OF WORK TO BE CARRIED OUT BY THE GOVERNMENT OF JAPAN

The scope of investigation work to be carried out under this plan of operation will cover the following phases:

First Phase – Reconnaissance of the area from the proposed Pa Mong damsite down to Nong Khai/Tha Deua. This will involve:

- (1) Study of the existing topographic maps and detailed mapping to larger scale of specific areas for the possible location of the bridge and its approaches.
- (2) Study of hydrologic data for the proposed sites including the maximum discharge and the fluctuations of water levels.
- (3) Reconnaissance soil survey, including a review of the existing surveys, of the possible alternative sites.
- (4) Collection of economic and other data related to the project planning.
- (5) Preparation of the First Phase Report (30 copies in English) giving various possible alternative sites, and justification for a road and a road/rail bridge, for selection by the Mekong Committee, with the help of the Advisory Board.

The approximate time required for carrying out this phase would be six months.

Phase II – Preparation of cost estimates and benefit appraisals of the bridge construction and the site selected by the Committee. This would involve:

- (1) Larger scale topographic maps and supplementary spot leveling, including approaches.
- (2) Detailed geological survey at the proposed site.
- (3) Collection of detailed hydrologic and hydrographic data at the proposed site.
- (4) Collection of detailed economic and other data related to the project planning.
- (5) Investigation and testing of suitable construction materials available at and near the site.
- (6) Preliminary design of the bridge including foundations, superstructure, and approaches.
- (7) Land to be acquired.
- (8) Analyses of unit costs of items applicable to the project in the area.
- (9) Assessment of economic and social benefits (direct and indirect, tangible and intangible) from the project.
- (10) Assessment of design flood.
- (11) Preparation of the Second Phase Report (30 copies in English) for submission to the Mekong Committee for review, with the assistance of the Advisory Board.

This phase will take approximately 12 months.

Phase III – Preparation of a draft feasibility report (30 copies in English) incorporating the suggestions of the Mekong Committee. This report will summarize the results of surveys and studies in the first and second phases. It will be prepared in a form acceptable to financial institutions, as for an application for an investment loan. This phase is likely to take about four months.

Phase IV – Printing of the final report after taking into consideration the decisions of the Mekong Committee based on the First, Second and Third Phase Reports. 100 copies of the printed report in English and 100 copies in French (but not the work of translation of the report into French) will be required.

This phase will take about two months.

The total period for carrying out the four phases would require approximately two years, not including the time during which the reports on Phases I, II and III are under consideration by the Mekong Committee.

表 - 2. 3. 顧問団および調査団人員名簿

第一次調査			第二次調査			鉄道補足調査		
氏名	専門及び担当業務	調査日取	氏名	専門及び担当業務	調査日取	氏名	専門及び担当業務	調査日取
A. 顧問団			A. 調査団			A. 顧問団		
1. 福田 武雄 工学博士，東大名譽教授 構造計画コンサルタント社長	橋梁構造	1 5	1. 吉田 良三 技術士，日本工営技術統轄 室副技師長兼プロジェクト部長	団長	1 7	1. 福田 武雄 工博 東大名譽教授 構造計画コンサルタント社長	橋梁構造	1 5
2. 佐藤 寛政 工博，三井共同建設コンサルタント 副社長（前日本道路公団副総裁）	道路	1 6	* 2. 境田 正宜 技術士，日本工営取締役，地質部長	地質	2 9	2. 佐藤 寛政 工博，三井共同建設コンサルタント 副社長（前日本道路公団副総裁）	道路	1 5
3. 村上 永一 工博，日本道路公団常任参与	道路・橋梁	1 4	* 3. 野口 豊 技術士，日本工営顧問	道路計画	1 5	B. 鉄道調査団		
B. 調査団			* 4. 徳永 勇蔵 技術士，日本工営プロジェクト部	道路・測量	8 9	**1. 中島 藤一 技術士，日本交通技術海外部次長	団長，鉄道計画	1 0
1. 津田 誠 技術士，日本工営プロジェクト部々長	団長	4 0	5. 伊東 徹 日本工営プロジェクト部	橋梁・水文	9 0	2. 志村 卓也 海外技術協力事業団開発調査部	測量・渉外・会計	1 5
2. 境田 正宜 技術士，日本工営取締役 地質部長	地質	2 1	* 6. 中島 藤一 技術士，日本交通技術海外部次長	鉄道計画	3 0	**3. 谷口 伊十生 日本工営土木部	測量	9 7
3. 野口 豊 技術士，日本工営顧問	道路計画	1 5	7. 佐々木 恒一 （財）計量計画研究所専務理事	経済	1 0	4. 石崎 晴也 日本工営土木部	測量	6 3
4. 徳永 勇蔵 技術士，日本工営プロジェクト部	道路・測量	4 5	* 8. 小林 八一 （財）計量計画研究所研究員	経済	4 5	5. 井手 勇七 日本工営土木部	測量	9 7
5. 中島 藤一 ¹ 技術士，日本交通技術海外部次長	鉄道計画	2 1	9. 小川 哲夫 （財）計量計画研究所研究員	経済	4 5	C. 橋梁調査団		
6. 青山 正樹 日本交通技術計画調査部々長	橋梁	3 0	10. 木村 博 海外技術協力事業団開発調査部	渉外・会計	1 5	1. 吉田 良三 技術士，日本工営技術統轄 室副技師長兼プロジェクト部長	団長	2 3
7. 小林 八一 ¹ （財）計量計画研究所 ¹ 研究員	経済	5 4	11. 大山 広喜 海外技術協力事業団開発調査部	渉外・会計	1 5	**2. 徳永 勇蔵 技術士，日本工営プロジェクト部	道路・測量	2 3
8. 福島 千哲 （財）計量計画研究所 研究員	経済	5 4	*1 2. 谷口 伊十生 日本工営土木部	測量	1 2 9	注 ¹ ：日本工営の協力団体である。 *：第一次調査団員 **：第一次，第二次調査団員		
9. 上条 悦司 （財）計量計画研究所 研究員	経済	5 4	13. 池田 博 日本工営プロジェクト部	測量	1 0 4			
10. 桑原 正男 海外技術協力事業団開発調査部	渉外・会計	4 0	14. 白山 喜久郎 日本工営地質部	試錐	1 2 9			
11. 谷口 伊十生 日本工営土木部	測量	4 5	15. 尾上 喬 日本工営地質部	試錐	1 2 9			
12. 鈴木 勇 日本工営土木部	測量							

第 三 章

一 般 事 情

3.1. 計画地域

ラオス王国は東南アジア・インドシナ半島に位置し、国土は約236,800km²を占め、又北緯14度から22度30分、東経100度から107度30分の間に南北に細長い内陸国である。即ち、北部から東部にかけて中国、北ヴェトナム、南ヴェトナムに接し、西部から南部にかけては、ビルマ、タイ、カンボジャに接している。

人口は国勢調査が実施されていないので正確に把握できないが、1966年現在2,300,000人と推定され、人口密度は10人/km²程度であろう。人口の大部分はメコン河沿岸の平野部に集中している。主な都市は首都ヴィエンチャン、ルアンプラバン、タケク、サヴァナケット等があり、ヴィエンチャン及びルアンプラバンの人口は夫々、約140,000及び42,000人と推定される。人口増加率は1964年において年2.3パーセントであった。

タイ国は北緯6度から20度30分、東経97度30分から105度30分の間に位置し、西から北にビルマ、北から東へラオスとカンボジャ、南はマレーシアの4ヶ国に接している。南部は、はるか南シナ海に通じるシャム湾に臨んでいる。国土面積は514,000km²でその約半分は森林に覆われ、耕地は全国上の約20パーセントである。

人口は1966年度現在31,800,000と推定され、人口密度は60人/km²である。人口増加率は3.0パーセント程度である。首都バンコックの人口は1,900,000である。

ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画の計画地域はラオス・タイ両国にまたがり、夫々ヴィエンチャン県、ノンカイ県に属する。ヴィエンチャンはラオス王国の行政首府であり、メコン河対岸のノンカイはタイ北東部における重要な商業地の一つとなっている。

架橋地点はノンカイの郊外、タイ国有鉄道、東北幹線の終着駅の近くに位置する。ノンカイはバンコックからの延長600kmの主要道路の終点でもある。架橋地点の付近には三つのフェリーがあり、メコン河を渡ってラオスに往来する全ての交通がここでさばかれている。ノンカイの町は過去20年間ラオスへ通ずる交通の重要な拠点となっており、現在人口はおよそ15,000である。ノンカイの対岸のラオス側には人口約3,000のタドアという小さな町があり、メコン河を渡る殆んど全ての旅客及び小貨物はここでさばかれている。タドアの約2km上流にはタナレンと呼ばれる小さな村があり、ここではタイから来るすべての重量貨物を扱うフェリーが活躍している。このタナレンとヴィエンチャンの間にはアジアハイウェイ12号線の一部であるアスファルト舗装の二車線道路がある。

3.2. 気 候

ラオスの気候は雨季と乾季に大別できる。乾季は11月に始まって3月に終り、12月から2月にかけては比較的涼しく気温はおおむね20℃から25℃程度である。雨季は4月に始まり10月に終

り、気温は35℃を越えることがある。この季節はモンスーン期とも呼ばれ、この期間中しばしば、ラオスは激しい風雨に襲われる。

タイの気候もまた、モンスーンの影響下にある。4月下旬から10月中旬にかけて、南西の風が吹き、11月から3月にかけては北東の風が吹く。南西の季節風の吹く時期、特に6月から10月にかけては一般に天気は雨であり、北東のモンスーンの吹く時期は、この時期でも強い雨の降るマレー半島を除いて乾季である。

計画地域の気温は毎年1月に最も低く、以後だんだんと上昇し、4月には最高となり次の年の1月までだんだんと下る。ヴィエンチャンにおける最高気温は1960年に記録された40.7℃であり最低気温は1955年2月における3.1℃が記録されている。年平均気温は26.1℃である。

ヴィエンチャン地域の湿度は通常9月に最高となり2月、3月に最低となる。9月には湿度が100パーセントという事もあり、2月から3月にかけては12パーセントにまで下るが年間の平均では72.5パーセントである。

雨季における降雨量は年間降雨量の約97パーセントを占め、その約40パーセントは8月と9月の2ヶ月の間に降る。残りの3パーセントは乾季に降るが、12月と1月に雨の降ることは殆んどない。ヴィエンチャン地区の年間降雨量は1,200ミリないし2,000ミリである。年間の最多月雨量は平均300ミリ程度であるが、最高600ミリに達することがある。

3.3. メコン河

メコン河の水位は5月から上昇し始め、8月、9月に最高になり10月からだんだん下降し、4月に最低となる。ヴィエンチャン測水所における過去の洪水記録は下記の通りである。

表 3.1. ヴィエンチャン測水所における洪水水位と洪水量

	ヴィエンチャン測水所		尖頭洪水流量
	洪水水位	EL (m)	(m^3/sec)
1929	171.36		25,300
1942	170.84		23,200
1945	170.84		23,200
1966	170.75		22,700

メコン河水位と洪水水位確率計算によれば1966年の洪水水位は20年確率洪水水位に相当し、ヴィエンチャン平野を犯濫させる最小洪水流量20,000 m^3/sec は7年確率洪水に相当する。

架橋地点について計算した確立洪水水位は次の通りである。

表 3.2 架橋地点における確立高水位

生起年	洪水位 EL(m)
2 年	1 6 5.5 3
1 0 年	1 6 7.4 5
5 0 年	1 6 8.9 9
1 0 0 年	1 6 9.6 4
2 0 0 年	1 7 0.2 4

1967年の雨季に行なわれた第一次調査の結果によれば、その時のメコン河の水面勾配は、ヴィエンチャン・ワットソップ測水所と架橋地点の区間では約1/10,000ないし1/9,000であった。1966年9月、ヴィエンチャン及びその周辺地域は大洪水に見舞われ、河沿いの各所で、最高水位の痕跡が残された。この洪水痕跡をたどった水準測量の結果、洪水時の水面勾配は約1/11,000ないし1/10,000だったと推定される。

1961年のナムグム計画の試験結果に基づくと、メコン河の浮遊土砂量は雨季で800ミリグラム/リットル、乾季に50ミリグラム/リットルである。第一次調査で行なった簡単な試験結果によると、これよりやや多い、2200ミリグラム/リットルであった。これは洪水期間中に行なったためであろう。

ナムグム計画の可能性報告書によると、メコン河の水質は僅かにアルカリ性を示す。PH値は7.0から7.9程度であり、乾季に大きく、雨季には小さい。

3.4. 地形及び地質

巨視的観点からすれば、ラオスの地形は二大要素に大きく支配されている。その一つは、トランニン高原から南西にタイ領に伸びる山脈群であり、他の一つは、ヴェトナムとラオスの国境を南東に走る安南山脈である。ヴィエンチャン平野はこれら二つの山脈とメコン河とに囲まれた地域に開け、又、この平野はメコン河を越えてタイ領に至り、コラット平原となっている。

ヴィエンチャン平野はメコン河沿いに一辺80Kmのほぼ三角形をなしている。ナムグム川はこのヴィエンチャン平野を南下し東方に方向を転じた後、ヴィエンチャンの東方約55キロメートルの地点でメコン本流に合流する。ヴィエンチャン平野は生産性と経済発展の面から見て、将来大いに期待できる。一方、タイ領コラット平原は東西にも南北にも400Kmに及び、波状地形を成している。メコン河を狭むこの両平野はジュラ紀の負岩及び砂岩からなる。比較的平らな基盤の上に構たわり、その上部はメコン河に運ばれた薄い堆積物で覆われている。

メコン河は中・古生代のインドシナ地層よりなるラオス内の山岳狭谷を約600Kmに亘って流下した後、ヴィエンチャンの上流約30Kmの地点で急に河巾が広がり穏やかな流れになる。メコン河の水面勾配は山岳部で平均1/4,000、平野部で約1/13,000である。

架橋地点の兩岸はローム及びシルトの厚い層で覆われ、ラオス側においては砂礫層が見られる。なお、この地域内には露岩は見られない。

調査団により行なわれた、この地域の地質調査によればメコン河河岸地帯では地表から順に表土、ローム、砂、砂利、風化シルト岩が新鮮なシルト岩を覆っている。新鮮なシルト岩の表面はラオス側において地表から深さ15ないし20m、標高にして149ないし153メートルの所にあり、タイ側では深さ約2.0メートル標高144メートル程度の所にある。

河道部では新鮮なシルト岩の上の風化シルト岩はラオス側において厚さ3～5メートル、タイ側において厚さ7～13メートルの堆積層で覆われている。堆積層はラオス側においてはその殆んどが砂礫層であり、タイ側において砂層である。

新鮮な岩はジュラ紀の赤かっ色のシルト岩と薄い頁岩層との互層からなり、ラオス・タイ両国の広い範囲に広がっている。

3.5. 交通と輸送

3.5.1. 道 路

ラオスに於ける道路総延長は約3,000Kmと言われているが年間を通じて自動車交通可能なものは約1,000Km程度であり道路舗装の面においても、都市周辺のみがアスファルト舗装であるに過ぎず、大部分はラテライト道路である。

タイに於ける道路網は1964年現在、国道9,400Km、県道2,200Km、合計11,600Kmに達している。道路の保守は行きとどいており、道路の新設も盛んである。

従来は、アユタヤ経由バンコック、チェンマイ間の北幹線道路とナコンバトム経由バンコック、ソクラ間の南幹線道路がタイにおける主な道路であったが、最近、北部及び東北部の路線開発に力が注がれている。特に外国援助によるバンコック・ノンカイ間の“友好道路”(アジアハイウェイ12号線)延長600Kmは1966年に全線開通されている。

更に政府は1967年より総工費80億米ドル相当を計上して、全国的な道路建設5ケ年計画を実施している。

架橋地点タイ側では、バンコックから延長600Kmのアジアハイウェイ12号線がノンカイで終点となっており、ラオス側ではタナレン・ヴィエンチャン間に延長19Kmの道路が1962年に建設されている。このタナレン・ヴィエンチャン間道路は車道巾員7m、両側に路肩2mをもつ、二車線、アスファルト舗装道路である。この地点に橋梁が建設されれば、アジアハイウェイ12号線はヴィエンチャンまで延長されることになり、多くのアジア・ハイウェイ路線の中で最初に完成した道路になるであろう。

3.5.2. 鉄 道

タイにおける鉄道は公営企業体であるタイ国鉄によって運営され、1966年9月現在鉄道総延長は約4,200Kmである。幹線鉄道はバンコックを中心に東西南北に分かれている。即ちバンコック・チェンマイ間の北線・バンコック-ナコンラッチャン-マーコンケン-ウドン-ノンカイ及びナコン

ラッチャシマーウボン間の東北線、バンコック、ポイペット間の本線、バンコック、パンハットヤイ間の南線である。

バンコック周辺では、列車運行がかなり頻繁に行なわれており、ナコンラッチャシマーウドン間では毎日7本の客車及び6本の貨車が、又ウドン・ノンカイ間では客車6本、貨車2本が運行されている。

ノンカイ駅に到着する旅客及び貨物は、その殆んどがラオスに向っており、最近ではその貨物取扱量は年々増加している。

なお、ラオスには鉄道はない。

3.5.3. 渡河設備

人や小荷物の小運搬にはメコン河沿いのいたる所で見られるサンパンや小さな原動機付丸木舟等が適宜利用されているが殆んどの旅客はノンカイ・タドア間に運行されているフェリーに依存している。ノンカイ及びタドアでは出入国手続や、税関の検閲を行っており、渡河料金は1人5バーツである。

自動車や重貨物の輸送に利用される唯一のメコン渡河設備は、ノンカイ・タナレン間に運行されている自動車フェリーであり、これはSOGOV (Public Equipment Management Company) の所有のもとに運転されている。現在は曳船¹二艘を持ち、ラオス側には乗船用傾斜路、駐車場、修理工場、倉庫、事務所等が完備されており、ノンカイには乗船用傾斜路、倉庫があるが、これらは頻繁な交通に対処するには不十分であり、ノンカイ側では順番を待つ自動車が長蛇の列を成していることがしばしば見られる。

現行の自動車フェリーの容量は1回50ないし60トン程度であり、渡河時間は平均約20分であるが荷物の積卸し時間を入れれば約30分を要し、稼働時間は1日6時間である。

3.5.4. その他

ラオスにおいて、ヴィエンチャン・サヴァナケット間の貨客の運搬にはメコン河が重要な役割を果たしている。一方タイに於ては、農畜産物の短距離輸送や水上市場のために、無数の河川や水路を利用している。

ラオスにおける航空路線は全て国営のエアラオスによって運航され、ヴィエンチャンからバンコック、サイゴン、香港、台北に向け定期運航されている。国内線としてはヴィエンチャンからラオスの主要都市ルアンプラバン、サヴァナケット、パクセ等に運航されている。バンコック空港は国際航路の要点となっているばかりか、この空港を中心としてチェンマイ、ウドン、サコンナコン、サワンカロ等約20の国内線定期路線が運行している。

¹: 曳船は長さ20m巾7mで、積載容量80トンであるが、車1台当りの積載重量は20トン、全体でも50トンに抑えている。

バンコック港はタイ国の主要港であるばかりでなく、現在ではラオスの海外貿易の門戸として欠くことのできないものとなっている。もし、メナム河口の浚渫工事が完成されればさらに大型の船舶の入港も可能になるであろう。タイには、その他、ソクラ、パッタニ、ナラティワットブケットカントン等多くの港がある。

3.6. 経 済 事 情

3.6.1. ラオスの経済事情

ラオスの主産業は農業である。農耕地は国土全体の4パーセントに過ぎないが、国民の90パーセントが農耕に従事している。

米がラオスの最も重要な農産物で1965年度の生産量は727,000トンであったが、生産量の大部分は生産地で消費され、ラオス全体としてはおむね自給可能である。最近の1ヘクタール当りの米の収穫量は約800Kgである。米に次ぐ重要作物としてとうもろこしが上げられるが、主として山地で栽培されており、1966年の生産量は約20,500トンであった。その他の農産物として煙草、コーヒー、綿花、茶、カサバ等がある。

土地は一般に肥沃で、標高や温度の変化に富み、種々の農作物の栽培に適しているから、耕作技術を改良すれば、ラオスの農業生産は相当増産される可能性がある。

国土の約2/3が良好な森林地帯であるにもかかわらず、輸送設備を欠いているため、その開発が遅れている。現在、林産物は国内経済のみならず、輸出にとっても重要な物資である。1960年度の木材生産量と1965年度のそれを比較してみると、23,000トンから77,000トンへと飛躍的に増加している。このような木材生産量の増加は建設業の需要増加と開発方法の改善によるものである。

錫以外のラオスの鉱産物は未開発状態で、未だ本格的な調査や探鉱は行なわれていないが、金・銅・鉛・鉄・石灰石・マンガン・タングステン等が賦存することが認められている。これらの中で特にセンカン県における埋蔵量数億トンと言われる鉄鉱石の開発が有望視されている。この鉄床の鉄分含有量は60~70パーセントと言われ、鉄道輸送が可能になれば輸出しても充分採算のとれるものである。これら鉱物の採掘の拡大は輸送施設の建設をまつより外にない。

最も重要な鉱物資源でかつ現在輸出の筆頭に上っているのはカムアン県で採掘されている錫である。戦前の錫の生産量は精鉱換算で年間1,300トンであった。戦後の1954年には192トンまで低下したが1966年にはまた878トンにまで回復した。現在知られている鉄床がすべて開発されるならば、ラオスの錫の生産量は年間2,000トンから3,000トンにまで達するであろう。

ラオスの工業はほとんどが、消費物資を生産する軽工業と家内工業によって構成されている。軽工業としては、煙草、清涼飲料等の製造業、精米業、製材業等があり、その大部分が、ヴィエンチャン地域に集中している。そのうち煙草を除けば、その生産はすべて国内向けに限られている。絹織物、綿織物、金属加工業等は家内工業の域を脱していない。

何れにしても、ラオスでは輸送設備の弱体ないし、その欠如が産業発展の大きな隘路となってい

る。

国家経済に大きな影響を与える外国貿易の収支は完全な輸入超過となっている。ラオスの主要輸入品目は、食料品、石油、機械、金属品等であり、特に、食料品は全体の30パーセントにも達している。主要輸出品目には、錫、木材、コーヒー、皮革等が上げられ、錫は全輸出額の約70パーセントを占めている。しかし、輸出総額は非常に僅かであり、輸入総額の3~4パーセントに過ぎず、ラオスは外国の援助に頼っている。

ラオスの輸出入物資は殆んどが他国の領土を通過せねばならず、この点がラオス経済を規制する宿命的隘路となっている。ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋の実現はこのような、隘路の打開にまでは至らなくても、その合理化には大きく役立つであろう。

3.6.2. タイの経済事情

タイの産業の主体は農業で、現在その生産額は国民総生産額の約35パーセント総輸出額の約80パーセントを占め、就労人口の約80パーセントが農業に従事している。

農産物の中でも米は重要部分を占め、1964年産米は10,000,000トン、1965年9,600,000トン、1966年は約11,000,000トンであり、毎年その15パーセント内外を輸出している。

1958年以来農業の多角化に力が入れられ、米以外にとうもろこし、ヤシ、タピオカ、ジュート、砂糖きび、ゴムの生産が目立って増加した。ゴムの生産は年産約20万トンで重要輸出品目となっている。とうもろこしの生産は東北タイに於て、アジアハイウェイ12号線の完成後特に増加し、1958年における年186,000トンから1966年には6.5倍の1,200,000トンに増加した。

タイの森林面積は約310,000平方キロを占めている。戦後4年間のチーク材の生産高は、年平均89,000立方メートルに過ぎなかったが、1954年には359,000立方メートルにまで上昇した。しかし、1961年には、また106,000立方メートルにまで低下した。この様にチーク材の生産が減少したのは、比較的市場に近い伐採地帯のチーク材が伐り尽され、その後の植林計画が軌道に乗らないためである。又、そのため伐採地帯が北へ北へと移動し、輸送距離が延伸し、コスト高となった為であると思われる。

タイは錫の世界主要産出国の一つであり、この国にとっては、重要な輸出品目でもある。鉍石は含有量76パーセント以上の高純度品種のものであり、錫産出額は1958年の11,000トンから1966年には31,300トンと飛躍的に増大している。その他の鉍物資源としてマンガン、螢石、亜炭等がありこれらの産出額は年々増加している。

タイの工業は、セメント、マッチ及び若干の農産物加工業を除けば、その大部分は零細工場によっている。政府は国の均衡した経済を実現するため、健全な中規模工物を全国的に育成する計画を立て、この計画に基づいて設立された工場数は1957年に10,409であったが、1965年には実に38,394に激増している。このため最近における工業の伸びは著しく、1961年から1966年にかけて工業生産額は約1.8倍に増加しており、その増加額は2億6千万米ドルに及んでいる。最近6年間の主要工業の生産量の推移は下記の通りである。

表 3.3. タイ国の主要工業生産高

年	セメント(トン)	紡績(10 ³ m ²)	煙草(トン)
1961	800,284	79,176	9,739
1962	967,475	100,061	10,525
1963	997,231	128,058	10,148
1964	1,059,136	156,803	10,409
1965	1,247,998	216,774	10,057
1966	1,482,730	237,744	11,123

主たる産業である、農業生産額の約半分が輸出に向けられており、貿易構造では典型的な、原料、食糧輸出、製造品輸入の型を示している。従来、四大生産物といわれる米・ゴム・錫・チーク材は輸出総額の70～80%を占めていたが、1957年の輸出農産品目の多様化以来、とうもろこし、カボック・タピオカ・ジュート・油脂用種子などの輸出が増加し、1957年には全輸出額のわずかに3パーセントしかなかった。これらの輸出品目が1962年には、17パーセントに増加している。かつて1957年に輸出総額の47パーセントを占めていた米の比率が1964年には35パーセントにまで下がったが、米の輸出額は依然として第一位を占めている。輸入は約70パーセントが石油・自動車・鉱工業機械などの軽工業品で占められている。

1966年の輸入総額は11.2億米ドル、輸出総額は6.4億米ドルで、約4.8億米ドルの入超であるが、このうち3億米ドルは米国援助により外貨支払の義務を持たないものである。

3.7. パモンプロジェクト

パモンダム計画は1963年7月、第一次調査が開始され目下、第二次調査が続行されており、1971年半ばに終了の予定である。引続いて、さらに3年間第三次調査が行なわれ可能性報告書が作製されることになっている。従って、プロジェクトの完成は1980年以後になるであろう。

パモンプロジェクトはヴィエンチャンの上流約30kmの地点に重力式コンクリートダムを建設するもので、総工事費は約10億米ドルと推定される。現在までの計画ではプロジェクトの概要は次の通りである。

表 3.4. パモンダムの計画概要

1. 流域面積	305,000 Km ²
2. ダム型式	コンクリート重力式
3. ダム高	100～120 m
4. ダム体積	2,000,000 m ³
5. 有効貯水容量	73,700,000,000 m ³
6. 使用水量	3,500 m ³ /sec
発電	2,500 m ³ /sec
かんがい	1,000 m ³ /sec
7. 発電機設備容量(推定)	3,000,000 KW

3.8. ナムグムプロジェクト

ナムグムプロジェクトは、ヴィエンチャンから北へ約70Kmの地点のナムグム川にコンクリート重力式ダムを建設する計画であり、現在着々と工事が進められている。ダムの計画高は65メートルであり最大出力15,000KWの発電機2基を据え、発生した電力は、ヴィエンチャン地区をはじめ、タイ国のウドン地区にも送られる事になっている。

第 四 章

基 礎 研 究

4.1. 架橋地点の選定

1967年、日本政府がノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画の可能性研究を実施する以前、次の三架橋地点が候補として挙げられていた。即ち、(1)ノンカイ・タナレン地点、(2)ヴィエンチャン・シーシェンマイ地点、(3)ヴィエンチャンの上流18kmにあるパモン地点である。

従って可能性調査の第1の目的は上記三つの架橋候補地点の中から、最も有利な地点を選び出すことにあった。この目的で実施されたのが第一次調査であり、架橋地点及び道路、鉄道ルート of 地形測量及び技術的、地質的踏査、材料調査、コスト調査、技術及び一般経済資料蒐集、交通電調査等が行なわれた。

9名の技術者、3名の経済専門家からなる日本の調査団が第一次調査の為に、1967年8月から10月にかけて現地に派遣された。又三人の工学博士からなる顧問団も現地に派遣され調査団に適切な助言と指示を与えた。

第一次調査の結果¹に基づき、各架橋候補地点に於ける橋梁、道路及び鉄道の予備設計が行なわれた。その概要は表4.1.に示されている通りである。

一方、O・D調査結果の分析、将来交通量の推定が行なわれた後、便益の評価も行なわれた。各架橋候補地点についてのプロジェクトの経済評価のため、表4.2.に第一次調査報告書で推定された、便益・費用の諸量が載せられている。

第一次調査報告書では、道鉄併用橋・道路単独橋いずれの場合でも、三架橋候補地点のうち、ノンカイ地点が最も有利であると述べられている。第一次調査報告書の進言及びメコン委諮問委員会の助言によりメコン委員会は1968年1月バンコックで開催された。第34回会議において、ノンカイ地点を選定することに決定した。

¹：可能性報告書第三部“技術・経済資料”には第一次調査の結果や、蒐集された技術上、一般経済上の資料が納められている。

4.2. 橋種及び橋梁型式の選定

橋梁型式に関しては、第一次調査報告書に述べられている通り三架橋地点共道鉄併用橋の場合は下路トラス構造、又道路単独橋の場合は箱桁構造が適当である。

架橋地点の決定と同時に、ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画として道鉄併用橋、道路単独橋のいずれを採用すべきか結論を出すため、可能性調査が再開された。即ち第二次調査であり、地形測量、試錐、道路及び鉄道ルート of 踏査技術資料の蒐集、経済調査等が行なわれたのである。

12名の技術者、3名の経済専門家からなる調査団が、1968年2月から6月にかけて約4ヶ月間現地に派遣された。調査結果及び蒐集資料は第二次調査報告書付属書及び、可能性報告書第三部“技術・経済資料”に収録されている。

橋梁、道路、鉄道及びその他の構造物に関する予備設計は道鉄併用橋、道路単独橋の二つのケースについて行なわれ、詳細は第二次調査報告書に述べられている。計画構造物の概要のうち主なものを挙げれば、表-4.3の通りである。

架橋実現後、プロジェクトによってもたらされる直接便益、間接便益は併用橋と単独橋の双方について推定され、第二次調査報告書に、その詳細が述べられている。表-4.4は双方の便益及び費用の諸量を示す。

1968年11月メコン委員会に提出された第二次調査報告書では、道鉄併用橋の方が道路単独橋より優れ、ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画では道鉄併用橋を採用するよう奨めている。

第二次調査報告書の進言及びメコン委諮問委員会の助言により、メコン委員会は、1969年1月開催された第38回会議において、道鉄併用橋を採用することに決定した。

4.3. 鉄道ルートを選定

調査運用計画書では、初め、ノンカイからヴィエンチャンまで延長される約20km区間の鉄道に関する可能性研究をも行なうことは規定しておらず、現地調査も、期待される幾つかの鉄道ルートについての踏査が行なわれたに過ぎなかった。

しかしながら、第二次調査報告書で道鉄併用橋が道路単独橋に勝ることが明らかにされた結果、この延長鉄道についても可能性研究を行なうことが必要となった。

日本政府は研究の必要性を認め、1968年11月から翌年2月にかけて5名の技術者による鉄道調査団を派遣した。第一次調査報告書では図4.1.に示される五つの有力なルートが提案されたが第二次調査報告書ではA、B及びDルートより、C及びC/Dルートの方がより有利である事が判明し、この二つのルートに絞った。その結果、可能性研究もこの二つのルートについて行なわれることになった。

可能性調査の結果に基づき、延長鉄道の予備設計は両ルートについて行なわれた。両ルートに関する計画概要は表-4.5.に示される通りである。又、両ルートの工事費、直接便益も推定され、表-4.6.に示されている。

CルートはC/Dルートよりやや大きな便益費用比率をもたらすが、次の点でC/Dルートに劣る。

(1) Cルートのヴィエンチャン駅建設予定地は、ヴィエンチャンの中心地から約4km離れた丘の傾斜面上になるため、敷地が十分確保できない事。さらに、駅の真近にナムグムプロジェクトのヴィエンチャン変電所があること。

これに対し、C/Dルートでは、駅予定地はヴィエンチャンの中心地から約7km離れた丘が予定されており、付近には、何ら建設の障害となるものはなく、十分な用地が確保出来る。

(2) Cルートの駅の予定地は、1966年ヴィエンチャン平野を浸水したような、破壊的な洪水の通路に当るのに比べ、C/Dルートの駅についてはそのような異常洪水に対しても何ら心配のない事。

(3) 将来、ヴィエンチャン市が内陸側に拡大する場合、Cルート駅よりC/Dルートの駅の方が良い。

(4) Cルートの駅はヴィエンチャンの郊外でも非常に近い所に位置する。今日のヴィエンチャンの拡大状況から見ると、駅のまわりにはすぐにも住宅地、商業地、工業地で囲まれてしまう恐れがある。

将来の都市計画等から見て、一般的にヴィエンチャン駅やノンカイ駅のように側線を持つ大きな駅が都市の内部あるいは非常に近い所に作られることは好ましくない。この点からC/Dルートの駅予定地点は推奨できる。

以上のような観点から、橋梁調査団は第二次調査報告書における当架橋計画の経済評価に当っては、C/Dルートを考えた。メコン委員会は1969年1月に開かれた第38回会議において、最終的にラオス内の延長鉄道のルートとしてC/Dルートを採用することを決定した。

Table 4.1. Salient Features of the Project Envisaged
in the First-Phase Investigation

Description	Unit	Nong Khai site		Vientiane site		Pa Mong site	
		Rail/highway bridge	Highway bridge	Rail/highway bridge	Highway bridge	Rail/highway bridge	Highway bridge
I. BRIDGE							
1. River width	m	640	640	930	930	320	320
2. Design high-water level	m	EL. 167	EL. 167	EL. 170.5	EL. 170.5	EL. 172.5	EL. 172.5
3. Type of bridge		Truss	Box girder	Truss	Box girder	Truss	Box girder
4. Length of bridge	m	1,135	735	1,345	993	410	410
5. Maximum pier spacing	m	85	85	85	85	90	90
II. HIGHWAY							
	Km	3.4	3.4	0.4	0.4	27.6	27.6
III. RAILWAY							
	Km	18.7	18.7	38.2	38.2	58.9	58.9

Remarks:— The above figures were quoted from the First-Phase Report and those pertaining to the Nong Khai site have been modified at the last stage of the feasibility study of the project, as given in Chapter V of this Report.

Table 4.2. Benefits and Costs of the Project Envisaged in the First-Phase Investigation

Description	Unit	Nong Khai site			Vientiane site			Pa Mong site		
		Rail/highway bridge	Highway bridge							
1. Construction cost	US\$	15,100,000	8,900,000	20,800,000	10,300,000	22,500,000	10,000,000	10,000,000	10,000,000	
2. Annual benefit	US\$	5,767,000	5,163,000	4,342,000	2,146,000	1,942,000	-	417,000	-	
3. Annual cost	US\$	1,022,700	602,300	1,371,000	630,300	1,847,200	739,600	739,600	739,600	
4. Benefit-cost ratio		5.64	8.57	3.17	3.41	1.05	-	0.56	-	
5. Capitalized net benefit	US\$	98,208,000	93,750,000	63,464,000	31,916,000	6,635,000	-22,341,000	-22,341,000	-22,341,000	

Remarks:— (1) The annual benefit is the sum of the direct benefits of two kinds: the savings in travel time and vehicular operating cost, estimated by comparing the traffic through the present car ferry and on the projected bridge.

The negative annual benefit means that the existing ferry is more advantageous than the projected bridge.

(2) The above figures were quoted from the First-Phase Report, and some of them have been modified in the final Feasibility Reports, as shown in Chapter VI, due to the subsequent advanced studies.

Table 4.3. Salient Features of the Project for the Nong Khai Site envisaged in the Second-Phase Investigation

Item	Unit	Rail/highway-bridge Project	Highway-bridge Project
I. BRIDGE			
1. River width	m	640	640
2. Navigation requirements			
(i) Vertical clearance	m	10	10
(ii) Horizontal clearance	m	78	78
3. Design high-water level	m	EL. 167	EL. 167
4. Type			
(i) Main bridge		Steel Warren truss bridge	Steel box girder bridge
(ii) Access bridge			
Railway part		Plate girder, and reinforced concrete rigid frame construction	
Highway		Composite girder, and reinforced concrete hollow slab construction	
5. Bridge width	m	17.8	11.6
(i) Railway part	m	4.0	
(ii) Highway part	m	8.0	8.0
(iii) Sidewalk	m	1.5	1.5 each
(iv) Gangway	m	1.5	
6. Bridge length			
(i) Main bridge	m	720*	710
(ii) Access bridge			
Railway part	m	401.7*	
Highway part	m	330	
7. Max. pier spacing	m	90	90
II. HIGHWAY			
1. Length	km	5.0*	5.4
2. Width			
(i) Roadway, two lanes	m	7	7
(ii) Shoulder on both sides	m	2.5	2.5
3. Administrative facilities	m ²	185,000*	125,000
III. RAILWAY			
1. Length	km	20.1*	
2. Track gauge	m	1,000	
3. Station			
(i) Vientiane station	m ²	107,900*	
(ii) New Nong Khai station	m ²	32,200*	

Remarks:— The figures asterisked have been modified at the final stage of the feasibility study, as shown in the Feasibility Report PART II "ENGINEERING, ECONOMIC AND FINANCIAL STUDIES", Chapter V.

Table 4.4. Comparison of Benefits and Costs Between Rail/Highway-Bridge and Highway-Bridge Projects at the Nong Khai Site Envisaged in the Second-Phase Investigation

Item	Unit	Rail/highway- bridge Project	Highway-bridge Project
I. CONSTRUCTION COST	US\$	20,000,000*	12,000,000
II. FUTURE TRAFFIC			
(i) Vehicles			
1973 (year)	cars/day	1,273	1,640
1990	"	8,317	10,140
2000	"	12,459	15,146
(ii) Railway freight			
1973	tons/day	609	
1990	"	2,664	
2000	"	3,873	
(iii) Railway passengers			
1973	persons/day	361	
1990	"	1,922	
2000	"	2,840	
III. DIRECT BENEFIT			
1. Annual benefit	US\$	9,281,000*	8,994,000
2. Capitalized benefit	"	289,644,000	280,161,000
IV. COST			
1. Annual cost	US\$	1,177,600*	665,700
2. Capitalized cost	"	26,659,000*	15,823,000
V. BENEFIT-COST RATIO		7.9*	13.5
VI. CAPITALIZED NET BENEFIT	US\$	262,985,000*	264,338,000
VII. INTERNAL RATE OF RETURN	%	16.1*	18.7
VIII. INDIRECT BENEFIT			
1. Stock saving		Much	Much
2. Urbanization		Rapid, especially around Vientiane station	Expected
3. Rise in land value		Remarkable	To some extent
4. Agricultural development		Expedited	Expedited
5. Livestock industry		Self-sustaining expedited	Self-sustaining expedited
6. Mining		Much expedited	Expedited
7. Lumber industry		Much expedited	Expedited

Remarks:— The figures asterisked have been modified at the final stage of the feasibility study, as shown in the Feasibility Report PART II "ENGINEERING, ECONOMIC AND FINANCIAL STUDIES", Chapter VI.

Table 4.5. Salient Features of Route C
and Route C/D

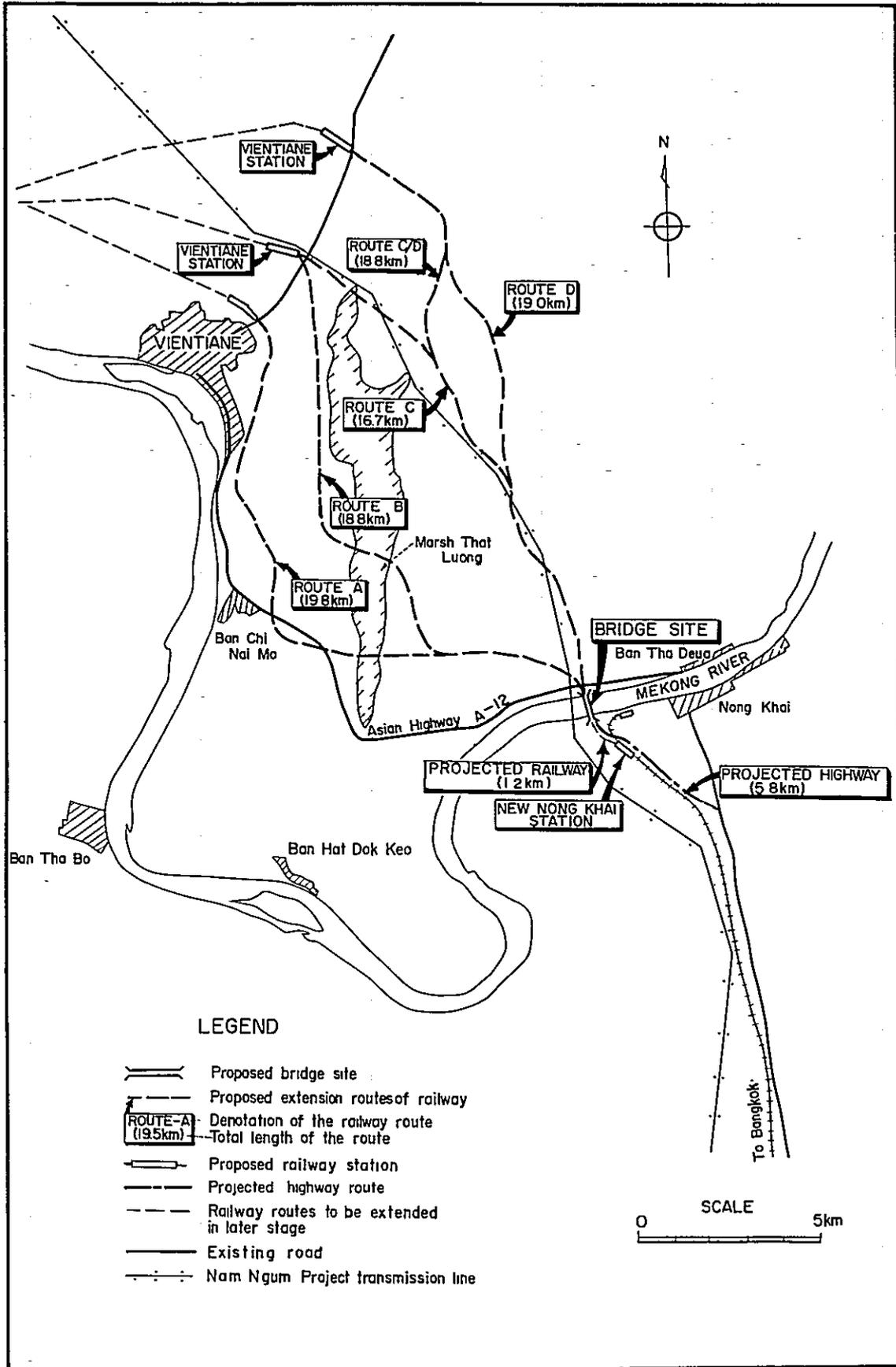
Item	Unit	Route C	Route C/D
I. RAILWAY TRACK			
1. Rail	lbs/yd	80	80
2. Rail gauge	m	1,000	1,000
3. Track		Single	Single
4. Route length	km	17.9	20
II. VIENTIANE STATION			
1. Station yard	m ²	100,000	100,000
2. Station building	m ²	1,000	1,000
3. Platform	m ²	3,000	3,000
4. Station plaza	m ²	14,000	14,000
III. BRIDGES AND CULVERTS			
1. Flood bridge	sites	6	5
2. Overpass	"	2	1
3. Bridge	"	3	1
4. Culvert	"	9	13
IV. COST			
1. Construction cost (1)	US\$	5,450,000 (1)	5,550,000 (1)
2. Unit cost	US\$/km	310,000	280,000

Remarks:— (1 These costs do not include the expense for engineering service, Governments' administrative expense, and interest during construction.

Table 4.6. Comparison of Benefits and Costs Between Route C
and Route C/D

Item	Unit	Route C	Route C/D
1. Annual benefit	US\$	4,676,900	4,594,300
2. Capitalized benefit	US\$	46,770,000	45,940,000
3. Annual cost	US\$	2,449,300	2,478,700
4. Capitalized cost	US\$	24,490,000	24,790,000
5. Benefit-cost ratio		1.91	1.85
6. Capitalized net benefit	US\$	22,280,000	21,150,000

Fig. 4.1. RAILWAY ROUTES



第 五 章

建 設

5.1. 一 般

ノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画には次の主要構造物の建設が含まれる。即ち(1)メコン河に道鉄併用橋を架設、(2)二つの駅を含む、ノンカイからヴィエンチャンまでの鉄道を延長、(3)架橋によりタイ・ラオス両国に分断されているアジアハイウェイ12号線を連結し、(4)出入国及び関税の手続のための管理設備を建設する。

第一次及び第二次調査ならびにその後の研究の結果、建設前に解決すべき問題点は多少あるとしても、本計画の構造物の建設は技術的観点からみて、全く可能であることが判明した。現在、多少の問題が残されていると思われるものは(1)橋脚まわりの河床洗掘作用、(2)兩岸の河岸浸食、(3)載土材用の土の浸水膨張性である。しかしこれらの問題点は以下それぞれの節で述べられているように決して解決不可能なものではなく、計画の遂行に当っては何ら、関係者を躊躇させるものではない。

メコン河に架けられる650mの主橋梁は下路トラス橋で9つのスパンに分けられ、そのうち1つは舟運のため90mとし他は70mである。鉄道用の単線軌道と、二重線道路は主橋梁の両側トラスの内側に、又、歩行者用の歩道及び鉄道用監査路は両側トラス外側にそれぞれ配置される。上部構造は、堅固なシルト岩層上に築かれるケーソン(河道部ではニューマティック・ケーソン、兩岸ではオープンケーソン)の上の鉄筋コンクリートの橋脚によって支えられる。

主トラス橋と接続する取付橋梁は鉄道部と道路部とを別々に切り離して建設する。鉄道用取付橋梁は長さ60メートルのプレートガーター橋と総延長413.5メートルの鉄筋コンクリート三径間連続ラーメン橋とからなり、道路用取付橋梁は延長60メートルの合成桁橋と、延長270メートルの鉄筋コンクリート三径間連続ホロースラブ橋とからなる。

橋に接続する鉄道は既設ノンカイ終着駅から延長するのではなく、既設線がノンカイ駅に向って東方に曲ろうとしている点から分岐して延長し、分岐前に新ノンカイ駅が建設される。新設される新ノンカイ駅及びヴィエンチャン駅には、駅舎内に入出部管理事務所、税関等が設けられる。

鉄道の建設物は40年確率洪水に対しても冠水しないようにし、激しい洪水流が予想される個所では随時、法面保護や避溢橋が設けられている。

新設道路はノンカイ町の郊外にあるナタ鉄道駅の北方約500メートルの地点で既存アジアハイウェイ12号線から分岐し、4.5kmで橋に至る。出入国管理事務所、関税局、植物検疫所、倉庫等を含む管理設備はプレート2に示されるようにタイ側では新ノンカイ駅と併列して、設けられ、ラオス側では河畔に設けて既設アジアハイウェイに接続される。

表5.1には、本計画構造物の主要特性値が示されている。

東南アジア地域では一般にモンスーンによる影響を大きく受けているが、このプロジェクトも例外ではないので、建設工事は、11月から翌年の4月にかけての乾季に集中して行なわれる。図-5.13.

に示される如くプロジェクトの本工事には2年、詳細設計、請負業者の決定等の準備期間には約1年半の時日を要するであろう。

調査結果及び予備設計により推定された工事数量に基づけば、表-5.6.に示される如く、本計画は総額21,500,000米ドル相当の工事費を要し、そのうち、10,900,000米ドル相当の外貨とラオス・タイ両国の通貨を含めた10,600,000米ドル相当額の内貨を要する。直接工事費は橋梁6,200,000米ドル、鉄道5,550,000米ドル、道路は管理設備を含め2,440,000米ドルに内訳される。

Table 51 Project Features

Item	Unit	Characterization	Item	Unit	Characterization
I. Project			8. Span		
1. Location		670 kilometers northeast of Bangkok, 20 kilometers south-east of Vientiane and 3 kilometers upstream of Nong Khai	(i) Main bridge	m	(70-70-70)x2+2(70+70)x1+90
2. Purpose		To build a rail/highway bridge across the Mekong including the construction of a highway, a railway to be extended to Vientiane, and two administrative facilities for immigration, customs and plant quarantine.	(ii) Approach viaducts		
3. Construction cost	US\$	21,500,000	Railway part		
II. Bridge			Plate girder	m	(30) + (30)
1. River width	m	640	Rigid frame		
2. Navigation requirements			Laotian side	m	(8-15-8-3)+(3-10-10-10-3)x4 +(3-7.5-7.5-7.5)
(i) Vertical clearance	m	10	Thai side	m	(10-10-10-3)x2+(3-10-10-10-3)x4
(ii) Horizontal clearance	m	78	Highway part		
3. Design high-water level	m	EL. 167	Composite girder	m	(30) + (30)
4. Type			Hollow slab	m	(15-15-15)x6
(i) Main bridge		Steel Warren truss bridge, two 3-span continuous and one 2-span continuous, besides a suspended span	9. Summit of formation	m	EL. 179.270
(ii) Approach viaducts			10. Longitudinal grade		
Railway part		Plate girder and reinforced-concrete 3-span-continuous rigid frame construction	(i) Main bridge	%	1.2
Highway part		Composite girder and reinforced-concrete 3-span-continuous hollow slab construction	(ii) Approach viaducts		
5. Bridge width	m	17.8	Railway part		
(i) Railway part	m	4.0	Plate girder	%	1.2
(ii) Highway part	m	8.0	Rigid frame	%	1.2
(iii) Sidewalk	m	1.5	Highway part		
(iv) Gangway	m	1.5	Composite girder	%	1.2
6. Bridge length			Hollow slab	%	4.0
(i) Main bridge	m	650	III. Railway		
(ii) Approach viaducts	m	803.5	1. Length		
Railway part		473.5	(i) Laotian side	km	18.8
Plate girder	m	60	(ii) Thai side	km	1.2
Rigid frame	m	413.5	2. Track gauge	m	1,000
Highway part			3. Radius of curvature	m	400 at min.
Composite girder	m	60	4. Station		Including administrative facilities
Hollow slab	m	270	(i) Vientiane station	m ²	100,000
7. Abutment and pier	m	2 open caissons on both banks 8 pneumatic caissons on the Mekong river-bed.	(ii) New Nong Khai station	m ²	55,000
			IV. Highway		
			1. Length		
			Laotian side	km	1.3
			Thai side	km	4.5
			2. Width		
			Roadway	m	7 (two lanes)
			Shoulder	m	2.5 (each on both sides)
			3. Radius of curvature	m	500
			V. Administrative facilities		
			1. Laotian side	m ²	22,000
			2. Thai side	m ²	26,000

5.2. 橋 梁

架橋の目的は二つあり、その一つは貨物及び人の大量輸送に備えて、タイの既存鉄道をノンカイからヴィエンチャンまで延長することと、他の一つは、メコン河により阻まれているアジアハイウェイ 12 号線を完成することである。

最も望ましい架橋中心線は下記の範囲内に含まれるであろう。即ち

- (1) ハイドログラフィックオフィスの下流のタイ側の沿岸では、ノンカイの町に近づく程、人家は密集してくるため、これより下流には好ましい架橋地点はない。
- (2) メコン河の大きな曲率半径を持つ、曲りはハイドログラフィックオフィスの約 1 Km 上流の地点で終り、この地点の下流域における流線は河道中央にはなく、ラオス側に片寄っている為、架橋地点は出来るだけ下流の方が良い。
- (3) ナムグムプロジェクト用の送電線がハイドログラフィックオフィスの上流約 600 メーターの地点でメコン河を横切っている。
- (4) ハイドログラフィックオフィスの上流約 400 メーターの所のタイ側では、しばしば雨季に氾濫する小支流がメコン河に合流する。
- (5) ハイドログラフィックオフィスの下流ではこれに隣接して、タイ国造船技術訓練所が建設中である。

以上の状況より、架橋地点は、ハイドログラフィックオフィスの上流でメコン河に合流する小支流の合流点より下流の範囲に絞られる。この事を考慮して、架橋中心線はプレート 2 及び第三部の図-2.1. に示される位置に決定した。

橋梁の予備設計に当っては、タイ国有鉄道の「鋼鉄道橋上部構造設計仕様書」及び、AASHO の「道路橋標準示方書」に適合するようなされている。

橋梁上の道路及び鉄道の建築限界は上記示方書から抜粋し、図-5.2. に示されている。又、道路橋及び鉄道橋の設計に適用される活荷重についても抜粋し図-5.2. に示されている。

5.2.1. 上部構造

橋梁の上部構造設計に当って、次記 3 項目について詳しい研究を行なった。即ち(1)橋梁の構造型式、(2)橋の断面形状、(3)舟運のためのサミット(橋の施工基面の一番高い所)の位置。

(1) 橋の構造型式

橋の構造上の型式は技術及び経済的観点から選択される。橋は先ず立地条件に適合し、最小の費用で最大の効果を上げなければならないし又、耐久性、維持・保守の容易さ、美観等も要求される。

道鉄併用橋の構造型式は以上の点を考慮し、鋼床版連続箱桁橋、単純箱桁橋、連続トラス下路橋、単純トラス下路橋及びアーチ橋の五つの型式について比較検討を行なった。このうち、同じ立地条件、同じ橋脚間隔で最も鋼重の少なくて済むのは一般に連続トラス下路橋である。連続トラス下路橋に比べ単純トラス下路橋、連続箱桁橋、アーチ橋、単純箱桁橋は夫々約 10, 25, 30 及び 35 パーセント増

の鋼材を必要とする。その反面、トラス橋は工場加工、現場組立てに多くの手間を要し、維持・保守費も高くつく。その上、トラスであろうとなかろうと、下路橋は一般に将来の道路の拡巾、鉄道の複線化にとっては不便であり、車輛運転手の視界を狭げ、歩行者の展望を妨げる。

しかしながら、重い、高速度の列車荷重がかかった場合、連続箱桁橋では桁高と径間の比が比較的小さい場合、振動を伴い、大きな撓みを生ずるであろうし、鋼床版は軌道の敷設に不便である。又、取付け区間を短かくするために鉄道の施工基面はできるだけ低くする必要があり、箱桁橋に比べて取付け部分の高さを低くできる連続トラス下路橋が道鉄併用橋の場合最も有利である。

尚、下路橋に対する比較案としては、アーチ橋が考えられるが、アーチ橋は連続径間が技術的に無理であり、一般に一径間60～70mを例にとってみると、3径間連続トラス下路橋の一径間に比べ30パーセント程度余分な鋼材を要する。しかもアーチ橋は剛性を欠き、従ってアーチ橋の建設は考慮外に置かれた。

橋は上部構造だけでなく、下部構造との関連性も考慮しなければならない。河の中央に橋脚を築くことが不可能かあるいは極度に困難な場合とか橋脚間に非常に大きな空間を必要とするような場合は吊り橋が適当であろう。しかし、この架橋地点の場合、洪水期の作業に多少困難が伴うが河中の橋脚工事を妨げるような問題はない。したがって吊り橋を考える必要はないようである。

併用橋に関してP・C構造についても検討されたが、P・C橋の場合、舟運に必要な70メートル以上の径間を設けることで構造的に多くの問題を生じる。一般にP・C橋の下部構造は鋼橋に比べ、部材の点でも建設費の点でも不利である。これは、重いコンクリート桁の自重による垂直・水平力によく耐えねばならずしかもP・C橋は鋼橋に比べ工期も長くなるからである。したがってP・C橋は採用すべきでない。

(2) 橋の断面形状

橋上に道路部と鉄道部を設ける最も望ましく且つ経済的な方法を見出すために図-5.3.に示される5つのタイプについて比較検討がなされた。

1) タイプ1

このタイプは片側に鉄道を設けた3径間連続トラス橋である。この型式は4m巾の軌道と全幅8mの2車線道路及び1.5m幅員の歩道と鉄道用監査路を持つ総有効幅員15mのもので鉄道部及び道路部はトラス間隔13.4mの主トラスの内側、歩道と監査路は外側に設けられる。この配置計画では鉄道荷重の方が道路荷重よりも大きいので、鉄道側の主トラスは道路側の主トラスよりも大きな荷重を受ける。併しながら、鉄道の活荷重は道路の活荷重よりも重い、逆に死荷重は道路の方が多いため、その荷重の差は相殺される為、主トラスの応力差はそんなに大きくない。

鉄道荷重は道路荷重に較べて大きい列車荷重はフロア・ビームの端の方に作用する為列車荷重によるフロア・ビームの曲げモーメントは大きくない。その上床構造は簡単な設計で鋼材も少なくすむ。タイプ1の建設に必要な総鋼重は取付橋梁部分も含めて約3,500屯である

のに対し後述のタイプ2では3,700屯を要する。

タイプ1では道路及び鉄道は同一フロア上に夫々独立して並列に敷設されるので取付橋梁は別々に又勾配もちがえて配置される。タイプ1は主橋梁のみならず取付橋梁を含んだ総工事費に於いても次表に示される他の4つのタイプより有利である。

表-5.2. 図-5.3.に示される5種の鉄道及び道路の橋上配置計画の直接工事費の比較

ケース	建設費 (米ドル)		
	主トラス橋	取付橋梁	合計
1	5,330,000	870,000	6,200,000
2	5,490,000	1,050,000	6,540,000
3	7,600,000	500,000	8,100,000
4	5,500,000	1,800,000	7,300,000
5	5,700,000	1,050,000	6,750,000

註：上記建設費には技術費，政府管理費，建設中の利子等は含まない
直接工事費部分だけである。

2) タイプ2

タイプ2は橋の中央に鉄道軌道を敷設し，一車線道路がその両側に設けられる場合で4m巾の軌道及び1.5m巾の歩道は問題ないが，道路部は待避車追越しを可能にするために両車線とも，それぞれ1mずつ拡張され，5m巾の道路とする従って両側トラスの間隔は16mとなり，タイプ1に較べて，フロアビームが長くなる。

このタイプでは，両側の主トラスは等しい荷重を受けるが，重い列車荷重がフロア・ビームの中央に作用するのでフロア・ビームに生じる曲げモーメントは大きく，タイプ1に較べてより多い鋼材を必要とする。又，両側トラスの間隔が大きくなるので，横構，対傾構も多くの鋼材を必要とする事になり，橋脚も大きい断面としなければならない。これらは主橋梁の建設費が高くなる原因となっている。しかし2車線道路が二分されるので橋の巾員が増し，また，二分された道路は，河岸附近で一本の道路にするために大きなカーブを描いて鉄道と立体交差をしなければならず，したがってケース1に比べ取付道路が長くなり建設費が高くなる。

3) タイプ3

タイプ3は鉄道用と道路用の2つの橋が別々に並んで建設される場合である。取付橋梁の点から見れば，最も有利なものであり表5.2.に示されるように建設費も少くてすむが全体から見れば，二つの橋梁を別々に建設することは，併用橋を1つ建設する場合より一般に高い建設費を要する。タイプ3の場合は建設費は最も高く，タイプ1より約230万米ドル高くなる。しかしながら建設作業がそれぞれ異った期間に行なえることと，運転，維持及び更新費が鉄道と道路の管轄にはっきり区別することができるという利点を持っている。

4) タイプ 4

タイプ 4 は鉄道とその両側に 1.5 m の歩道を一階に置き、その上に 8 m 巾員の 2 車線道路を設ける 2 床式橋梁である。これは道路が高い所に敷設されるので、道路の取付橋梁が長くなり、この点で建設費が増す。

このタイプでは、両側主トラスは間隔 8 m と小さい間隔にすることができ、橋脚断面も大きくせずに済むが、二つの床組を作ることは多くの建設費を必要とする。さらに重心が高い構造であるため、橋が横方向にも安定するよう設計には細心の注意を払わねばならない。タイプ 4 は 2 番目に高い建設費を必要とする。

5) タイプ 5

タイプ 5 は主トラス構造の内側に軌道だけを設け道路はトラスの外側に 1 車線ずつに分けて設けられる。この場合歩道及び監査路は道路のさらに外側に設けられる。この場合、両側のトラスは鉄道の建築限界まで寄せることができ、したがって橋脚もタイプ 2 の場合より小さくてすむ。しかし、構造物の横方向の安定性を確保するためにトラスの両側主部材の間には鉄道の建築限界 4.8 m よりも広い 6.5 m の空間を必要とする。

このタイプの良い所は、車の運転車や歩行者にとって視界を妨げるものがなく、広く見渡せるということができる。しかし、タイプ 2 と同様接近道路の配置という点で欠点がありその上、道路部は長い片持梁の床梁の上に置かれるので、大きな変位と振動を伴うことになり、道路部の不均衡な荷重により、主構造がねじりを受ける結果になる。構造の点から見て、タイプ 5 は推奨できない。

6) 結 論

上述の如く、構造力学上からも主橋梁及び取付橋梁の建設費の点からも、タイプ 1 の配置が最も望ましい。

しかしながら、タイプ 1 と 2 との建設費の差は予期した程ではなかったため、メコン委員会は架橋調査団に対し、ラオス・タイ両国に設けられる管理設備の配置計画及び、現在ラオスで右側、タイでは左側通行を行っており、左右側交通転換を橋上あるいは橋の近くで行わねばならないのでこの左右側交通転換の位置に関連づけて、両タイプをさらに詳細に比較検討を行うよう要請があった。

多くの配置計画が考えられるが図 - 5.4 に示される 9 つのプランについて検討した結果次の事が言える。

- (i) 交通流は図 - 5.3 におけるタイプ 1 に対して考えられた(a) ~ (e) の 5 つのプランの方がタイプ 2 に対して考えられた各プランよりやや複雑である。
- (ii) タイプ 2 においては、交通の方向により、必然的にラオス側の管理設備は 2 つに分けられる。その結果、出入国管理法に触れた車が元に戻れるよう、二つの管理設備を結ぶ道路が必要になり、タイプ 1 の場合のように 1 ケ所にまとめて管理設備を設ける場合に較べて、管理面からみて、不便である。

(ii) タイプ1に対するプラン(d)を除いたプラン(a)～(e)に比べ、タイプ2に対するタイプ(f)～(i)は表-5.2.に示される主橋梁及び取付橋梁の建設費増加分約340,000米ドルに加え、新設道路の建設に260,000米ドルだけ多く必要とする。

以上を考慮した場合、本計画で建設される道路・鉄道併用橋の道路、鉄道の橋上配置としては、タイプ1が最も推奨される。したがって以後の設計においては、このタイプが採用されるものとして作業を進められている。

(3) 橋の高さ

架橋地点付近のメコン河の河道はラオス側で比較的深く、タイ側で浅い。したがって舟運コースはラオス側が利用されており、この点から考えて、橋のサミット(最高部)もやはりこの舟運コースの真上に設けるのが妥当である。

調査運用計画書によれば舟運に関する要望として次の事が規定されている。

「メコン委員会の諮問委員会は、1967年4月の第8回会議において、最小水平クリアランス78メートル、鉛直クリアランスは最も起り得る高水位上10メートルとすることを勧告した。」

計画地域周辺のメコン河を利用する舟運は小規模な地域的舟運に過ぎない。これはラオスとカンボジアの国境付近にある巾3km高さ20mにも及ぶコーンという滝、又サンボールやケマラーットの曝布の谷に河口からヴィエンチャン迄の一貫した水路交通を不可能にしているからである。しかし最近では、この地域的な舟運にもブッシャーバージが急速に利用され、コンテナ輸送が盛んに行なわれるようになった。このブッシャーバージは前方視距を良くするために喫水から8～9mの高さに、操舵室を設けてある。

従ってこれからの急速な発展を考えれば、かなり大きな余裕を見込む必要があり、諮問委員会の決定した10mの桁下高は妥当と思われる。

問題は最も起り得る高水位の選定にあり、このため、計画地域周辺の測水所から集められた資料を用いて、架橋地点の確率高水位が推定された。結果は第3部の表-5.5.に収められている。計算に用いられた資料はノンカイのワットハイソックにある、RID測水所の1937年から1967年までの30年間の測水記録¹とノンカイのハイドログラフィックオフィス1964年から1967年迄の4年間の水位記録¹である。これら確率高水位の計算については、その詳細が第三部の5.2.節に述べられている。

RID測水所の1937年から1967年までの過去30年間の水位記録から、架橋地点における水位が推定確率高水位を越えた日数及びその継続日数を調べ、本報告書第三部の表-5.5.に記載してある。

この表によると、過去の水位が2年確率高水位を越えた日数は50日に1日の割合である。さらに5年及び10年確率高水位に対しては夫々、1/310及び1/700の割合で起っている。この二つの数字はかなり小さい割合である。

¹：これらの水位記録はハイドログラフにして本報告書第三部の5.1.節に掲載されている。

過去の高水位の中で、推定確率高水位を連続して超過した日数の最も長かったのは1966年のヴィエンチャン平野に氾濫した洪水である。この洪水は20年確立高水位に匹敵するもので、2年、5年、10年確率高水位を連続して越えた日数はそれぞれ、29、20、14日間であった。その他の洪水をみると、5年確率高水位を連続超過する日数は1年につき5日程度である。

これらから判断すると、5年確率高水位EL.166.7mは最も起り得る高水位と考えられる。従って橋の予備設計に採用される計画高水位は5年確率高水位に0.3mの余裕を加え、EL.167.0mと決定した。

舟運の経路となる橋梁部分の上部構造については、両側の橋脚の支点を計画高水位EL.167mより10m上に設け、橋脚の水平中心間隔を90mとした。

この結果、橋のサミット(橋の上に敷設される二車線道路施工基面の最高部をサミットと称する。)は、プレート3にみられるようにEL179.27mになり、河道中心より、ラオス側に片寄った所に位置する。

主トラス橋、プレートガーダー橋、合成桁橋、ラーメン橋の縦断勾配は、鉄道の最大規定勾配の1.2%に制限された。鉄道用のラーメン橋は、ラオス側にあるアジアハイウェイ12号線の上を4.5mの高さで越え、タイ側もまた、道路交通を妨げないように立体交差とする。道路用のホロースラブ橋は建設費を少なくするため、許容最大勾配4%とする。

5.2.2. 下部構造

全長650mの主トラス橋の下部構造には、鉄筋コンクリートの橋脚が考えられた。橋脚の基礎としては、河床部沖積層の下にある堅固なシルト岩の上に築かれるニューマティックケーソンが考えられた。

ラオス・タイ両岸に設けられるラーメン橋、ホロースラブ橋の取付橋梁の下部構造には、砂あるいは砂利層に打込まれるP・Cコンクリートパイルに支えられた二柱式鉄筋コンクリート橋脚が考えられる。取付橋梁の下部構造に関しては、特に記述することはないが、主トラス橋の下部構造については下記の如き、各種の比較検討を行なった。

(1) 橋脚の型式

橋脚型式の比較検討は、鋼構造、P・Cコンクリート構造、鉄筋コンクリート構造の3種について行なった。前者二つについては、橋脚とケーソンのジョイントの剛接ができないという弱点があり、推奨できない。鉄筋コンクリートの場合、このような欠点がないという事ばかりでなく、建設費も安い為、この鉄筋コンクリート構造が最終的に採用された。橋脚の形としては横断面の最も小さい、しかも流水圧を小さくできる長円形が採用された。橋脚の上端は上部構造を支えやすくするようにその断面を拡げた。

(2) 橋脚間隔

一般に橋脚間隔が長くなると、トラス部材は大きくなり鋼材の総重量は段々と大きくなる。その結果、上部構造の建設費は増す。しかし逆に橋脚の数が減るために、下部構造の建設費が小さ

くなる。これは逆の場合も同じことが言える。橋脚間隔を決める事は、橋の予備設計を行なう上に重要なことである。

この問題について、次のような二つの条件が考慮された。一つは、橋脚は河床部沖積層の下にある新鮮なシルト岩を基礎とする事である。橋脚を定着させ、橋脚の周囲に起ると思われる洗掘作用から保護する為に、新鮮かつ堅硬なシルト岩は表面から約2mの深さまで掘削する。また、もう一つの条件は、たとえこのシルト岩を深く掘削してみても、支持力は変わらないであろうという事である。

この架橋計画の場合、図-5.5.にみられるように経済的な径間は70m前後である。この経済径間については、50m、60m、70m、80m、90mの5つのケースについて比較検討した結果、建設費の点でいくつかの相違点のあることが判った。したがって運用計画書に規定されている舟運用の90m径間を除いては、70m径間が最も経済的であるとして、これを採用した。(プレート3及び4参照)

(3) 橋脚基礎

橋脚基礎の検討は、橋の技術的可能性を左右する重要な部分であり、この基礎の検討に全力が注がれた。

橋脚基礎としては、パイル・フーチング・オープンケーソン・ニューマティックケーソンの4種について検討した。比較検討の結果、経済的な事、安定した建設のできる事、作業の進め易さ等の点で、オープンケーソンとニューマティックケーソンの組合せによるものが採用された。

1) パイル基礎

パイル基礎の場合、フーチングやケーソンのように、建設機械や装備をそれ程導入する必要がないので、経済的であり、工事も簡単で、かつ時間を要しないのが河床の洗掘作用に対して保護する為には、無風化シルト岩までパイルを打込む必要がある。スチールパイルや、P・Cコンクリートパイルを硬岩中に打込む事は技術的にみて不可能あるいは非常に難しい。かような観点よりパイル基礎は不採用となった。

2) フーチング

地上においてフーチングを基礎とする場合、一般に工事が簡単で、しかも建設費が安い。しかし、河中にフーチング基礎を適用することは有利でない。というのは、本橋梁の上部構造を支えるには非常に断面の大きいフーチングを必要とするために仮締切が必要となる。このように、メコン河の流積を大きく狭める事は背水を起し、流速を早める結果を招き、工事現物に仮設された、建築機械や装備の維持を困難にする。また更には鋼矢板で築かれた仮締切の内部を掘削していく際、この矢板の下部からかなりの漏水があることが考えられる。この種の漏水は完全に遮断することが難かしく、工事を遅滞させる原因となる。従ってこの明り掘削は、技術的に見ても、又、乾季という限られた工期内で完成するという事から考えても不可能であろう。

3) オープンケーソン

陸上部におけるオープンケーソンの工事は何ら困難な問題を有しないが、河床部でこれを行なう場合は、硬質シルト岩に礎着するのにかなりの期間を要する。特にこの橋の場合、工期が乾季に限られており、二乾季¹の間に8個のケーソンを河道に建設完了するのは困難であろう。また、河床洗掘から保護するために、無風化シルト岩を表面から約2m掘削し、そこにケーソンを固定することになるが、オープンケーソンの場合は、シルト岩が確かに2m掘削されたかどうか、またケーソンが確かに固定されたかどうか確認する事は難しい。

4) ニューマティックケーソン

もし上記の好ましくない条件を許すならば、本計画の立地条件も考慮して、ニューマティックケーソンの工費240,000米ドル²に対し、オープンケーソンは230,000米ドルの工費で完成することができる。しかし、この橋がメコン河に架かる国際橋梁であることに重点を置くならば、わずかな工費の差をもって、オープンケーソンを推奨すべきではない。

以上の検討の結果、全長650mの主トラス橋の10個の橋梁基礎として次のような型式が推奨される。(プレート5参照)。オープンケーソンは流水による工事の支障を来さない兩岸の陸上部に各1個設けられ、水中工事の確実性を保証するため河道部には8個のニューマティックケーソンが建設される。この建設の方法及び手順については5.6節に詳細に述べられている。

(4) 橋脚保護

メコン河河道の試錐は第二次調査で実施され、その結果、推定された地質断面図が図-5.6.に示されている。河道中によりラオス寄りでは3~5m、タイ側では7~13mの沖積層があり、その下に風化したシルト岩さらには下には風化してない硬いシルト岩がある。

橋脚によって起る、河床洗掘作用は雨季に最も激しく、橋脚のまわりの砂や砂利等の堆積物は完全に洗掘流下されるものと思われる。

このため、次の様な対策が必要であろう。即ち洗掘作用から護るため、橋脚基礎は無風化シルト岩の表面から2mの所に確実に礎着するよう、ニューマティックケーソンを採用する。

ニューマティックケーソンを沈下させるに当っては、乾季までも砂州の現われない所では、鋼矢板で囲いを作り、中にメコン河の川砂をつめた築島が、橋脚建設地点に建設される。築島は16m角の高さ約5mのもので、ラオス側の河道に5個建設される。

5つの築島は橋梁建設後もそのまま残され、橋脚を洗掘作用から護り、その周囲には径20cm以上のラテライト塊を詰めた2.8m四方の木工沈床を施す。(プレート6参照)。築島の頂部はEL.156.5mあるいはEL.157mに施工され、美観上、又、舟運のため、鋼矢板はLWLのEL.154mあるいは、可能であれば、EL.153mまで切り落す。

¹ : 詳しく説明すると、この工事はメコン河の水位がL.W.L.のEL.154.0m以下にある間に行なわれる。通常乾季は11月から翌年の5月までである。

² : ニューマティックケーソンは送空装置を備えねばならないので、この点でオープンケーソンよりも工費が高くなる。

タイ側の砂州上及び両岸に建設される5つのケースの施工では、鋼矢板は打込まず、ケーソン組立てのための盛土が施工される。橋脚を洗掘から護るため砂州上のケーソンの周りには、ラテライト塊を詰めた3.6m四方の木工沈床を施す。又、両岸の橋脚の周りには5m巾0.5m厚のラテライト塊を敷きつめる。

5.2.3. 護 岸

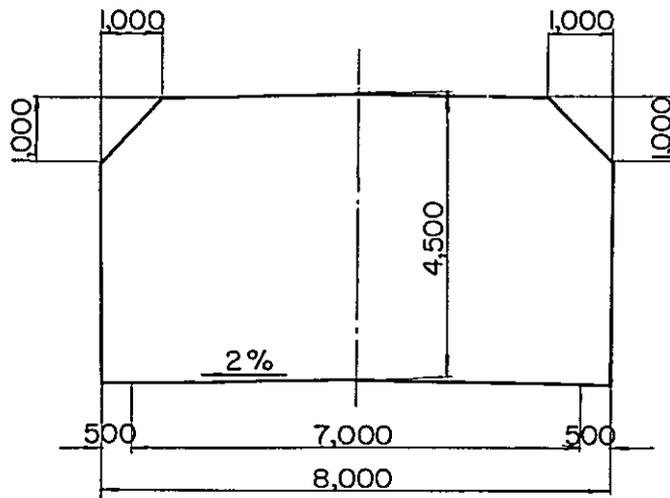
架橋地点の上流にあるメコン河の湾曲のうち、最も近いものは、架橋地点の約1km上流の地点で終っており、下流架橋地点付近の流心は依然としてラオス側に片寄っている。従って、ラオス側の河岸は少しずつ浸食され、タイ側では堆積作用が見られる。現在、河岸浸食は毎年20センチメートル程度の割合で進行している。

プレート6から判るように、ラオス側及びタイ側の両岸に設けられる橋脚は夫々、岸の法肩から数メートル内陸に追込んである。河岸浸食から保護するため、両岸斜面には蛇籠を列べ、その据にはコンクリート塊を積上げる。

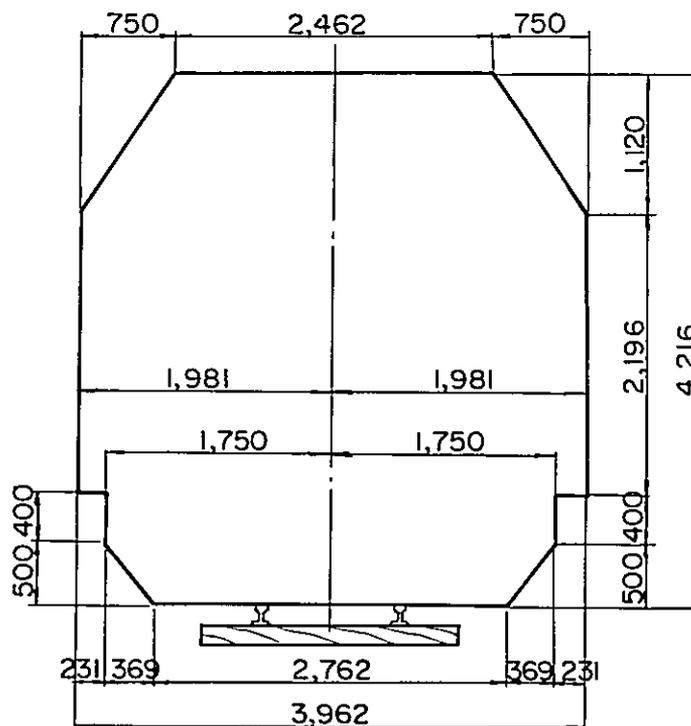
蛇籠は径0.5メートル、長さ6メートルのものであり、施工区間はラオス側では、橋の上流40m、下流80m、タイ側では上流に40m、下流はハイドログラフィックオフィス構内の護岸に接がるまで110m施工する。蛇籠の斜面沿いの長さはラオス側で40m、タイ側で30mになるが、流れの方向10m毎に二列に打込まれた木杭で固定される。

蛇籠の据にはその全施工区間にわたって、50センチメートル角のコンクリート塊を巾5m、厚さ1.5m積上げる。

Fig. 5.1. CLEARANCE DIAGRAMS FOR BRIDGES

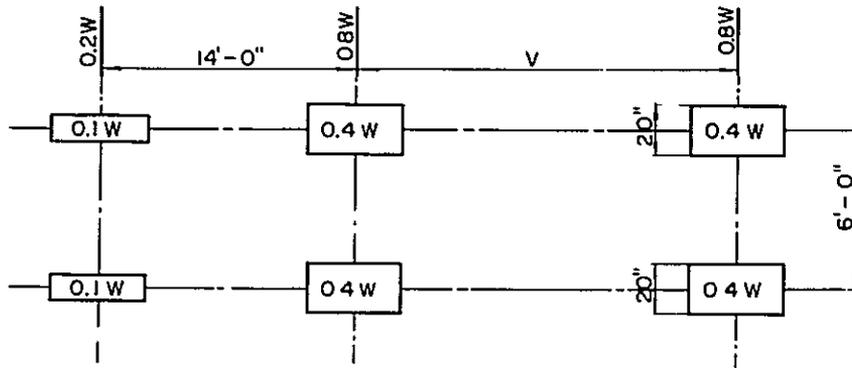


CLEARANCE OF TWO-LANE HIGHWAY



CLEARANCE OF RAILWAY

Fig. 5.2. ROADWAY AND RAILWAY LIVE LOADS

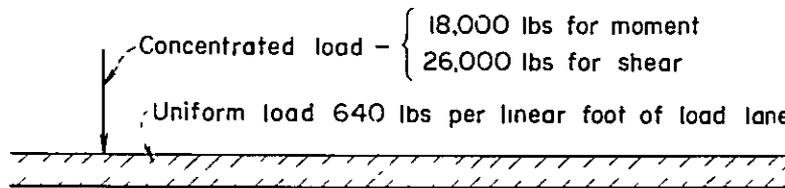


W = Combined weight on the first two axes which is the same as for the corresponding H-truck, W = 40,000 lbs

V = Variable spacing - 14 feet to 30 feet inclusive.

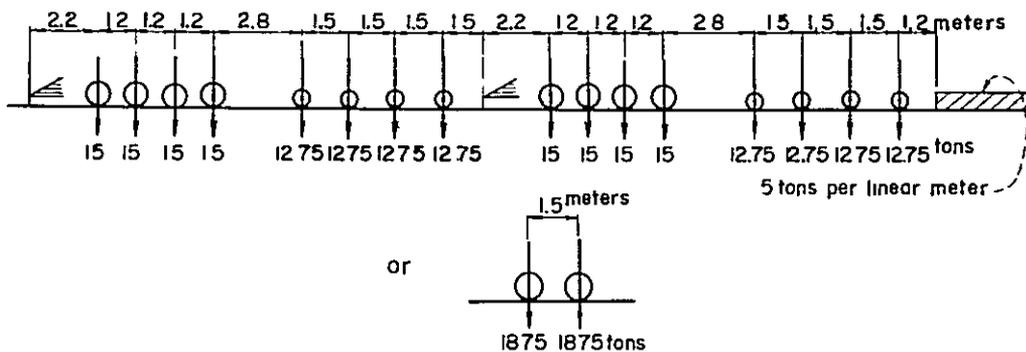
Spacing to be used is that which produces maximum stresses.

Standard HS20-44 truck



HS 20-44 lane loading

HS 20-44 LOADING FOR HIGHWAY



STANDARD 15-TON LOADING FOR RAILWAY

Fig. 5.3. VARIOUS LAYOUTS OF BRIDGE FLOOR

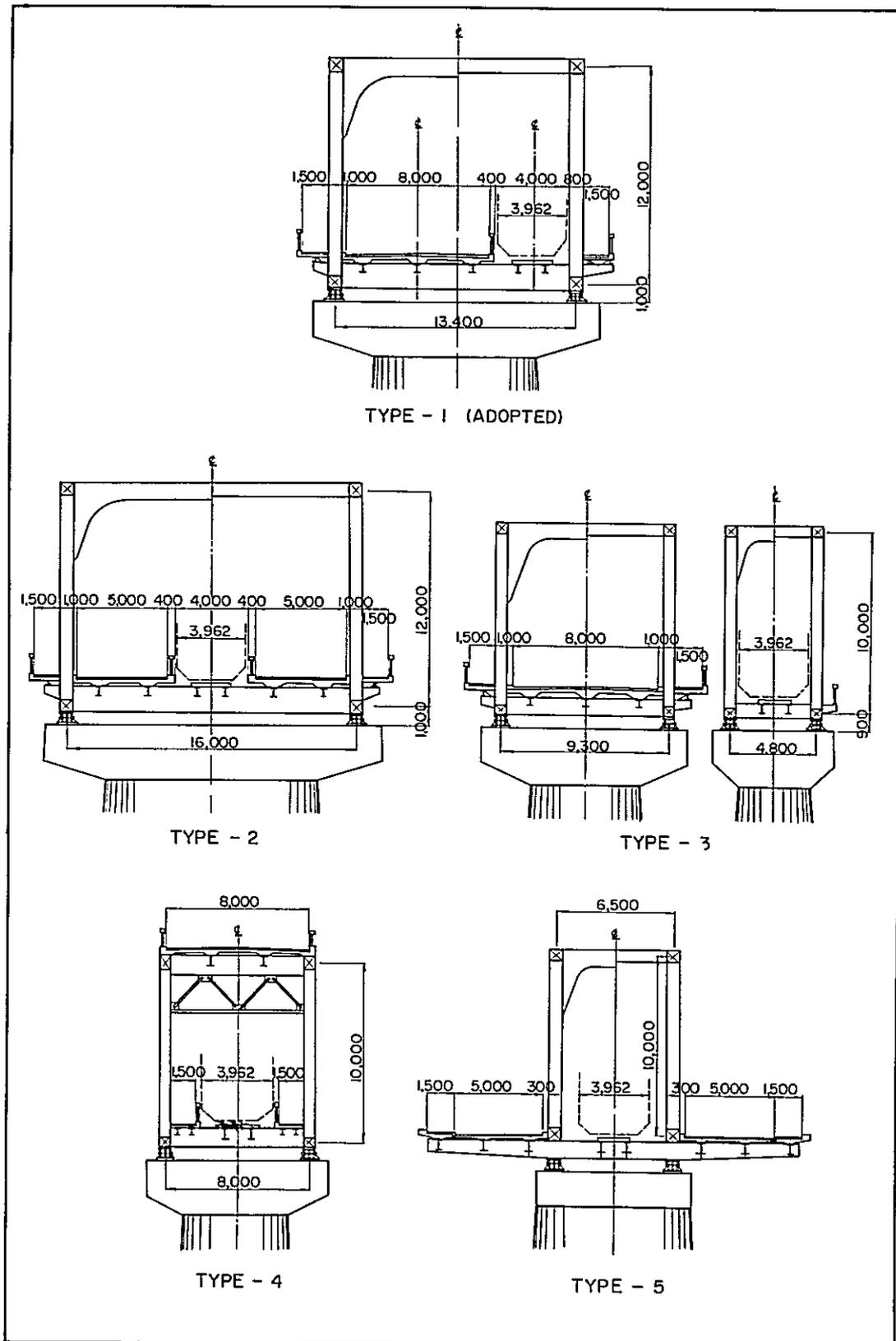


Fig. 5.4. LAYOUT PLANS OF ADMINISTRATIVE FACILITIES AND A CHANGE-OVER POINT IN RELATION TO THE BRIDGE-FLOOR LAYOUTS OF TYPES 1 AND 2

For Type 1

For Type 2

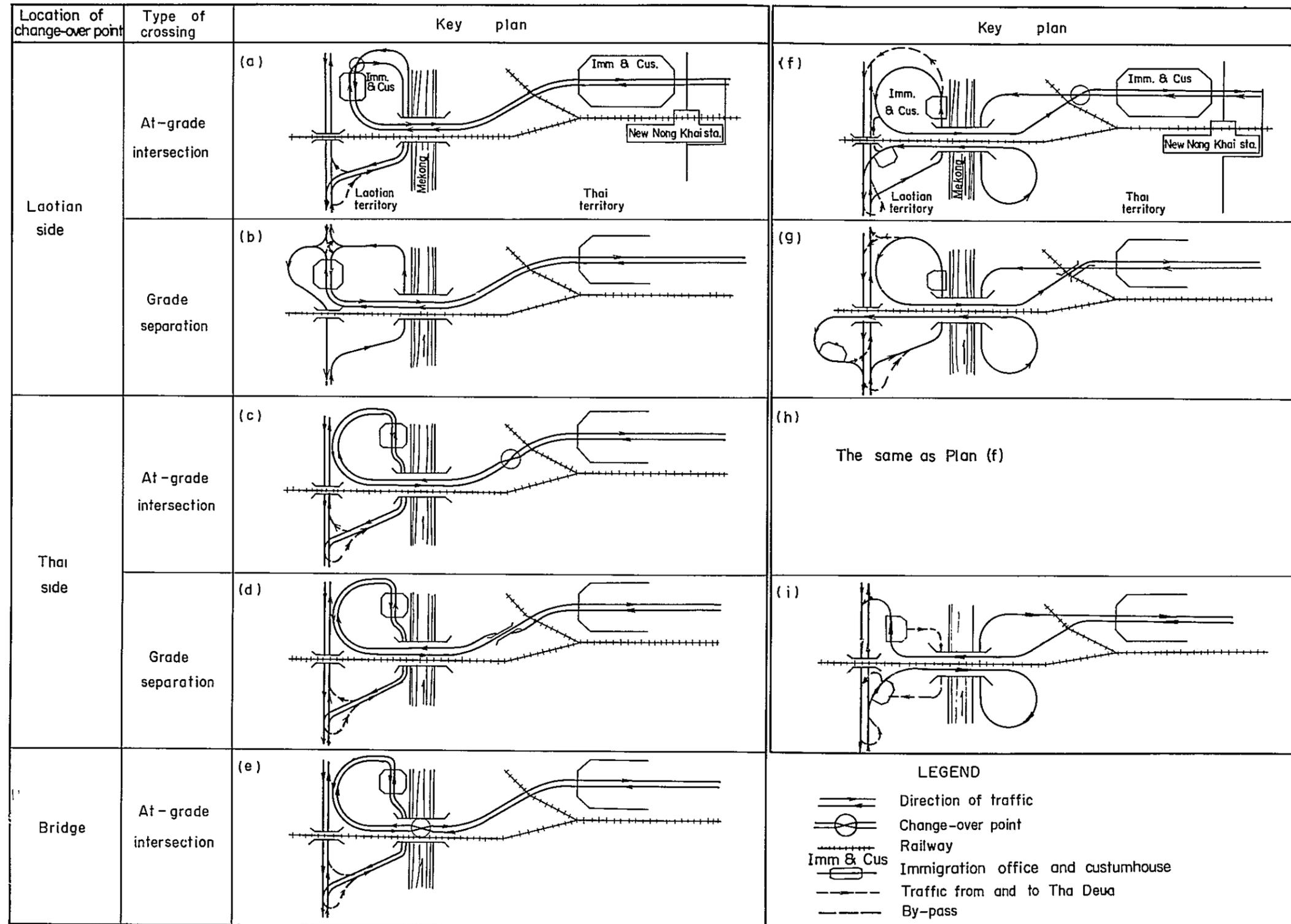
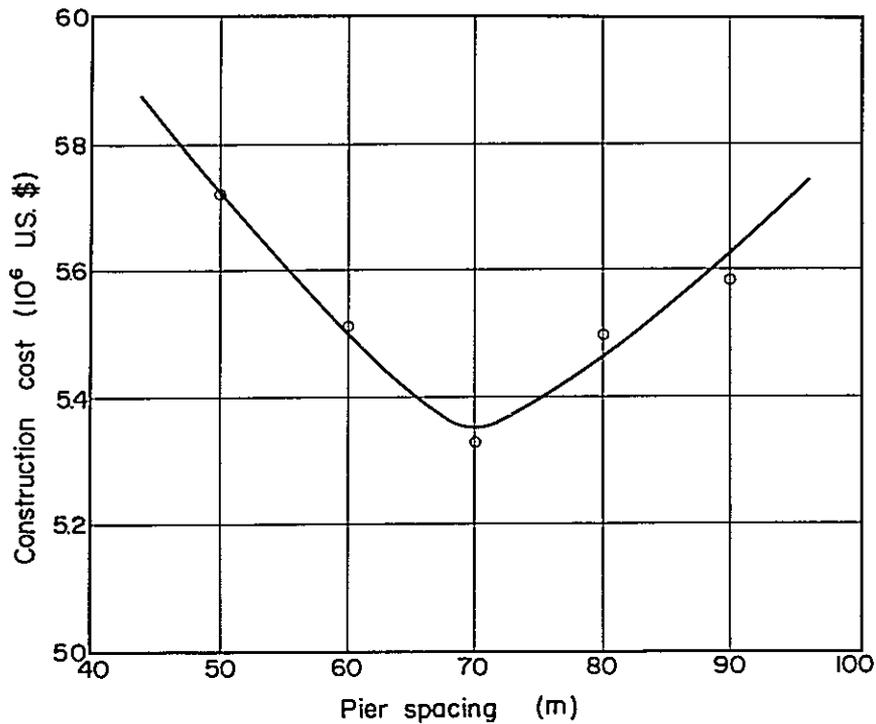


Fig. 5.5. SPAN VS. COST OF BRIDGE

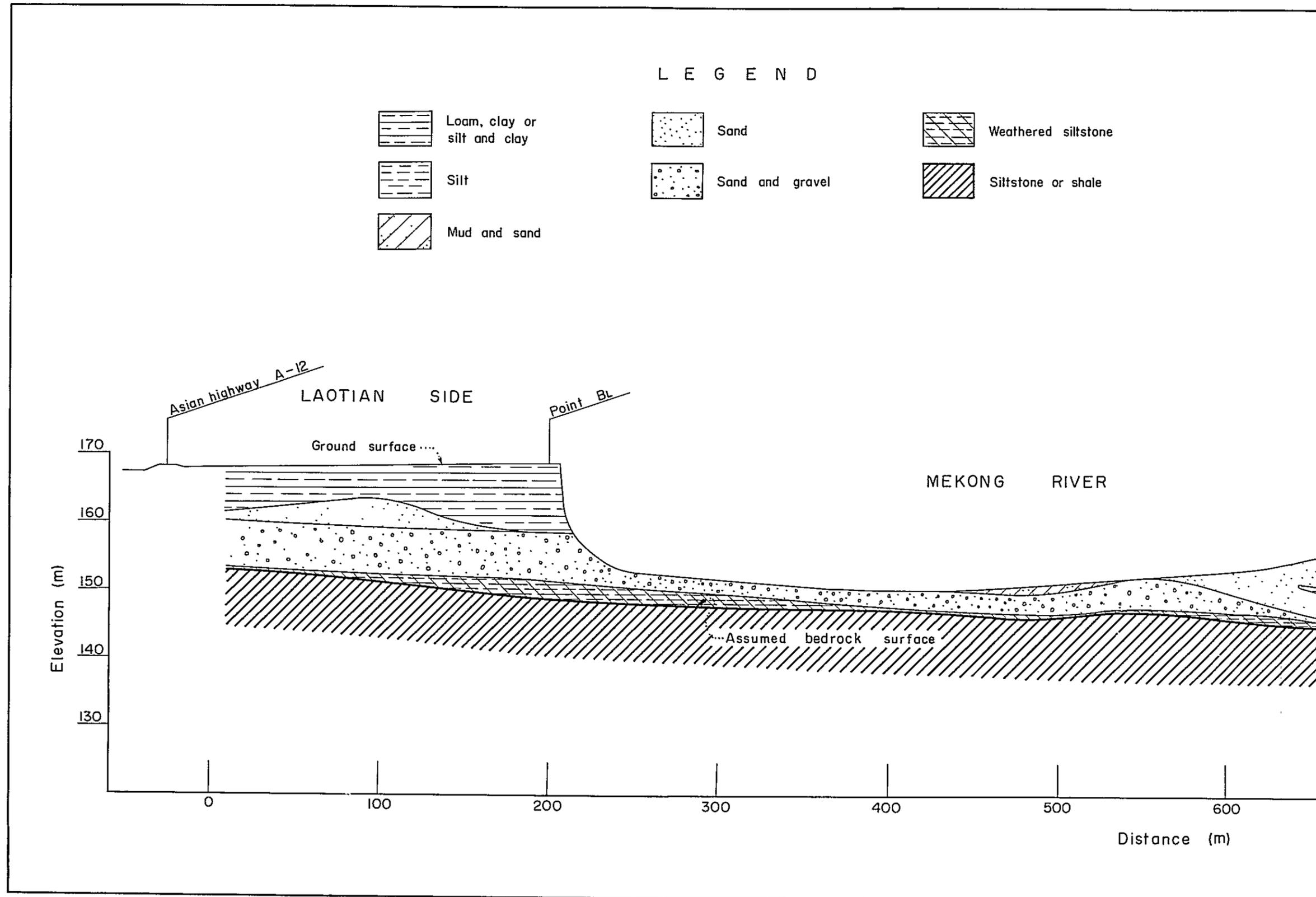


Pier spacing (m)	Numbers of pier	Steel weight (tons)	Construction cost (U.S. \$)		
			Substructure	Superstructure	Total
50	14	2,800	3,570,000	2,160,000	5,730,000
60	12	3,100	3,120,000	2,400,000	5,520,000
70	10	3,300	2,780,000	2,550,000	5,330,000
80	9	3,700	2,640,000	2,860,000	5,500,000
90	8	4,100	2,420,000	3,170,000	5,590,000

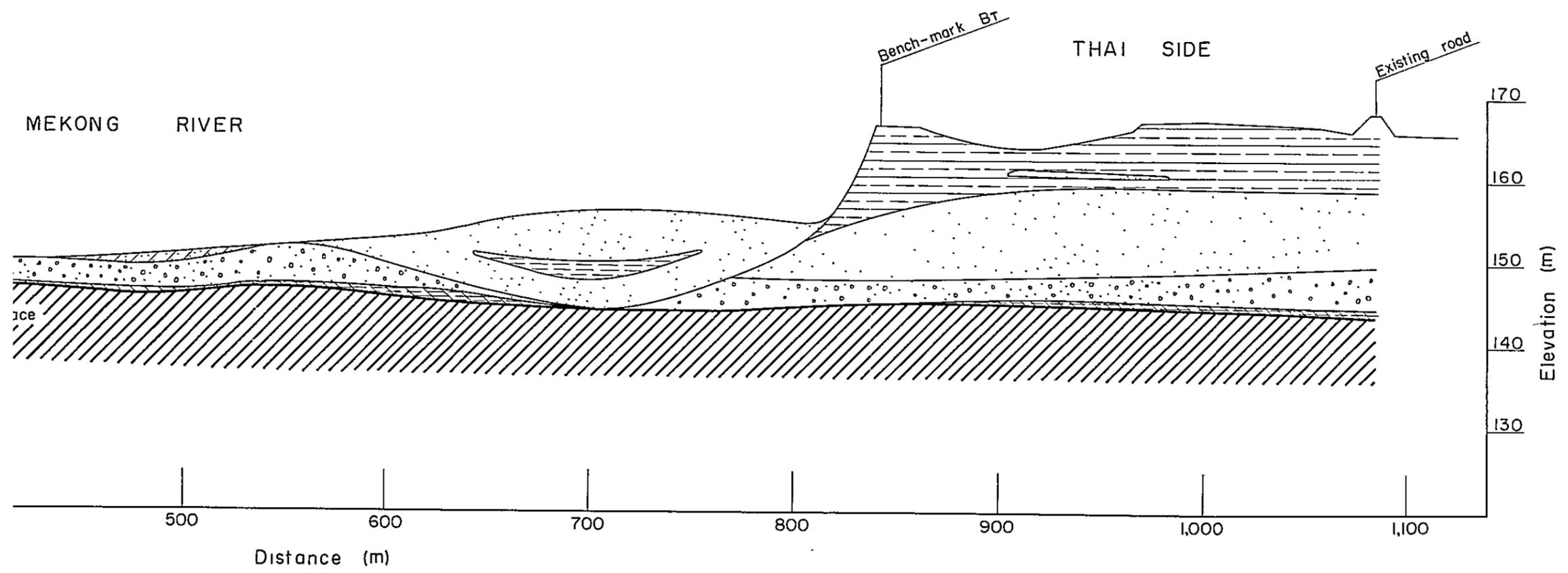
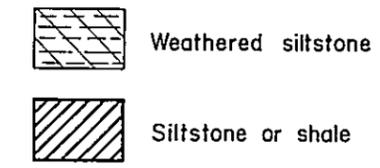
Remarks :

- (1) Cost of approach structures is not included.
- (2) The above construction costs do not include such indirect costs as expenses for engineering services, Government's administrative expenses and interests during construction

Fig. 5.6 GEOLOGICAL PROFILE OF



6 GEOLOGICAL PROFILE OF BRIDGE SITE



5.3. 鉄 道

本架橋計画としてメコン河に道・鉄併用橋が建設されれば、タイ国鉄の東北幹線は橋を渡ってノンカイよりヴィエンチャン迄、約20 Kmに亘って延長されることになる。計画地域の地形は全般に平坦でしかも地盤が比較的堅固な事からして本鉄道建設において技術的な問題は何んら生じないであろう。

タイ側に建設される鉄道は距離が短かいので路線の比較検討は必要とされなかった。従ってその路線は決定されている架橋中心線に向って無理なく極く普通に決定された。ラオス側に計画される新設鉄道は5つの有力な候補路線が考えられたが、第4章4.3節に述べられた通りメコン委員会は最有力路線としてC/Dルートを採用した。従って本節においてはこのC/Dルートについて記述するものである。

鉄道の予備設計はタイ国鉄の設計基準に従って行なわれた。下表5.3はその抜粋である。

表 5.3. タイ国鉄設計基準からの抜粋

条 項	記 述
1. 設計速度	最大 90 Km / hr
2. 軌 間	1 m
3. レール	801 b / yd
4. 枕 木	木材 (15 × 20 × 190 cm 堅木) 枕木間隔 65 cm
5. 道 床	径 6 cm 以下の碎石, 石灰石の硬度以上の硬度を有する事
6. 曲線半径	最小曲線半径 400 m 緩和曲線長はカントの 700 倍以上
7. 縦断勾配	山間部 : 1.2 % 以下 (R = 400 m に対して) 駅の構内 : 0.11 % 以下
8. 通行権	軌道中心線の両側各 40 m 幅

鉄道建築限界は図 5.7. を参照

予備設計に関しては、軌道と土工、駅、メコン河以外に架けられる橋カルバート等の主な項目について以下に述べられる。

(1) 軌道と土工

現在タイ国鉄は 50, 60 及び 701 b / y a のレールを使用しているが将来はすべて 801 b / y d レールに置き換えられる。バンコック～ノンカイ間を走る東北幹線は軌間 1 m の単線である処から本架橋計画において建設される鉄道も同じく 1 m 軌間の単線鉄道とし 801 b / y d レールを使用することとした。枕木間隔は 65 cm とし道床には碎石を 15 cm 厚に敷くものとした。尚、軌道標準断面はプレート 10 に示されている。

土工標準断面としては比較的盛土の高い部分でしかも洪水の被害をしばしば受ける個所にはメコン河の細砂を盛土中央下部に置き排水と安定の効果を狙い、その外部には 50 % 比率を混ぜた

土と砂の混合物を盛ると云った合成盛土が考えられた。また、支持力を増すために、突き固めは10%以上のCBRを確保できるよう入念に行なう必要がある。この合成断面は土の吸水膨潤性による影響に対してかなりの効果を上げる事が出来る。

一方築堤の比較的低い個所にはできるだけ良質の盛土材を探して用いるのが賢明である。この部分は、道床に敷かれた碎石によって膨潤性を有する土の悪影響をある程度、相殺させることができる。

切取断面はプレート10に示される通り掘削面上に下部道床、上部道床の二層を設ける。

下部道床は上部道床のバラストが直接掘削土面にめり込まぬようこの掘削面と道床の中間にラテライト塊の20cm、40cm厚の層を設けたものである。

切取個所の両側法面には張芝工を施し洪水の脅威に曝される盛土法面には格子枠にラテライト塊をつめたものかあるいはコンクリートブロックによる保護工を考えている。

鉄道の施工基面は前にも述べた通り鉄道の耐用年数に等しい40年の確率洪水に対しても、水浸しないように決められた。(プレート11, 12, 13, 14, 15, 16参照), タットルオン湿地帯を通過する部分の盛土建設に対しては、この湿地帯の地盤が比較的堅固なことから、何んら、技術的困難な問題は生じないと思われる。

タイ側に建設される道路は新設されるノンカイ駅と既存ノンカイ駅との間で、この鉄道と交差することになるが、既存ノンカイ駅は将来、橋が建設され、しかも新ノンカイ駅が建設されることによって小規模輸送に供するのみとなるかあるいは不要となるため、こゝでの交差は平面交差として考えた。

(2) 駅

既存ノンカイ駅はタイ国鉄東北幹線の終着駅となっている。しかし、こゝには操車場としての設備が完備されておらず、実際にはノンカイ市の南約6kmに在るナタ駅が操車場となっている。このナタ駅は既存・ノンカイ駅が建設される以前迄、東北幹線の終着駅であった。図5.8.に示される如く、ナタ駅には列車の運転、修理その他の設備がいろいろと備えられており現在でも有効に活用されている。

こうした事情から考えて、橋迄の路線は既存ノンカイ駅から分岐する代りに、駅に向って軌道が東へカーブを始める所から分岐することとし、その少し手前に新ノンカイ駅を設ける事にした。尚、この新設ノンカイ駅のレイアウトはプレート10に示される通りである。従ってこれ迄既存ノンカイ駅において行なわれていた全ての業務は、この新設ノンカイ駅に移行されることになる。まず出入国管理や通関等の法的な手続きは駅舎に設けられる管理事務所において行ない通過旅客に対しては車内においてこれを行なうこととする。尚、輸送貨物の通関手続き用としてはラオスからタイあるいはタイからラオスへ向ける二方向の貨車に対して4本の引込み線が構内に設けられる計画である。

列車の運転、維持を行なう基地としてはナタ駅の設備が現在もなお有効である事からこの設備に依存するものとした。

既存ノンカイ駅においてはナタ駅や新設ノンカイ駅から送られる小規模な貨物輸送を取り扱う

事も出来る。

延長鉄道の終着駅として建設されるヴィエンチャン駅には、プレート10に示される様に列車運転に供する設備の他の出入国管理事務所や税関等が駅舎内に設けられる。プラットフォームは旅客用、貨物用、石油積込み用として4本建設される。

(3) 橋梁及びカルバート

ノンカイ～ヴィエンチャン間の路線沿線には、プレート17及び18に示される如く溪流、道路の横断や排水等の目的に応じてそれぞれ避溢橋5ヶ所、架道橋1ヶ所、小橋梁1ヶ所及び13ヶ所のカルバートが計画されている。

避溢橋としては、盛土の比較的高い個所には三径間連続橋が、また低い個所には単桁橋がそれぞれ架けられる。架道橋及び小橋梁はそれぞれ単純T型梁橋及び単純スラブ橋とする。カルバートは高さ2.5 m以上、幅2.5 m以上のものについてはボックスタイプとし幅2.5 m以下のものはスラブタイプとした。

Fig. 5.7. CLEARANCE DIAGRAM OF RAILWAY FOR TRACK AND BUILDING

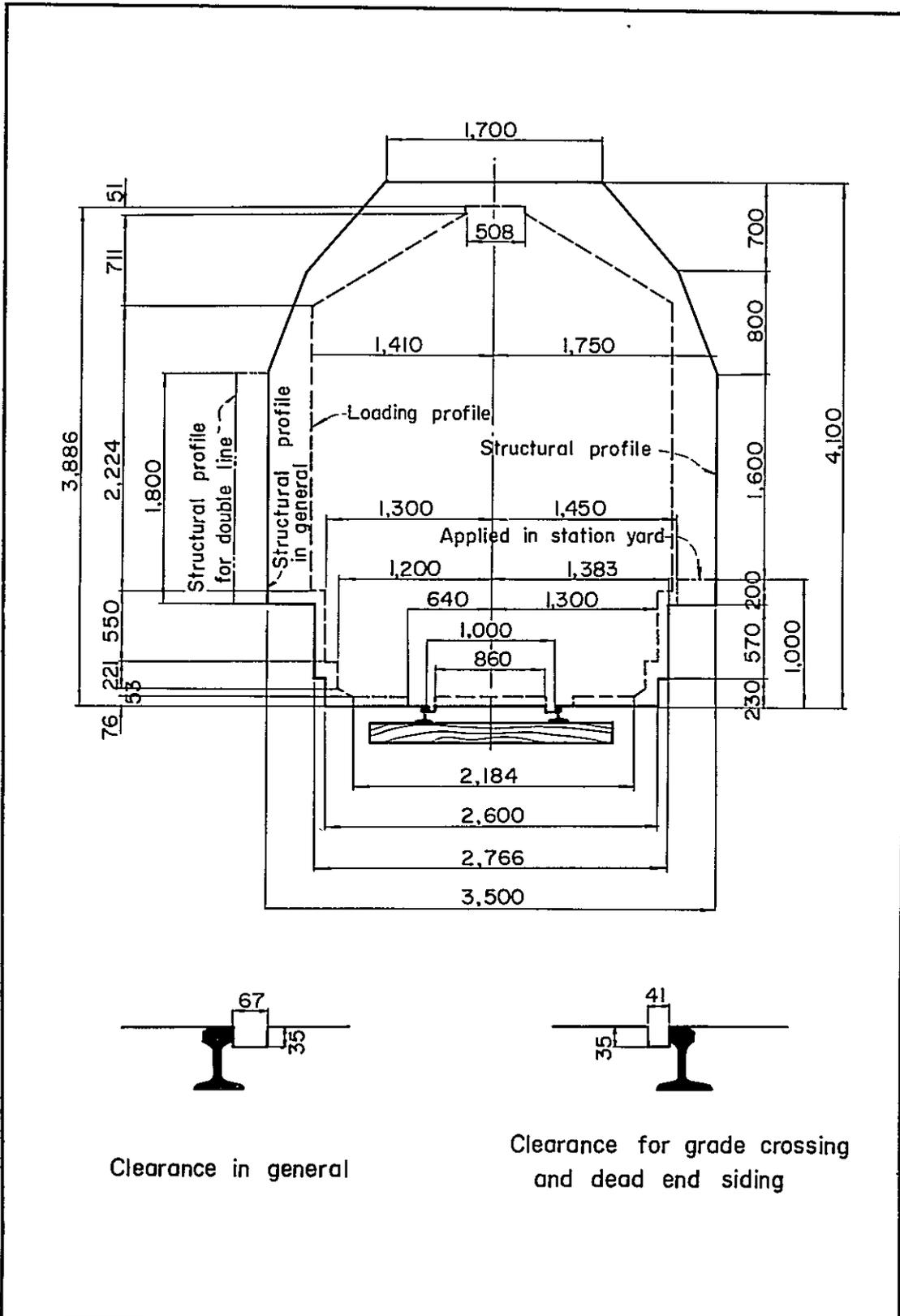
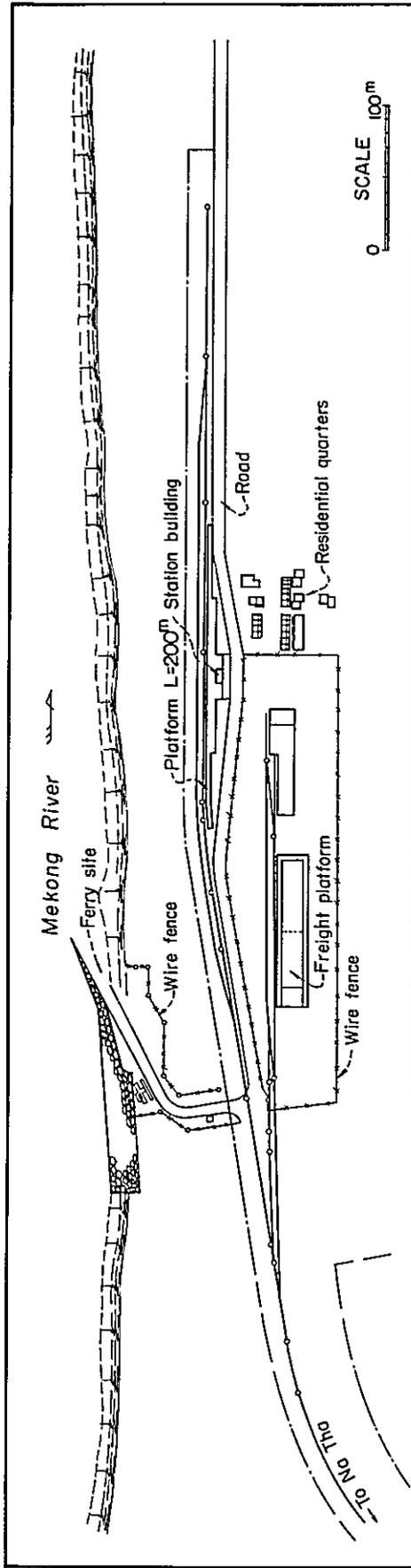
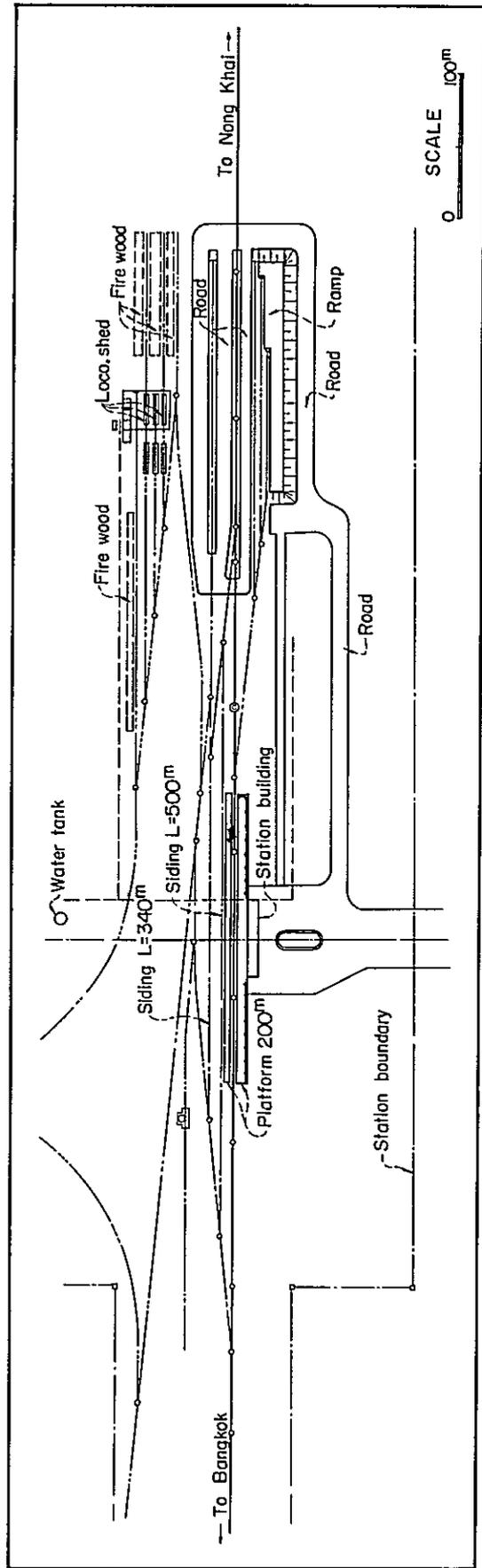


Fig. 5.8. EXSTING NONG KHAI AND NA THA RAILWAY STATIONS



NONG KHAI STATION



NA THA STATION

5.4. 道 路

5.4.1. ルート

現在タイにはサラブリー～ノンカイ間をまたラオスにはタナレン～ヴィエンチャン間を走るアジアハイウェイA-12が在る。本架橋計画は両国の国境を渡ってこの2つのハイウェイを1本に結ぶためにノンカイ市附近に橋を架け更にその取付道路を建設する事を含む。

ラオス側の道路についてはメコン河と既存のアジアハイウェイが比較的近接して平行に走っている為に特にルートを選定について研究する必要はない。問題はタイ側の道路ルートである。

タイ側は架橋地点と既存のアジアハイウェイから分岐して新設される道路の始点との間の距離が約4.5 Kmあり、ルートを選定の為の比較研究が図5.9.に示される三つの有望なルートについて行われた。第一の候補路線はノンカイの町のすぐ近くで既設アジアハイウェイから分岐して真直ぐ橋に近づくルートであり、第二及び第三の候補路線はノンカイの町から約3 Km南の地点で既設アジアハイウェイから分岐し第二のルートは鉄道の下流側を、第三のルートは鉄道の上流側を鉄道に平行に走るルートである。

1) ルート延長

第一のルートは延長3.4 Kmであるのに対して、第二及び第三のルートは夫々約4.9 Kmである。

2) 基 礎

第一のルートは沼地を通過するので良好な地盤は期待出来ないが、第二及び第三のルートはその殆んどが水田や灌木林を走る所以比較的良好的な基礎地盤が期待出来る。

3) 補 償

第一のルートは他の二つのルートに比し、土地収用費が高い。

4) 周囲の条件

第一及び第二のルートは、ノンカイの町に容易に近づきうるが第三のルートはノンカイの町との連絡の為の道路が常に鉄道と立体交叉をしなければならず不便である。

第一候補路線はノンカイ市の都市膨脹を妨げることゝ路線の殆んどが湿地帯を通過する。第三候補路線は2つの短所を持っている。その1つはメコン河、アジアハイウェイ、橋及びナムグム送電線といった構造物によって、ラオス側河岸に計画される管理設備の建設用地が制約を受け、十分に余地が採れない事であり、今一つは取付道路が既存鉄道と交差しなければならず道路及び鉄道の交通状況から判断してタイの道路設計基準に従うと立体交叉にしなければならないことである。

5) ノンカイ飛行場との関係

第二候補路線は道路がノンカイ飛行場附近を通過する点でも図5.10に示される通り、何んら問題とはならない。

6) 結 論

結局第二候補路線が最終的に採用された。

5.4.2. 設 計

道路の予備設計はタイ道路局の設計基準“Geometric Design Standards for Two-lane Primary Highways (Rural)”の条項に従って行なわれた。またAASHOの設計基準“A Policy on Geometric Design of Rural Highways”及び日本の道路設計基準も参考資料として使用された表5.4.は上述のタイ道路局設計基準の抜粋であり図5.1 1.は道路の設計に採用された建築限界である。

Table 5.4. Geometric Design Standards For Two-Lane Primary Highways (Rural) of Highway Department of Thailand

Item	Description																
1. Access control:	Required when daily traffic exceeds 3,000 vehicles.																
2. Intersection:	Intersection at grade permitted.																
3. Railroad crossing:	Grade separation is required when daily traffic exceeds 4,000 with six or more trains per day. Automatic signal is required when daily highway traffic multiplied by trains per day exceeds 3,500.																
4. Design speed:	80 to 100 kilometers per hour.																
5. Maximum grade:	4 percent.																
6. Right of way:	60 to 80 meters.																
7. Clearance:	See Fig.5.11.																
8. Roadway Width:																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Classification</th> <th>Class I</th> <th>Class II</th> <th>Class III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Annual average daily traffic</td> <td>8,000-4,000</td> <td>4,000-1,500</td> <td>Less than 1,500</td> </tr> <tr> <td>Pavement, in m</td> <td>7.00-6.50</td> <td>7.00-6.00</td> <td>6.00</td> </tr> <tr> <td>Shoulder, in m</td> <td>2.75-2.50</td> <td>2.50-2.25</td> <td>2.00</td> </tr> </tbody> </table>	Classification	Class I	Class II	Class III	Annual average daily traffic	8,000-4,000	4,000-1,500	Less than 1,500	Pavement, in m	7.00-6.50	7.00-6.00	6.00	Shoulder, in m	2.75-2.50	2.50-2.25	2.00
Classification	Class I	Class II	Class III														
Annual average daily traffic	8,000-4,000	4,000-1,500	Less than 1,500														
Pavement, in m	7.00-6.50	7.00-6.00	6.00														
Shoulder, in m	2.75-2.50	2.50-2.25	2.00														

(1) 道路の断面形状

ラオス・タイ両国を走るアジアハイウェイA-12は二車線地方道である。道路は従って同じ二車線道路として設計された。道路の断面形状は以下に示す通り既存のアジア・ハイウェイと全く同じ形状である。

車 道	: 7 m幅員 (2 車線)
路 肩	: 両側 2.5 m
横断勾配	: 車道 2 % 路肩 3 %
法面勾配	: 切取箇所 1 : 1
	盛土箇所 1 : 2

道路の横断面はプレート19に示されており、タイ側の路線沿線に見られる土の好ましくない性質を考慮に入れて決定されている。土質試験の結果上述の土は最適含水比の状態ではかなり高い剪断強度を持つが、一度水浸するとその剪断強度は著しく低下し殆んど零に等しくなる。

道路の横断面は以上の観点から決められた。切取区間では路盤の上に5cm厚の表層、15cm厚

の基層，そして30cm厚の準基層の3層を設け路肩には20cm厚のソイル・セメント層を盛って安定処理工を施す。一方盛土区間は，舗装下部に路床が設けられる。路床には所要の剪断強度を得るために良質の下層工を最適含水比の状態に盛土する事が重要である。路肩には降雨や，洪水から築堤内部路床の流出を防ぎ，路床土の最適含水比を保つようソイル・セメントミックス工法を施す。

舗装の各層と路床の強度は15cm厚のベースコースに対して修正CBR値¹80～90%，30cm厚のサブベースコースに対して20～30%及び路床には5～10%それぞれ確保される必要がある。

舗装用骨材としては通常，碎石が用いられるが，計画地域周辺には，45,000m³もの堅固な碎石を入手できない。従ってこの代りにメコン河の川砂や川砂利をそのまま用いることが考えられた。しかし着工前に実施される詳細調査においては表層，ベースコース及びサブベースコースに対して川砂利，川砂が使用され得るべきかどうか詳細に調べる事が是非とも必要である。調査によって好ましい結果が得られなければ，川砂利を砕いて用いるかセメントミルクを混入して川砂や川砂利を補強するかあるいは他に好ましい材料を探さなければならない。

(2) 縦断勾配

道路の施工基面は，メコン河の10年確率高水位に対して水浸されないよう平均海面上EL. 167.5m以上に規定された。その理由は既存のアジアハイウェイがラオス側，タイ側共この10年確率高水位に相当する過去の洪水に対して浸水し，各所において通行不能となるためである。

縦断勾配は路線沿線の地形に左右される。計画地域周辺の地形は全般に平坦であり道路は殆んど勾配部を持たない。橋に接続する道路の縦断勾配は最大4%の限度とされ，また全線を通じて，1%の緩い勾配数が2ヶ所所在のみである。道路両側には側溝が設けられ，排水が充分行なわれるよう勾配が付けられる。

(3) 曲率半径

プレート20に示される通り，構造物の位置や地形の点からみて何んら障害のないタイ側の道路の設計には原則として500mの曲率半径を考えた。既存のアジアハイウェイA-12においては現在120Km/h程度迄走行速度を上げる事が可能であるが，制限速度は80Km/hとされている。従って道路の設計速度は80Km/hに決められる。この設計速度では，曲率半径500mの曲線数においては拡幅もカントも設ける必要がない。

ラオス側の道路及び兩岸の管理設備附近では高速での走行をそれ程必要としない処から60～200mの曲率半径が採られた。例えばラオス側の曲率半径110mの曲線部においては6%のカントを設ければ50Km/hで走行できる。

(4) 道路の交通容量

一般に，道路の交通容量は基本交通容量，可能交通容量及び実用交通容量の3つに分けられる。

¹：修正CBRテストは日本工業規格に規定されている。

基本交通容量は理想的な道路及び交通条件の下で期待される可能交通容量の事であり、車道幅員7mの二車線一級道路においては時間当たり2,500台と推定される。

可能交通容量は上記の基本交通容量にトラック混入率や側方制限による容量低下率を乗じて求められる。トラック混入率とは設計時間交通量(DHV)に含まれるトラックの比率であり本架橋計画の取付道路においては約25%と推定されこれによる容量低下率は0.80である。側方制限による低下率は車道の両側に広い路肩を設けた本取付道路においては零¹である。従って可能交通容量は2,000台/時である。

実用交通容量は二車線一級道路においては、時間当たり900~1,200台と推定される。交通が連続した流れをしている時は本来実用交通容量を以って設計交通容量とされる。従って当取付道路の設計交通容量もまた実用交通容量が採られた。

前述の可能性交通容量2,000台/時を日交通量で表わすと換算率を0.12として約17,000台に相当する。一方、年平均日交通量(ADT)はプロジェクトの耐用年数である40年後にはオートバイを除くと約14,000台に達するものと推定される。従って取付道路及び橋は耐用年数40年間の道路交通を十分捌くことができる。

(5) 鉄道との交差

タイ側の新設道路は既存鉄道と平面交差する事になる。表5.4.の第3項に示される設計基準に従えばこの交差点では立体交差とする必要がない。つまり道路の将来日交通量は4,000台を超えるのが新設ノンカイ駅と既存ノンカイ駅間の鉄道交通は橋の建設後には殆んどあるいは完全に無くなるからである。

5.4.3. 通行転換

ラオスにおける交通は右側通行でありタイの交通は左側通行である。従って通行転換を行なう必要がある。

通行転換は橋上の鉄道及び道路の配置や両側の管理設備の配置と密接な関係をもっている。特に通行転換の位置は橋上の道路の二車線が夫々分離しているかいないかによって大きく左右される。比較検討の為の配置計画はいろいろと考えられるが図5.4に示される9つの計画が考えられ、これらについて比較研究がなされた。

1) 比較研究

(1) プラン(a)と(b)

この計画では通行の転換はラオス側で行われる。しかも平面交叉で行われる。将来、交通量が増加すると立体交叉が必要になると思われるが、ラオス側ではメコン河と既設アジアハイウェイとの間の余地が狭く立体交差の設備を設けるには十分でない。

¹ : 橋上の道路に関しては舗装の終りから障害物迄の余裕が両側とも0.5mしかなくこのために低下率は0.85となる。

プラン(b)は円滑な交通の流れを期待しうるがアジアハイウェイを真直ぐ通す事が出来ない欠点がある。この道路は将来タケクヤサバラケットに通ずるアジアハイウェイA-3本線に連結する重要な道路ゆえかような不必要な迂廻路が存在する事は好ましくない。しかもプラン(a)より割高である。

(2) プラン(c)及び(d)

通行転換はタイ側で行う計画である。プラン(c)と(d)の違いは通行転換を平面交叉で行うか立体交差で行うかという事である。この計画は他の計画に比し有利である。プロジェクトとしては最初平面交叉でスタートし、将来交通量が増加したらプラン(d)の様に立体交叉に切りかえるという風に考えた方が得策である。

(3) プラン(e)

この計画は通行転換を橋上で行おうとするものである。通行転換が陸上で行われる場合は転換地点で道路を拡巾して転換を円滑に行う事が可能であるが橋上ではそれが不可能である。従って転換の容量も必然的に限度があり決して推奨出来るものではない。

かくの如くプラン(b)は不必要な迂廻路である点、又プラン(e)は橋上の通行転換の容量が小さいという点でプラン(a)に劣るがプラン(a)は亦建設費の点でプラン(c)に劣る。

プラン(d)はプラン(c)の将来の姿であり、交通量が比較的少ないプロジェクトの当初からこの計画を進める事はフルにその設備を活用出来ない点で経済的ではない。

かように推察してみるとプラン(c)が、一番推奨出来る計画である。日本の架橋調査団は可能性報告書案の中でメコン委員会がこの計画を採用する事を勧告した。

2) その後の研究

ラオス国内メコン委員会は上記の勧告を受諾したが、タイ国内メコン委員会は下記の如きコメントを寄せた。

“平面交叉による通行転換を行う場合には、我々はプラン(a)を採用して貰いたい。”又“タイ側で通行転換を行う場合は立体交叉でやってもらいたい。”

日本の架橋調査団は直ちにこのコメントに対する研究を行った。その結果は下記の通りである。

通行転換の方法としては、平面交叉でしかも自動交換信号機を設置する方法が良策である。信号器をプレート19に示されている様に30m離して設置し、そして30秒間隔で作動させると二車線道路では30秒で約5台通行転換させる事が可能である。本プロジェクトのように転換地点の道路を170m区間に通って両側に更に1車線拡巾すると30秒間にトラック9台通行転換させうる。

即ち1サイクル18台、1時間1,080台処理可能である。

他方将来交通量は40年後には1日13,538台になり、これをトラック当値¹に換算すると約6,980台/日となる。時間換算率を0.12にとると一時間当りでは838台となる。

¹：トラック当値換算率はバス1、乗用車0.5、タクシー及び小型トラック0.5、単車0.25である。

将来交通量 838 台/時は信号器容量 1,080 台/時よりも小さくプロジェクトの耐用年数間信号器はサービスし得る事を示唆している。

加えて平面交叉でも次の点で交通混雑が緩和されよう。即ち管理設備がメコン河の両側に設けられる関係上、管理設備に入ってくる車はすべて出入国手続等によりある程度整理されて一定量の交通量となってその設備を出てゆく事となり、一度に平面交叉地点にラッシュする事はない。

又平面交叉の場合建設費は約 30,000 米ドルに過ぎないが立体交叉にすると約 250,000 米ドル必要となり、交通量の少ないプロジェクトの初期から立体交叉の設備を設ける事は得策ではない。

次に通行転換をどこで行うかという問題に関してはプラン(c)の如くタイ側で行う方が一番良い。それは他のプランよりもより円滑な交通の流れ、交通の混雑度も少なくしかも建設費も安い。

タイ国内メコン委員会はプラン(a)を採用する様な意見を述べたがプラン(a)は前にも述べた通り、メコン河と既存アジアハイウェイの間が狭く橋とその道路の間の取付道路が不必要に長くなってうまくない。

そこで架橋調査団はプラン(a)を改良する事を考えた。即ち通行転換地点をラオス側でしかも橋と管理設備の間に置く案である。この案はプレート 19 に示してある通りである。これは機能的に、プラン(c)に勝るとも劣らぬものである。唯同じ場所で将来、立体交叉を行うような設備を設ける事は余地がないので無理である。従って将来、交通量が増えて立体交叉が必要になった時点ではタイ側にそれに必要な設備を設けるという事であればこの改良案は非常に有利である。

架橋調査団はこの案をメコン委員会に提示し、その承認を得た。

3) 結論

通行転換の問題は次の様に結論づけられた。

- (1) 通行転換は平面交叉で行われるべきである。現段階では通行転換を立体交叉で行う事は経済的ではない。
- (2) 通行転換が平面交叉で行われる限り、その位置をラオス側に設ける事は可能であり、プレート 19 に示される位置が適当である。
- (3) 自動交換信号器を通行転換地点に設置し平面交叉で通行転換を行わせる。その容量はプロジェクトの耐用年数 40 年間十分サービスしうる。
- (4) 将来の交通量が第 6 章に続いて推定される値以上に延びた時、立体交叉が必要になると思われるが、その時点で立体交叉の設備はタイ側に設けられるべきである。

5.4.4. 管理設備

本架橋計画の橋梁はラオス・タイ両国の国境であるメコン河に架けられる国際橋梁である。従って橋を渡る交通は全て、出入国管理や通関手続きを受けねばならない。このためメコン河兩岸には、管理設備が設けられる。この設備内には出入国管理事務所や税関を初め、検疫所、倉庫及び手続き検査または有料橋の場合の通行料金徴収用ブース等が設けられる。

この管理設備の配置は橋の断面形状の問題や5.2.1節の通行転換の問題との関連において検討され、プレート19に配置図が示されている。

タイ側に建設される管理設備の敷地は140m×330mであり、ラオス側の設備は110m×410mである。設備内の道路は新設道路と同じくアスファルト舗装される。倉庫としては奥行き15m、長さ50mのものが2棟ずつラオス、タイ両側にそれぞれ設けられる。トラックと旅客用自動車の出入国管理事務所及び税関は、別々に設けられ、それぞれ流れの方向別に1棟ずつ建設される。これらの建物はいずれも出入国手続きの所要時間を車1台当たり5分として建設後の最初の15年間に伸びる交通量を捌くことができるように設計されている。尚、これらの建物の将来の拡張に対しても十分な余地が採られている。

管理設備の出口には5個のブースが設けられ、ここでメコン河を渡る車が出入国手続きを受けたどうかをチェックしたり有料橋ならば橋の通行料金を徴収したりする。

Fig. 5.9. PROPOSED ROUTES OF PROJECTED HIGHWAY

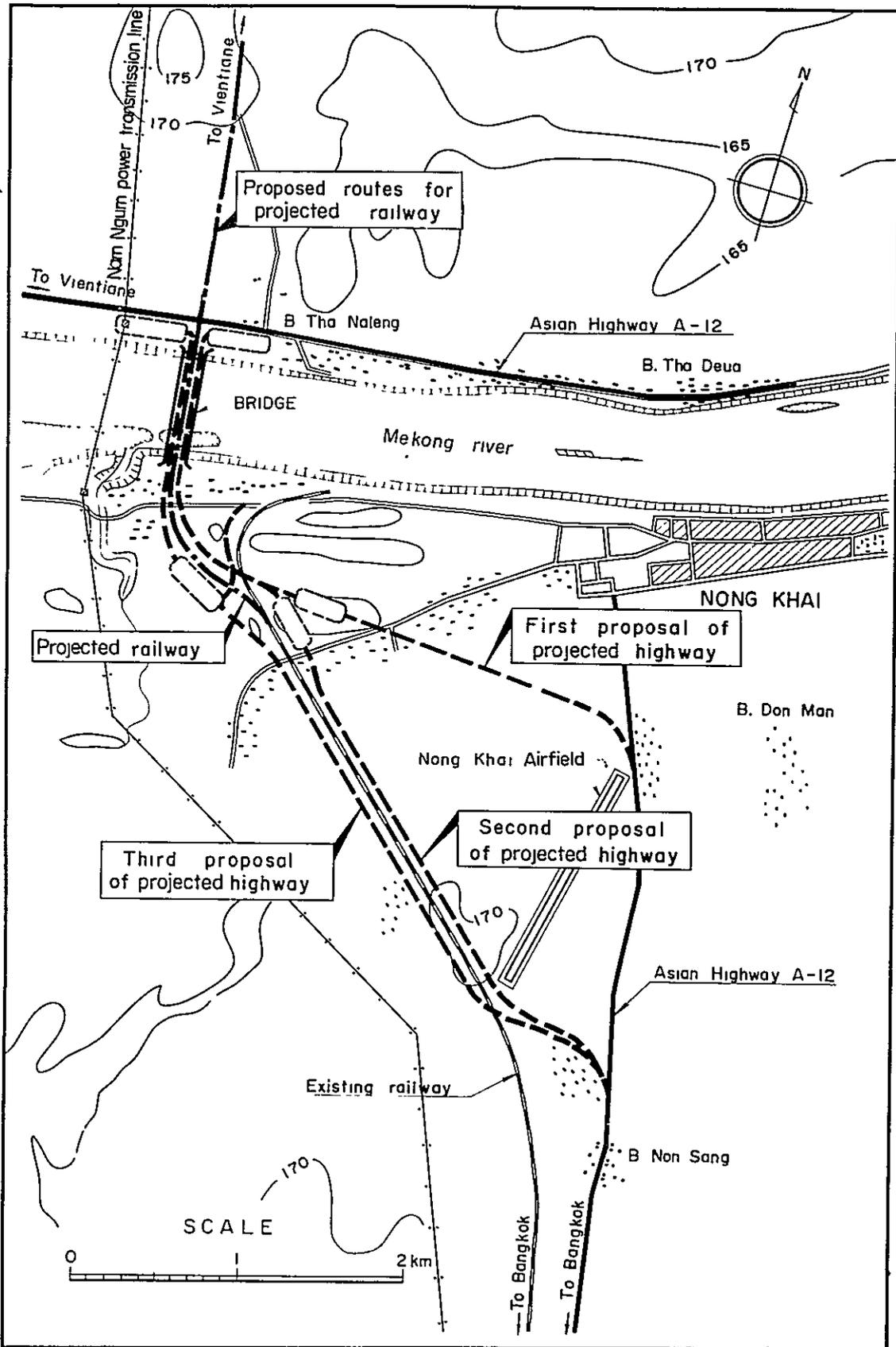


Fig. 5.10. RELATION BETWEEN THE TAKE-OFF CLIMB SURFACE OF THE RUNWAY AND THE NECESSARY VERTICAL CLEARANCE FOR THE PROJECTED HIGHWAY

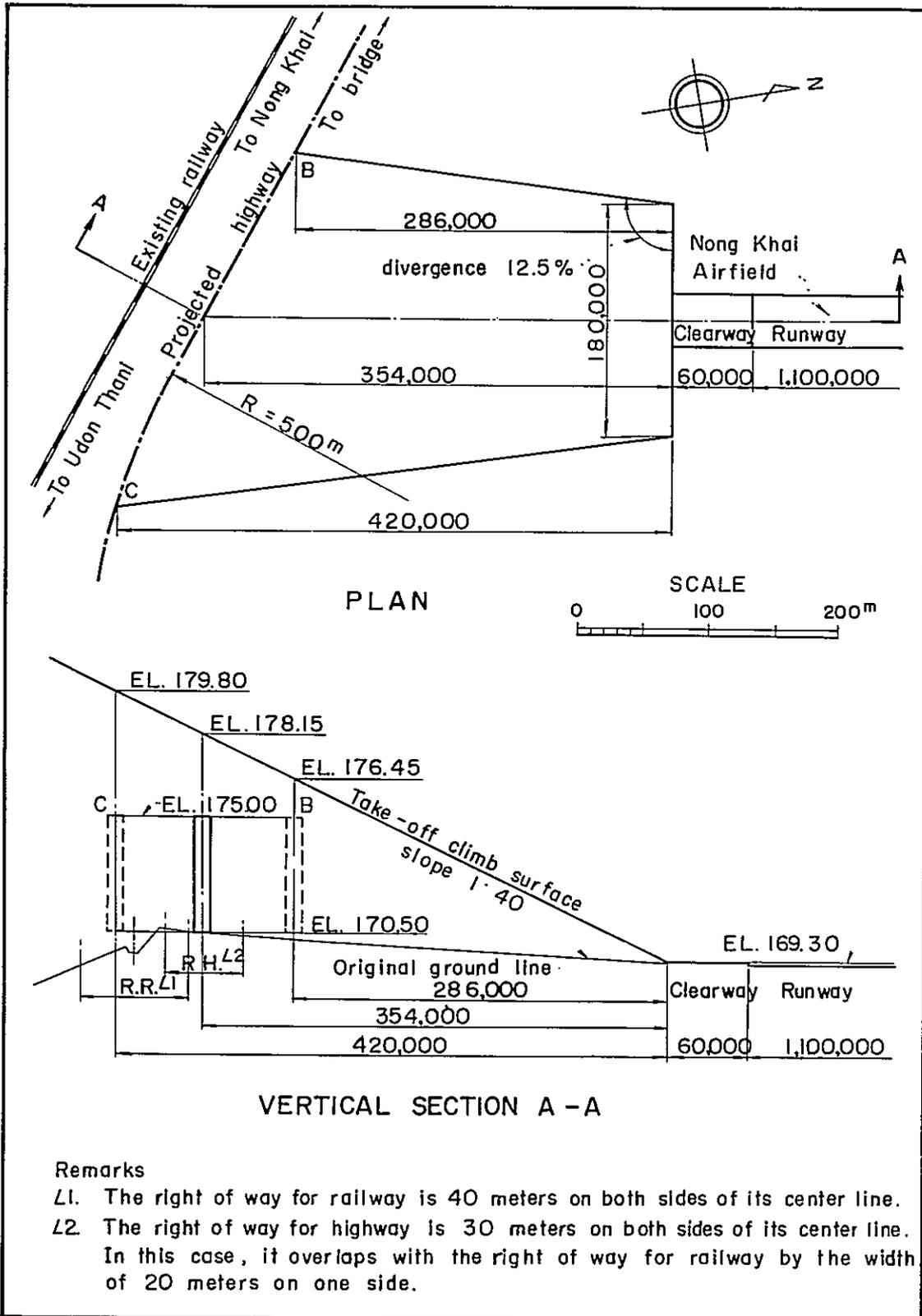
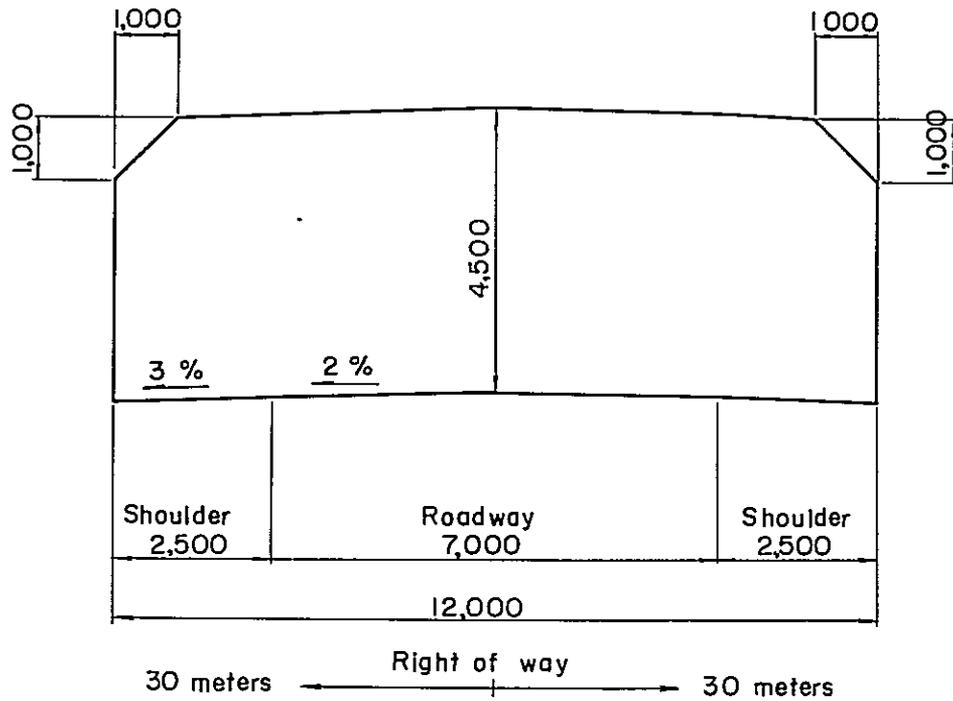


Fig. 5.II. CLEARANCE DIAGRAM OF THE PROJECTED HIGHWAY



Remarks :

This is a modified clearance diagram adopted for the design of the projected highway. Modifications were made on the clearance diagram of the Japan Highway Standards, taking account of the figures designated by the Highway Department of Thailand.

5.5. 工事計画

一般に東南アジアにおいて建設工事を行なう場合、この地域特有の季節風の影響を受ける。本架橋計画の場合もこの例にもれず雨季における豪雨や乾季の猛暑等によってその建設工事が大いに邪魔される。

橋の工事計画は従ってこのような地域的气象条件に適応されたものでなければならない。この考えに基づいて図 5.1 2 に示される本架橋計画の作業工程が組まれた。作業は 1 1 月から翌年の 4 月迄の乾期に集中して行なわれる。直接工事には約 2 ケ年を要し、詳細設計から入札迄の準備期間として約 1.5 ケ年を要するものと推定される。

全長 650 m の主トラス橋の下部構造となる 10 ケ所の橋脚及び基礎は 2 回の乾季を利用して建設され、最初の乾季に先ずタイ側の 5 ケ所を完成し、残りの 5 ケ所は次の乾季を利用して建てられる。ニューマティックケーソンをメコン河に沈埋するには河岸でケーソンを組み立てそれをボートで現場迄運ぶ方法が考えられるが、乾季のメコン河は水位が低すぎて運ぶ事ができない。最も妥当な工法としてはケーソンの建てられる個所を矢板で締切りその中にメコン河の河砂を詰めて築島しその上でケーソンを組み立て、河床に沈める方法である。建設資材を上述の築島迄運ぶためにはメコン河を横断する仮り橋の建設が必要となるが建設中でもメコン河の舟運を妨げないよう、一個所開けておく必要がある。

鉄道の建設には、さして問題はないが、計画地域周辺には良質のバラスト材が得られずサラブリから運ばねばならない。これには雨期のうちに自動車フェリーを利用してラオス側に運ばねばならない。

道路の建設としては、降雨の影響による盛土材の膨張を避けるために築堤は雨季に入る 1 ヶ月程迄には完了しておくことが望ましい。このようにタイ側の道路計画路線の沿線に見られる土は吸水膨潤性を持っているため、使用に際しては最適含水比の状態で使用するように規制されねばならない。

仮設備は架橋地点近くのメコン河兩岸に設けられる。図 5.1 3 は現場宿舍、給電設備、給水設備等の配置図である。

ラオス側架橋地点附近には現在工事用電力が得られない。タイ側はボンニグ発電所から送られる電力を豊富に利用する事が考えられるが、近い将来にはナムグム発電所からも電力を得ることができよう。

骨材プラントは乾期は勿論、次の雨期に必要な砂や砂利を一乾期で採取し得るだけの容量を持たせる必要がある。

外国より輸入されねばならない建設資機材については、バンコック～ノンカイ間を走るタイ国鉄東北幹線とアジアハイウェイ A-12 の 2 つの輸送ルートが利用され得る。現在の処、この両ルートは特にこのプロジェクトのために補強する必要はないが、既存ノンカイ駅は種々の点で補強する必要がある。特に、資機材積卸しのために大型のクレーンや広い積卸し場等が必要である。

鉄道、取付橋梁及びラオス側主トラス橋の一部の建設に必要な輸入資機材はノンカイ～タナレン間の自動車フェリーを利用して建設現場に運ばれる。特に乾期は輸送能力が非常に低下するので、渡河は雨期に行なうべきであろう。

5.6. 建設費

第一次及び第二次調査においては主にヴィエンチャン～ノンカイ地区における建設資材、労務者、貨物等工事費の推定に特に必要な項目について調査が実施された。

調査の結果と、予備設計から推定された工事数量に基づいて外貨分及び内貨分の工事費が推定され表 5.6. に示される。この推定には関税その他の租税は含まれない。尚、1米ドルは20.5バーツ及び500キップとして計算された。また、使用単価は将来の物価上昇も考慮して決められた。

総工費は21,500,000米ドルであり、このうち外貨分は10,900,000米ドル、内貨分はラオス貨、タイ貨を合せて10,600,000米ドルである。

Fig. 5.13. CONSTRUCTION FACILITIES

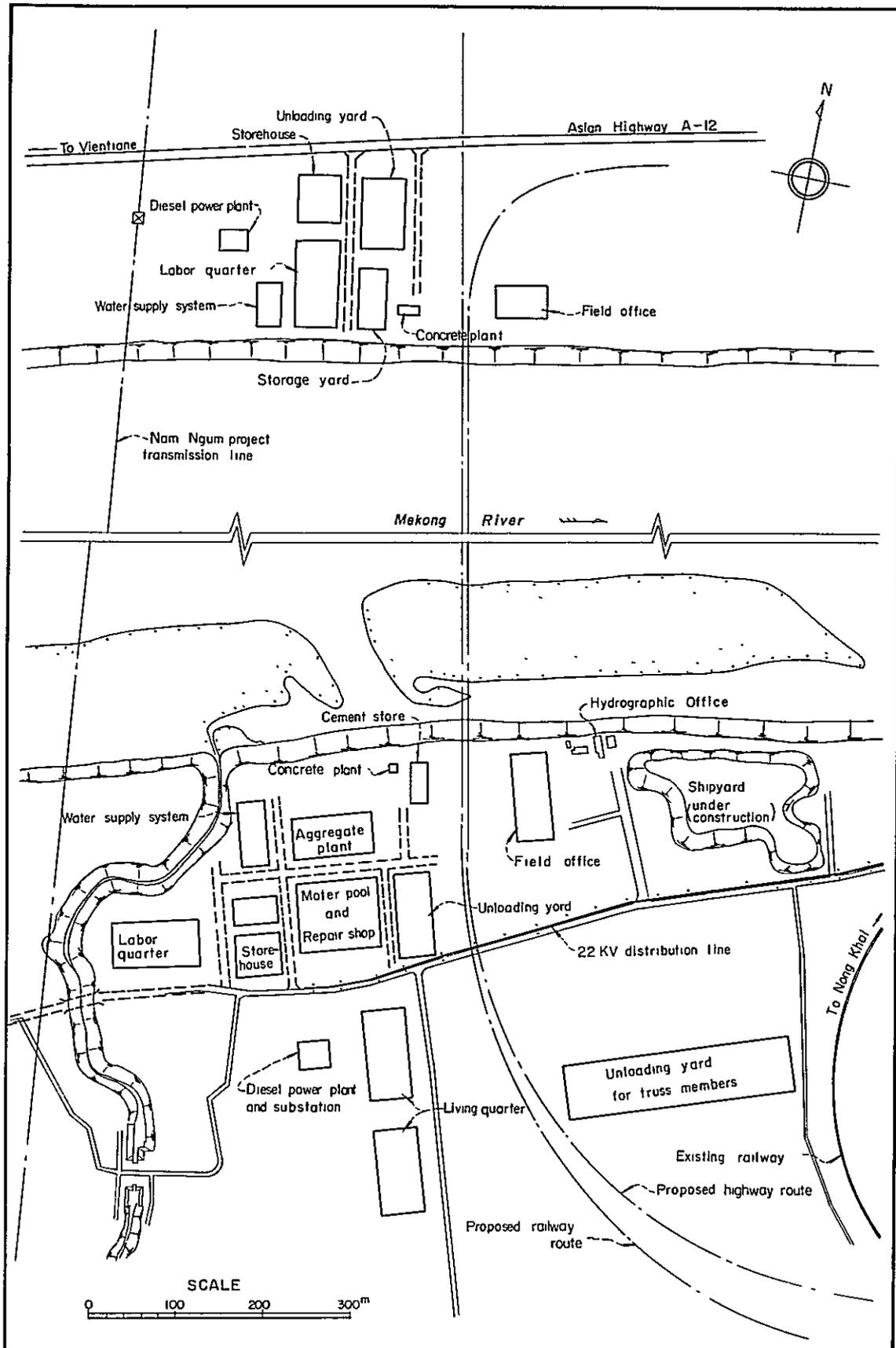


Table 5.5. Construction Cost (Summary)

Work	Construction cost (US\$)		
	Foreign currency	Domestic currency	Total
I. GOVERNMENTS' PREPARATORY WORKS	240,000	720,000	960,000
1. Construction facilities	240,000	135,000	375,000
2. Land and rights	-	585,000	585,000
II. MAIN CONSTRUCTION WORKS	7,520,000	6,870,000	14,390,000
1. Bridges	3,900,000	2,300,000	6,200,000
(a) Main truss bridge			
(i) Superstructure	2,000,000	550,000	2,550,000
(ii) Substructure	1,500,000	1,280,000	2,780,000
(b) Approach viaducts	400,000	470,000	870,000
2. Railways	2,730,000	2,820,000	5,550,000
3. Highway	460,000	530,000	990,000
4. Administrative facilities	400,000	1,050,000	1,450,000
5. Permanent residential buildings	30,000	170,000	200,000
III. CONTINGENCY AND RESERVE	1,400,000	1,300,000	2,700,000
IV. ENGINEERING SERVICE	900,000	400,000	1,300,000
V. GOVERNMENTS' ADMINISTRATIVE EXPENSE	240,000	710,000	950,000
VI. INTEREST DURING CONSTRUCTION	600,000	600,000	1,200,000
Total	10,900,000	10,600,000	21,500,000

Table 5.6. Itemized Construction Cost

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign currency (US\$)		Domestic currency (US\$)		Total (US\$)	Remarks
				Unit price	Amount	Unit price	Amount		
I. GOVERNMENTS' PREPARATORY WORKS					240,000		720,000	960,000	
1.	Construction facilities				240,000		135,000	375,000	
(a)	Temporary buildings	m ²	1,500	20	30,000	40	60,000	90,000	
(b)	Water supply system	L.S.			20,000		10,000	30,000	
(c)	Electric power supply system								
c-1	Substation and 22 kV distribution line	L.S.			75,000		40,000	115,000	One 1,250 KVA trans. and a distr. line 500 m. long.
c-2	Diesel power plants	L.S.			100,000		20,000	120,000	
(d)	Communication system	L.S.			15,000		5,000	20,000	
2.	Land and rights	km ²	1.3			450,000	585,000	585,000	
II. MAIN CONSTRUCTION WORKS					7,520,000		6,870,000	14,390,000	
1.	Bridges				3,900,000		2,300,000	6,200,000	650 m. long
(a)	Main truss bridge (Superstructure)				3,500,000		1,830,000	5,330,000	
a-1	Steel for truss members	ton	3,320	530	1,759,600	120	398,400	2,158,000	
a-2	Concrete	m ³	2,250	10	22,500	30	67,500	90,000	Cement 300 kg/m ³
a-3	Reinforcement Steels	ton	500	160	80,000	90	45,000	125,000	
a-4	Asphalt pavement	m ²	7,150	0.5	3,575	1.5	10,725	14,300	
a-5	Rails for track	m	650	30	19,500	10	6,500	26,000	Including wooden sleepers
a-6	Miscellaneous (Substructure)	L.S.			114,825		21,875	136,700	5%
a-7	Excavation, all classes, for piers	m ³	15,500	20	310,000	10	155,000	465,000	10 piers
a-8	Concrete for caissons	m ³	8,200	60	492,000	55	451,000	943,000	Cement 300 kg/m ³
a-9	Concrete for piers	m ³	6,700	30	201,000	30	201,000	402,000	Cement 250 kg/m ³
a-10	Reinforcement steels	ton	1,100	160	176,000	90	99,000	275,000	Floor slab: 25cm thick
a-11	Steel sheetpiles	ton	750	235	176,250	115	86,250	262,500	
a-12	Structural steels for temporary bridge	ton	200	210	42,000	110	22,000	64,000	H-shape
a-13	Wooden mattresses for pier protection	m ²	6,200	1	6,200	20	124,000	130,200	
a-14	Gabions for bank protection	m ²	1,000	25	25,000	75	75,000	100,000	
a-15	Miscellaneous	L.S.			71,550		66,750	138,300	5%
(b)	Approach viaducts (Composite girder bridges for highway)				400,000		470,000	870,000	
b-1	Steel for composite girders	ton	90	530	47,700	120	10,300	58,000	2 x 30 m. long
b-2	Concrete	m ³	200	10	2,000	30	6,000	8,000	Cement 300 kg/m ³
b-3	Reinforcement steels	ton	50	160	8,000	90	4,500	12,500	
b-4	Asphalt pavement	m ²	500	0.5	250	1.5	750	1,000	
b-5	Miscellaneous (Concrete hollow slab bridges for highway)	L.S.			2,050		7,950	10,000	5%
b-6	Excavation, common, for piers	m ³	900	1.5	1,350	1.0	900	2,250	2 x 135 m. long
b-7	Concrete for superstructure	m ³	1,500	10	15,000	30	45,000	60,000	Cement 300 kg/m ³
b-8	Concrete for substructure	m ³	1,200	5	6,000	30	36,000	42,000	Cement 250 kg/m ³
b-9	Reinforcement steels	ton	380	160	60,800	90	34,200	95,000	
b-10	Concrete piles for piers	No.	380	70	26,600	130	49,400	76,000	
b-11	Asphalt pavement	m ²	2,200	0.5	1,100	1.5	3,300	4,400	
b-12	Miscellaneous (Plate girder bridges for railway)	L.S.			9,150		11,200	20,350	5%
b-13	Steel for plate girders	ton	90	530	47,700	120	10,800	58,500	2 x 30 m. long
b-14	Rails for track	m	60	30	1,800	10	600	2,400	Including wooden sleepers
b-15	Miscellaneous (Concrete rigid frame bridges for railway)	L.S.			500		8,600	9,100	5%
b-16	Excavation, common, for piers	m ³	2,300	1.5	3,450	1.0	2,300	5,750	413.5 m. long
b-17	Concrete	m ³	2,860	10	28,600	30	85,800	114,400	Cement 300 kg/m ³
b-18	Reinforcement steels	ton	490	160	78,400	90	44,100	122,500	
b-19	Concrete piles for piers	No.	610	70	42,700	130	79,300	122,000	
b-20	Ballast for track	m ³	420	3	1,260	20	8,400	9,660	
b-21	Rails for track	m	420	30	12,600	10	4,200	16,800	Including wooden sleepers
b-22	Miscellaneous	L.S.			2,990		15,900	18,890	5%
2.	Railways				2,730,000		2,820,000	5,550,000	
(a)	Railway track				(1,590,000)		(1,680,000)	(3,270,000)	
a-1	Clearing for track	m	15,000			1.6	24,000	24,000	80 m wide
a-2	Excavation, common, for track	m ³	48,700	1.0	48,700	0.5	24,350	73,050	
a-3	Excavation, common, for flood bridges	m ³	1,700	1.5	2,550	1.0	1,700	4,250	
a-4	Embankment, earth	m ³	137,500	1.0	137,500	1.0	137,500	275,000	

– Continued –

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign currency (US\$)		Domestic currency (US\$)		Total (US\$)	Remarks
				Unit price	Amount	Unit price	Amount		
a-5	Embankment, soil-sand mix	m ³	187,300	2.0	374,600	1.5	280,950	655,550	
a-6	Ballast for track	m ³	19,500	3	58,500	20	390,000	448,500	
a-7	Subballast for track	m ³	36,450	3	109,350	6	218,700	328,050	Laterite
a-8	Rails for track	m	19,500	30	585,000	10	195,000	780,000	Including wooden sleepers
a-9	Concrete for bridges and culverts	m ³	4,170	10	41,700	30	125,100	166,800	Cement 280 kg/m ³
a-10	Reinforcement steels	ton	445	160	71,200	90	40,050	111,250	
a-11	Concrete piles for piers	No.	450	70	31,500	130	58,500	90,000	
a-12	Dumped riprap for slope protection	m ²	31,890	2	63,780	3	95,670	159,450	Wooden latticed frames with laterite
a-13	Miscellaneous	L.S.			65,620		88,480	154,100	
(b)	New Nong Khai Railway Station				(380,000)		(400,000)	(780,000)	
b-1	Embankment	m ³	51,000	1	51,000	1	51,000	102,000	
b-2	Rails for track including ballast	m	2,100	25	52,500	25	52,500	105,000	
b-3	Station building	m ²	540	50	27,000	100	54,000	81,000	71.5m x 8m
b-4	Platforms	m ²	2,750	15	41,250	55	151,250	192,500	
b-5	Points and crossings, and safety appliances	L.S.			153,000		7,000	160,000	
b-6	Warehouses	m ²	500	10	5,000	50	25,000	30,000	
b-7	Station plaza	m ²	6,600	13	19,800	4	26,400	46,200	Asphalt-paved, including approach roads
b-8	Underpasses	m	20	280	5,600	400	8,000	13,600	5%
b-9	Miscellaneous	L.S.			24,850		24,850	49,700	
(c)	Vientiane Railway Station				(760,000)		(740,000)	(1,500,000)	
c-1	Excavation, common, for station	m ³	45,500	1	45,500	0.5	22,750	68,250	
c-2	Embankment	m ³	20,400	1	20,400	1	20,400	40,800	
c-3	Rails for track including ballast	m	5,200	25	130,000	25	130,000	260,000	
c-4	Station building	m ²	1,000	50	50,000	100	100,000	150,000	100m x 10m
c-5	Platforms	m ²	7,000	7	49,000	30	210,000	259,000	
c-6	Points and crossings, and safety appliances	L.S.			250,000		20,000	270,000	
c-7	Warehouses, engine shed and others	m ²	1,800	10	18,000	50	90,000	108,000	
c-8	Station plaza	m ²	10,000	3	30,000	4	40,000	70,000	Asphalt-paved
c-9	Approach road	m	1,400	90	126,000	50	70,000	196,000	
c-10	Miscellaneous	L.S.			41,100		36,850	77,950	5%
3.	Highway				460,000		530,000	990,000	5.6 km long
3-1	Clearing and stripping	m ²	72,500	0.2	14,500	0.1	7,250	21,750	
3-2	Excavation, common	m ³	26,500	1.0	26,500	0.5	13,250	39,750	
3-3	Embankment, earth	m ³	59,800	1.0	59,800	1.0	59,800	119,600	
3-4	Embankment, soil-cement mix	m ³	44,300	2.0	88,600	4.0	177,200	265,800	
3-5	Subbase course	m ²	47,450	2.0	94,900	1.0	47,450	142,350	
3-6	Base course	m ²	38,850	1.0	38,850	0.5	19,425	58,275	
3-7	Asphalt pavement	m ²	44,520	0.5	22,260	1.5	66,780	89,040	
3-8	Concrete for box culverts	m ³	2,300	10	23,000	30	69,000	92,000	Cement 280 kg/m ³
3-9	Reinforcement steels	ton	230	160	36,800	90	20,700	57,500	
3-10	Guardrail	m	3,840	10	38,400	5	19,200	57,600	
3-11	Miscellaneous	L.S.			16,390		29,945	46,335	
4.	Administrative facilities				400,000		1,050,000	1,450,000	
4-1	Clearing and stripping	m ²	50,300	0.2	10,060	0.1	5,030	15,090	
4-2	Embankment	m ³	73,900	1.0	73,900	1.0	73,900	147,800	
4-3	Subbase course	m ²	39,700	2.0	79,400	1.0	39,700	119,100	
4-4	Base course	m ²	41,600	1.0	41,600	0.5	20,800	62,400	
4-5	Asphalt pavement	m ²	39,650	0.5	19,825	1.5	59,475	79,300	
4-6	Immigration offices and customhouses	m ²	6,500	20	130,000	100	650,000	780,000	
4-7	Warehouses, booths and others	m ²	3,000	10	30,000	50	150,000	180,000	
4-8	Miscellaneous	L.S.			15,215		51,095	66,310	5%
5.	Permanent residential buildings	m ²	2,000	15	30,000	85	170,000	200,000	
III.	CONTINGENCY AND RESERVE	L.S.			1,400,000		1,300,000	2,700,000	18% of (I) and (II)
IV.	ENGINEERING SERVICE	L.S.			900,000		400,000	1,300,000	
V.	GOVERNMENTS' ADMINISTRATIVE EXPENSE	L.S.			240,000		710,000	950,000	6% of (I) and (II)
VI.	INTEREST DURING CONSTRUCTION	L.S.			600,000		600,000	1,200,000	6% of (I) to (V)
	Total				10,900,000		10,600,000	21,500,000	

第 六 章

経 済 評 価

6.1. 一 般

経済評価はプロジェクトの可能性研究には欠かせぬものであり、一般にそれはプロジェクトによってもたらされる直接便益と間接便益及びプロジェクトに要する費用を評価することによって行なわれる。

本報告書における経済評価は橋の将来交通量及び橋を利用する車や鉄道の一台当りの便益額を推定することから始められる。便益額は単位便益と交通量の積で求められ、費用は建設費とプロジェクトの年間運転・維持管理費から計算される。経済評価は、かくして求められた、便益及び費用から便益・費用比率、超過便益、内部収益率を求めることである。

将来交通量の推定の為、先ず計画地域内のO・D調査を実施し、調査結果を分析して橋が供用開始する年の初期交通量を推定し、又、これが将来どのように伸びるか研究した。かく推定された将来交通量は橋が現行フェリーと同額の料金を徴収すると仮定した場合のものであって橋の料金変化に応じて、交通量も当然変化すると思われるので料金と交通量との相関関係についても研究されている。

交通量調査に基いて将来交通量を推定する場合、それが正確に推定できる範囲はせいぜい20年先までであろう。したがって1973年¹から1990年までの将来交通量の予測はかなり正確であるとみてよい。図-6.3.1.に示される如くこの期間の交通量は初期交通量から定率で伸びて行くであろう。上述の20年という年限を考えて1990年以降2000年までの交通の伸びは、控え目に毎年定率で伸びるとみなした。2000年以降2012年²までの交通の伸びは充分期待できるにもかかわらず、さらに控え目にみて、交通量は伸びず2000年の交通量のまゝだと考えた。将来交通量は図-6.3.に示され、1973年、1990年及び2000年の交通量は表-6.6.に示されている。これから解かるように1973年から1990年にかけて交通量は年平均10パーセントの割合で伸び、1990年以降2000年までの期間には約4パーセントの割合で伸びる。

直接便益には、走行費用の節約、走行時間の短縮、事故の低減、走行の快適性等が挙げられる。走行時間及び走行費用の節約はある程度合理的に推定することができるが、その他については評価する事が難しい。従って直接便益には、この走行時間及び走行費用の節約分だけを考えた。年間便益額は年間交通量と単位便益の積で与えられる。かく求められた各年便益は、プロジェクトの平均耐用年数にほぼ等しい、40年間にわたって年利3、7及び10パーセントで割引いて、夫々の割引率の場合の均等年便益を計算した。

¹：本報告書では、橋は1973年に供用開始すると考えた。

²：橋が1973年に完成したとすれば、2012年は、プロジェクトの平均耐用年数の最後の年の40年目に当る。

均等年便益と均等年経費から求められた、便益・費用比率は、表-6.1 2.に示される如く、いずれの割引率の場合でも1以上であり、特に無料橋で3%で割引いた場合は5.9になる。橋が通行料金として現行フェリーのみ料金を課した場合、年利10%で割引いても、便益・費用比率は1.3であり超過便益は約9,000,000米ドルとなる。

図-6.5に示される如く、内部収益率は、現行フェリー料金と同額の橋の通行料金を課すると仮定した場合12.9パーセントであり、無料の場合には15.9パーセントとなる。

以上の如く、本架橋計画は経済的に妥当であり、プロジェクトの経済的可能性を充分保証できるものである。

6.2. 将来交通量

橋による便益額と計算する為には、橋を利用する将来交通量を推定しなければならないが、これは次の手順で行なわれた。即ち(1)計画地域内の現在交通量の把握(2)橋の仮想現在交通量の確立(3)交通の伸び率の推定(4)将来の各年について橋の交通量を計算する事、さらに(5)橋の通行料金と交通量の関係を研究することである。

上記五項目について簡単な説明を行なうと次の通りである。

(1) 現在交通量

交通現況を知るため、1967年、第一次調査においてO・D調査が実施された。調査は、道路交通、水路交通について、計画地域内の次記の10ヶ地点において行なわれた。

表-6.1. O・D調査の観測地点と実施日

観 測 地 点	実 施 日
1. ヴィエンチャンよりルアンプラバン方面に7Kmの地点	1967年9月12日(火)
2. ヴィエンチャンよりパクセン方面に11Kmの地点	12日(火)
3. ヴィエンチャンよりタドア方面に8Kmの地点	15日(金)
4. タナレン自動車フェリー地点	19日(火)
5. ノンカイ、旅客フェリー地点	29日(金)
6. ノンカイからタボに向けて12Kmの地点	10月10日(火)
7. ノンカイよりウドン方面に17Kmの地点	11日(水)
8. ウドンよりノンブアランブー方面に4Kmの地点	3日(火)
9. ウドンよりノンハン方面に5Kmの地点	4日(水)
10. ウドンよりコンケン方面に11Kmの地点	6日(金)

以上の調査はすべて、午前6時から午後6時まで、昼間の12時間に亘って実施された。24時間交通量を知るためのO・D調査はノンカイからウドン方面へ12Kmの地点についてのみ行なわれた。というのは計画地域における夜間の交通量は、治安状態が良くないため、かなり少なく、交通量の推定にとって代表的地点1ヶ所で十分と考えられた。この地点における12時間交通量

と24時間交通量との比は1 : 1.23であった。この値は、他の調査地点の12時間交通量を24時間交通量に換算する際に用いられた。

現地調査で得られた資料に基づき、各ゾーナルペア一間の荷物、人及び自動車の移動量が調べられ結果は図-6.1.に示されている。

(2) 仮想現在交通量

橋の将来交通量推定のためには先ず、新しく建設される橋がO・D調査が実施された1967年に供用開始されるものとして1967年の橋の交通量を推定しなければならない。この交通量は、1967年における実際の交通量ではなく、仮想交通量である。

仮想現在交通量は、交通の種類を考慮し、又いくつかの仮定を設けることにより、ゾーナルペア一間の現在の交通量から推定した。例えば、現在ノンカイ駅に発着している旅客及び貨物はすべて、それぞれ鉄道旅客及び鉄道貨物に転換されると考え、又、現在フェリーを利用していてもノンカイ鉄道駅を通過しない旅客や貨物はすべて、道路交通に転換されると仮定した。

推定した仮想現在交通量は次の通りである。

表-6.2. 1967年橋が供用開始すると仮定した場合の仮想現在交通量

(i) 道路交通量(台/日)			
車種	(A)	(B)	合計 (A)+(B)
バス	2	12	14
乗用車	23	56	79
タクシー	1	57	58
大型トラック	93	2	95
小型トラック	3		3
モーターバイク		62	62
合計	122	189	311

(ii) 鉄道交通量(人/日, トン/日)			
	(A)	(B)	合計 (A)+(B)
鉄道旅客	6	135	141
鉄道貨物	254		254

註:

(A) 自動車フェリーから橋に転換されと思われる仮想日交通量。

(B) 自動車フェリー以外のフェリーから橋の交通に転換されと思われる仮想日交通量。

(3) 交通の伸び率

将来交通量の伸びには、自然増と、橋の完成に刺激されて急増するいわゆるインパクトによる

伸びとがあるのである。将来交通の伸び率は先ず、橋の通行料金が現行フェリー料金と同額であると仮定して求めることにする。

交通の自然増は一般に、国民の生産活動の指標である国民総生産の伸びに関連づけて、促える事ができる。何故なら旅客や貨物の動きは、元来、その地域の生産活動と密接な関係をもっているからである。渡河旅客数、渡河貨物量、及びノンカイ鉄道駅到着貨物量と国民総生産との関係は1次式で表わされ、本報告書第三部の表-6.5.に記載されているラオスの国民総生産と上記三つの交通量の過去のデータから、次式が求められた。

$$A_F = -253,313.4 + 2.324.7 P_L \dots\dots\dots (1)$$

$$A_P = -240,543.7 + 1.713.4 P_L \dots\dots\dots (2)$$

$$A_R = -253,750.0 + 2.255.2 P_L \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 A_F = 渡河貨物量(トン)、 A_P = 渡河旅客数(人)、 A_R = ノンカイ駅到着貨物量(トン)、 P_L = ラオスの国民総生産(百万米ドル)

上式より将来交通量を推定するには、ラオスの将来の国民総生産を推定しなければならない。本報告書第三部の表-6.5.のデータから見ると、ラオスの国民総生産は1961年から1965年にかけて、年5パーセント程度の割合で増加している。又、ビルマやカンボジャの国民総生産の年平均成長率が6パーセントであったことがあり、ラオスの未開発資源の開発及び社会福祉の向上等を考慮して、ラオスの国民総生産の年平均成長率は将来6ないし7パーセントまで伸びるであろう。「従って、本報告書ではラオスの国民総生産が1965年から1970年迄定率5%、1970年から1975年迄6%、1975年から1985年迄は6.5%、そして1985年以降7%の割合で増加するものと推定された。」上式(1)~(3)において P_L の将来の伸び率を年5~7パーセントとし、 A_F 、 A_P 及び A_R 等の将来交通量が求められた。結果は表-6.3.に示す通りである。

表-6.3. 交通量の自然増加指数(1965年交通量基準)

年	ラオスの国民総生産		渡河貨物		渡河旅客		ノンカイ駅到着貨物	
	P_L (百万米ドル)	年成長 率(%)	A_F (トン)	増加 指数	A_P (人)	増加 指数	A_R (トン)	増加 指数
1966	175.50							
1967	184.28	5	175,080	1.00	75,200	1.00	161,840	1.00
1970	213.32	5	242,590	1.39	124,960	1.66	227,330	1.40
1973	254.07	6	337,320	1.93	194,780	2.59	319,230	1.97
1975	285.47	6	410,320	2.34	248,580	3.31	390,040	2.41
1980	391.12	6.5	655,920	3.75	429,600	5.71	628,300	3.88
1985	535.87	6.5	992,420	5.67	677,620	9.01	954,740	5.90
1990	751.59	7	1,493,910	8.53	1,047,230	13.93	1,441,240	8.91

一方、交通の自然増とは別に、輸送形態の改善(このプロジェクトの場合、メコン河に架橋す

るという事)による経済的距離の短縮に伴って、いわゆる架橋インパクトによる急増が考えられる。経済的距離とは、地域間の比較距離で、一般に走行時間と走行費用で表わされる。この架橋インパクトによる伸びは、本報告書第三部に詳しく述べられているようにグラヴィティ・モデル¹の方法により求めることができる。計算結果は次の表-6.4.に示される通りであるが、この伸び率は自然増加率を求めた場合と同様に、橋の通行料金が現行フェリー料金と同額であるとして求めたものである。

表-6.4. 架橋インパクトによる交通量の伸び率

旅客用自動車	26%
トラック	13%

表-6.3., 6.4.及び本報告書第三部, 第6章に述べられている。乗車効率及び積載効率を考慮して、橋の将来交通量の伸び指数は、1967年の交通量を基準として、表-6.4.の如く計算された。

表-6.5. 将来交通量の増加指数
(橋の料金を現行フェリー料金と同額にした場合)

交通要素	1967	1973	1990	1967	1973	1990
<u>道路交通</u>						
バス	1.00	2.59	13.93	1.00	3.26	17.55
乗用車	1.00	2.59	20.90	1.00	3.26	26.33
タクシー	1.00	2.59	22.29	1.00	3.26	28.08
大型トラック	1.00	1.93	7.65	1.00	2.18	8.64
小型トラック	1.00	1.93	8.53	1.00	2.18	9.64
モーターバイク	1.00	2.59	13.93	1.00	3.26	17.55
<u>鉄道交通</u>						
旅客	1.00	2.59	13.93	1.00	3.26	17.55
貨物	1.00	1.97	8.91	1.00	2.23	10.07

(4) 橋の将来交通量

橋の通行料金が現行フェリー料金と同額であると仮定した場合の1973年(橋の供用開始後1年目)及び1990年(橋の供用開始後18年目)の交通量は表-6.2.における仮想現在交通量に、表-6.5.の交通量増加指数を乗ずることにより計算された。結果は表-6.6.に示す通りである。1973年から1990にかけて、交通量は各貴通要素別に一定の率で伸びと考え、1990年以降2000年までの将来交通量は、1967年から1990年までの平均増加交通量だけ、

¹: Walter Isard 著, "Method of Regional Analysis, An Introduction to Regional Science", John Wiley, 1960. 参照

毎年定量で伸びると考えた。又2000年以降の交通量については、1967年に行なわれたO・D調査結果から正確に推定することは難かしいため、安全側に考えて、全然増加しないものと考えた。1973年から2000年までの各年の交通量は表-6.7.に示される通りである。

(5) 橋の通行料金と交通量の関係

将来における交通量の伸びは橋は課する料金が変われば、大きく変化するであろう。橋のあらゆる通行料金に応じた、交通量が求められるよう、日本の道路交通の資料を参考にして次の関係式が導かれた。尚、式の誘導過程及び資料は本報告書第三部に記載されている。

$$Q_{i,j} = Q_{i,F} \cdot \alpha_i \left(1 - \frac{C_{i,j}}{C_{i,F}} \right)^{K_i} \dots\dots\dots (4)$$

$$\alpha_i = (Q_{i,a} / Q_{i,F}) = \left(\frac{C_{i,r} + C_{i,F}}{C_{i,r}} \right)^{K_i} \dots\dots\dots (5)$$

但し、

$C_{i,j}$, $C_{i,F}$, $C_{i,r}$ =それぞれ交通要素*i*に対する橋の*j*料金, 現行フェリー料金, 代表的ゾーンルベア間の走行費用。

$Q_{i,j}$, $Q_{i,F}$, $Q_{i,a}$ =それぞれ、橋の通行料金が $C_{i,j}$, $C_{i,F}$ 及び零の場合の*i*交通要素の交通量。

α_i , K_i =交通要素*i*に対する定数。

料金変化による交通量の変化係数 L_i は計画地域の $C_{i,r}$ 及び $C_{i,F}$ の値及び日本における道路の無料解放前後の交通量が求められた係数 K_i を(5)式に代入して求められた。(本報告書第三部の表-6.9.参照)。 $C_{i,j}/C_{i,F}$ と $Q_{i,j}/Q_{i,F}$ の間に成立する関係及び α_i の値は図-6.2.に示されている。

表-6.7.における交通量 $Q_{i,F}$ 及び α_i を用いて各年、各交通要素の交通量 $Q_{i,j}$ は計算できる。図-6.3.にはこうして求められた各年、各通行料金毎の交通量が示されている。

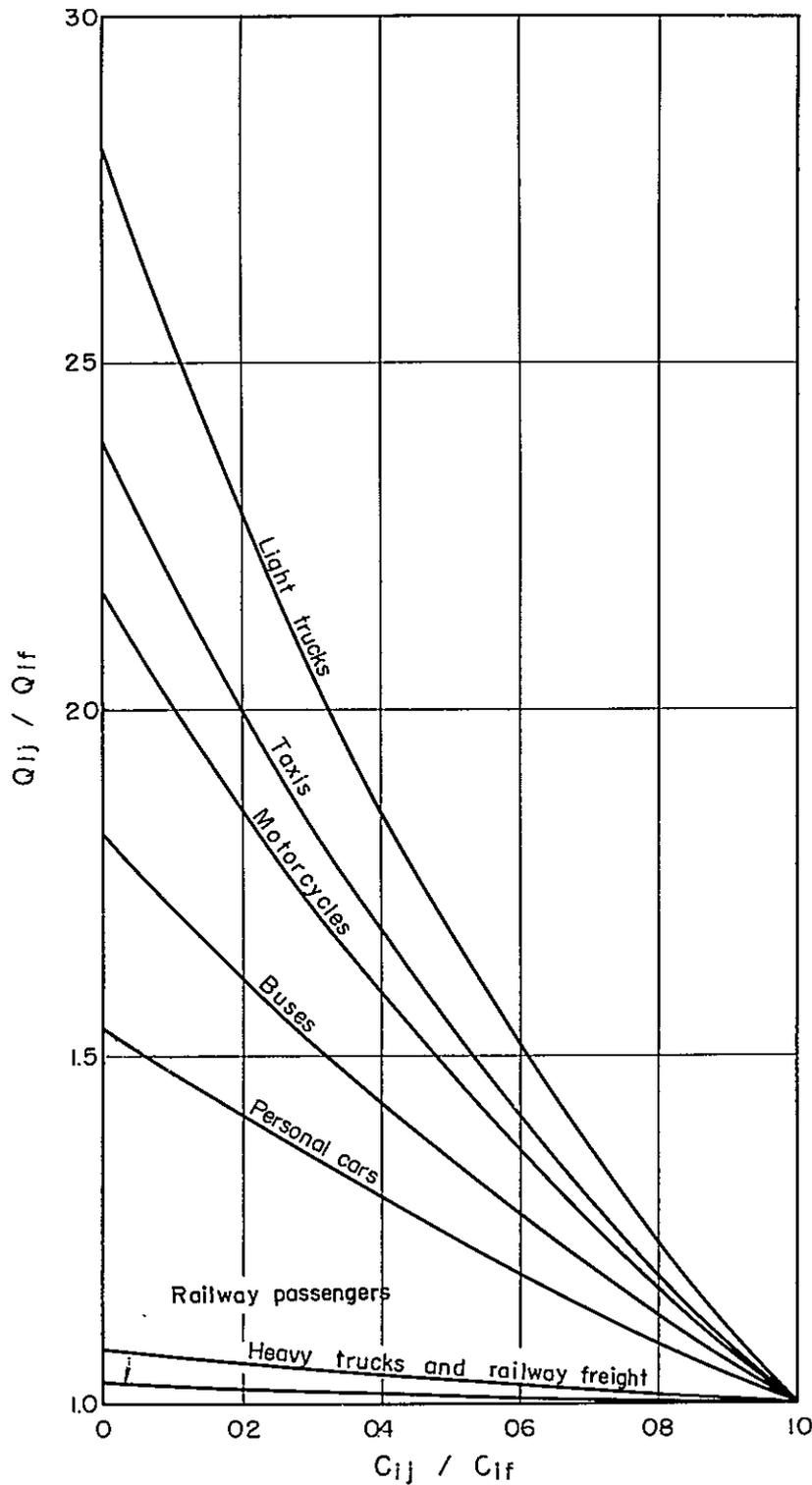
Table 6.6 Estimated Future Traffic, When Bridge Tolls Equal Current Ferry Charges

Items	Unit	Imaginary Initial Traffic	Future Traffic			Growth Index		Annual Growth Rate (%) 1973 to 1990	Annual Growth Volume 1990 to 2000
			1967	1973	1990	2000	1973		
Buses	vehicles/day	2	7	35	52	1.00	5.00	7.43	1.7 vehicles/day
Personal cars	"	23	75	606	918	1.00	8.08	12.25	31.2
Taxis	"	1	3	28	43	1.00	9.33	14.33	1.5
Heavy trucks	"	93	203	804	1,158	1.00	3.96	5.71	35.4
Light trucks	"	3	7	29	42	1.00	4.14	6.00	1.3
Motorcycles	"	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-total	"	122	295	1,502	2,213	1.00	5.09	7.50	71.1
Buses	vehicles/day	12	31	167	247	1.00	5.39	7.97	8.0 vehicles/day
Personal cars	"	56	145	1,170	1,773	1.00	8.07	12.23	60.3
Taxis	"	57	148	1,270	1,930	1.00	8.58	13.04	66.0
Heavy trucks	"	2	4	15	21	1.00	3.75	5.25	0.6
Light trucks	"	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorcycles	"	62	161	864	1,278	1.00	5.37	7.94	41.4
Sub-total	"	189	489	3,486	5,249	1.00	7.13	10.73	176.3
Buses	vehicles/day	14	38	202	299	1.00	5.32	7.87	9.7 vehicles/day
Personal cars	"	79	220	1,776	2,691	1.00	8.07	12.21	91.5
Taxis	"	58	151	1,298	1,973	1.00	8.60	13.06	67.5
Heavy trucks	"	95	207	819	1,179	1.00	3.96	5.69	36.0
Light trucks	"	3	7	29	42	1.00	4.14	6.00	1.3
Motorcycles	"	62	161	864	1,278	1.00	5.37	7.94	41.4
Sub-total	"	311	784	4,988	7,462	1.00	6.36	9.51	247.4
Freight diverted from car ferry	tons/day	254	566	2,558	3,730	1.00	4.52	6.50	117.2 tons/day
Passengers diverted from car ferry	persons/day	6	20	105	155	1.00	5.25	7.75	5.0 persons/day
Passengers diverted from passenger ferries	"	135	350	1,881	2,782	1.00	5.37	7.96	90.1
Total railway passengers	"	141	370	1,986	2,937	1.00	5.37	7.94	95.1

Table 6.7 Estimated Future Traffic For Each Year From 1973 to 2000,
When Bridge Tolls Equal Current Ferry Charges

Calendar year	Ordinal year	Highway Traffic (vehicles/day)							Railway Traffic		
		Buses	Personal cars	Taxis	Heavy trucks	Light trucks	Motor- cycles	Total	Railway (tons freight /day)	Railway (persons passengers /day)	
1973	1	38	220	151	207	7	161	784	566	370	
1974	2	42	249	171	224	8	178	872	619	408	
1975	3	46	281	194	243	8	196	968	676	451	
1976	4	51	318	221	264	9	217	1,080	739	498	
1977	5	56	360	250	286	10	239	1,201	807	549	
1978	6	62	407	284	310	11	264	1,338	882	607	
1979	7	69	460	323	336	12	291	1,491	964	670	
1980	8	76	520	366	365	13	322	1,662	1,053	739	
1981	9	83	588	416	396	14	355	1,852	1,151	816	
1982	10	92	665	472	429	15	392	2,065	1,258	901	
1983	11	102	751	535	465	16	433	2,302	1,375	994	
1984	12	112	850	607	504	18	478	2,569	1,502	1,098	
1985	13	124	961	689	547	19	527	2,867	1,642	1,212	
1986	14	136	1,086	782	593	21	582	3,200	1,794	1,337	
1987	15	150	1,228	888	643	23	642	3,574	1,960	1,476	
1988	16	166	1,389	1,008	697	25	709	3,994	2,142	1,630	
1989	17	183	1,570	1,144	756	27	783	4,463	2,341	1,799	
1990	18	202	1,776	1,298	819	29	864	4,988	2,558	1,986	
1991	19	212	1,867	1,365	855	30	906	5,235	2,675	2,081	
1992	20	221	1,959	1,433	891	32	947	5,483	2,792	2,176	
1993	21	231	2,050	1,500	927	33	988	5,729	2,910	2,271	
1994	22	241	2,142	1,568	963	34	1,030	5,978	3,027	2,366	
1995	23	250	2,233	1,635	999	36	1,071	6,224	3,144	2,461	
1996	24	260	2,325	1,703	1,035	37	1,112	6,472	3,261	2,556	
1997	25	270	2,416	1,770	1,071	38	1,154	6,719	3,378	2,652	
1998	26	279	2,508	1,838	1,107	39	1,195	6,966	3,495	2,747	
1999	27	289	2,599	1,905	1,143	41	1,236	7,213	3,613	2,842	
2000	28	299	2,691	1,973	1,179	42	1,278	7,462	3,730	2,937	

Fig. 6. 2. RELATION BETWEEN BRIDGE TOLLS AND TRAFFIC



Values of α_i	
Traffic components	α_i
1. Buses	1.820
2. Personal cars	1.540
3. Taxis	2.380
4. Heavy trucks	1.070
5. Light trucks	2.810
6. Motorcycles	2.170
7. Railway passengers	1.030
8. Railway freight	1.070

Remarks

$$\alpha_i = Q_{in} / Q_{if}$$

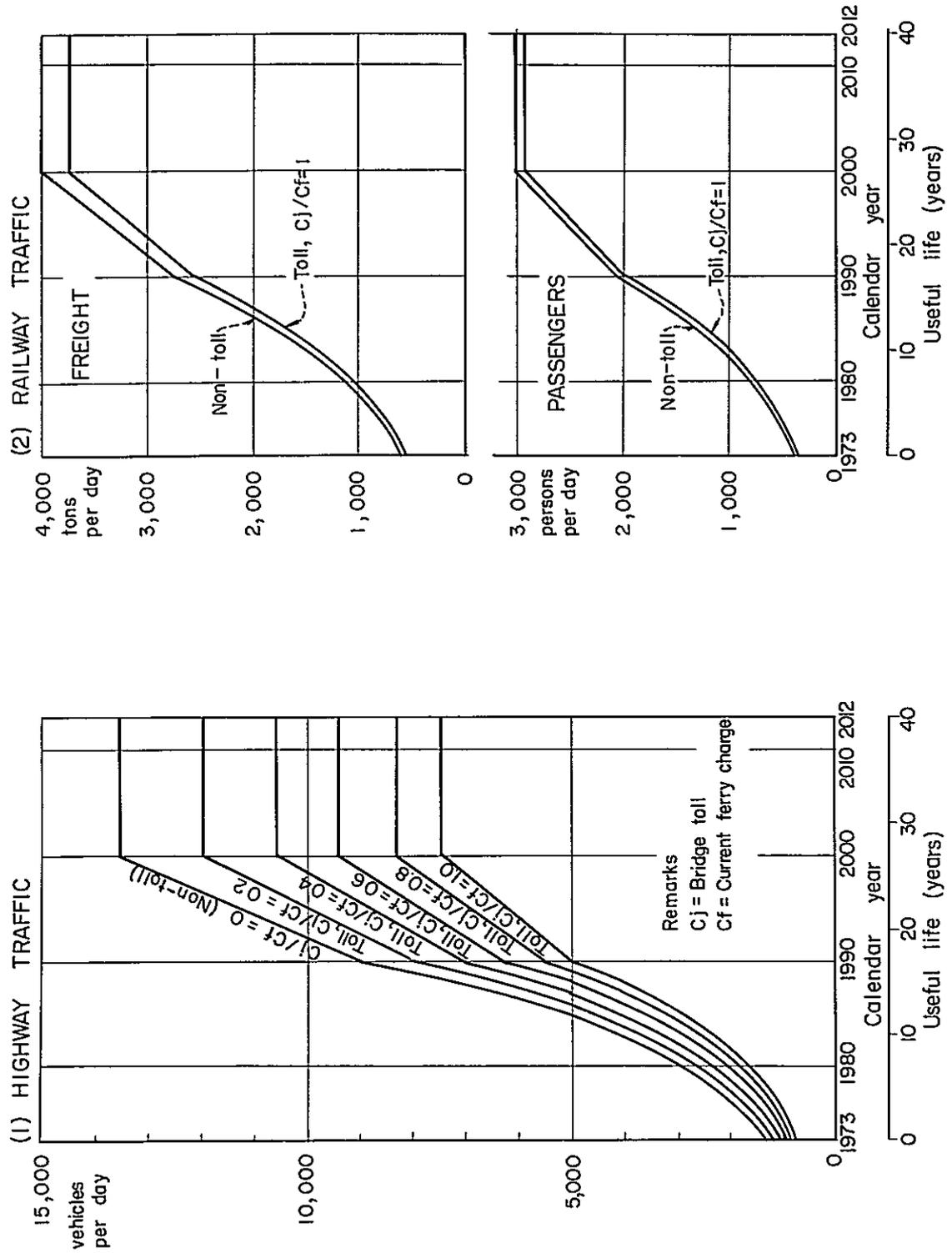
$$Q_{ij} / Q_{if} = \alpha_i \left(1 - \frac{C_{ij}}{C_{if}}\right)$$

(See Eqs. (4) and (5).)

Table 6.8. Estimated Future Traffic, When No Toll Would Be Collected

Kind of Traffic	Unit	1973	1990	2000
Highway Traffic				
Buses	Vehicles/day	69	368	544
Personal Cars	"	338	2,735	4,145
Taxis	"	359	3,091	4,698
Heavy Trucks	"	221	876	1,261
Light Trucks	"	18	81	118
Motorcycles	"	348	1,874	2,772
Total		1,353	9,025	13,538
Railway Traffic				
Freight	tons/day	606	2,737	3,991
Passengers	passengers/day	380	2,045	3,025

Fig. 6.3. FUTURE TRAFFIC VOLUMES, AS RELATED TO BRIDGE TOLLS



6.3. 直接便益

プロジェクトからは直接及び間接的に多大の便益が得られる。直接便益には走行時間の短縮、走行費用の節約、輸送容量の増大、事故の低減、走行快適性の増大等が挙げられる。

このうち、走行時間の短縮及び走行費用の節約はそれぞれ時間便益及び走行便益と呼ばれる。この2つの便益はある範囲において合理的に推定することが可能であるが、その他の便益の推定は非常に難しい。従って本プロジェクトの年便益の推定には上記の時間便益及び走行便益のみが考えられた。

年便益は年間交通量と単位交通量当りの便益（以下単位便益と呼ぶ）の積として求められる。ただし交通量は、6.2節にも述べられた通り橋の通行料金によって変化するものである。従って年便益の推定には先ず単位便益の推定が必要となる。

6.3.1. 単位便益

単位便益はある2つの地域間における単位交通量当りの時間便益及び走行便益の和から成り、年便益の推定には、7つのゾニナル・ペアにおける単位便益の平均値が使用される。すなわち

$$B_m = (C_0 - C_1) + a \cdot (T_0 - T_1) \dots\dots\dots (1)$$

$$B_i = \frac{\sum f_{mn} \cdot B_{mn}}{\sum f_{mn}} \dots\dots\dots (2)$$

ここに B_{mn} : m及びnと云う2つの地域間の単位便益

C_0, C_1 : 現行ルート及び新設ルートによるm-n地域間の走行費用

T_0, T_1 : 現行ルート及び新設ルートによるm-n地域間の走行時間

a : 走行時間を貨幣価値に換算する係数

f_{mn} : m-n地域間の交通量

B_i : 交通要素iの単位便益

単位便益の平均値が表6.9.に与えられる。尚、計算の詳細は第三部「技術・経済資料」の表6.10.及び6.11.に掲載されている。

表6.9. 単位便益

道 路 交 通		鉄 道 交 通	
車の種類	単位便益	交通要素	単位便益
バス	117.1 <small>パーツ/台</small>	鉄道貨物	26.6 <small>パーツ/トン</small>
乗用車	39.4	鉄道旅客	7.4 <small>パーツ/人</small>
タクシー	39.2		
大型トラック	111.0		
小型トラック	55.6		
オートバイ	5.3		

6.3.2. 均等年便益及び資本化便益

年間交通量は橋の通行料金によって変化する。年便益は、この年間交通量と単位便益の積によって求められる。本書においては橋の通行料金として次の3種を考えた。(1)無料橋、(2)各交通要素に対して現行フェリー料金の半額を徴収する場合(50%料金)及び(3)各交通要素に対して現行フェリー料金並みの料金を徴収する場合(100%料金)。年便益はプロジェクトの平均耐用年数が40年である事と、40年以後の年便益は現在価値に戻すと無視し得る程小さい事から本プロジェクトの年便益は1973年から2012年迄の40年間について計算された。均等年便益及び資本化便益は次の2つの式から算出され表-6.10.に示された。

$$Ba = \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \cdot \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^{\ell} \left\{ 365Q(i,r)_k \cdot \alpha_i^{k-1} \cdot C_{i,r} / C_{i,f} \cdot B_i / (1+r)^{k-1} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

$$Bc = Ba / r \dots\dots\dots(2)$$

ここに $Q(i,r)_k$: 現行フェリー料金並み料金を徴収する場合のk年における交通要素iの日交通量

α_i : 交通要素iの交通量変動係数(図6.2.参照)

$f_{i,r}$: 交通要素iの現行フェリー料金(表7.2.参照)

$C_{i,r}$: 交通要素iの通行料金J(本書においては $C_{i,r}$ の0%、50%及び100%が考えられた。)

B_i : 交通要素iの単位便益(表6.9.参照)

r : 割引率(年間3%、7%及び10%を考えた)

n : 解析期間(n=40年)

ℓ : 交通要素の数($\ell=8$)

Ba : 均等年便益

Bc : 資本化便益

表 6.10. 均等年便益及び資本化便益

橋の通行料金	割引率	均等年便益(Ba)	資本化便益(Bc)
	%	US\$	US\$
無料	3	7,036,300	234,540,000
	7	5,619,100	80,270,000
	10	4,794,800	47,950,000
50%料金	3	5,780,700	192,690,000
	7	4,635,500	66,220,000
	10	3,969,400	39,690,000
100%料金	3	4,874,400	162,480,000
	7	3,924,300	56,060,000
	10	3,371,800	33,720,000

上表の他に、便益の算出過程を示すグラフが図 6.4. に載せられている。このグラフからは通行料金別、または、交通要素別の年交通量、年便益、均等年便益及び資本化便益を求める事ができる。

6.4. 便益費用比率及び超過便益

6.4.1. 均等年経費と資本化経費

年経費はプロジェクトの年固定費と年可変費に分けられる。

年固定費はプロジェクトの建設費をその耐用年数内に償還するのに必要な年経費のことであり本プロジェクトにおいては、それぞれその耐用年数の異なる橋、鉄道、道路の3つの大きな項目に分けて算出された。

年可変費は路面、路肩、側溝、照明設備等の建設構造物の運転、維持管理費用や橋の定期的塗装費等の年間に必要とする経費である。また、有料橋の場合であれば上記の他に料金徴収経費もこの中に含まれる。尚、年可変費は第三部「技術・経済資料」の表 6.1 3. にその計算値が示されている。

均等年経費及び資本化経費は次式によって算出される。

$$C_a = \sum_{t=t_1}^{t_2} C_t \cdot \frac{r(1+r)^t}{(1+r)^t - 1} + E \dots\dots\dots(1)$$

$$C_c = C_a / r \dots\dots\dots(2)$$

ここに C_a : 均等年経費

C_c : 資本化経費

C_t : 耐用年数の異なる計画構造物の建設費 (第三部表 6.1 2. 参照)

E : 運転維持管理費 (第三部表 6 - 13 参照)

r : 割引率

t : 耐用年数

均等年経費及び資本化経費の計算は割引率 3 %、7 % 及び 10 % の夫々について行われ、その結果は表 6.1 1. に示される通りである。

表 6.1 1. 均等年経費と資本化経費

橋の料金	割引率 (%)	均等年経費 (Ca)	資本化経費 (Cc)
無料	3	1,195,600 米ドル	39,850,000 米ドル
	7	1,886,900	26,960,000
	10	2,478,700	24,790,000
50% および 100% 料金	3	1,216,600	40,550,000
	7	1,907,900	27,260,000
	10	2,499,700	25,000,000

6.4.2. 便益・費用比率と超過便益

プロジェクトの便益・費用比率は均等年便益と均等年経費の比で示される。超過便益は資本化便益と資本化経費の差として求められる。これらはそれぞれ表 6.1 0.及び 6.1 1.に与えられる数値から算出され、表 6.1 2.に示される。

表 6.1 2. 便益・費用比率及び超過便益

橋の料金	割引率(%)	便益・費用比率(Ba/Ca)	超過便益(Bc-Cc)
無料	3	5.9	194,690,000米ドル
	7	3.0	53,310,000
	10	1.9	23,160,000
50%料金	3	4.8	152,140,000
	7	2.4	38,960,000
	10	1.6	14,690,000
100%料金	3	4.0	121,930,000
	7	2.1	28,800,000
	10	1.3	8,720,000

表 6.1 2.に示される如く、便益・費用比率はいずれの場合も 1 より大である。現行フェリー料金と同額料金を徴収する有料橋の場合、各年の便益を年間 10%の割引率で割引いても便益・費用比率は 1.3 である。無料橋で年割引率を 3%とした場合が最も高く便益・費用比率は 5.9 である。

超過便益は無料橋の場合が最も大きく約 195,000,000米ドルである。

6.5. 内部収益率

内部収益率は、便益の現在価値合計が経費のそれと等しくなるような割引率で表わされ一般にこの種のプロジェクトでは最小 12%とされている。

この収益率は無料、現行フェリーの 50%料金及び 100%料金の 3 ケースについて算出された。年便益及び年経費はプロジェクトの平均耐用年数に等しい 40 年間について考えられた。

図 6.5.に見られる通り、無料橋の内部収益率は 15.9%である。50%料金を徴収する有料橋の収益率は 14.1%でありフェリー料金と同額の料金を徴収する場合が 12.9%となっている。これらの収益率はいずれもこの種のプロジェクトの受け入れられるべき最小の 12%を超えるものであり、それはプロジェクトが経済的に可能である事を保証し、開発価値がある事を示している。

Fig. 6.4. TRAFFICS AND BENEFITS

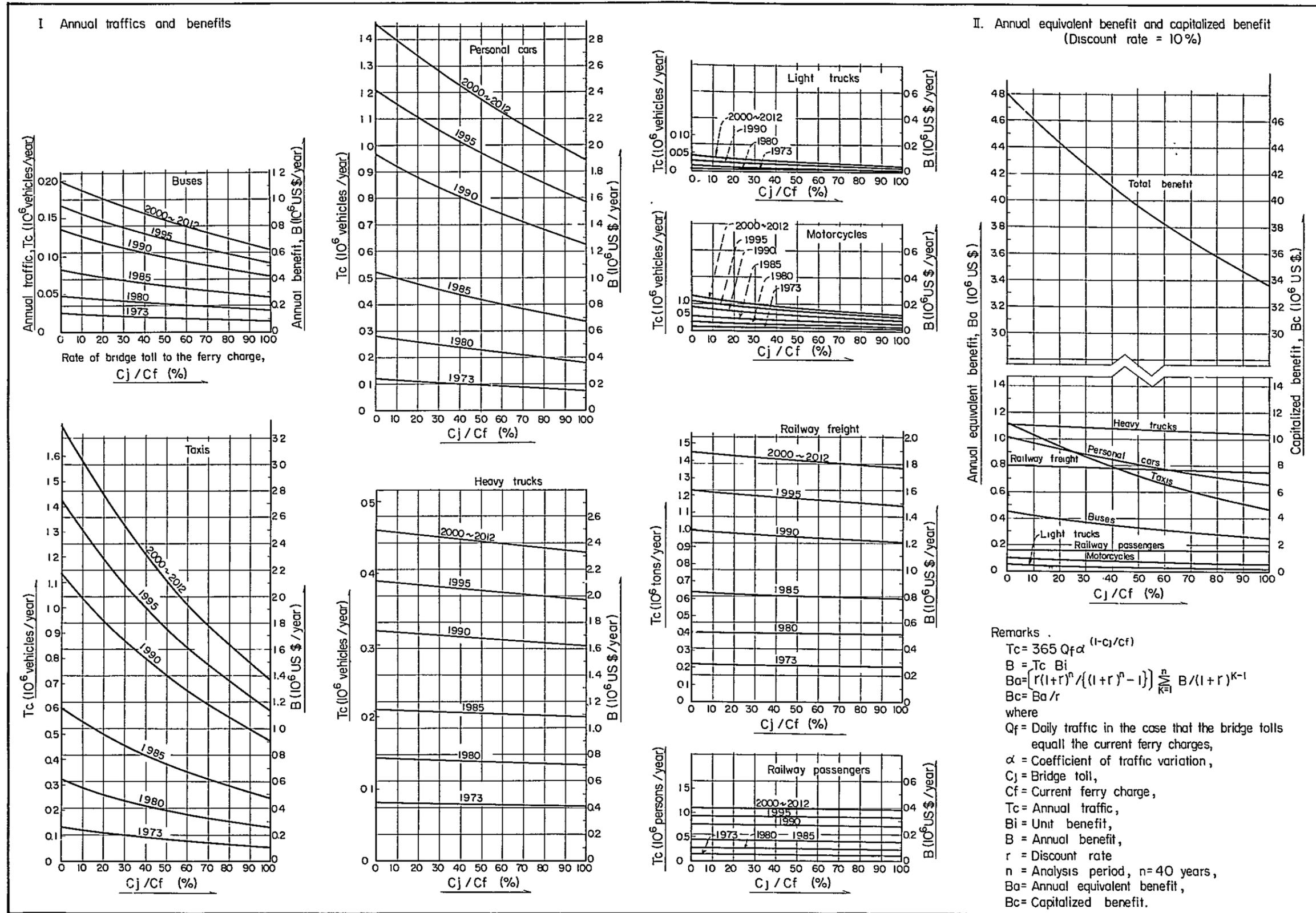
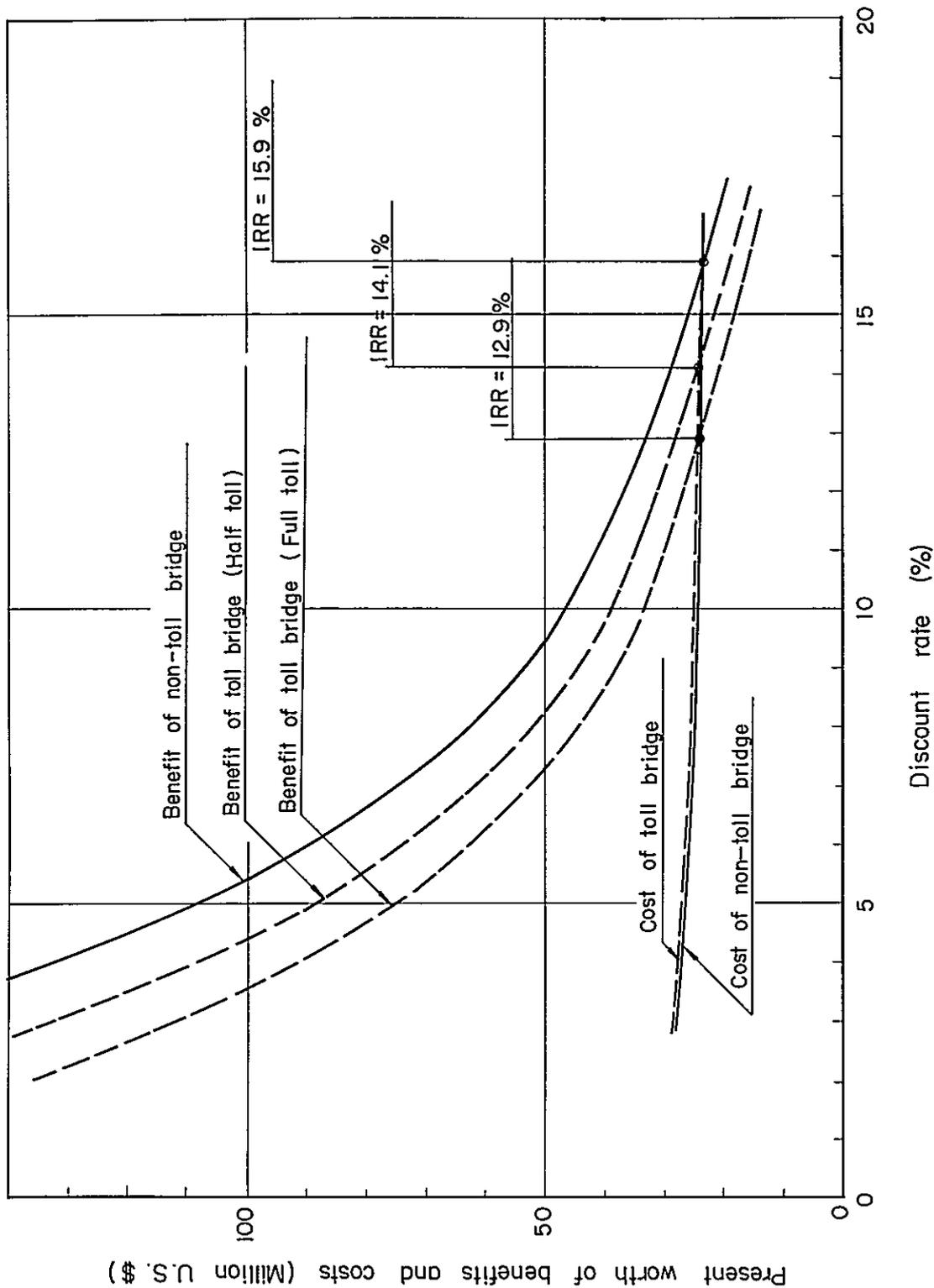


Fig. 6.5. INTERNAL RATE OF RETURN



6.6. 間接便益

前に述べられた直接便益の他に、プロジェクトは種々の間接便益をもたらす。以下はプロジェクトの経済評価において採り上げられた主な間接便益である。

- (1) 社会・経済開発にもたらす効果
- (2) 在庫節約効果
- (3) 消費、生産分野への影響

上記3つの効果に対する簡単な記述が以下に為される。

(1) 社会・経済開発にもたらす効果

プロジェクトによって生じる好条件が社会・経済開発の著しい発展を促すことは明らかである。この効果は永年に亘って継続する。

(a) 木材産業

ラオスは全土の3分の2が森林であり木材資源は非常に豊富である。故に内陸交通が改良されれば、ラオスの木材産業は著しい発展が期待される。ラオスの木材輸出がタイ国内における木材資源の不足と、タイの目覚ましい経済成長とに支えられて発展している事実から見て橋の実現はこの輸出産業を急速に発展させることができるものとして大きく期待できる。更に合板のような二次的産業も開発されていくであろう。

ラオスからの年間木材輸出量は1966年において約32,400トンであったものが年間伸び率を10%とすれば1990年には約300,000トンにも増大される。

又、本プロジェクトを通じて、ラオスに鉄道を導入する事はラオス国内の鉄道交通の発展に大きく寄与する事でもあろう。

(b) 鉱業

ラオスの鉱物資源は錫を除いて殆ど未開発状態であり、未だその調査や踏査すら行なわれていない。しかしラオスには金、銅、鉛、鉄、石灰石、石膏、マンガン、タングステン等多種に亘る鉱物資源があると云われており、中でも鉄鉱石は、シェンカン地区に数億トンの埋蔵量があると云われている。この有望な鉱山に対する開発は内陸交通網の未発達とラオスが外国貿易の為の良港を持たないという事の為に全く遅れているのである。

道・鉄併用橋が建設されればバンコック〜ヴィエンチャン間を結ぶ一貫した鉄道長距離輸送が可能となる。近い将来これが実現されれば鉱山への鉄道延長も容易となりラオスの外国貿易の表玄関となるバンコックへの鉱物資源輸送が容易となる。

(c) 土地価格の騰貴

橋の建設後は道路、鉄道の沿線を初め架橋地点周辺の土地利用価値が高まる。特に現在殆ど開発されていないヴィエンチャン駅周辺地域の急速な開発が予想される。

道路や鉄道沿線には工場、商店、住宅等の建設の為に土地の需要が高まり地価の騰貴が起るのであろう。更に地価騰貴は地代という形で、土地所有者の収入を増加させる。この地代によ

る地主の収入は、従ってプロジェクトの建設によって生じた間接便益の1つといえる。

この地代の収入は次の条件によって推定されている。

1. 都市化面積はヴィエンチャン駅の周囲、半径1 Km以内の3.14 Km²と推定する。
2. 1973年現在の地価を1 Km²当たり1,000キップと推定する。
3. 地価の年上昇率は1973年から1990年迄を10%としそれ以降については5%と仮定する。
4. 地代は地価の1%とする。
5. 年利子は4%をとる。

上記の条件に基づいて推定すると1990年には現在のヴィエンチャン市の地価に等しいKm²当たり5000キップに上昇し、その地代による収入は、プロジェクトの耐用年数40年間に、合計約16,000,000米ドルにも及ぶ。

(d) 農業及び畜産業

現在、ヴィエンチャン地区において消費される食料品、例えば、米、野菜、豚肉、牛肉等はメコン河対岸のシーエンマイータボ地区より輸入されるものが多い。従ってメコン河架橋はラオスの経済とタイ東北地区の経済を緊密にしこの地域の農業や畜産業の開発を促進するであろう。実例を挙げればアジアハイウェイA-12の建設によってタイ東北地区のとうもろこしの生産量は1958に186,000トンであったのが1966年にはその約6.5倍の1,200,000トンに増産されている。プロジェクトの実現によってもたらされる市場の拡大や走行費用の節約は収穫の増加や収入の増加等をもたらす。

(e) パモンプロジェクトへの効果

ラオスはナムダムプロジェクトの近くにセメント原料の一つである石灰石の採掘計画を進めている。パモンプロジェクトは近い将来に着工される予定でありこの建設工事に莫大な量のセメントが使用される。この建設以前に鉄道がヴィエンチャン迄敷設されていればメコン河沿いにパモンプロジェクト迄、資材運搬用の鉄道を延長する事は容易であるがタイ側からメコン河を渡河してパモンダムに接近することは非常に困難である。

従って鉄道が建設されればパモンプロジェクトの建設に必要な資機材の運搬は非常に便利となる。

(2) 在車節約効果

走行時間の短縮は橋の利用者にとって商店や工場における消費材や生産材の在車節約をもたらす。

これらの節約効果は農産物、石油、運搬器機、電化製品及び建設資材等に於いて著しい。

(3) 消費・生産分野への影響

貨物輸送費の節約はラオスの輸入品原価の低下、工場の生産利益の増大、仕入価格の値下げとそれに伴う売上増加、小売価格の値下げによる購買意欲の増進等をもたらす。

輸送費の節約はすでに直接便益として挙げられたものであるが消費、生産分野への影響を明らかにする意味において1966年の輸出入品目別の節約額が算出され可能性報告書第三部の表6.14

に示されている。推定節約総額はラオスの1966年における輸出入品が橋を利用してバンコック～ヴィエンチャン間の陸上輸送ルートを経由し且つ橋を無料橋とした場合、約530,000米ドルである。この額は国民所得の増加に伴って自然増加する。年間の輸出入増加率を5%とすると、1990年の節約額は1966年のその約3倍になる。

更にラオスの輸出入価格に対して輸送費の節約がどの程度影響を与えるかを知るために、主要品目別にこの両者の比率が算出された。(可能性報告書第三部表6.15参照)これによると西瓜、セメント、木材、石油、鉄筋、家庭用電気器具、ビール、ポリエチレン原料等は比較的節約率が高い。

可能性報告書第三部の表6.14によると、輸入消費材に与える節約は約84,000米ドルである。これらの便益の大部分は消費材を扱う商人にもたらされるものであるが消費者に対しても物価の値下げという形でもたらされる。またこれらの便益は需要を増大させ、ひいてはラオス国民の生活水準の向上に大きく寄与するであろう。

一方生産物資については約400,000米ドルの輸送費が節約できる。この節約は石油業界、建設業界、輸入材を用いる生産業者等に対して直接もたらされるものでありそれに伴うラオスの経済や産業の発展に多大な貢献をするであろう。

第 七 章

財務的可能性

7.1. 一 般

プロジェクトの建設資金がローンによって調達されるならば、プロジェクトが自己決済できる事が望ましい。本章においてはその為にどんな種類のローンを借りるか、また橋の通行料金はどんな比率で徴収されるべきかについて検討された。ここで採用された償還方法は均等償還ではなく、投下資本の年利子とプロジェクトの運転、維持、管理費の合計を上回る収入を償還にあてる方法である。

償還計画は先ず現行フェリー料金と等しい橋の通行料金を徴収するものとして年利子3%、7%、10%について検討された。上記3種類のローンは表7.1.に示される如く、それぞれ14年、18年及び24年で償還され得る。しかし、このうち7%及び10%のローンの場合はそれぞれ建設費総額の11%及び58%に相当する運転資金を必要とする。

更に橋の通行料金を変えた場合のローンについても検討された。図7.1.は任意の通行料金に対する償還可能な、最適ローンを与えるものである。

表7.2.に示される最適料金は橋の利用者に最大の便益をもたらすように決められた。この場合、運転資金を建設費総額の30%ないし50%の範囲迄許されるものとした。

以下に財務的検討の結果を記述する。

もし、プロジェクトの運転資金が許されないならば、通行料金は現行フェリー料金並みとし、年利子4%以下で償還年限15年以上のローンが望ましい。また若し運転資金が最初7年間だけしかもその総額が建設費の15%迄許されるならば、現行フェリー料金なみの料金を徴収するものとして借款は年利7%、償還年限18年のものまで借りる事が出来る。

7.2. 財務的研究

プロジェクトの総投資額は橋の通行料金で賄われる。橋の通行料金から得る年間収入は料金と年交通量の積で与えられる。この場合、通行料金と交通量の間には6.2.節に述べられる様な相関々係がある。

ローンの返済には均等償還ではなくローンの年利子と運転、維持、管理費を差し引いた収入残額で為される。

7.2.1. 償還計画

償還は現行フェリー料金に等しい橋の通行料金を徴収するものとして3%、7%及び10%のローンについて検討された。

表7.1.はその計算結果である。年利子3%のローンの場合は年間経費は初年度954,100米ドルであり、又料金徴収による年収が1,164,800米ドルである。従ってプロジェクトの初年度から年

間210,700米ドルの償還が可能となり14年間で全額償還できる。

7%ローンの場合は、表7.1にも示される通り初年度においては1,505,000米ドルの年利子と運転、維持、管理費として309,100米ドルが必要であり年間経費は従って1,814,100米ドルとなる。一方年収は1,164,800米ドルであるから、運転、維持、管理費の全額と年利子の3分の2を賄うことができるが残り649,300米ドルは賄えない。この不足額は2年目以降からは徐々に減少し7年目には零となる。言い換えれば資本の返済は7年目から始められる事になる。投下資本と年利子の総額は橋の開設後、5年間は不足の状態が続くので6年目の1978年の終りには23,963,500米ドルに達する。この額は初期投資額21,500,000米ドルの約11%、2,463,500米ドル上回るもので建設費の他にその11%に相当する運転資金を必要とすることを意味する。ローンは最終的には18年で償還される。

10%ローンの場合は初年度の不足額が1,294,300米ドルとなりその後13年間不足が続く。未償還額の最大は34,077,300米ドルに達しプロジェクトの運転資金は初期投資額の58%に相当する12,577,300米ドルを必要とする。

もし運転資金が許されないならば年利子4%以下で償還年限が15年以上のソフト・ローンを探さねばならない。最初の6~7年間に於いて建設費の約15%の運転資金が許されるならば年利子7%で18年以内に償還することができる。

7.2.2. 償還可能な各種借款

償還可能な各種のローンについて本節では広い観点からその検討を行った。このローンとは現行フェリー料金に対して各車種別に一率に減少させた場合の橋の通行料金を徴収した場合についてプロジェクトの投下資本を完全に償還できるローンのことである。

この研究に当っては、各車種別の料金は車種別現行フェリー料金の百分率で考えた。零から現行フェリー料金迄10種類の料金比が考えられた。

計算式は次の通りである。

$$U_n = C(1+i)^n + E \cdot \sum_{j=0}^{n-1} \frac{1}{(1+i)^j} - R \cdot \sum_{k=0}^{n-1} \frac{1}{(1+r)^k} \cdot (1+i)^{n-1-k} \quad (1)$$

- ここに U_n : n年における未償還額
 C : 投下資本
 E : 運転、維持及び管理費
 R : 初年度の料金収入総額
 i : 年利子
 j, k : 総和の範囲を示す整数
 n : 年数

r : 料金収入の伸び率，ここでは表 6.6 に与えられている交通量の伸びと等しい伸び率を考えた。

10 種類の料金比に対して上式 $U_0 = 0$ となる年利子 i と償還年数 n との関係が計算され図 7.1. に示されている。

この図から次の事が明らかとなった。例えば年利 5% のローンは各車種別の通行料金を現行フェリー料金の 60% にすれば 21 年間で返済できる。

更に料金をフェリー料金と同額にした場合は，8.5% の年利子でしかもプロジェクトの耐用年数の半分に相当する 20 年間で償還できる。また現行フェリー料金の 40% の料金徴収によってプロジェクトの耐用年数に等しい 40 年で償還するならば年利子は 6.7% で済む。

7.2.3. 最適料金

最適料金は，投下資本を通行料金によって償還するという前提の下に橋の利用者に最大の余剰便益¹をもたらすものとして考えられた。従って各車種に対して課せられる最適料金は考え得る全ての料金の組合せの中から次の(1)及び(2)式を満足させる 1 つの組合せを選ぶ事によって決められる。

$$\sum_{k=1}^n \left[\frac{1}{(1+r)^{k-1}} \cdot \sum_{i=1}^l Q_{(i)k} \cdot C_{ij} \right] = C \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\sum_{k=1}^n \left[\frac{1}{(1+r)^{k-1}} \cdot \sum_{i=1}^l Q_{(i)k} \cdot (B_i - C_{ij}) \right] = \text{最大} \quad \dots\dots\dots (2)$$

- ここに C : 総投資額の現在価値
 C_{ij} : 交通要素 i の料金 j ，ここでは零から現行フェリー料金迄を考えている。
 $Q_{(i)k}$: 通行料金を C_{ij} とした時の k 年における交通要素 i の交通量 (6.2 節の(4)式参照)
 l : 交通要素の数
 r : 年利子
 n : 償還年数
 B_i : 交通要素 i の単位便益 (表 6.9.参照)

前式から明らかな通り最適料金は年利子 r と償還年数 n によって変化する。本書においては次の様な 3 種類のローンについて最適料金を算出した。すなわち，年利子 3% で償還年数 40 年の場合 (ローン I)，7% で 25 年の場合 (ローン II) 及び 10% で 20 年の場合 (ローン III) であり，その結果は表 7.2. に示す通りである。

料金徴収による収入は前表からも明らかな通り必要収入額をやや上回り，ローン I，ローン II は確実に償還できる。この 2 つのローンによる余剰便益の現在価値合計はローン I の場合は最大 2,521,000,000 パーツでありローン II は 404,000,000 パーツである。

¹ 余剰便益とは便益の現在価値から料金徴収総額の現在価値を差し引いた残りの便益をいう。

Table 7-1 Financial Statements in the Case of Collecting Bridge Tolls Equaling Current Ferry Charges

1. Annual rate of interest. 3 percent

Ordinal Year	Calendar Year	Outstanding amount	Interest	Annual working expense	Total expenditure	Toll revenue	Balance
1	1973	21,500,000	645,000	309,100	954,100	1,164,817	210,717
2	1974	21,289,283	638,678	309,100	947,778	1,280,628	332,850
3	1975	20,956,433	628,693	309,100	937,793	1,406,987	469,194
4	1976	20,487,239	614,617	309,100	923,717	1,550,586	626,869
5	1977	19,860,370	595,811	309,100	904,911	1,705,123	800,212
6	1978	19,060,158	571,805	309,100	880,905	1,877,571	996,666
7	1979	18,063,492	541,905	309,100	851,005	2,068,378	1,217,374
8	1980	16,846,119	505,384	309,100	814,484	2,278,753	1,464,270
9	1981	15,381,849	461,455	309,100	770,555	2,511,007	1,740,451
10	1982	13,641,398	409,242	309,100	718,342	2,767,342	2,049,000
11	1983	11,592,397	347,772	309,100	656,872	3,050,130	2,393,258
12	1984	9,199,139	275,974	309,100	585,074	3,363,902	2,778,828
13	1985	6,420,311	192,609	309,100	501,709	3,712,667	3,210,958
14	1986	3,209,354	96,281	309,100	405,381	4,096,150	3,690,770

2. Annual rate of interest. 7 percent

1	1973	21,500,000	1,505,000	309,100	1,814,100	1,164,817	-649,283
2	1974	22,149,283	1,550,450	309,100	1,859,550	1,280,628	-578,922
3	1975	22,728,205	1,590,974	309,100	1,900,074	1,406,987	-493,087
4	1976	23,221,291	1,625,490	309,100	1,934,590	1,550,586	-38,005
5	1977	23,605,296	1,652,371	309,100	1,961,471	1,705,123	-256,348
6	1978	23,861,644	1,670,315	309,100	1,979,415	1,877,571	-101,844
7	1979	23,963,488	1,677,444	309,100	1,986,544	2,068,378	81,834
8	1980	23,881,654	1,671,716	309,100	1,980,816	2,278,753	297,938
9	1981	23,583,716	1,650,860	309,100	1,959,960	2,511,007	551,046
10	1982	23,032,670	1,612,287	309,100	1,921,387	2,767,342	845,956
11	1983	22,186,714	1,553,070	309,100	1,862,170	3,050,130	1,187,960
12	1984	20,998,754	1,469,913	309,100	1,779,013	3,363,902	1,584,889
13	1985	19,413,865	1,358,971	309,100	1,668,071	3,712,667	2,044,596
14	1986	17,369,269	1,215,849	309,100	1,524,949	4,096,150	2,571,202
15	1987	14,798,067	1,035,865	309,100	1,344,965	4,522,485	3,177,520
16	1988	11,620,547	813,438	309,100	1,122,538	4,995,492	3,872,954
17	1989	7,747,593	542,332	309,100	851,432	5,518,964	4,667,533
18	1990	3,080,060	215,604	309,100	524,704	6,097,913	5,573,208

3 Annual rate of interest 10 percent

Ordinal Year	Calendar Year	Outstanding amount	Interest	Annual working expense	Total expenditure	Toll revenue	Balance
1	1973	21,500,000	2,150,000	309,100	2,459,100	1,164,817	-1,294,283
2	1974	22,794,283	2,279,428	309,100	2,588,528	1,280,628	-1,307,900
3	1975	24,102,183	2,410,218	309,100	2,719,318	1,406,987	-1,312,331
4	1976	25,414,514	2,541,451	309,100	2,850,551	1,550,586	-1,299,966
5	1977	26,714,480	2,671,448	309,100	2,980,548	1,705,123	-1,275,425
6	1978	27,989,905	2,798,990	309,100	3,108,090	1,877,571	-1,230,520
7	1979	29,220,424	2,922,042	309,100	3,231,142	2,068,378	-1,162,764
8	1980	30,383,188	3,038,319	309,100	3,347,419	2,278,753	-1,068,665
9	1981	31,451,854	3,145,185	309,100	3,454,285	2,511,007	-943,279
10	1982	32,395,132	3,239,513	309,100	3,548,613	2,767,342	-781,271
11	1983	33,176,403	3,317,640	309,100	3,626,740	3,050,130	-576,611
12	1984	33,753,014	3,375,301	309,100	3,684,401	3,363,902	-320,499
13	1985	34,073,513	3,407,351	309,100	3,716,451	3,712,667	-3,784
14	1986	34,077,297	3,407,730	309,100	3,716,830	4,096,150	379,321
15	1987	33,697,977	3,369,798	309,100	3,678,898	4,522,485	843,587
16	1988	32,854,389	3,285,439	309,100	3,594,539	4,995,492	1,400,953
17	1989	31,453,436	3,145,344	309,100	3,454,444	5,518,964	2,064,521
18	1990	29,388,915	2,938,892	309,100	3,247,992	6,097,913	2,849,921
19	1991	26,538,994	2,653,899	309,100	2,962,999	6,387,369	3,424,369
20	1992	23,114,625	2,311,463	309,100	2,620,563	6,678,160	4,057,598
21	1993	19,057,027	1,905,703	309,100	2,214,803	6,968,241	4,753,438
22	1994	14,303,589	1,430,359	309,100	1,739,459	7,259,120	5,519,661
23	1995	8,783,928	878,393	309,100	1,187,493	7,548,488	6,360,996
24	1996	2,422,933	242,293	309,100	551,393	7,839,280	7,287,887

Fig. 7.1. INTEREST RATE AND REPAYMENT PERIOD OF LOAN THAT CAN BE AMORTIZED BY TOLLS

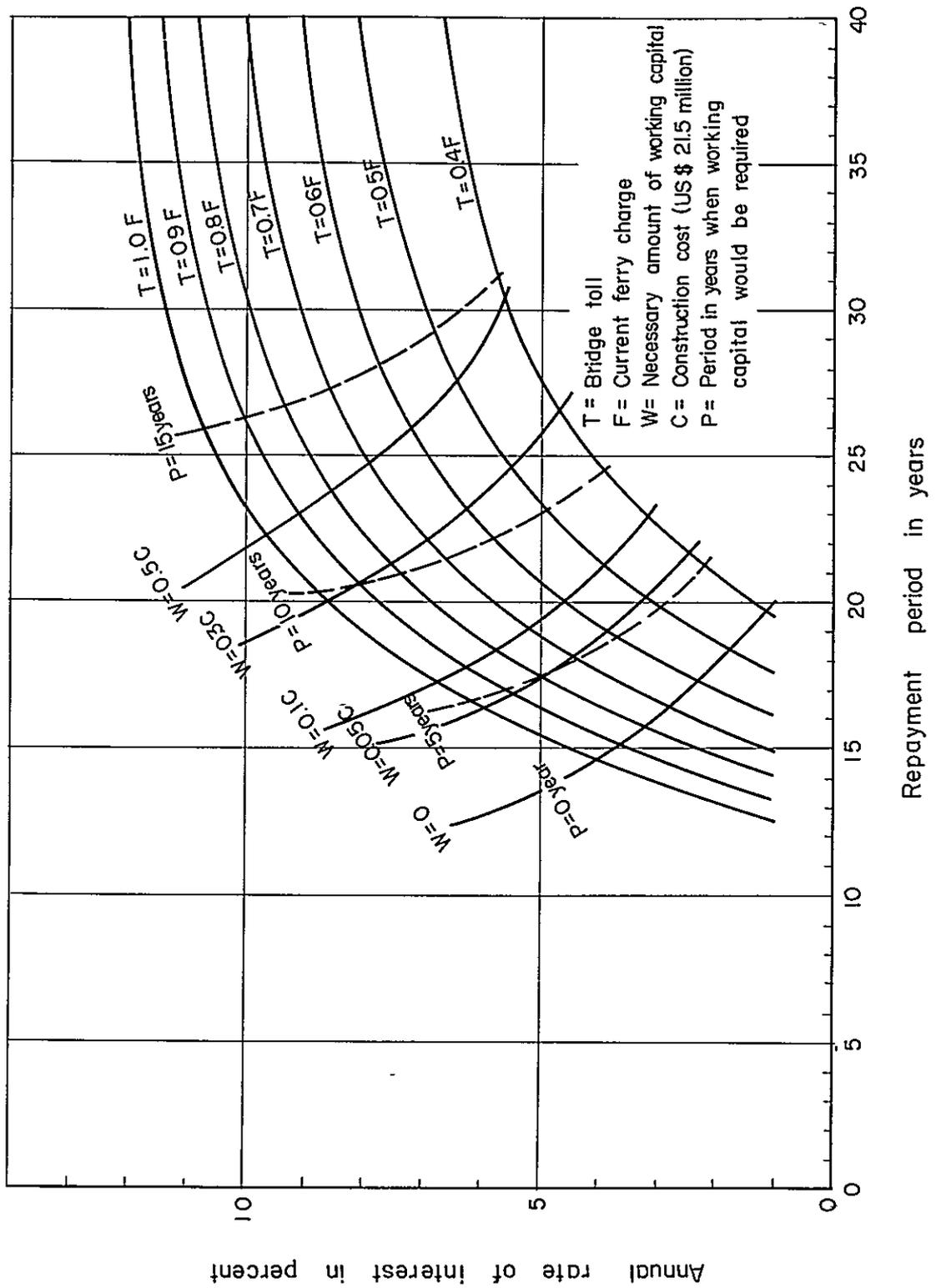
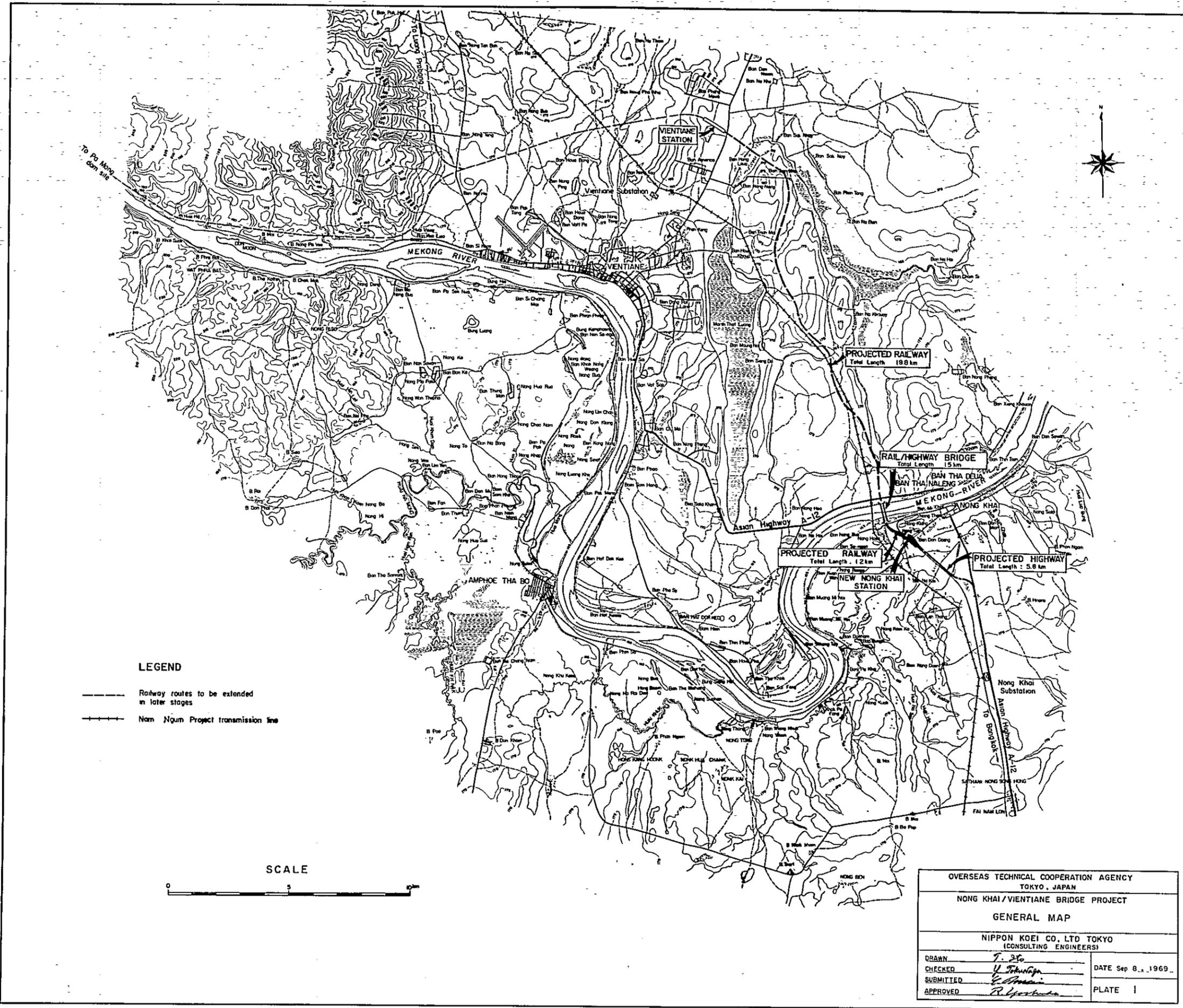
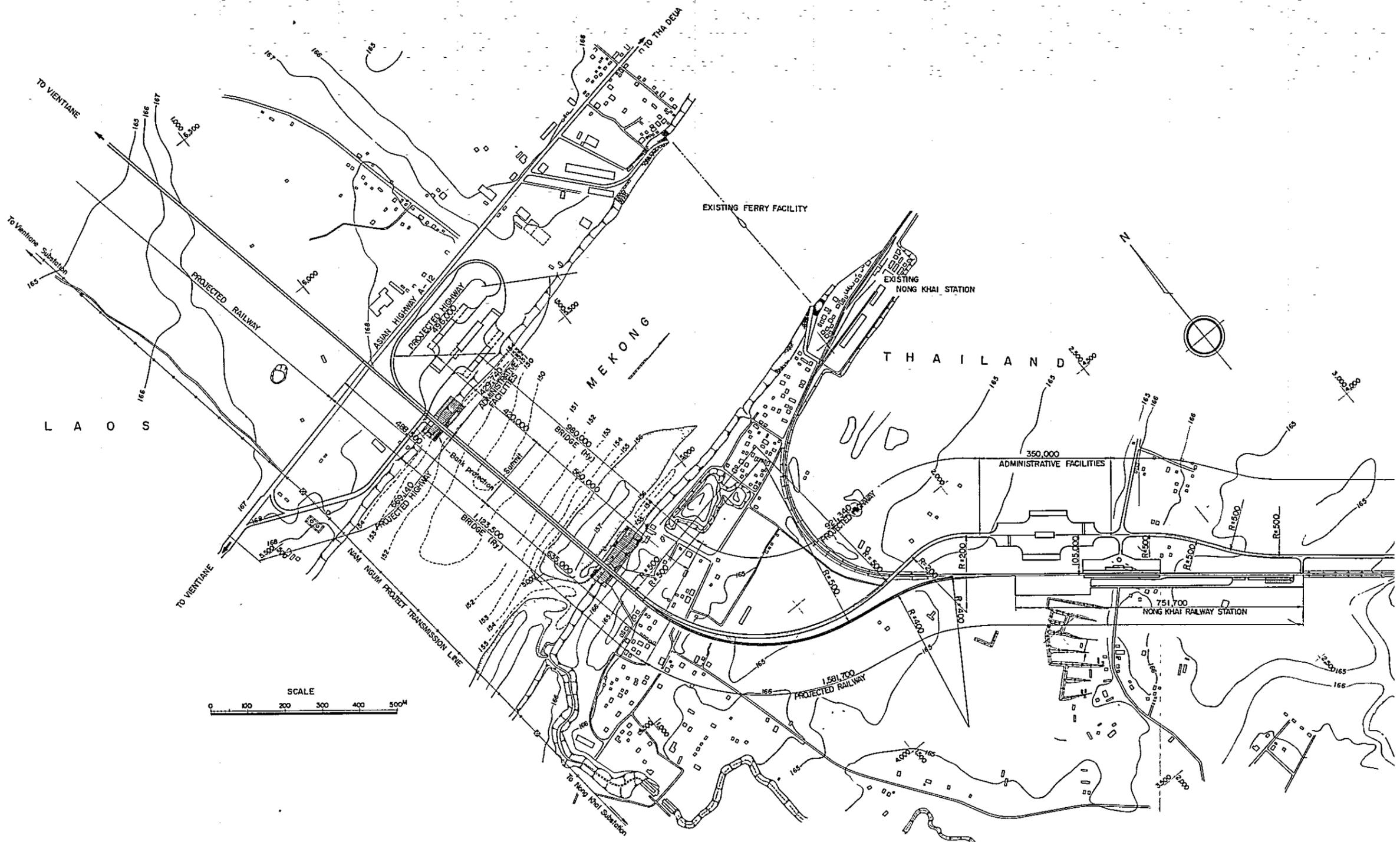


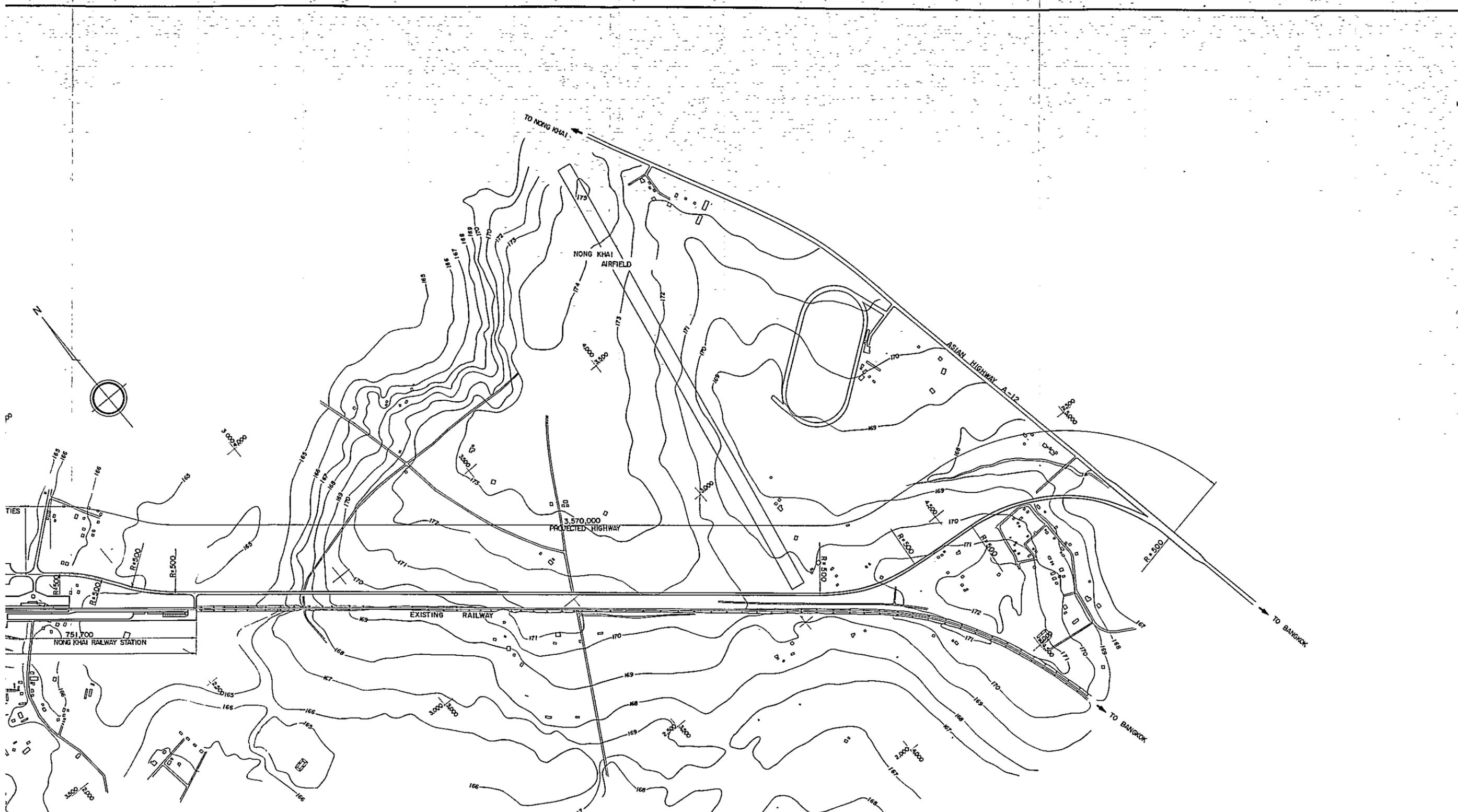
Table 7.2. Optimal Tolls, In Bahts

Kind of Traffic	Current Ferry Charges	Optimal Toll	
		Loan I ($r=0.03$, $n=40$)	Loan II ($r=0.07$, $n=25$)
Bus	40	5	25
Personal Car	40	5	15
Taxi	40	5	15
Heavy Truck	110	35	110
Light Truck	57	5	15
Motorcycle	5	5	5
Railway Passenger	5	5	5
Railway Freight, per ton	17	5	15
Present worth of required toll income		587,000,000	525,000,000
Present worth of total revenue from optimal tolls ..		607,000,000	527,000,000
Present worth of residual benefits		2,521,000,000	404,000,000

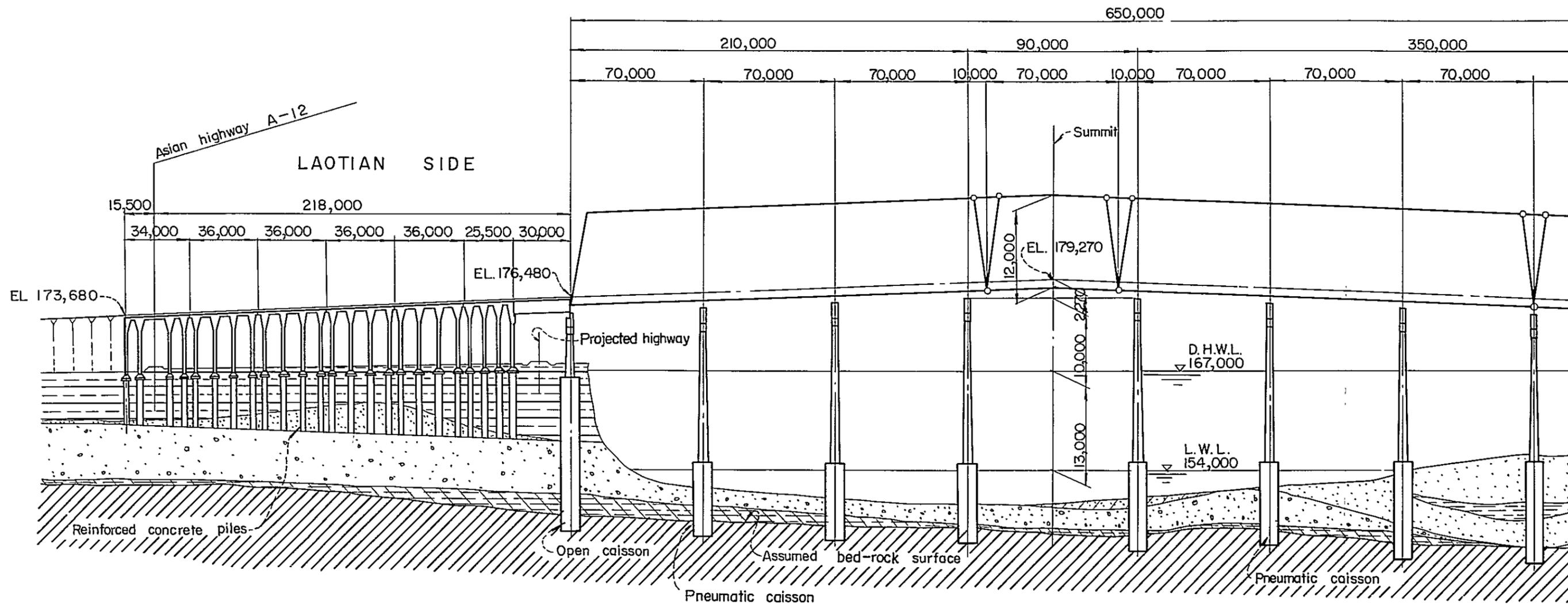
PLATE





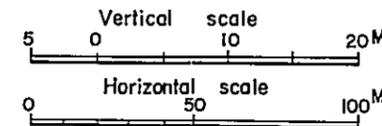
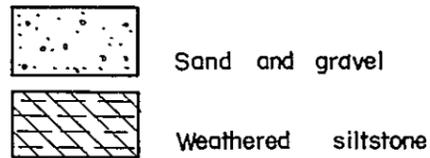
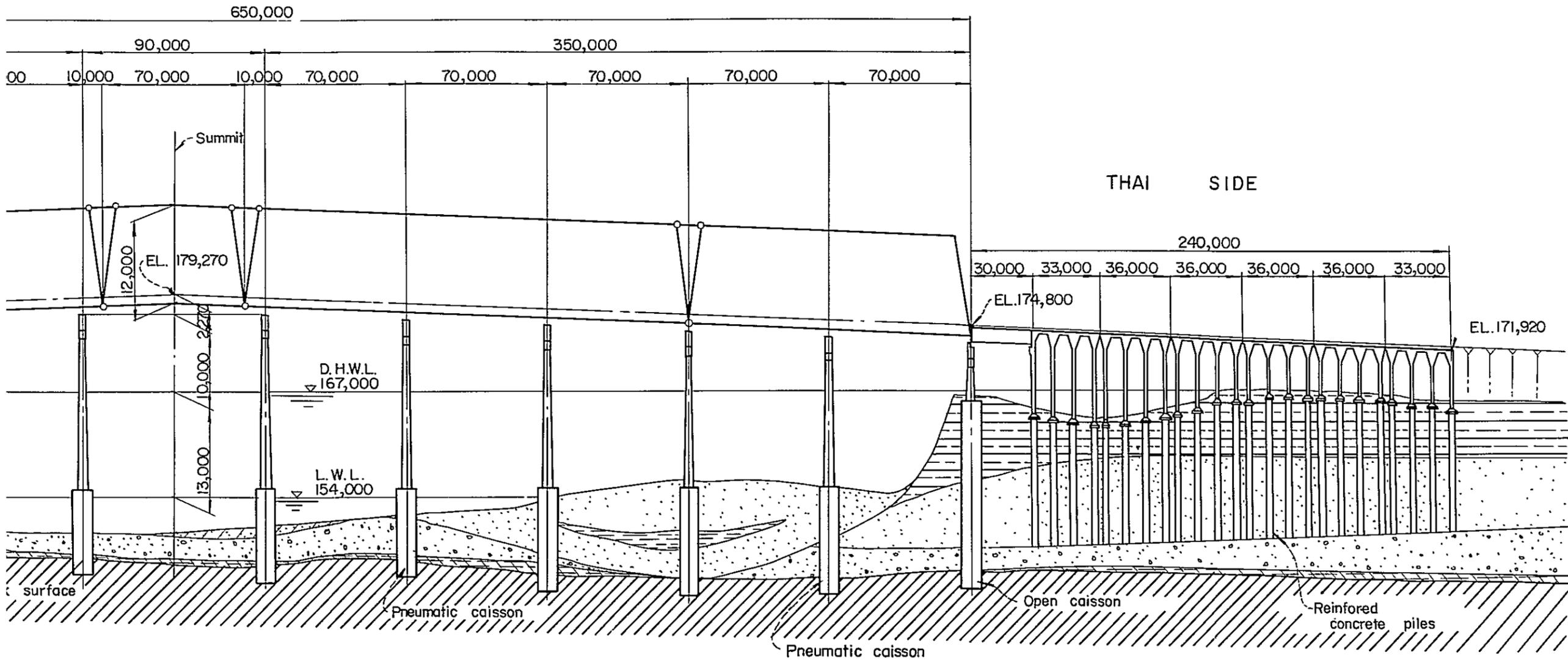


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO, JAPAN	
NONG KHAI/VIENTIANE BRIDGE PROJECT	
GENERAL LAYOUT	
NIPPON KOEI CO. LTD TOKYO (CONSULTING ENGINEERS)	
DRAWN <i>T. Ito</i>	DATE Sep. 8, 1969.
CHECKED <i>T. Ito</i>	
SUBMITTED <i>T. Ito</i>	
APPROVED <i>R. Yoshida</i>	PLATE 2

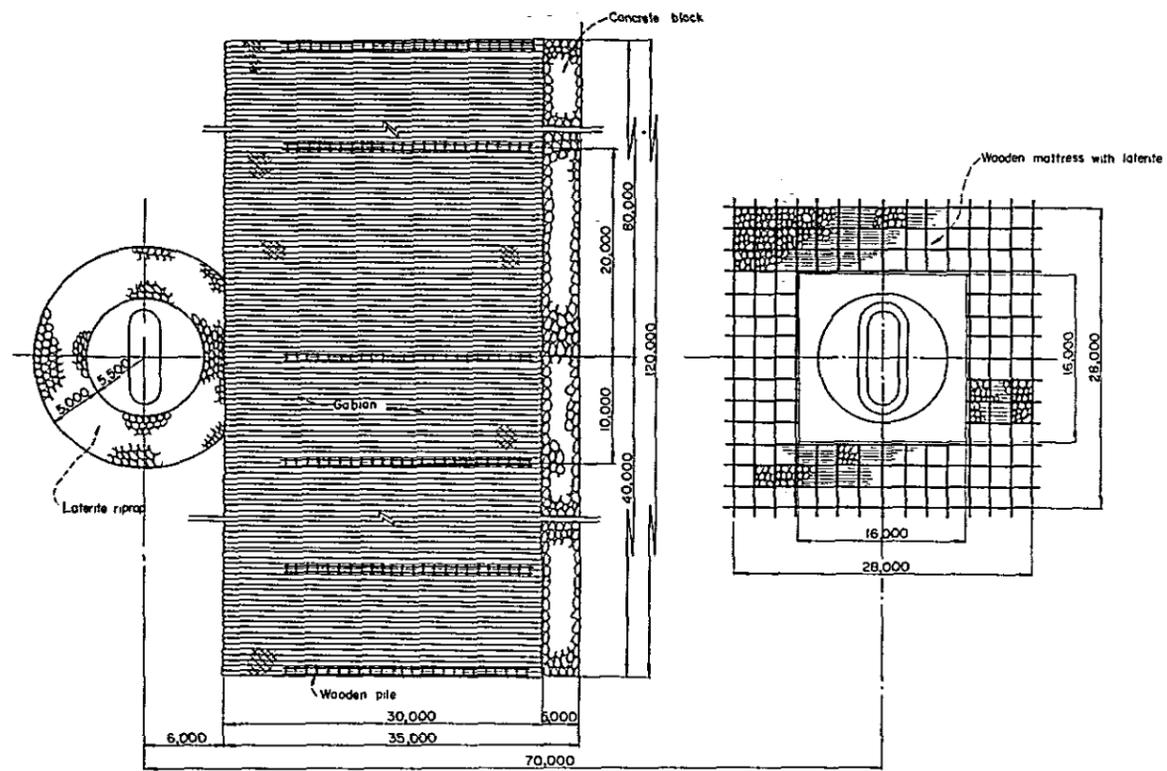


LEGEND

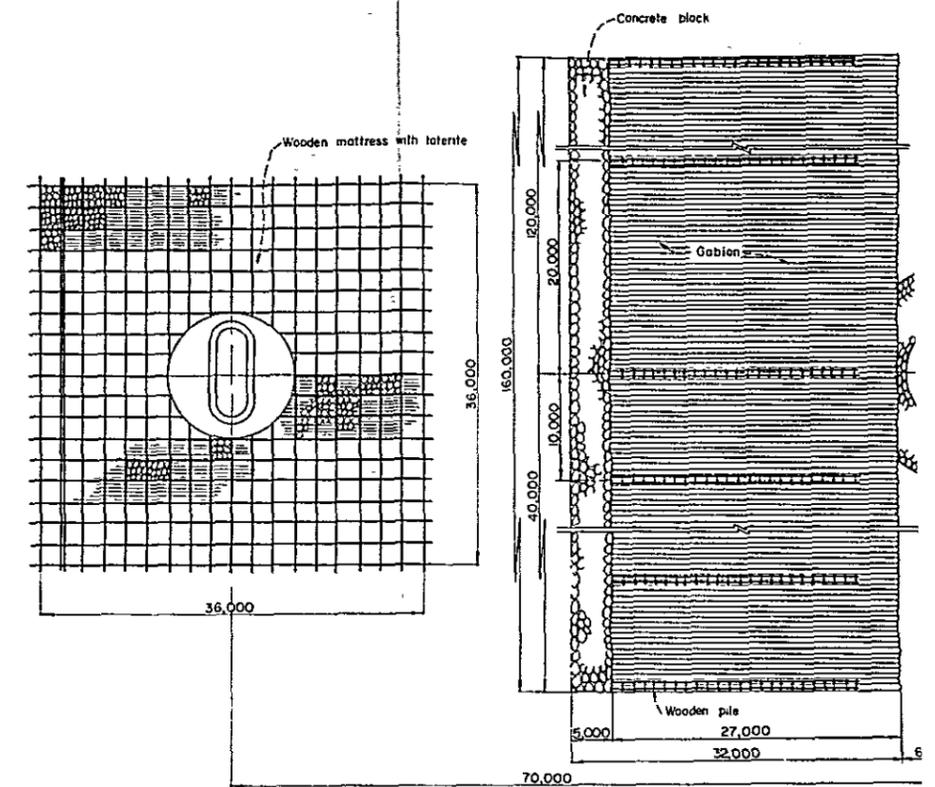
[Loam, clay or silt and clay		Mud and sand		Sand and gravel]
		Silt		Sand		Weathered siltstone	



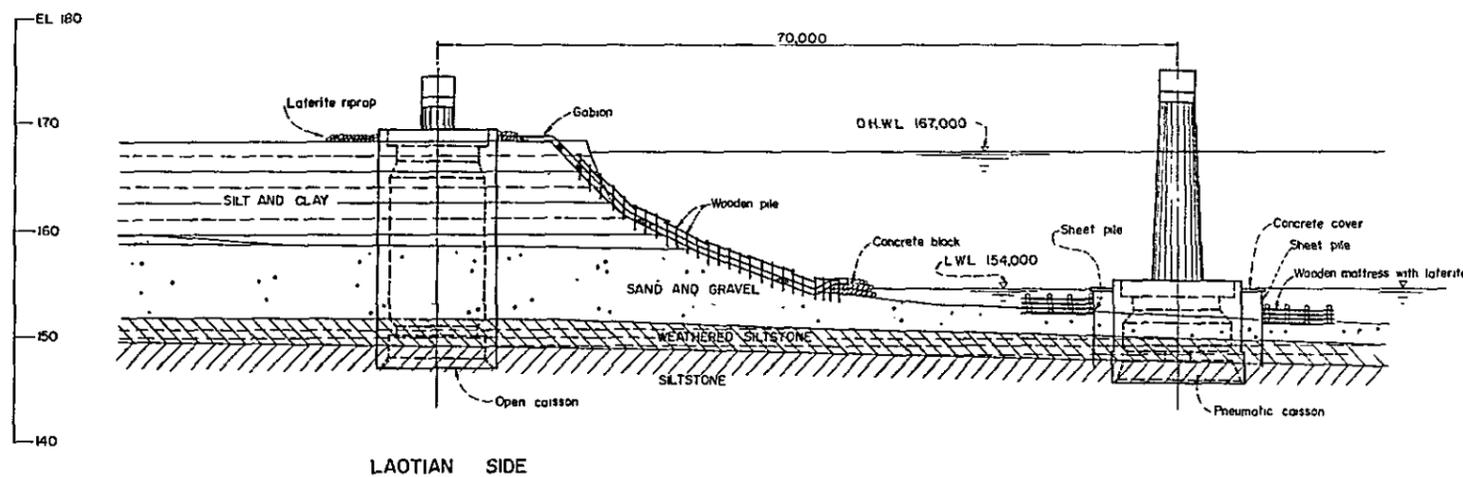
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO, JAPAN	
NONG KHAI/VIENTIANE BRIDGE PROJECT	
BRIDGE PROFILE	
NIPPON KOEI CO. LTD TOKYO (CONSULTING ENGINEERS)	
DRAWN CHECKED SUBMITTED APPROVED	DATE Sep. 8, 1989 PLATE 4



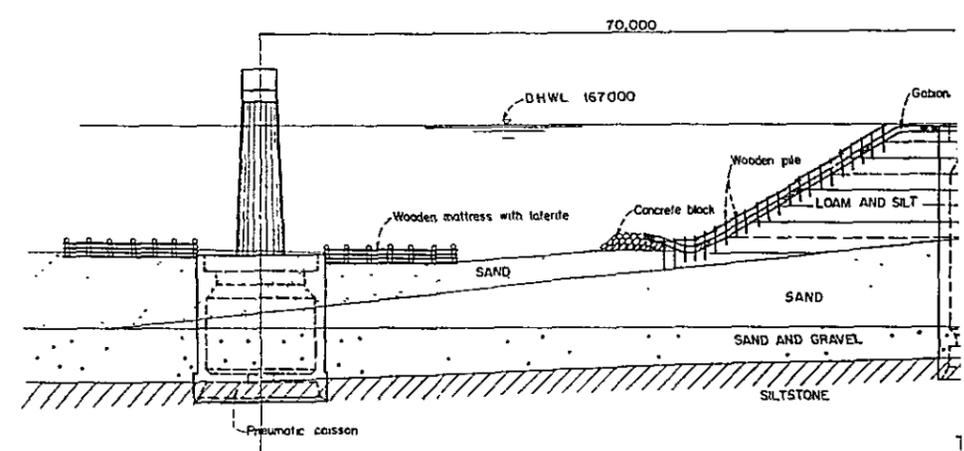
MEKONG



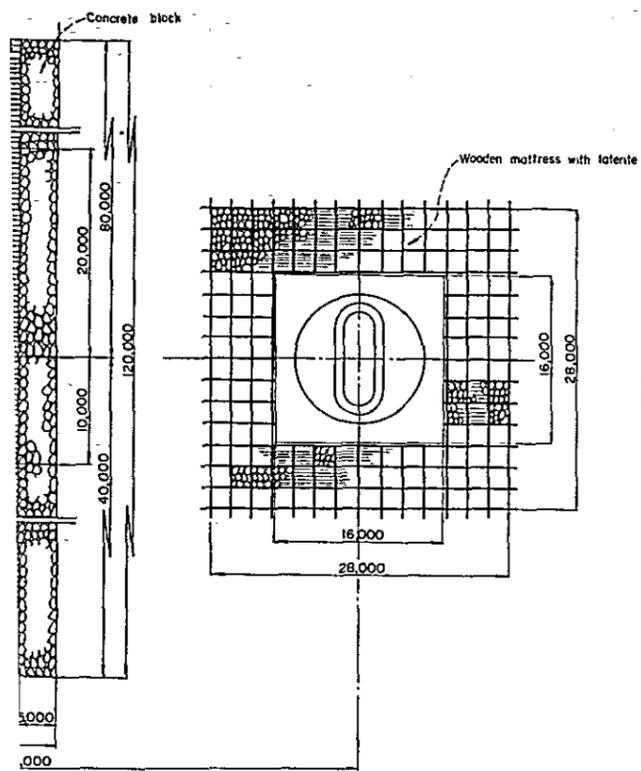
PLAN



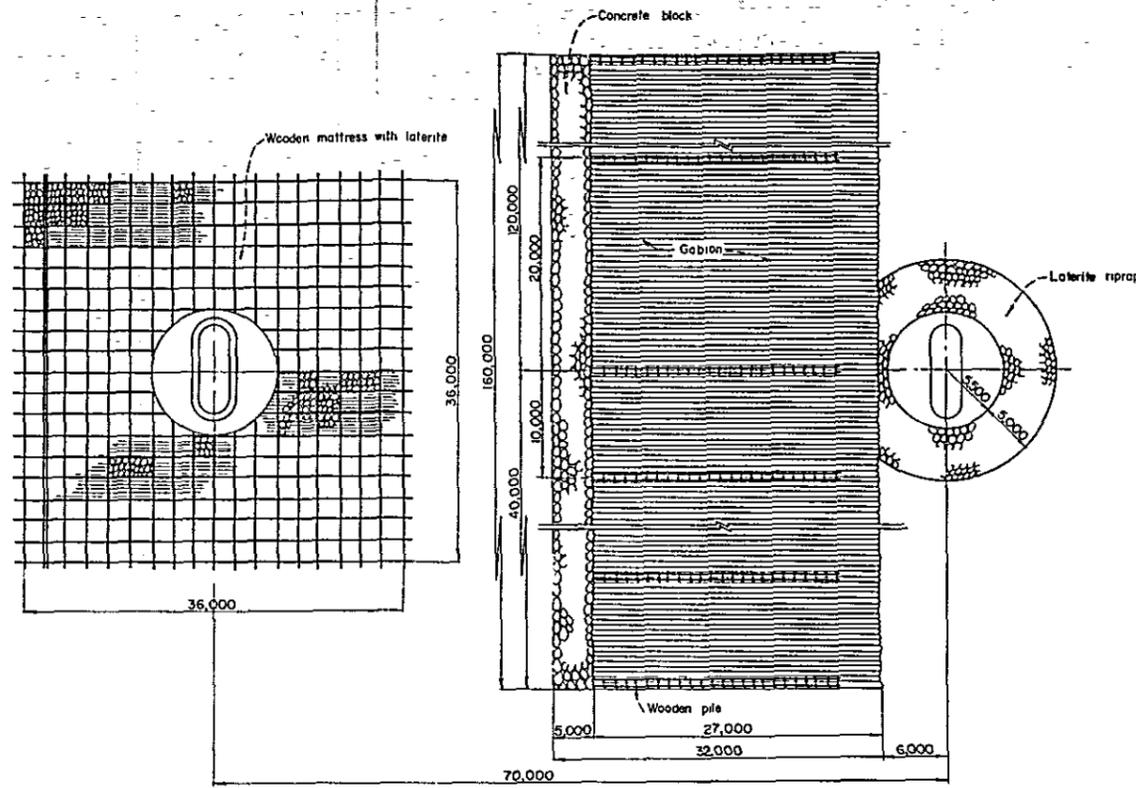
LAOTIAN SIDE



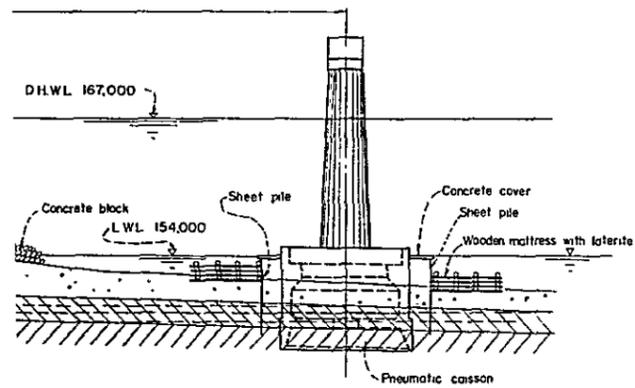
PROFILE



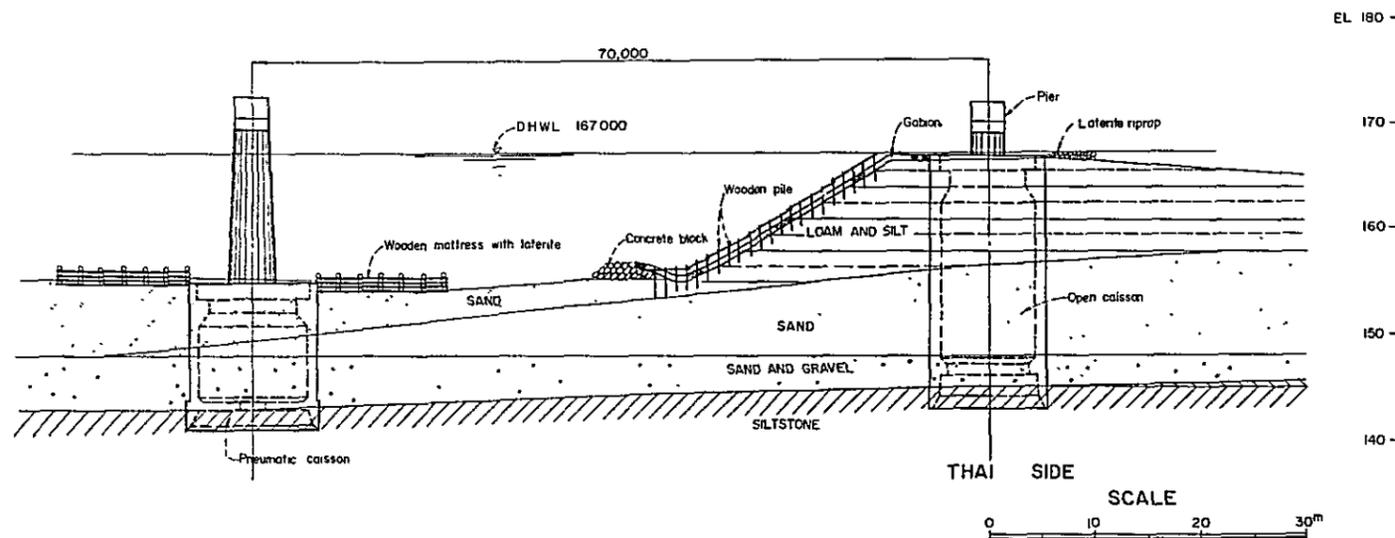
PLAN



THAI SIDE

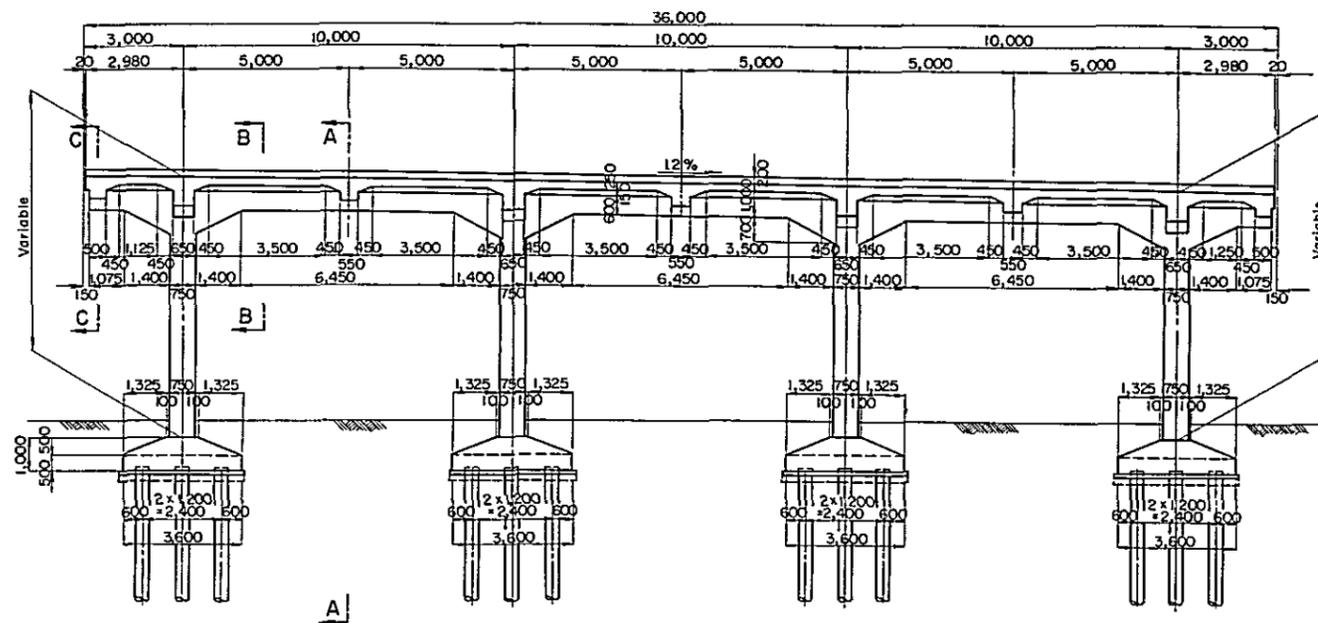


PROFILE

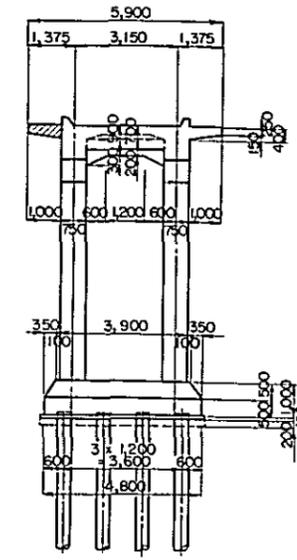


SCALE

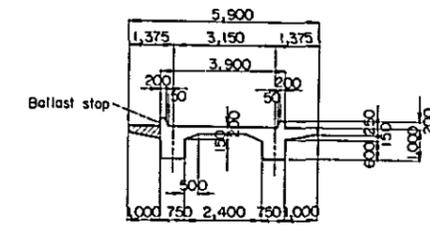
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO, JAPAN		
NONG KHAI/VIENTIANE BRIDGE PROJECT		
BRIDGE: PIER AND BANK PROTECTIONS		
NIPPON KOEI CO. LTD TOKYO (CONSULTING ENGINEERS)		
DRAWN	<i>T. Sato</i>	DATE Sep. 8, 1969
CHECKED	<i>G. Takahashi</i>	
SUBMITTED	<i>G. Takahashi</i>	
APPROVED	<i>G. Takahashi</i>	PLATE 6



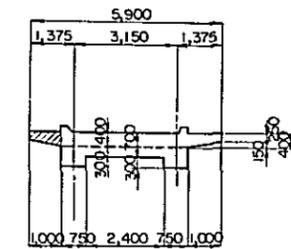
PROFILE (INTERMEDIATE PART)



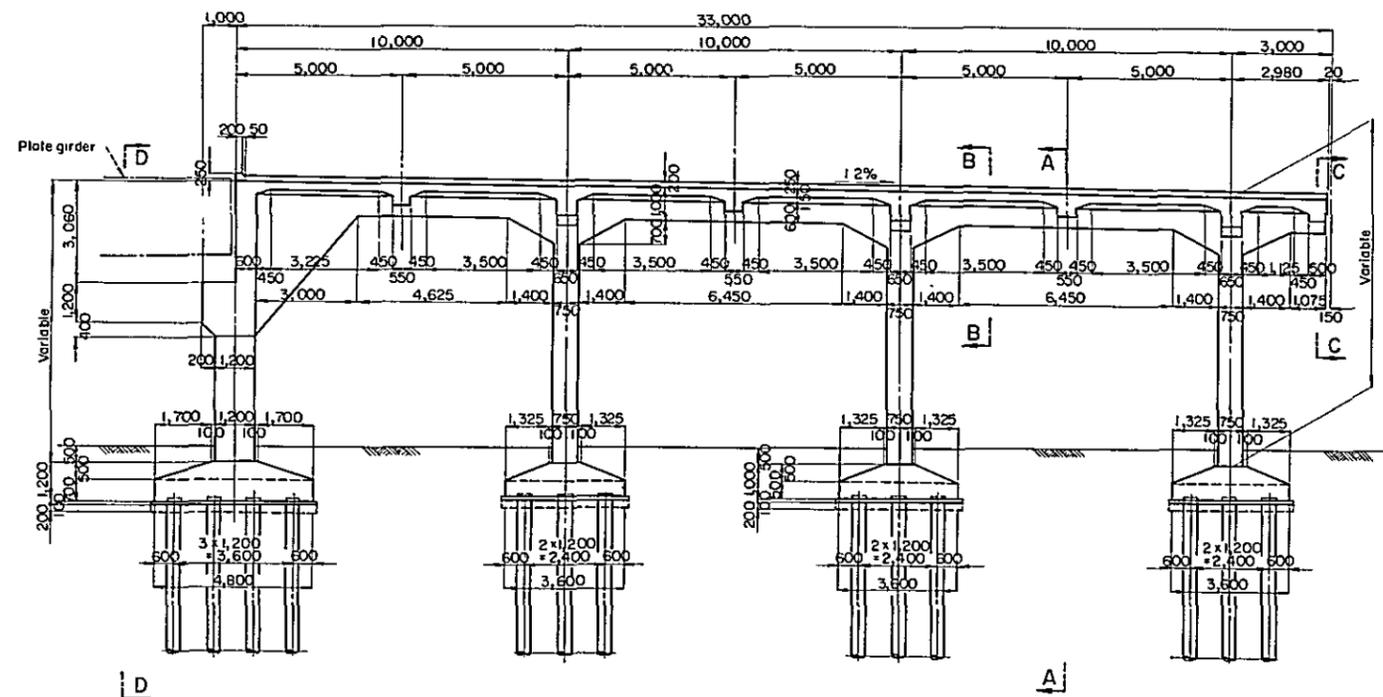
SECTION A - A



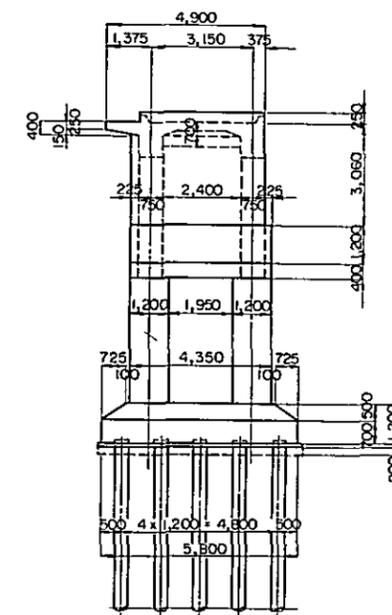
SECTION B - B



SECTION C - C



PROFILE (END PART)

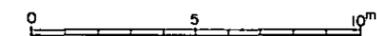


SECTION D - D

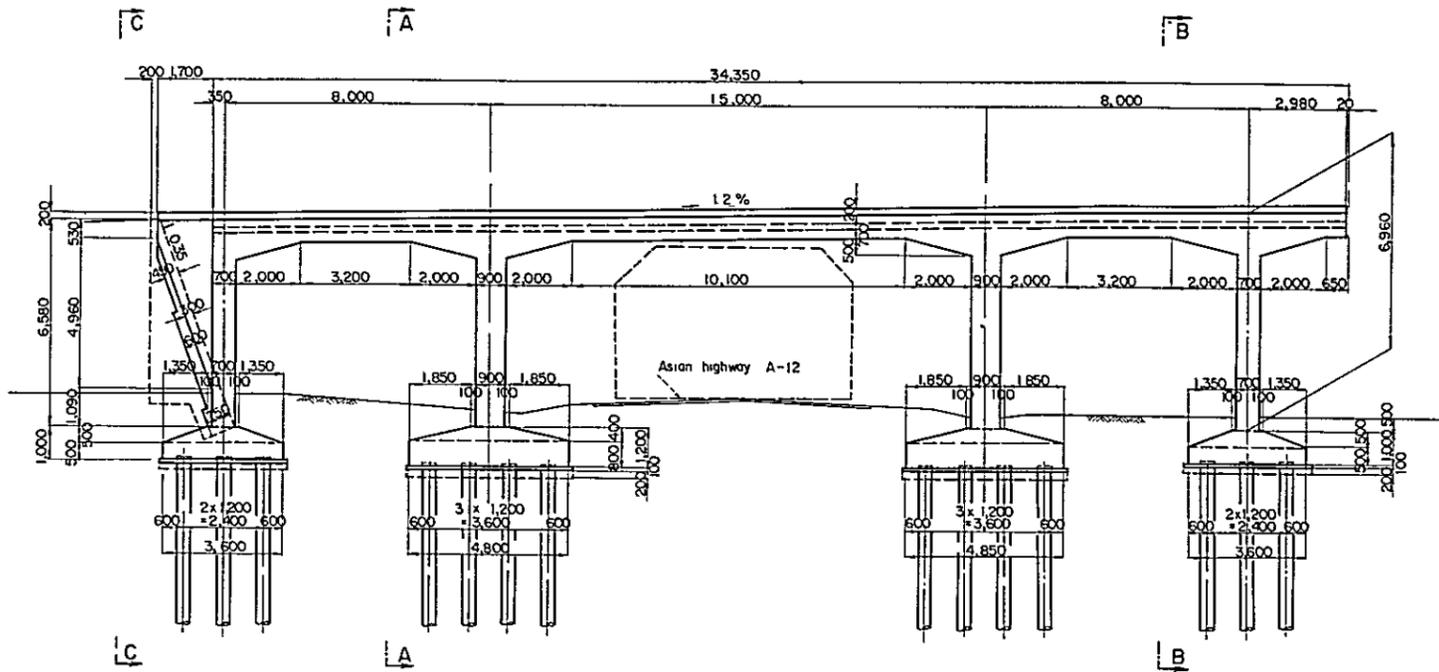
Remarks

The inspection gangway will not be provided in the end part on account of highway clearance limit

SCALE

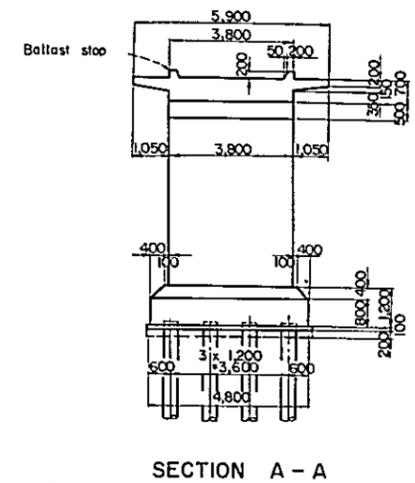
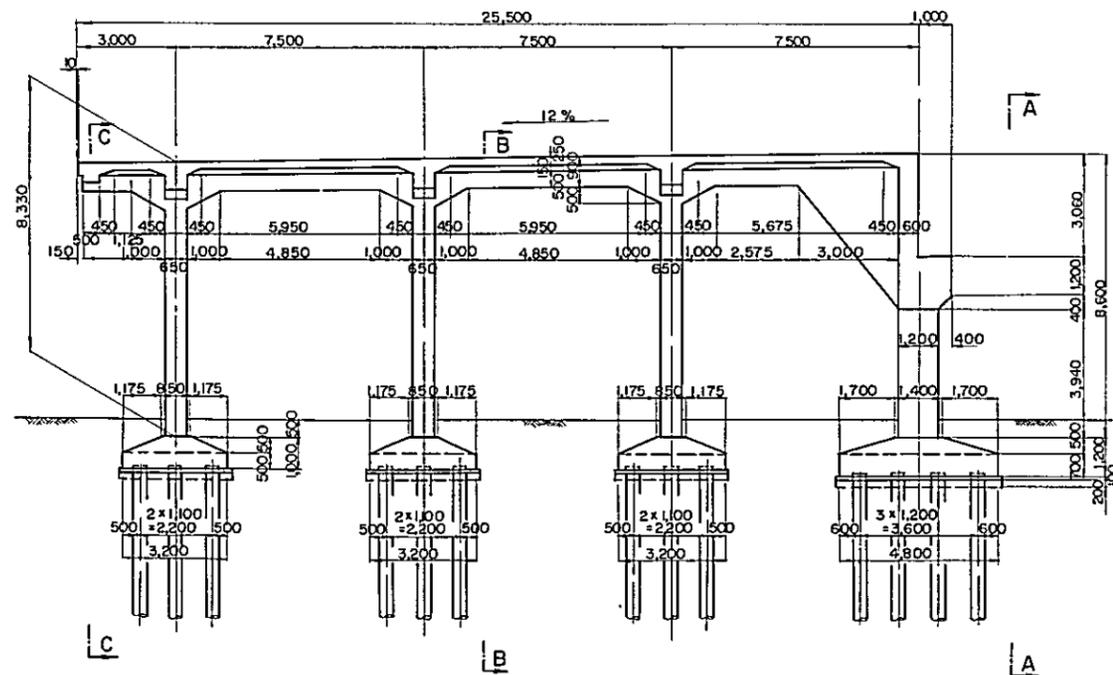


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO, JAPAN	
NONG KHAI/VIENTIANE BRIDGE PROJECT	
BRIDGE: RIGID FRAME (I)	
NIPPON KOEI CO. LTD TOKYO (CONSULTING ENGINEERS)	
DRAWN <i>T. Sato</i>	DATE Sep. 8, 1969
CHECKED <i>H. Takahashi</i>	
SUBMITTED <i>H. Takahashi</i>	
APPROVED <i>R. Yoshida</i>	PLATE 7

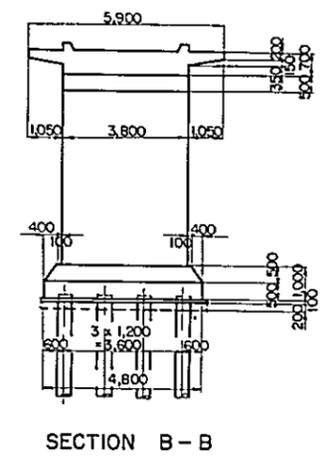


PROFILE (OVERPASS PART)

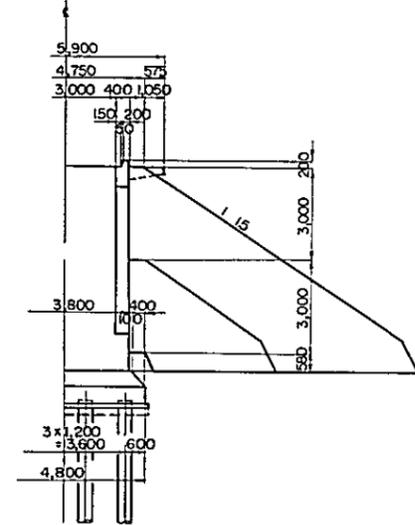
PROFILE (END PART)



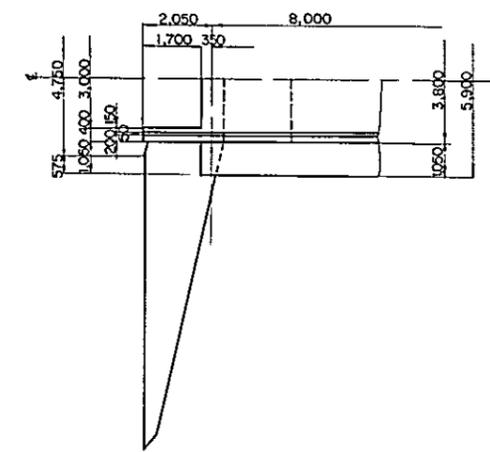
SECTION A - A



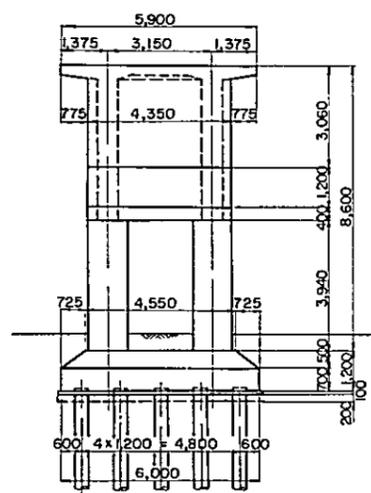
SECTION B - B



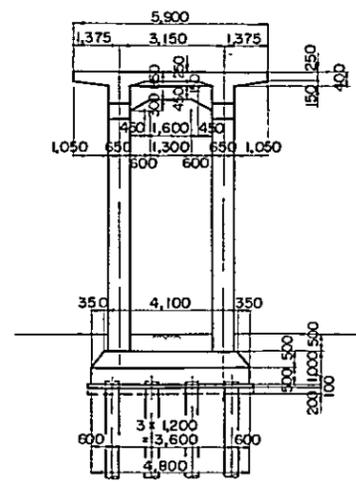
SECTION C - C



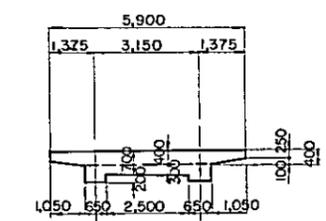
WING WALL, PLAN



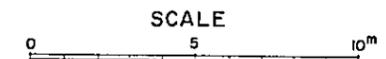
SECTION A - A



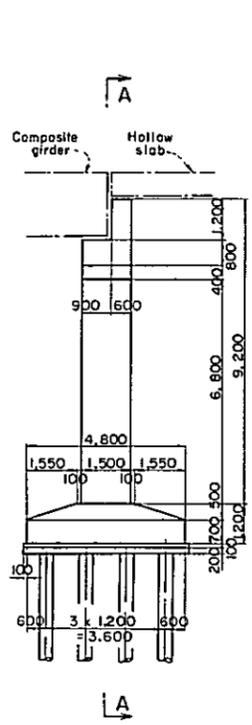
SECTION B - B



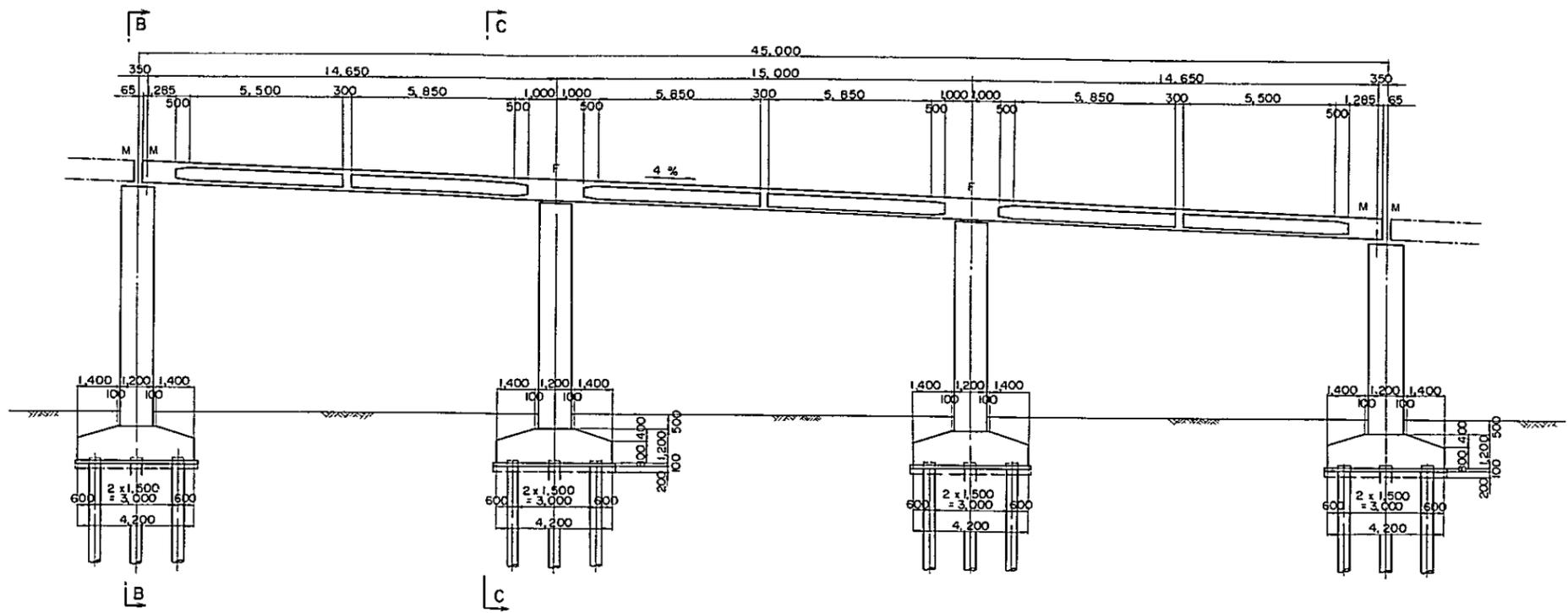
SECTION C - C



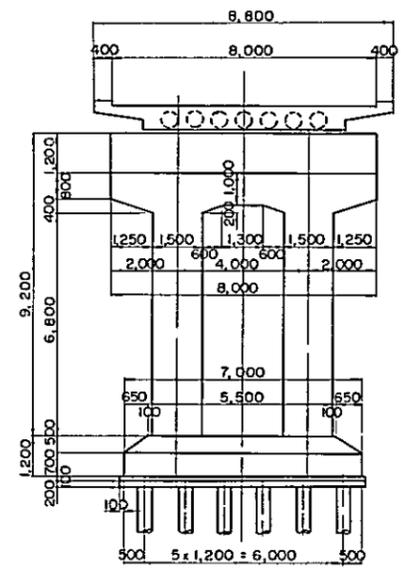
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO, JAPAN	
NONG KHAI / VIENTIANE BRIDGE PROJECT	
BRIDGE : RIGID FRAME (2)	
NIPPON KOEI CO. LTD TOKYO (CONSULTING ENGINEERS)	
DRAWN CHECKED SUBMITTED APPROVED	DATE Sep. 8, 1969 PLATE 8



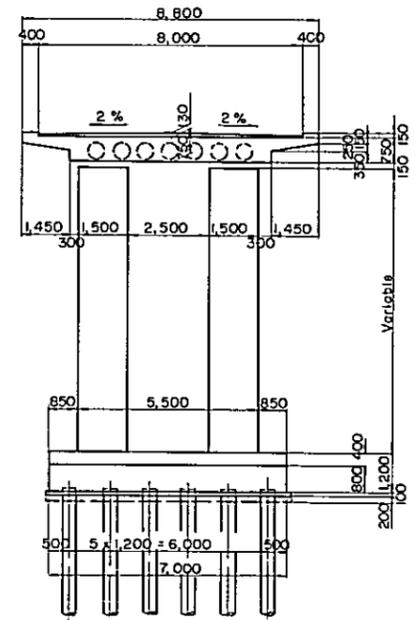
END PIER



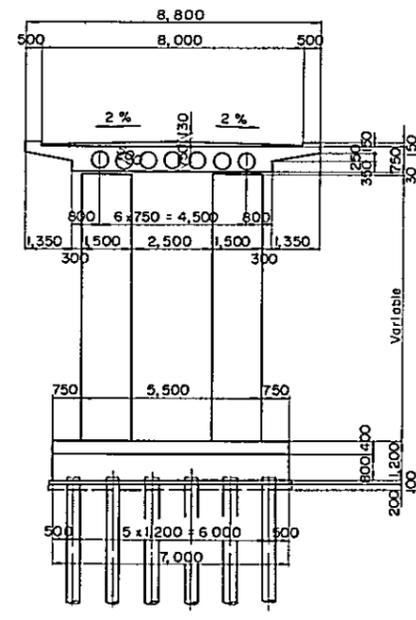
TYPICAL PROFILE



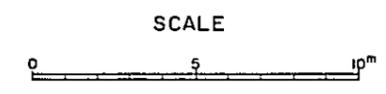
SECTION A - A



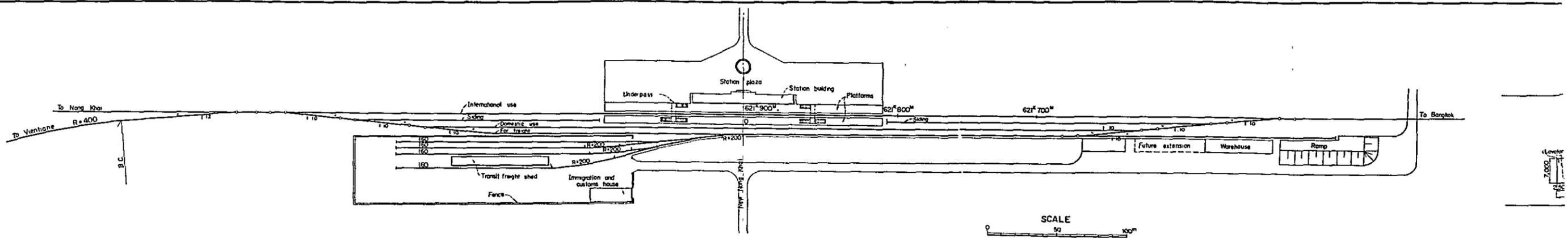
SECTION B - B



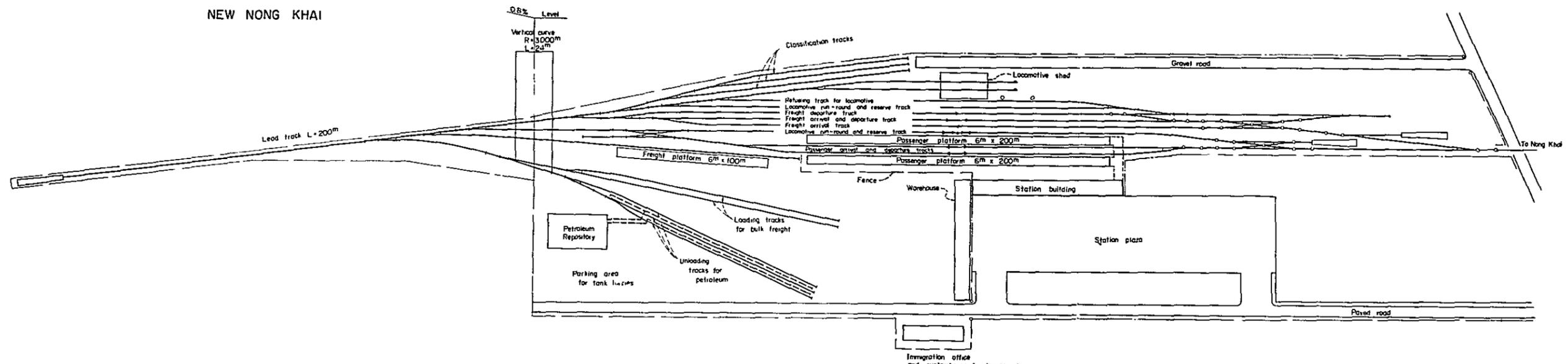
SECTION C - C



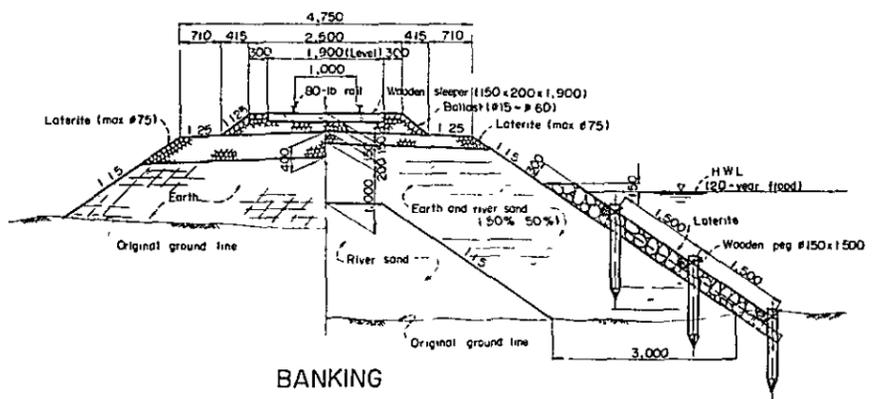
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO, JAPAN	
NONG KHAI / VIENTIANE BRIDGE PROJECT	
BRIDGE - HOLLOW SLAB	
NIPPON KOEI CO., LTD TOKYO (CONSULTING ENGINEERS)	
DRAWN <i>S. Sato</i>	DATE Sep 8, 1969
CHECKED <i>Y. Takahashi</i>	
SUBMITTED <i>R. Yoshida</i>	
APPROVED <i>R. Yoshida</i>	PLATE 9



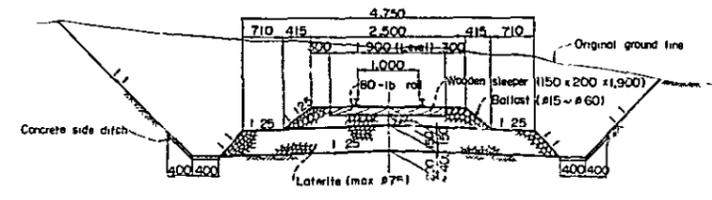
LAYOUT OF NEW NONG KHAI STATION



LAYOUT OF VIENTIANE STATION



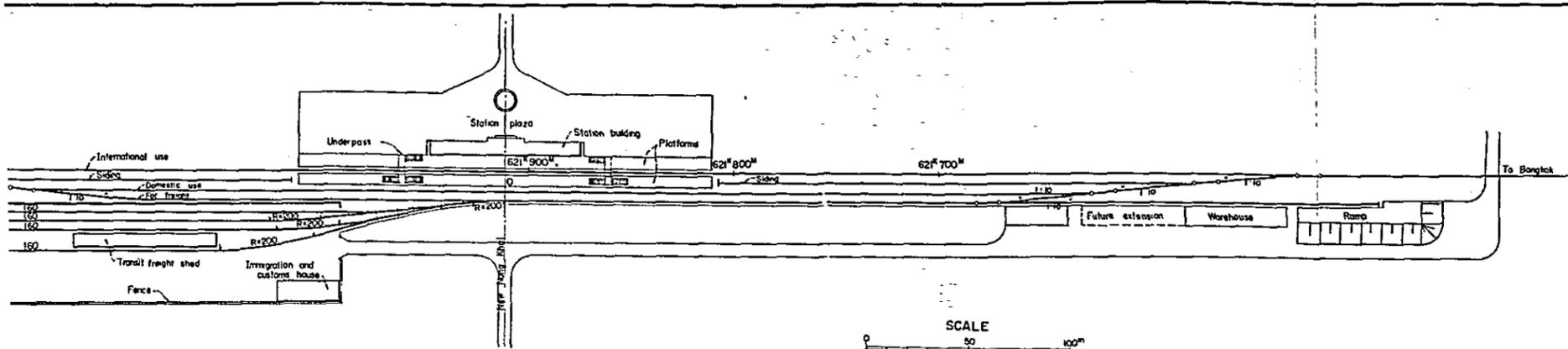
BANKING



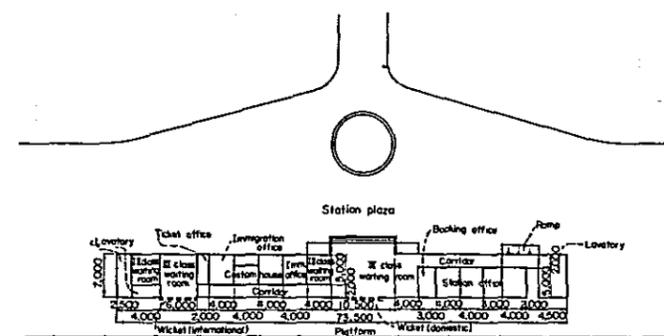
CUTTING

Remarks
The embankment shall be so compacted as to obtain more than ten percent of the value of CBR

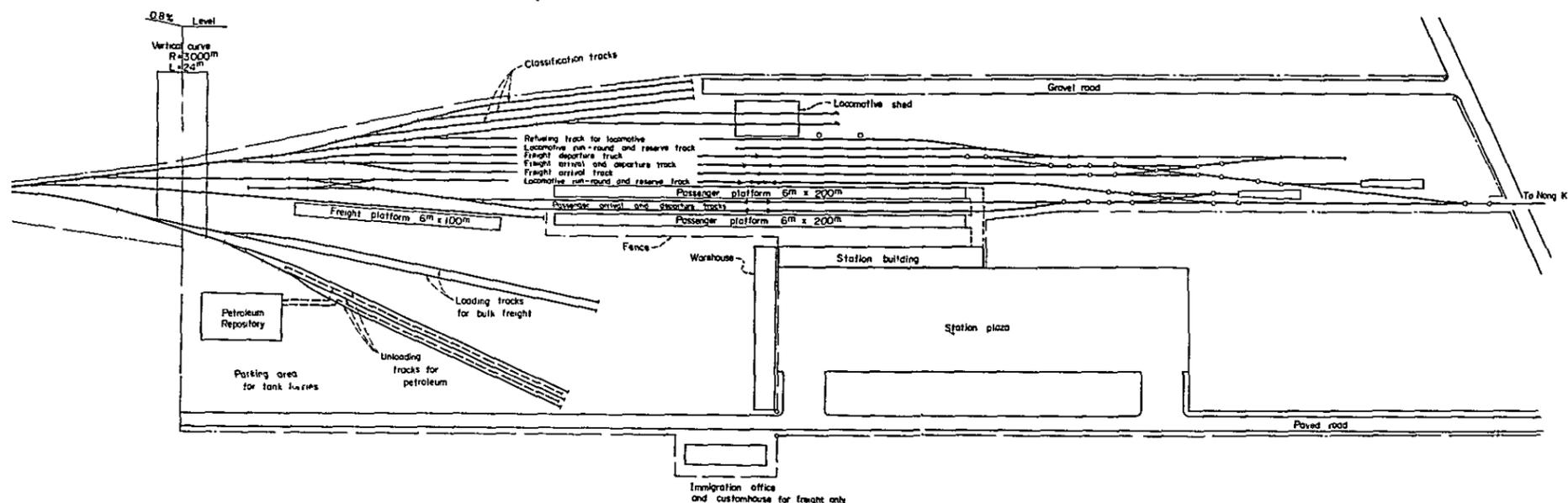
TYPICAL CROSS SECTIONS OF RAILWAY



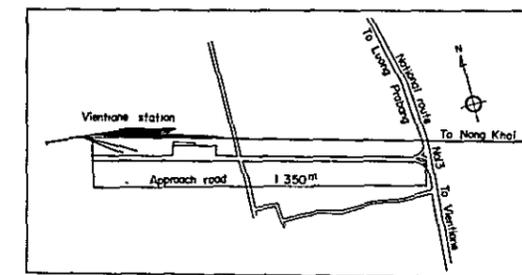
LAYOUT OF NEW NONG KHAI STATION



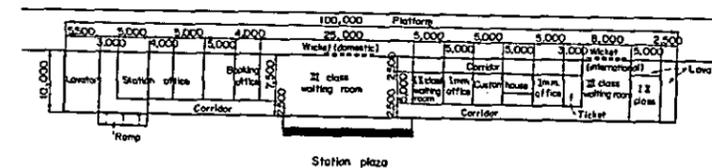
STATION BUILDING



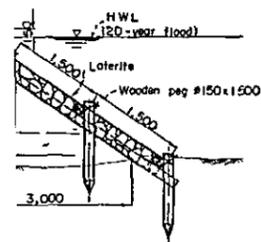
LAYOUT OF VIENTIANE STATION



KEY MAP OF VIENTIANE STATION



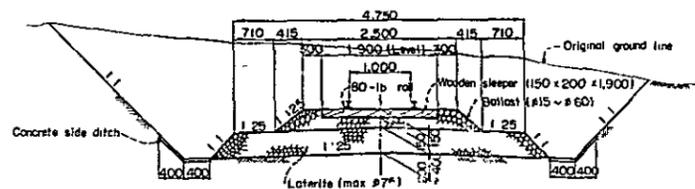
STATION BUILDING



Remarks
The embankment shall be so compacted as to obtain more than ten percent of the value of CBR

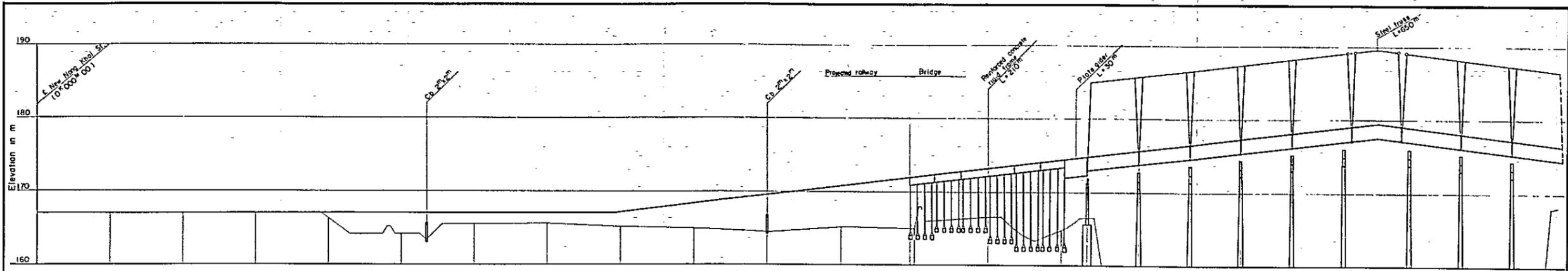


TYPICAL CROSS SECTIONS OF RAILWAY

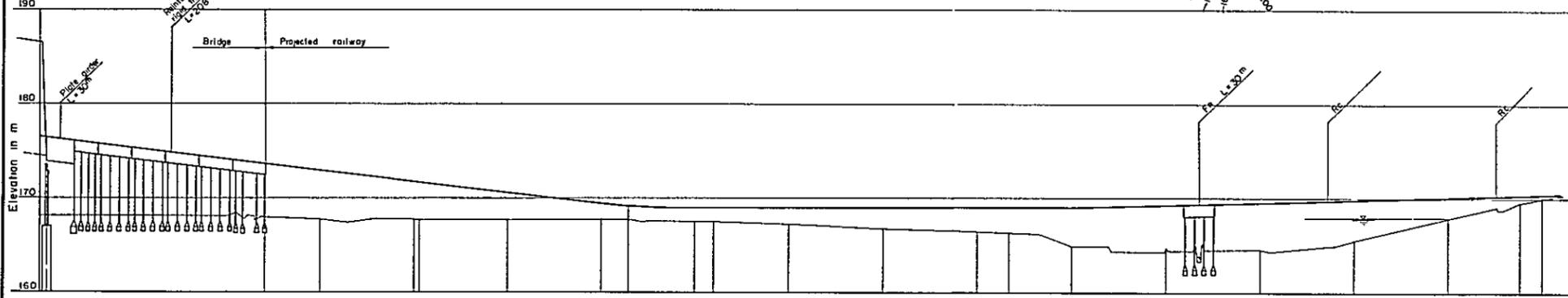
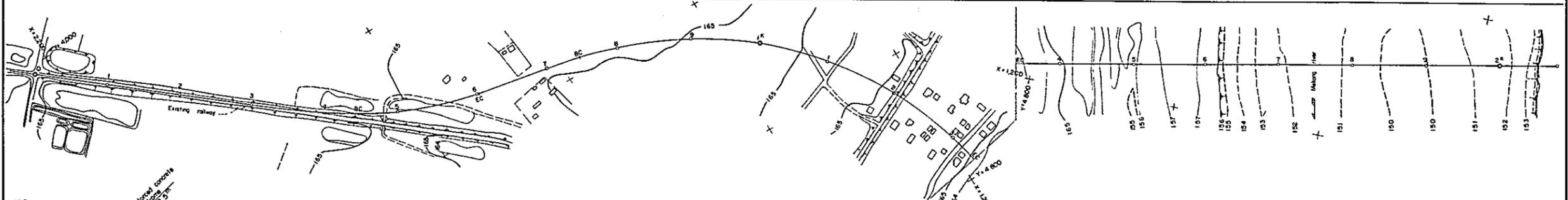


CUTTING

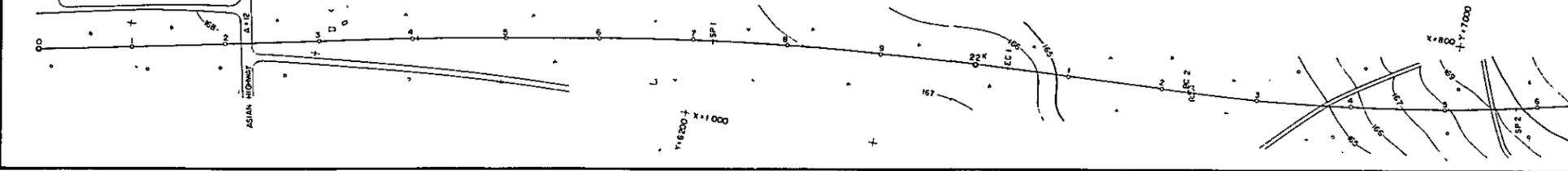
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO, JAPAN	
NONG KHAI/VIENTIANE BRIDGE PROJECT	
RAILWAY: STATIONS AND TYPICAL CROSS SECTIONS	
NIPPON KOEI CO., LTD TOKYO (CONSULTING ENGINEERS)	
DRAWN <i>T. Sato</i>	DATE Sep 8, 1969
CHECKED <i>Y. Takahashi</i>	PLATE 10
SUBMITTED <i>G. Yamamoto</i>	
APPROVED <i>P. Yoshida</i>	



STA. NO. CURVE	ACC. DIST. (M)	GRADE	DESIGN ELEV. (M)	GROUND ELEV. (M)
1	10000	1:0%	167.10	167.10
2	20000	1:0%	167.10	167.10
3	30000	1:0%	167.10	167.10
4	40000	1:0%	167.10	167.10
5	44770	1:0%	167.10	166.40
6	50000	1:0%	167.10	164.20
7	60000	1:0%	167.10	165.90
8	70000	1:0%	167.10	165.70
9	74630	1:0%	167.10	167.10
10	79800	1:0%	167.10	167.10
11	85000	1:0%	167.10	165.20
12	90000	1:0%	167.10	163.38
13	100000	1:0%	167.10	164.90
14	110000	1:0%	167.10	165.20
15	120000	1:0%	167.10	165.00
16	130000	1:0%	167.10	166.60
17	13370	1:0%	167.10	173.18
18	140000	1:0%	167.10	174.38
19	150000	1:0%	167.10	175.58
20	160000	1:0%	167.10	176.78
21	170000	1:0%	167.10	177.98
22	180000	1:0%	167.10	179.18
23	190000	1:0%	167.10	179.38
24	200000	1:0%	167.10	177.50
25	207780	1:0%	167.10	176.36

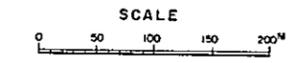


STA. NO. CURVE	ACC. DIST. (M)	GRADE	DESIGN ELEV. (M)	GROUND ELEV. (M)
21	207780	1:0%	176.36	168.12
22	217780	1:0%	173.36	169.14
23	227780	1:0%	174.16	168.10
24	237780	1:0%	172.96	167.86
25	247780	1:0%	171.76	167.72
26	257780	1:0%	170.56	167.58
27	267780	1:0%	169.36	167.44
28	270880	1:0%	169.00	167.30
29	27780	1:0%	169.00	167.16
30	287780	1:0%	169.00	166.00
31	307780	1:0%	169.00	166.44
32	31260	1:0%	166.26	166.26
33	317780	1:0%	169.00	164.92
34	327780	1:0%	169.00	164.83
35	330314	1:0%	164.47	164.47
36	337780	1:0%	169.00	164.60
37	347780	1:0%	169.00	169.90
38	357780	1:0%	170.20	168.09
39	36542	1:0%	169.70	169.70
40	367780	1:0%	170.50	170.17



ABBREVIATIONS

- FR Flood bridge, rigid frame type
- FT Flood bridge, T-beam type
- FS Flood bridge, slab type
- O Overpass
- Bs Bridge, slab type
- Bt Bridge, T-beam type
- Cs Culvert, slab type
- Cb Culvert, box type
- R Road crossing

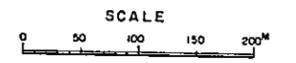
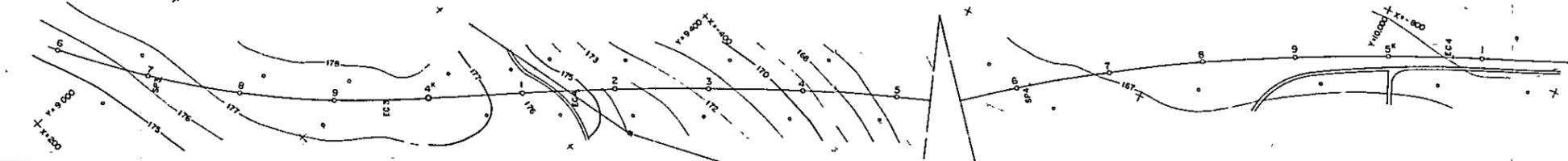
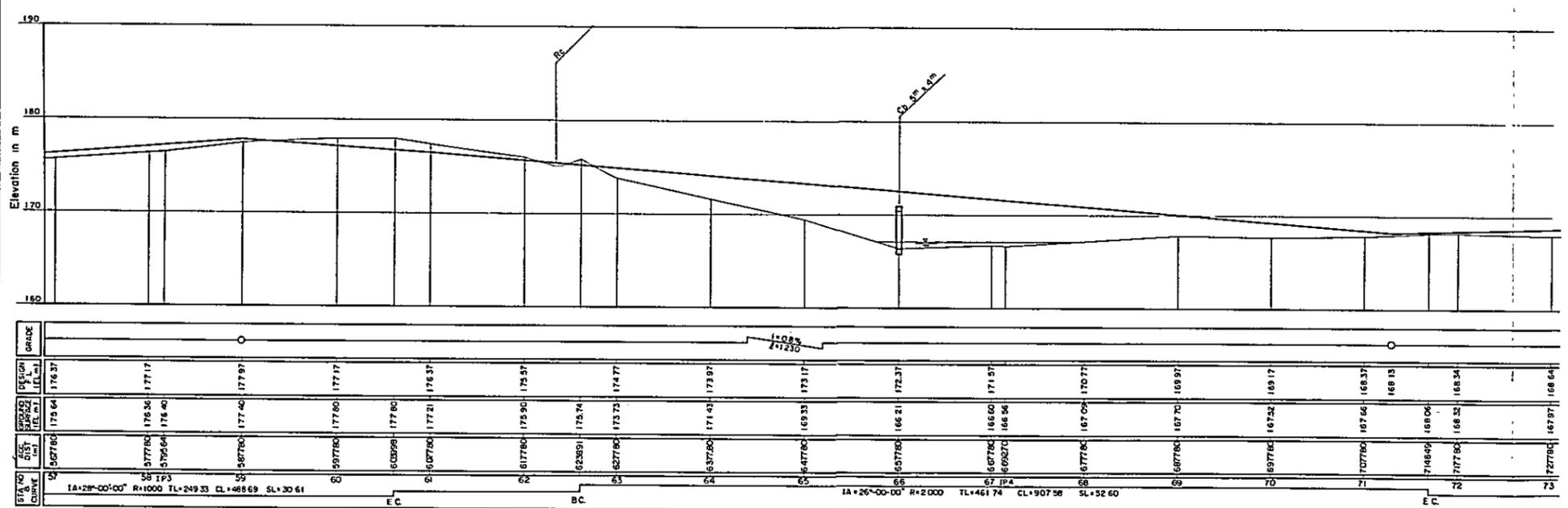
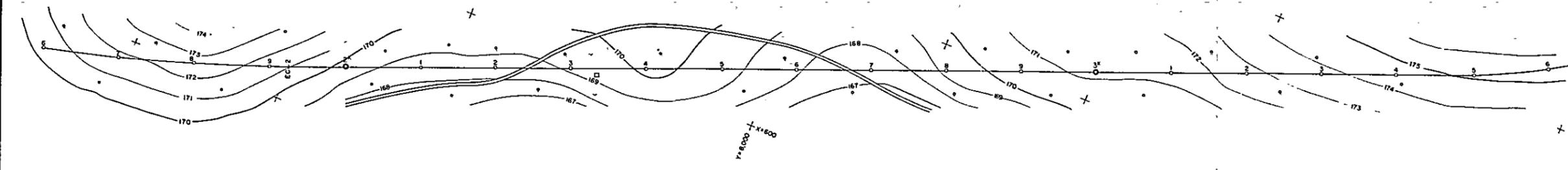
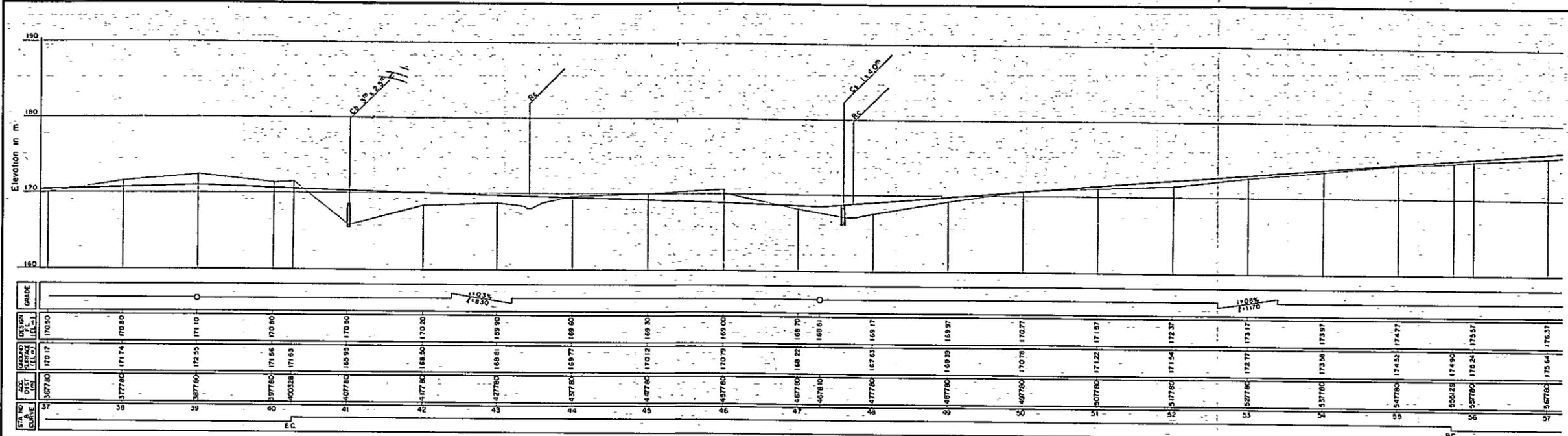


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
 TOKYO, JAPAN

NONG KHAI/VIENTIANE BRIDGE PROJECT
 RAILWAY PLAN AND PROFILE (I)

NIPPON KOEI CO. LTD TOKYO
 (CONSULTING ENGINEERS)

DRAWN	<i>S. Ito</i>	DATE	Sep. 8, 1969
CHECKED	<i>Y. Takahashi</i>		
SUBMITTED	<i>K. Yamamoto</i>		
APPROVED	<i>R. Yoshida</i>	PLATE	11

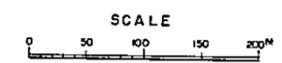
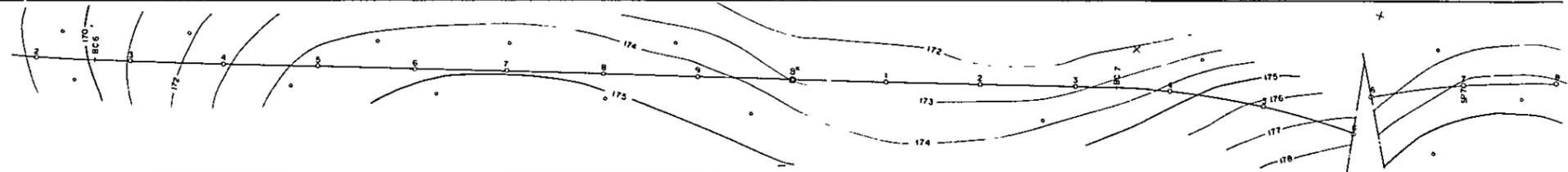
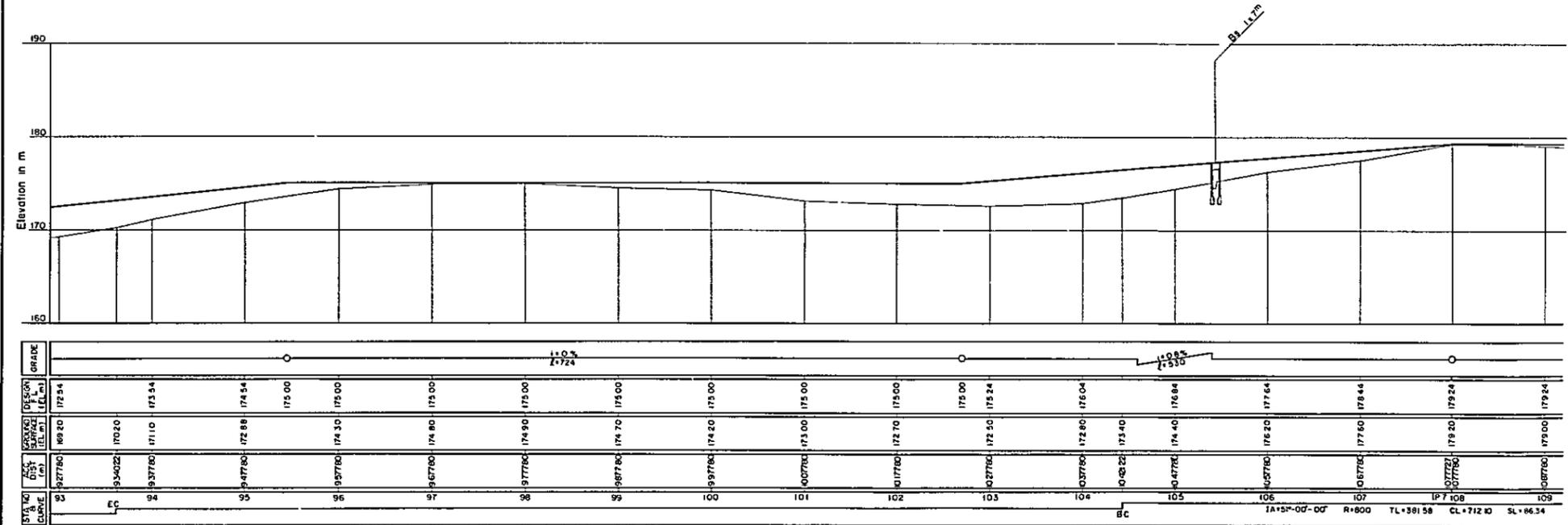
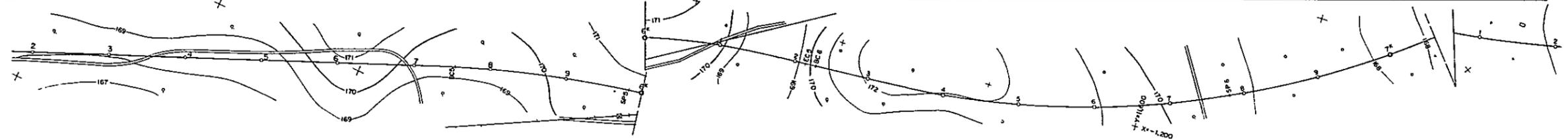
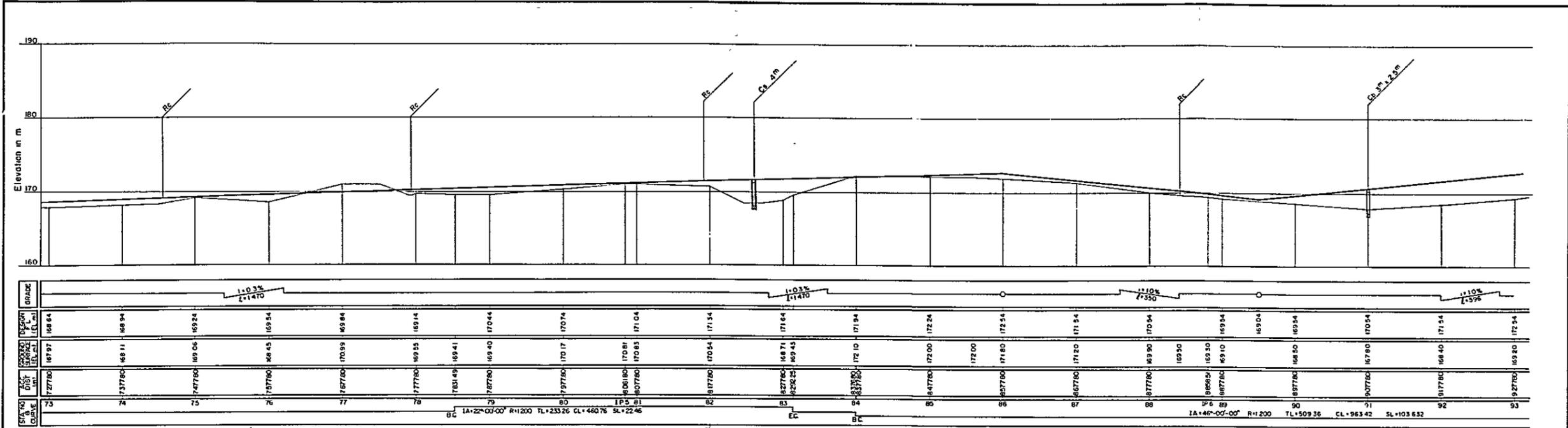


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
 TOKYO, JAPAN
 NONG KHAI/VIENTIANE BRIDGE PROJECT
 RAILWAY: PLAN AND PROFILE (2)

NIPPON KOEI CO., LTD TOKYO
 (CONSULTING ENGINEERS)

DRAWN *T. Ito*
 CHECKED *Y. Takahashi*
 SUBMITTED *K. Hoshino*
 APPROVED *K. Gochuichi*

DATE Sep 8, 1969.
 PLATE 12



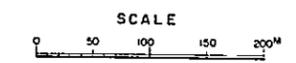
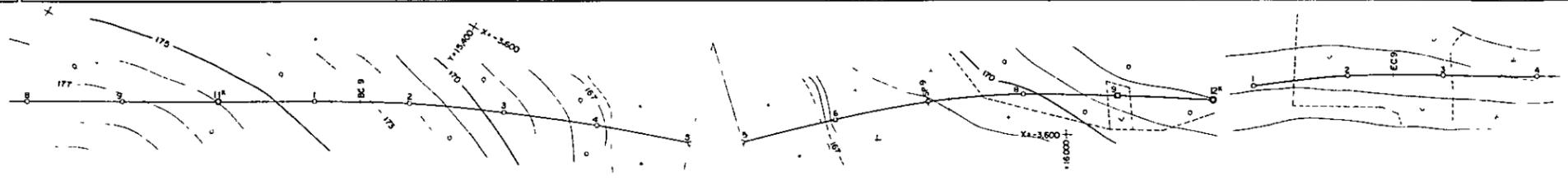
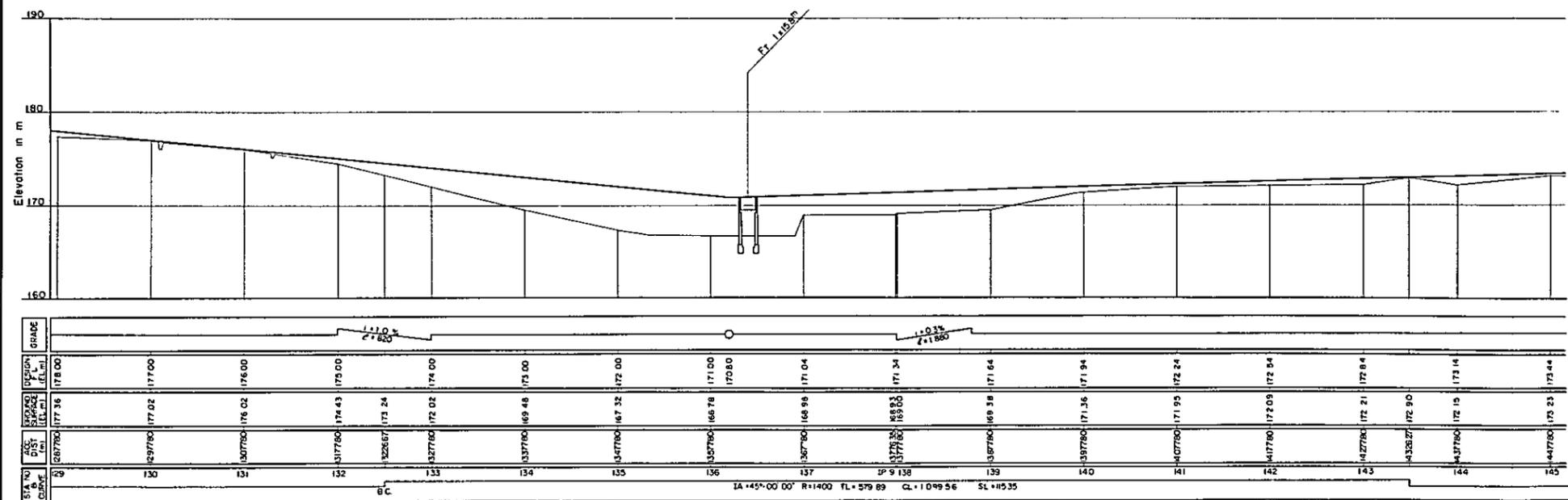
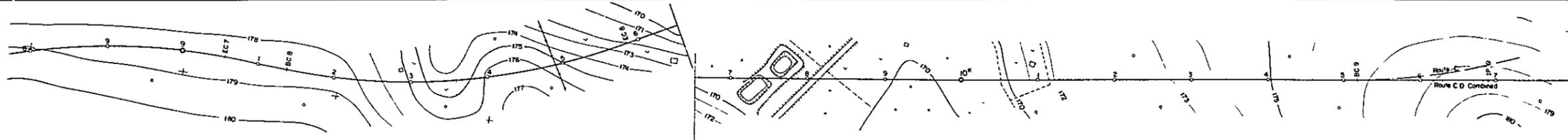
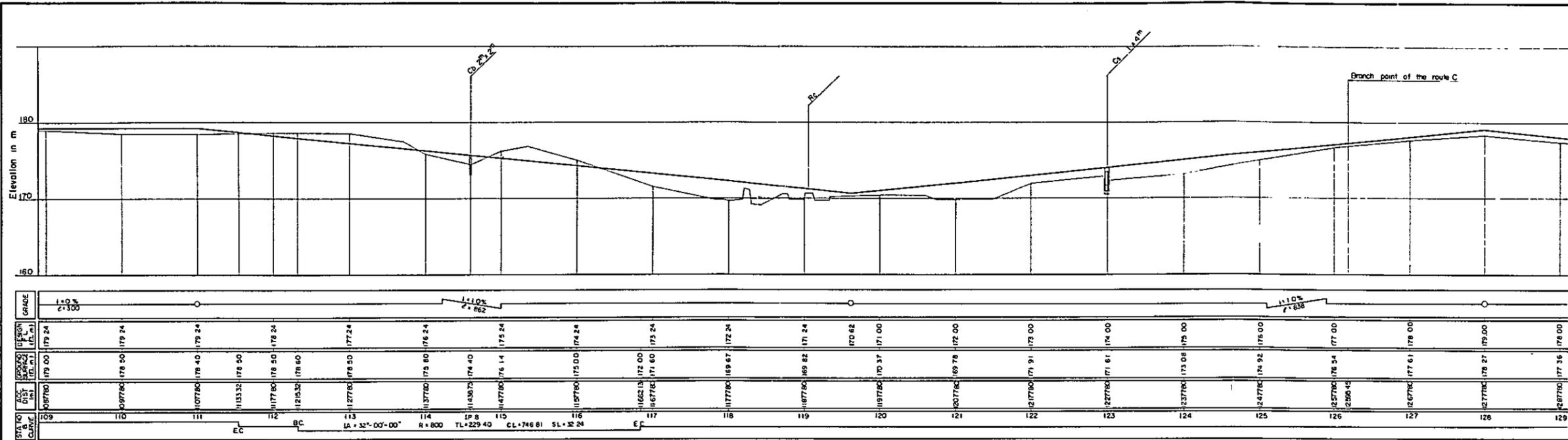
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
 TOKYO, JAPAN

NONG KHAI / VIENTIANE BRIDGE PROJECT

RAILWAY PLAN AND PROFILE (3)

NIPPON KOEI CO., LTD TOKYO
 (CONSULTING ENGINEERS)

DRAWN	T. Sato	DATE	Sep 8, 1969
CHECKED	H. Takahashi		
SUBMITTED	H. Brown		
APPROVED	R. Yoshida	PLATE	13



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
TOKYO, JAPAN

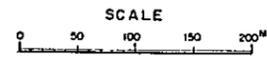
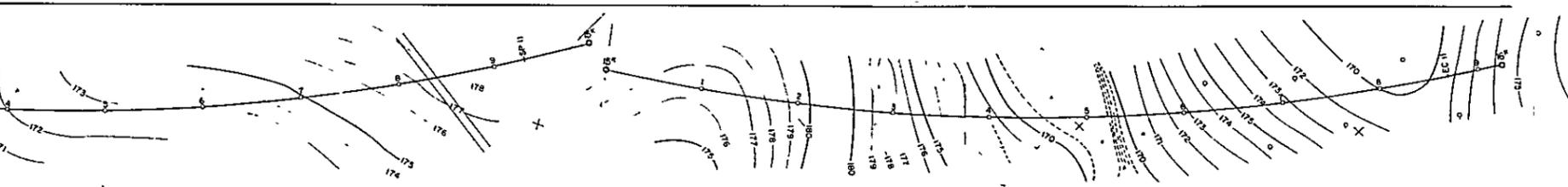
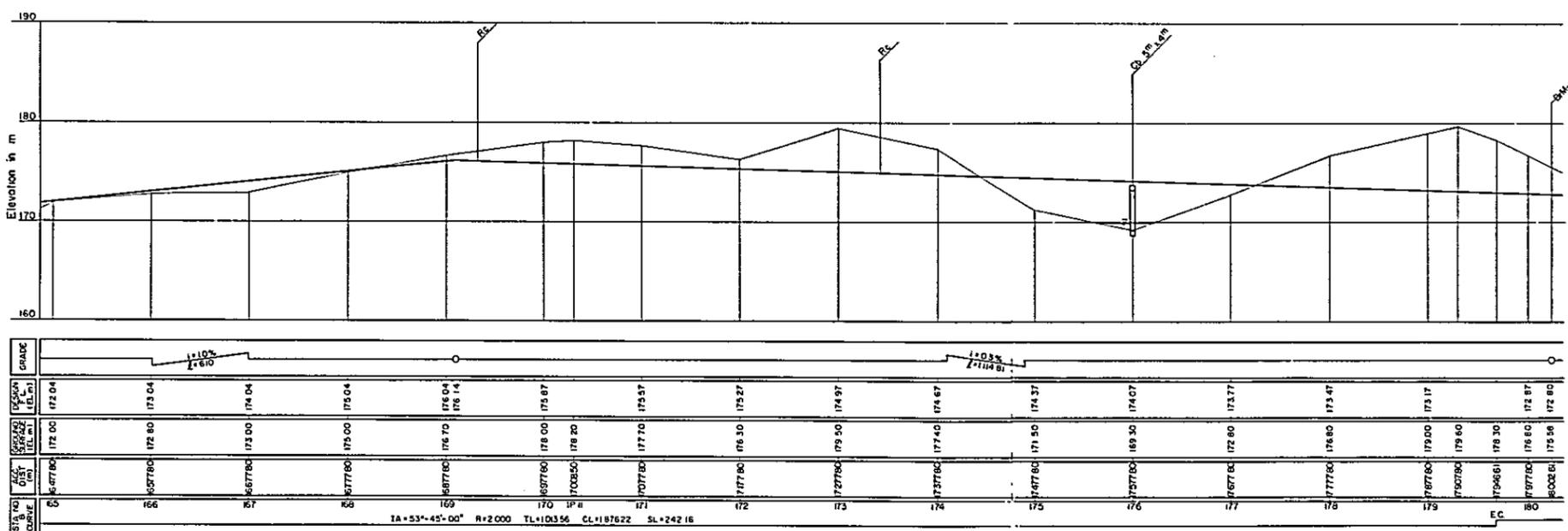
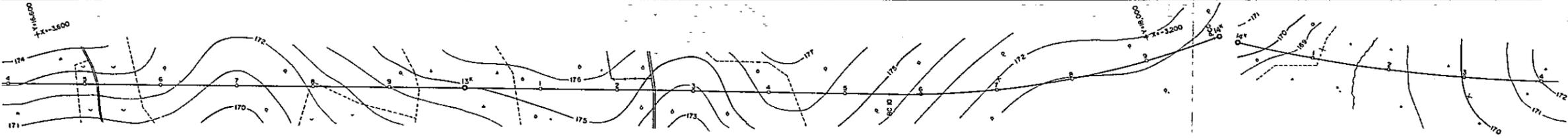
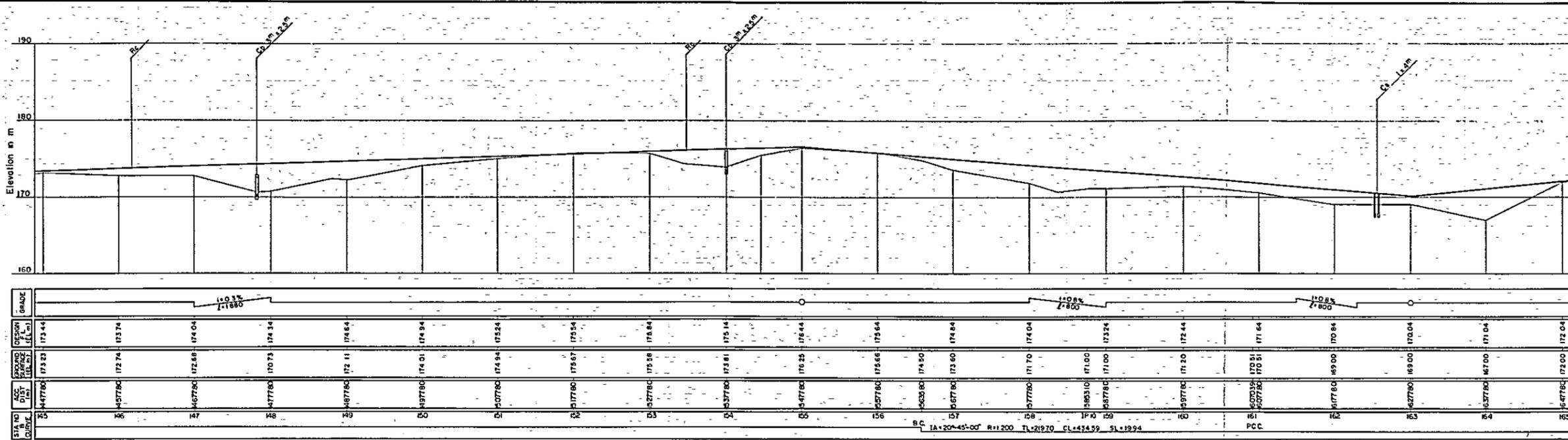
NONG KHAI/VIENTIANE BRIDGE PROJECT

RAILWAY PLAN AND PROFILE (4)

NIPPON KOEI CO. LTD TOKYO
(CONSULTING ENGINEERS)

DRAWN *T. Ito*
CHECKED *Y. Takahashi*
SUBMITTED *K. Yamada*
APPROVED *K. Yamada*

DATE Sep 8, 1969
PLATE 14

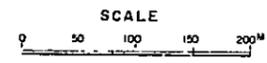
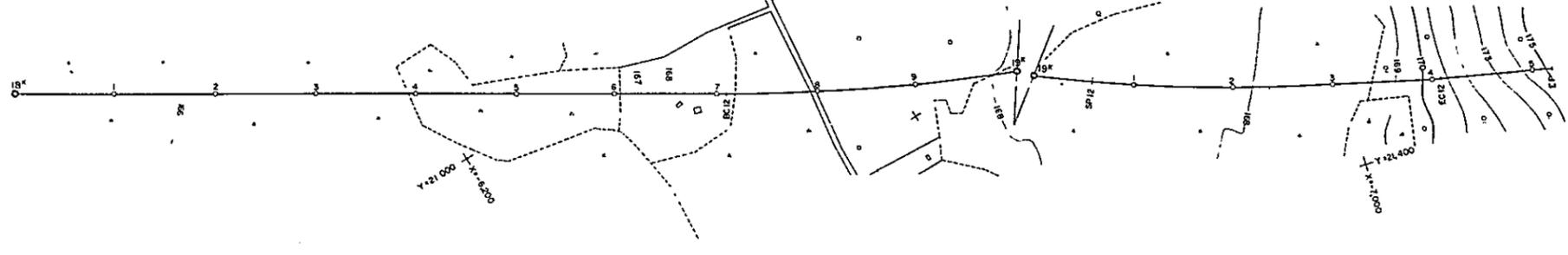
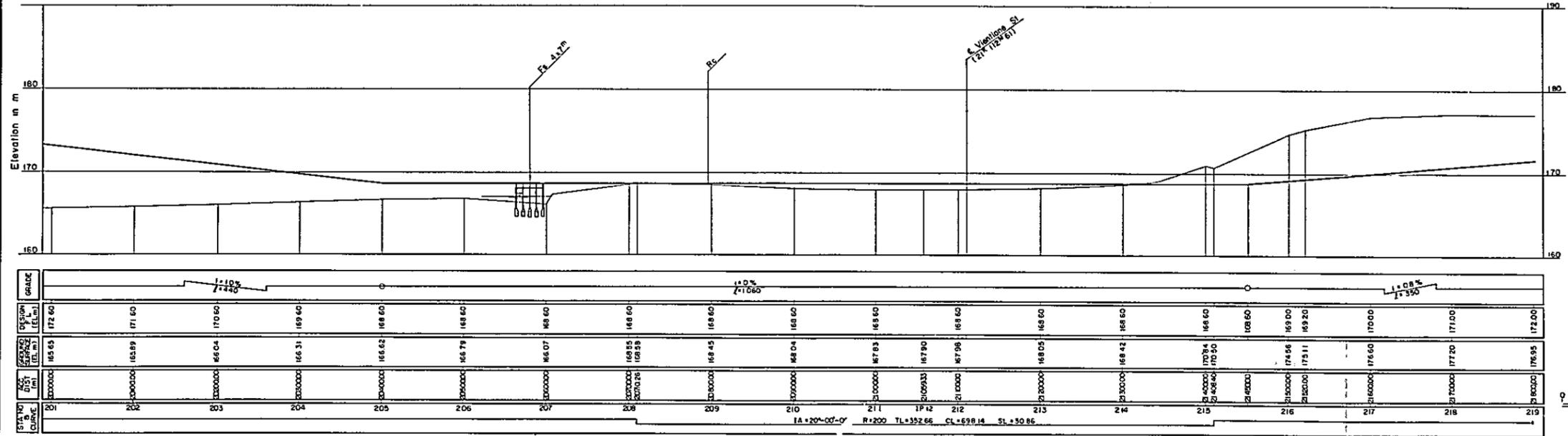
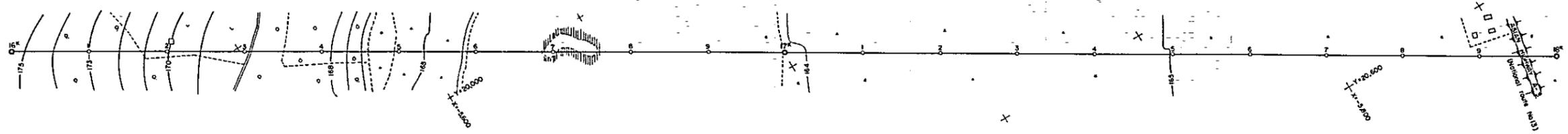
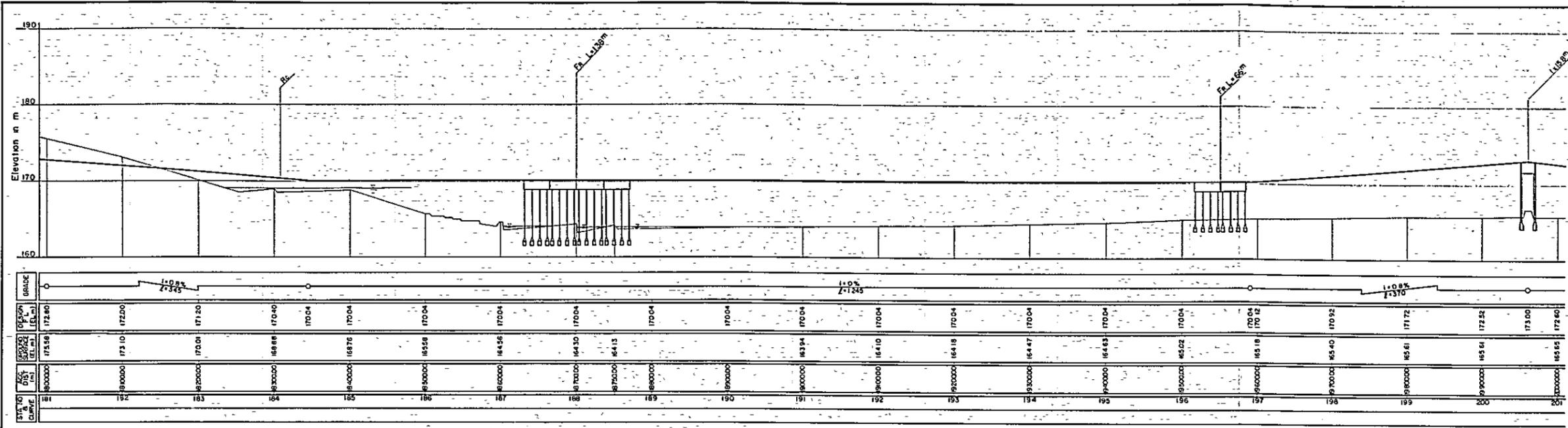


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
 TOKYO, JAPAN

NONG KHAI / VIENTIANE BRIDGE PROJECT
 RAILWAY : PLAN AND PROFILE (5)

NIPPON KOEI CO., LTD TOKYO
 (CONSULTING ENGINEERS)

DRAWN	T. Sato	DATE	Sep. 8, 1969
CHECKED	V. Takahashi		
SUBMITTED	E. Masuda		
APPROVED	R. Yoshida	PLATE	15

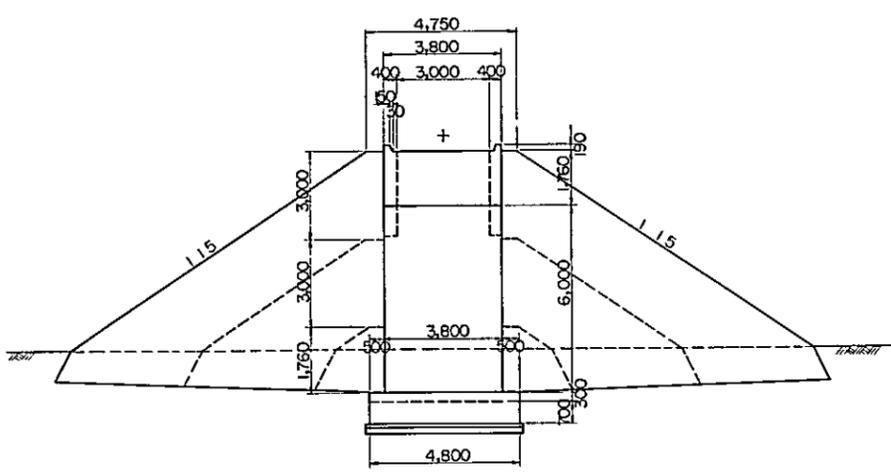
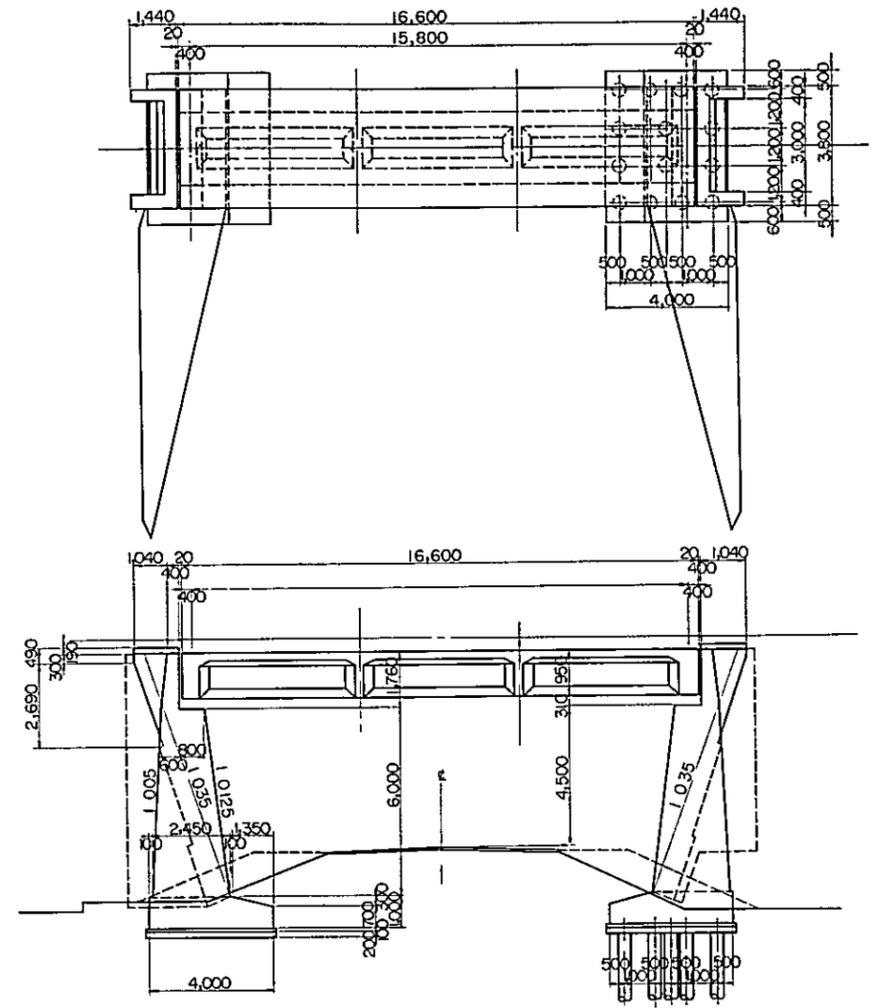


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
 TOKYO, JAPAN
 NONG KHAI / VIENTIANE BRIDGE PROJECT
 RAILWAY : PLAN AND PROFILE (6)

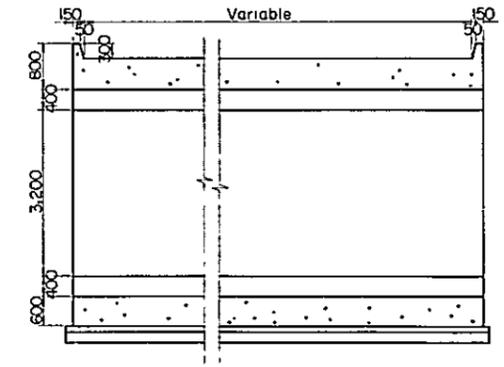
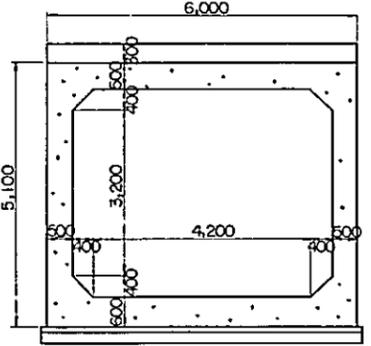
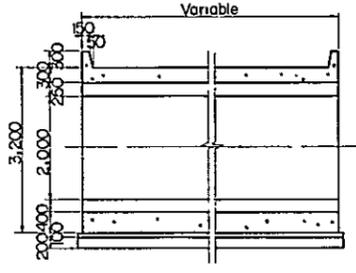
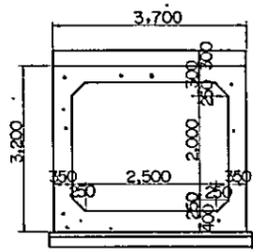
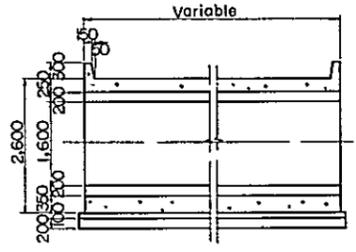
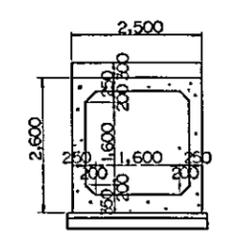
NIPPON KOEI CO. LTD TOKYO
 (CONSULTING ENGINEERS)

DRAWN *J. Ito*
 CHECKED *H. Shiga*
 SUBMITTED *G. Hama*
 APPROVED *R. Yoshida*

DATE Sep. 8, 1969
 PLATE 16

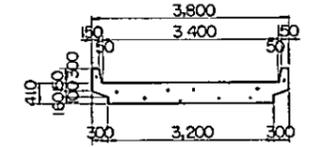
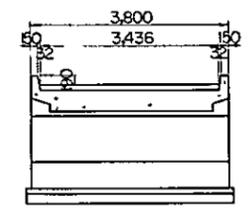
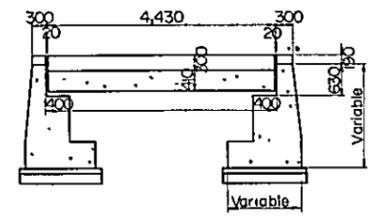
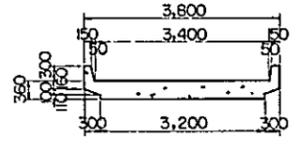
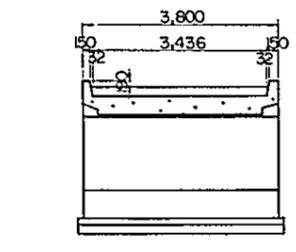
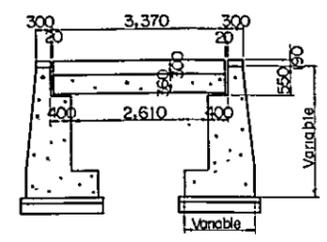


SCALE 0 5 10M
OVERPASS



SCALE 0 5M

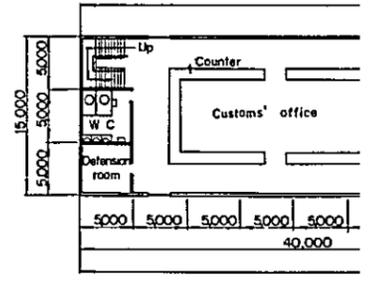
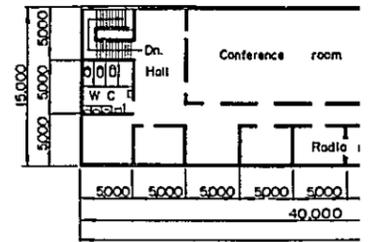
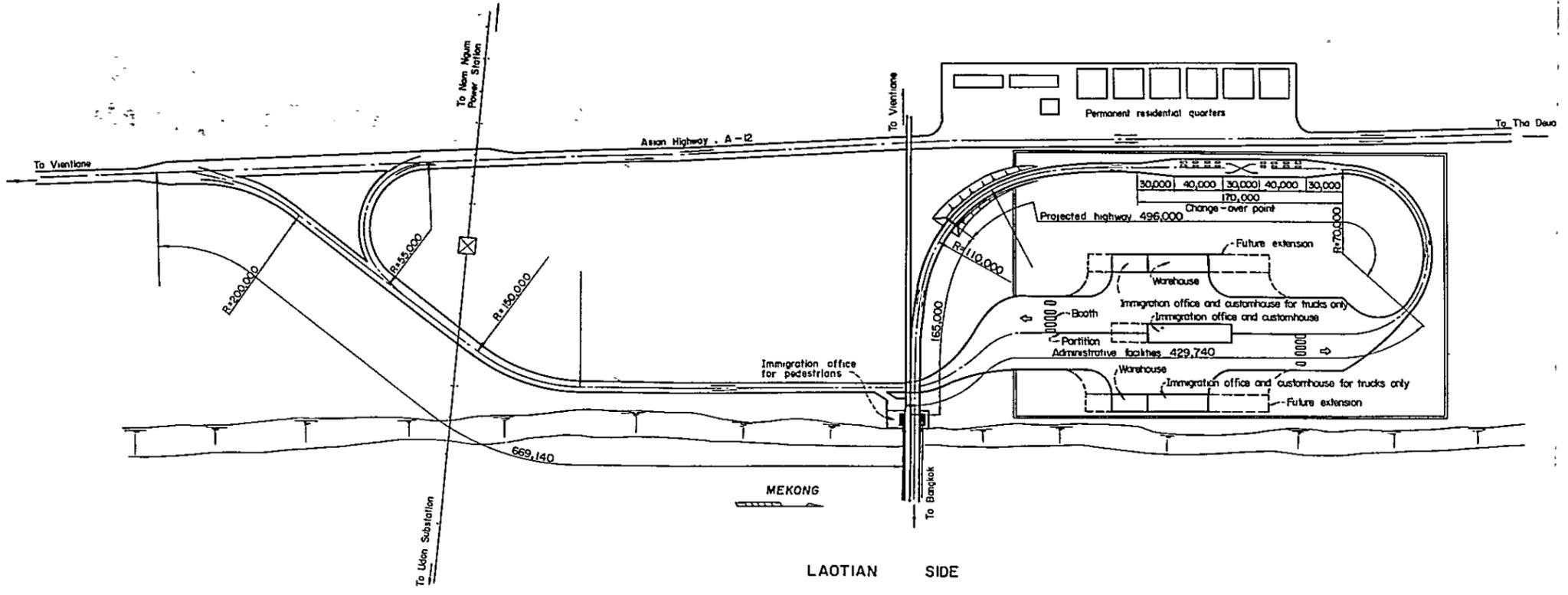
BOX TYPE CULVERTS (STANDARD)



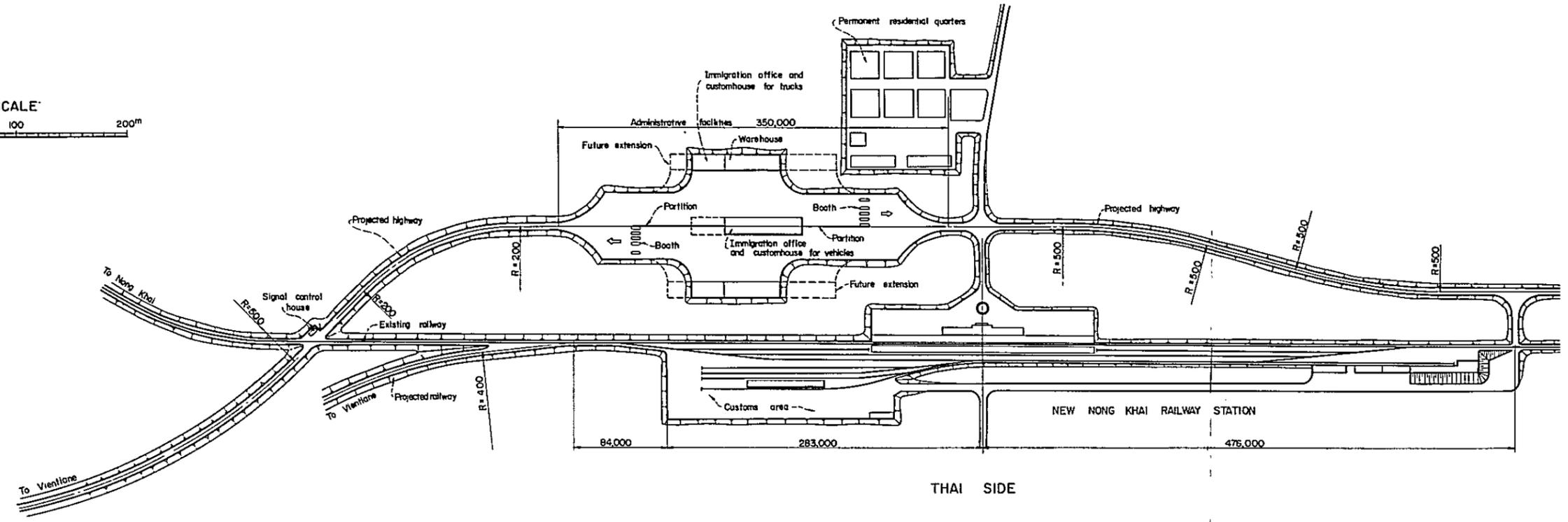
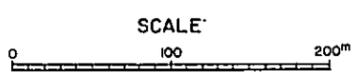
SCALE 0 5M

SLAB TYPE CULVERTS

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO, JAPAN	
NONG KHAI/VIENTIANE BRIDGE PROJECT	
RAILWAY: OVERPASS AND CULVERTS	
NIPPON KOEI CO., LTD TOKYO (CONSULTING ENGINEERS)	
DRAWN CHECKED SUBMITTED APPROVED	DATE SEP. 8, 1969 PLATE 18



FOR VEHIC



ADMINISTRATIVE FACILITIES

