

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 三 部

技術及び経済資料

昭和44年9月

海外技術協力事業団

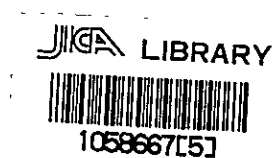
東 京

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 三 部

技術及び経済資料

昭和44年9月

海外技術協力事業団

東 京

国際技術標準		
受入 月日	84. 5. 17	LE213
登録 番号	N05540'3	732
		S-D

序 文

ノンカイヴィチャン間架橋計画に関する可能性調査は1967年4月に日本政府とメコン委員会との間に採り交わされた調査運用計画書に基づき、2回に分けて行なわれた。

第一次調査は1967年8月より10月迄の約2ヶ月に亘って行なわれ、次いで第二次調査が1968年2月より6月迄の約4ヶ月に亘って行なわれた。

本書には地形測量、土質調査、材料調査、気象・水文資料解析経済調査等の現場調査の経過や研究成果が編集されており、第一部「要約及び進言」及び第二部「技術的、経済的ならびに財務的研究」と共に可能性報告書の一部を成すものである。

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。

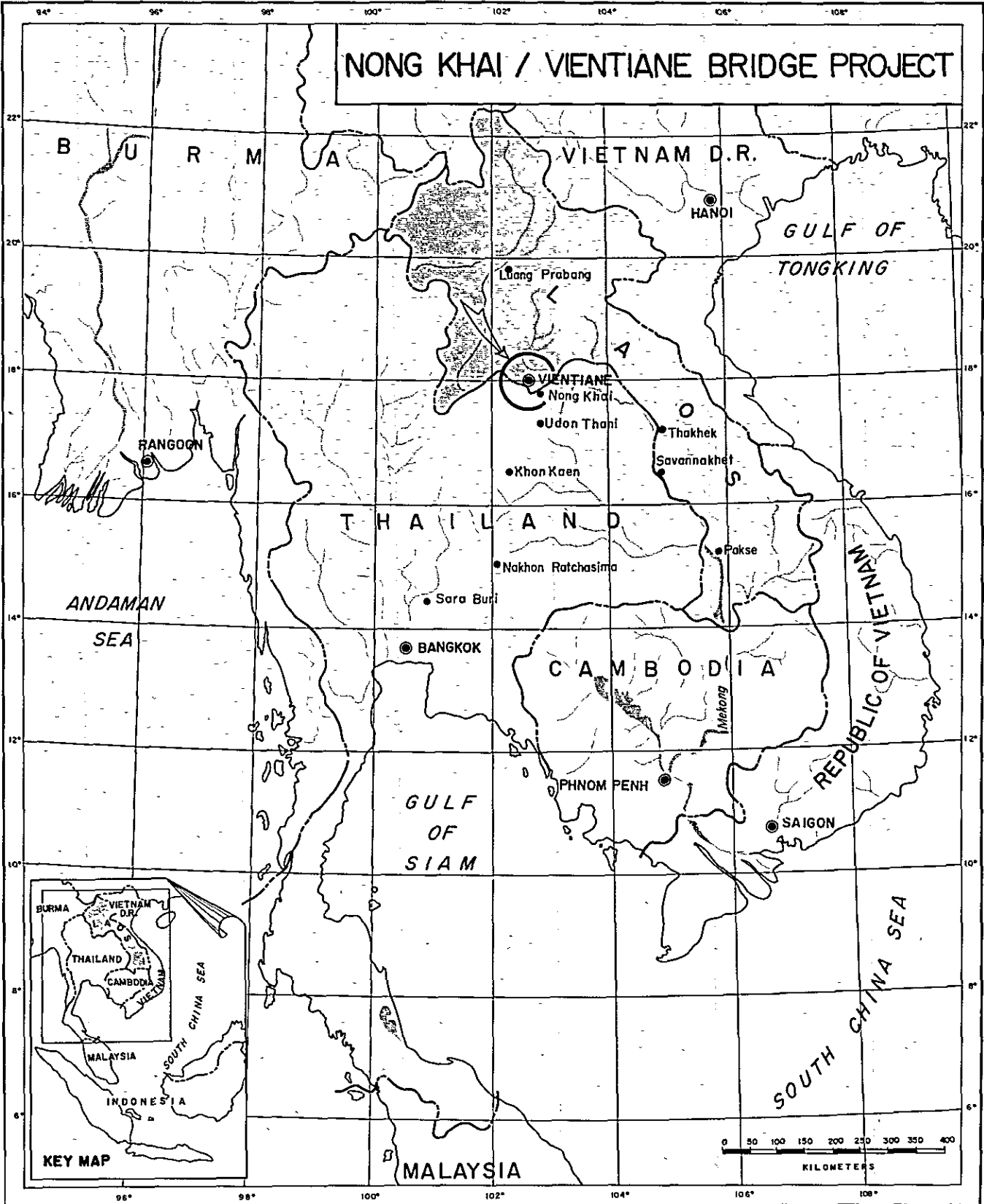
第一部 「要約及び進言」

第二部 「技術的、経済的及び財務的研究」

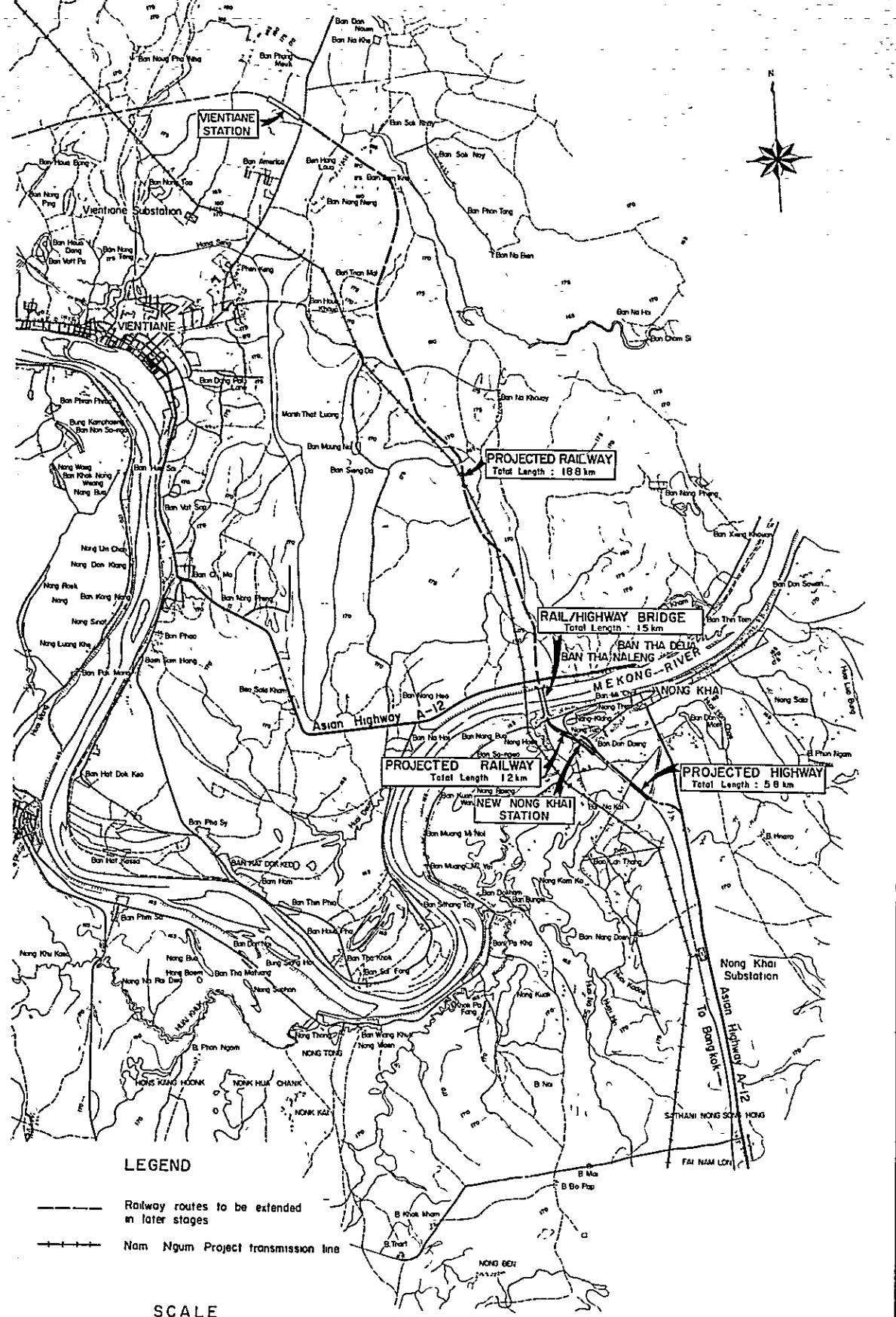
貨 幣 換 算 率

1 米ドル = 20.5 パーツ = 500 キップ

NONG KHAI / VIENTIANE BRIDGE PROJECT



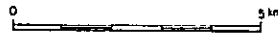
LOCATION MAP

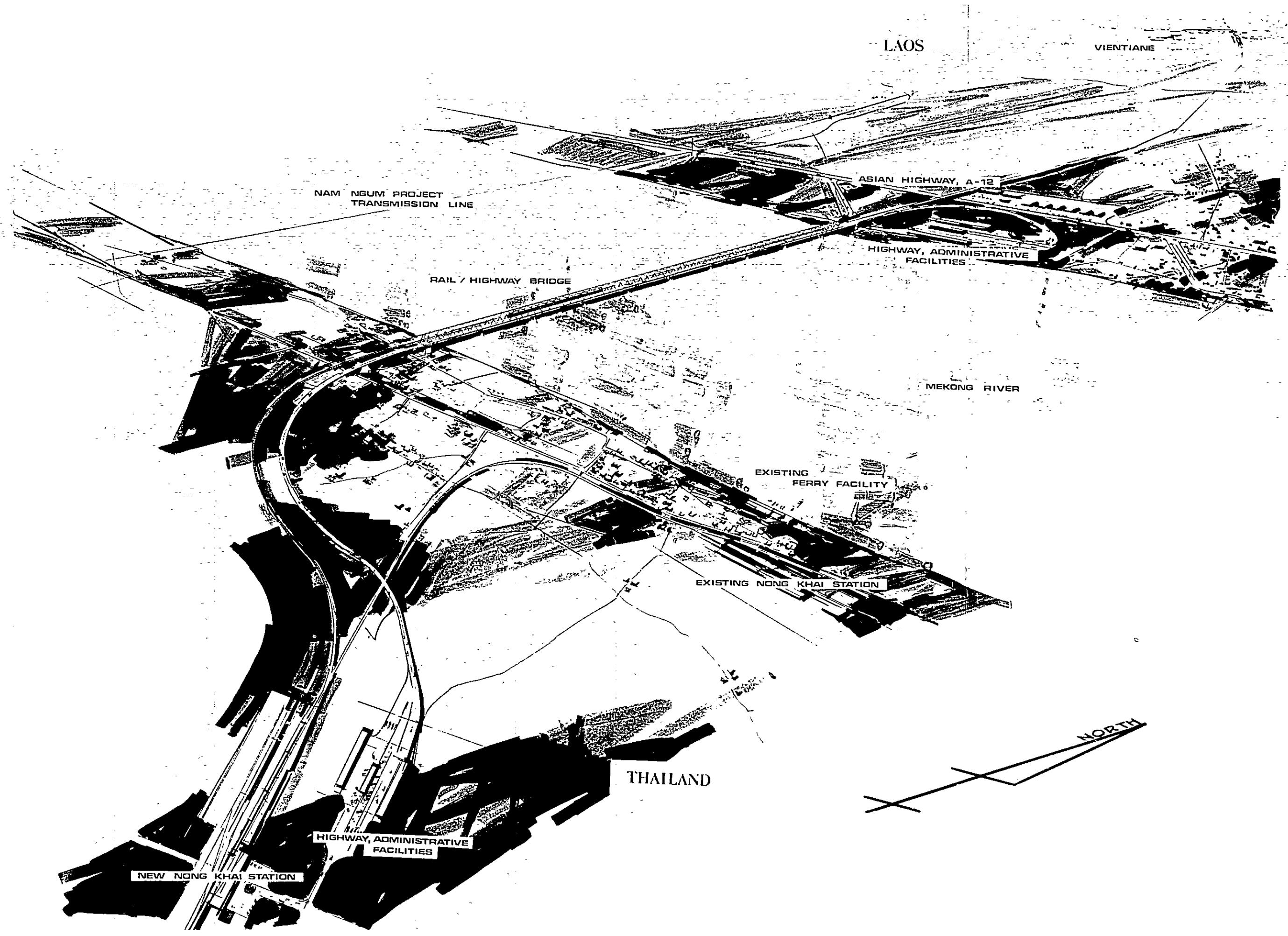


LEGEND

- 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 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"> 鉄道部</td> <td>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。</td> </tr> <tr> <td> 道路部</td> <td>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。</td> </tr> </table> | 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。 |
| 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・ヴィエンチャン間架橋計画

可能性報告書

第 三 部

技術・経済資料

目 次

<u>第一章</u>	<u>地形測量</u>	ページ
1.1	作業内容	1
1.2	水準測量	4
1.3	深浅測量	6
1.4	三角測量	7
1.4.1	一般	7
1.4.2	計算	7
<u>第二章</u>	<u>土質調査</u>	
2.1	一般	22
2.2	試錐	22
2.3	土質試験	25
<u>第三章</u>	<u>材料調査</u>	
3.1	一般	54
3.2	コンクリート骨材	54
3.3	盛土材料	55
<u>第四章</u>	<u>気 象</u>	
4.1	計画地域内の気象資料	91
<u>第五章</u>	<u>水 文</u>	
5.1	水文資料	109

5.2	計画高水位	110
5.2.1	一般	110
5.2.2	計算条件	110
5.2.3	確率計算	110
5.2.4	計画高水位	113

第六章 経済調査

6.1	一般	131
6.2	ラオス及び計画地域内の一般経済資料	131
6.3	将来交通量	139
6.3.1	仮想現在交通量	139
6.3.2	将来交通量の伸び率	145
6.3.3	通行料金の影響	148
6.4	直接便益	151
6.4.1	一般	151
6.4.2	時間便益	152
6.4.3	走行便益	154
6.4.4	単位便益	154
6.5	年経費	154
6.6	間接便益	158

第七章 一般技術資料

7.1	一般	160
7.2	解説	160

附 表 の 目 次

附表番号	ページ
1.1 Gists of Operations (測量作業内容)	2
2.1 Features of Test Drilling Holes (試錐作業の摘要)	24
2.2 不攪乱試料	25
2.3 N値と圧縮強度	26
2.4 Summary of Soil Test (土質試験結果の総括表)	40
3.1 Concrete Aggregate Test (コンクリート骨材試験)	59
3.2 Summary of Soil Test (土質試験結果の総括表)	76
4.1 第一次及び第二次調査において蒐集された気象資料	91
4.2 Salient meteorological Features of the Project Site (計画地域の 気象特性値)	92
5.1 第一次及び第二次調査において蒐集された水文資料	109
5.2 メコン河の水位特性値	109
5.3 R. I. D 測水所の確率高水位	112
5.4 ハイドログラフィック・オフィスと架橋地点の確率高水位	112
5.5 年間超過日数及び超過継続日数	114
6.1 Interzonal Vehicles (1967) (地域間交通量)	141
6.2 Interzonal Passengers (1967) (地域間旅客交通量)	142
6.3 Interzonal Freight (1967) (1) (地域間貨物交通量その1)	143
6.4 Interzonal Freight(1967) (2) (地域間貨物交通量その2)	144
6.5 ラオスの国民総生産と1960年から1966年迄の各種交通量	145
6.6 交通量の自然増加	146
6.7 乗車, 積載効率	147
6.8 将来交通量の増加指数	148
6.9 Computation of Exponent K_i From Eq 13 (式(13)における指数 K_i の 計算)	150
6.10 Computation of Traffic Ratio α_i From Eq. 12 (交通量変動係数 α の 計算)	150
6.11 Basic Data For Estimation of Time and Operation Benefits(時間及び 走行便益の算出に使われた基礎資料)	153
6.12 (単位交通量当りの便益)	154
6.13 Useful Lives and Construction Costs of Project Structures (計画構造物の耐用年数と建設費)	155

附表番号	ページ
6.14 Annual working expenses (運転, 維持及び管理費)	156
6.15 Annual Costs, In U.S. Dollars (年経費)	157
6.16 Savings, In U.S. Dollars, In Transportation Cost Due to Dispensation With Ferry Charges In Laotian Imports and Exports As of 1966 (1966年現在のラオスの輸出入物資の輸送費節減額)	159

付 図 目 次

付図番号	ページ
1.1 SURVEYED ROUTES AND AREA (測量作業範囲)	3
1.2 TRIANGULATION QUADRILATERAL (三角測量見取図)	7
1.3 ANGLES 1, 2 AND 3 (角 1, 2, 3)	8
2.1 LOCATION OF TEST DRILLING HOLES (試錐地点位置図)	27
2.2 GEOLOGICAL PROFILE AT BRIDGE SITE (架橋地点の地質縦断図)	28
2.3 CONTOUR MAP OF ASSUMED REDROCK SURFACE AT BRIDGE SITE (架橋地点 の推定基礎岩盤等高線図)	29
3.1 RECOMMENDABLE SAND AND GRAVEL DEPOSITS (骨材採取候補地点)	58
3.2 LOCATION OF SAMPLING PLACES FOR HIGHWAY EMBANKMENT MATERIAL (道路盛土材土質試験試料の採取地点)	75
5.1 LOCATION OF WATER-LEVEL GAGING STATIONS AND METEOROLOGICAL STATIONS (測水所および測候所位置図)	115
5.2 RELATION BETWEEN WATER-LEVELS RECORDED AT RID (WAT HAI SOK) AND HYDROGRAPHIC OFFICE GAGING STATIONS (RIDワット・ハイ・ソック測水所 及びハイドログラフィック・オス測水所における水位の関係)	129
5.3 PROBABLE HIGH-WATER LEVEL AT RID (WAT HAI SOK) G. S. AND BRIDGE SITE (RIDワット・ハイ・ソック測水所及び架橋地点における 確率高水位)	130
6.1 ORIGIN-DESTINATION SURVEY POINTS AND PRESENT TRAFFIC AS OF 1967 (1967年におけるO. D 調査地点と交通量)	140
7.1 SOURCE OF ELECTRICITY FOR CONSTRUCTION USE (工事用電源)	162
7.2 SCOURING EFFECT (河床洗掘状況)	163

デ ー タ 目 次

データ番号	ページ
1.1 Results of Leveling (1)-(4) (水準測量成果)	12
1.2 Location of Bench-Marks (1)-(3) (水準点位置図)	16
1.3 Monument Record (水準点P 636の記録)	19
1.4 Echo-Sounding Records of Nong Khai Site (1)-(2). (架橋地点の深淺測量)	20
2.1 Geological Records of Test Drilling Holes (1)-(10) (地質柱状図)	30
2.2 Mechanical Analysis (1)-(2) (粒度分析)	41
2.3 Liquid Limit and Plastic Limit Tests (液性限界及び塑性限界試験) ...	43
2.4 Direct Shear Test (直接剪断試験)	44
2.5 Triaxial Compression Test (三軸圧縮試験)	45
2.6 Unconfined Compression Test (一軸圧縮試験)	46
2.7 Consolidation Test (1)-(6) (圧密試験)	47
2.8 Compressive Strength of Core Samples of Siltstones As Tested at the Chuo University Laboratory in Tokyo on August 17, 1968 (中央大学研究室試験によるシルト岩コア試料の圧縮強度)	53
2.8 Compressive Strength of Core Samples of Siltstone As Tested at the NEA Laboratory in Bangkok on April 1, 1968 (NEA研究室試験に よるシルト岩コア試料の圧縮強度)	53
3.1 Sand At Site A (1)-(2) (A地点細骨材物理試験結果)	60
3.2 Sand At Site B (1)-(2) (B地点細骨材物理試験結果)	62
3.3 Sand At Site C (1)-(2) (C地点細骨材物理試験結果)	64
3.4 Sand At Bridge Site (1)-(2) (架橋地点細骨材物理試験結果)	66
3.5 Gravel At Site A (1)-(2) (A地点粗骨材物理試験結果)	68
3.6 Gravel At Site B (1)-(2) (B地点粗骨材物理試験結果)	70
3.7 Gravel At Site C (1)-(2) (C地点粗骨材物理試験結果)	72
3.8 Compressive Strength Test of Concrete (コンクリートの圧縮強度試験) ...	74
3.9 Grain Size Analysis (粒度試験)	77
3.10 Liquid Limit And Plastic Limit Tests (液性限界及び塑性限界試験) ...	78
3.11 Compaction Test (1)-(3) (突固め試験)	79
3.12 Direct Shear Test (1)-(3) (直接剪断試験)	82
3.13 Triaxial Compression Test (三軸圧縮試験)	83

3.14	CBR Test (CBR 試験)	84
3.15	Consolidation Test (1)-(4) (圧密試験)	85
3.16	Swelling Sest (1)-(2) (膨潤試験)	89
4.1	Daily Rainfall Record (1)-(11) (日雨量記録)	93
4.2	Rainfall, Air Temperature and Relative Humidity (雨量, 気温及び湿度グラフ)	104
4.3	Daily Prevailing Wind Direction and Mean Wind Velocity At Nong Khai Meteorological Station (1)-(2) (ノンカイ 測候所の風向・風速記録)	105
4.4	Wind Diagram (風向図)	107
4.5	Monthly Max. Wind Velocity and Its Direction at Vientiane Meteorological Station, 1959 to 1968 (ヱイエンチャン 測候所の月最大風速及び風向記録)	108
5.1	Water Levels at Hydrographic Office (1)-(5) (ハイドログラフィック・オフィス 測水所の水位記録)	116
5.2	Stage Hydrograph at Hydrographic Office G. S., 1964-1968 (ハイドログラフィック・オフィス 測水所におけるメコン河水位曲線)	121
5.3	Stage Hydrograph at RID (Wat Hai Sok) Gaging Station, 1937-1968 (RIDワット・ハイ・ソック 測水所の水位曲線)	122
5.4	Stage Hydrograph at Vientiane (Wat Sop) Gaging Station, 1955-1968 (ヱイエンチャン・ワットソップ 測水所の水位曲線)	123
5.5	Water Temperature of the Mekong at Vientiane, 1960 and 1961 (ヱイエンチャン市付近のメコン河の水温)	124
5.6	Rating Curve of the Mekong at Vientiane (Wet Sop) G. S. (ヱイエンチャン・ワットソップ 測水所におけるメコン河水位・流量曲線)	125
5.7	Rating Curves of the Mekong at Hydrographic Office G. S. (ハイドログラフィック・オフィス 測水所におけるメコン河水位・流量曲線)	126
5.8	Flow Area and Mean Flow Velocity of the Mekong at the Bridge Site (架橋地点におけるメコン河の流積と平均流速)	127
5.9	Water Surface Slope (水面勾配)	128
6.1	Major Industries in Laos (ラオスの主要産業)	132
6.2	Laotian Export and Import, 1966 (1966年現在のラオスの輸出入量)	133
6.3	Gross National Product of Laos (ラオスの国民総生産)	134
6.4	Population in project Area (計画地域の人口)	135
6.5	Prices in Nong Khai and Vientiane (1)-(2) (ノンカイ及びヱイエンチャンにおける物価)	136

6.6	Level of Monthly Consumption in Nong Khai and Vientiane (ノン カイ及びヴィエンチャンにおける月間消費水準)	138
7.1	City Plan of Vientiane (ヴィエンチャン市都市計画図)	164
7.2	Highway Construction Program in Laos (ラオスにおける道路建設計画) ...	165
7.3	Average Daily Traffic on Highways in Thailand (1964) (タイの 道路における平均日交通量)	166
7.3	7-year Plan for Highway Construction and Improvement in Thailand (1965-1971) (タイにおける道路建設及び改修7年計画)	166
7.4	Railway Construction Program in Thailand (タイの鉄道建設計画) ...	167

第 一 章

地 形 測 量

1. 1. 作業内容

可能性調査が開始された1967年8月頃には20,000分の1の地形図が在るのみで可能性研究を十分行なうことは不可能であった。そうした理由から地形測量の必要性が生まれ下記のような各種の調査が第一次及び第二次の2段階に分けて実施された。

第一次調査はノンカイ、ヴィエンチャン及びバモンの3つの有望な架橋地点のうち技術的且つ経済的見地から最も有利と思われる架橋地点を選出することを目的として実施されたものであり、3つのそれぞれの架橋地点からヴィエンチャン市迄の水準測量、上記3つの架橋候補地点に設置された水準点を使った3地点におけるメコン河の深淺測量、簡単な三角測量による上記3地点のメコン河の河幅測定が行なわれた。

メコン委員会は第一次調査報告書に基づき、又同委諮門委員会の勧告に従って上記3候補地点のうちノンカイ架橋地点を最終的に選出した。引続き、この架橋地点の橋種として道鉄併用橋あるいは道路単独橋のいずれかを採用するための第二次調査が実施された。第二次調査の作業内容は下記の4つの項目である。(1) ノンカイ架橋地点を含む計画地域全域の平板測量と河床部の深淺測量、(2) 取付鉄道及び取付道路の路線測量、(3) 計画地域内のラオス、タイ両国の標高を統一するためのメコン河渡河水準測量、(4) 架橋地点におけるメコン河の河幅を正確に測定するための三角測量。

第二次調査報告書の提出後、メコン委員会は最も有利な橋種として、道鉄併用橋を選出すると共にノンカイ・ヴィエンチャン間に新設される約20kmの鉄道に関しさらに詳細な調査を実施するよう要請した。これは第二次調査において行なわれた路線測量がタイ側の鉄道とラオス側鉄道の一部を含め、全長3kmの区間にすぎず、残りのラオス側17kmの部分については5つのルートの比較に必要な踏査の程度にとどめられていたためである。従って、メコン委員会の要請に答えて、5つのルートのうち最も有力なC及びC/Dルートに関する詳細路線調査が補足された。

作業内容は表1.1.及び図1.1.に示される通りである。

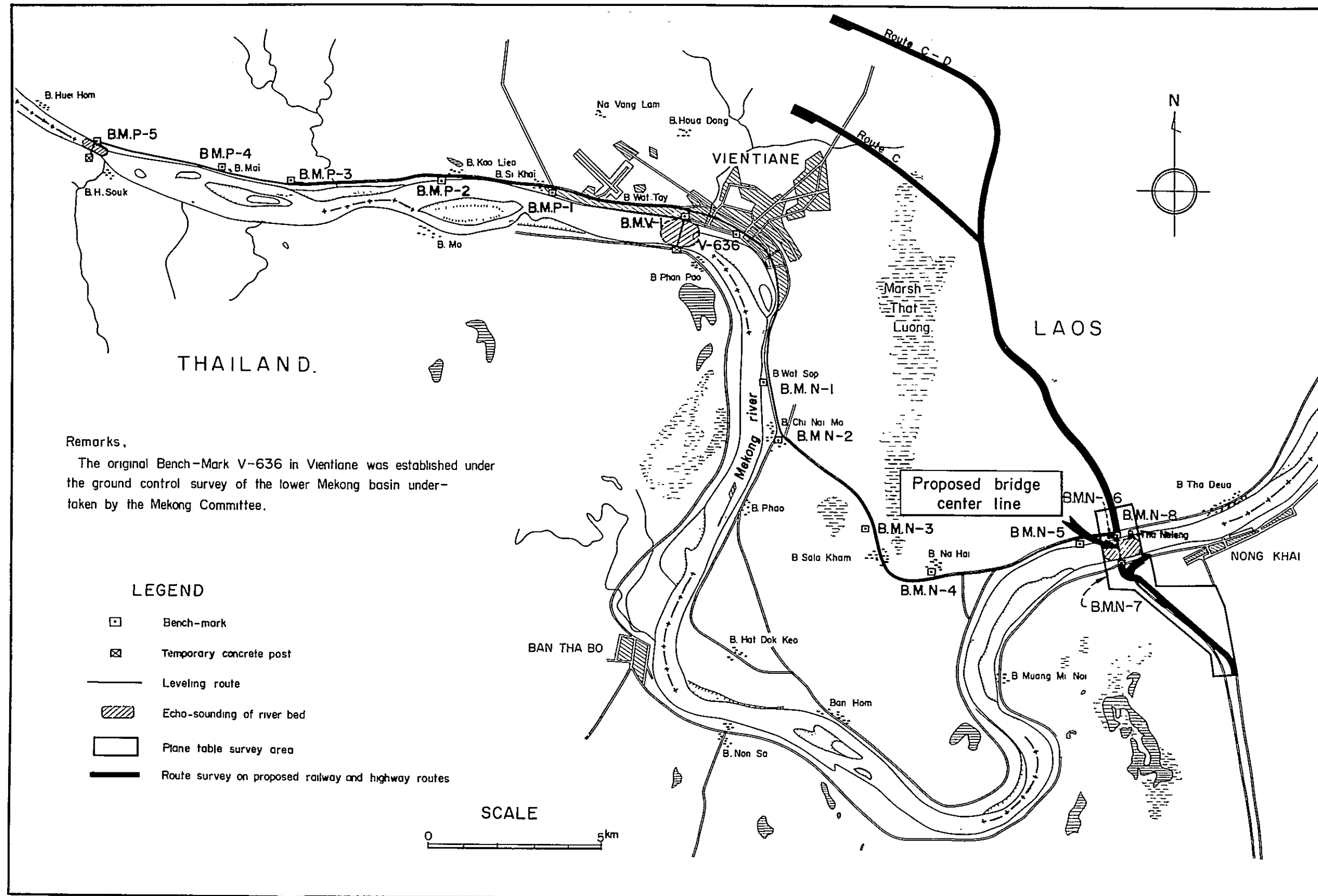
Table 1.1. Gists of Survey Operations

Item	Unit	Work quantity	Specification	Remarks
I. First-phase investigation				
1. Spot leveling	km	43	Double-run leveling Diff. in elev.: 1.5 cm and less in a distance of 1 km	From Vientiane to each of the three bridge sites, Pa Mong, Vientiane and Nong Khai
2. Echo-sounding	km ²	1.2	Accuracy of the machine: 1/100 Sounding depth: 25 m and more	In the Mekong river channel at the three sites
3. Simple triangulation to measure the width of the Mekong	Place	3		At the three bridge sites
II. Second-phase investigation				
1. Spot leveling	km	1	Double-run leveling	Bench-marks B.M.N-6 to B _T via the bench-mark established by N.E.A. in the site of Hydrographic Office to unify the elevation of the topography of the project area extending over both countries
2. Plane table survey including echo-sounding	km ²	8	Scale: 1/2,000, 1 m contour	Nong Khai bridge site
3. Route survey	km	8	Transverse survey: 50 m long each on both sides of the route at intervals of 100 meters along the routes	Nong Khai bridge site
4. Triangulation	Place	1		Nong Khai bridge site, for the purpose of measuring the exact width of the Mekong.
III. Supplementary investigation				
1. Route survey	km	27	Transverse survey: 50 m long each on both sides of the route at intervals of 100 m along the routes	Two routes, C and C/D for the projected railway in Laotian territory, and the route of the approach road linking the Vientiane railway station with the Asian Highway A-3.
2. Spot leveling	km	10	Double-run leveling	Bench-mark V-636 to Bench-mark B.M.T-1 in the route C and also to Bench-mark B.M.T-2 in route C/D for the purpose of establishing the bench-marks at the proposed sites of Vientiane Station, respectively.

Remarks:-

- 1) The results of the survey operations executed in the first-phase investigation regarding the Pa Mong and Vientiane bridge sites are not compiled in this report.
- 2) The results of the transverse survey operations in the route survey are not compiled in this report, too.
- 3) The map on a scale of 1/2,000 obtained from the plane table survey is not listed in this report. But, reference is made to PLATE 2 titled "GENERAL LAYOUT" scaled down to 1/10,000 from the above map in the Feasibility Report PART II "ENGINEERING, ECONOMIC AND FINANCIAL STUDIES".

Fig. 1.1. SURVEYED ROUTES AND AREA



Remarks.

The original Bench-Mark V-636 in Vientiane was established under the ground control survey of the lower Mekong basin undertaken by the Mekong Committee.

LEGEND

- Bench-mark
- ⊠ Temporary concrete post
- Leveling route
- ▨ Echo-sounding of river bed
- ▭ Plane table survey area
- Route survey on proposed railway and highway routes

SCALE



1.2. 水準測量

第一次ならびに第二次調査を通じて、水準測量はすべてタイのコラックにおける平均海面上EL, 170, 105mの基準水準点V 636を使って実施された。この基準水準点V 636はメコン委員会によって承認されたものであり、ヴィエンチャン市の外務省の建物の壁に打ち込まれた大釘である。

ヴィエンチャン市のV 636からタナレンに設置された水準点BM・N-6迄のアジアハイウェイA-12に沿った水準測量が第一次調査において行なわれ、更に第二次調査では、ノンカイの hidrographical office構内に在るNEA (National Energy Authority) の設置した水準点を経由してBM・N-6よりBM・N-7迄の水準測量が実施された。水準測量の結果はデータ1.1.(1), (2)に、又ベンチマークの位置はデータ1.2.(1)~(3)¹に示される通りである。

橋梁調査団は、第二次調査においてタイ側の測量作業を行なった際、メコン渡河の水準線をラオス側からタイ側へ渡して第一次調査において設置された河岸の水準点BM・N-7に連結し、更に hidrographical office構内の水準点にも連結したところ、 hidrographical office構内の水準点標高はデータ1.1.²にも見られるようにEL165.861mであった。

これに対し、タイの関係筋が測量したこの水準点の標高を見るとEL.166.044mとなっており、これらはいずれもコラックにおける平均海面上の標高であるにもかかわらず、両者の測定標高には0.183mの差が在ることが明らかにされた。

従って、この標高の相違を明らかにし、ラオス・タイ両国にまたがる建設工事用のベンチマークの標高は同じ基準水準点の標高に基いたものに統一する必要性が生じた。この意味でヴィエンチャンの3等水準点V-636とEL167.7639mと登録されているノンカイ県庁構内にある1等水準点P-396とから別々にノンカイのかんがい局(RID)の水位標の零点標高を当ててみた。結果はデータ1.1.(3)に示される通りで、V-636, P-396の標高はいずれか一方、又はどちらにもいくらか誤差が含まれている事が判明した。

¹ ベンチマークN-6及びN-7は第1次調査報告書で推奨されたノンカイ地点の架橋中心線上に設置されている。

² メコン渡河水準測量においては約400mの距離を一挙に見通さなければならなかったがこの見通し距離の長さから生じる視準誤差は往復測定によってある程度減少せしめられた。この水準測量による誤差は18mmと推定される。

更に、水準基準点v636と架橋地点のラオス側河岸に設置された水準点との間の約20kmについて第1次調査において行なわれた水準測量の誤差は4mmと推定された。従って水準測量の全経路を通じて生じた総誤差は上記の18mmと4mmの合計22mmである。

建設の始まる時点においては更に精密な水準測量を行なってこの種の誤差はできるだけ減少せしめる必要があろう。それには交互準測を用いるのが最も効果的と思われる。この方法は実際上前視、後視の距離を等しく採れないような場所の2点間の標高差を測定する時にかなり有効である。

現在計画地域内、特にタイ側には多くの水準点が在るが、「Report on Ground Contre
Surveys November 1959—June 1960」¹によればこれらの水準点は全て同じコラックの平均
海水面を基準とする標高であることが明らかであり、これらの水準点が同じ資料に基づくものである
にせよ、ないにせよ計画地域内に存在する水準点がいずれも2つの異なった標高を持ち合せていると
いうことは、見逃せない重大な問題である。したがって、ヴィエンチャン市の三等水準点V 636ある
いはノンカイ県庁の一等水準点P-396のEL 167.7639のいずれかを基点として建設工事に必
要な全ての水準点を統一することが必要である。この作業は工事の開始される以前には完了されてい
なければならない。

又、前述の標高差0.183 mから生じる今一つの問題が在る。

橋が舟運のために水面上10 mの桁下高を保つための基準水面となる計画高水位は5.2節に述べら
れているようにノンカイのハイドログラフィック・オフィスとR. I. D測水所において観測された水
位記録から求められる。ハイドログラフィック・オフィスで使用される量水標が前述の水準点を基
準にして設置されたものであれば標高差0.183 mは上記の舟運に、後述の通り安全ではあるが影響
するものと思われる。タイの関係筋の測定標高は橋梁調査団の測定値よりも高いので5年確率高水
位（これから計画高水位が決められた）は実際は推定値よりも0.183 m低い標高で起るかも知れな
い訳である。この事は実際の舟運の桁下高は10 mより大きくとられるという事を意味する。従って
舟運に対しては更に安全側に働くことになるのでそれほど重大な問題ではない。

更にまた、捕促調査の水準測量成果によるとタイの関係機関が測定したR. I. D測水所の量水標零
点標高がコラックの平均海面上、EL 153.000 mであったのに対してEL 153.812 mであった
両者の測定値には従って0.812 mの差がある。しかしこの差は計画高水位の計算にはあまり影響し
ない。

¹ 1960年12月にHunting Suruey Corporation Limitedによって作成されたもの。

1.3. 深浅測量

メコン河の深浅測量は第一次及び第二次の2回に分けて行なわれた。第一次調査では、3つの架橋候補地点、パモン、ヴィエンチャン及びノンカイにおいて行なわれ、第二次調査ではノンカイ地点のみについて詳細な深浅測量が行なわれた。(データ1.4.(1)参照)

パモン及びヴィエンチャン地区の深浅測量成果は本報告書には編集せずノンカイ架橋地点の成果のみがデータ1.4.(1), (2)に掲載されている。

1.4. 三角測量

1.4.1 一般

三角測量は第一次調査のみならず、第二次調査においても実施され、第一次調査報告書において選出された架橋中心線に沿ったメコン河の正確な河幅が測定された。

三角測量の基線はラオス側あるいはタイ側のどちらかに設けるのが好ましいが河岸はどちらも樹木が密集しており伐採にかなりの時間を要するため河床部にできた砂州上に設けられた。実測値は気温その他の影響による誤差をできるだけ小さくするために各種の補正が行なわれた。

三角測量のために両河岸に設けられた仮りの水準点間距離を正確に求めるべく測定資料はすべて電子計算機に掛けられた。尚、計算根拠は以下に述べられる通りである。

1.4.2 計算

基線 \overline{AB} と四辺形BLATの角度は図1.2の各符号について測定された。

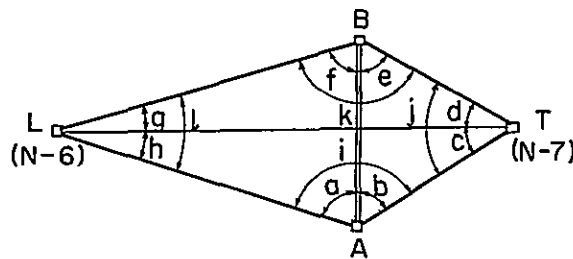


Fig. 1.2. Triangulation Quadrilateral

各実測角は下記の通りである。

a. $75^{\circ}43'15.0''$	g. $11^{\circ}14'47.5''$
b. $54^{\circ}19'10.0''$	h. $10^{\circ}42'00.0''$
c. $39^{\circ}15'55.0''$	i. $130^{\circ}02'00.0''$
d. $37^{\circ}15'05.0''$	j. $76^{\circ}31'10.0''$
e. $49^{\circ}10'00.0''$	k. $131^{\circ}30'05.0''$
f. $82^{\circ}19'50.0''$	l. $21^{\circ}56'32.5''$

(1) 基線補正

基線実測長に対しては次の3つの項目に関する補正が為されたが傾斜補正及び平均海面上への補正はその影響が小さいと見て省略された。

$$D = D_N + C_t + C_s + C_p \dots\dots\dots (1)$$

ここに D : 補正基線長

D_N : 基線実測長, 200.000 m

C_t : 温度補正

C_s : たるみ補正

C_P : 張力補正

I) 温度補正

$$C_t = D_N \cdot \alpha (T_m - T_0) \dots\dots\dots (2)$$

ここに T_0 : 標準温度 15℃

T_m : 平均気温 29℃ (測定時)

α : スチールテープの膨張係数 0.0000117 m/℃

$$\begin{aligned} \therefore C_t &= 200 \times 0.0000117 \times (29 - 15) \\ &= 0.03276 \text{ m} \end{aligned}$$

II) たるみ補正

$$C_s = -\frac{D_N}{24} \cdot \left(\frac{Wd}{P}\right)^2 \dots\dots\dots (3)$$

ここに W : スチールテープ 1 m 当りの重量 0.02158 Kg/m

d : 杭間隔 10 m

P : 平均張力 10 Kg

$$\begin{aligned} \therefore C_s &= -\frac{200}{24} \times \left(\frac{0.02158 \times 10}{10}\right)^2 \\ &= -0.00388 \text{ m} \end{aligned}$$

III) 張力補正

$$C_P = D_N \cdot \frac{(P - P_0)}{E \cdot S} \dots\dots\dots (4)$$

ここに P : 平均張力, 10 Kg

P_0 : 標準張力 7 Kg

E : スチールテープの弾性係数 2.1×10^6 Kg/cm²

S : スチールテープの断面積 0.02749 cm²

$$\begin{aligned} \therefore C_P &= 200 \times \frac{(10 - 7)}{2.1 \times 10^6 \times 0.02749} \\ &= 0.01040 \text{ m} \end{aligned}$$

以上3つの補正により基線の修正長は次の如くなった。

$$\begin{aligned} D &= 200 + 0.03276 - 0.00388 + 0.01040 \\ &= 200.03928 \text{ (m)} \end{aligned}$$

従って、基線長は 200.0393 m とする。

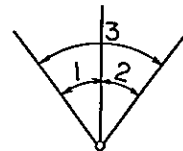


Fig. 1.3. Angles 1, 2 and 3

(2) 角修正

I) 条件

図-1の四辺形BLATは次の3つの条件を満足するように修正されねばならない。

- i. $\angle 1 + \angle 2 = \angle 3$ (図-1参照)

- ii. 三角形の内角の総和は180°である。
- iii. 三角形の辺の長さは計算順序にかかわらず常に等しい。

図-11

上記3つの条件は次の8つの式で表わすことができる。

測点方程式	角方程式
$a_0 + b_0 = i_0 \dots\dots\dots$	$a_0 + b_0 + C_0 + d_0 + e_0 + f_0 + g_0 + h_0 = 360^\circ$
$c_0 + d_0 = j_0 \dots\dots\dots$	$a_0 + h_0 = d_0 + e_0 \dots\dots\dots$
$e_0 + f_0 = k_0 \dots\dots\dots$	$b_0 + C_0 = g_0 + f_0 \dots\dots\dots$
$g_0 + h_0 = l_0 \dots\dots\dots$	

(5)

(6)

辺方程式

$$\frac{\overline{AB}}{\sin(c_0 + d_0)} = \frac{\overline{TB}}{\sin b_0}, \quad \frac{\overline{TB}}{\sin g_0} = \frac{\overline{LT}}{\sin(e_0 + f_0)}$$

$$\frac{\overline{AB}}{\sin(g_0 + h_0)} = \frac{\overline{AL}}{\sin f_0}, \quad \frac{\overline{AL}}{\sin c_0} = \frac{\overline{LT}}{\sin(a_0 + b_0)}$$

$$\therefore \frac{\sin(a_0 + b_0) \cdot \sin(c_0 + d_0)}{\sin(e_0 + f_0) \cdot \sin(g_0 + h_0)} \cdot \frac{\sin f_0 \cdot \sin g_0}{\sin b_0 \cdot \sin c_0} = 1 \dots\dots\dots (i)$$

しかも

$$\frac{\overline{AB}}{\sin(c_0 + d_0)} = \frac{\overline{AT}}{\sin e_0}, \quad \frac{\overline{AT}}{\sin h_0} = \frac{\overline{LT}}{\sin(a_0 + b_0)}$$

$$\frac{\overline{AB}}{\sin(h_0 + g_0)} = \frac{\overline{BL}}{\sin a_0}, \quad \frac{\overline{BL}}{\sin d_0} = \frac{\overline{LT}}{\sin(e_0 + f_0)}$$

$$\therefore \frac{\sin(a_0 + b_0) \cdot \sin(g_0 + h_0)}{\sin(c_0 + d_0) \cdot \sin(e_0 + f_0)} \cdot \frac{\sin d_0 \cdot \sin e_0}{\sin a_0 \cdot \sin h_0} = 1 \dots\dots\dots (ii)$$

この(i)及び(ii)式から次式が導びかれる。

$$\frac{\sin^2(g_0 + h_0) \cdot \sin b_0 \cdot \sin c_0 \cdot \sin d_0 \cdot \sin e_0}{\sin^2(c_0 + d_0) \cdot \sin a_0 \cdot \sin f_0 \cdot \sin g_0 \cdot \sin h_0} = 1 \dots\dots\dots (7)$$

ii) 補正量の計算

観測式

$a_0 = a_1 + V_a$	$g_0 = g_1 + V_g$	
$b_0 = b_1 + V_b$	$h_0 = h_1 + V_h$	
$c_0 = c_1 + V_c$	$i_0 = i_1 + V_i$	$\dots\dots\dots$
$d_0 = d_1 + V_d$	$j_0 = j_1 + V_j$	$\dots\dots\dots$
$e_0 = e_1 + V_e$	$k_0 = k_1 + V_k$	$\dots\dots\dots$
$f_0 = f_1 + V_f$	$l_0 = l_1 + V_l$	$\dots\dots\dots$

(8)

ここに $a_0, b_0, \dots\dots, l_0$: 最確値

$a_1, b_1, \dots\dots, l_1$: 観測値

$V_a, V_b, \dots\dots, V_l$: 誤差(補正量)

条件式

(8)式を(5)式に代入して

$$\varphi_1 \equiv V_e + V_b - V_i + W_1 = 0 \quad (\text{ここに } W_1 = a_1 + b_1 - i_1) \quad \dots\dots\dots (9.1)$$

$$\varphi_2 \equiv V_e + V_d - V_i + W_2 = 0 \quad (\text{ここに } W_2 = C_1 + d_1 - j_1) \quad \dots\dots\dots (9.2)$$

$$\varphi_3 \equiv V_e + V_f - V_k + W_3 = 0 \quad (\text{ここに } W_3 = e_1 + f_1 - k_1) \quad \dots\dots\dots (9.3)$$

$$\varphi_4 \equiv V_e + V_h - V_i + W_4 = 0 \quad (\text{ここに } W_4 = g_1 + h_1 - l_1) \quad \dots\dots\dots (9.4)$$

同様に角方程式(6)より

$$\varphi_5 \equiv V_a + V_b + V_c + V_d + V_e + V_f + V_g + V_h + W_5 = 0 \quad \dots\dots\dots (9.5)$$

$$(\text{ここに } W_5 = a_1 + b_1 + c_1 + d_1 + e_1 + f_1 + g_1 + h_1 - 360^\circ)$$

$$\varphi_7 \equiv V_a + V_h - V_d - V_e + W_6 = 0 \quad (\text{ここに } W_6 = a_1 + h_1 - d_1 - e_1) \quad \dots\dots\dots (9.6)$$

$$\varphi_8 \equiv V_b + V_c - V_g - V_f + W_7 = 0 \quad (\text{ここに } W_7 = b_1 + c_1 - g_1 - f_1) \quad \dots\dots\dots (9.7)$$

(7)式の両辺に対数をとれば

$$\begin{aligned} & 2 \log \sin (g_0 + h_0) - 2 \log \sin (c_0 + d_0) + \log \sin b_0 + \log \sin c_0 \\ & + \log \sin d_0 + \log \sin e_0 - \log \sin a_0 - \log \sin f_0 \\ & - \log \sin g_0 - \log \sin h_0 = 0 \quad \dots\dots\dots (III) \end{aligned}$$

$\log \sin a_0 = \log \sin (a_1 + V_a)$ において V_a は a_1 に較べ非常に小さいのでテイラーの級数に展開すれば

$$\log \sin a_0 = \log \sin (a_1 + V_a) = \log \sin a_1 + d_a V_a \quad \dots\dots\dots (IV)$$

$$\text{ここに } d_a = 2.1055 \times 10^{-7} \cot a_1$$

本式を他の角についても適用すれば(III)式より次式が導かれる

$$\begin{aligned} \varphi_8 \equiv & d_{e1}(V_g + V_h) - d_{e2}(V_c + V_d) + d_b V_b + d_c V_c + d_f V_f + d_a V_a \\ & - d_a V_a - d_f V_f - d_e V_e - d_h V_h + W_8 = 0 \quad \dots\dots\dots (9.8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ここに } W_8 = & 2 \log \sin (g_1 + h_1) - 2 \log \sin (c_1 + d_1) + \log \sin b_1 \\ & + \log \sin c_1 + \log \sin d_1 + \log \sin e_1 - \log \sin a_1 - \\ & - \log \sin f_1 - \log \sin g_1 - \log \sin h_1 \end{aligned}$$

未定係数式

補正角の最確値は次式の Ω の値が最少二乗法によって最少ならしめるように決められる。

$$\Omega = [VV] - 2\lambda_1 \varphi_1 - 2\lambda_2 \varphi_2 \quad \dots\dots\dots - 2\lambda_8 \varphi_8 \quad \dots\dots\dots (10)$$

ここに $[VV]$: 確率誤差の二乗の和

λ : 未定係数

上式を満足するような条件は,

$$\frac{\partial \Omega}{\partial U_x} = 0 \quad (X = a, b, c, \dots\dots\dots l)$$

(9)式の φ を(III)式に代入し, $V_a, V_b, \dots\dots\dots V_l$ で偏微分すれば次式が導かれる。

$$\begin{aligned}
V_a &= \lambda_1 + \lambda_5 + \lambda_6 - \lambda_8 d_a \\
V_b &= \lambda_1 + \lambda_5 + \lambda_7 + \lambda_8 d_b \\
V_c &= \lambda_2 + \lambda_5 + \lambda_7 + \lambda_8 (d_{ca} - d_c) \\
V_d &= \lambda_2 + \lambda_5 - \lambda_6 + \lambda_8 (d_{ca} - d_d) \\
V_e &= \lambda_3 + \lambda_5 - \lambda_6 + \lambda_8 d_e \\
V_f &= \lambda_3 + \lambda_5 - \lambda_7 - \lambda_8 d_f \\
V_g &= \lambda_4 + \lambda_5 - \lambda_7 + \lambda_8 (d_{gb} - d_g) \\
V_h &= \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 + \lambda_8 (d_{gb} - d_h) \\
V_i &= -\lambda_1, V_j = -\lambda_2, V_k = -\lambda_3, V_l = -\lambda_4
\end{aligned}
\tag{11}$$

(11)式における V_a, V_b, \dots, V_l を (9.1) ~ (9.8) 式に代入すれば未定係数 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_8$ に関する 8 つの式が得られ、これらを同時に満足するような $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_8$ を決定すれば確率誤差が求められ、角度の最確値は (8) 式より求められる。

(3) LT の最確値

架橋中心線上の辺長 LT は基線 AB を用いれば次式で表わせる。

$$LT = \frac{\sin(a_0 + b_0) \cdot \sin f_0}{\sin(g_0 + h_0) \cdot \sin c_0} \cdot AB \tag{12}$$

(1) で述べた如く辺 \overline{AB} の最確値は 200.0393 m であるから、(2) において述べた計算で、角 $a_0, b_0, c_0, f_0, g_0, h_0$ の最確値が求められれば、辺 \overline{LT} の最確値は (12) 式から計算される。

これらの三角計算は電子計算機によって為され、その結果 \overline{LT} の長さは 641.722 m となった。

RESULTS OF LEVELING (1)

ROUTE: Vientiane to Nong Khai bridge site

Unit: m

T. P. No.	DISTANCE	DIFFERENCE OF ELEVATION			ADJUST	ADJUSTED DIFFERENCE	ELEVATION	REMARKS
		1	2	MEAN				
V.636						170.105	Authorized	
TPN-1		+0.084	+0.087	+0.085		170.190		
N-2		+0.751	+0.755	+0.753		170.943		
N-3		+0.558	+0.556	+0.557		171.500		
N-4		-0.855	-0.862	-0.859		170.641	Wat Sop	
N-5		+0.230	+0.240	+0.235		170.876		
N-6		+0.088	+0.105	+0.096		170.972	GOV. B.M. 8-S40	
N-7		+1.903	+1.902	+1.903		172.875		
N-8		+3.273	+3.272	+3.272		176.147		
N-9		-1.563	-1.565	-1.564		174.583		
N-10		-0.230	-0.235	-0.233		174.350		
N-11		-1.546	-1.549	-1.547		172.803		
N-12		-3.465	-3.464	-3.465		169.338	N.K.K. B.M.43	
N-13		-1.770	-1.760	-1.765		167.573		
N-14		+0.309	+0.309	+0.309		167.882		
N-15		-0.446	-0.450	-0.448		167.434		
N-16		-0.088	-0.097	-0.092		167.342		
N-17		+0.080	+0.081	+0.081		167.423		
N-18		+0.235	+0.229	+0.232		167.655		
N-19		+0.402	+0.409	+0.405		168.060	N.E.A. B.M.	
BMN-6		+0.164	+0.164	+0.164		168.224	Laotian side	
TPT-1		-12.172	-12.171	-12.171		156.053		
T-2		-0.653	-0.645	-0.649		155.404		
T-3		+0.277	+0.277	+0.277		155.681		
T-4		+10.180	+10.181	+10.180		165.861	N.E.A. B.M.	
BMN-7		+0.713	+0.713	+0.713		166.574	Thai side	
BMN-6						168.224		
BMN-8		-0.008	-0.010	-0.009		168.215		

Data 1.1.

RESULTS OF LEVELING (2)

Elevation of the bench-marks set on the leveling route

Unit: m

T. P. No.	DISTANCE	DIFFERENCE OF ELEVATION			ADJUST	ADJUSTED DIFFERENCE	ELEVATION	REMARKS
		1	2	MEAN				
TPN-3		—	—	—			171.500	
BMN-1		+2.878	+2.888	+2.883			174.383	
BMN-2		—	—	—			170.972	TPN-6
TPN-10		—	—	—			174.350	
BMN-3		+0.088	+0.087	+0.087			174.437	
TPN-13		—	—	—			167.573	
BMN-4		+0.218	+0.214	+0.216			167.789	
TPN-18		—	—	—			167.655	
BMN-5		-0.190	-0.191	-0.190			167.465	
Checking midway on the leveling: —								
TPN-4		—	—	—			170.641	
Zero point of staff gage in the Wat Sop G.S.		-12.643	—	-12.643			157.998	

Remarks:

- 1) This leveling was of single-run.
- 2) Since the elevation of the zero point of staff gage in the Wat Sop gaging station is EL.158.040 above the mean sea level at Ko Lak datum, the difference of the elevations is 4.2 centimeters.

RESULTS OF LEVELING (3)

Route: River crossing

Unit: m

T. P. No.	DISTANCE	DIFFERENCE OF ELEVATION			ADJUST	ADJUSTED DIFFERENCE	ELEVATION	REMARKS
		1	2	MEAN				
B.M.I.						167.764	Authorized	
TP-1		-1.929	-1.929	-1.929		165.835		
TP-2		+1.865	+1.862	+1.864		167.699		
B.M.II		-1.665	-1.668	-1.667		166.032	Authorized	
G.S.I.		+0.167	+0.167	+0.167		166.199	Authorized	
B.M.I						167.764	Authorized	
G.S.II		-0.953	-0.951	-0.952		166.812	Authorized	

- 1) This leveling was carried out in order to check the elevation of the authorized bench-marks and the zero point of the gage staff.
- 2) The abbreviations quoted above are explained as follows.
 - B.M.I : Bench-mark in the site of Governors' Office (P-396)
 - B.M.II : Bench-mark in the site of Hydrographic Office
 - G.S.I : 12-meter point above zero point of the staff gage of the gaging station in the site of Hydrographic Office
 - G.S.II : 13-meter point above zero point of the staff gage in the RID's gaging station
- 3) Since the elevation of the zero point of staff gage in the RID's gaging station is E1.153.000 above the mean sea level at Ko Lak datum, the difference of the elevation is 0.812 meters.

RESULTS OF LEVELING (4)

Leveling route: Vientiane to proposed sites of
Vientiane railway station

Unit: m

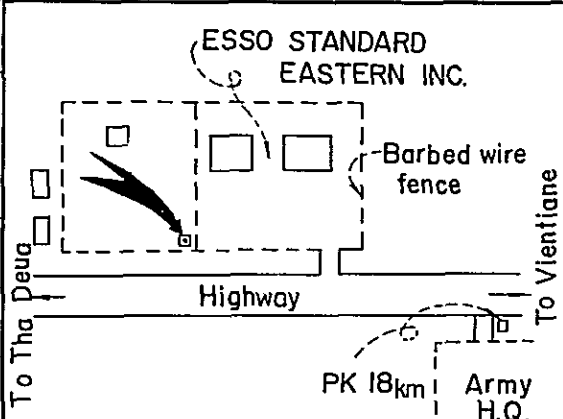
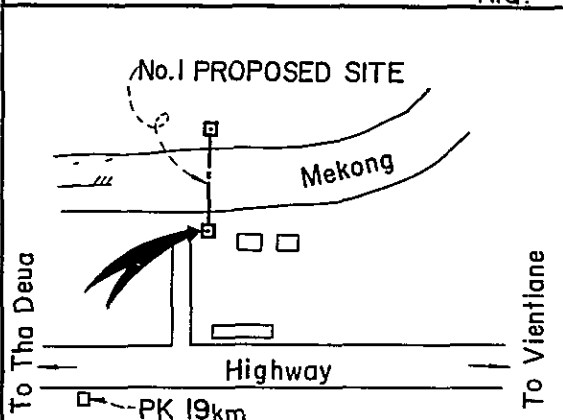
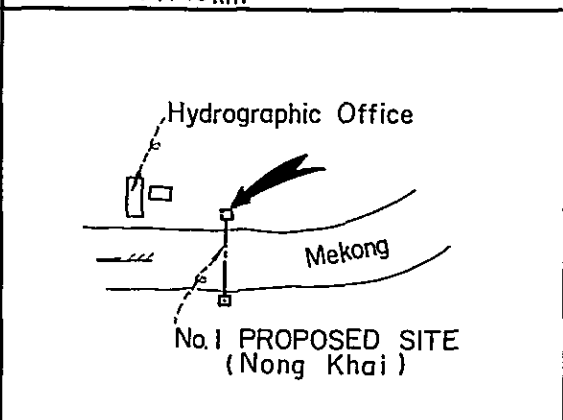
T. P. No.	DISTANCE	DIFFERENCE OF ELEVATION			ADJUST	ADJUSTED DIFFERENCE	ELEVATION	REMARKS
		1	2	MEAN				
V.636						170.105	Authorized	
TPT-1		+2.653	+2.663	+2.658		172.763		
T-2		-2.945	-2.953	-2.949		169.814		
3		-0.675	-0.679	-0.677		169.137		
4		-3.300	-3.302	-3.301		165.836		
BMT-1		+0.096	+0.096	+0.096		165.932	Route C	
T-5		+0.662	+0.669	+0.665		166.597		
T-6		-0.185	-0.182	-0.183		166.414		
BMT-2		-0.469	-0.458	-0.463		165.951	Route C/D	

Remarks: This leveling was carried out on the routes from the Bench-mark V 636 set in the Vientiane city to the Bench-marks T-1 of the route C and T-2 of the route C/D provided near the two sites for the proposed Vientiane railway station.

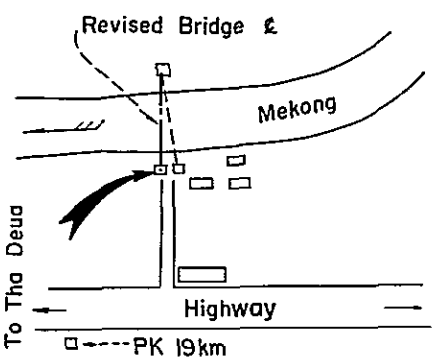
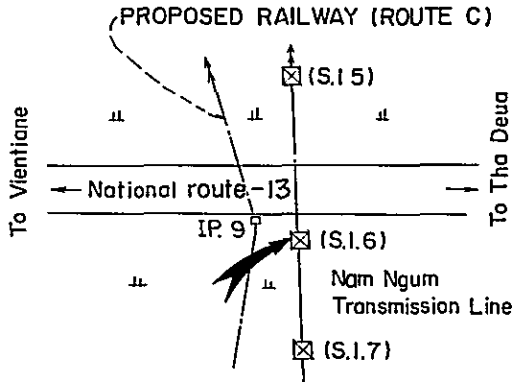
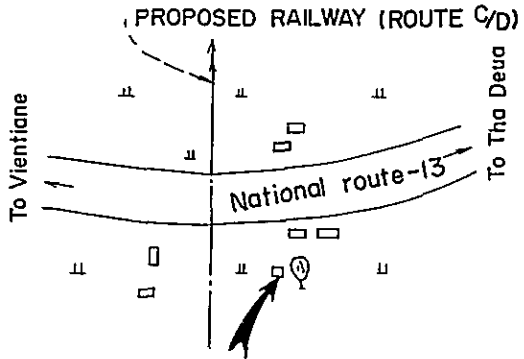
Location of Bench-Marks (1)

B. M. No.	DESCRIPTIONS		SKETCH
N-1	ELEVATION	174.383	
	LOCATION	Ban Wat Sop	
	ESTABLISHED ON	26 Sep. 1967	
	CARVED ELEVATION		
	Concrete precast post		
N-2	ELEVATION	170.972	
	LOCATION	Ban Chi Nai Mo	
	ESTABLISHED ON	26 Sep. 1967	
	CARVED ELEVATION		
	Concrete precast post		
N-3	ELEVATION	174.437	
	LOCATION	Ban 10 Km	
	ESTABLISHED ON	28 Sep. 1967	
	CARVED ELEVATION		
	Concrete precast post		
N-4	ELEVATION	167.789	
	LOCATION	Ban Na Hai	
	ESTABLISHED ON	28 Sep. 1967	
	CARVED ELEVATION		
	Concrete precast post		

Location of Bench-Marks (2)

B. M. No.	DESCRIPTIONS		SKETCH
N-5	ELEVATION	167.465	
	LOCATION	Ban Tha Naleng	
	ESTABLISHED ON	28 Sep. 1967	
	CARVED ELEVATION		
	Concrete precast post		
N-6	ELEVATION	168.224	
	LOCATION	Ban Tha Naleng (No. 1 proposed site)	
	ESTABLISHED ON	28 Sep. 1967	
	CARVED ELEVATION		
	Concrete precast post		
N-7	ELEVATION	166.574	
	LOCATION	Wat Chommane (No.1 proposed site)	
	ESTABLISHED ON	9 Mar. 1968	
	CARVED ELEVATION		
	Concrete precast post		
	ELEVATION		
	LOCATION		
	ESTABLISHED ON		
	CARVED ELEVATION		

Location of Bench-Marks (3)

B. M. No.	DESCRIPTIONS		SKETCH
N-8	ELEVATION	168.215	
	LOCATION	Ban Tha Naleng	
	ESTABLISHED ON	23 Dec. 1968	
	CARVED ELEVATION		
	Concrete precast post		
T-1	ELEVATION	165.932	
	LOCATION	Ban Phon Keng	
	ESTABLISHED ON	14 Dec. 1968	
	CARVED ELEVATION		
	Concrete precast post		
T-2	ELEVATION	165.951	
	LOCATION	Ban Pha Khao	
	ESTABLISHED ON	14 Dec. 1968	
	CARVED ELEVATION		
	Concrete precast post		
	ELEVATION		
	LOCATION		
	ESTABLISHED ON		
	CARVED ELEVATION		

HARZA ENGINEERING COMPANY INTERNATIONAL BANGKOK, THAILAND MONUMENT RECORD

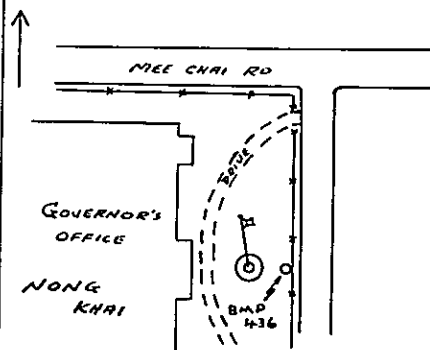
MONUMENT RECORD				FORM 5001 HAUGHTON
PROJECT	Mekong River Survey	COUNTRY	Thailand	DATE 1959/60
MONUMENT	P-396	TYPE	R.T.S.	HOR. ORDER _____ VERT. ORDER 1st
SPHEROID		DATUM		ELEVATION DATUM M.S.L. KO LAK
LATITUDE		LONGITUDE		ELEVATION + 167.7639
UTM ZONE		NORTHING		EASTING _____
UTM ZONE		NORTHING		EASTING _____
AZIMUTH TO		GEODETIC		GRID _____
AZIMUTH TO		GEODETIC		GRID _____
LINE DIAGRAM	3	COMP. FILE	E	MAP SHEET 197/254
PHOTO IDENTIFICATION	LINE No. M 59 SW	ROLL No. 1	EXPOSURE No. 13	

DESCRIPTION: Recovered Existing RTS Monument

Mark is a brass peg buried in a square concrete monument located in front of the Governor's Office in Nong Khai.

Published Elevation

SKETCH

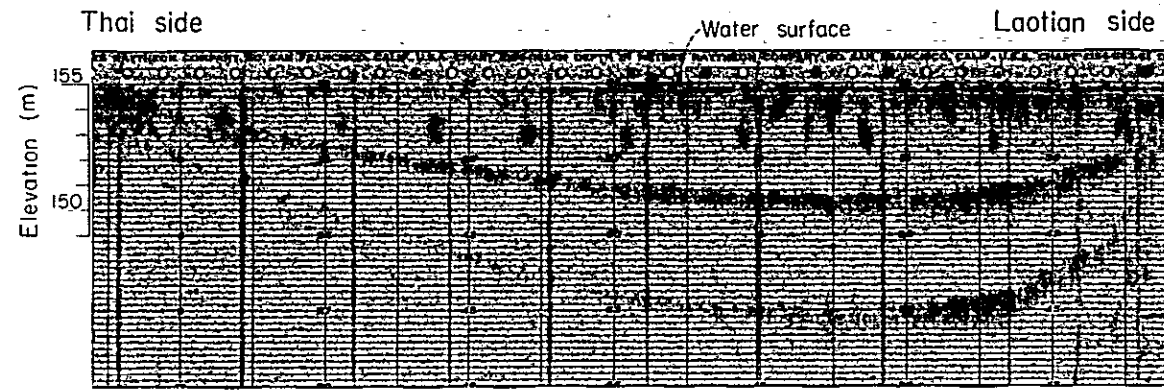


Surveys financed by the GOVERNMENT OF CANADA under the COLOMBO PLAN and the UNITED STATES OF AMERICA under the INTERNATIONAL COOPERATION ADMINISTRATION.

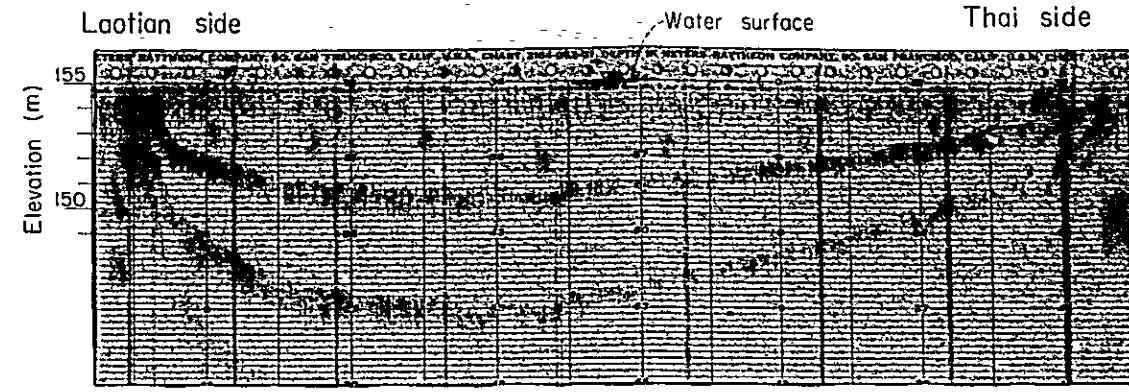
Canadian contractor - Hunting Survey Corp. Ltd., Toronto
U. S. A. contractor - Harza Engineering Company, Chicago

ECHO - SOUNDING RECORDS OF NONG KHAI SITE (I)

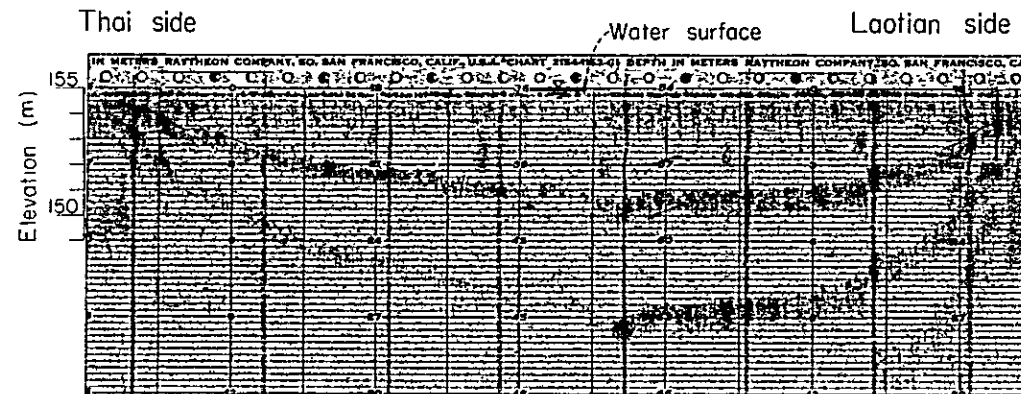
Data 1.4.



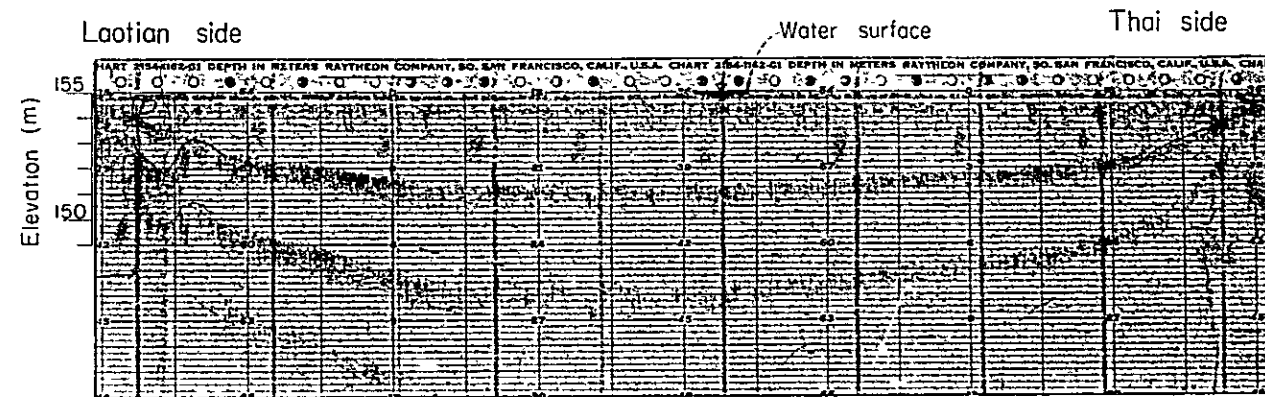
COURSE - A



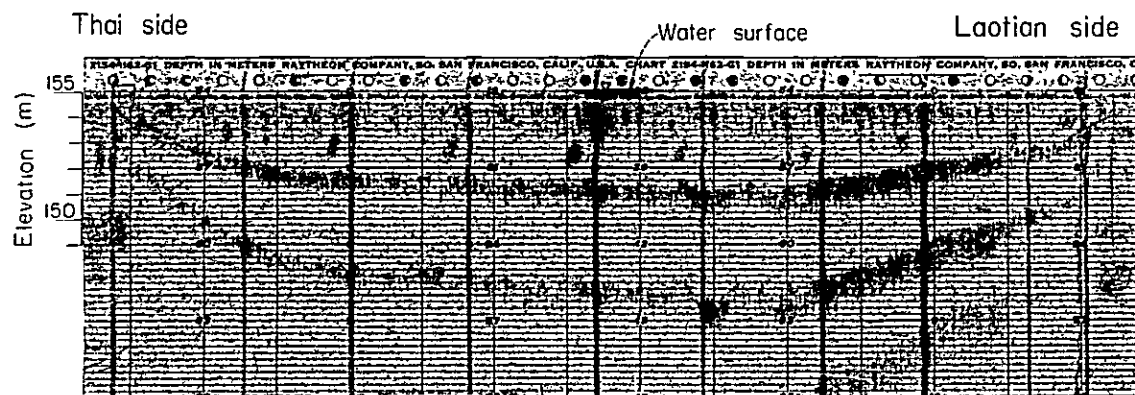
COURSE - B



COURSE - C



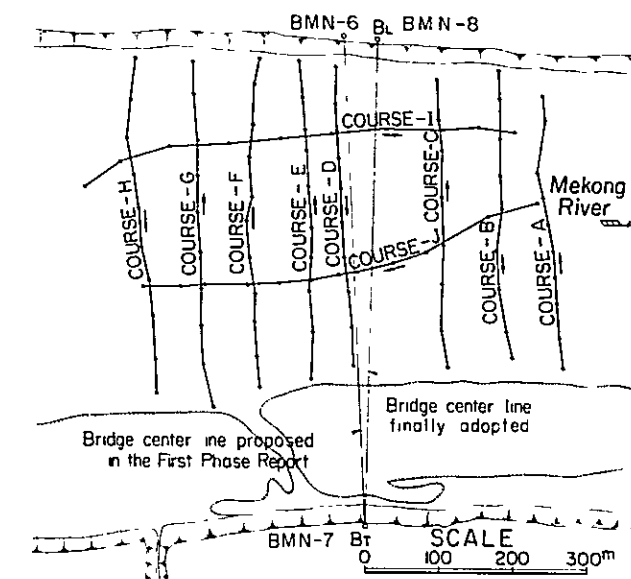
COURSE - D



COURSE - E

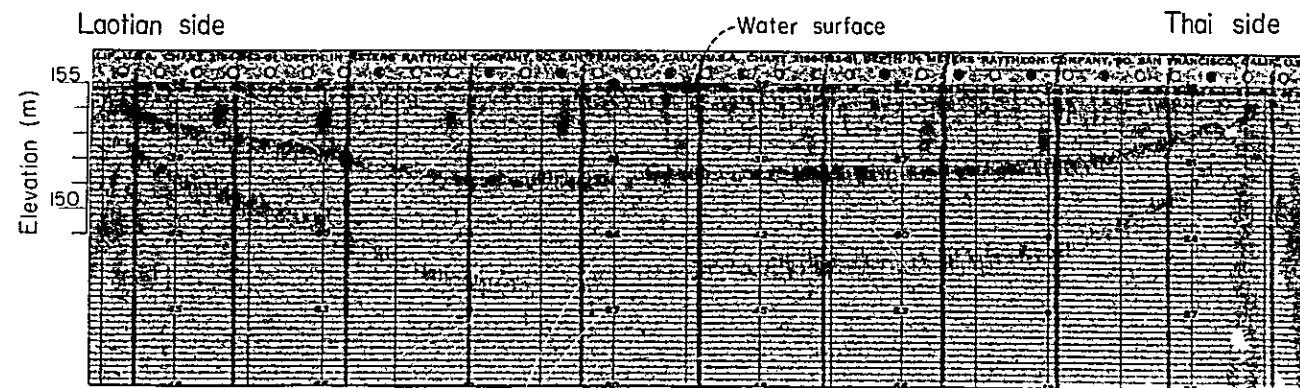
Remarks

- 1) These records were taken on April 5 1968 in the second phase investigation
- 2) Water surface on April 5, 1968, EL 155.0^m

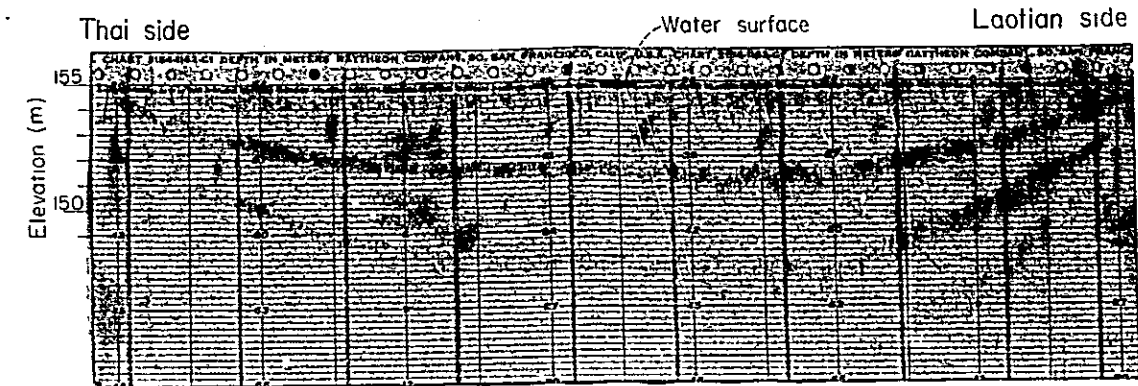


ECHO - SOUNDING RECORDS OF NONG KHAI SITE (2)

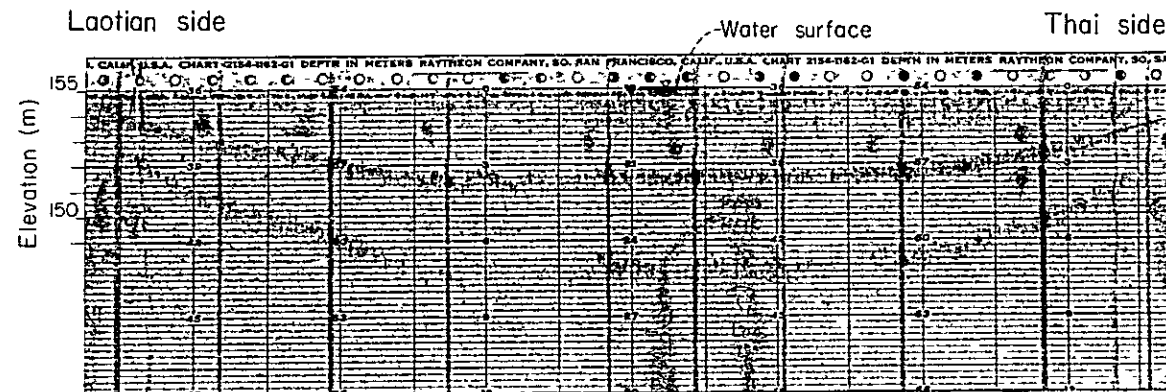
Data 1.4.



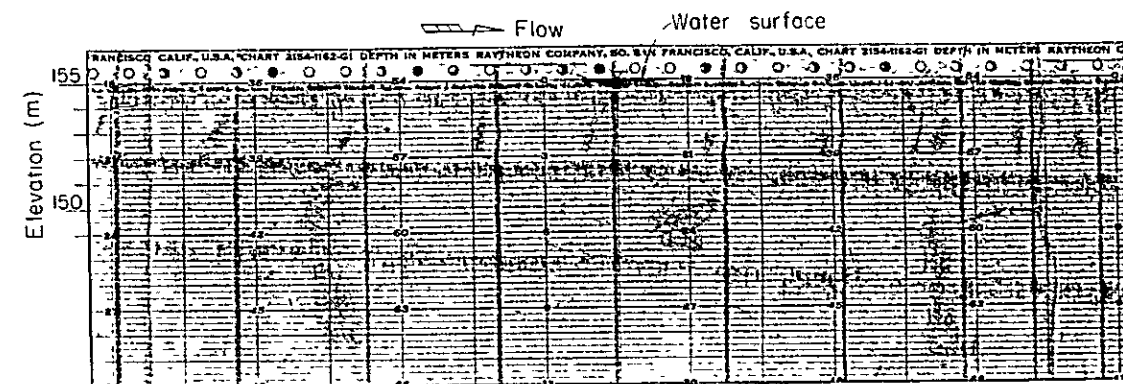
COURSE - F



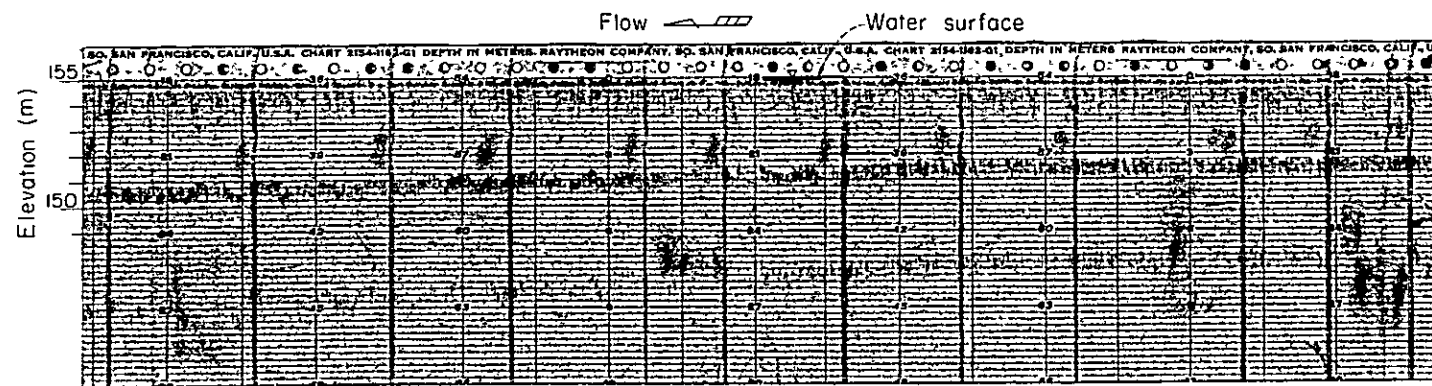
COURSE - G



COURSE - H



COURSE - I



COURSE - J

Remarks

- 1) These records were taken on April 5 1968 in the second phase investigation
- 2) Water surface on April 5, 1968, EL 155.0^m

第 二 章

土 質 調 査

2.1. 一 般

本橋梁計画の可能性研究を行なうに当っては橋脚の基礎となるメコン河の基礎岩盤がどの程度深い所に在るのか、また道路及び鉄道の原地盤の地質はどうなっているのかを知る事が特に重要な問題といえる。

前者に関してはメコン河の河床及び河岸附近に試錐が行なわれ、後者については道路及び鉄道の建設ルートに沿って試錐孔が掘られた。更にヴィエンチャン迄延長される鉄道の候補路線として挙げられていたCルートの通過するタットルオン湿地帯の北端部にも同じく試錐孔が掘られた。

第一次調査報告書の進言と諮問機関の助言とに従って、1968年1月メコン委員会はノンカイ地点を架橋地点として最終決定した。従ってその後の土質調査はノンカイ地点のみにしぼられて行なわれた。

2.2. 試 錐

日本政府は架橋地点が選定されるや直ちに、その年の乾期を利用して土質調査を開始した。乾期を利用した理由は河床部の試錐作業に最も適した時期だからである。試錐作業は1968年2月中旬に開始され、1968年6月迄の4ヶ月間続けられた。メコン河の水位が高くなり流速の増してくる雨季の前迄には作業は殆んど完了された。

先ず、第一号孔が第一次調査報告書で決められた架橋中心線上の左岸(ラオス側)に掘られた。この一号孔は河床部の試錐を行なう前に予じめこの地域の大まかな地質構造を知るために掘られたものである。架橋地点は前述の通り既にノンカイ地点に決定されていたが架橋中心線の正確な位置はまだ決められていなかったので調査団は先ず初め中心線の位置を決定するための踏査を行なった。その結果、ハイドログラフィックオフィスとその約400m上流のタイ側にある支流との間を除いては適当な場所はないという結論に達し第一次調査報告書で決められた架橋中心線が最適な位置として証明された。

架橋地点及びその附近におけるメコン河河床部の総合的な地質条件を正確に知ることは重要なことである。従って試錐作業は第一次調査報告書の架橋中心線のみならず、その上下流にもこの中心線に平行な3本の線を設けて、この線上についても行なわれた。図2.1.に示される如く、8個の試錐孔が中心線上に掘られ中心線から約130m上流に3個所、更に100m上流に5個所及び下流100mに3個所と合計19個所の試錐が行なわれ、その掘進延長は290mに達した。

メコン兩岸附近にもタイ、ラオスの両側に各3個所、合計6個所の試錐孔が上述の架橋中心線上に掘られ更にタイ側に建設される取付道路が現在の鉄道と交差する地点にも2個所の試錐孔が掘られた。

この交差部¹は道路単独橋の場合のみ跨線橋となる。又、もつ1つの試錐孔がヴィエンチャン迄延長される鉄道路線の途中、タットルオン湿地帯の北端に掘られた。従って陸上部に掘られた試錐孔は合計9個所であり全長244mに達した。

河床部、陸上部の総試錐延長は534mであり孔数は28個に及ぶ、試錐成果として各孔別の地質柱状図が本章に掲載されている。

地質縦断図は第一次調査報告書で推薦された架橋中心線に沿ってメコン河河床部及びその附近の地質条件を表わしたものである。地形測量の結果この中心線は河の流心に対して直角でないことが判明し、第二次調査報告書においてこの架橋中心線が直角になるよう修正された。図2.3.は試錐結果に基づく架橋地点の推定基礎岩盤等高線図であるがこれから判断して地質にそれ程大きな変化は見られない。

以下架橋地点の地質について概説される。

メコン河の兩岸の地質構造は図2.2.を見れば明らかな通り地表から表土、ローム、砂、砂利、風化シルト岩、無風化シルト岩の順で構成されている。この無風化シルト岩はラオス側においては地表より約15~20mの処に在り標高にして平均海面上EL149m~EL153にまたタイ側は地表より約20m標高にしてEL144m附近に存在する。

河床部においては無風化岩の土に風化シルトが存在しラオス側は約3~5mの沖積土に覆われ、またタイ側は7~13mの沖積土に覆われている。この無風化岩は中間に薄い夏岩層を挟む赤みがかつたジュラ紀のシルト岩であり、ラオス、タイ両国の広大な地域に分布しているものと思われる。橋脚は河床部の洗掘に対して安全を考慮し硬質シルト岩の表面から2m掘り下げて硬い岩盤に固定される。圧縮応力テストの結果が本章に添付されているがこれによるとこの硬質岩盤の圧縮強度はデータ2.8に示される如く約170Kg/cm²である。

¹ 鉄道併用橋の場合、取付道路は鉄道と平面交差させる計画である。

Table 2.1. Features of Test Drilling Holes

	Hole No.	Depth (m)	Elevation of ground surface or river-bed (m)	Hole diameter (mm)	Number of penetration tests	Operation period (year: 1968)
Drilling on riverside terrains	1	24.00	168.33	65 - 56	18	Feb.23--Mar. 1
	21	22.00	166.59	65 - 56	13	Apr.29--May 5
	22	44.30	Unobserved	65 - 56	43	Apr.27--May 28
	23	23.40	163.81	65 - 56	14	May 6--May 11
	24	26.00	165.80	65 - 56	13	May 12--May 16
	25	25.00	164.71	85 - 65	11	May 18--May 26
	26	35.00	165.41	85 - 65	23	May 27--Jun. 7
	27	23.00	168.17	65 - 56	15	May 30--Jun. 4
	28	21.30	167.90	65 - 56	14	Jun. 5--Jun. 8
	Total	244.00			164	
Drilling into river-bed.	2	16.60	155.73	65 - 56	11	Feb.28--Mar. 2
	3	17.15	155.73	65 - 56	7	Mar. 5--Mar. 7
	4	13.00	151.92	65 - 56	3	Mar. 2--Mar. 8
	5	13.00	150.96	65 - 56	4	Mar. 9--Mar.13
	6	13.60	153.58	65 - 56	6	Mar.11--Mar.16
	7	16.21	149.84	65 - 56	3	Mar.14--Mar.18
	8	13.00	150.73	65 - 56	3	Mar.19--Mar.25
	9	12.80	151.61	65 - 56	4	Mar.21--Mar.23
	10	17.10	151.13	65 - 56	3	Mar.26--Mar.30
	11	12.50	152.16	65 - 56	1	Mar.26--Mar.29
	12	12.00	150.95	65 - 56	1	Mar.30--Apr. 1
	13	7.20	149.82	65 - 56	1	Apr. 2--Apr. 3
	14	13.50	151.35	65 - 56	4	Apr. 2--Apr.10
	15	16.30	156.11	65 - 56	5	Apr. 5--Apr. 9
	16	23.80	155.28	65 - 56	3	Apr.11--Apr.18
	17	15.00	152.36	65 - 56	6	Apr.11--Apr.16
	18	16.00	151.20	65 - 56	1	Apr.16--Apr.23
	19	28.00	155.57	65 - 56	5	Apr.19--Apr.26
	20	13.00	150.93	65 - 56	4	Apr.24--Apr.25
	Total	289.76			75	

Drilling machine: UD - 5

Inclination of hole: Vertical

2.3. 土質試験

メコン河兩岸附近の地盤の様子を知るために次表 2.2. に示される如く 21, 22, 24, 25, 26 号から 12 ケの不攪乱試料が採取された。しかし河床部はシルト, 砂, それに砂利があるのみで試料採取はできなかつた。兩岸附近においては以下に掲げる如くその殆んどが回収され土質試験を行なうために日本へ持ち帰られた。以下は不攪乱試料のリストである。

表 2.2. 不攪乱試料

試 錐 孔 No	試 料 番 号	採 取 深 度 (m)
21	1	5.7 ~ 6.3
	2	7.4 ~ 7.8
	3	10.3 ~ 11.25
22	4	0.7 ~ 1.35
	5	3.0 ~ 3.4
24	6	6.2 ~ 6.93
	7	9.6 ~ 10.35
25	8	6.5 ~ 7.25
	9	7.3 ~ 8.2
26	10	8.0 ~ 8.75
	11	9.0 ~ 9.95
27	12	1.0 ~ 1.7

これら 12 個の試料により物理試験, 粒度試験, コンシステンシーテスト, 三軸圧縮試験, それに圧密試験が行なわれた。その結果は本章に編集されており要約が表 2.4. に示されている。

粒度試験及びコンシステンシーテストの結果から区分された工学的分類によれば, これらの試料は全てロームあるいは粘土の部類に属する。No 21, No 22, No 24. 及び No 27 から採取された試料は橋のような特殊な構造物を支えるにはあまり良い基礎とはならない事が明らかにされた。又 No 25 及び No 26 から採取された試料は震動に対して圧縮強度を減退させるという好ましからざる性質を持つ, これらの事実は標準貫入試験の打撃回数による N 値から推定された圧縮強度と一軸圧縮試験から得られた圧縮強度の比較によって明らかにされる。この比較は下表に明示される通りである。

表 2.3. N 値と圧縮強度

試錐孔 No	試料 No	N 値	qu'	qu
21	1	12	1~2	1.2
	2	11	1~2	0.88
	3	13	1~2	1.05
22	4	6	0.5~1	0.51
	5	6	0.5~2	0.47
24	6	11	1~2	0.86
	7	12	1~2	3.92
25	8	17	2~4	0.43
	9	17	2~4	0.29
26	10	11	1~2	0.50
	11	14	1~2	0.56
27	12	1~2	0.25 以下	0.66

注 (1) qu' はテルツァギーの実験値に基づく N 値から求められた圧縮強度である (単位 Kg/cm^2)

(2) qu は一軸圧縮試験から推定された圧縮強度である。

上表の如く、No 21, No 22, No 24 及び No 27 の試料の qu は推定値 qu' の低い方の値と良く一致している。これら 9 個の試料はすべて鋭敏比が小さく従って試料を採取した層は比較的安定した基礎である。一方 No 25 及び No 26 の試料の qu は qu' に比べかなり低く鋭敏比は逆に高い。従って圧縮強度は震動あるいは練り直しに対して減少し易いものである。

更に、圧縮試験の結果が示すところに依れば、初期間隙比はかなり小さいものであり先行圧縮荷重はその試料の土破り圧よりもかなり大きい。依って圧密による地盤変形は起りにくいものと考えられる。

以上の結果から橋の基礎として設計されるパイルはロームまたは粘土層の下に在る砂あるいは砂利層に打ち込むべきである。この作業には恐らくロームあるいは粘土層の圧密によってかなり困難を伴うものと予測される。

Fig. 2.1. LOCATION OF TEST DRILLING HOLES

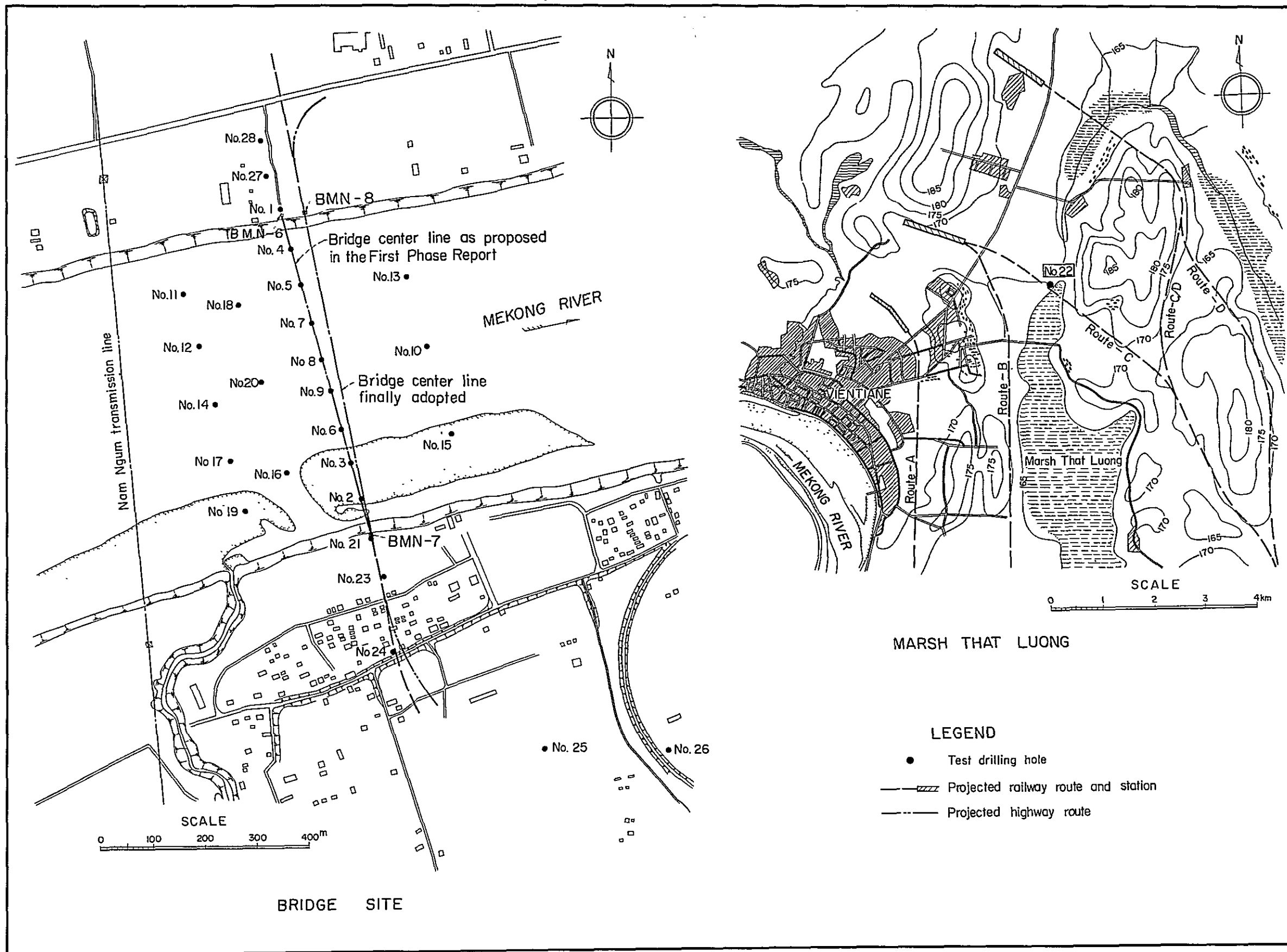


Fig. 2.2 GEOLOGICAL PROFILE OF BRIDGE

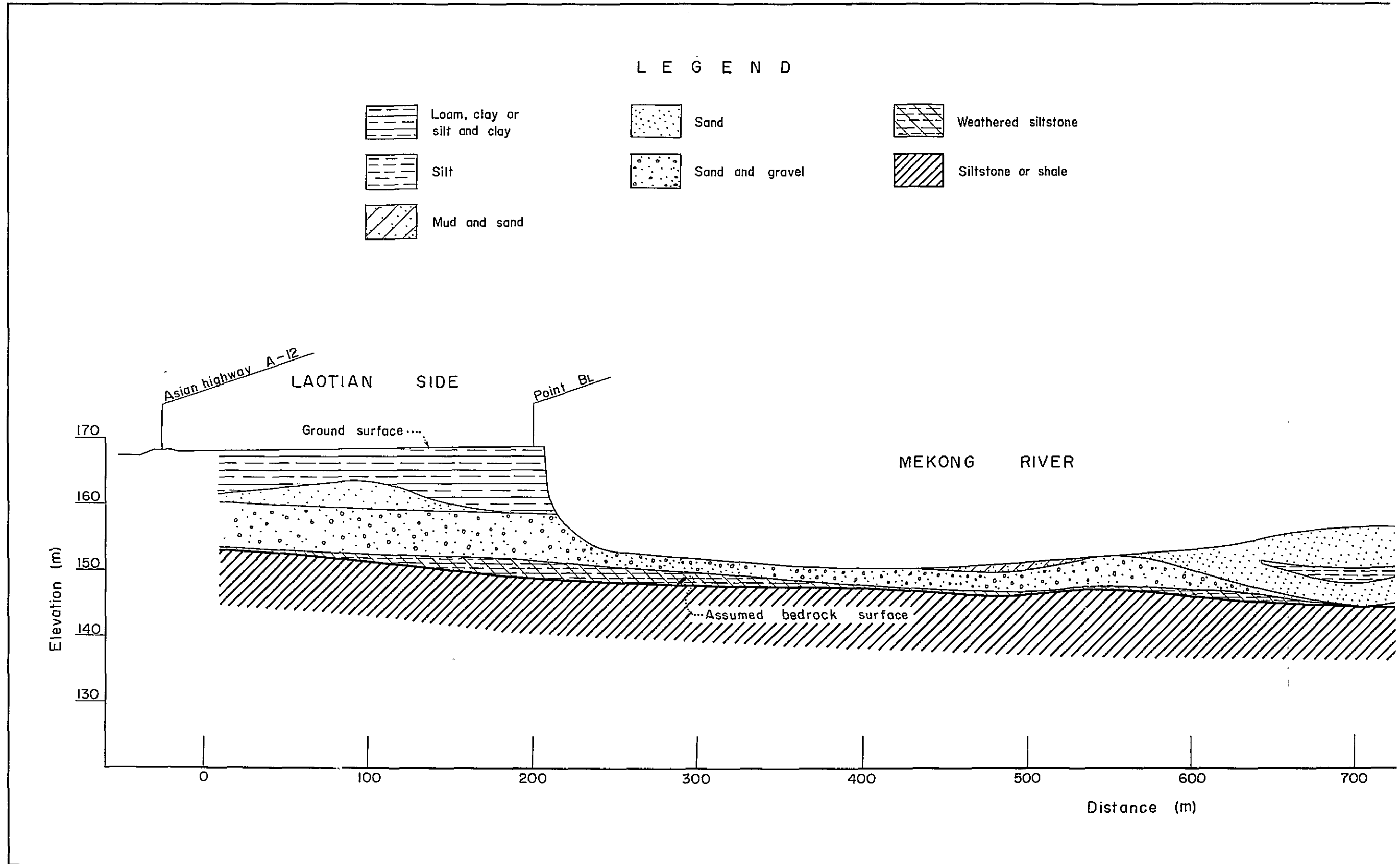


Fig. 2.2 GEOLOGICAL PROFILE OF BRIDGE SITE

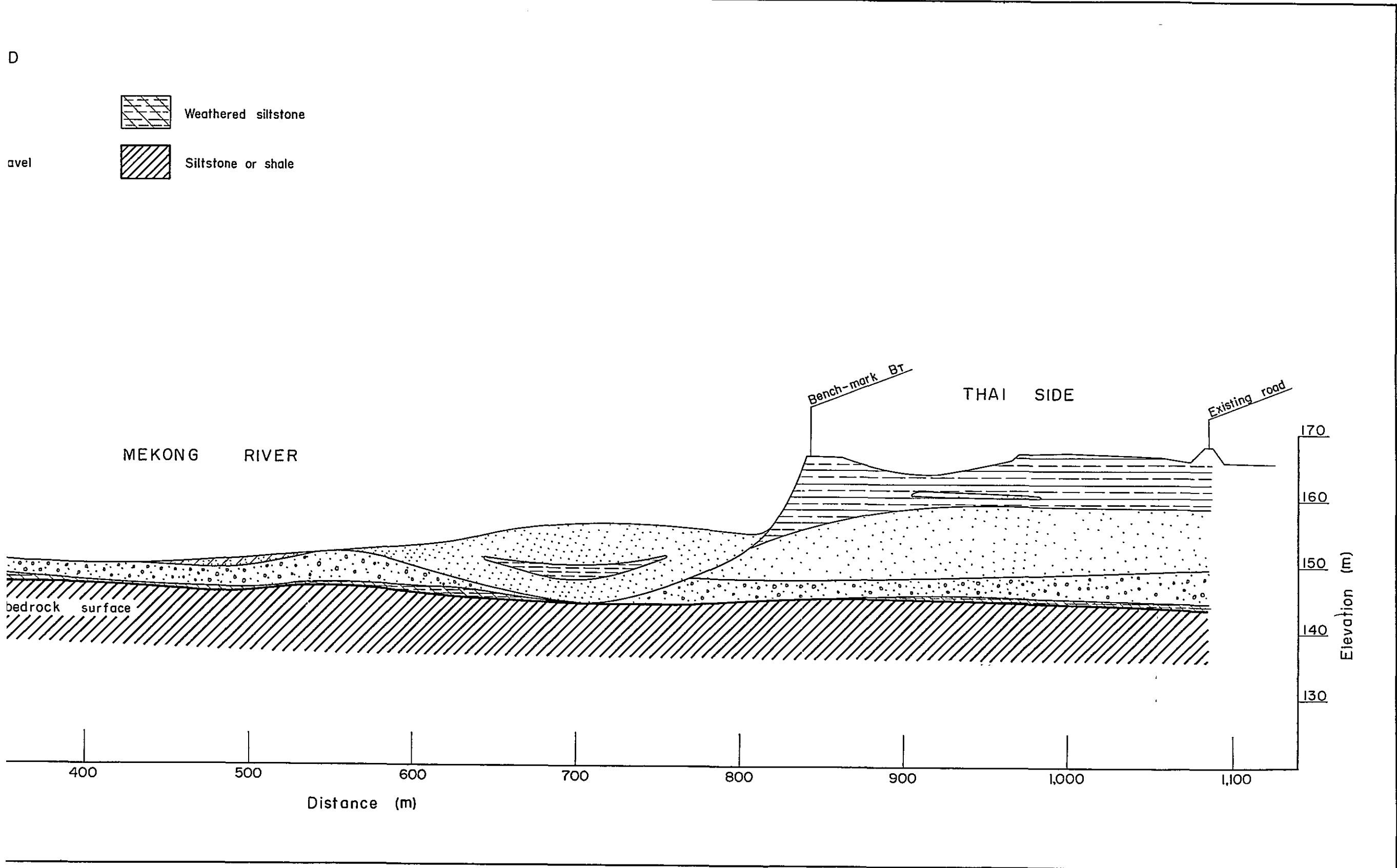
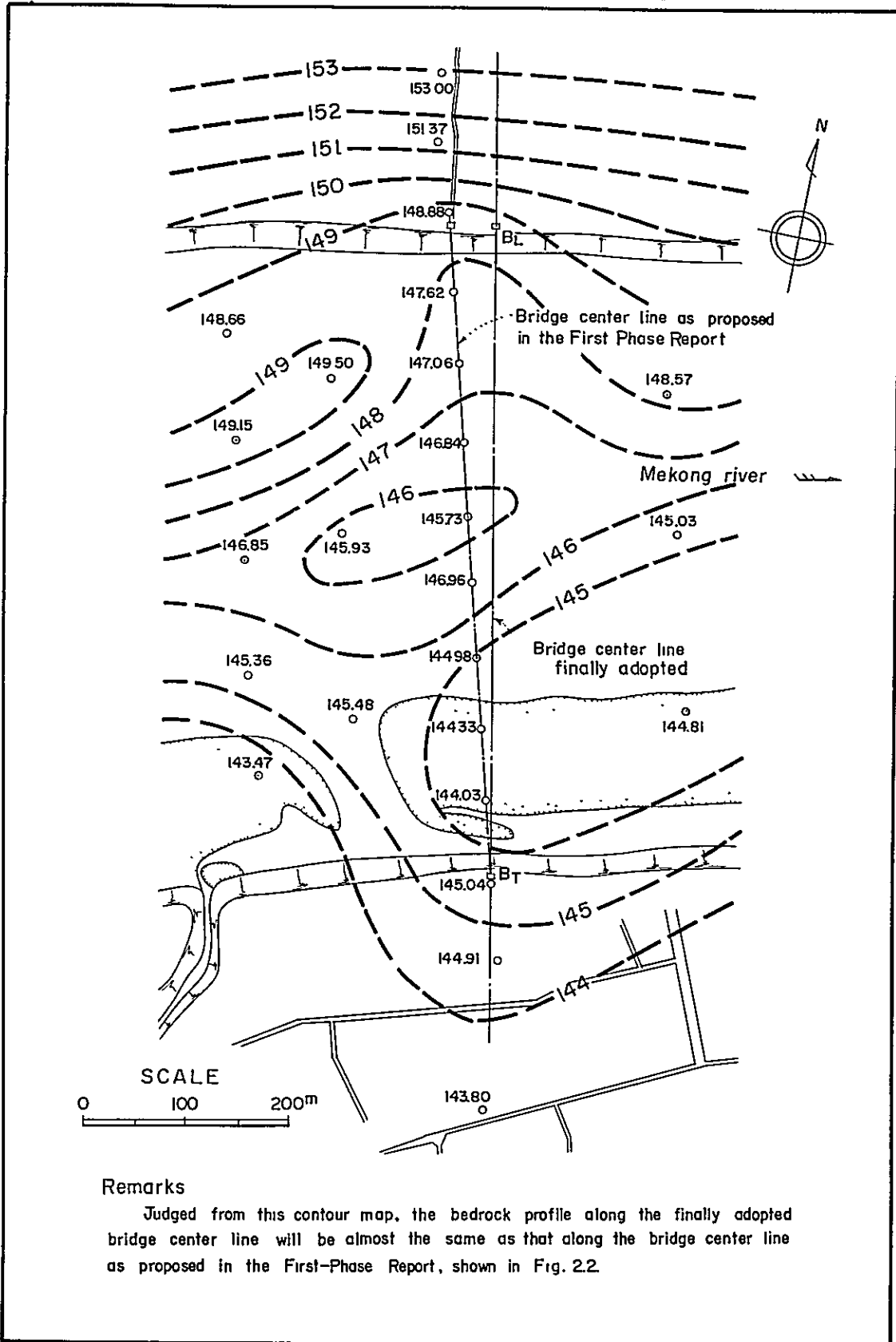


Fig. 2.3. CONTOUR MAP OF ASSUMED
BEDROCK SURFACE AT BRIDGE SITE



Remarks

Judged from this contour map, the bedrock profile along the finally adopted bridge center line will be almost the same as that along the bridge center line as proposed in the First-Phase Report, shown in Fig. 2.2.

GEOLOGICAL RECORDS OF TEST DRILLING HOLES (I)

Data 2.1.

HOLE NO 1

LOCATION : Left Bank(Laas)
ELEVATION OF SURFACE, 168 M, 33

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N-VALUE
	1	167.13	Surface soil		1.20	1.20	*	Light yellow, fine silt and clay	20 40 60
	2		Silt and clay					Silty clay, light brown N=39/30 cm	
	3							N=35/30 cm	
	4							N=34/30 cm	
	5							Silty clay, N=30/30 cm	
	6							Light grey N=32/30 cm	
	7		Silt					Clayey silt N=25/30 cm	
	8							N=15/30 cm	
	9							Light brown silt N=17/30 cm	
	10	158.33	Sand and gravel		8.80	10.00		Containing gravel # 4 cm N=17/30 cm	
	11							N=20/30 cm	
	12							Light brown, N=21/30 cm	
	13							Earthy sand with pebble N=31/30 cm	
	14							Sand with pebble N=24/30 cm	
	15		Weathered siltstone					N=23/30 cm	
	16							N=19/30 cm	
	17	151.93				6.40	16.40	N=16/30 cm	
	18		Firm siltstone					Reddish brown fragments of N=33/30 cm siltstone	
	19							Reddish siltstone N=50/23 cm	
	20	148.93				3.00	19.40		
	21		Firm siltstone					Firm reddish brown	
	22								
	23								
	24	144.33				4.60	24.00		

HOLE NO 2

LOCATION : Riverbed
ELEVATION OF SURFACE, 155 M, 73

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N-VALUE
	1		Fine sand and silty sand					Light brownish grey, Fine sand N=2/30 cm	20 40 60
	2							N=2/30 cm	
	3							N=4/30 cm	
	4							N=8/30 cm	
	5							Grey silty Sand N=4/30 cm	
	6							N=6/30 cm	
	7	148.03				7.70	7.70	N=5/30 cm	
	8		Sand with pebble					N=17/30 cm	
	9							Grey sand with pebble N=19/30 cm with pebble	
	10							N=20/30 cm	
	11		Siltstone					N=67/30 cm	
	12	144.03				4.00	11.70		
	13	143.53	Shale					Reddish brown siltstone N=4.50	12.20
	14							Reddish brown shale	
	15							cracked	
	16		Shale						
	17	139.13				4.40	16.60		
	18								
	19								
	20								

HOLE NO 3

LOCATION : Riverbed
ELEVATION OF SURFACE, 155 M, 73

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N-VALUE
	1		Sand					Grey, fine sand N=2/30 cm	20 40 60
	2							N=5/30 cm	
	3							Medium grained sand	
	4							Silty sand N=8/30 cm	
	5							Fine sand	
	6	149.73	Silt					N=5/30 cm	
	7							Silt	
	8	147.73				7.00	8.00		
	9		Fine sand					N=16/30 cm	
	10							Fine sand N=16/28 cm	
	11	144.33	Shale					N=80/15 cm	N=100
	12	143.68				0.65	12.05	Reddish brown shale	
	13		Siltstone					Massive siltstone	
	14	141.48				2.20	14.25		
	15		Shale					Silty shale cracked	
	16								
	17	138.58				2.90	17.15		
	18								
	19								
	20								

GEOLOGICAL RECORDS OF TEST DRILLING HOLES (2)

Data 21.

HOLE NO 4

LOCATION : Riverbed
ELEVATION OF SURFACE 151.92 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
	1	150.42	Sand and Pebble		1.50	1.50		Light yellow sand and pebble N=9/30cm			
	2	149.92	Gravel		0.50	2.00		Gravel			
	3		Weathered and fragmental siltstone with gravel					N=25/30cm Weathered siltstone with gravel N=32/30cm			
	4	147.62	Gravel		2.30	4.30					
	5							Firm shaly siltstone			
	6							Firm siltstone			
	7							Firm siltstone			
	8				8.00			Fine-grained siltstone			
	9				9.00			Firm siltstone			
	10							Firm siltstone			
	11							Firm siltstone			
	12							Firm siltstone			
	13	138.92			8.70	13.00					
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										

HOLE NO 5

LOCATION : Riverbed
ELEVATION OF SURFACE 150.96 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
	1		Sand and gravel		1.50	1.50		Yellow brown sand and pebble N=16/30cm			
	2	148.98	Gravel		0.50	2.00		Gravel and sand			
	3		Weathered siltstone with gravel					N=23/30cm Weathered siltstone and gravel N=30/30cm			
	4	147.06	Siltstone		1.90	3.90					
	5	146.46	Shale		0.60	4.50		N=50/1cm Siltstone			N=136
	6	145.96	Shale		0.50	5.00		Shale, crushed			
	7							Siltstone, sand			
	8							Vertical joint at 7.5m			
	9							Siltstone			
	10							Siltstone			
	11							Siltstone			
	12							Siltstone			
	13	137.96			8.00	13.00					
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										

HOLE NO 6

LOCATION : Riverbed
ELEVATION OF SURFACE 153.58 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
	1							Grey, fine sand			
	2							Grey, fine sand			
	3							Grey, fine sand			
	4							Grey, fine sand			
	5							Grey, fine sand			
	6	147.58			6.00	6.00		N=24/30cm Sand with pebble			
	7	146.58			1.00	7.00		N=32/30cm Gravel with weathered siltstone			
	8	144.98			1.60	8.60		N=50/25cm Siltstone with joints			
	9							Siltstone			
	10							Siltstone			
	11							Siltstone			
	12							Siltstone			
	13	139.98			5.00	13.60		Massive siltstone			
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										

GEOLOGICAL RECORDS OF TEST DRILLING HOLES (3)

Data 2.1.

HOLE NO 7

LOCATION : Riverbed
ELEVATION OF SURFACE, 149 M 84

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE
	1	148.94	Gravel with rock fragments		0.90	0.90	*	Chert gravel and fragments of siltstone N=18/30 cm Gravel, sand and silt N=22/30 cm	20 40 60
	2		Gravel, sand and silt		2.10	3.00		N=50/11 cm	N=136
	3	146.84						Reddish brown siltstone	
	4							Partly shaly	
	5							Vertical joint at 8.5m	
	6							Siltstone	
	7							Shaly siltstone	
	8							Sand	
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
	16	133.63							
	17								
	18								
	19								
	20								

HOLE NO 8

LOCATION : Riverbed
ELEVATION OF SURFACE, 150 M 73

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE
	1	149.23	Mud and sand		1.50	1.50	*	Mud and grey sand N=27/30 cm	20 40 60
	2		Sand and gravel		2.50	4.00		Mud, sand and gravel N=25/30 cm Sand and gravel N=37/30 cm	
	3							Gravel and siltstone fragments	
	4	146.73	Gravel and rock fragments		5.00	5.00		Shaly siltstone	
	5							Siltstone	
	6							Siltstone vertical joint between 7m and 8m	
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13	137.73							
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								

HOLE NO 9

LOCATION : Riverbed
ELEVATION OF SURFACE, 151 M 61

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE
	1				4.30	4.30	*	N=4/30 cm Fine sand with pebbles N=18/30 cm	20 40 60
	2		Sand with pebble					Gravel N=19/30 cm Gravel N=70/30 cm Siltstone N=150	
	3							Shaly shale cracked	
	4	147.31	Gravel		4.65	4.65		Siltstone	
	5	146.66	Siltstone		5.55	5.55		Siltstone	
	6	146.06	Shale		7.25	7.25			
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13	138.81							
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								

GEOLOGICAL RECORDS OF TEST DRILLING HOLES (4)

Data 2.1.

HOLE NO 10

LOCATION - Riverbed
ELEVATION OF SURFACE 151 M.13

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFI- CATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM		CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
					m	cm			20	40	60
	1	150.13	Muddy sand		1.00	1.00	*	Muddy sand N=37/30cm			
	2		Sand and pebble		2.00	3.00		Fine sand with pebble N=18/30cm			
	3	148.13						N=19/30cm			
	4		Gravel and sand					N=26/30cm			
	5	146.03			2.10	5.10					
	6	145.03	Weathered siltstone		1.00	6.10		Fragmental siltstone			
	7							Reddish brown siltstone			
	8		Siltstone		2.00	8.10					
	9				1.00	9.10		Ditto, brittle			
	10	141.03			1.00	10.10		Siltstone			
	11	140.03	Sandstone		1.00	11.10		Fine grained sandstone			
	12				1.70	12.80		Shaly siltstone			
	13				0.30	13.10		Ditto, cracked			
	14										
	15		Siltstone								
	16							Massive siltstone			
	17	134.03			4.00	17.10					
	18										
	19										
	20										

HOLE NO 11

LOCATION - Riverbed
ELEVATION OF SURFACE 152 M.16

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFI- CATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM		CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
					m	cm			20	40	60
	1		Sand and gravel		1.90	1.90	*	Brown gravel Contents: 40~70%			
	2	150.26									
	3	148.66	Clay		1.60	3.50		Hard clay N=30/72cm			N=68
	4				0.60	4.10		Reddish brown siltstone			
	5										
	6							Reddish brown, clayey siltstone			
	7		Siltstone								
	8										
	9										
	10										
	11										
	12	139.66			8.40	12.50					
	13										

HOLE NO 13

LOCATION - Riverbed
ELEVATION OF SURFACE 149 M.82

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFI- CATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM		CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
					m	cm			20	40	60
	1	148.57	Weathered shale		1.25	1.25	*	Weathered shale N=50/25cm			
	2	148.02	Shale		0.65	1.80		Shale, cracked			
	3										
	4		Siltstone								
	5										
	6										
	7	142.62			5.40	7.20					
	8										
	9										

HOLE NO. 12

LOCATION - Riverbed
ELEVATION OF SURFACE 150 M.95

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFI- CATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM		CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
					m	cm			20	40	60
	1	150.55	Sand		0.40	0.40	*	Grey med sand			
	2	149.15	Sand and gravel		1.40	1.80		Sand, Pebble and gravel with siltstone fragment N=30/30cm			
	3										
	4										
	5										
	6		Siltstone and shale (alternated)					Fine-grained siltstone and shale (alternated)			
	7										
	8										
	9										
	10										
	11										
	12	138.95			10.20	12.00					
	13										

HOLE NO 14

LOCATION - Riverbed
ELEVATION OF SURFACE 151 M.35

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFI- CATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM		CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
					m	cm			20	40	60
	1		Sand and gravel				*	Gray sand and gravel N=24/30cm			
	2										
	3										
	4	147.35			4.00	4.00		Containing N=28/30cm N=21/30cm siltstone fragments			
	5	146.85	Weathered siltstone		0.50	4.50		Weathered siltstone N=23/30cm			
	6							Shaly			
	7										
	8										
	9		Siltstone								
	10							Shaly			
	11										
	12										
	13	137.85			9.00	13.50					
	14										
	15										

GEOLOGICAL RECORDS OF TEST DRILLING HOLES (5)

Data 2.1.

HOLE NO 15

LOCATION . Riverbed
ELEVATION OF SURFACE. 156 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFI- CATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
	1							N=2/32cm			
	2							Grey,			
	3							N=5/30cm			
	4		Fine sand					Fine sand			
	5							N=6/30cm			
	6							N=12/30cm			
	8	147.61			8.50	8.50					
	9										
	10		Sand and pebble					Sand and pebble			
	11	144.81			2.80	11.30		N=58/30cm			
	12										
	13										
	14		Siltstone					Siltstone			
	15										
	16	139.81			5.00	16.30					
	17										
	18										
	19										
	20										

HOLE NO 16

LOCATION . Riverbed
ELEVATION OF SURFACE. 155 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFI- CATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
	1							Grey, fine sand			
	2		Sand								
	3	151.98			3.30	3.30		N=4/30cm			
	4		Sand with pebble					Sand with subangular pebble			
	5										
	6	149.28			2.70	6.00					
	7							Fine sand			
	8		Sand					N=16/30cm			
	9	146.28			3.00	9.00					
	10	145.48	Weathered siltstone		0.80	9.80		Weathered siltstone			
	11		Siltstone					Clayey siltstone			
	12	143.48			2.00	11.80		Shale			
	13	142.78	Siltstone		0.40	12.20		Clayey siltstone			
	14	142.08	Shale		0.70	12.90		Shale			
	15	141.48	Siltstone		0.60	13.50		Siltstone			
	16		Shale					Shale			
	17	139.48			2.00	15.50		Sound siltstone			
	18		Siltstone								
	19										
	20										
	21		Shale					Shale			
	22										
	23										
	24	131.48			5.90	23.60					
	25										
	26										
	27										
	28										
	29										
	30										

HOLE NO 17

LOCATION . Riverbed
ELEVATION OF SURFACE. 152 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFI- CATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
	1							Grey sand			
	2										
	3		Sand								
	4										
	5										
	6	146.16			6.20	6.20		Accompanied pebbles			
	7	145.36	Weathered siltstone		0.80	7.00		Weathered			
	8							Siltstone partly shale			
	9										
	10										
	11		Siltstone					Siltstone			
	12										
	13										
	14										
	15	137.36			8.00	15.00					
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										

GEOLOGICAL RECORDS OF TEST DRILLING HOLES (6)

Data 21.

HOLE NO 18

LOCATION - Riverbed
ELEVATION OF SURFACE, 151.20 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE			
									20	40	60	
	1	149.50	Gravel		1.70	1.70		Subangular or round N=50/13cm			N=115	
	2		Shale		1.90	3.60		Reddish brown shale, cracky after drying				
	3	147.60										
	4		Siltstone					Siltstone				
	5							Shaly, fine-spotted				
	6											
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											
	15											
	16	135.20			12.40	16.00						
	17											
	18											
	19											
	20											

HOLE NO 19

LOCATION - Riverbed
ELEVATION OF SURFACE, 155.57 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE			
									20	40	60	
	1		Sand					Fine sand				
	2											
	3											
	4											
	5											
	6	149.07			6.50	6.50						
	7	148.57	Silt		0.50	7.00		Loamy silt N=21/30cm				
	8		Sand and pebble					Fine sand with pebble N=14/30cm				
	9											
	10	145.57			3.00	10.00						
	11		Gravel					Gravel φ = 5 - 6cm N=40/10cm			N=135	
	12	143.47			2.10	12.10						
	13		Siltstone					(Core lost)				
	14							(Core lost)				
	15							Reddish-brown siltstone				
	16											
	17											
	18							Firm siltstone				
	19											
	20							(Core lost)				
	21							Reddish brown siltstone party conchoidal				
	22											
	23											
	24											
	25											
	26											
	27											
	28	127.57			15.90	28.00						
	29											
	30											

HOLE NO 20

LOCATION : Riverbed
ELEVATION OF SURFACE, 150.93 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE							
									20	40	60					
	1		Sand					Grey med sand N=15/30cm								
	2	148.93								2.00	2.00					
	3		Sand and gravel					Sand & gravel with weathered siltstone N=27/30cm								
	4															
	5	145.93			1.00	5.00		weathered siltstone N=50/25cm								
	6		Siltstone					Fine-grained siltstone								
	7															
	8															
	9															
	10															
	11															
	12															
	13	137.93								8.00	13.00					
	14															
	15															
	16															
	17															
	18															
	19															
	20															

GEOLOGICAL RECORDS OF TEST DRILLING HOLES (7)

Data 2.1.

HOLE NO 21

LOCATION, Right Bank (Thai)
ELEVATION OF SURFACE, 166 M, 59

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
	1		Loom					Light brown loam N=5/30cm			
	2		Loom					N=7/30cm			
	3		Loom					N=7/30cm			
	4	162.59			4.00	4.00		N=8/30cm			
	5							Light brown clayey N=12/30cm			
	6							570 TWS 630			
	7		Silt					N=11/30cm			
	8		Silt					740 TWS 780			
	9		Silt					Dark brown N=8/30cm			
	10		Silt					Gray brown N=10/30cm			
	11	156.59			7.00	11.00		1030 TWS 1085 1125			
	12							Fine-grained			
	13							N=17/30cm			
	14							Medium-grained			
	15		Sand					N=23/30cm			
	16		Sand								
	17		Sand					N=36/30cm			
	18		Sand					Coarse-grained			
	19	147.59			8.00	19.00					
	20		Sand & pebbles					N=37/30cm			
	21		Sand & pebbles					N=29/30cm			
	22	145.04			1.50	21.55		N=45/15cm			
	23	144.59	Siltstone		0.45	22.00		Siltstone			
	24										
	25										
	26										
	27										
	28										
	29										
	30										

HOLE NO 22

LOCATION, Thai Luang
ELEVATION OF SURFACE, Unobserved

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
	1		Soil		0.40	0.40		Surface soil			
	2		Clay		1.20	1.60		Dark grey 070 TWS 135			
	3		Sand		1.30	2.90		Grey, brown, N=7/30cm coarse			
	4							Grey, silty 300 TWS 340			
	5							Grey, sandy			
	6		Clay					N=9/30cm			
	7		Clay					Gray brown, N=4/30cm sandy			
	8		Clay					Light yellow N=15/30cm			
	9		Clay					Yellow brown N=12/30cm			
	10		Clay		6.80	9.70		Reddish brown N=9/30cm			
	11		Sand					N=10/30cm			
	12		Sand		3.10	12.80		Clayey N=12/30cm			
	13		Sand					Grey brown N=15/30cm			
	14		Clay					N=17/30cm			
	15		Clay					Sandy, N=23/30cm			
	16		Sand		3.10	15.90		Containing pebbles N=26/30cm			
	17		Sand		0.80	16.70		N=17/30cm Clayey			
	18		Clay		1.10	17.80		Sandy N=13/30cm			
	19		Sand					N=17/30cm			
	20		Sand					Containing gravel N=19/30cm			
	21		Sand					N=19/30cm			
	22		Sand					Light grey, clayey N=18/30cm			
	23		Sand					N=28/30cm			
	24		Sand					Partly with gravels N=31/30cm			
	25		Sand					N=34/30cm			
	26		Sand		8.00	25.80		N=25/30cm			
	27		Clay					Yellow N=32/30cm brown			
	28		Clay		2.30	28.10		Sandy, Partly N=39/30cm with gravel			
	29		Clay					N=31/30cm			
	30		Clay					Fine-grained N=34/30cm			

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
	31							N=35/30cm			
	32							Containing gravel #10-50 μ m N=40/30cm			
	33							N=50/28cm			
	34							N=50/22cm			
	35							N=50/13cm			N=15
	36		Sand with gravel					Grey, N=50/21cm			N=71
	37		Sand with gravel					Containing N=50/27cm gravel #10-50 μ m			
	38		Sand with gravel					N=50/26cm			N=71
	39		Sand with gravel					N=50/21cm			
	40		Sand with gravel					N=50/25cm			
	41		Sand with gravel					With gravel N=50/23cm			
	42		Sand with gravel					N=50/21cm			N=71
	43		Sand with gravel					Cave-in N=50/21cm			N=71
	44		Sand with gravel					N=50/18cm			N=83
	45		Sand with gravel		16.20	44.30		N=50/17cm			N=68
	46		Sand with gravel					Finish			

GEOLOGICAL RECORDS OF TEST DRILLING HOLES (8)

Data 2.1.

HOLE NO 23

LOCATION : Thai - side
ELEVATION OF SURFACE. 163.81

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE			
									20	40	60	
	1		Clay					Yellow brown silty clay				
	2	161.51			N=4/30cm							
	3	160.51	Sand		2.30	2.30		Brown, med. grain				
	4	159.31			1.00	3.30						
	5		Sand			4.50		Brown, silty clay				
	6				1.20							
	7											
	8											
	9											
	10		Sand					Yellow brown sand				
	11											
	12											
	13											
	14											
	15	148.21	Gravel		11.10	15.60		Casing pipe				
	16											
	17	145.51										
	18	144.91	Weathered siltstone		2.70	18.30		Gravel $\phi = 10\text{cm}$				
	19	144.91			0.60	18.90						
	20		Firm siltstone					Firm reddish brown				
	21											
	22											
	23	140.41					4.50	23.40				
	24											

HOLE NO 24

LOCATION : Thai - side
ELEVATION OF SURFACE. 165.80

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE			
									20	40	60	
	1	164.80	Sandy clay w. pebble					Yellow brown sandy clay with pebble				
	2				1.00	1.00						
	3		Silty clay					Silty clay				
	4											
	5											
	6	159.60					5.20	6.20				
	7	158.80			Clay		0.80	7.00		Brownish grey clay		
	8											
	9		Clayey sand					Brown clayey sand				
	10											
	11											
	12		Silty sand					Grey brown				
	13	152.80					6.00	13.00				
	14											
	15											
	16	123.50					3.30	16.30				
	17		Gravel					Gravel Casing pipe				
	18											
	19		Gravel					Gravel				
	20											
	21	144.30					5.20	21.50				
	22	143.80	Weathered siltstone		0.50	22.00		Slightly weathered siltstone				
	23											
	24		Firm siltstone					Reddish - brown Firm siltstone				
	25											
	26	139.80					4.00	26.00				

HOLE NO 25

LOCATION : Thai - side
ELEVATION OF SURFACE. 164.71

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE				
									20	40	60		
	1		Clayey silt					Yellow					
	2												
	3												
	4												
	5												
	6		Sand					6.50 TWS					
	7								7.50 TWS				
	8	156.21					8.50	8.50		7.50 TWS			
	9		Sand					9.60 TWS					
	10									10.35 TWS			
	11												
	12												
	13												
	14		Gravel					Casing pipe					
	15	148.31					7.90	16.40					
	16												
	17		Gravel					Gravel $\phi = 10\text{cm}$					
	18												
	19	145.11	Firm siltstone		3.20	19.60		Gravel					
	20												
	21												
	22												
	23												
	24		Firm siltstone					Reddish brown Firm siltstone					
	25												
	26	139.7					5.40	25.00					

GEOLOGICAL RECORDS OF TEST DRILLING HOLES (9)

Data 21.

HOLE NO 26

HOLE NO 27

LOCATION : Thai-side
ELEVATION OF SURFACE, 165.41 M

LOCATION : Lotion side
ELEVATION OF SURFACE, 168.17 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
28	1	158.91	Sandy silt		6.50	6.50	*	Yellow brown sandy silt	20	40	60
	N=19/30cm										
	N=16/30cm										
	N=15/30cm										
	N=19/30cm										
	N=12/30cm										
29	7	154.41	Silty sand		4.50	11.00	*	N=11/30cm	20	40	60
	8							Silty sand			
	9							N=14/30cm			
	10							Sand			
	11							N=18/30cm			
	12							N=38/30cm			
	13							Sand and gravel			
	14							N=39/30cm			
	15							N=39/30cm			
	16							N=39/30cm			
	17							N=40/30cm			
30	21	141.41	Sand and gravel		13.00	24.00	*	N=41/30cm	20	40	60
	22							Yellow brown sand and gravel			
	23							N=40/30cm			
	24							N=41/30cm			
	25							N=42/30cm			
	26							Pebble			
	27							N=47/30cm			
	28							Pebble and gravel			
	29							N=43/30cm			
	30							N=42/30cm			
1	27	1	Gravel					Gravel	20	40	60
	28							N=42/30cm			
1	29	1	Gravel					Gravel	20	40	60
	30							N=42/30cm			

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
3	31	130.41	Gravel				%	Gravel	20	40	60
	32							N=41/30cm			
	33							β = 5-5 cm			
	34							N=43/30cm			
	35							N=11/30cm			
5	36	11.00	Gravel		11.00	35.00	%	Gravel	20	40	60
	37							β = 1-10 cm			
	38										
	39										
	40										
	41										
	42										
	43										
	44										

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
1	1	677.7	Soil		0.40	0.40	%	Soil	20	40	60
	2							Dark grey 10 Clayey loam			
	3							N=1/20cm			
	4							Containing humus			
	5							N=12/34cm			
	6							Containing light grey clay			
	7							N=17/30cm			
	8							Clayey sand			
	9							N=13/30cm			
	10							Containing mica			
	11							N=12/30cm			
	12							Sand			
	13							N=10/30cm			
	14							N=10/30cm			
	15							N=22/30cm			
	16							N=23/30cm			
	17							Accompanied with brown clay			
2	18	159.07	Sand with gravel		2.50	9.10	%	Sand with gravel	20	40	60
	19							N=31/30cm			
	20							N=25/30cm			
	21							N=38/39cm			
	22							Gravel, 10-30mm			
	23							N=32/30cm			
	24							Partly with gravel			
	25							N=50/22cm			
	26							N=30/30cm			
	27							Weathered siltstone			
3	28	152.27	Siltstone		6.80	15.90	%	Reddish brown decomposed	20	40	60
	29							N=50/22cm			
	30							Firm reddish brown siltstone			
	31							N=50/22cm			
	32							N=50/22cm			
	33							N=50/22cm			
	34							N=50/22cm			
	35							N=50/22cm			
	36							N=50/22cm			
	37							N=50/22cm			
4	38	151.37	Siltstone		0.90	16.80	%	Siltstone	20	40	60
	39							N=50/22cm			
	40							N=50/22cm			
1	41	145.17	Siltstone		6.20	23.00	%	Siltstone	20	40	60
	42							N=50/22cm			
	43							N=50/22cm			

GEOLOGICAL RECORD OF TEST DRILLING HOLE (10)

HOLE NO 28

LOCATION : Lotion Side
 ELEVATION OF SURFACE: 167.90 M

DATE	DEPTH	ELEV. TOP OF STRATUM	CLASSIFICATION OF ROCKS	COLUMNAR SECTION	THICKNESS OF STRATUM	ACCUMULATIVE THICKNESS OF STRATA	CORE RECOVERY	DESCRIPTION	N - VALUE		
									20	40	60
	1	167.10	Soil		0.80	0.80	*	Containing vegetable fiber			
	2		Loam		5.40	6.20		N=77/30cm Clayey			
	3	N=11/30cm Accompanying a little humus									
	4	N=15/30cm									
	5	N=15/30cm Brown									
	6	N=20/30cm Sandy									
	7	161.70	Sand with clay					N=11/30cm Containing			
	8	160.00	Sand with gravel		1.70	7.90		N=9/30cm pebbles			
	9							N=25/30cm Grey brown sand/gravel			
	10							N=22/30cm Gravel: $\phi 40$ m/m N=5/30cm 50 ^{mm} /m			
	11	156.30	Sand and gravel		3.70	11.60		N=12/30cm			
	12							Grey brown sand/gravel			
	13							N=35/30cm Sand/Gravel N=50/21cm = 1:1 Accompanied with			
	14	153.00	Siltstone		3.30	14.90		N=50/21cm a little clay			N=71
	15							Reddish-brown Slightly weathered			
	16		Siltstone								
	17										
	18										
	19										
	20										
	21	146.60									
	22										
	23										
	24										
	25										
	26										
	27										
	28										
	29										
	30										

Table 2.4. Summary of Soil Test

Location: Nong Khai													
Items	Unit	Characteristics											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sample No.		21	21	21	22	22	24	24	25	25	26	26	27
Bore Hole No.													
Sampling Depth	m	5.70-6.30	7.40-7.80	10.30-11.25	0.70-1.35	3.00-3.40	6.20-6.93	9.60-10.35	6.50-7.25	7.30-8.20	8.00-8.75	9.00-9.95	1.00-1.70
I. Observation		Reddish brown	Reddish brown	Reddish brown	Grey brown	Reddish brown	Reddish brown	Reddish brown	Reddish brown	Reddish brown	Reddish brown	Reddish brown	Yellow brown
II. Properties													
(1) Natural water content, w	%	20.11	21.23	24.04	26.25	36.70	22.04	28.42	25.41	25.75	25.75	25.40	16.45
(2) Specific gravity of soil, G		2.68	2.65	2.70	2.68	2.70	2.75	2.67	2.73	2.69	2.70	2.65	2.76
(3) Wet density, ρ_t	g/cm ³	1.875	1.940	1.893	2.044	1.789	2.009	1.792	1.899	1.891	1.948	1.992	2.067
(4) Dry density, ρ_d	g/cm ³	1.561	1.600	1.526	1.619	1.308	1.646	1.395	1.514	1.503	1.549	1.588	1.775
(5) Void ratio, e		0.717	0.656	0.769	0.655	1.064	0.671	0.914	0.803	0.790	0.743	0.669	0.555
(6) Degree of saturation, S	%	75.17	85.76	84.41	100	93.13	90.33	83.02	86.39	87.68	93.46	100	81.81
III. Grain Size													
(1) Constitution													
i) Gravel part	%	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
ii) Sand part	%	3.5	3.0	5.0	16.5	13.5	2.0	1.5	19.5	51.0	33.0	31.0	25.5
iii) Silt part	%	75.0	74.0	78.0	45.0	62.0	68.5	63.5	38.0	54.0	54.0	54.0	51.0
iv) Clay part	%	21.5	23.0	16.5	48.0	41.5	36.0	30.0	17.0	11.0	13.0	15.0	23.5
(2) Max. diameter	mm	0.105	0.105	0.105	4.8	2.0	0.105	0.105	0.42	0.84	0.42	0.42	2.0
(3) 60 % diameter, D ₆₀	mm	0.035	0.033	0.0403	0.016	0.013	0.017	0.018	0.06	0.13	0.07	0.063	0.06
(4) 10 % diameter, D ₁₀	mm	-	-	0.0018	-	0.0017	-	-	0.0018	0.004	0.0028	0.002	-
(5) Uniformity coefficient		-	-	22.4	-	7.65	-	-	33.3	32.5	25.0	31.5	-
(6) Grain size classification		Silty clay loam	Silty clay loam	Silty loam	Clay	Clay	Silty clay	Silty loam	Silty loam	Silty loam	Silty loam	Silty loam	Silty clay loam
(7) Unified classification		CL	CL	CL	CL or CH	CL or CH	CL	CL or CH	ML or OL	SC	ML or OL	CL	CL
IV. Consistency													
(1) Liquid limit, L.L.	%	33.25	39.80	35.20	49.80	52.00	37.10	53.10	28.20	24.10	26.40	26.85	36.50
(2) Plastic Limit, P.L.	%	20.45	21.70	22.05	17.37	20.47	20.64	24.33	22.15	18.66	22.49	18.49	11.68
(3) Plasticity index, P.I.		12.80	18.10	13.15	32.43	31.53	16.46	28.77	6.05	5.46	3.91	8.42	24.82
(4) Flow index, F.I.		6.30	8.48	8.25	10.10	10.10	12.80	5.10	5.95	5.10	5.05	5.05	15.70
V. Shearing Strength													
(1) Unconfined compression													
i) Compression strength	kg/cm ²	1.195	0.883	1.051	0.505	0.471	0.861	3.920	0.426	0.290	0.498	0.556	0.664
ii) Sensitivity ratio		2.36	1.56	4.08	1.18	1.64	1.38	5.16	N.G. \bar{L}	4.08	N.G. \bar{L}	N.G. \bar{L}	1.06
(2) Direct compression													
i) Cohesion, c	kg/cm ²	-	-	-	-	-	0.60	-	0.30	-	0.70	0.28	0.60
ii) Internal friction angle, ϕ		-	-	-	-	-	40°02'	-	37°36'	-	15°39'	22°47'	30°58'
(3) Triaxial compression													
i) Cohesion, c	kg/cm ²	0.50	0.80	0.45	0.925	0.20	0.82	1.15	0.21	0.10	0.35	0.24	0.50
ii) Internal friction angle, ϕ		12°25'	19°18'	10°46'	5°43'	8°32'	11°52'	13°30'	15°39'	16°42'	6°17'	8°32'	15°07'
VI. Consolidation													
(1) Initial void ratio, e ₀		0.610	0.672	0.670	0.642	1.360	0.689	0.876	0.769	0.657	0.616	0.680	0.682
(2) Preconsolidation Load, p ₀	kg/cm ²	3.50	4.50	3.20	1.22	1.17	3.00	4.90	3.00	2.63	3.90	2.48	0.56
(3) Compression index, C _c		0.198	0.186	0.147	0.161	0.361	0.235	0.308	0.251	0.201	0.137	0.146	0.158
(4) Coef. of consolidation, C _v	cm ² /sec	2.8x10 ⁻²	1.66x10 ⁻²	2.1x10 ⁻³	8.2x10 ⁻³	8.1x10 ⁻³	1.22x10 ⁻²	2.0x10 ⁻²	2.22x10 ⁻²	3.1x10 ⁻²	1.29x10 ⁻²	1.15x10 ⁻²	1.7x10 ⁻²
(5) Coef. of volume compressibility, M _v	cm ² /g	1.3x10 ⁻⁵	7.0x10 ⁻⁶	8.1x10 ⁻⁶	1.95x10 ⁻⁵	4.7x10 ⁻⁵	1.21x10 ⁻⁵	8.6x10 ⁻⁶	1.38x10 ⁻⁵	1.28x10 ⁻⁵	6.3x10 ⁻⁶	1.03x10 ⁻⁵	5.4x10 ⁻⁵
(6) Coef. of permeability, K	cm ² /sec	3.6x10 ⁻⁷	1.18x10 ⁻⁷	1.74x10 ⁻⁸	1.6x10 ⁻⁷	3.8x10 ⁻⁷	1.5x10 ⁻⁷	1.75x10 ⁻⁷	3.04x10 ⁻⁷	4.0x10 ⁻⁷	8.1x10 ⁻⁸	1.2x10 ⁻⁷	9.2x10 ⁻⁷

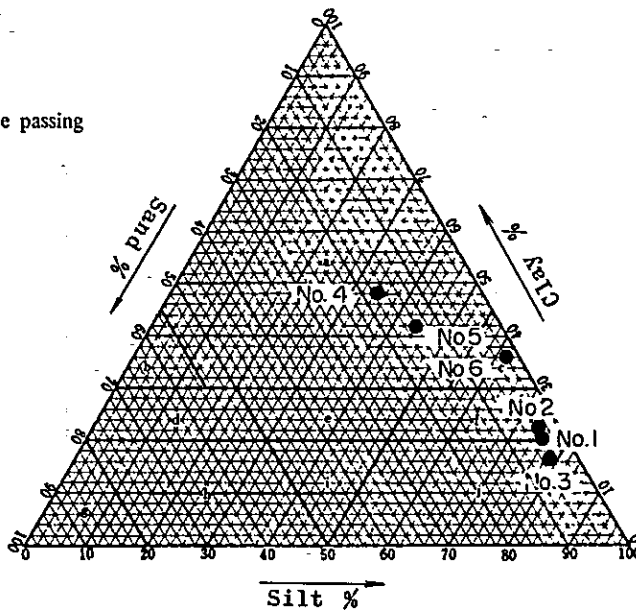
Remarks: \bar{L} Remolding was impossible.

MECHANICAL ANALYSIS (1)

Location Nong Khai

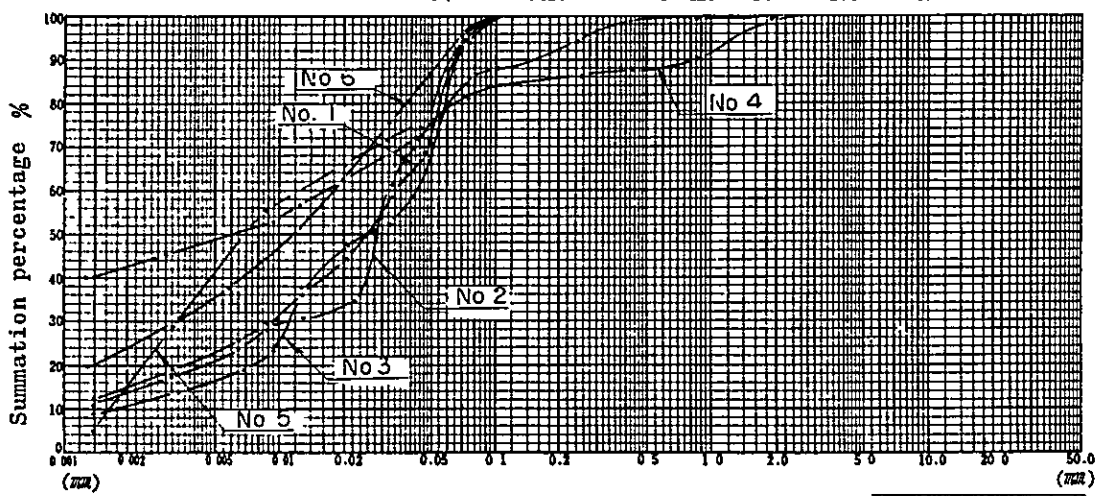
Soil classification of grain size (Sample passing 2000 μ sieve)

- a CLAY
- b SANDY CLAY
- c SILTY CLAY
- d SANDY CLAY LOAM
- e CLAYEY LOAM
- f SILTY CLAY LOAM
- g SAND
- h SANDY LOAM
- i LOAM
- j SILTY LOAM



Sample No.	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	Max. size mm	D60 mm	D10 mm	Uniformity Coeff.	2000 μ sieve			Sign of Plotted part on triangular diagram	Classification
									420 μ sieve	74 μ sieve	Passing sample (%)		
No 1	-	3.5	75.0	21.5	0.105	0.035	-	-	100	100	96.0	f	SILTYCLAY LOAM
No 2	-	3.0	74.0	23.0	0.105	0.033	-	-	100	100	97.0	f	SILTYCLAY LOAM
No.3	-	5.0	78.5	16.5	0.105	0.0403	0.0018	22.4	100	100	95.5	j	SILTY LOAM
No.4	1.0	16.5	34.5	48.0	4.8	0.016	-	-	99.0	87.0	82.0	a	CLAY
No.5	-	13.5	45.0	41.5	2.0	0.013	0.0017	7.65	100	98.5	86.5	a	CLAY
No.6	-	2.0	62.0	36.0	0.105	0.0107	-	-	100	100	98.5	c	SILTY CLAY

Grain size accumulation curve Sieve (No) μ No 200 74105 No 40 250 420 840 No 10 2000 4760



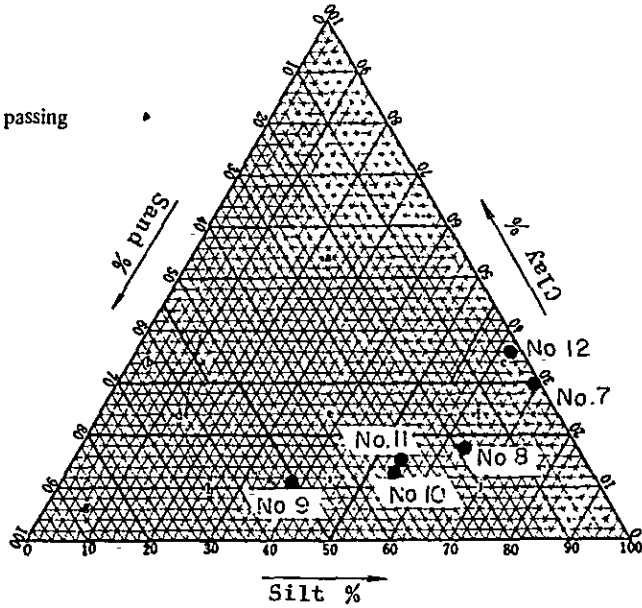
Sieve (mm)	0.001	0.005	0.074	2.0	4.8	9.52	19.1	25.4	38.1	50.8
Soil Type	Colloid	Clay	Silt	Sand	Gravel					

MECHANICAL ANALYSIS (2)

Location Nong Khai

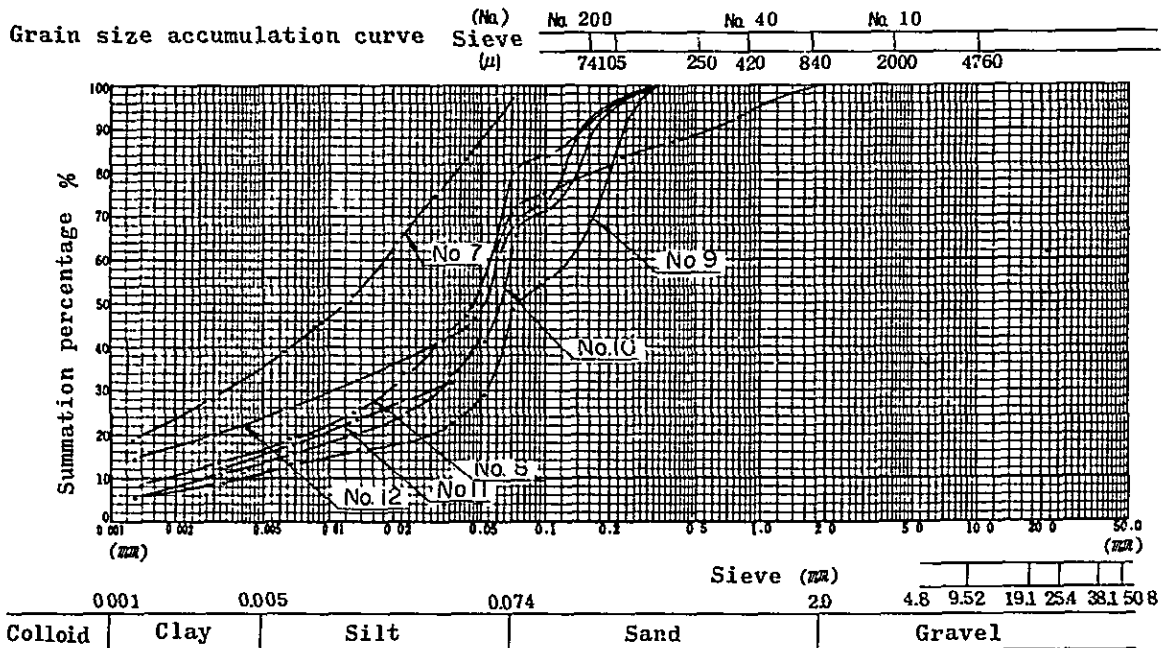
Soil classification of grain size (Sample passing 2000 μ sieve)

- a CLAY
- b SANDY CLAY
- c SILTY CLAY
- d SANDY CLAY LOAM
- e CLAYEY LOAM
- f SILTY CLAY LOAM
- g SAND
- h SANDY LOAM
- i LOAM
- j SILTY LOAM



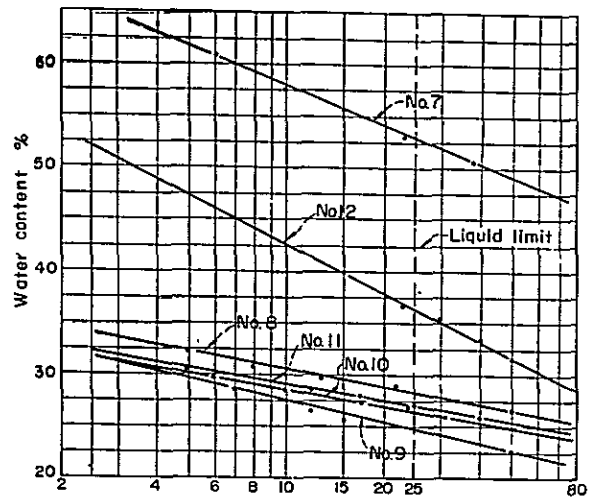
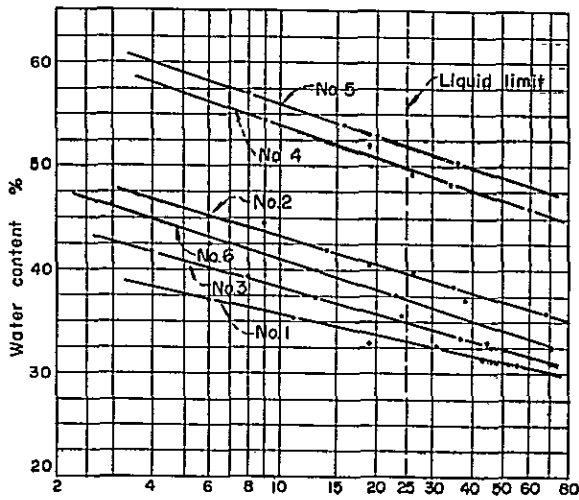
Sample No	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	Max size mm	D60 mm	D10 mm	Uniformity Coeff.	2000 μ sieve			Sign of Plotted part on triangular diagram	Classification
									2000 μ sieve	420 μ sieve	75 μ sieve		
									Passing sample (%)				
No. 7		1.5	68.5	30.0	0.105	0.018	-	-	100	100	98.5	c	SILTY CLAY
No. 8		19.5	63.5	17.0	0.420	0.006	0.0018	33.3	100	100	80.5	j	SILTY LOAM
No. 9		51.0	38.0	11.0	0.84	0.13	0.004	32.5	100	99.5	49.0	b	SANDY LOAM
No. 10		33.0	54.0	13.0	0.42	0.007	0.0028	25.0	100	100	67.0	j	SILTY LOAM
No. 11		31.0	54.0	15.0	0.42	0.063	0.002	31.5	100	100	69.0	j	SILTY LOAM
No. 12		25.5	51.0	23.5	2.0	0.06	-	-	100	90.5	74.5	c	SILTY CLAY LOAM

Grain size accumulation curve



Liquid Limit and Plastic Limit Tests

Sample No.	Liquid limit in percent	Plastic limit			Plasticity index	Flow index
		(1)	(2)	Mean		
1	33.25	20.76	20.14	20.45	12.80	6.30
2	39.80	21.67	21.72	21.70	18.10	8.48
3	35.20	22.17	21.92	22.05	13.15	8.25
4	49.80	17.49	17.24	17.37	32.43	10.10
5	52.00	20.62	20.32	20.47	31.53	10.10
6	37.10	20.66	20.62	20.64	16.46	10.00
7	53.10	24.75	23.91	24.33	28.77	12.80
8	28.20	23.27	22.02	22.15	6.05	5.10
9	24.10	18.46	18.85	18.66	5.46	5.95
10	26.40	22.54	22.43	22.49	3.91	5.10
11	26.85	18.50	18.36	18.43	8.42	5.05
12	36.50	11.85	11.50	11.68	24.82	15.70



Number of blows

Remarks: Soils passing 0.4mm sieve were used for deciding the liquid and plastic limits.

Data 2.4.

Direct Shear Test

Sample No.	Dry density (g/cm ³)	Normal stress (kg/cm ²)	Maximum shear stress (kg/cm ²)	Cohesion c (kg/cm ²)	Internal friction angle ϕ
6	1.650	0.6	1.118	0.60	40°02'
	1.618	1.1	1.511		
	1.649	1.6	1.739		
	1.630	2.1	2.400		
8	1.491	0.6	0.758	0.30	37°36'
	1.496	1.1	1.190		
	1.498	1.6	1.373		
	1.501	2.1	1.914		
10	1.480	0.6	0.874	0.70	15°39'
	1.507	1.1	0.963		
	1.499	1.6	1.137		
	1.501	2.1	1.309		
11	1.542	0.6	0.531	0.28	22°47'
	1.520	1.1	0.766		
	1.536	1.6	0.937		
	1.510	2.1	1.163		
12	1.754	0.6	0.973	0.60	30°58'
	1.770	1.1	1.237		
	1.781	1.6	1.560		
	1.783	2.1	1.654		

Triaxial Compression Test

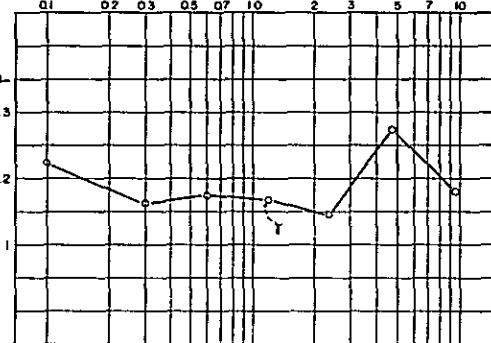
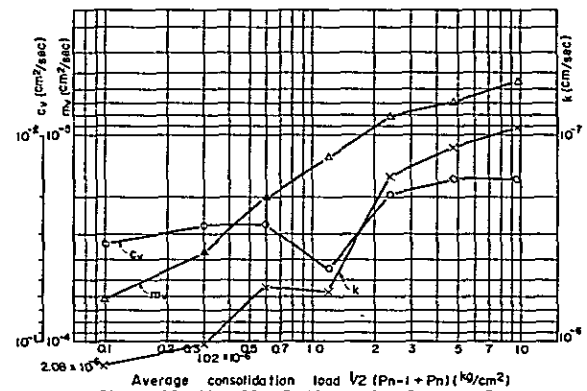
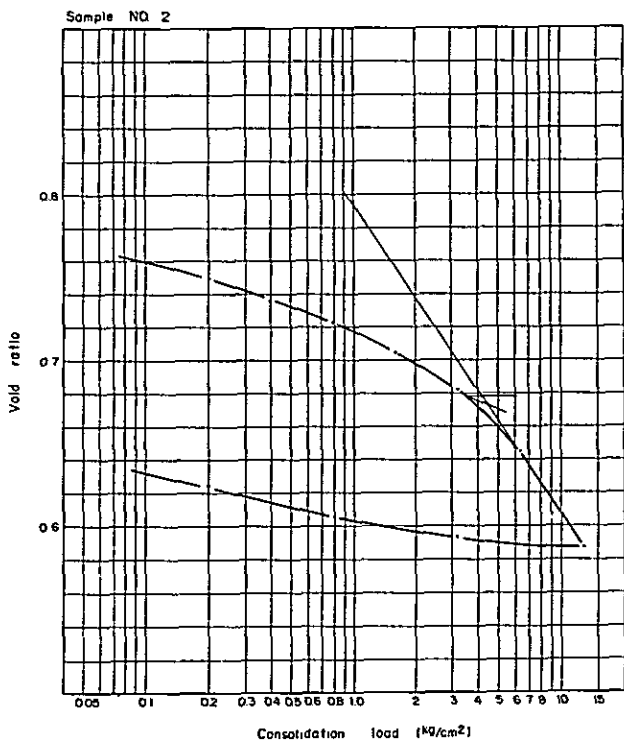
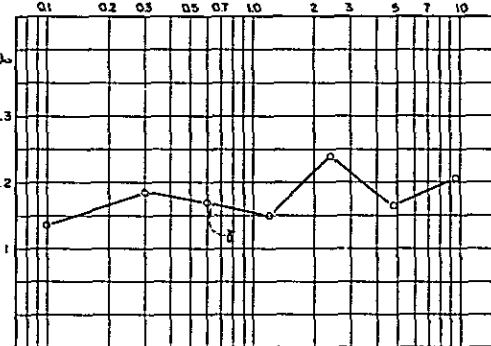
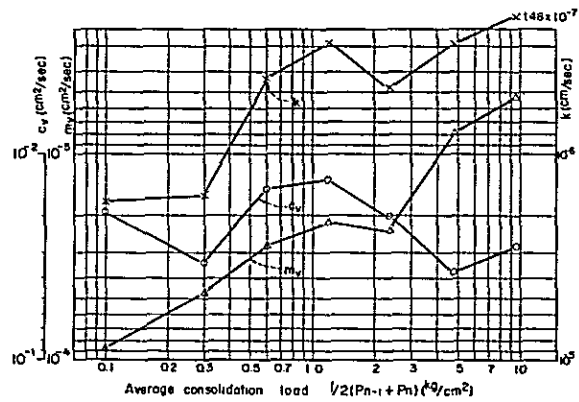
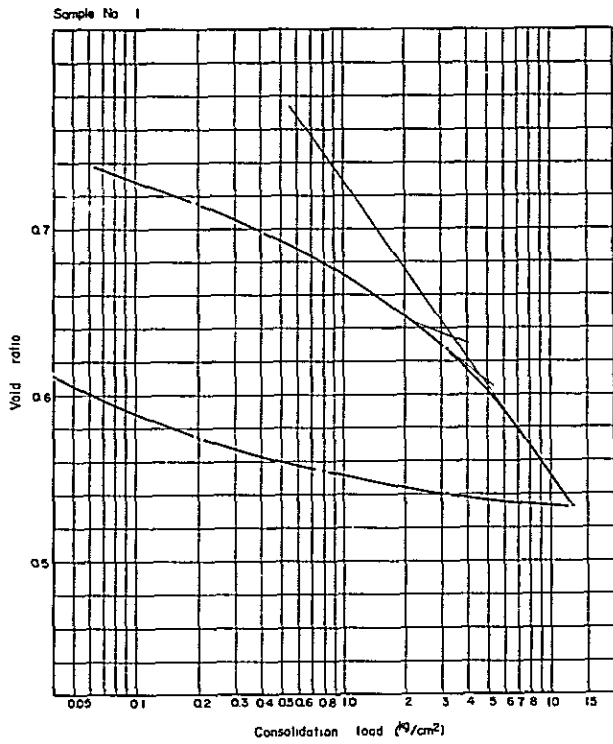
Sample No.	Dry density γ_d (g/cm ³)	Lateral pressure σ_3 (kg/cm ²)	Max. compression stress σ_1 (kg/cm ²)	Cohesion c (kg/cm ²)	Internal friction angle ϕ
1	1.600	1	1.803	0.50	12°25'
	1.561	2	2.431		
	1.562	3	2.776		
2	1.600	1	3.238	0.80	19°18'
	1.615	2	4.250		
3	1.543	1	1.569	0.45	10°46'
	1.526	2	2.038		
	1.509	3	2.747		
4	1.619	1	0.725	0.925	5°43'
	1.605	2	0.921		
	1.619	3	1.198		
5	1.273	1	0.828	0.20	8°32'
	1.308	2	1.161		
	1.329	3	1.804		
6	1.622	1	2.547	0.82	11°52'
	1.619	2	3.100		
	1.646	3	3.651		
7	1.406	1	3.602	1.15	13°30'
	1.400	2	4.182		
	1.395	3	4.691		
8	1.461	1	1.160	0.21	15°39'
	1.514	2	1.985		
	1.551	3	2.583		
9	1.503	1	1.031	0.10	16°42'
	1.481	2	1.896		
10	1.611	1	1.046	0.35	6°17'
	1.549	2	1.358		
	1.549	3	2.100		
11	1.595	1	0.961	0.24	8°32'
	1.588	2	1.231		
	1.580	3	1.709		
12	1.668	1	2.10	0.50	15°07'
	1.742	2	2.78		
	1.775	3	3.31		

Data 2.6.

Unconfined Compression Test

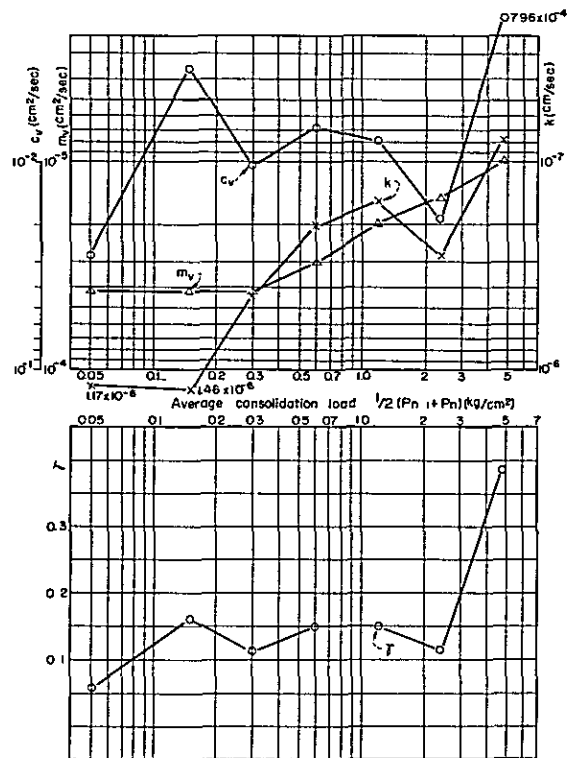
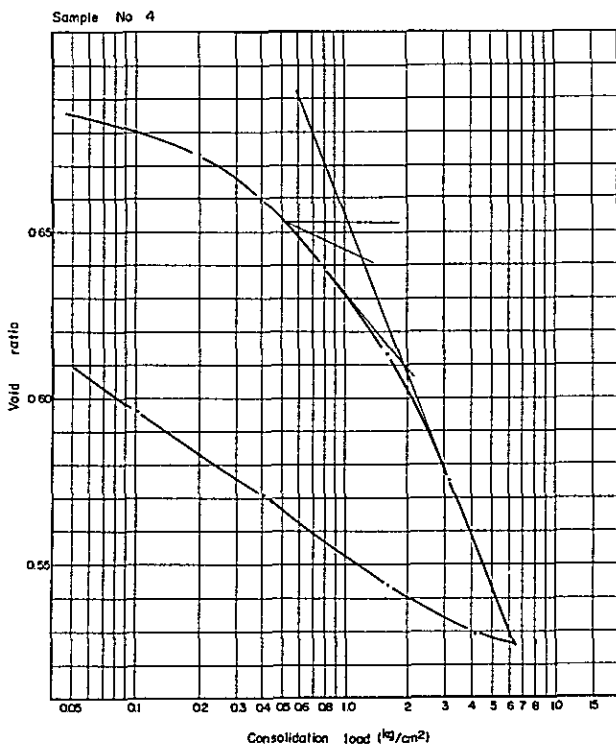
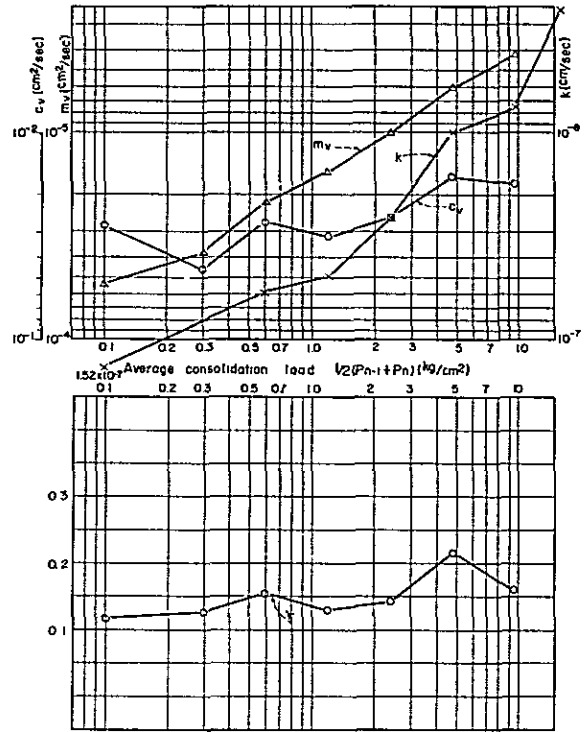
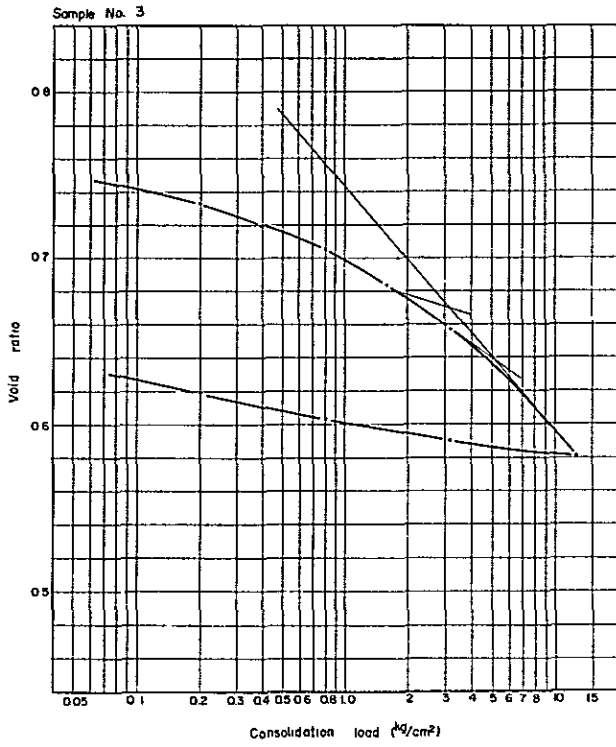
Sample No.	Mean water content (%)	Unit weight (g/cm ³)	Unconfined compression strength (kg/cm ²)		Sensitivity ratio
			undisturbed sample	disturbed sample	
1	19.06	1.878	1.195	0.508	2.36
2	27.41	1.878	0.883	0.564	1.56
3	22.89	1.858	1.051	0.258	4.08
4	26.77	2.030	0.505	0.427	1.18
5	38.27	1.803	0.471	0.287	1.64
6	24.86	1.965	0.861	0.626	1.38
7	28.70	1.797	3.920	0.760	5.16
8	27.18	1.848	0.426	-	-
9	21.17	1.838	0.290	0.071	4.08
10	25.76	1.934	0.498	-	-
11	25.85	1.950	0.556	-	-
12	16.51	1.992	0.664	0.627	1.06

CONSOLIDATION TEST (I)



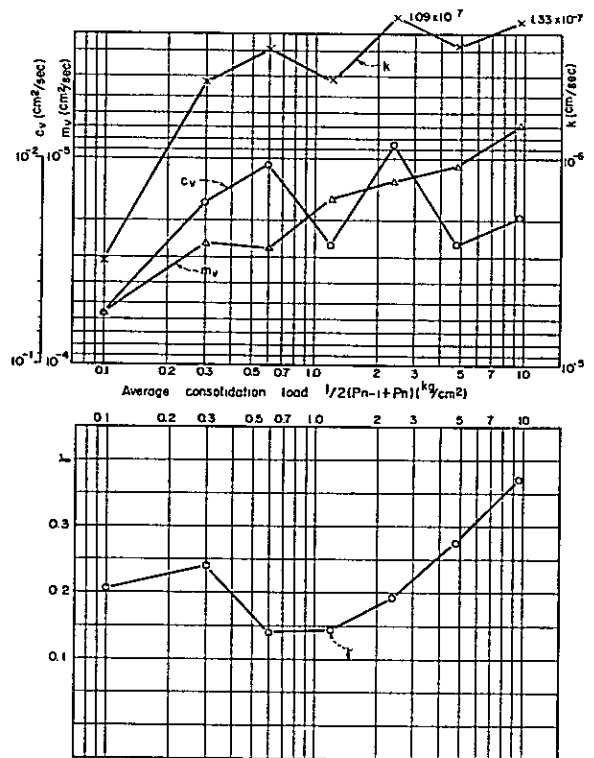
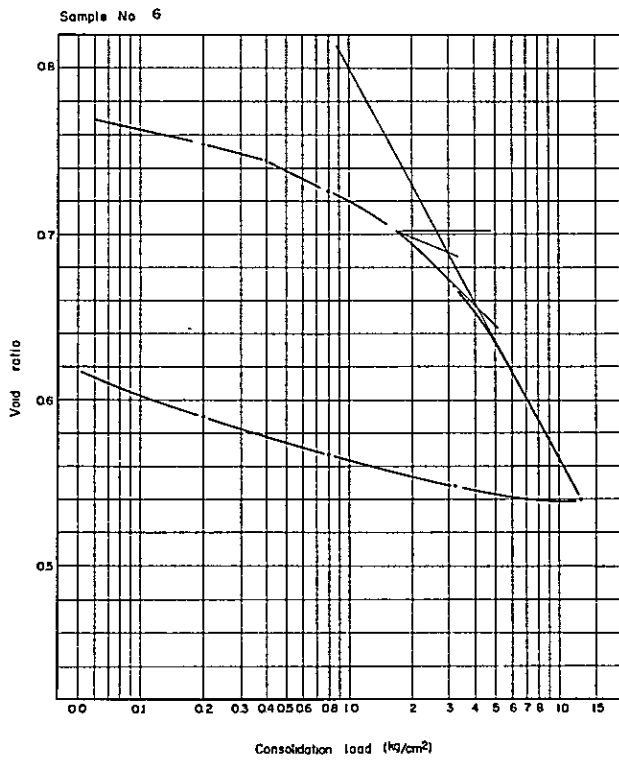
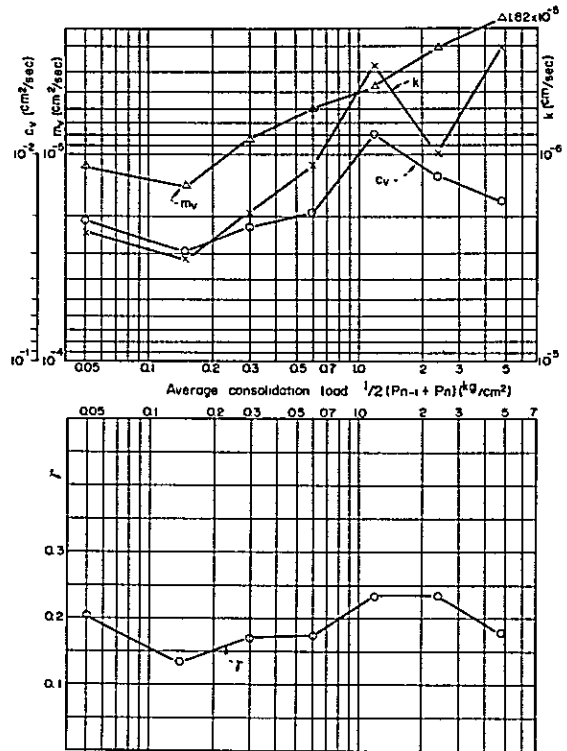
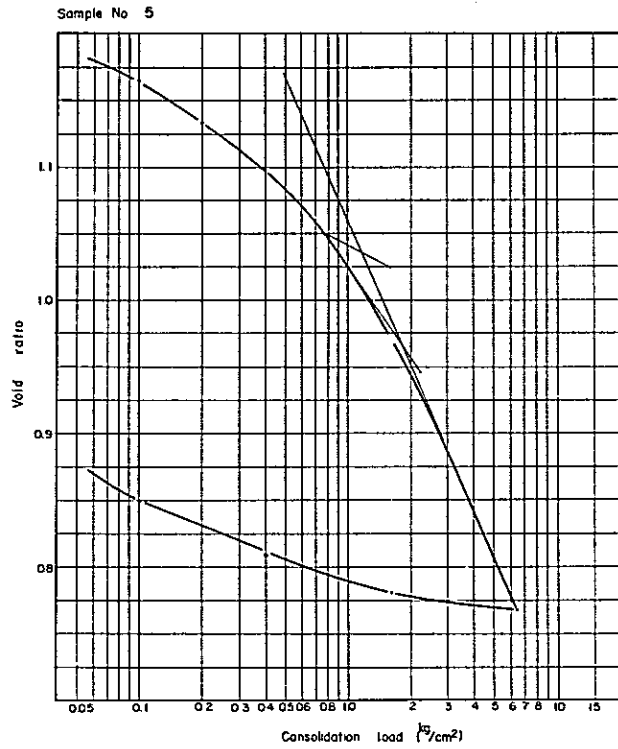
Remarks c_v Coefficient of consolidation
 m_v Coefficient of volume compressibility
 k Coefficient of permeability
 γ Primary compression ratio

CONSOLIDATION TEST (2)



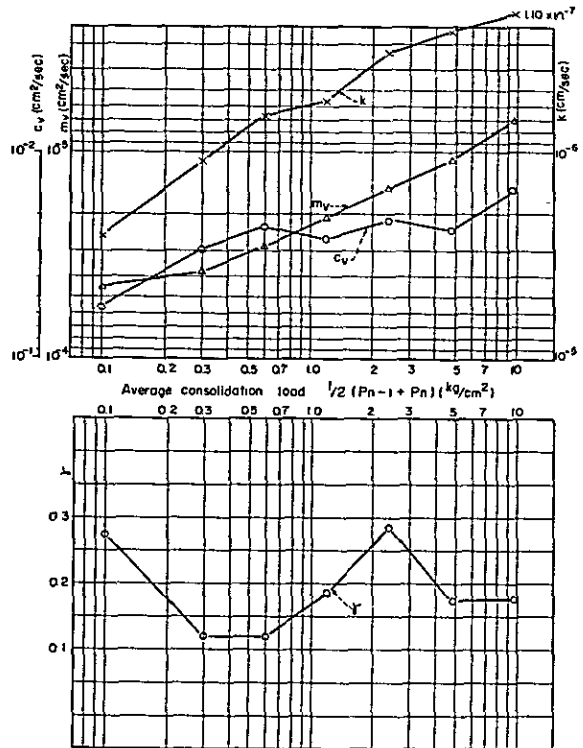
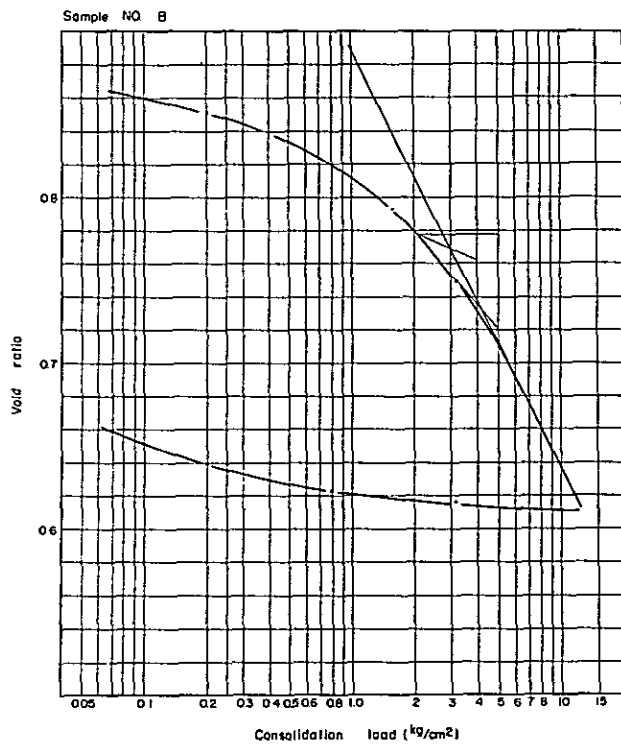
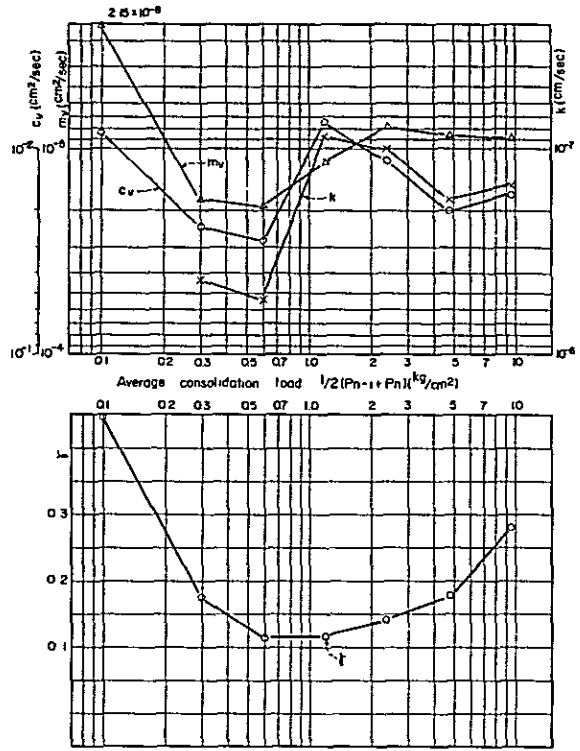
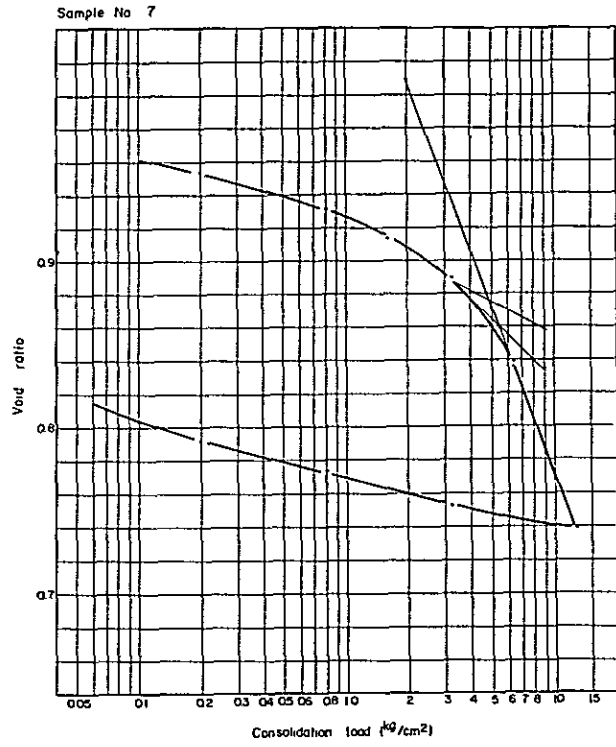
Remarks c_v Coefficient of consolidation
 m_v Coefficient of volume compressibility
 k Coefficient of permeability
 T Primary compression ratio

CONSOLIDATION TEST (3)



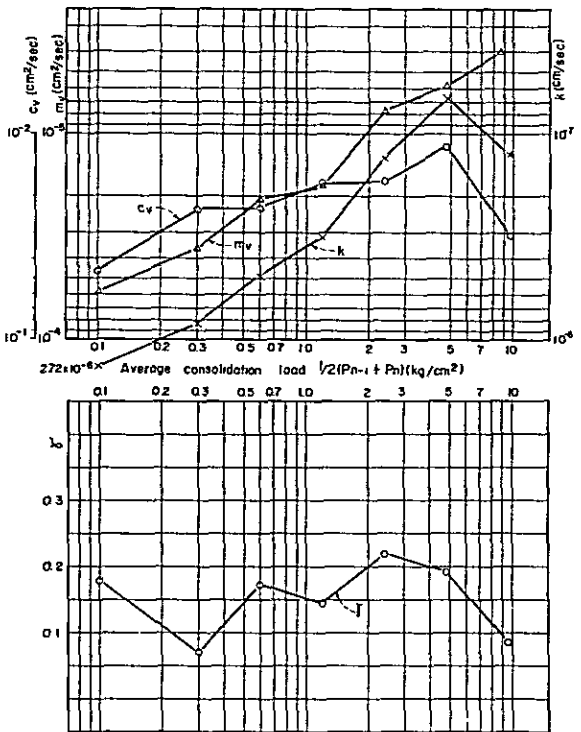
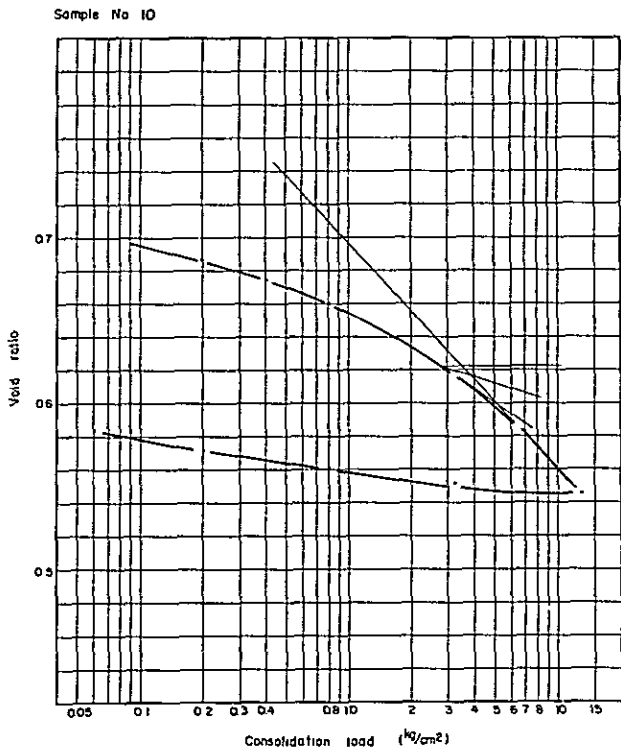
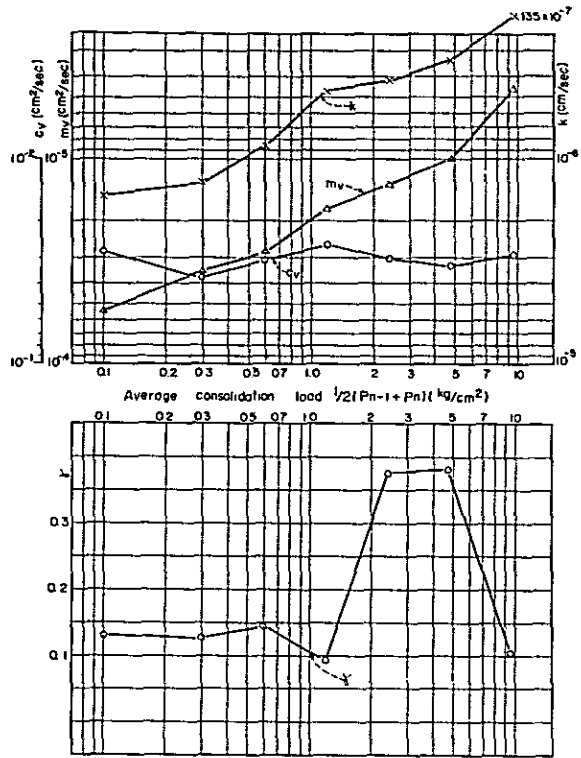
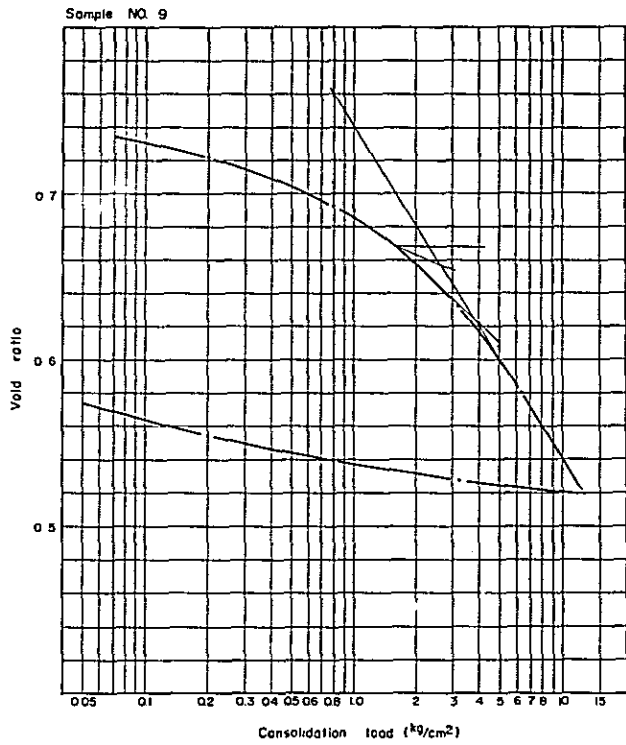
Remarks c_v Coefficient of consolidation
 m_v Coefficient of volume compressibility
 k Coefficient of permeability
 r Primary compression ratio

CONSOLIDATION TEST (4)



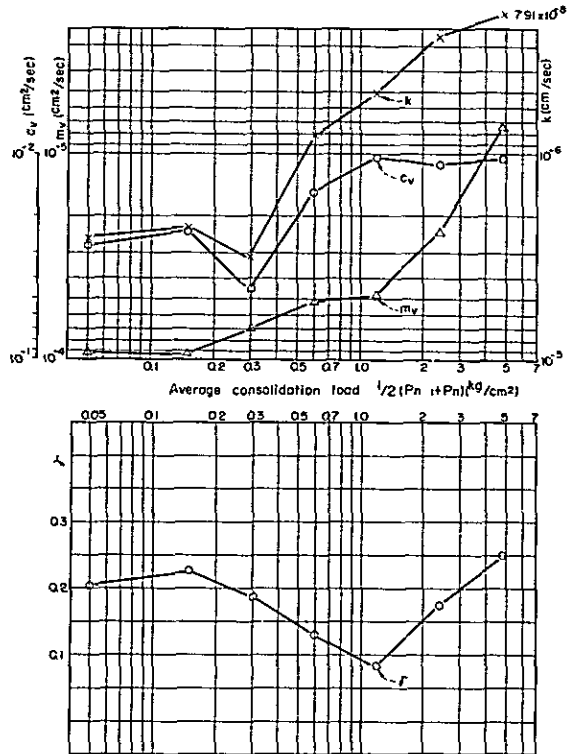
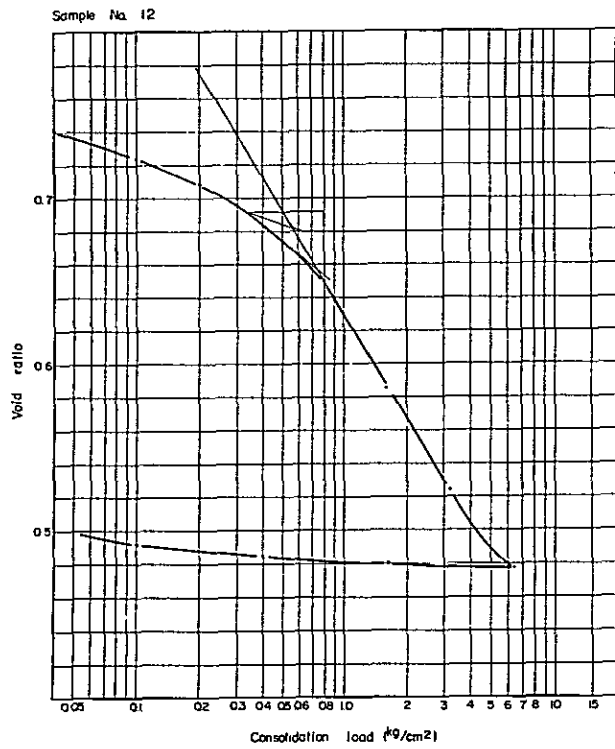
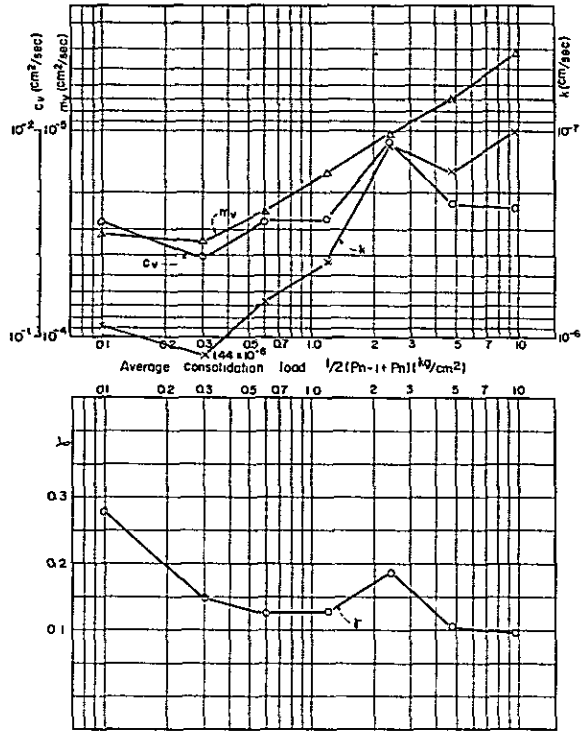
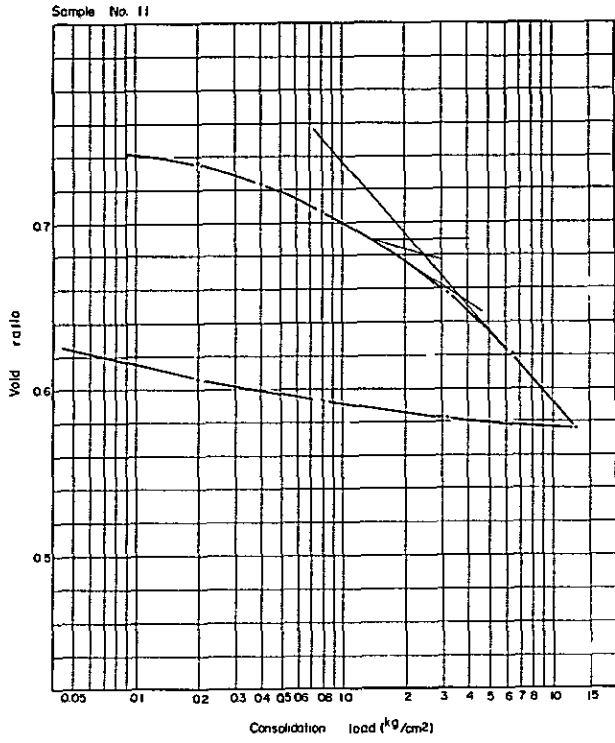
Remarks c_v Coefficient of consolidation
 m_v Coefficient of volume compressibility
 k Coefficient of permeability
 f Primary compression ratio

CONSOLIDATION TEST (5)



Remarks c_v Coefficient of consolidation
 m_v Coefficient of volume compressibility
 k Coefficient of permeability
 f Primary compression ratio

CONSOLIDATION TEST (6)



Remarks c_v Coefficient of consolidation
 m_v Coefficient of volume compressibility
 k Coefficient of permeability
 r Primary compression ratio

Compressive Strength of Core Samples of Silstone
As Tested at the Chuo University Laboratory in Tokyo
on August 17, 1968

Sample	Bore hole	Sampling depth (m)	Compressive strength (kg/cm ²)
No. 1	No. 5	7.5 - 7.7	173
No. 2	No. 6	10.45 - 10.60	170
No. 3	NO. 9	7.3 - 7.4	165
Mean			169

Compressive Strength of Core Samples of Siltstone
As Tested at the NEA Laboratory in Bangkok
on April 1, 1968

Bore hole	Sampling depth (m)	Compressive strength (kg/cm ²)
No. 1	20	115.3
No. 3	12	126.9

第 三 章

材 料 調 査

3.1. 一 般

ラオス、タイ両国には数多くの建設材料がある。例えば、セメント、木材、煉瓦、ラテライト、石材、碎石、コンクリート骨材等である。

木材、煉瓦、ラテライト等の普通の建設材料は計画地域周辺の各所から得られるが、碎石やセメントはノンカイやヴィエンチャンあるいはその周辺には得られない。このプロジェクトで使用されるセメントはバンコックの工場から直送され、碎石は計画地域の南方約550kmのサラブリ附近にある採石場から良質なものが供給される。タイ国鉄から得た情報によればナコンラッチャシマの東方約100kmのポリラムやソウレン地区、サラブリとポアヤイの中間に位置するコアタンボン地区、あるいはウドンの西130kmにあるロエイ地区にそれぞれ良質の碎石が存在するといわれている。

これらの採取地は第二次調査においては踏査されなかった。従って、この次の調査では詳しい調査を行なって適当な原石山¹を選定する必要がある。

また、パモン附近のメコン河両岸は砂岩が露出している。この砂岩は中生代後期のものでありやや硬質ではあるが一般に鉄道の道床として使用される碎石は耐摩硬度の高いものでなければならずその点でこの砂岩はあまり好ましいものとはいえない。

コンクリート骨材及び盛土材は架橋地点のすぐ近くから大量に採取することができる。第二次調査においては主としてこの上記2つの建設材料に重点を置いて調査が行なわれた。

3.2. コンクリート骨材

踏査は架橋地点からそれ程遠くない範囲にしぼって行なわれ、好ましい3つの砂と砂利の採取地が見つかった(図3.1.参照)サイトAは架橋地点の下流10.8kmのタイ側河床部であり、サイトBは62km下流のラオス側、及びサイトCは6.5km上流のタイ側にある。

これら3つの採取地から得られる砂及び砂利が細骨材、粗骨材として実際に使用可能なものかどうかを調べるために、図3.1.に示される如く11箇所²から試料が採取され、篩分け試験、比重試験、含水比試験、単位重量試験、洗い試験、有機不純物試験及びコンクリートの圧縮強度試験の以上7つの試験³が日本工業規格(JIS)の規定に従ってラオスの公共事業省のコンクリート実験室において行なわれた。試験結果は本章に編集されており表3.1.は要約である。

¹ 可能性報告書の第二部において行なわれた本プロジェクトの建設費の推定に当っては碎石の採取地としてサラブリを仮定している。

² 細砂試料はこれらの場所とは違う別の2箇所から採取された。

³ 撃耗試験は機械故障のため行なわれなかった。

試験結果によればこれら全ての試料は単位重量，比重，含水比，洗い試験（ $\phi 200$ の篩を通過する砂の割合を調べるもの）及び有機不純物等に対し交分許容の範囲内にあることが判明した。なお洗い試験の結果は3%¹以下であり有機不純物は殆んど含まれていなかった。

これらの試料は $\phi 200$ の篩を通過した細骨材が僅かであったにもかかわらず，粗粒率が比較的低かった。これは0.6mmから0.15mmの間のもが多く0.6mm以上のものが少なかったためであり中には極端なものもあり0.6mmから0.15mmに止まるものが80%もあるものが在った。従って少なくとも粗粒率を2.6迄上げるためには砂の粒度分布を変える事が望ましい。しかし $\phi 5$ 及び $\phi 11$ の試料の場合には好ましい粗粒率を示している。

粗骨材の最大粒径はサイトAのものが約60mm，サイトBのものが20mmそれにサイトCのものが45mmであった。サイトBの粗骨材はあまり小さ過ぎて普通のコンクリート構造物には使用できず，他の2箇所のものを使用するのが望ましい。

篩分け試験の結果，サイトA，サイトCの試料はJISの規定する限界内に入っており骨材としてふさわしく，逆にサイトBの砂利はこの限界から外れているので不適当といえる。従って $\phi 10$ 及び $\phi 11$ の試料を除いてはすべてこの限界から外れていることになる。本架橋計画のコンクリート構造物の予備設計の結果，砂，砂利のコンクリート及び舗装用骨材として使用される総量は約85,000 m^3 でありタイ側から55,000 m^3 ，ラオス側から約30,000 m^3 の砂，砂利を供給する必要がある。

タイ側の55,000 m^3 に関して3つの採取地を比べてみると，その殆んどをサイトCから採取するのが望ましいようである。またラオス側の30,000 m^3 の細，粗骨材はサイトBよりむしろタナレンの下流約15kmにあるハットコエイデンの砂州から採取するのが望ましい。ここでは現在ラオスの公共事業省が近代的な設備を以って大規模な砂や砂利の採取を行なっている。

コンクリートの細，粗骨材の供給に関する一通りの調査はこれで完了したが近い将来，更に詳しい調査を実施してコンクリート骨材をはじめ舗装用の砂や砂利の供給について明確な計画を立てることが是非とも必要である。

3.3. 盛土材料

良質の盛土材が新設道路の計画路線附近から採取できれば道路の建設は非常に経済的になるであろう。これに着目して図3.2に示される如く，タイ側の3つの道路候補線路に沿って6箇所から，土質試料が採取された。

採取試料は日本に送られ次の5種類の土質試験が行なわれた。即ち，粒度試験，コンシステンシーテスト，突き固め試験，直接剪断試験，三軸圧縮試験，及びC，B，R，試験である。また採取試料はいずれも著しい吸水膨張性を持っていることが判明したため，更に上記の試験に加えて膨潤試験も

¹ この数字はJISに規定されたものである。

行なわれた。これらの試験結果はすべて本章に掲載されており、その要約が表 3.2. に示されている。

粒度試験及びコンシステンシーテストの結果、行なわれた工学的分類によれば、これらの試料は湿潤と乾燥の状態で見れば著しい容積変化が見られ盛土材あるいは路床材として好ましくないものである。

また最適含水比の状態ですき固め、三軸圧縮、CBR の各試験を行なった結果、次のような事が明らかとなった。(1)かなり高い密度を持つ、(2)剪断強度は大きく、この強度ならば道路の盛土として高さ 2 ~ 3 m においては、安定上の危険はない、(3)然し、CBR 値は No. 5 の資料を除いていずれも極端に低い。これは試料が吸水膨潤性を持つことに、起因しているといえよう。

以上の如く、一連の土質試験によって試料は最適含水比の状態においては道路の盛土材として適当ではあるが一旦水浸すると、その強度は、極度に低下することが明らかになった、従ってこの膨潤性を更に詳しく知る為に最適含水比の状態、次の 4 つの条件に対して膨潤試験が行なわれた。(1)試料成形後、非載荷状態で直ちに水浸、(2)成形後、荷重をかけ、圧縮変形のほぼ完了した時点、(一般に 2 4 時間後)で水浸、(3)試料の重量比で 30 % あるいは 60 % の砂(径 0.3 mm)を混入して成形後、非載荷状態で直ちに水浸、(4)重量比で 5 % のセメントを混合して成形後、非載荷状態で 2 ~ 3 日の養生期間をおいた後に水浸。

以上の実験結果から次の様な事が判明した。

(1)非載荷状態での膨潤性は載荷状態の時に比べて著しく、剪断強度は殆んど零に低下する。これは養生期間に起因するものではない。

(2)圧縮変形が殆んど完了した状態で水浸した場合には、膨張は殆んどみられず、剪断強度もかなり高かった。

(3)砂を混合してみても膨潤性を減少させることはできなかったが、強度はかなり増した。

(4)次にセメントを混合してみたところ、膨潤性は著しく低下し、しかも剪断強度もかなり高い値を示した。

以上の事実から次の様な考察が為された。

(1)試料 No. 5 は前述の 6 個の資料の中では道路の盛土材として、最も優れている。この 6 個の試料を盛土材として使用するとすればその適応度は次のような順序になろう。No. 5, No. 3, No. 4, No. 1, No. 2, No. 6. 従って No. 1, No. 2, No. 6. の試料を採取した地点の下層土は道路の盛土材として使用されるべきではない。また、No. 3, No. 4, No. 5 の採取地点の下層土をどんな安定処理も施さずに使用する場合は上載荷重として 1 m 程度の上層土が必要であろう。

(2)道路の盛土部分の路肩はソイル・セメントあるいは、その他の安定材料、例えばポゾランヤ歴骨材と消石灰を混ぜたものを使用すべきである。

以上の考察は道路のみならず鉄道の予備設計においても考慮された。可能性報告書の第二部において道路の断面形状が上記(2)項の考察に従って決定されたが、これらの盛土材については更に、道路や鉄道路線の沿線に良質なものが得られないかどうか詳しく調査する必要がある。

Fig. 3.1. RECOMMENDABLE SAND AND GRAVEL DEPOSITS

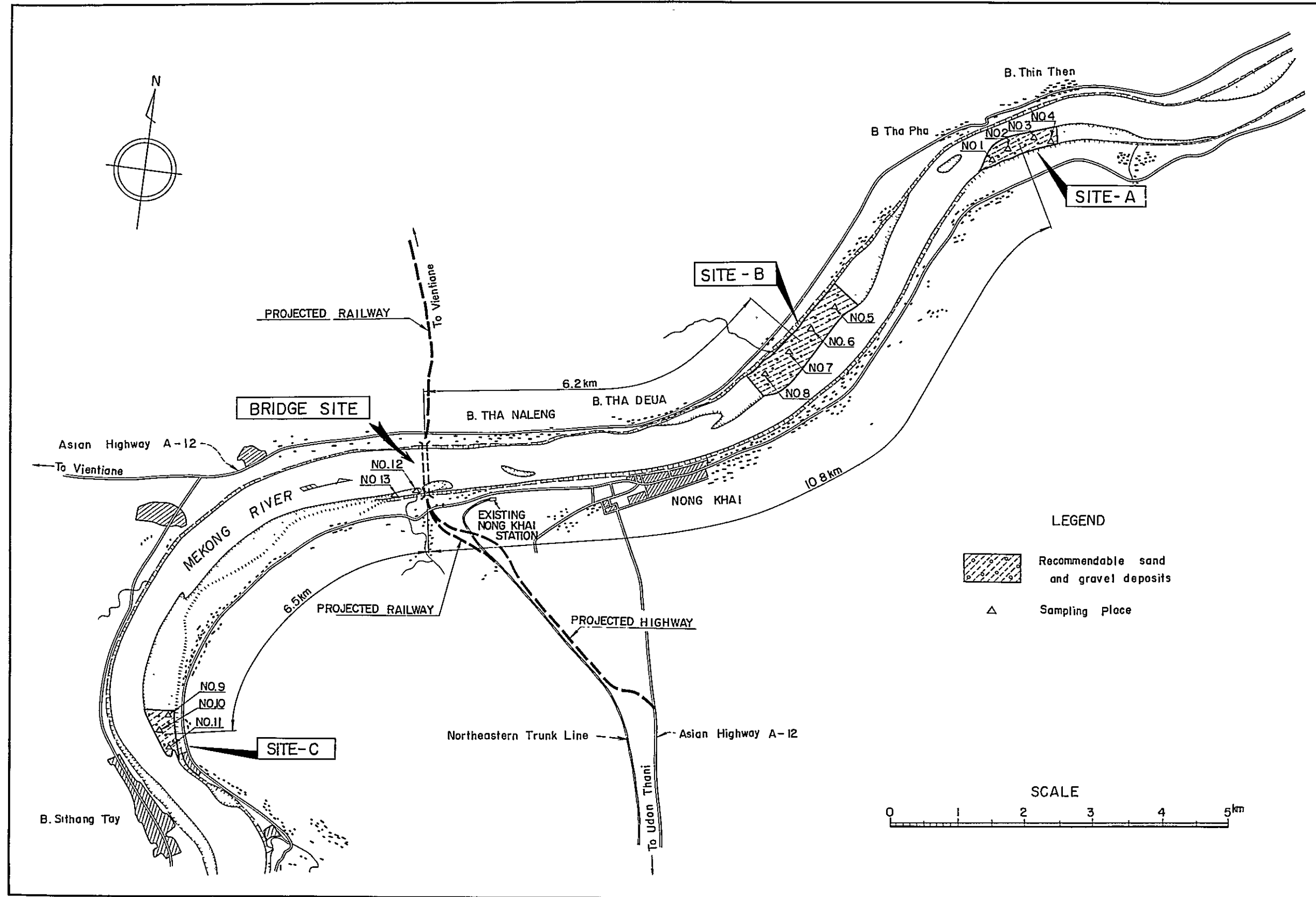


Table 3.1. Concrete Aggregate Tests

Items	Site													Bridge site
	A			B			C							
Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11-1	11-2	12	13
(1) Sand														
Max. size (mm)	2.7	1.2	1.6	3.0	3.5	2.5	1.3	2.0	1.1	2.2	2.0	2.2	0.3	0.3
Fineness modulus	2.24	2.05	2.08	2.05	2.90	2.48	2.23	2.45	2.13	2.32	2.60	2.70	0.9	0.9
Unit weight (kg/m ³)		1610	1660			1560	1660			1710	1720	1710		1630
Specific gravity		2.63				2.59					2.60			2.54
Water content (%)		1.21				1.02					0.81			2.1
Particles passing														
No.200 sieve (%)	0.9			1.0	1.2			0.8	0.6	0.6				
Organic impurities					Trace				Trace					
(2) Gravel														
Max. size (mm)	(60)	(60)	(45)	(53)	20	20	20	15	18	40	45	50		
Fineness modulus	7.73	7.80	7.37	7.82	6.74	6.75	6.70	6.40	6.46	7.49	7.72	7.69		
Unit weight (kg/m ³)		1730	1850			1740	1740			1820	1870	1870		
Specific gravity		2.62	2.62			2.58					2.63	2.61		
Water content (%)		0.48	0.86			1.26					0.62	0.67		
(3) Concrete														
Slump (cm)		6.5	7.5			7.3								10.5
σ_7 (kg/cm ²)		108	-			-								108
σ_{28} (kg/cm ²)		-	113			170								176

Remarks: Design mix for concrete specimen; cement: 250 kg/m³, water: 150 kg/m³, gravel: 1380 kg/m³, sand: 640 kg/m³, W/C: 60 %
 σ_7 : 7-day strength ; σ_{28} : 28-day strength

SAND AT SITE A (1)

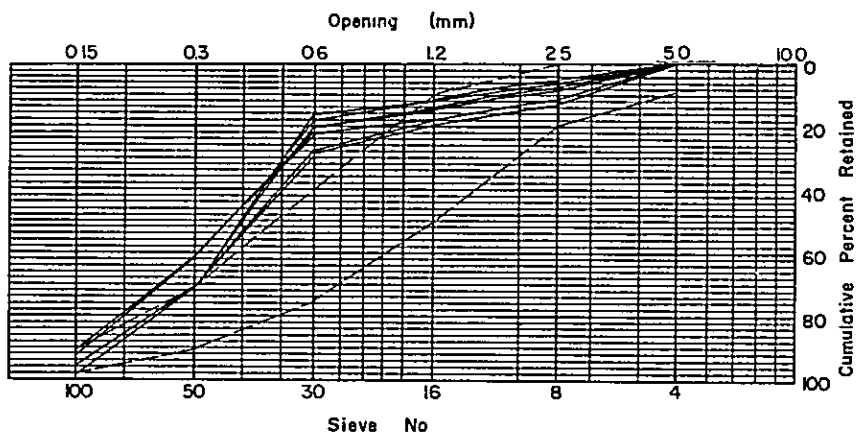
1) SIEVE ANALYSIS

W: Cumulative weight retained (gram)
 %: Cumulative percent retained

F.M.: Fineness modulus

Sample No.	1				2			
	516 grms		541.7 grms		516 grms		500 grms	
Weight of sample								
Sieve No.	W	%	W	%	W	%	W	%
4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	71	13.4	63.2	11.7	37	7.2	27	5.4
12	84	15.9	76.4	14.1	43	8.3	34	6.8
16		(19.0)		(18.0)		(11.0)		(10.0)
30	146	27.6	165.2	26.8	79	15.3	86	17.2
50	371	70.1	384.2	71.0	360	69.8	402	80.4
100	499	94.4	513.2	94.9	487	94.5	490	98.0
Passing	529	100.0	541.7	100.0	516	100.0	500	100.0
Max. size	2.7mm		3.0 mm		1.3 mm		1.3 mm	
F.M.	2.25		2.22		1.98		2.11	

Sample No.	3				4			
	504 grms		505 grms		503 grms		495 grms	
Weight of sample								
Sieve No.	W	%	W	%	W	%	W	%
4	1	0.2	0	0	0	0	0	0
8	42	8.3	44	8.7	66	13.1	67	13.5
12	50	9.9	53	10.5	76	15.1	76	15.4
16		(13.0)		(13.0)		(18.5)		(18.5)
30	98	19.4	96	19.0	110	21.9	113	22.8
50	355	70.5	355	70.4	302	60.0	300	60.6
100	487	96.6	489	96.8	450	89.3	447	90.4
Passing	504	100.0	505	100.0	503	100.0	495	100.0
Max. size	1.8 mm		1.8 mm		2.9 mm		2.9 mm	
F.M.	2.08		2.08		2.03		2.06	



SAND AT SITE A (2)

2) UNIT WEIGHT

Sample No.		2		3	
Weight of sample	(gm)	3,212	3,226.5	3,319	3,331
Volume of sample	(cm ³)	2,000	2,000	2,000	2,000
Unit weight	(kg/m ³)	1,610	1,610	1,660	1,670

3) SPECIFIC GRAVITY

Sample No.		2	
Weight of sample	(gm) A =	500	500
Capacity of flask	(cm ³) B =	500	500
Water added to flask	(cm ³) C =	311	309
Specific gravity	A/(B - C)	2.64	2.62

4) ABSORPTION

Sample No.		2	
Weight, surface dry condition	(gm) A =	500.0	500.0
Weight, oven dry condition	(gm) B =	494.2	493.8
Absorption	(A - B)/B × 100 (%)	1.17	1.25

5) MATERIAL PASSING No. 200 SIEVE

Sample No.		1		4	
Weight of sample before washing	(gm)	500.0	500.0	500.0	500.0
Weight of sample after washing	(gm)	495.2	496.1	494.3	496.1
Decreased amount	(gm)	4.8	3.9	5.7	3.9
Percentage		0.96	0.78	1.14	0.78

SAND AT SITE B (1)

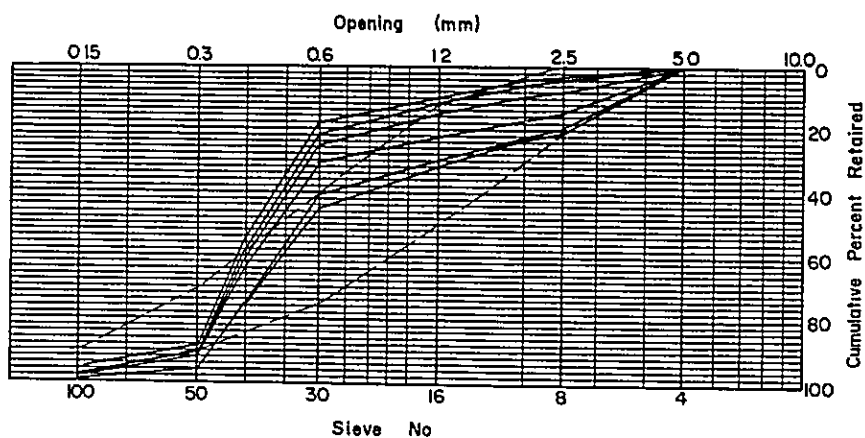
1) SIEVE ANALYSIS

W: Cumulative weight retained (gram)
 %: Cumulative percent retained

F.M.: Fineness modulus

Sample No.	5				6			
	500 grms		500 grms		500 grms		500 grms	
Weight of sample								
Sieve No.	W	%	W	%	W	%	W	%
4	3	0.6	4	0.8	4	0.8	0.5	0.1
8	98	19.6	101	20.2	76	15.2	39.5	7.9
10	112	22.4	113	22.6	84	16.8	46.5	9.3
16		(32.5)		(30.0)		(23.0)		(15.0)
30	226	45.2	203	40.6	152	30.4	117.5	23.5
40	371	74.2	375	75.0	307	61.5	293.5	58.7
50	483	96.6	477	95.5	461	92.2	457.5	91.5
100	499	99.8	495	99.0	491	98.2	487.5	97.5
Passing	500	100.0	500	100.0	500	100.0	500.0	100.0
Max. size	3.5 mm		3.5 mm		1.9 mm		3.2 mm	
F.M.	2.94		2.86		2.60		2.36	

Sample No.	7				8			
	500 grms		500 grms		500 grms		500 grms	
Weight of sample								
Sieve No.	W	%	W	%	W	%	W	%
4	0	0	1	0.2	0.8	0.2	0	0
8	19	3.8	25	5.0	14.3	2.9	18	3.6
10	22	4.4	30	6.0	109.6	21.9	22	4.4
16		(11.0)		(12.5)		(23.5)		(13.5)
30	91	18.2	105	21.0	127.8	25.6	138	27.6
40	267	53.4	283	56.6	420.8	84.2	437	87.5
50	441	88.2	455	91.0	484.8	97.0	491	98.2
100	479	95.8	492	98.4	488.8	97.8	495	99.0
Passing	500	100.0	500	100.0	500.0	100.0	500	100.0
Max. size	1.2 mm		1.5 mm		2.2 mm		1.5 mm	
F.M.	2.17		2.28		2.47		2.42	



SAND AT SITE B (2)

2) UNIT WEIGHT

Sample No.		6			
Weight of sample	(gm)	3,317.2	3,322.2	3,327.2	3,322.2
Volume of sample	(cm ³)	2,000	2,000	2,000	2,000
Unit weight	(kg/m ³)	1,560	1,560	1,660	1,660

3) SPECIFIC GRAVITY

Sample No.		6			
Weight of sample	(gm)	A =	500	500	
Capacity of flask	(cm ³)	B =	500	500	
Water added to flask	(cm ³)	C =	306	307	
Specific gravity	A/(B - C)		2.58	2.59	

4) ABSORPTION

Sample No.		6			
Weight, surface dry condition	(gm)	A =	500.0	500.0	
Weight, oven dry condition	(gm)	B =	495.2	494.7	
Absorption	(A - B)/B × 100 (%)		0.97	1.07	

5) MATERIAL PASSING NO. 200 SIEVE

Sample No.		5		8	
Weight of sample before washing	(gm)	641.8	570.0	522.6	500.0
Weight of sample after washing	(gm)	634.9	563.0	517.2	497.7
Decreased amount	(gm)	6.9	7.0	5.4	2.3
Percentage		1.1	1.2	1.0	0.5

6) ORGANIC IMPURITIES

Sample No.	5
Result	Trace

SAND AT SITE C (1)

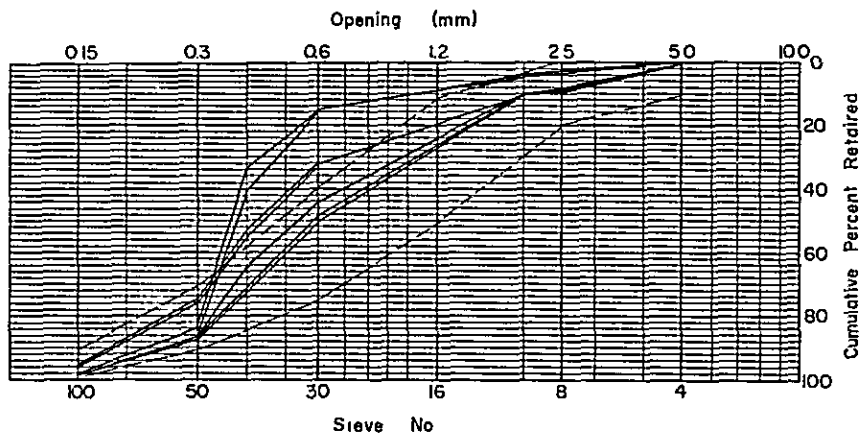
1) SIEVE ANALYSIS

W: Cumulative weight retained (gram)
 %: Cumulative percent retained

F.M.: Fineness modulus

Sample No.	9				10			
	500 grms		500 grms		500 grms		500 grms	
Weight of sample								
Sieve No.	W	%	W	%	W	%	W	%
4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	19	3.8	15	3.0	47	9.4	49	9.8
10	23	4.6	20	4.0	55	11.0	58	11.6
16		(9.0)		(9.0)		(20.0)		(20.0)
30	79	15.8	79	15.8	165	33.0	163	32.6
40	164	32.8	200	40.0	272	54.4	263	52.5
50	418.9	83.8	434	86.8	380	76.0	371	74.2
100	498.0	99.6	498	99.6	475	95.0	472	94.4
Passing	500	100.0	500	100.0	500	100.0	500	100.0
Max. size	1.1 mm		1.1 mm		2.3 mm		2.3 mm	
F.M.	2.12		2.14		2.33		2.31	

Sample No.	11 - 1				11 - 2			
	500 grms		500 grms		500 grms		500 grms	
Weight of sample								
Sieve No.	W	%	W	%	W	%	W	%
4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	43	8.6	42.4	8.5	43	8.6	47	9.4
10	51	10.2	50.0	10.0	50	10.0	53	10.6
16		(24.0)		(24.0)		(26.0)		(27.0)
30	217	43.5	217.0	43.4	242	48.4	251	50.2
40	323	64.6	319.0	63.8	354	70.8	356	71.2
50	430	86.0	431.0	86.2	433	86.6	437	87.4
100	490	98.0	489.0	97.8	492	98.4	492	98.4
Passing	500	100.0	500	100.0	500	100.0	500	100.0
Max. size	2.0 mm		2.0 mm		2.0 mm		2.2 mm	
F.M.	2.60		2.60		2.68		2.72	



SAND AT SITE C (2)

2) UNIT WEIGHT

Sample No.	10		11-1		11-2	
Weight of sample (gm)	3,408.2	3,427.3	3,438.2	3,446.2	3,404.2	3,410.2
Volume of sample (cm ³)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Unit weight (kg/m ³)	1,700	1,710	1,720	1,720	1,700	1,710

3) SPECIFIC GRAVITY

Sample No.			11-1		11-2	
Weight of sample (gm)	A =		500.0	500.0	500.0	500.0
Capacity of flask (cm ³)	B =		500.0	500.0	500.0	500.0
Water added to flask (cm ³)	C =		307.5	307.5	308.3	308.3
Specific gravity A/(B - C)			2.60	2.60	2.60	2.60

4) ABSORPTION

Sample No.			11-1		11-2	
Weight, surface dry condition (gm)	A =		500.0	500.0	500.0	500.0
Weight, oven dry condition (gm)	B =		496.3	495.7	494.9	494.5
Absorption (A - B)/B × 100 (%)			0.75	0.87	1.03	1.11

5) MATERIAL PASSING NO.200 SIEVE

Sample No.			9 and 10	
Weight of sample before washing (gm)			502.0	500.7
Weight of sample after washing (gm)			499.1	497.8
Decreased amount (gm)			2.9	2.9
Percentage			0.58	0.58

6) ORGANIC IMPURITIES

Sample No.	9
Result	Trace

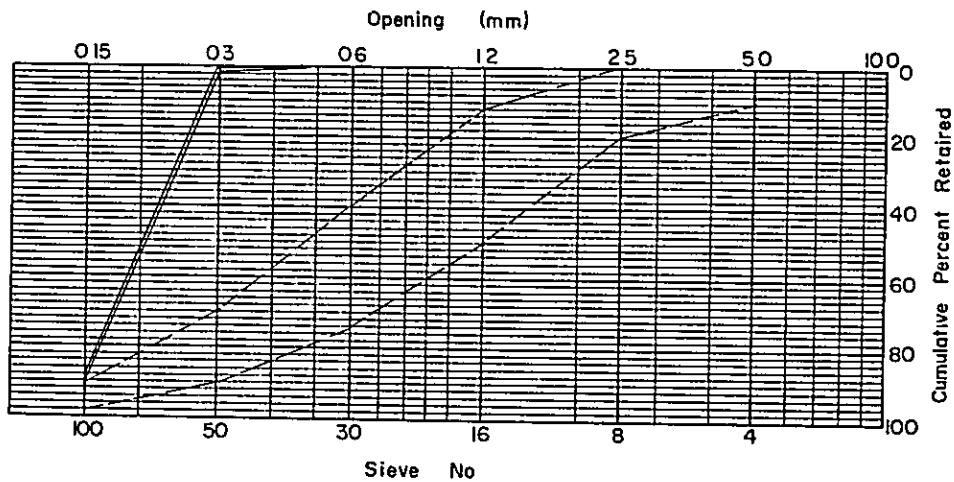
SAND AT BRIDGE SITE (1)

1) SIEVE ANALYSIS

W: Cumulative weight retained (gm)
 %: Cumulative percent retained

F. M.: Fineness modulus

Sample No.	12				13			
	494.2 grms		490.5 grms		500.4 grms		500.9 grms	
Weight of sample								
Sieve No.	W	%	W	%	W	%	W	%
4								
8								
12								
16		(0)		(0)		(0)		
30	0	0	1.7	0.3	0.2	0	0	0
50	2.0	0.4	5.2	1.1	5.7	1.1	5.7	1.1
100	444.4	88.9	439.2	89.6	447.7	89.5	453.7	90.6
Passing	494.2	100.0	490.5	100.0	500.4	100.0	500.9	100.0
Max. size	0.3 mm		0.3 mm		0.3 mm		0.3 mm	
F.M.	0.89		0.91		0.91		0.92	



SAND AT BRIDGE SITE (2)

2) UNIT WEIGHT

Sample No.		12		13	
Weight of sample	(gm)	2,903	2,903	2,925	2,927
Volume of sample	(cm ³)	2,000	2,000	2,000	2,000
Unit weight	(kg/m ³)	1,450	1,450	1,460	1,460

3) SPECIFIC GRAVITY

Sample No.			13	
Weight of sample	(gm)	A =	500.0	500.0
Capacity of flask	(cm ³)	B =	500.0	500.0
Water added to flask	(cm ³)	C =	303.2	302.5
Specific gravity	A/(B - C)		2.54	2.53

4) ABSORPTION

Sample No.			13	
Weight, surface dry condition	(gm)	A =	500.0	500.0
Weight, oven dry condition	(gm)	B =	491.9	492.1
Absorption	(A - B)/B (%)		1.65	1.61

5) MATERIAL PASSING NO.200 SIEVE

Sample No.			13	
Weight of sample before washing	(gm)		500.0	500.0
Weight of sample after washing	(gm)		491.3	487.7
Decreased amount	(gm)		8.7	12.3
Percentage			1.74	2.46

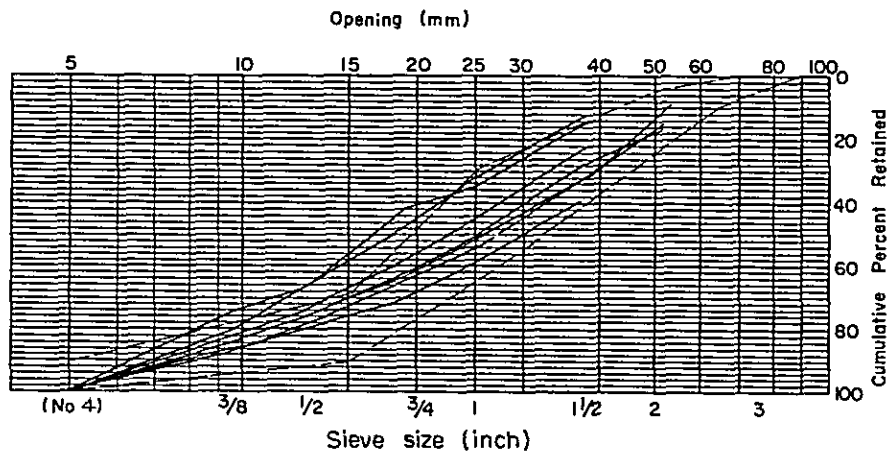
GRAVEL AT SITE A (1)

1) SIEVE ANALYSIS

W: Cumulative weight retained (gram) F.M.: Fineness modulus
 %: Cumulative percent retained

Sample No.	1				2			
	21,515 grms		21,464 grms		4,855 grms		6,302 grms	
Weight of sample								
Sieve size unit	W	%	W	%	W	%	W	%
2	3,680	17.1	3,675	17.1				
1-1/2	6,008	27.9	5,999	27.9	1,114	23.0	2,433	38.6
1	11,150	51.8	11,090	51.6	2,238	46.1	3,762	59.7
3/4	13,437	62.5	13,337	62.1	2,808	57.9	4,449	70.6
1/2			16,067	74.8	3,553	73.2	5,076	80.5
3/8	17,887	83.0	17,874	83.3	3,981	82.1	5,457	86.6
No. 4	21,515	100.0	21,464	100.0	4,855	100.0	6,302	100.0
Max. size	(60 mm)		(60 mm)		(55 mm)		(70 mm)	
F.M.	7.73		7.73		7.63		7.96	

Sample No.	3				4			
	4,125 grms		5,131 grms		11,831 grms		13,884 grms	
Weight of sample								
Sieve size (inch)	W	%	W	%	W	%	W	%
2					1,747	14.8	1,566	11.3
1-1/2	542	13.1	820	16.0	3,835	32.4	4,521	32.5
1	1,298	31.5	1,800	35.1	5,940	50.2	7,630	55.0
3/4	1,994	48.4	2,194	42.8	7,370	62.3	9,027	65.0
1/2	2,804	68.0	3,498	68.2	9,080	76.8	11,015	79.3
3/8	3,082	74.8	4,088	79.7	10,052	85.0	12,053	86.7
No. 4	4,125	100.0	5,131	100.0	11,831	100.0	13,884	100.0
Max. size	(45 mm)		(50 mm)		(55 mm)		(50 mm)	
F.M.	7.36		7.38		7.80		7.84	



GRAVEL AT SITE A (2)

2) UNIT WEIGHT

Sample No.		2		3	
Weight of sample	(gm)	18,596	18,585	19,944	19,956
Volume of sample	(cm ³)	10,776	10,776	10,776	10,776
Unit weight	(kg/m ³)	1,730	1,720	1,850	1,850

3) SPECIFIC GRAVITY and ABSORPTION

Sample No.			2		3	
Surface dry condition	Weight in air	(gm) A =	2,000.0	2,000.0	2,000.0	2,000.0
	Weight in water	(gm) B =	1,237.5	1,235.0	1,233.0	1,242.5
	Weight, oven dry condition	(gm) C =	1,991.0	1,990.0	1,984.0	1,983.2
Specific gravity	$A/(A - B)$		2.62	2.61	2.61	2.64
Absorption	$(A - C)/C \times 100$ (%)		0.45	0.50	0.86	0.85

GRAVEL AT SITE B (1)

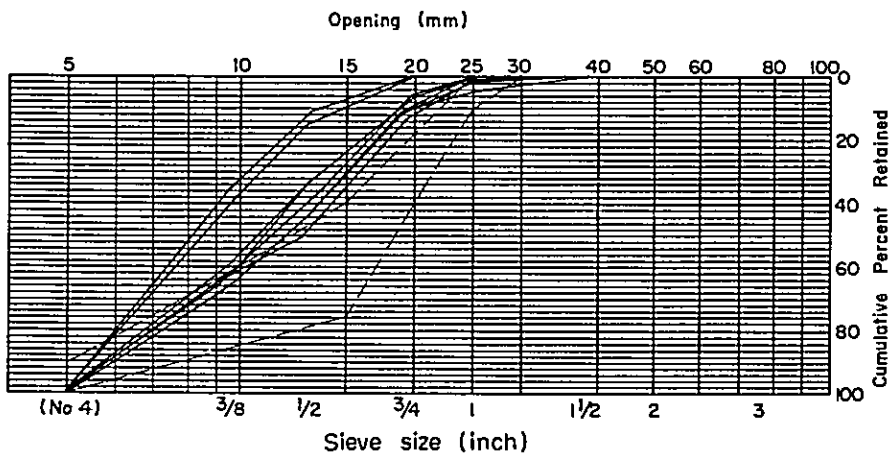
1) SIEVE ANALYSIS

W: Cumulative weight retained (gm)
 %: Cumulative percent retained

F.M.: Fineness modulus

Sample No.	5				6			
	5,000 grms		5,000 grms		5,000 grms		5,000 grms	
Weight of sample								
Sieve size (inch)	W	%	W	%	W	%	W	%
2								
1-1/2	0	0	0	0	0	0	0	0
1	43	0.9	107	2.1	90	1.8	55	1.1
3/4	372	7.4	676	13.5	439	8.8	567	11.4
1/2	2,043	40.8	1,989	39.8	2,259	45.2	2,222	44.5
3/8	3,145	62.9	3,151	63.0	3,152	63.0	3,348	67.0
No. 4	5,000	100.0	5,000	100.0	5,000	100.0	5,000	100.0
Max. size	20 mm		22 mm		20 mm		20 mm	
F.M.	6.70		6.77		6.72		6.78	

Sample No.	7				8			
	4,957 grms		4,912 grms		1,420 grms		1,370 grms	
Weight of sample								
Sieve size (inch)	W	%	W	%	W	%	W	%
2								
1-1/2	0	0	0	0	0	0	0	0
1	222	4.5	180	3.7	13	0.9	12	0.9
3/4	472	9.5	459	9.3	20	1.4	20	1.5
1/2	1,732	35.0	1,690	34.4	178	12.5	204	14.8
3/8	2,940	59.3	3,041	62.0	527	37.1	559	40.6
No. 4	4,957	100.0	4,912	100.0	1,420	100.0	1,370	100.0
Max. size	20 mm		20 mm		15 mm		15 mm	
F.M.	6.69		6.71		6.38		6.42	



GRAVEL AT SITE B (2)

2) UNIT WEIGHT

Sample No.		6 and 7	
Weight of sample	(gm)	18,726	18,626
Volume of sample	(cm ³)	10,776	10,776
Unit weight	(kg/m ³)	1,740	1,730

3) SPECIFIC GRAVITY and ABSORPTION

Sample No.			6		
Surface dry condition	Weight in air	(gm)	A =	2,106.3	2,052.1
	Weight in water	(gm)	B =	1,288.0	1,256.9
Weight, oven dry condition		(gm)	C =	2,080.6	2,025.9
Specific gravity	$A/(A - B)$			2.58	2.58
Absorption	$(A - C)/C \times 100$ (%)			1.23	1.28

GRAVEL AT SITE C (I)

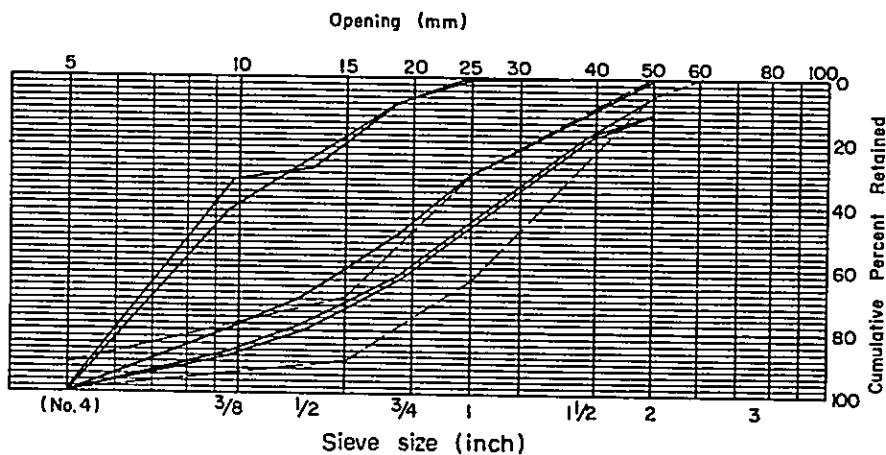
1) SIEVE ANALYSIS

W: Cumulative weight retained (gm)
%: Cumulative percent retained

F.M.: Fineness modulus

Sample No.	9				10			
	2,120 grms		2,120 grms		15,000 grms		15,000 grms	
Weight of sample								
Sieve size (inch)	W	%	W	%	W	%	W	%
2						(0)		(0)
1-1/2	0	0	0	0	1,645	11.0	1,645	11.0
1	32	1.5	18	0.8	4,570	30.4	4,652	31.0
3/4	166	7.8	173	8.2	7,275	48.5	7,278	48.5
1/2	601	28.3	582	27.5	10,344	69.0	10,338	69.0
3/8	720	34.0	914	43.1	12,088	80.0	12,016	80.1
No. 4	2,120	100.0	2,120	100.0	15,000	100.0	15,000	100.0
Max. size	18 mm		18 mm		40 mm		40 mm	
F.M.	6.42		6.51		7.39		7.40	

Sample No.	11 - 1				11 - 2			
	20,833 grms		20,544 grms		18,841 grms		18,728 grms	
Weight of sample								
Sieve size (inch)	W	%	W	%	W	%	W	%
2	1,192	5.7	1,192	5.8	2,077	11.0	2,077	11.1
1-1/2	4,250	20.4	4,199	20.4	3,802	20.2	3,632	19.4
1	9,910	47.6	9,647	47.0	8,456	44.9	8,399	44.8
3/4	13,218	63.5	12,996	63.2	11,861	62.9	11,690	62.4
1/2	16,680	80.1	16,458	80.0	14,925	78.2	14,755	78.8
3/8	18,291	87.8	18,160	88.4	16,400	87.0	16,230	86.6
No. 4	20,833	100.0	20,544	100.0	18,841	100.0	18,728	100.0
Max. size	45 mm		45 mm		50 mm		50 mm	
F.M.	7.72		7.72		7.70		7.68	



GRAVEL AT SITE C (2)

2) UNIT WEIGHT

Sample No.		10		11 - 1 and 11 - 2	
Weight of sample	(gm)	19,656	19,656	20,226	20,026
Volume of sample	(gm)	10,776	10,776	10,776	10,776
Unit weight	(kg/m ³)	1,820	1,820	1,880	1,860

3) SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION

Sample No.			11 - 1		11 - 2	
Surface dry condition	Weight in air	(gm) A =	5,053.5	5,135.0	5,023.3	5,083.9
	Weight in water	(gm) B =	3,120.4	3,192.5	3,099.1	3,134.5
Weight, oven dry condition	(gm) C =		5,022.6	5,102.7	4,989.6	5,050.6
Specific gravity	A/(A - B)		2.62	2.64	2.61	2.61
Absorption	(A - C)/C x 100 (%)		0.62	0.63	0.68	0.66

COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF CONCRETE

1) DESIGN MIX

Cement:	250 kg/m ³	Gravel:	1,380 kg/m ³
Water:	150 kg/m ³	Sand:	640 kg/m ³
W/C:	60 %		

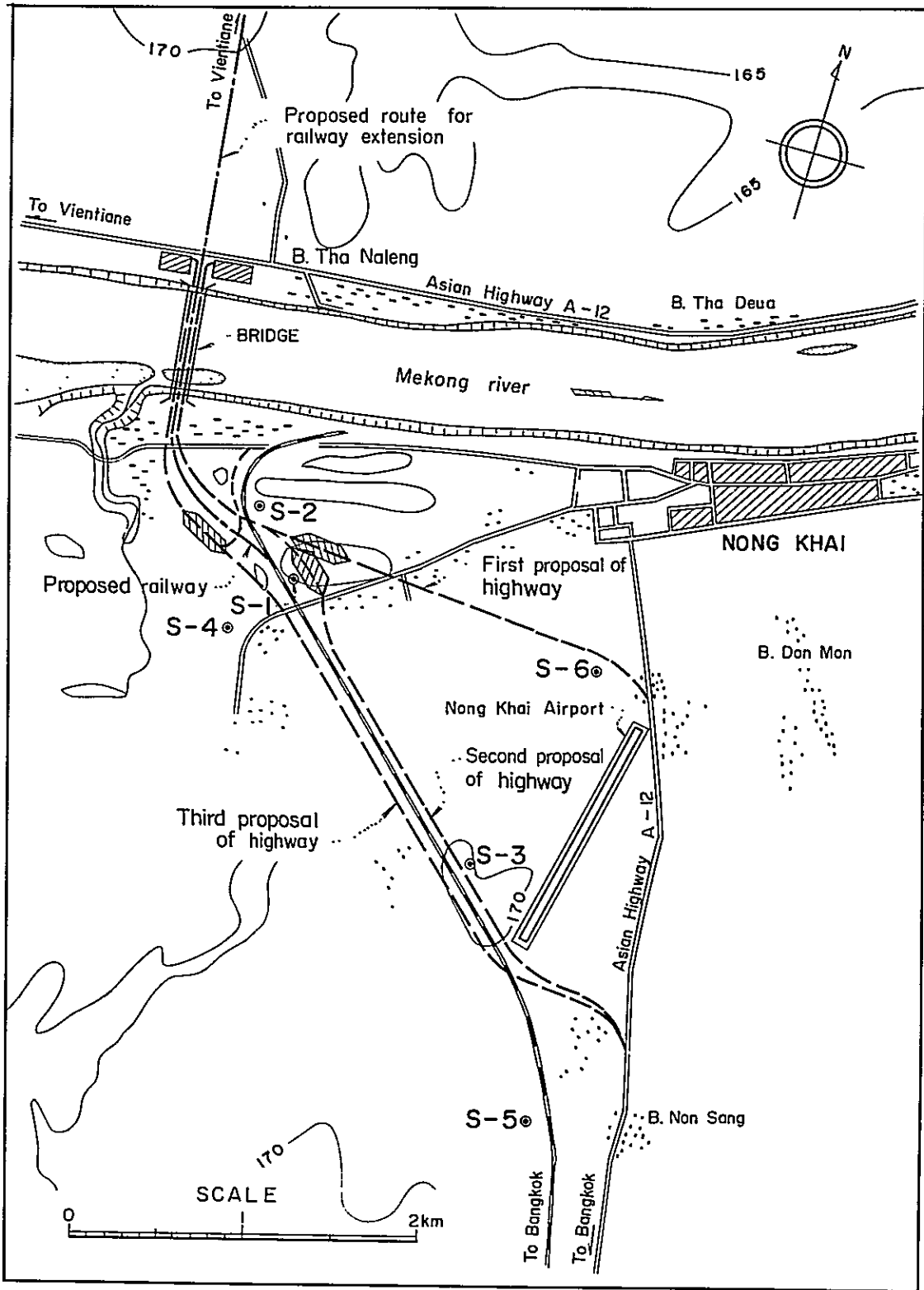
2) RESULTS OF TESTS

Sampling site		Weight	Apparent density	Slump	Compressive strength		
Sand	Gravel	(kg)	(kg/m ³)	(cm)		(kg/cm ²)	
A	A	13.48	2,550	6.5, 6.5	σ_7	109	
		13.43	2,540			104	
		13.52	2,550			95	
	Mean	13.48	2,550	6.5		103	
	A,B,C	A,B,C	13.08	2,470	7.2, 7.7	σ_{28}	108
			12.90	2,440			114
			13.05	2,460			133
			12.91	2,440			107
			12.95	2,440			113
			Mean	12.98			2,450
B	B,C	13.10	2,470	7.0, 7.5	σ_{28}	172	
		13.14	2,480			169	
		12.92	2,440			172	
		12.97	2,450			175	
		13.04	2,460			164	
		Mean	13.03			2,460	7.3
C	C	13.06	2,460	10.1, 10.9	σ_7	105	
		13.45	2,540			105	
		13.16	2,480			115	
	C	C	13.37	2,530	10.1, 10.9	σ_{28}	Mean 108
			13.34	2,520			178
			13.40	2,530			177
			13.46	2,540			176
			172				
	Mean	13.32	2,510	10.5	Mean	176	

Remarks:

- 1) Specimen size: 15 cm dia. x 30 cm-high ($V = 5,300 \text{ cm}^3$)
- 2) Cement used: Ordinary Portland cement made in Thailand (Tiger brand)
- 3) σ_7 : Compressive strength at 7-day age
- 4) σ_{28} : Compressive strength at 28-day age

Fig.3.2 LOCATION OF SAMPLING PLACES FOR HIGHWAY EMBANKMENT MATERIAL



Location: Nong Khai

Table 3.2. Summary of Soil Test

Items	Unit	Characteristics					
		1	2	3	4	5	6
Sample No.							
1. Observation		Grey brown	Grey brown	Yellow brown	Yellow brown	Yellow brown	Red brown
II. Properties							
(1) Natural water contents, W	%	32.20	30.71	9.56	12.41	14.27	14.21
(2) Specific gravity of soil, G		2.73	2.75	2.71	2.70	2.71	2.72
III. Grain size							
(1) Proportion							
i) Gravel part	%	0	0	6.0	0	8.0	0
ii) Sand part	%	0.1	1.0	24.0	5.0	12.0	8.0
iii) Silt part	%	26.9	38.0	38.0	68.0	41.0	58.0
iv) Clay part	%	73.0	61.0	32.0	27.0	39.0	34.0
(2) Maximum diameter	mm	0.105	0.105	4.8	0.42	4.8	0.25
(3) 60% diameter, D ₆₀	mm	0.032	0.0049	0.037	0.047	0.04	0.04
(4) Grain size classification		Clay	Clay	Clay	Silty clay loam	Clay	Silty clay
(5) Unified classification		CH	CH	CL	ML or CL	CH	MI or CH
(6) AASHTO's classification		A-7	A-7	A-7	A-6	A-7	A-7
IV. Consistency							
(1) Liquid limit, L.L.	%	63.52	56.55	45.20	34.50	50.80	54.70
(2) Plastic limit, P.L.	%	28.32	25.07	16.81	16.04	16.61	16.00
(3) Plasticity index, P.I.		35.20	31.48	28.39	18.46	34.19	38.70
(4) Flow index, F.I.		9.73	13.60	13.12	9.76	13.60	6.80
V. Compaction							
(1) Optimum water contents	g/cm ³	17.8	17.7	12.5	13.2	12.0	14.0
(2) Max. density, d _{max}		1.638	1.750	1.970	1.918	1.896	1.881
VI. Shearing strength							
(1) Triaxial compression							
i) Cohesion, c	kg/cm ²	2.05	1.75	1.10	1.10	1.55	1.75
ii) Internal friction angle, φ		33°00'	16°42'	33°01'	19°18'	21°48'	30°58'
VII. Consolidation							
(1) Initial void ratio	kg/cm ²	0.539	0.573	0.383	0.381	0.407	0.335
(2) Preconsolidation load, P ₀	kg/cm ²	0.58	0.61	0.35	0.47	0.91	0.69
(3) Compression index, C _c	cm ² /sec	0.539	0.573	0.383	0.381	0.407	0.335
(4) Coef. of consolidation, C _v	cm ² /g	0.58	0.61	0.35	0.47	0.91	0.69
(5) Coef. of volume compressibility, M _v	cm/sec	0.195	0.196	0.150	0.148	0.086	0.259
(6) Coef. of permeability K		4.4x10 ⁻³	1.1x10 ⁻²	7.0x10 ⁻³	9.8x10 ⁻³	1.9x10 ⁻²	1.7x10 ⁻³
VIII. Modified C.B.R.							
IX. Swelling test							
(1) Case 1							
Curing period							
0 day,							
Swelling ratio	%	22.84		21.34		9.24	58.28
Direct compression, C	kg/cm ²	0.112		0.062		0.17	0.028
φ	°	0°55'		2°07'		23°16'	0°24'
τ	kg/cm ²	0.128		0.099		0.60	0.035
1 day,							
Swelling ratio	%	-		12.98		4.31	-
Direct compression, C	kg/cm ²	-		0.26		0.14	-
φ	°	-		0°04'		28°49'	-
τ	kg/cm ²	-		0.27		0.69	-
7 days,							
Swelling ratio	%	-		11.10		5.52	-
Direct compression, C	kg/cm ²	-		0.24		0.25	-
φ	°	-		3°27'		25°39'	-
τ	kg/cm ²	-		0.30		0.73	-
14 days,							
Swelling ratio	%	-		19.15		11.56	-
Direct compression, C	kg/cm ²	-		0.10		0.24	-
φ	°	-		6°17'		20°19'	-
τ	kg/cm ²	-		0.21		0.61	-
(2) Case 2							
Surcharge load							
0.15 kg/cm ²							
Swelling ratio	%	1.50		0.90		-0.79	-
Direct compression, C	kg/cm ²	0.62		0.48		0.20	-
φ	°	2°52'		15°39'		31°48'	-
τ	kg/cm ²	0.67		0.76		0.82	-
0.30 kg/cm ² ,							
Swelling ratio	%	-0.75		-0.05		-1.39	-
Direct compression, C	kg/cm ²	0.48		0.70		0.57	-
φ	°	5°43'		2°52'		18°16'	-
τ	kg/cm ²	0.58		0.75		0.90	-
0.45 kg/cm ²							
Swelling ratio	%	0.76		-0.10		-2.31	-
Direct compression, C	kg/cm ²	0.78		0.52		0.33	-
φ	°	7°39'		11°19'		25°11'	-
τ	kg/cm ²	0.92		0.72		0.80	-
(3) Case 3							
Mixing ratio							
30 %,							
Swelling ratio	%	-		30.55		16.13	-
Direct compression, C	kg/cm ²	-		0.28		0.12	-
φ	°	-		21°49'		32°38'	-
τ	kg/cm ²	-					-

IV. Consistency															
(1) Liquid limit, L.L.	%	63.52	56.55	45.20	34.50	50.80	54.70								
(2) Plastic limit, P.L.	%	28.32	25.07	16.81	16.04	16.61	16.00								
(3) Plasticity index, P.I.		35.20	31.48	28.39	18.46	34.19	38.70								
(4) Flow index, F.I.		9.73	13.60	13.12	9.76	13.60	6.80								
V. Compaction															
(1) Optimum water contents	g/cm ³	17.8	17.7	12.5	13.2	12.0	14.0								
(2) Max. density, d _{max}		1.638	1.750	1.970	1.918	1.896	1.881								
VI. Shearing strength															
(1) Triaxial compression	kg/cm ²	2.05	1.75	1.10	1.10	1.55	1.75								
i) Cohesion, c		33°00'	16°42'	33°01'	19°18'	21°48'	30°58'								
ii) Internal friction angle, φ															
VII. Consolidation															
(1) Initial void ratio		0.539	0.573	0.383	0.381	0.407	0.386								
(2) Preconsolidation load, P ₀	kg/cm ²	0.58	0.61	0.35	0.47	0.91	0.78								
(3) Compression index, C _c		0.539	0.573	0.383	0.381	0.407	0.386								
(4) Coef. of consolidation, C _v	cm ² / sec	0.58	0.61	0.35	0.47	0.91	0.78								
(5) Coef. of volume compressibility, M _v	cm ² / g	0.195	0.196	0.150	0.148	0.086	0.083								
(6) Coef. of permeability K	cm/sec	4.4×10 ⁻³	1.1×10 ⁻²	7.0×10 ⁻³	9.8×10 ⁻³	1.9×10 ⁻²	1.6×10 ⁻²								
VIII. Modified C.B.R.		1.31			1.14	6.20	0.68								
IX. Swelling test															
(1) Case 1															
Curing period															
0 day,															
Swelling ratio	%	22.84		21.34	9.24	58.28									
Direct compression, C	kg/cm ²	0.112		0.062	0.17	0.028									
φ	°	0°55'		2°07'	23°16'	0°24'									
τ	kg/cm ²	0.128		0.099	0.60	0.035									
1 day,															
Swelling ratio	%			12.98	4.31										
Direct compression, C	kg/cm ²			0.26	0.14										
φ	°			0°04'	28°49'										
τ	kg/cm ²			0.27	0.69										
7 days,															
Swelling ratio	%			11.10	5.52										
Direct compression, C	kg/cm ²			0.24	0.25										
φ	°			3°27'	25°39'										
τ	kg/cm ²			0.30	0.73										
14 days,															
Swelling ratio	%			19.15	11.56										
Direct compression, C	kg/cm ²			0.10	0.24										
φ	°			6°17'	20°19'										
τ	kg/cm ²			0.21	0.61										
(2) Case 2															
Surcharge load															
0.15 kg/cm ²															
Swelling ratio	%	1.50		0.90	-0.79										
Direct compression, C	kg/cm ²	0.62		0.48	0.20										
φ	°	2°52'		15°39'	31°48'										
τ	kg/cm ²	0.67		0.76	0.82										
0.30 kg/cm ² ,															
Swelling ratio	%	-0.75		-0.05	-1.39										
Direct compression, C	kg/cm ²	0.48		0.70	0.57										
φ	°	5°43'		2°52'	18°16'										
τ	kg/cm ²	0.58		0.75	0.90										
0.45 kg/cm ²															
Swelling ratio	%	0.76		-0.10	-2.31										
Direct compression, C	kg/cm ²	0.78		0.52	0.33										
φ	°	7°59'		11°19'	25°11'										
τ	kg/cm ²	0.92		0.72	0.80										
(3) Case 3															
Mixing ratio															
30 %,															
Swelling ratio	%			30.55	16.13										
Direct compression, C	kg/cm ²			0.28	0.12										
φ	°			21°49'	32°38'										
τ	kg/cm ²			0.68	0.76										
60%,															
Swelling ratio	%			27.52	12.34										
Direct compression, C	kg/cm ²			0.17	0.15										
φ	°			23°17'	31°48'										
τ	kg/cm ²			0.60	0.77										
(4) Case 4															
Curing period															
1 day,															
Swelling ratio	%			5.21	0.18										
Direct compression, C	kg/cm ²			1.12	3.20										
φ	°			33°02'	1°44'										
τ	kg/cm ²			1.77	3.23										
7 days,															
Swelling ratio	%			3.55	1.09										
Direct compression, C	kg/cm ²			1.60	0.77										
φ	°			11°52'	52°49'										
τ	kg/cm ²			1.81	2.04										

Remarks:—

- The details of the cases 1,2,3, and 4 in the swelling test are described in Paragraph 2.3. in the Second Phase Report.
- In making CBR and swelling tests, the sample No.1 was mixed with the sample No.2, and the sample No.3 with the sample No.4, because of the similar characteristics.

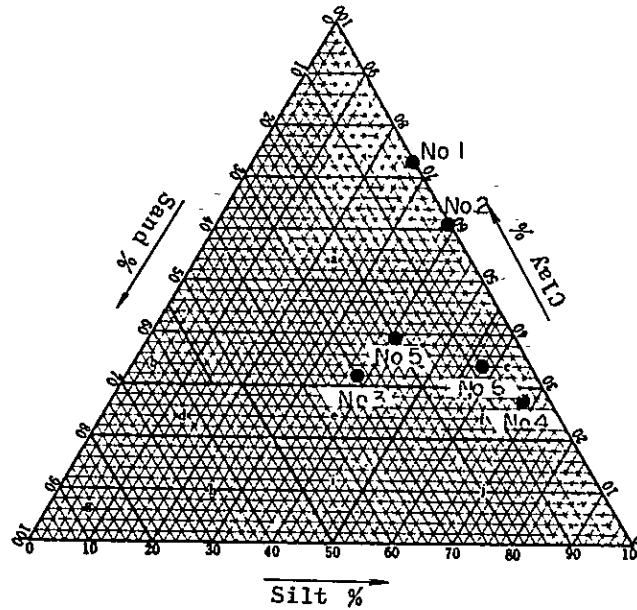
- The CBR test was made after the samples were saturated with water for four days.
- The specimen that was used for the swelling test was 6 cm in diameter and 2 cm in height.
- The negative swelling ratio means the compression ratio.

GRAIN SIZE ANALYSIS

Location Nong Khai

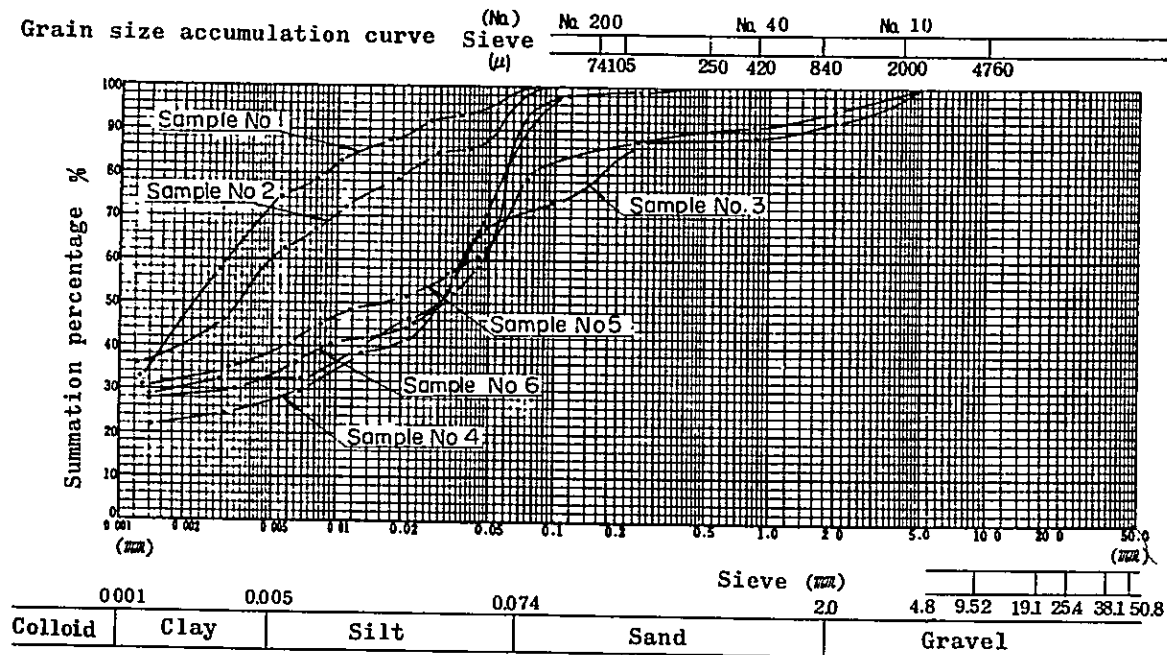
Soil classification by grain size

- a CLAY
- b SANDY CLAY
- c SILTY CLAY
- d SANDY CLAY LOAM
- e CLAYEY LOAM
- f SILTY CLAY LOAM
- g SAND
- h SANDY LOAM
- i LOAM
- j SILTY LOAM



Sample No.	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	Max size mm	D60 mm	D10 mm	Uniformity Coeff.	Passing sample (%)			Sign of Plotted part on triangular diagram	Classification
									2000μ sieve	420μ sieve	75μ sieve		
1	0	0.1	26.9	73	0.105	0.0032	-	-	100	100	99.9	a	CLAY
2	0	1	38	61	0.105	0.0049	-	-	100	100	98.9	a	CLAY
3	6	24	38	32	4.8	0.037	-	-	94.1	90.0	70.2	a	CLAY
4	0	5	68	27	0.42	0.047	-	-	100	100	94.8	f	SILTY CLAY LOAM
5	8	12	41	39	4.8	0.04	-	-	92.2	87.5	79.7	a	CLAY
6	0	8	58	34	0.25	0.04	-	-	100	100	92.1	c	SILTY CLAY

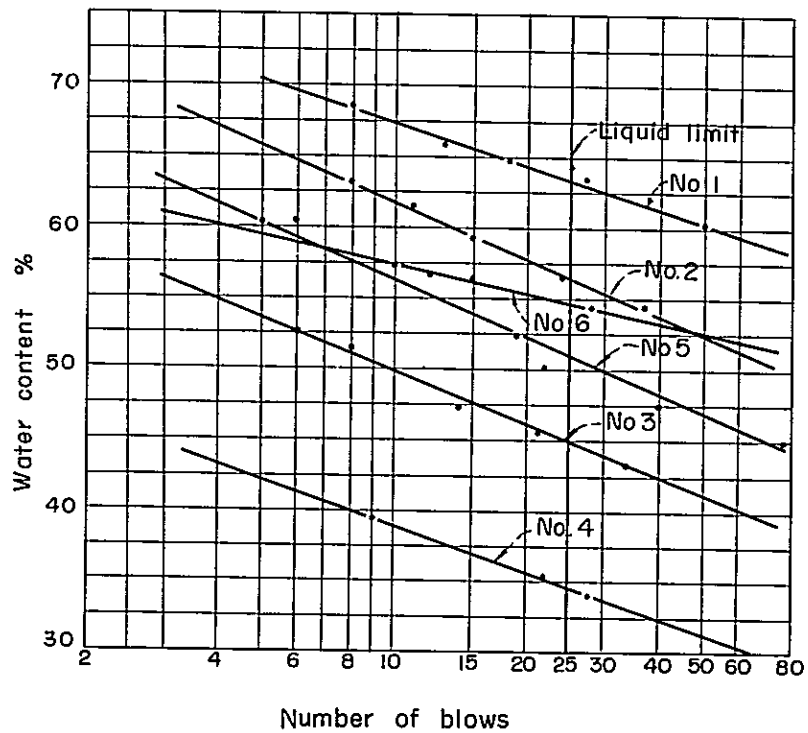
Grain size accumulation curve



Liquid Limit and Plastic Limit Tests

Result of Test

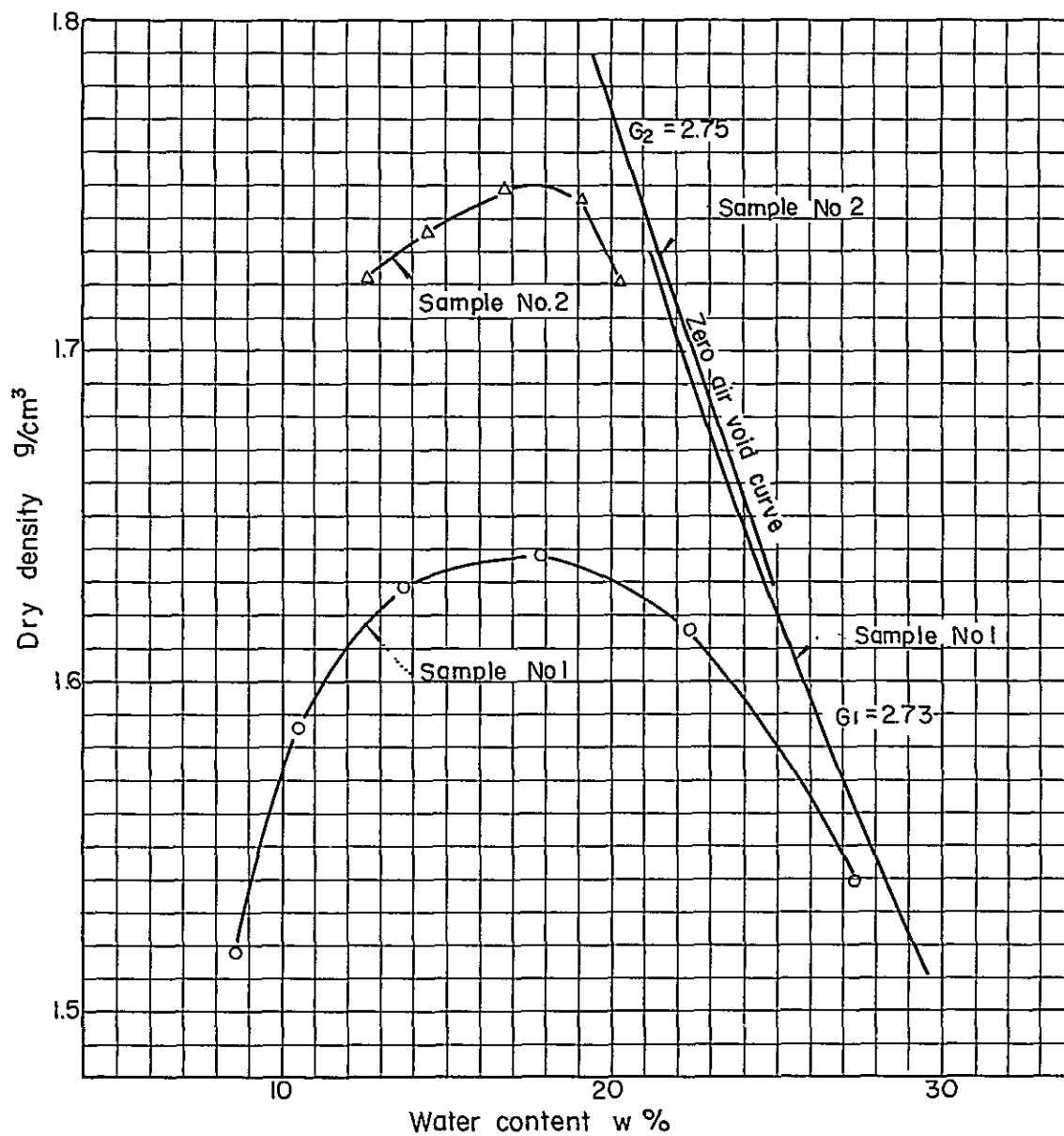
Sample No.	Liquid limit	Plastic limit			Plasticity index	Flow index
		(1)	(2)	Mean		
1	63.52	28.82	27.82	28.32	35.20	9.73
2	56.55	25.08	25.05	25.07	31.48	13.60
3	45.20	16.72	16.90	16.81	28.39	13.12
4	34.50	16.01	16.06	16.04	18.46	9.76
5	50.80	16.71	16.50	16.61	34.19	13.60
6	54.70	16.07	15.93	16.00	38.70	6.80



Remarks: The soil passing 0.4mm sieve was used for the test to decide the liquid and plastic limits.

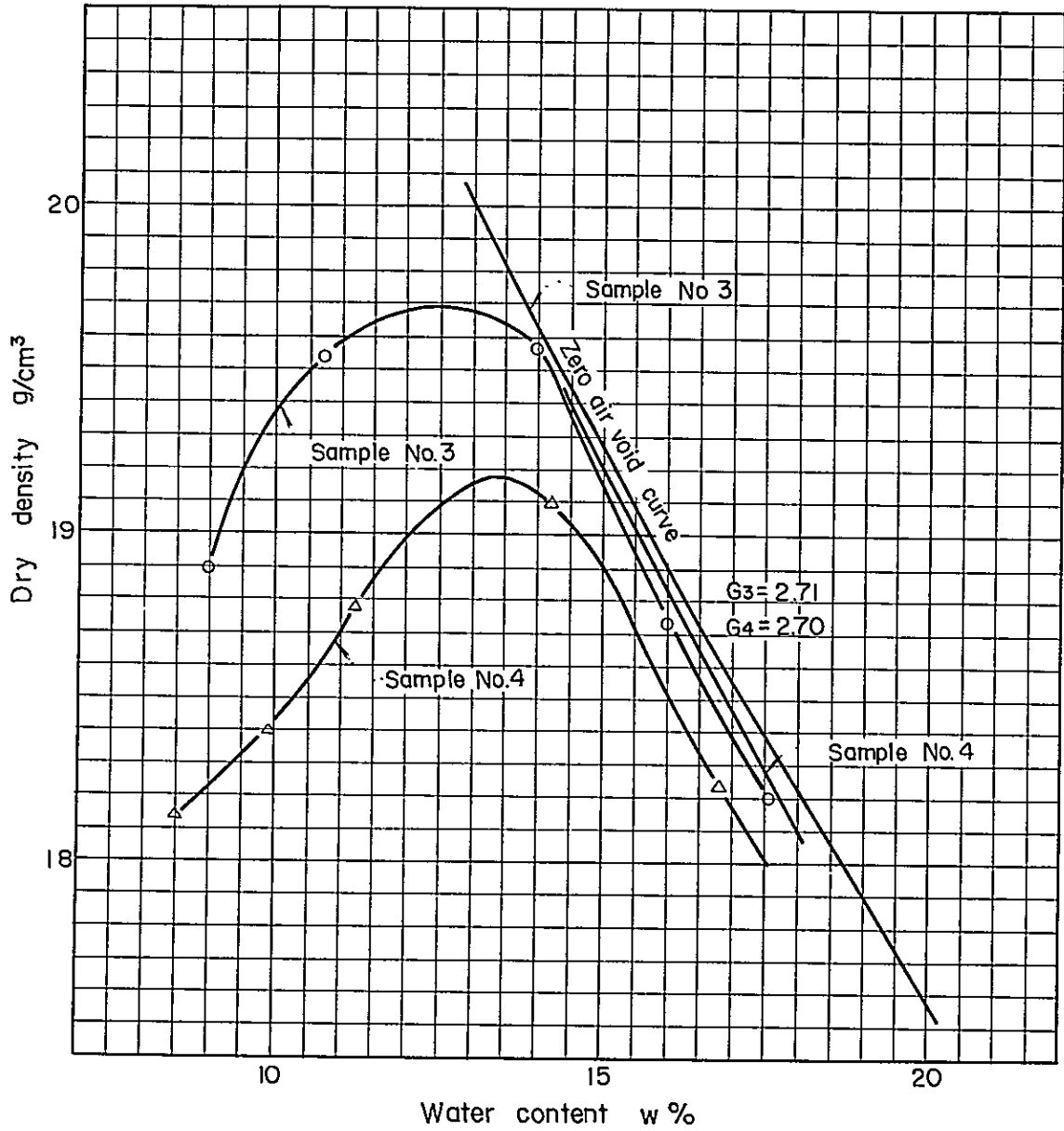
COMPACTION TEST (1)

Sample No.	Optimum water content	Max dry density
1	17.8 %	1.638 g/cm^3
2	17.7	1.750



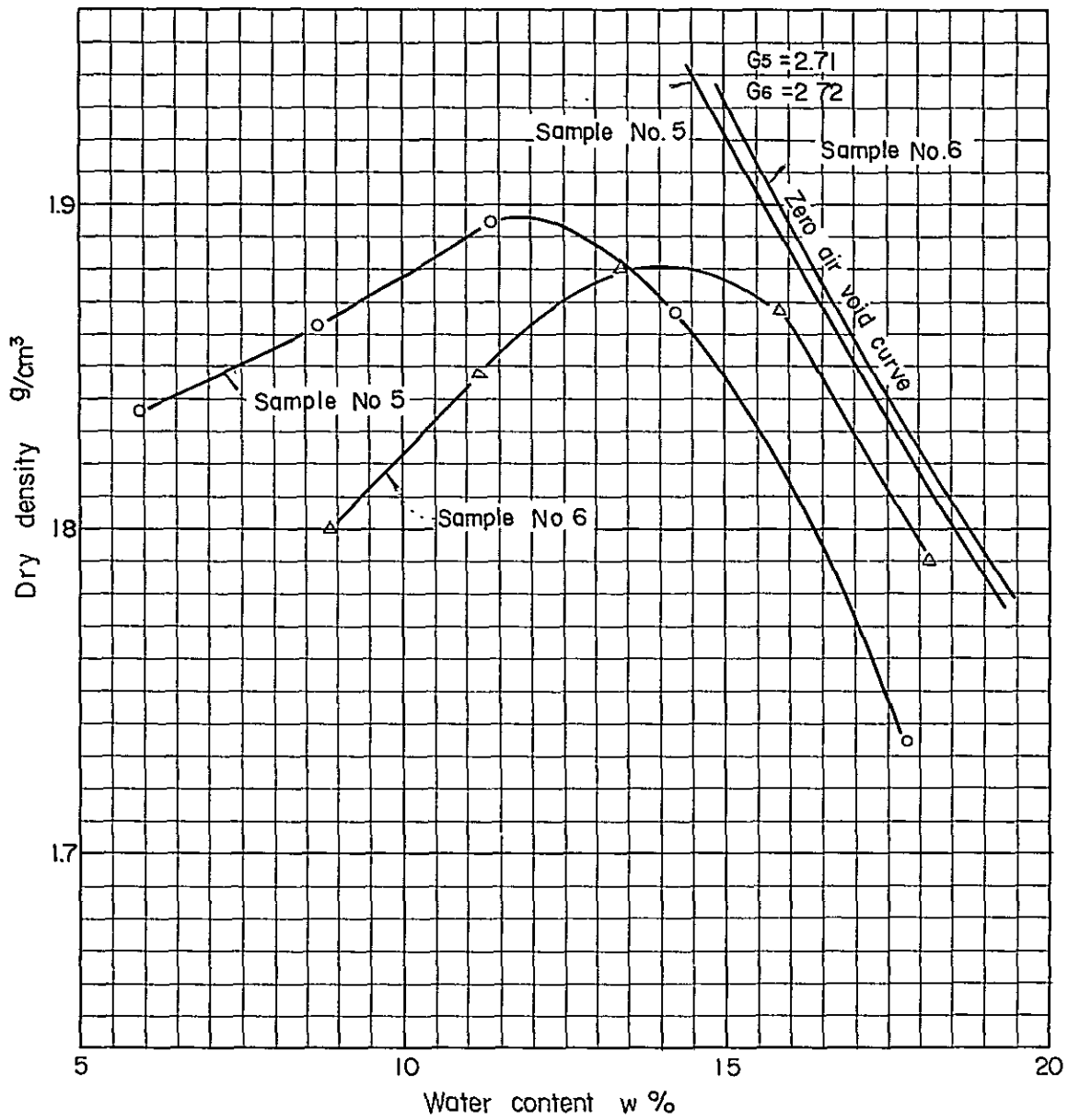
COMPACTION TEST (2)

Sample No.	Optimum water content	Max dry density
3	12.5 %	1.970 g/cm ³
4	13.2	1.918



COMPACTION TEST (3)

Sample No.	Optimum water content	Max. dry density
5	12.0	1.896
6	14.0	1.881



Direct Shear Test

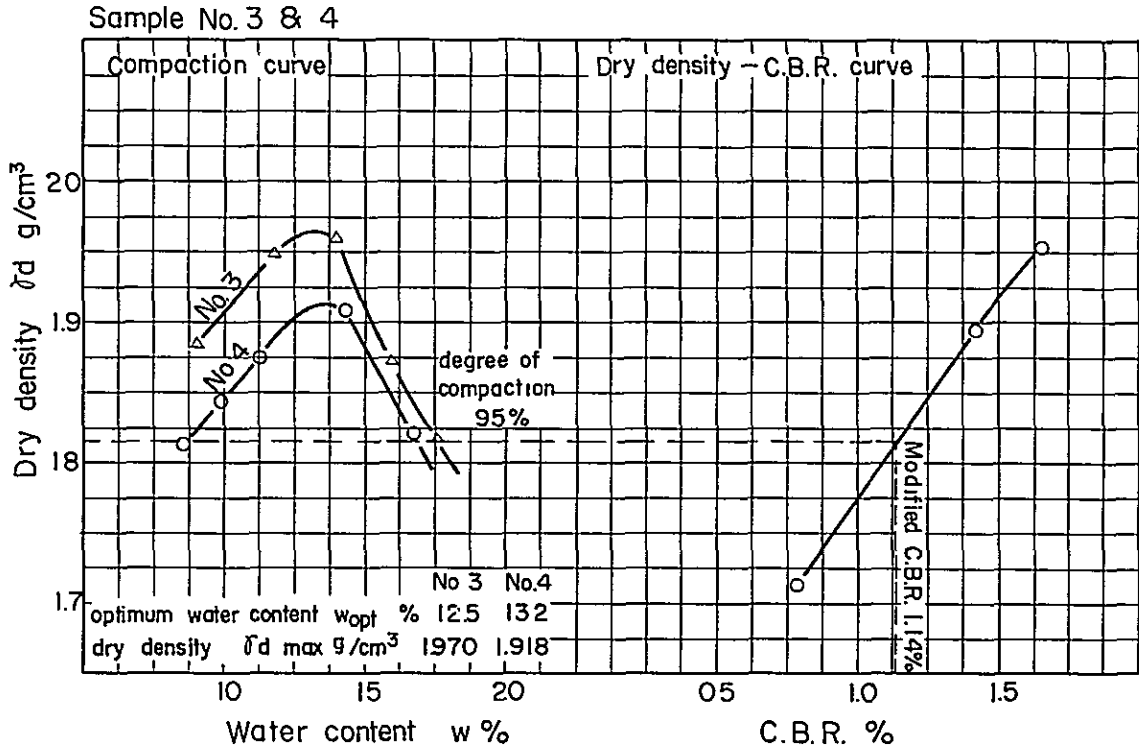
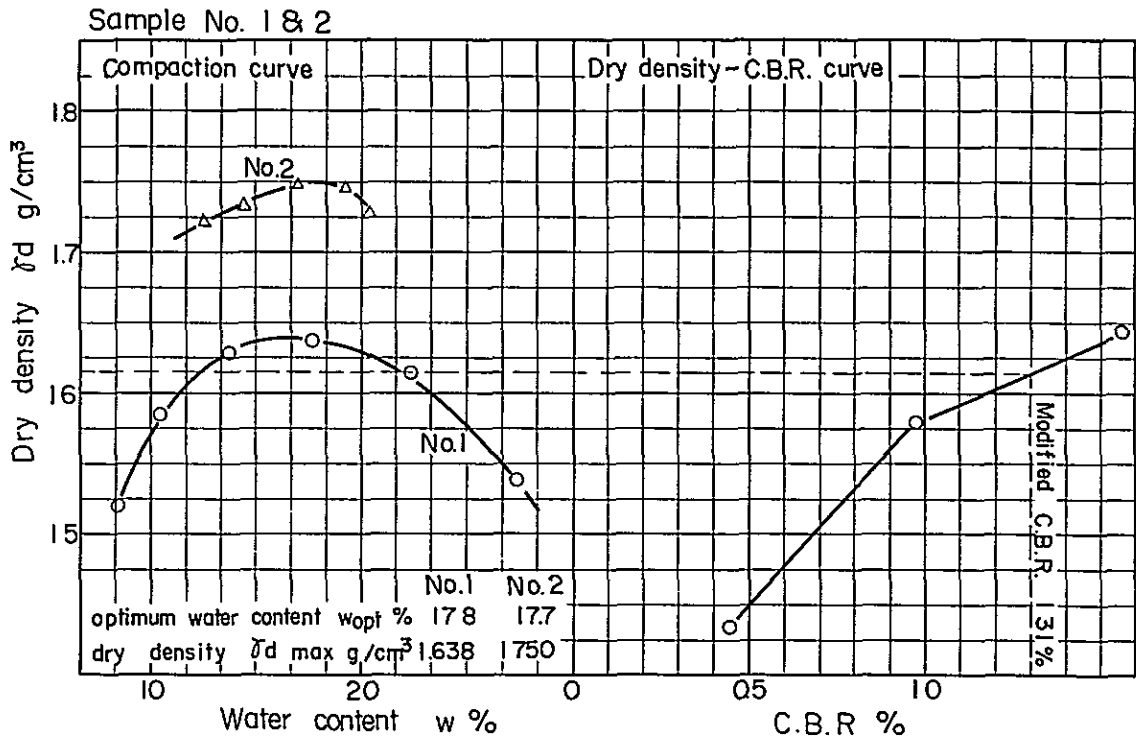
Case No.	Test condition	Sample No.	Dry density (g/cm ³)	Normal stress (kg/cm ²)	Maximum shear stress (kg/cm ²)	Cohesion c (kg/cm ²)	Internal friction angle ϕ	Shearing strength τ (kg/cm ²)	
(1)	Curing period, 0 day	1 & 2	1.445	0.6	0.121	0.112	0°55'	0.128	
			1.453	1.1	0.208				
			1.428	1.1	0.129				
		3 & 4	1.559	0.6	0.0831	0.062	2°07'	0.099	
			1.542	1.6	0.112				
			1.620	2.1	0.140				
	5		1.830	0.6	0.396	0.17	23°16'	0.60	
			1.725	1.1	0.741				
			1.876	1.6	0.869				
		1.764	2.1	1.329					
	6		1.222	0.1	0.0265	0.028	0°24'	0.055	
			1.309	0.6	0.0542				
			1.197	1.1	0.0358				
	3 & 4	Curing period, 1 day		1.734	0.6	0.269	0.26	0°04'	0.27
				1.690	1.1	0.240			
			1.693	1.6	0.270				
5	Curing period, 7 days		1.753	0.6	0.491	0.14	28°49'	0.69	
			1.738	1.1	0.770				
			1.817	1.6	1.039				
3 & 4	Curing period, 14 days		1.766	0.6	0.271	0.24	3°27'	0.30	
			1.766	1.1	0.369				
			1.648	1.6	0.332				
5	Curing period, 14 days		1.758	0.6	0.548	0.25	25°39'	0.73	
			1.776	1.1	0.782				
			1.784	1.6	1.025				
3 & 4	Curing period, 14 days		1.616	0.6	0.153	0.1	6°17'	0.21	
			1.587	1.1	0.308				
			1.544	1.6	—				
	1.598	2.1	0.278						
1 & 2	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.658	0.6	0.494	0.62	2°52'	0.67	
			1.709	1.1	0.675				
			1.691	1.6	1.036	0.24	20°19'	0.61	
	1.699	2.1	1.217						
1 & 2	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.688	0.6	0.655	0.48	15°39'	0.76	
			1.703	1.1	0.677				
			1.722	1.6	0.960				
3 & 4	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.958	0.6	0.634	0.20	31°48'	0.82	
			1.986	1.1	0.793				
			1.978	1.6	1.036	0.48	15°39'	0.76	
5	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.903	0.6	0.573	0.20	31°48'	0.82	
			1.827	1.1	0.909				
			1.922	1.6	1.216				
1 & 2	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.734	0.6	0.521	0.48	5°43'	0.58	
			1.729	1.1	0.663				
			1.713	1.6	0.633				
3 & 4	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.992	0.6	0.729	0.70	2°52'	0.75	
			1.985	1.1	0.885				
			1.946	1.6	0.774				
5	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.934	0.6	0.770	0.57	18°16'	0.90	
			1.932	1.1	0.940				
			1.928	1.6	1.104				
1 & 2	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.706	0.6	0.879	0.78	7°59'	0.92	
			1.707	1.1	0.990				
			1.741	1.6	1.020				
3 & 4	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.965	0.6	0.659	0.52	11°19'	0.72	
			1.965	1.1	0.713				
			1.981	1.6	0.856				
5	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.933	0.6	0.602	0.33	25°11'	0.80	
			1.945	1.1	0.845				
			1.971	1.6	1.121				
3 & 4	Surcharge load, 0.15 kg/cm ²		1.394	0.6	0.480	0.28	21°49'	0.68	
			1.616	1.1	0.600				
			1.600	1.6	1.023				
	1.622	2.1	1.140						
5	Mixing ratio, 30 %		1.759	0.6	0.516	0.12	32°38'	0.76	
			1.800	1.1	0.856				
			1.784	1.6	1.157				
	1.668	2.1	1.486						
3 & 4	Mixing ratio, 60 %		1.569	0.6	0.403	0.17	23°17'	0.60	
			1.581	1.1	0.629				
			1.599	1.6	0.891				
	1.557	2.1	1.311						
5	Curing period, 1 day		1.687	0.6	0.515	0.15	31°48'	0.77	
			1.771	1.1	0.847				
			1.738	1.6	1.152				
	1.710	2.1	1.489						
3 & 4	Curing period, 1 day		1.900	0.6	1.526	1.12	33°02'	1.77	
			1.790	1.1	2.359				
			1.838	2.1	2.444				
	1.905	0.6	3.243	3.20	1°44'	3.23			
	1.903	1.6	3.880						

Curing period, 14 days	3 & 4	1.616 1.587 1.544 1.598	0.6 1.1 1.6 2.1	0.153 0.308 — 0.278	0.1	6°17'	0.21
	5	1.658 1.709 1.691 1.699	0.6 1.1 1.6 2.1	0.494 0.675 1.036 1.217	0.24	20°19'	0.61
	1 & 2	1.688 1.703 1.722	0.6 1.1 1.6	0.655 0.677 0.960	0.62	2°52'	0.67
Surcharge load, 0.15 kg/cm ²	3 & 4	1.958 1.986 1.978	0.6 1.1 1.6	0.634 0.793 1.036	0.48	15°39'	0.76
	5	1.903 1.827 1.922	0.6 1.1 1.6	0.573 0.909 1.216	0.20	31°48'	0.82
	1 & 2	1.734 1.729 1.713	0.6 1.1 1.6	0.521 0.663 0.633	0.48	5°43'	0.58
(2) Surcharge load, 0.30 kg/cm ²	3 & 4	1.992 1.985 1.946	0.6 1.1 1.6	0.729 0.885 0.774	0.70	2°52'	0.75
	5	1.934 1.932 1.928	0.6 1.1 1.6	0.770 0.940 1.104	0.57	18°16'	0.90
	1 & 2	1.706 1.707 1.741	0.6 1.1 1.6	0.879 0.990 1.020	0.78	7°59'	0.92
Surcharge load, 0.45 kg/cm ²	3 & 4	1.965 1.965 1.981	0.6 1.1 1.6	0.659 0.713 0.856	0.52	11°19'	0.72
	5	1.933 1.945 1.971	0.6 1.1 1.6	0.602 0.845 1.121	0.33	25°11'	0.80
	3 & 4	1.394 1.616 1.600 1.622	0.6 1.1 1.6 2.1	0.480 0.600 1.023 1.140	0.28	21°49'	0.68
(3) Mixing ratio, 30 %	5	1.759 1.800 1.784 1.668	0.6 1.1 1.6 2.1	0.516 0.856 1.157 1.486	0.12	32°38'	0.76
	3 & 4	1.569 1.581 1.599 1.557	0.6 1.1 1.6 2.1	0.403 0.629 0.891 1.311	0.17	23°17'	0.60
	5	1.687 1.771 1.738 1.710	0.6 1.1 1.6 2.1	0.515 0.847 1.152 1.489	0.15	31°48'	0.77
Curing period, 1 day	3 & 4	1.900 1.790 1.838	0.6 1.1 2.1	1.526 2.359 2.444	1.12	33°02'	1.77
	5	1.905 1.903 1.900	0.6 1.6 2.1	3.243 3.880 3.268	3.20	1°44'	3.23
	3 & 4	1.831 1.838 1.977	0.6 1.1 1.6	1.786 1.829 2.753	1.60	11°52'	1.81
(4) Curing period, 7 days	5	1.858 1.838 1.880	0.6 1.1 2.1	1.556 2.210 2.352	0.77	51°49'	2.04

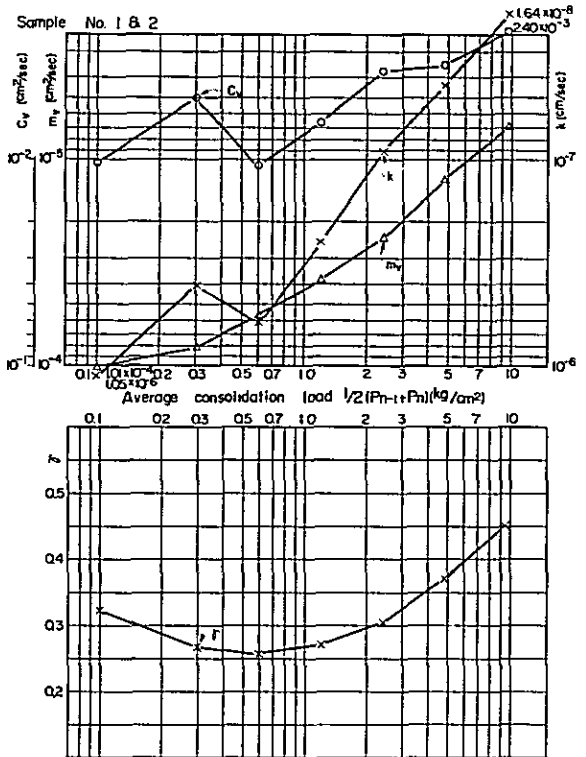
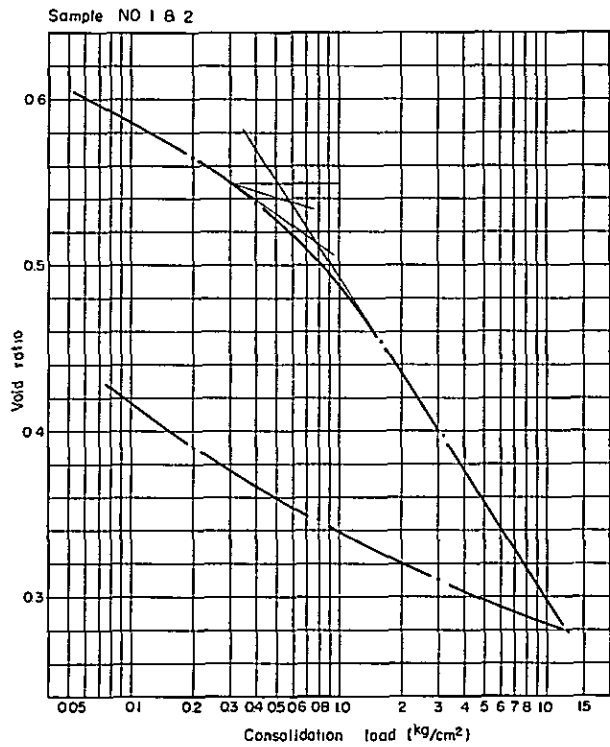
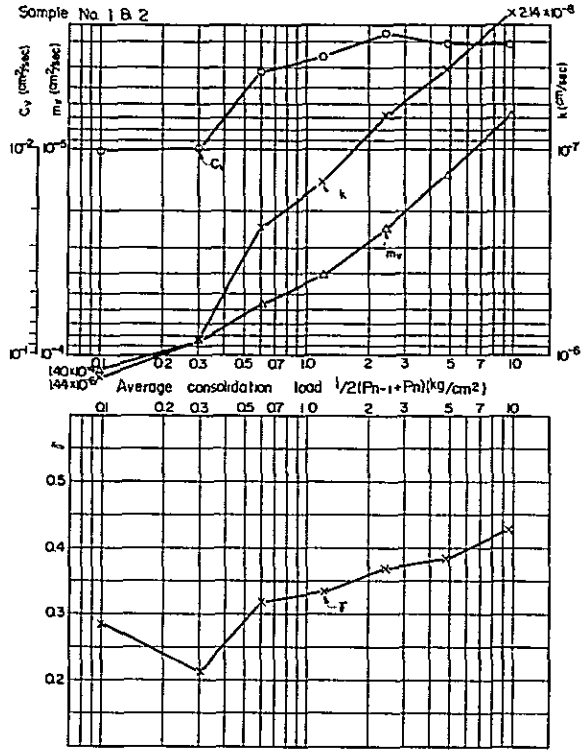
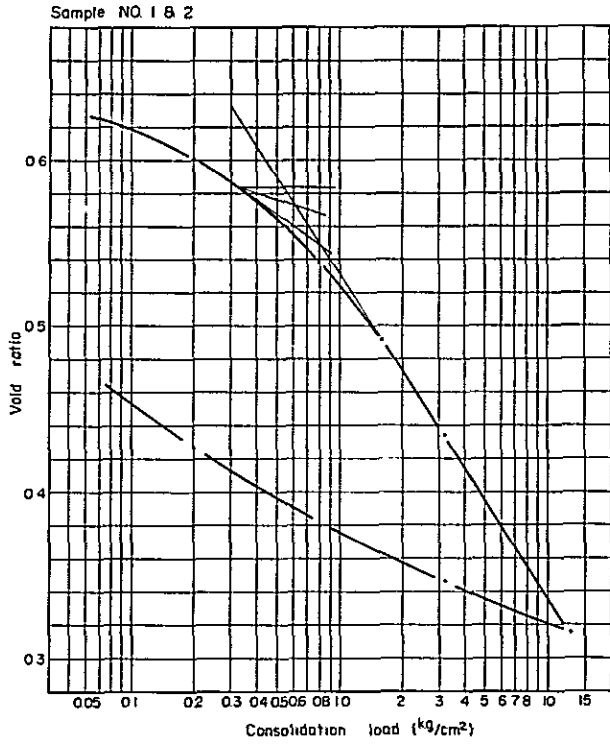
Triaxial Compression Test

Sample No.	Dry density γ_d (g/cm ³)	Lateral pressure σ_3 (kg/cm ²)	Max. compression stress σ_1 (kg/cm ²)	Cohesion c (kg/cm ²)	Internal friction angle ϕ
1 & 2	1.720	0.5	10.48	2.05	35°00'
	1.720	1.0	12.72		
	1.725	1.5	10.88		
	1.715	2.0	14.92		
	1.402	1.0	3.961	1.75	16°42'
	1.398	2.0	6.490		
	1.396	3.0	7.502		
	1.382	4.0	7.734		
3 & 4	1.920	0.5	5.41	1.10	33°01'
	1.927	1.0	10.18		
	1.922	1.5	10.19		
	1.926	2.0	9.17	1.10	19°18'
	1.600	1.0	4.029		
	1.605	2.0	5.226		
	1.603	3.0	6.153		
5	1.903	0.5	9.90	2.10	33°01'
	1.900	1.0	12.19		
	1.901	1.5	11.64		
	1.904	2.0	12.37		
	1.618	1.0	4.703	1.55	21°48'
	1.615	2.0	7.118		
	1.611	3.0	8.263		
6	1.889	0.5	7.64	1.75	30°58'
	1.884	1.0	8.44		
	1.889	1.5	9.83		
	1.881	2.0	14.26		
	1.599	1.0	4.286	1.75	16°42'
	1.606	2.0	6.520		
	1.596	3.0	7.575		
	1.589	4.0	8.444		

C. B. R. TEST

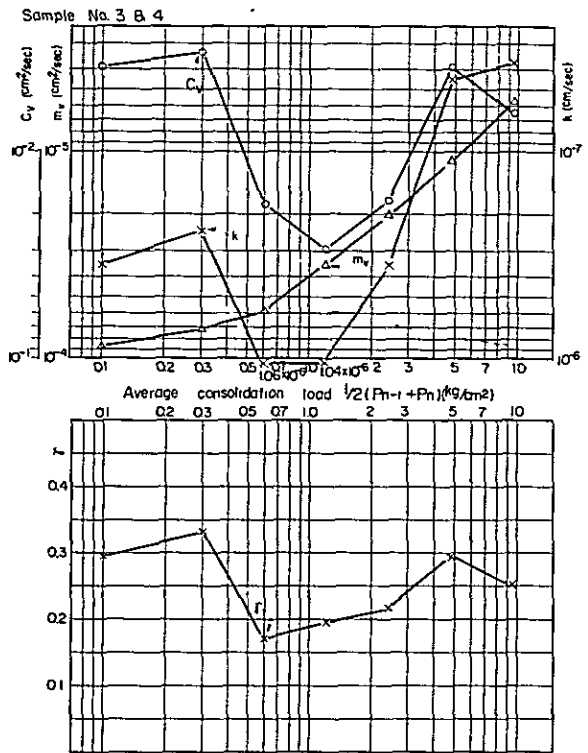
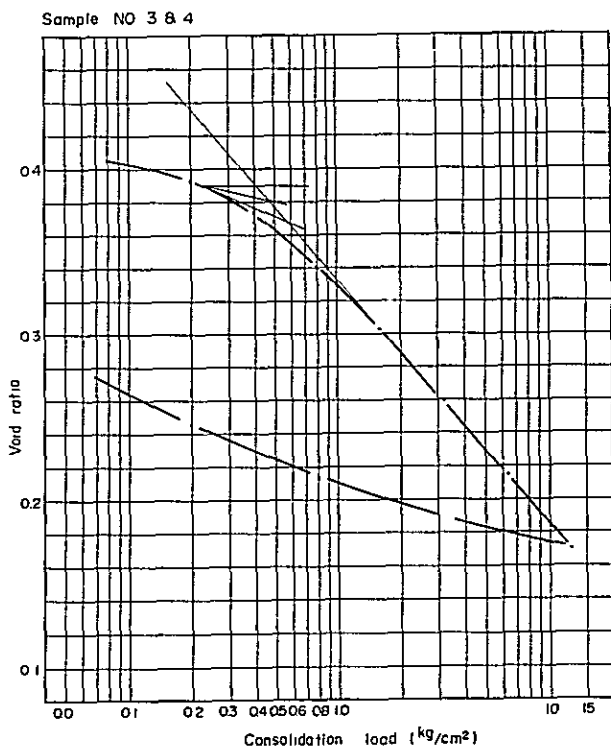
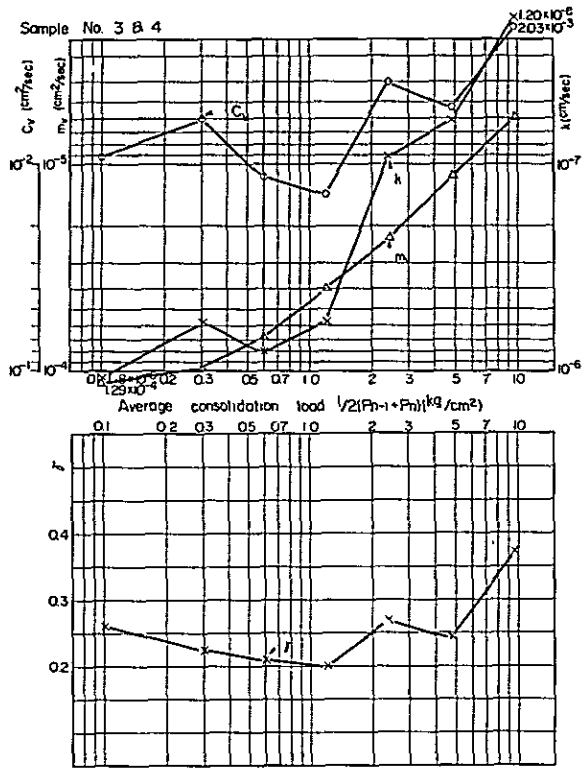
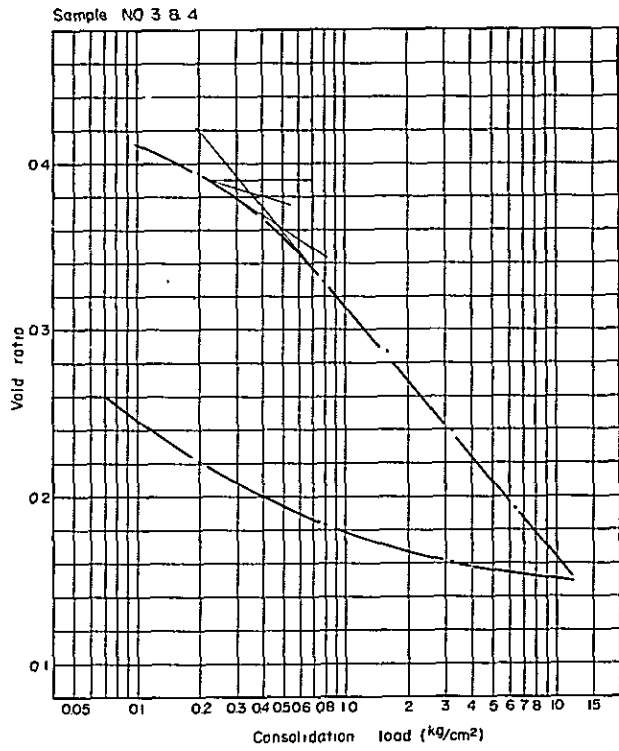


CONSOLIDATION TEST (I)



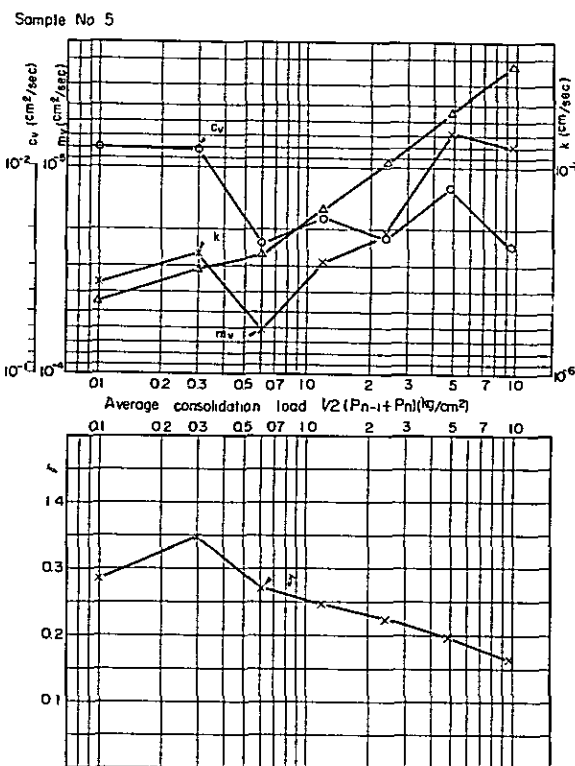
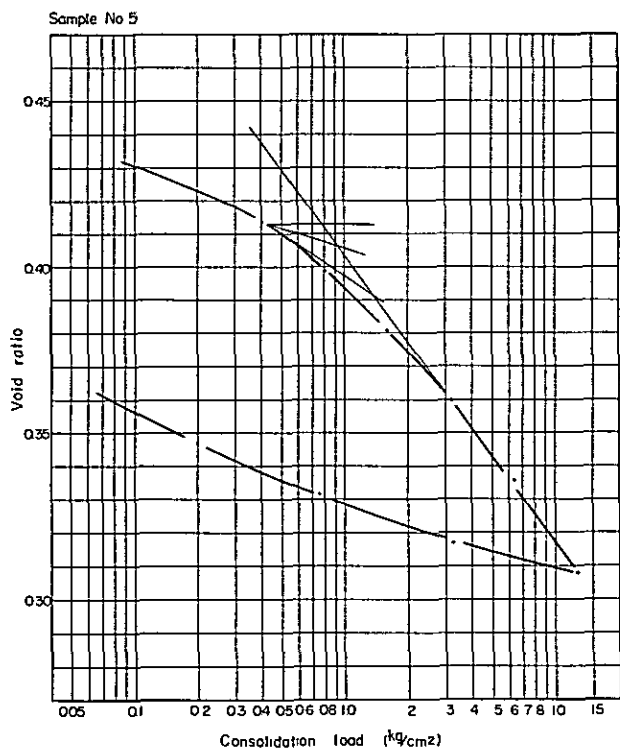
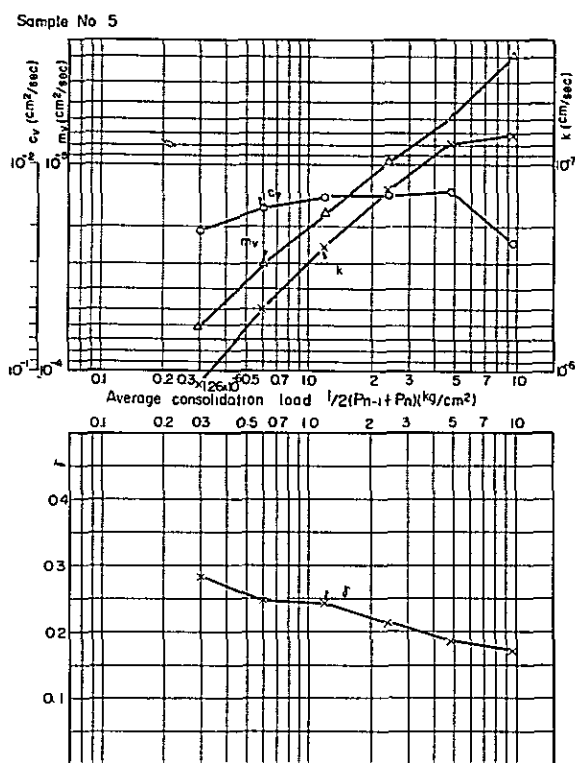
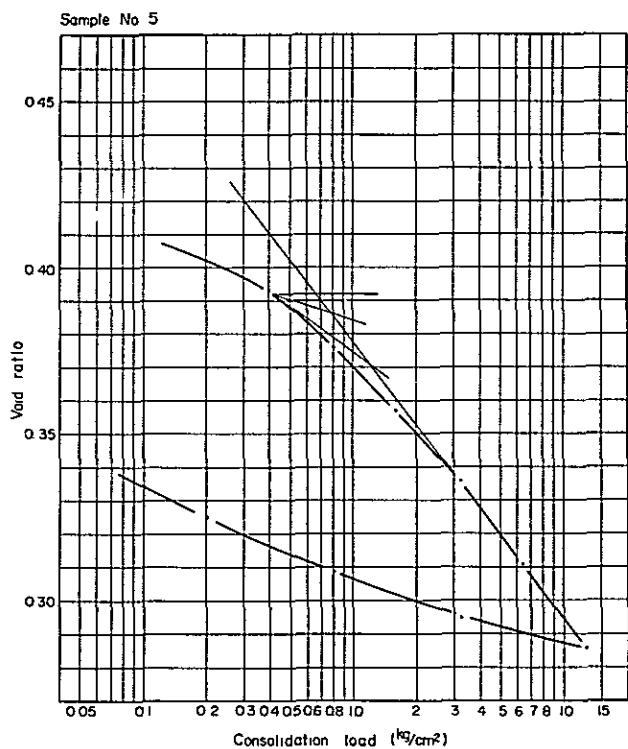
Remarks c_v Coefficient of consolidation
 m_v Coefficient of volume compressibility
 k Coefficient of permeability
 r Primary compression ratio

CONSOLIDATION TEST (2)



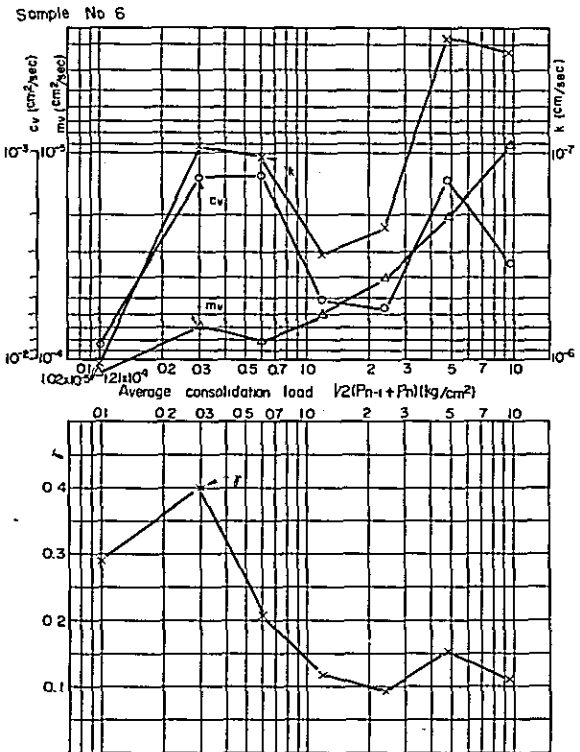
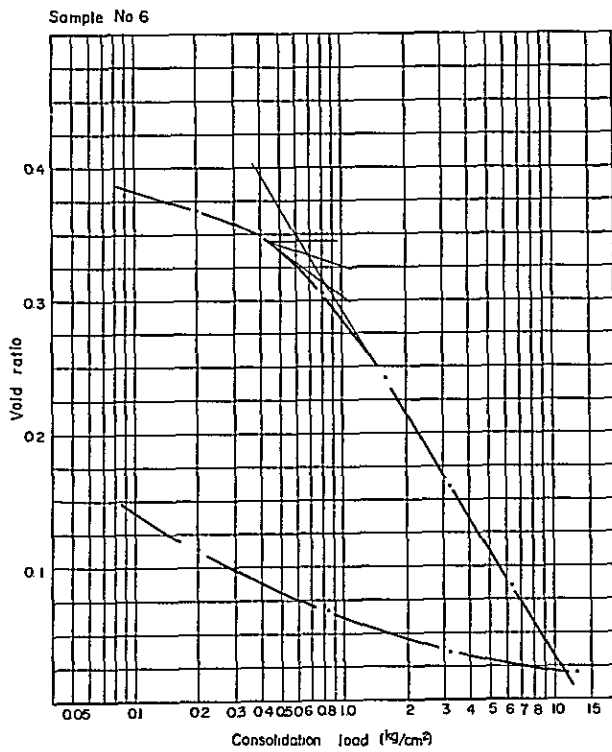
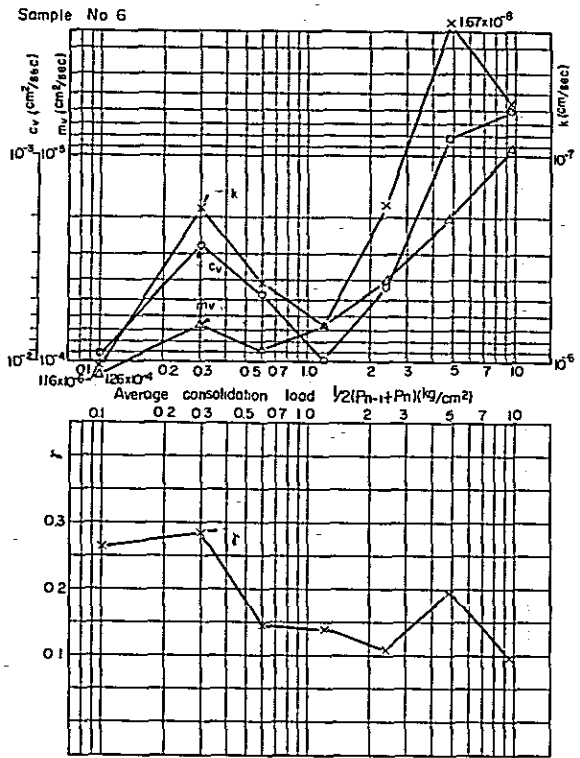
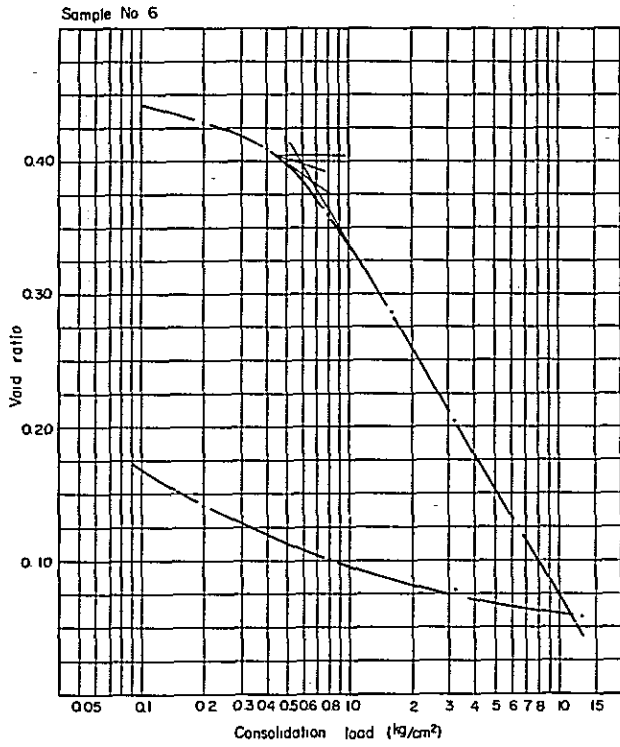
Remarks c_v Coefficient of consolidation
 m_v Coefficient of volume compressibility
 k Coefficient of permeability
 f Primary compression ratio

CONSOLIDATION TEST (3)



Remarks c_v Coefficient of consolidation
 m_v Coefficient of volume compressibility
 k Coefficient of permeability
 e Primary compression ratio

CONSOLIDATION TEST (4)

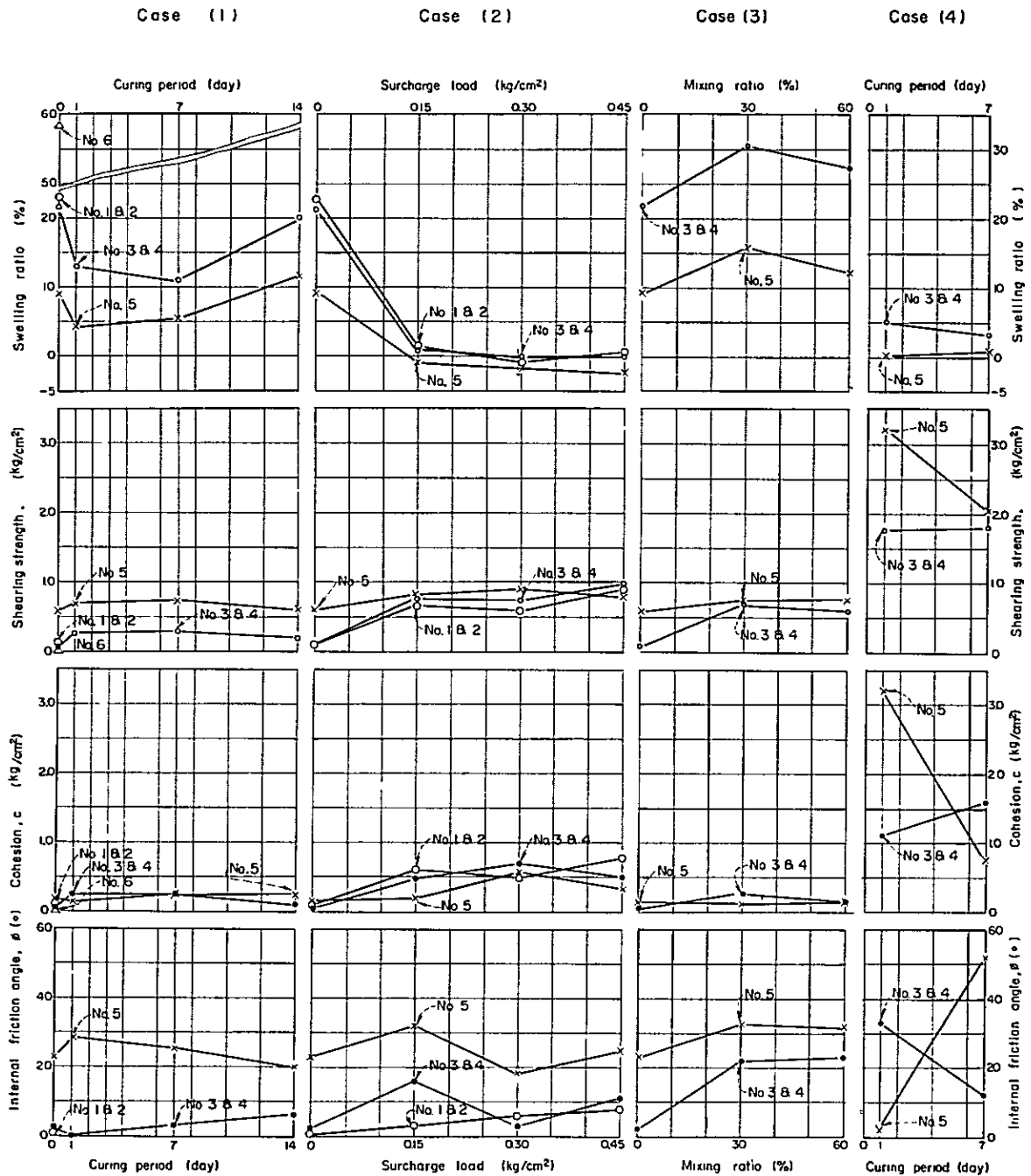


Remarks cv Coefficient of consolidation
mv Coefficient of volume compressibility
k Coefficient of permeability
r Primary compression ratio

Swelling Test (1)

	1 & 2			3 & 4			5			6				
	(1)	(2)	(3)	Mean	(1)	(2)	(3)	(4)	Mean	(1)	(2)	(3)	(4)	Mean
1. Case (1)														
Curing period, 0 day	24.26	21.21	23.04	22.84	26.37	24.99	21.43	12.55	21.34	5.05	12.15	6.29	13.45	9.24
1 day	-	-	-	-	11.59	13.29	14.05	-	12.98	4.84	6.33	1.76	-	4.31
7 days	-	-	-	-	8.39	9.95	14.97	-	11.10	6.05	5.74	4.77	-	5.52
14 days	-	-	-	-	15.56	22.66	21.63	-	19.95	13.09	10.11	11.47	-	11.56
2. Case (2)														
Surcharge load, 0.15 kg/cm ²	3.10	1.18	0.16	1.50	2.61	0.13	-0.04	-	0.90	-0.79	-0.77	-0.81	-	-0.79
0.30 kg/cm ²	-0.98	-0.91	-0.36	-0.75	-0.03	-0.04	-0.08	-	-0.05	-1.85	-1.38	-0.95	-	-1.39
0.45 kg/cm ²	1.31	0.98	-0.02	0.76	-0.07	-0.05	-0.18	-	-0.10	-2.04	-2.36	-2.52	-	-2.31
3. Case (3)														
Mixing ratio, 30%	-	-	-	-	33.45	32.90	28.12	27.74	30.55	14.90	16.23	15.89	17.49	16.13
60%	-	-	-	-	27.31	27.05	29.61	26.11	27.52	11.12	9.76	13.26	15.22	12.34
4. Case (4)														
Curing period, 1 day	-	-	-	-	4.19	10.45	0.14	6.05	5.21	0.11	0.21	0.21	-	0.18
7 days	-	-	-	-	4.05	4.19	2.40	-	3.55	0.64	1.19	0.33	1.1	1.09

SWELLING TEST (2)



- Remarks
- Case (1) The samples were molded in the state of optimum water content and saturated with water after curing for several days at the unloaded condition
 - Case (2) The samples were molded in the state of optimum water content and saturated with water at the loaded condition after the compressive deformation due to loading was almost completed (generally after 24 hours)
 - Case (3) The samples were mixed with the sand of 0.3 millimeter in maximum size by 30 percent of the soil sample in weight in the state of optimum water content or by 60 percent of it, and saturated with water at the unloaded condition immediately after molding
 - Case (4) The samples were mixed with cement by five percent in weight in the state of optimum water content and saturated with water after curing for several days at the unloaded condition

第 四 章

気 象

4.1. 計画地域内の気象資料

気象資料は第一次調査及び第二次調査において図 5.1.に示されるヴィエンチャン，ノンカイ及び R.I.D(ノンカイ)の3つの測候所から表 4.1.に示される資料が蒐集された。データ 4.1.～4.5.にはこれらの資料が集録されており，記録を整理しその特性値が表 4.2.に要約されている。

表 4.1. 第一次，第二次調査において蒐集された気象資料

資 料	観 測 期 間		
	ヴィエンチャン	ノンカイ	R. I. D(ノンカイ)
気 温	Jan. '58～Feb. '68*	Mar. '64～Dec. '67	Jan. '65～Apr. '68*
日 降 雨 量	Jan. '58～May. '68*	Jan. '64～Dec. '67*	Apr. '55～Apr. '68
湿 度	Jan. '58～Feb. '68*	Mar. '64～Dec. '67	
蒸 発	Jan. '58～Feb. '68*	'	
風向，風速	Jan. '59～Apr. '68	Feb. '66～Dec. '67	

注 * 印の資料は可能性研究に際してそれ程重要なものではないので本書には掲載されていない。

Table 4.2 Salient Meteorological Features of the Project Site

(a) Rainfall (At RID Station, Nong Khai, 1958-1967)

Maximum daily rainfall	221.2 mm
Maximum monthly rainfall	727.4 "
Annual rainfall, maximum	1,857.7 "
" mean	1,501.5 "
" minimum	1,157.5 "
Annual rainy days ¹ , maximum	117 days
" mean	95 "
" minimum	67 "
Annual workable days ² , Maximum	256 "
" mean	235 "
" minimum	205 "

(b) Wind Velocity

Maximum daily-mean wind velocity:

At Nong Khai Station (1966-1967)	9.5 m/sec
At Vientiane Station (1959-1968)	26.0 "

(c) Atmospheric Temperature (At Nong Khai Station, 1964 to 1967)

Mean daily-highest	35.0°C
Mean daily-mean	26.6° C
Mean daily-lowest	12.8° C

(d) Relative Humidity (At Nong Khai Station, 1964 to 1967)

Maximum of monthly-maximum	98 %
Mean of monthly-mean	74 %
Minimum of monthly-minimum	45 %

N.B. ¹ : Excluding rainy days in which the daily rainfall was less than one millimeter.

² : Excluding the day following a rainy day or the last day of a series of rainy days, a rainy day being defined as noted above.

DAILY RAINFALL RECORD (I)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

Unit: mm Annual Total: 1157.5 Year 1958

D	M	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	M	D
1										27.6				1	
2					3.2	57.6								2	
3														3	
4						6.9		4.4	19.0					4	
5							24.5							5	
6						7.4	31.2		16.2	2.8				6	
7							3.4	9.0		30.0				7	
8								18.0	13.6					8	
9								11.5						9	
10					10.3				8.1	45.5				10	
11						1.4	5.2		17.5	2.6				11	
12						4.8	14.6		14.1					12	
13						6.7	13.1				4.6			13	
14							7.7				14.2			14	
15									50.6		6.4			15	
16							1.8		2.2					16	
17						8.3	52.5			9.5				17	
18							8.0		6.4	8.2				18	
19							1.5			1.4				19	
20								61.2						20	
21							10.6	9.0		7.0				21	
22						1.5		6.0		2.4				22	
23								9.7						23	
24						35.3	56.7	11.7						24	
25							1.1	2.0	5.5					25	
26							40.9							26	
27							62.6		34.6					27	
28								7.8	70.0					28	
29								85.0						29	
30						1.8		12.5						30	
31									9.1					31	
Max					10.3	57.6	62.6	85.0	70.0	45.5	14.2			Max	
Days					2	10	16	13	13	10	3			Days	
Total					13.5	131.7	335.4	247.8	266.9	137.0	25.2			Total	

Data 4.1.

DAILY RAINFALL RECORD (2)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

		Unit: mm													
		Annual total: 1607.2												Year 1959	
D	M	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	M	D
1							2.9			7.7				1	
2							9.3	7.3	12.1	5.9				2	
3			4.3					9.0	3.6					3	
4									4.6	34.0				4	
5			0.7			2.0		2.6		23.1				5	
6										116.5				6	
7										10.0				7	
8								3.0		122.2				8	
9									3.7	60.5				9	
10				0.5		12.8		82.4		132.3				10	
11								19.2						11	
12				0.2				20.3		67.2				12	
13										26.8				13	
14										25.4				14	
15						1.0				16.0				15	
16					26.3		0.8	11.0	40.0					16	
17						46.8	11.8		18.0					17	
18								10.1	1.3	6.7				18	
19				0.8				7.3	12.6					19	
20								2.2	0.9	57.4				20	
21						5.0		2.9	40.7					21	
22				5.6	27.6	43.5	7.8			3.9				22	
23					9.2	10.9	10.0		1.5					23	
24						21.5	0.3	13.9	25.6	3.6				24	
25								2.2	7.8	8.2				25	
26				2.8					3.2					26	
27				1.3		20.5	16.6	34.5	11.8					27	
28							23.7	9.7	44.5					28	
29								1.1	8.1					29	
30								59.0						30	
31						15.6								31	
Max			4.3	5.6	27.6	46.8	23.7	82.4	44.5	132.3				Max	
Days			2	6	3	9	9	18	17	18				Days	
Total			5.0	11.2	63.1	179.6	83.2	297.7	240.0	727.4				Total	

DAILY RAINFALL RECORD (3)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

		Unit: mm												Annual total: 1616.5		Year 1960	
D	M	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	M	D		
1			3.4			3.0		1.7			4.3				1		
2									3.2		1.8				2		
3						12.5	62.0	53.1	42.1	0.2					3		
4							9.0	10.1		8.5					4		
5							0.6			4.2					5		
6									5.4	11.8					6		
7									23.0	54.0					7		
8						4.9			34.0	152.8					8		
9							12.1		38.7	19.4					9		
10						19.1				2.5					10		
11			4.6				2.0	18.4	2.0	20.5					11		
12			4.4	8.3				20.0	3.5						12		
13								4.0	25.1		18.3				13		
14									14.5	45.2	8.5				14		
15						3.1	1.3	15.2							15		
16							0.7	13.5	4.9		3.5				16		
17						1.4			8.1						17		
18						3.8			52.7						18		
19									66.7	13.1					19		
20						39.4		17.5	14.1		23.0				20		
21						3.7	8.7								21		
22				7.0		20.3		26.2	44.6	4.8					22		
23						13.3		1.5	2.0	26.3					23		
24					4.2	17.0	5.8	16.9	58.2	5.5					24		
25			3.0	2.4				27.7	3.2	11.8					25		
26			1.0				1.3		3.0	8.9					26		
27				34.7						31.6					27		
28							8.1		3.8	9.3					28		
29					14.3			35.6	0.5	12.6					29		
30							1.3		24.9						30		
31								23.1	9.7						31		
Max			4.6	34.7	14.3	39.4	62.0	53.1	66.7	152.8	23.0				Max		
Days			5	4	2	12	12	15	24	19	6				Days		
Total			16.4	52.4	18.5	141.5	112.9	284.5	487.9	443.0	59.4				Total		

DAILY RAINFALL RECORD (4)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

		Unit: mm													
		Annual total: 1686.5											Year: 1961		
D	M	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	M	D
1				11.4				2.2		15.7	43.4			1	
2									2.1	19.1	4.6			2	
3						24.6								3	
4				0.6					20.5	13.1				4	
5							7.6		7.5	2.6				5	
6				0.3				1.6	9.7	1.1				6	
7				11.4			1.2	2.8		20.8				7	
8							9.0	2.5		9.4				8	
9					20.9		10.7	6.4	7.6	105.7	77.6			9	
10							14.7	7.5		1.7				10	
11					9.1	26.3	7.6		5.3	3.5				11	
12							17.6		4.3					12	
13							8.9		26.6	4.2				13	
14							8.5		4.8	16.2				14	
15							0.5		28.7	5.2				15	
16							3.7	1.9		8.5				16	
17						33.8	18.4	6.3	1.4	16.4				17	
18						38.4		33.3		15.2				18	
19					3.8	0.6		16.2	24.1	20.4				19	
20						7.6		0.4	6.0	8.2				20	
21						60.6		2.2	144.1	44.7				21	
22						0.4								22	
23							2.1		0.3					23	
24						65.2	17.8			11.2				24	
25						1.6	38.5			72.0				25	
26					5.6		0.8		37.5	3.2				26	
27						19.7	0.5	8.6	2.4					27	
28						16.0		14.5	2.5					28	
29			8.5			2.2	30.4	10.3	14.9	23.9				29	
30					13.5	0.2		2.2		5.9				30	
31								53.3	9.7					31	
Max			8.5	11.4	20.9	65.2	38.5	53.3	144.1	105.7	77.6			Max	
Days			1	4	5	14	18	17	20	24	3			Days	
Total			8.5	23.7	52.9	297.2	198.5	172.2	360.0	447.9	125.6			Total	

DAILY RAINFALL RECORD (5)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

		Unit: mm												Annual total: 1857.7		Year 1962	
D	M	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	M	D		
1				1.6		4.6	49.7	48.2	21.9	2.6					1		
2				0.2				0.8	12.6	5.3					2		
3					10.9	4.6	1.6		31.4	33.4					3		
4							12.9		11.5	5.8	13.9				4		
5					2.4	16.9	4.7			0.7	8.9				5		
6				1.0					9.2		79.1				6		
7									45.1		11.4				7		
8						56.9			13.3		29.6				8		
9				0.7			24.4			8.3					9		
10				11.1			20.0	11.5	5.5	10.6	1.2				10		
11							0.8	6.7	60.0	17.3	0.8				11		
12					19.3	14.2	29.5	4.7	35.6					1.3	12		
13								48.0	11.5	4.4					13		
14								31.8			10.7				14		
15							4.2	38.6							15		
16			5.2					1.4		0.5					16		
17				9.3			68.6	3.0	12.4	21.6					17		
18			10.0			73.9	28.7	16.2	3.1	19.2					18		
19			1.3				5.7	27.1	29.0	0.1					19		
20					0.1			1.6	13.3						20		
21						20.0			6.3						21		
22					5.5	26.5				74.5					22		
23					6.9			0.6	20.0	19.7					23		
24					10.0	4.3	1.5	16.3	2.4	21.0					24		
25					6.4	2.3		4.3	39.4	0.7					25		
26							19.7		28.6						26		
27				2.4	2.9					29.8					27		
28					1.2					40.8					28		
29					26.2					1.2					29		
30					22.5	3.2	0.2		6.8						30		
31						5.8		5.7	35.4						31		
Max			10.0	11.1	26.2	73.9	68.6	48.2	60.0	74.5	79.1		1.3		Max		
Days			3	7	12	12	15	17	22	20	8		1		Days		
Total			16.5	26.3	114.3	233.2	272.2	266.5	454.3	317.5	155.6		1.3		Total		

DAILY RAINFALL RECORD (6)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

		Unit: mm												Annual total: 1308.0		Year 1963	
D	M	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	M	D		
1								0.2	5.3	2.4					1		
2							1.0		0.8						2		
3						12.6	40.4	1.6		2.8					3		
4							38.6	29.8							4		
5						11.7		0.2	2.0	13.0	24.0	18.6			5		
6						12.4	1.4		21.1		2.3				6		
7					75.0				20.6		0.7	4.5	1.1		7		
8						1.3	7.7		25.9	4.3			0.8		8		
9				0.4			48.2			33.1		41.5			9		
10							33.8	0.5		37.4					10		
11									6.2						11		
12							2.2	3.4	11.4	0.5					12		
13								14.9	0.8						13		
14															14		
15				0.7			27.9	24.3							15		
16					1.3	1.1	6.2			6.0					16		
17					1.3			1.7		11.7					17		
18					4.0	15.8		3.7	6.1	55.9					18		
19					2.2	64.8		5.5	12.4	8.3					19		
20						5.5	38.5	7.6							20		
21								6.8							21		
22								2.7	4.1	6.3					22		
23								3.0	11.2						23		
24			0.7			17.8		16.1	0.5	4.0					24		
25						0.8		33.1	0.7						25		
26						33.3	42.6	9.7	36.0	3.6	4.4				26		
27								6.4	3.9		18.1				27		
28					15.9	2.6	6.7		1.5		0.2				28		
29								4.9			9.7				29		
30						10.7		56.7							30		
31								2.4							31		
Max			0.7	0.7	75.0	64.8	48.2	56.7	36.0	55.9	24.0	41.5	1.1	Max			
Days			1	2	6	13	13	22	18	14	7	3	2	Days			
Total			0.7	1.1	99.7	190.4	295.2	235.2	170.5	189.3	59.4	64.6	1.9	Total			

DAILY RAINFALL RECORD (7)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

		Unit: mm													
		Annual total: 1585.5											Year 1964		
D	M	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	M	D
1					3.5	29.3				15.0	20.0			1	
2						0.7		5.7		1.5	3.4			2	
3						59.0	6.3	8.4		25.6	25.7			3	
4						25.1		8.7	25.7	13.0	3.4			4	
5							8.9			11.0				5	
6							23.7		2.5	21.2				6	
7				1.7			7.1	34.5	3.1	8.4				7	
8					6.0	14.5		2.5			24.9			8	
9							3.1		7.2		6.4			9	
10					7.7	1.2			3.7		15.6			10	
11					15.0	4.3	1.8	65.0						11	
12					14.0		4.3			4.0				12	
13					21.0		1.3		50.0	27.0	6.3			13	
14				3.0				8.4	9.8					14	
15						2.0	46.0		2.3	28.8	13.5			15	
16						0.7	3.3			5.5				16	
17					22.1			3.7		18.3				17	
18						21.8	7.5			41.9				18	
19										11.2				19	
20				8.8			42.0							20	
21					4.2	69.7	3.8	37.2	12.0					21	
22				6.3			0.4	15.0	0.9	0.7	8.0			22	
23						49.2	5.7		16.0	8.9	20.1			23	
24					9.8	9.8			1.7		11.2			24	
25						23.1	7.4	0.5	42.5					25	
26							33.7		4.6					26	
27						17.2	0.2		3.7	26.2				27	
28					14.5	18.9	2.1		1.2	0.5				28	
29						27.1			38.5					29	
30					2.6	4.3			0.6					30	
31									16.0					31	
Max				8.8	22.1	69.7	46.0	65.0	50.0	28.8	25.7			Max	
Days				4	11	18	19	11	19	18	12			Days	
Total				19.8	120.4	377.9	208.6	189.6	242.0	268.7	158.5			Total	

DAILY RAINFALL RECORD (8)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

		Unit: mm													
		Annual total: 1339.8												Year 1965	
D	M	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	M	D
1						1.9			6.6						1
2		5.2								26.7					2
3										1.6					3
4							5.2	10.0	4.2	5.0		2.2			4
5					16.6		5.7			0.9	4.0				5
6					2.0		13.1	7.9		63.3					6
7						0.2	2.9		0.6	20.5					7
8					15.1		1.5		1.0	5.6	3.2				8
9							2.2			55.0					9
10							3.7				3.5				10
11					2.8		32.1	21.8		55.5	1.9				11
12							9.8	11.4							12
13						8.7	2.3		65.6	20.3					13
14							10.4			10.8					14
15						1.0	44.2								15
16						118.0	59.1		1.4						16
17									1.5						17
18					33.7		2.3		14.6						18
19							0.3		14.5						19
20						4.2	32.2		29.1	11.5					20
21							9.1	57.8	16.0	1.1					21
22					40.5		8.2		1.8						22
23						0.4	1.4	9.2	56.2						23
24					36.5			8.7		14.3	7.2				24
25					0.8			1.5			0.7				25
26					12.9			6.4	19.2						26
27						2.1	0.4	14.2	0.7		2.5				27
28						16.8	12.1		0.9						28
29						2.6	12.3	12.2	4.5						29
30						4.1	11.8								30
31						14.6									31
Max		5.2			40.5	118.0	59.1	57.8	65.6	63.3	7.2	2.2			Max
Days		1			9	12	23	11	17	14	7	1			Days
Total		5.2			160.9	174.6	282.3	161.1	238.4	292.1	23.0	2.2			Total

DAILY RAINFALL RECORD (9)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

		Unit: mm											Annual total: 1529.7		Year 1966	
D	M	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	M	D	
1					0.2			2.3	16.6						1	
2								12.9	35.6	12.2					2	
3				7.6		58.5	3.4	3.4	17.5						3	
4						1.7	15.0	2.8	10.8						4	
5					2.5		65.0		7.7						5	
6						30.0	5.4			10.7					6	
7									2.8						7	
8							0.6		0.6						8	
9						14.3	10.1		2.0	20.5	15.7				9	
10									6.0		2.8				10	
11									71.6						11	
12					1.7				6.4						12	
13					14.3			22.7		5.5					13	
14						15.1				25.3					14	
15						10.9	36.2	30.0	22.5	0.8					15	
16					5.0	42.8		3.2	158.5						16	
17						7.9		3.1							17	
18						21.2		1.1							18	
19						21.0	33.3	17.2							19	
20					0.6	5.7		10.2	5.4						20	
21					81.4			3.5	37.3						21	
22							25.5	2.5	30.3						22	
23						12.0		18.6	11.2						23	
24					12.4	11.5			5.6						24	
25						30.1	5.6		4.2		35.4				25	
26						15.5	1.8		15.7		14.6				26	
27					13.8	21.7	2.5		21.0						27	
28								16.9	5.4						28	
29							1.2	0.8							29	
30									71.8						30	
31									2.5						31	
Max				7.6	81.4	58.5	65.0	30.0	158.5	25.3	35.4				Max	
Days				1	9	16	13	16	24	6	4				Days	
Total				7.6	131.9	319.9	205.6	151.2	569.0	75.0	68.5				Total	

Data 4.1.

DAILY RAINFALL RECORD (10)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

		Unit: mm													
		Annual total: 1326.4						Year 1967							
D	M	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	M	D
1				1.2		22.3								1	
2				19.0			1.9	26.3						2	
3							6.0							3	
4							0.2	2.6	0.1					4	
5							3.2	3.5						5	
6					4.0		21.8			3.4				6	
7							4.3	2.0	4.5					7	
8				7.2		0.2	26.2		12.9					8	
9							0.5	20.9	5.2					9	
10						9.5		11.0	24.0	16.3				10	
11							3.2		5.8			17.3		11	
12					3.0		11.0	4.8	2.3			4.5		12	
13					22.0	0.5		25.0	3.5					13	
14														14	
15					18.1			26.2						15	
16						13.5		10.0		36.8				16	
17				4.5	2.5	14.7				18.8				17	
18						21.3								18	
19						4.1			49.1	27.0				19	
20				16.1			53.5		221.2	8.4				20	
21					0.4				7.0	31.8				21	
22					52.5			12.3	56.9	2.8				22	
23			2.6					2.9	3.4					23	
24								13.5	11.7					24	
25							0.5	3.8	2.2					25	
26					47.5			11.9	2.5	20.8				26	
27							0.3		4.7	3.6				27	
28						2.8	62.0		21.0					28	
29						12.2	3.0		8.4					29	
30														30	
31				12.2										31	
Max		2.6	19.0	52.5	22.3	62.0	26.3	221.2	36.8		17.3		Max		
Days		1	6	8	10	15	15	14	10		2		Days		
Total		2.6	60.2	150.0	101.1	197.6	176.7	446.4	169.7		21.8		Total		

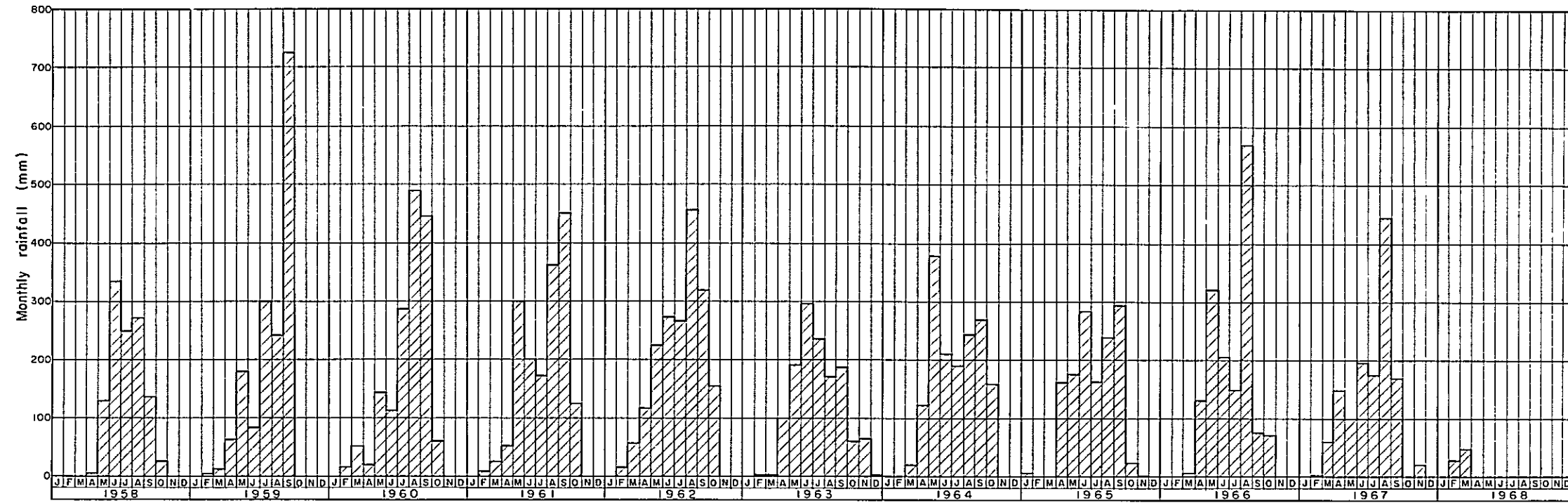
DAILY RAINFALL RECORD (11)

STATION: R.I.D. (Nong Khai)

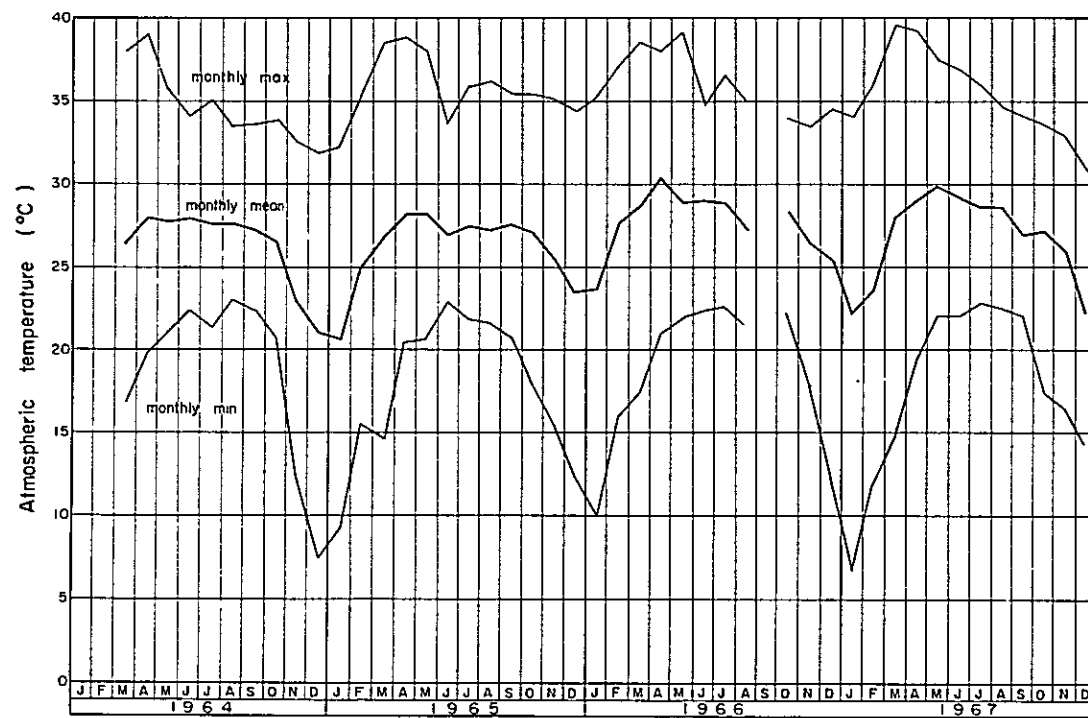
D	M	Year 1968												M	D	
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec			
1																1
2																2
3																3
4							27									4
5							19.5									5
6																6
7																7
8																8
9																9
10																10
11																11
12																12
13																13
14																14
15																15
16																16
17																17
18																18
19																19
20																20
21																21
22																22
23																23
24																24
25																25
26																26
27																27
28																28
29																29
30																30
31																31
Max																Max
Days																Days
Total																Total

RAINFALL , AIR TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY

MONTHLY RAINFALL AT RID METEOROLOGICAL STATION

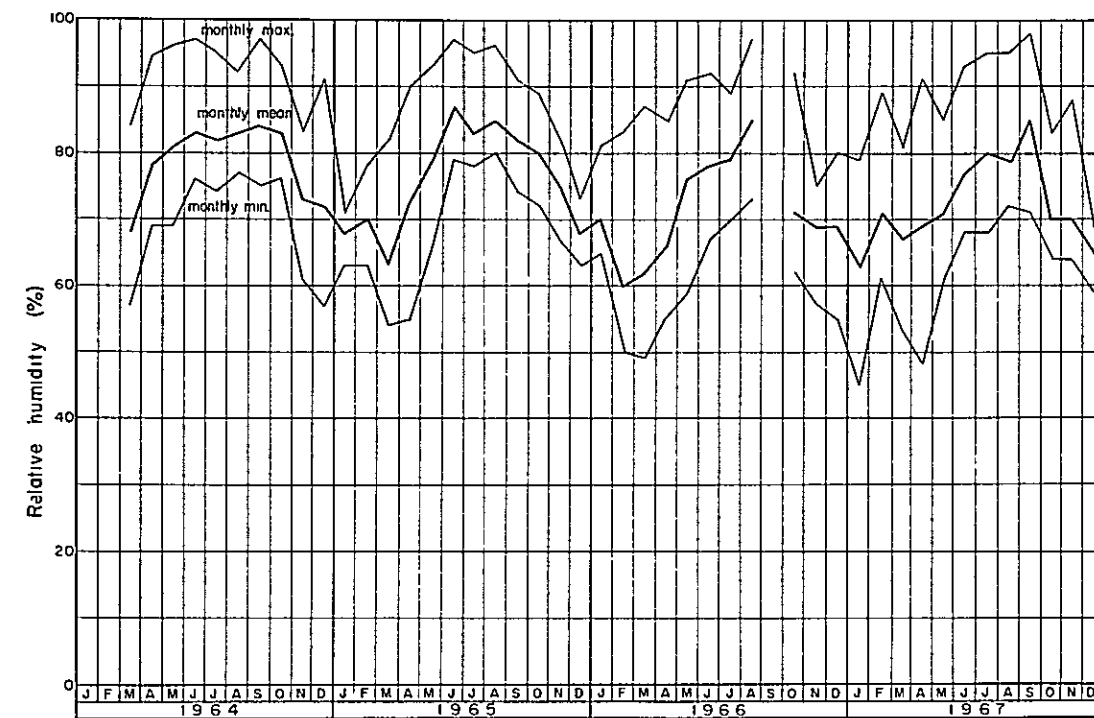


ATMOSPHERIC TEMPERATURE AT NONG KHAI METEOROLOGICAL STATION



Remarks Based on the daily -maximum, daily-mean and daily -minimum of atmospheric temperature
No data were recorded in september 1966 due to flood

RELATIVE HUMIDITY AT NONG KHAI METEOROLOGICAL STATION



Remarks Based on the daily -mean relative humidity
No data were recorded in september 1966 due to flood

Year: 1966
Daily Prevailing Wind Direction and Mean Wind Velocity at Nong Khai Meteorological Station (1)

Date	Jan. 1		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Sep. 2		Oct.		Nov.		Dec	
	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.
1			W	0.6	NE	1.4	SE	1.9	SE	2.3	SW	1.2	SW	0.4	E	1.4	-	-	NE	1.3	WE	2.4	NE	3.6
2			W	0.5	NE	2.1	SW	1.6	SE	1.4	SW	2.3	SW	1.0	SW	2.1	-	-	NE	0.4	E	3.5	NE	5.6
3			W	0.6	SE	0.6	SW	1.2	E	3.3	SW	1.2	SW	1.6	NE	0.6	-	-	NE	0.6	NW	1.0	NE,SW	0.5
4			W	0.6	SW	1.0	SE,SW	1.2	NE	1.2	SW	1.2	SW	1.2	SE	1.0	-	-	NE	1.6	NE	1.2	N	0.7
5			E	1.0	W	0.6	SW	1.4	SE	1.2	SW	1.2	SW	1.4	SW	0.6	-	-	NE	0.9	NE	2.1	NE	0.7
6			NE	1.9	N	1.0	E	1.9	SW	1.2	SW	0.6	SW	1.2	W	0.8	-	-	NE	1.8	SW	4.7	E	0.8
7			E	1.0	SW	0.8	SW	1.4	NE	1.2	SW	1.2	SW	1.0	SW	0.8	-	-	NE	1.3	NE	0.6	N	0.5
8			E	0.8	N	2.3	NE	1.6	NE	1.2	SW	1.9	SW	1.6	SW	2.3	-	-	NE	0.9	NE	0.2	NE	0.2
9			E	1.0	NE	0.4	SW	1.2	SW	1.6	SW	1.6	SW	1.6	SW	0.4	-	-	NE	0.8	NE	0.1	NE	0.2
10			W	1.2	S	1.2	NE	1.9	SW	2.0	SW	1.9	SW	1.2	SW	1.2	-	-	E	0.9	NE	0.3	E	0.6
11			NE	0.6	NE	0.8	N	1.0	SW	1.2	SW	1.2	SW	1.9	SW	1.0	-	-	W	2.1	NE	0.3	E	0.6
12			NE	2.3	NW	1.0	NE	2.1	SW	1.6	SW	2.5	SW	1.4	SW	1.0	-	-	W	0.7	E	0.4	NE	1.1
13			SE	2.3	W	1.0	SW	1.4	SW	1.0	SW	2.5	SW	1.6	SW	1.0	-	-	SW	0.8	E	0.4	NE	0.7
14			E	1.6	NW	1.2	SW	1.4	SW	2.3	E	1.4	SW	1.4	SW	1.2	-	-	SW,NE	0.6	E	0.9	NE	0.4
15			W	1.0	W	1.4	SW	1.4	E	1.2	SW	1.2	NW	1.2	SW	1.4	-	-	E,W	1.0	NE	1.1	E	0.5
16			W	0.8	W	1.0	SW	1.6	SW	1.2	SW	1.0	SW	0.8	SW	1.0	-	-	E	0.8	NE	0.3	E	0.5
17			W	0.8	E	1.2	SW	1.9	SW	2.7	SW	1.0	NE,SW	1.4	NE	1.2	-	-	NE	1.5	NE	1.5	ESE	0.2
18			NE	1.0	SW	1.0	NE	3.9	SW	2.5	NE	2.9	S	1.4	SW	1.0	-	-	NE	1.8	NE	0.9	NW	0.4
19			W	1.4	SE	2.4	SW	1.2	SW	1.6	SW	1.6	E	1.4	W	2.5	-	-	NE	2.5	NE	0.4	W	0.2
20			W	0.8	E	1.6	SW	2.7	NE	2.9	SW	1.0	SW	2.1	SW	1.6	-	-	NE	1.9	NE	0.9	E	0.4
21			NE	0.8	SW	1.2	E	3.5	E	3.9	SW	1.9	SE,SW	1.4	SW	1.2	-	-	NE	2.4	NE	5.9	E,S	1.1
22			SW	1.4	SW	2.9	NE	0.8	E	1.0	SW	1.2	SW	1.4	SW	2.9	-	-	NE	1.4	NE	1.8	W	0.8
23			E	3.7	SW	1.0	W	1.0	SW	0.8	SW	2.5	SW	1.4	SW	1.0	-	-	SW	1.2	NE	0.4	N	0.2
24			NE	2.1	SW	1.0	SW	1.4	SW	2.7	SW	1.0	SW	1.6	C	1.0	-	-	SW	0.8	NE	0.5	ENE	0.8
25			W	0.8	SW	1.0	SW	1.0	E	1.2	SW	1.4	SW	2.9	SW	1.0	-	-	SE	0.6	NE	1.1	NE	0.7
26			NE	1.2	E	2.3	SW	2.1	NE,SW	3.5	SW	1.0	NW,SW	3.3	SW	2.3	-	-	E	1.8	NE	2.3	NE	0.7
27			NE	1.6	E	2.5	SW	2.1	SW	1.4	SW	0.6	SW	2.8	SW	2.5	-	-	E	1.0	NE	0.2	NE	1.8
28			E	1.2	SE	1.0	SW	0.8	SW	1.6	NE,SW	1.2	SW	1.0	SW	0.8	-	-	E	1.8	E,NE	0.2	NE	1.1
29					SW	1.0	SW	1.2	SW	1.5	SW	1.2	SW	1.9	E	1.0	-	-	NE	1.4	NW	0.6	NE	0.2
30					E	2.0	NE	3.1	SW	1.8	SW	2.1	SW	1.9	SW	2.1	-	-	NE	0.6	NE	2.6	NE	0.4
31					E	1.2			SW	1.2			SW	1.9	SE	1.2	-	-	NE	1.1				0.6

∠1 No available data in January.
 ∠2: No observation due to flood in September.
 Abbreviation : Dir. Prevailing direction.
 Vel. Mean wind velocity in m/sec.

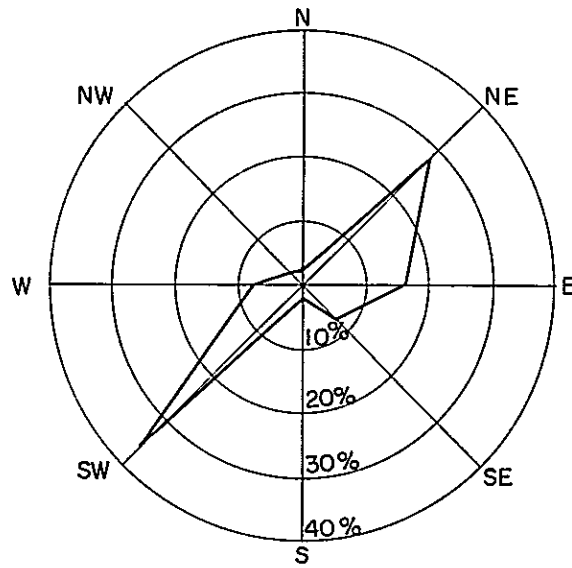
Daily Prevailing Wind Direction and Mean Wind Velocity at Nong Khai Meteorological Station (2)

Date	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun		Jul		Aug		Sep.		Oct		Nov.		Dec.	
	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.
1	NE	1.2	NW	2.1	NE	1.4	SW	1.0	S	1.1	SE	1.4	SW	1.4	SW	1.9	SW	2.5	NE	1.4	E	2.9	NE	1.2
2	NL	3.1	E	1.4	NE	1.4	SW	1.2	S	1.3	SE,SW	1.2	E	0.8	SW	3.3	SW	1.2	E	1.6	NE	4.3	NE	0.8
3	NE	6.4	E	4.0	W	1.0	SW	1.9	W	1.2	SW	1.0	E	1.0	SW	4.3	SW	2.7	E	2.0	NE	4.0	NE	0.6
4	NE	3.0	NE	0.8	W	1.2	SW	1.0	W	1.4	SW	1.0	C	1.2	SW	3.1	W	2.1	NE	2.0	NE	2.4	NE	0.5
5	NE	1.5	NE	2.7	SE	1.6	SE	2.9	SW	0.8	SE	1.4	SW	2.5	SW	2.5	NE	1.2	E	1.2	NE	4.2	NE	0.3
6	C	0.4	NE	3.5	SE	4.5	SE	1.2	S	1.4	E	1.2	SW	3.1	SW	2.1	SW	1.0	E	1.2	NE	2.9	NE	0.7
7	C	0.7	NE	1.6	SE	3.1	SW	1.4	C	1.3	SW	1.2	SW	1.2	SW	2.3	E	0.6	NE	1.2	NE	3.2	NE	1.0
8	NE	1.4	NE	1.0	SE	1.2	SW	0.8	SE	4.7	W	1.2	SW	1.2	SW	1.0	NE	1.6	NE	0.8	NE	3.3	NE	1.2
9	C	0.5	E	1.2	E	1.9	SW	1.4	SW	1.4	SE	3.5	SE	1.0	E	1.2	NE,SW	1.6	W	1.2	NE	2.1	NE	0.6
10	NE	1.2	NE	1.0	E	2.7	SW	1.2	SE	1.6	SW	1.0	SW	1.2	E	1.2	NE	1.0	SW	0.8	NE	2.9	E	1.4
11	NE	3.7	SE	3.1	E	1.0	SW	1.2	SE	1.9	E	1.4	E	1.0	E,W	1.0	N	0.8	E	1.6	NE	5.2	E	0.6
12	NE	1.2	NE	2.3	E	1.0	SW	1.9	W	0.6	E	1.4	SE,SW	1.6	SW	1.2	NE	0.6	SW	1.0	E	9.5	NE	1.0
13	NE	2.5	SE	1.0	E	1.2	SW	1.2	SW	1.6	SE	0.8	SW	1.6	W	1.6	W	0.6	E	0.8	E	4.6	E	1.6
14	NE	0.7	NE	3.7	E	1.2	SW	1.4	SE	2.5	SW	0.8	SE,SW	1.4	SW	2.0	W	0.6	E	0.8	NE	4.9	NE	0.6
15	NE	1.8	NE	1.9	E	2.1	E	2.1	SE	1.6	W	1.2	E	1.0	W	1.0	NL	1.2	E	1.9	NE	3.2	NE	0.4
16	NE	2.8	NE	1.2	C	0.6	C	0.8	SE	4.1	SW	1.2	E	0.4	SE	1.2	E	1.2	W	1.0	NE	2.8	NE	0.2
17	NE	2.2	NE	2.3	NE	1.2	SE	1.9	E	4.5	SW	2.1	SW	1.0	SW	1.6	NE	1.2	W	1.2	NE	3.2	NE	0.8
18	NE	1.5	NL	3.1	C	0.6	SW	1.0	E	1.6	SW	2.1	SW	1.4	SW	1.4	NE	1.2	E,W	0.8	NE	2.9	NE	0.6
19	SE	0.4	NE	1.2	SE	0.6	SW	1.9	W	2.5	SW	2.1	S,W	1.4	SW	1.2	SW	0.8	NE	1.0	NE	2.9	NE	0.4
20	NE	0.8	NW	1.0	SW	0.8	SE,SW	1.6	SW	1.9	SW	1.9	W	1.6	E	0.8	SW	2.1	E	1.0	NE	2.5	NE	0.3
21	E	1.0	C	0.6	S	0.8	SE	2.4	SE	0.8	SE,SW	1.0	NE	1.6	SW	1.4	SW	1.0	NE	1.2	NE	2.8	NE	0.3
22	E	0.8	NW	0.6	C	0.6	SW	1.8	SW	4.4	SW	1.2	E	1.2	SW	1.2	E	0.6	NE	1.6	NE	2.5	NE	0.3
23	C	2.7	W	1.0	C	0.2	SW	1.2	SW	4.1	W	1.2	W	1.4	SW	2.3	SL	1.4	NE	1.0	NE	2.5	NL	0.5
24	SE	0.6	SE	1.0	E	1.9	SE	1.0	SW	2.3	SW	1.4	SW	1.4	SW	1.4	E	0.6	NE	2.1	W	2.1	NL	0.3
25	SW	0.5	E	1.4	E	1.9	SE	1.4	SW	2.4	E	1.0	SW	1.9	E	1.0	E	0.8	NE	0.8	NE	3.1	NE	0.3
26	SW	2.1	E	5.2	NW	0.8	SE,SW	2.1	SW	2.0	SW	2.5	SW	1.2	W	0.8	E	1.0	NE	1.2	NE	2.8	NE	0.3
27	SW	1.0	SE	4.7	W	0.8	SE	1.9	SW	0.8	SL	2.3	SW	1.4	E	2.3	E	1.4	NE	1.2	NE	0.8	NL	0.3
28	SW	1.0	E	2.1	SW	1.2	S	1.3	SE	3.7	SE	1.9	SW	3.1	SW	1.2	E	0.8	NE	1.2	NL	1.2	NE	0.3
29	SW	1.0																						
30	E	0.8																						
31	NE	5.2																						

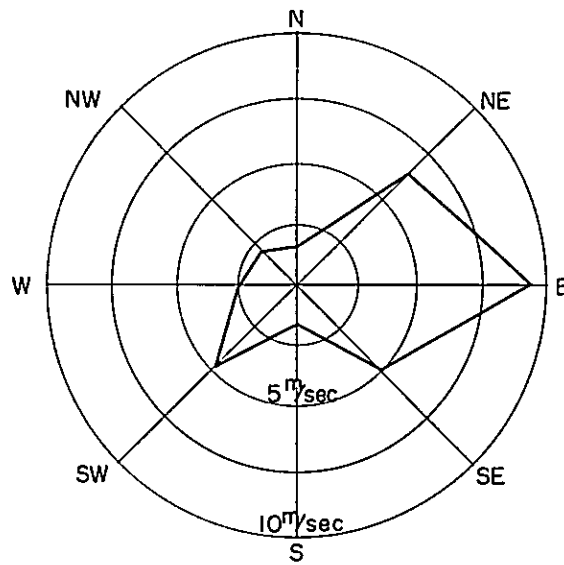
Abbreviation: Dir. . . . Prevailing direction.
Vel. Mean wind velocity in m/sec.

WIND DIAGRAM

At Nong Khai Meteorological Station
From Feb. 1966 to Dec. 1967



DAILY PREVAILING DIRECTION



MAX. WIND VELOCITY

Data 4.5.

Monthly Max. Wind Velocity and Its Direction
at Vientiane Meteorological Station, 1959 to 1968

	1959		1960		1961		1962		1963	
	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.
Jan.	ENE	5	ENE	4	SSW	4	SSE	3	SW	7
Feb.	NNW	4	E	8	E	3	ENE	3	E	4
Mar.	Var.	—	NW	4	ESE	4	E	3	Var.	—
Apr.	Var.	—	S	10	S	10	SSW	8	Var.	—
May	Var.	—	ENE	5	NNE	8	NW	3	SSE	3
Jun.	Var.	—	E	4	SW	4	N	3	N	3
Jul.	WNW	13	NE	3	ENE	6	W	8	SW	3
Aug.	WNW	5	ESE	4	SSW	3	ENE	8	N	3
Sep.	WSW	6	NE	4	WNW	3	W	4	WSW	4
Oct.	NE	5	SE	5	WNW	5	HE	1	SE	2
Nov.	E	5	ESE	3	NNW	4	N	6	N	2
Dec.	ESE	8	ENE	5	N	2	NNE	5	N	2

	1964		1965		1966		1967		1968	
	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.
Jan.	ESE	3	E	3	NNW	4	E	8	SE	3
Feb.	WSW	6	S	3	NE	4	E	4	E	8
Mar.	ESE	3	E	4	W	4	S	9	ESE	27
Apr.	NNW	4	W	4	N	10	SSE	8	SSE	8
May	S	4	W	10	NE	4	N	9		
Jun.	NNW	4	N	3	NNW	4	NNW	7		
Jul.	SSE	3	W	8	SE	5	W	8		
Aug.	S	3	NW	20	N	3	SW	6		
Sep.	S	3	W	4	S	4	SW	7		
Oct.	SW	2	NE	7	ESE	4	ESE	6		
Nov.	W	3	E	4	N	4	E	6		
Dec.	SE	3	—	—	—	—	E	3		

Remarks : Dir. = Wind direction
Vel. = Monthly max. wind velocity in m/sec

第 五 章

水 文

5.1. 水文資料

水文資料はヴィエンチャンのワットソップ、ノンカイ郊外のハイドログラフィックオフィス、ワット・ハイ・ソック、バンド・カム、ワット・シー・モン・コン及びアンボ・タ・ボの図 5.1. に示される 6 個所の測水所から集められた。なお、後者 4 つの測水所は R. I. D の管轄する測水所である。蒐集資料は下表に示される通りである。

表 5.1. 第一次及び第二次調査において蒐集された水文資料

資 料	観 測 期 間					
	ヴィエンチャン	ノンカイ	R I D 測水所			
			ワット・ハイ・ソック	バンド・カム	ワット・シー・モン・コン	アンボ・タ・ボ
水 位	Jan.'66 ~Apr.'68	Jun.'64 ~Apr.'68	Jun.'55 ~Mar.'68*	Jan.'63 ~Dec.'67*	Jan.'63 ~Dec.'67*	Jan.'63 ~Dec.'67*
水位と流量	Jan.'66 ~Mar.'67					
水 温	Jan.'60 ~Dec.'61					
流 速		1966~1968				
洪水時の流速		Sept.'66				
水位曲線			Jun.'37 ~Mar.'66			
洪水位曲線	1923~1967*					

注 * 印の資料は可能性研究に際してそれ程重要ではないので本書には掲載されていない。
メコン河水位の特徴値としてその要約が下表 5.2. に示されている。

表 5.2. メコン河の水位特徴値

解析期間：1958~1967

単 位：平均海面土標高 (m)

水 位	R. I. D. (ワット・ハイ・ソック)	ハイドログラフィック オフィス	架 橋 地 点
最 高 記 録 水 位	EL. 1676	EL. 1684	
95日水位 (豊水位)	159	160	EL. 161
185日水位 (平水位)	156	157	157
275日水位 (低水位)	155	156	156
355日水位 (掲水位)	154	155	155
最 低 記 録 水 位	153	1548	

5.2. 計画高水位

5.2.1 一般

調査運用計画書によればメコン河の舟運用通路として本橋梁は最も起りうる高水位上10 m以上の所に桁下高を設けなければならない。この最も起りうる高水位が橋の設計基準の1つになっている。従って以下この水位を計画高水位と呼ぶ。計画高水位は過去におけるメコン河の水位記録から確率計算によって決定された。

5.2.2 計算条件

架橋地点附近には2つの測水所が在る。その一つは架橋地点の下流約135 mに在るハイドログラフィック・オフィスであり今一つは同じく下流約3 km地点に在るR. I. D. (ワット・ハイ・ソック) 測水所である。

ハイドログラフィック・オフィスの測水所は1964年6月に設立されたものであり、R. I. D. 測水所は1937年に設立されている。従ってR. I. D. 測水所には長期に亘る測水記録が在りその水位記録とハイドログラフィック・オフィスの測水記録から計画高水位が以下の要領に従って推定された。

- 1) R. I. D. 測水所の水位記録を基に確率高水位を推定する。
- 2) 上記2つの測水所間の水位の関係を求める。
- 3) この関係からハイドログラフィック・オフィスにおける確率高水位を推定する。
- 4) 最後に、このハイドログラフィック・オフィスの確率高水位から乾期、雨期共に1/9,000 ~ 1/10,000であるメコン河の水面勾配を参考にして架橋地点の確率高水位を推定する。

5.2.3 確率計算

(1) R. I. D. 測水所における確率高水位

R. I. D. 測水所の水位記録は1943年、1950年、1953年及び1959年の4ケ年を除いて1937年から1967年迄利用可能である。この水位記録から各年の最高水位を抜き出し、これらの数値が対数正規分布に載るものとして順序確率法による確率高水位計算を行なった。

計算は以下に示す式に基いて行なわれた。

$$\varepsilon = \alpha (\log X - \log X_0) \quad \text{又は} \quad \log x = \frac{1}{\alpha} \varepsilon + \log X_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

- ここに
- X : 確率高水位
 - X_0 : 年間最高水位の幾何平均値
 - ε : 任意年の正規変数
 - α : 分散のパラメーター

正規変数は次の公式によって計算される。

$$\phi_0(\varepsilon) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\varepsilon^2} d\varepsilon = 1 - W_0(\varepsilon) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに ϕ_0 : 非超過確率 (ガウスの誤差関数)

W_0 : 超過確率

α は次式から求められる。

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma \log X}{\sigma_\varepsilon}, \quad \sigma \log X = \sqrt{\frac{1}{n} \Sigma (\log X_i)^2 - (\log X_0)^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに σ : 観測値の起る確率の積算

X_i : 観測値

n : 資料の数

R. I. D. ワット・ハイ・ソック測水所において観測された、1937年以降1967年までの各年の最高水位はデータ 5.3.の水位曲線から読みとれる。1943, 1950, 1953, 1961年は欠測であるので、これらの年は除き、27年間の年間最高水位を考えて各水位から160を差引いたものを X_i と表わせば

$$\Sigma \log X_i = 17.96141, \quad \Sigma (\log X_i)^2 = 12.32613$$

従って

$$\log X_0 = \frac{1}{n} \Sigma \log X_i = \frac{1}{27} (17.96141) = 0.66524$$

これらの値を(3)式に代入すれば

$$\sigma \log X = \sqrt{\frac{1}{27} (12.32613) - (0.66524)^2} = 0.1182$$

ヘイズン法によれば27個の資料の時 σ_ε は 0.6908であるから

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{0.1182}{0.6908} = 0.1711$$

従って(1)式より

$$\log X = 0.66524 + 0.1711 \varepsilon \quad \dots\dots\dots (4)$$

生起年を決め(2)式より各生起年に対する正規変数を(2)式より計算し、(4)式に代入することにより、R. I. D. ワット・ハイ・ソック測水所における確率高水位は表 5.3.の如く求められた。

表 5.3. R. I. D. 測水所の確率高水位

生起年	ξ	$\log x$	x	W. L. ¹
2	0	0.66524	4.63	E. L. 164.63 m
5	0.5951	0.76707	5.85	165.85
10	0.9062	0.82030	6.61	166.61
20	1.1630	0.86426	7.32	167.32
40	1.3859	0.90237	7.99	167.99
50	1.4520	0.91372	8.20	168.20
100	1.6450	0.94670	8.85	168.85
200	1.8215	0.97690	9.48	169.48

注 ¹ : これらの水位は登録された水位標零点標高 E.L. 153,000 に基く。

(2) ハイドログラフィック・オフィスの確率高水位

R. I. D. 測水所及びハイドログラフィック・オフィス測水所の1964年6月から1968年4月迄の同一日の水位を較べることにより求めた水位記録の関係は図 5.2. に示される通りである。この両測水所間の水位の関係を用いればハイドログラフィック・オフィスの確率高水位は表 5.3. に示される R. I. D. 測水所のそれらから求める事ができる。この推定値は表 5.4. に与えられる。

(3) 架橋地点の確率高水位

架橋地点はハイドログラフィック・オフィスの上流 135 m に位置する。この間のメコン河水面勾配は 1/9000~1/10,000 と推定され架橋地点とオフィスとの水位差は 1.5 cm 程度と思われる。従ってこの水位差から架橋地点の確率高水位が算出され、下表 5.4. に示された。又、生起年と水位との関係は図 5.3. に示される通りである。

表 5.4. ハイドログラフィック・オフィスと架橋地点の確率高水位

生起年	R. I. D.	ハイドログラフィック・ オフィス	架橋地点
2	E. L. 164.63 m	E. L. 165.49 m	E. L. 165.50 m
5	165.85	166.68	166.69
10	166.61	167.41	167.42
20	167.32	168.10	168.11
40	167.99	168.74	168.75
50	168.20	168.95	168.96
100	168.85	169.60	169.61
200	169.48	170.20	170.21

※ これらの水位はいずれもコラックにおける平均海面上の標高である。

5.2.4. 計画高水位

R. I. D. 測水所の1937年から1967年までの水位記録に基づき、過去の水位が前表5.4.に示される確率高水位を超える年間の日数及び超過継続日数が表5.5.の如く計算され計画高水位決定の基準とされた。

表5.5によれば過去における水位記録は2年確率高水位に対して50日に1日の割合で起えており5年確率に対して310日に1日また10年確率に対して700日に1日の割合でそれぞれ確率高水位を起えている。2年確率高水位を超える割合はかなり大きく又50, 100, 200年確率高水位を超えた事はない。

1966年には最大超過日数記録が生まれているのがこの年の洪水は25年確率高水位に匹敵する。この年の水位記録によると、2年確率高水位を29日間連続超過しており、5年確率に対して20日間、10年確率に対して14日間、それぞれ連続超過している。

この事実から見て、架橋地点における水位がE. L. 166.69 mとなる。5年確率高水位を計画高水位として採用するのが最も好ましいと思われる。従って架橋計画の設計水位としては上記の水位に31cmの余裕を考慮したE. L. 167.00 mを採用した。

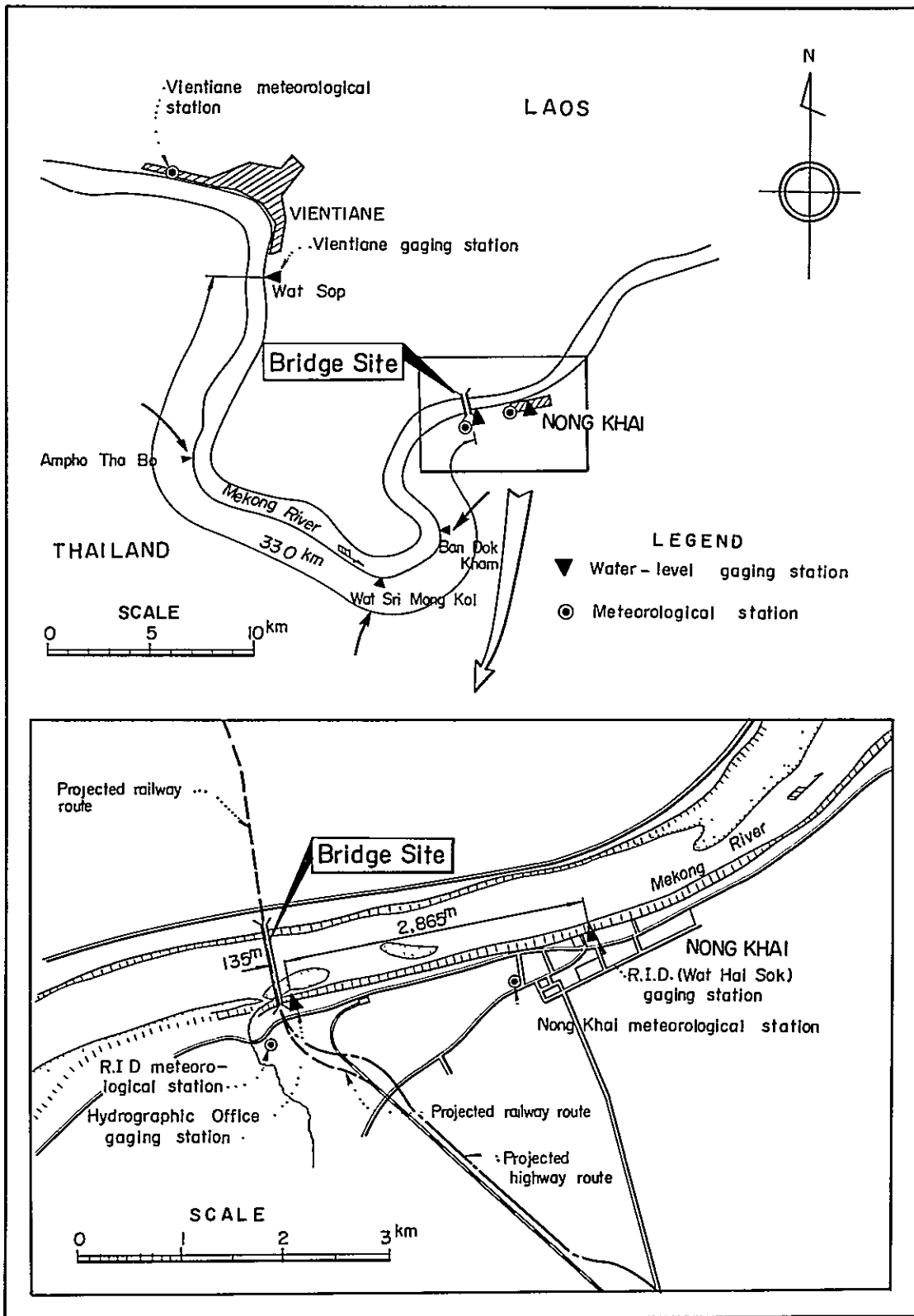
Table 5.5
 Number of Days and Longest Duration in Days Per Year,
 In Which Actual Water Level At RID Wat Hai Sok Station
 Remained Above Probable High-Water Levels, 1937-1967

		Probable High-Water Level			
Elevation, in meters:		164.63	165.85	166.61	167.32
Period of Recurrence:		2 years	5 Years	10 Years	20 Years
Days in	1937	25	0	0	0
	1938	11	0	0	0
	1939	14	0	0	0
	1940	2	0	0	0
	1941	12	0	0	0
	1942	25	3	0	0
	1945	21	4	0	0
	1946	10	5	0	0
	1948	9	0	0	0
	1952	11	0	0	0
	1954	4	0	0	0
	1955	6	0	0	0
	1960	6	0	0	0
	1961	4	0	0	0
	1964	3	0	0	0
	1966	31	20	14	7
Total Days in 27 Years:		194	32	14	7
Ratio:		1/50	1/310	1/700	1/1400
Longest Duration, days:		29	20	14	7

Note:

- 1) In 1943, 1950, 1953 and 1959, the records were incomplete.
- 2) In other years not listed above, the water level remained below the 2-year probable high-water level.
- 3) No water level above the 50-year probable high-water level was recorded.

Fig. 5.1. LOCATION OF WATER-LEVEL GAGING STATIONS AND METEOROLOGICAL STATIONS



WATER LEVELS AT HYDROGRAPHIC OFFICE (1)

River system: Mekong Year: 1964

Unit: El (m)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	
1							159.45	161.37	164.01	161.91	159.51	158.32	1
2							159.32	161.91	163.69	161.71	159.42	158.02	2
3							159.08	162.37	163.34	161.60	159.36	157.83	3
4							158.83	162.47	163.18	161.85	159.30	157.72	4
5							158.72	162.29	163.04	162.15	159.21	157.76	5
6							158.93	161.93	163.09	162.20	159.14	157.80	6
7							161.45	161.58	163.36	161.85	159.10	157.73	7
8							164.38	161.55	164.09	161.52	158.95	157.59	8
9							164.56	161.77	164.85	161.33	158.85	157.47	9
10							165.32	162.13	165.07	161.33	158.72	157.40	10
11						157.52	165.41	162.31	164.91	162.22	158.60	157.38	11
12						157.54	165.12	162.36	164.73	162.73	158.56	157.37	12
13						157.71	165.84	162.31	164.57	162.74	158.43	157.31	13
14						157.84	164.29	162.19	164.38	162.57	158.35	157.23	14
15						157.78	165.00	162.10	164.02	162.33	158.20	157.15	15
16						157.65	163.62	162.20	163.99	162.05	158.16	157.08	16
17						157.50	163.16	162.72	163.89	161.82	158.08	157.01	17
18						157.37	162.72	163.20	163.82	161.62	158.01	156.96	18
19						157.21	162.38	163.37	163.54	161.37	157.95	156.90	19
20						157.11	162.11	163.31	164.08	161.17	157.88	156.87	20
21						157.18	161.75	163.16	163.93	161.01	157.82	156.82	21
22						157.33	161.63	163.13	163.64	160.84	157.74	156.79	22
23						157.55	161.75	163.68	163.41	160.66	157.72	156.74	23
24						157.73	161.95	164.26	163.39	160.53	157.71	156.71	24
25						157.93	161.80	164.79	163.28	160.48	157.65	156.69	25
26						158.41	161.67	165.18	163.21	160.44	157.63	156.72	26
27						158.61	161.65	165.81	163.06	160.34	157.74	156.72	27
28						158.71	161.61	165.63	162.88	160.10	158.38	156.70	28
29						158.86	161.44	165.18	162.60	159.91	158.64	156.65	29
30						159.21	161.43	164.84	162.28	159.76	158.55	156.63	30
31						161.16	164.38	164.38	162.28	159.61	156.60	156.60	31
Max						165.84	165.81	165.81	165.07	162.74	163.64	158.32	Max
Min						158.72	161.37	161.37	162.28	159.61	157.63	156.60	Min
Total						5027.53	5055.48	4912.33	5001.75	4753.36	4872.67	4872.67	Total
Days						31	31	31	31	31	31	31	Days
Mean						162.18	163.08	163.74	161.35	158.44	157.18	157.18	Mean

Zero point of water gauge El. 154.211 m

WATER LEVELS AT HYDROGRAPHIC OFFICES (2)

River system: Mekong		Year: 1965												Unit: El (m)	
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec			
1	156.57	155.86	155.34	154.87	154.94	156.10	160.90	162.26	162.90	161.51	163.64	158.40	1		
2	156.55	155.84	155.32	154.86	154.90	156.30	160.89	162.29	162.67	161.28	163.29	158.31	2		
3	156.53	155.82	155.30	154.84	154.88	156.52	160.77	162.56	162.41	161.01	162.72	158.21	3		
4	156.50	155.78	155.30	154.84	154.86	156.61	160.67	162.61	162.35	160.78	162.23	158.15	4		
5	156.48	155.79	155.29	154.85	154.87	156.66	160.54	162.72	162.46	160.63	162.15	158.06	5		
6	156.46	155.79	155.29	154.87	154.89	156.72	160.49	162.49	162.25	160.53	162.83	158.00	6		
7	156.43	155.79	155.25	154.84	154.91	156.82	160.74	162.12	162.01	160.45	163.56	157.95	7		
8	156.39	155.80	155.22	154.84	155.01	156.90	160.86	161.75	161.91	160.43	163.65	157.89	8		
9	156.36	155.83	155.10	154.84	155.09	156.90	160.78	161.50	162.18	160.44	163.15	157.83	9		
10	156.34	155.82	155.16	154.84	155.07	156.92	160.72	161.10	162.56	160.39	162.56	157.79	10		
11	156.31	155.81	155.14	154.86	155.07	156.96	161.02	161.07	162.87	160.39	162.00	157.73	11		
12	156.27	155.81	155.12	154.86	155.16	157.13	161.74	161.41	162.98	160.32	161.56	157.66	12		
13	156.23	155.80	155.09	154.90	155.24	157.39	161.99	161.98	162.91	160.24	161.20	157.62	13		
14	156.20	155.79	155.07	154.91	155.34	157.63	161.83	162.61	162.85	160.13	160.88	157.66	14		
15	156.17	155.78	155.06	154.91	155.40	157.89	161.60	162.91	162.93	160.01	160.58	157.53	15		
16	156.16	155.76	155.04	154.89	155.42	158.62	161.33	162.82	162.94	159.98	160.24	157.54	16		
17	156.14	155.75	155.04	154.90	155.39	158.33	161.02	162.82	162.91	159.96	160.02	157.58	17		
18	156.13	155.77	155.06	154.89	155.34	158.70	160.84	163.11	162.79	159.95	159.83	157.59	18		
19	156.13	155.79	155.06	154.92	155.20	159.13	160.98	163.33	162.76	159.88	159.65	157.53	19		
20	156.13	155.78	155.05	154.91	155.16	159.32	161.70	163.53	162.69	159.68	159.50	157.56	20		
21	156.12	155.71	155.04	154.98	155.61	159.53	161.65	163.44	162.69	159.58	159.37	157.42	21		
22	156.09	155.65	155.02	155.03	155.05	159.47	161.40	163.34	162.63	159.54	159.24	157.72	22		
23	156.10	155.59	155.01	155.07	155.07	159.47	161.63	163.07	162.35	159.37	159.13	158.68	23		
24	156.13	155.54	155.01	155.10	155.19	159.60	161.78	162.78	162.09	159.20	159.03	159.35	24		
25	156.16	155.50	155.01	155.12	155.45	159.89	161.73	162.64	161.89	159.02	158.96	159.41	25		
26	156.13	155.45	155.02	155.12	155.52	160.21	161.61	162.73	161.86	158.85	158.86	159.06	26		
27	156.08	155.40	155.00	155.08	155.54	160.52	161.63	162.79	161.92	158.70	158.77	158.64	27		
28	156.07	155.37	154.98	155.04	155.59	160.66	162.56	162.70	161.88	158.68	158.70	158.29	28		
29	155.96		154.95	155.01	155.62	160.56	162.60	162.78	161.82	159.76	158.60	158.02	29		
30	155.93		154.92	154.97	155.70	160.71	162.40	162.95	161.75	162.53	158.49	157.78	30		
31	155.90		154.89		155.84		162.33	163.04		163.93		157.63	31		
Max	156.57	155.86	155.34	155.12	155.84	160.71	162.60	163.53	162.98	163.93	163.65	159.41	Max		
Min	155.90	155.37	154.89	154.84	154.86	156.10	160.49	161.07	161.75	160.01	158.49	157.42	Min		
Total	4843.15	4360.17	4808.15	4647.96	4812.32	4748.17	5002.73	5039.25	4873.21	4967.15	4824.39	4898.59	Total		
Days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	Days		
Mean	156.23	155.72	155.10	154.93	155.24	158.27	161.38	162.56	162.44	160.23	160.81	158.02	Mean		

Zero point of water gauge: El. 154.211 m

WATER LEVELS AT HYDROGRAPHIC OFFICE (3)

River system: Mekong Year: 1966

	Unit. El (m)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
1	157.48	156.35	155.73	155.20	155.33	156.77	161.40	162.75	167.43	166.29	160.42	157.85
2	157.38	156.37	155.71	155.20	155.30	156.89	160.99	163.37	167.52	162.03	160.25	157.79
3	157.29	156.43	155.69	155.19	155.37	157.05	160.60	164.01	167.72	161.79	160.45	157.71
4	157.21	156.46	155.67	155.18	155.23	157.13	160.27	164.28	167.97	161.68	160.49	157.65
5	157.06	156.45	155.65	155.15	155.20	157.13	160.00	164.42	168.14	161.76	160.33	156.60
6	157.11	156.38	155.63	155.12	155.18	157.03	160.26	165.03	168.23	161.82	160.06	157.54
7	157.06	156.33	155.61	155.11	155.22	157.13	161.80	165.50	168.29	162.08	159.80	157.48
8	157.02	156.26	155.58	155.11	155.19	157.08	162.52	165.46	168.36	162.62	159.61	157.44
9	156.98	156.21	155.54	155.17	155.19	157.14	162.60	165.30	168.38	163.20	159.43	157.41
10	156.94	156.17	155.51	155.26	155.21	157.24	162.58	165.15	168.39	163.27	159.20	157.42
11	156.91	156.13	155.48	155.30	155.23	157.42	162.29	165.08	168.35	162.96	159.15	157.43
12	156.86	156.00	155.48	155.33	155.28	157.67	161.97	164.97	168.23	162.54	159.03	157.43
13	156.84	156.06	155.48	155.34	155.35	157.81	161.76	164.93	168.07	162.12	158.91	157.37
14	156.82	156.04	155.47	155.35	155.43	157.91	161.49	164.97	167.82	161.76	158.81	157.29
15	156.79	156.01	155.46	155.34	155.56	158.02	161.20	164.99	167.51	161.46	158.73	157.22
16	156.75	155.99	155.44	155.34	155.67	158.15	161.16	165.05	167.13	161.20	158.64	157.13
17	156.72	155.96	155.45	155.29	155.76	158.31	161.37	165.26	166.75	161.01	158.57	157.07
18	156.67	155.93	155.43	155.27	155.77	158.48	161.86	165.44	166.51	160.91	158.51	157.02
19	156.63	155.89	155.42	155.28	155.79	158.74	162.58	165.48	166.26	160.97	158.44	156.97
20	156.60	155.86	155.41	155.37	155.81	159.02	163.07	165.34	165.92	161.22	158.38	156.93
21	156.60	155.84	155.43	155.41	155.86	159.55	163.13	165.12	165.57	161.51	158.32	156.92
22	156.52	155.82	155.43	155.46	156.03	159.93	163.20	165.02	165.19	161.71	158.23	156.91
23	156.49	155.81	155.41	155.35	156.47	160.12	163.16	165.24	164.74	161.61	158.16	156.92
24	156.46	155.79	155.34	155.32	157.03	160.18	163.01	165.86	164.27	161.34	158.09	156.93
25	156.44	155.77	155.30	155.30	157.10	160.36	162.78	166.04	163.90	161.07	158.05	156.89
26	156.42	155.76	155.27	155.38	156.98	160.77	162.60	166.16	163.67	160.89	158.01	156.83
27	156.38	155.75	155.20	155.33	157.00	161.02	162.31	166.40	163.51	160.65	157.98	156.76
28	156.35	155.75	155.19	155.39	157.04	161.31	162.07	166.65	163.23	160.47	157.94	156.69
29	156.34	155.75	155.20	155.39	157.13	161.64	162.74	166.89	162.90	160.67	157.94	156.64
30	156.35	155.75	155.19	155.36	157.06	161.63	161.45	167.13	162.55	160.53	157.91	156.59
31	156.35	155.75	155.17	155.36	156.87	161.83	161.83	167.33	162.55	160.53	156.55	156.55
Max	157.48	156.46	155.73	155.46	157.13	161.64	163.16	167.33	168.39	163.27	160.49	157.85
Min	156.34	155.75	155.17	155.11	155.18	156.77	161.40	162.75	162.55	160.47	157.91	156.55
Total	4859.82	4369.57	4818.97	4658.59	4832.64	4758.63	5020.05	5124.62	4992.51	5009.69	4767.84	4872.38
Days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Mean	156.77	156.06	155.45	155.28	155.89	158.62	161.94	165.31	166.42	161.60	158.92	157.17

Zero point of water gauge: El. 154.211m

WATER LEVELS AT HYDROGRAPHIC OFFICE (4)

River system: Mekong	Year 1967												Unit: El (m)
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	
1	156.51	155.87	155.31	155.10	155.76	156.01	157.23	162.74	161.08	163.03	158.64	158.32	1
2	156.48	155.83	155.28	155.06	155.76	155.98	157.41	162.53	160.93	162.91	158.68	158.12	2
3	156.44	155.80	155.25	155.02	155.82	155.90	157.52	162.25	160.77	163.03	158.65	157.92	3
4	156.41	155.76	155.23	154.98	155.82	155.84	157.70	161.86	160.62	163.01	158.57	157.78	4
5	156.36	155.74	155.24	154.95	155.78	155.84	157.85	161.45	160.51	162.84	158.45	157.65	5
6	156.32	155.72	155.29	154.94	155.71	155.91	157.67	161.02	160.41	162.57	158.35	157.58	6
7	156.29	155.69	155.33	154.93	155.61	156.00	157.67	160.62	160.40	162.31	158.23	157.52	7
8	156.26	155.66	155.32	154.95	155.54	156.07	157.69	160.25	160.43	162.08	158.18	157.46	8
9	156.24	155.66	155.29	155.00	155.49	156.30	157.69	159.90	160.49	161.84	158.13	157.38	9
10	156.20	155.66	155.24	155.03	155.49	156.67	157.71	159.71	160.72	161.61	158.14	157.39	10
11	156.18	155.65	155.20	154.98	155.61	157.08	157.79	159.74	161.03	161.37	158.10	157.22	11
12	156.18	155.67	155.18	154.95	155.68	157.75	157.79	160.14	161.04	161.12	158.06	157.15	12
13	156.18	155.71	155.17	154.92	155.71	158.38	157.70	160.83	161.33	160.84	157.96	157.08	13
14	156.20	155.70	155.16	154.93	155.77	158.35	157.66	161.50	161.63	160.84	157.84	157.00	14
15	156.23	155.68	155.19	154.96	155.81	158.16	157.66	162.00	161.99	160.30	157.78	156.96	15
16	156.21	155.64	155.25	155.01	155.85	157.94	157.73	161.85	162.72	160.07	157.74	156.92	16
17	156.17	155.60	155.30	155.08	155.87	157.72	158.19	161.60	163.48	159.90	157.69	156.90	17
18	156.18	155.56	155.34	155.12	155.93	157.52	158.73	161.53	163.90	159.78	157.65	156.88	18
19	156.21	155.53	155.38	155.20	155.92	157.35	158.96	161.87	163.88	159.73	157.76	156.88	19
20	156.27	155.40	155.40	155.30	155.86	157.27	158.96	162.33	163.45	159.78	158.34	156.93	20
21	156.29	155.48	155.39	155.39	155.83	157.24	159.35	162.85	163.00	160.01	158.94	157.00	21
22	156.27	155.46	155.32	155.46	155.80	157.26	160.37	163.73	162.75	160.28	159.01	157.00	22
23	156.26	155.43	155.26	155.51	155.70	157.31	160.79	164.05	162.65	160.21	159.89	156.92	23
24	156.23	155.41	155.19	155.57	155.56	157.45	160.63	164.09	162.63	159.85	158.77	156.84	24
25	156.16	155.40	155.16	155.64	155.48	157.28	160.31	165.00	162.99	159.51	158.79	156.77	25
26	156.09	155.38	155.13	155.67	155.45	157.14	159.97	164.65	163.48	159.22	158.73	156.71	26
27	156.05	155.36	155.08	155.70	155.46	157.00	159.74	163.10	163.74	159.60	158.56	156.65	27
28	156.00	155.34	155.06	155.74	155.52	156.97	159.70	162.57	163.68	158.81	158.34	156.61	28
29	155.96	155.34	155.07	155.77	155.65	156.99	161.66	162.13	163.69	158.69	158.23	156.57	29
30	155.94	155.34	155.08	155.79	155.81	157.06	162.86	161.70	163.38	158.63	158.43	156.52	30
31	155.91	155.34	155.10	155.79	155.94	162.98	162.98	161.31	163.62	158.62	156.48	156.48	31
Max	156.51	155.87	155.40	155.79	155.94	158.38	162.98	165.00	163.90	163.03	159.01	158.32	Max
Min	155.91	155.34	155.06	154.92	155.45	155.84	157.23	159.70	160.40	158.62	157.65	156.48	Min
Total	4842.68	4356.79	4812.19	4656.65	4826.99	4709.74	4925.78	5020.90	4862.79	4982.39	4750.63	4871.11	Total
Days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	Days
Mean	156.22	155.60	155.23	155.27	155.71	156.99	158.90	161.96	162.09	160.72	158.35	157.13	Mean

Zero point of water gauge: El. 154 211 m

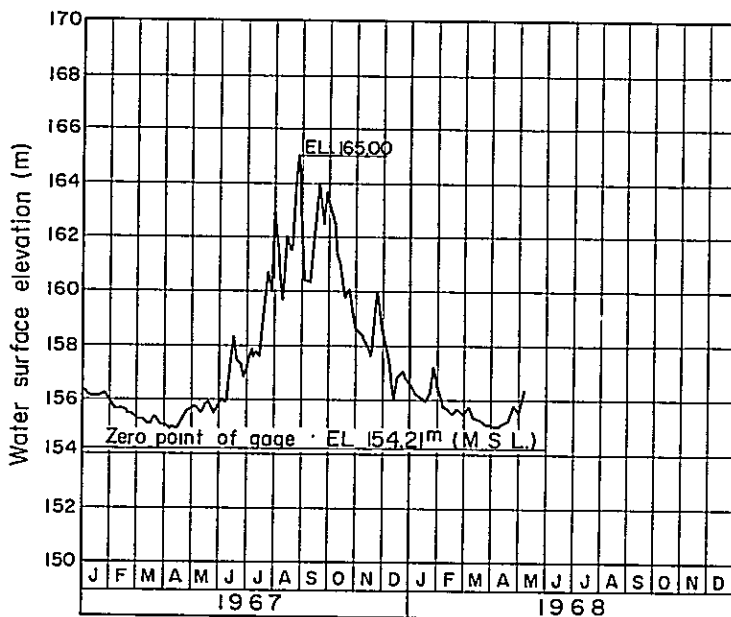
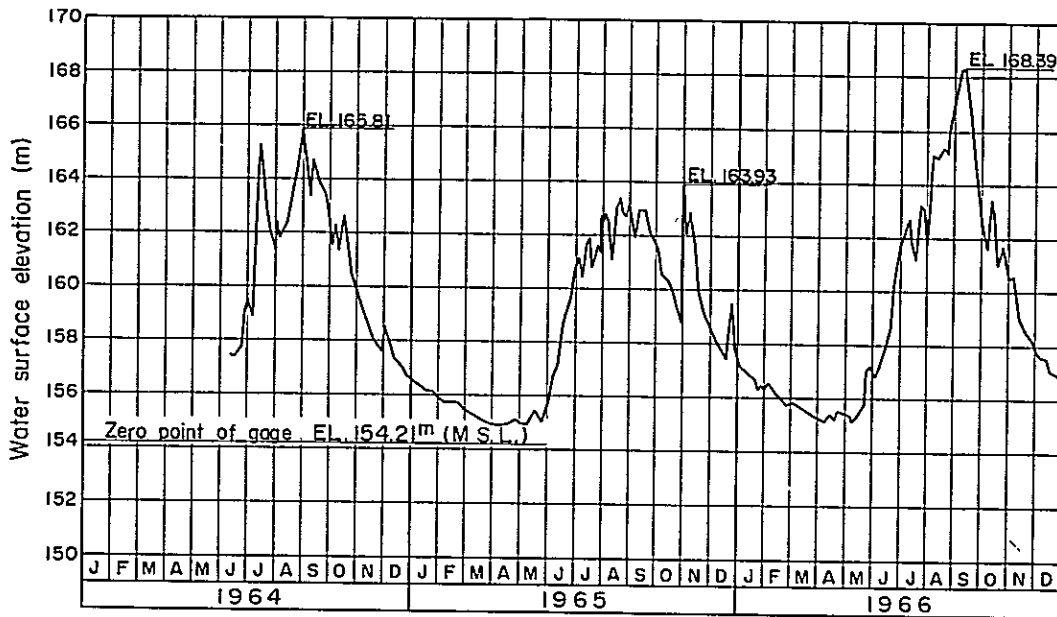
WATER LEVELS AT HYDROGRAPHIC OFFICE (5)

River system: Mekong Year: 1968

		Unit: El (m)															
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec				
1	156.44	156.09	155.49	155.02	155.65									1			
2	156.41	155.99	155.55	155.02	155.81									2			
3	156.38	155.94	155.65	155.01	156.00									3			
4	156.34	155.88	155.72	155.01	156.14									4			
5	156.31	155.86	155.75	155.03	156.26									5			
6	156.28	155.82	155.70	155.03										6			
7	156.25	155.79	155.60	155.01										7			
8	156.23	155.75	155.31	155.00										8			
9	156.21	155.72	155.42	155.02										9			
10	156.20	155.69	155.40	155.06										10			
11	156.17	155.65	155.37	155.07										11			
12	156.16	155.62	155.38	155.06										12			
13	156.13	155.59	155.39	155.07										13			
14	156.11	155.56	155.38	155.08										14			
15	156.08	155.55	155.33	155.16										15			
16	156.07	155.53	155.29	155.22										16			
17	156.03	155.52	155.27	155.22										17			
18	156.01	155.51	155.28	155.20										18			
19	156.00	155.54	155.22	155.23										19			
20	156.00	155.66	155.20	155.30										20			
21	156.02	155.65	155.17	155.42										21			
22	156.08	155.67	155.14	155.56										22			
23	156.05	155.70	155.11	155.68										23			
24	156.31	155.65	155.05	155.80										24			
25	156.58	155.60	155.03	155.81										25			
26	157.04	155.53	155.07	155.72										26			
27	157.06	154.48	155.04	155.61										27			
28	156.79	155.45	155.03	155.55										28			
29	156.54	155.45	155.02	155.50										29			
30	156.34	155.05	155.05	155.57										30			
31	156.20	155.04	155.04											31			
Max	157.06	156.09	155.75	155.81										Max			
Min	156.00	155.45	155.02	155.00										Min			
Total	4844.82	4513.44	4814.45	4658.04										Total			
Days	31	29	31	30										Days			
Mean	156.28	155.64	155.31	155.27										Mean			

Zero point of water gauge. El. 154.211 m

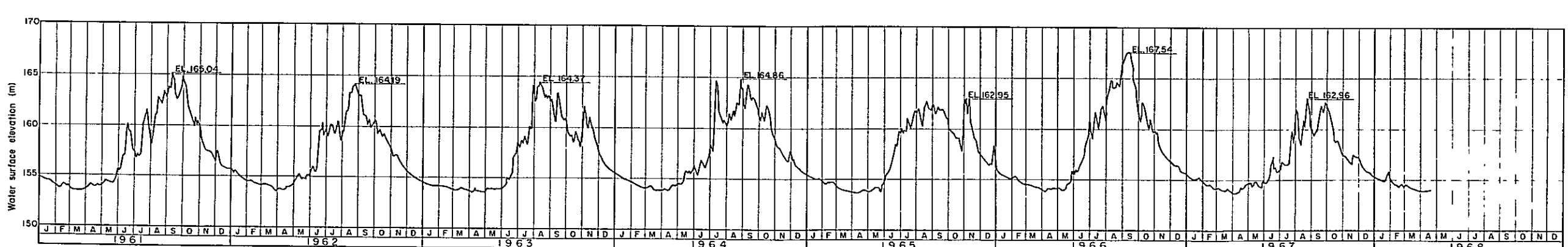
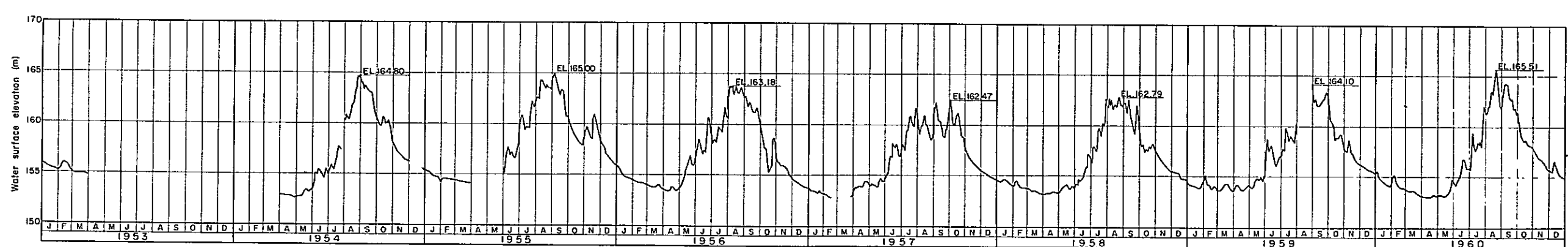
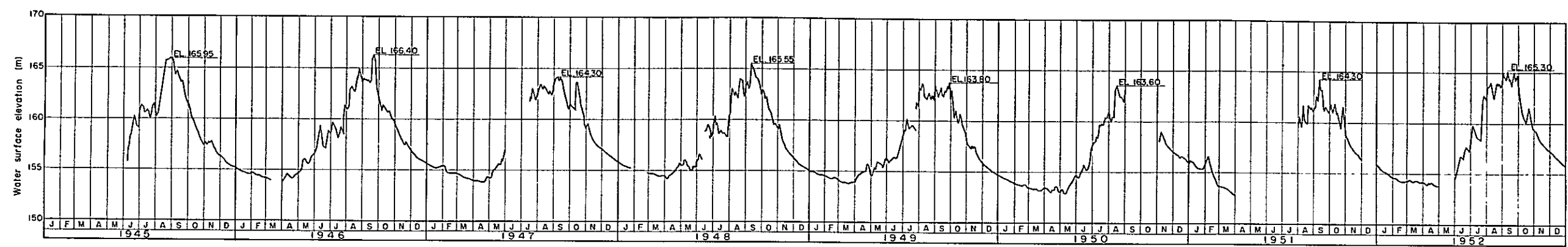
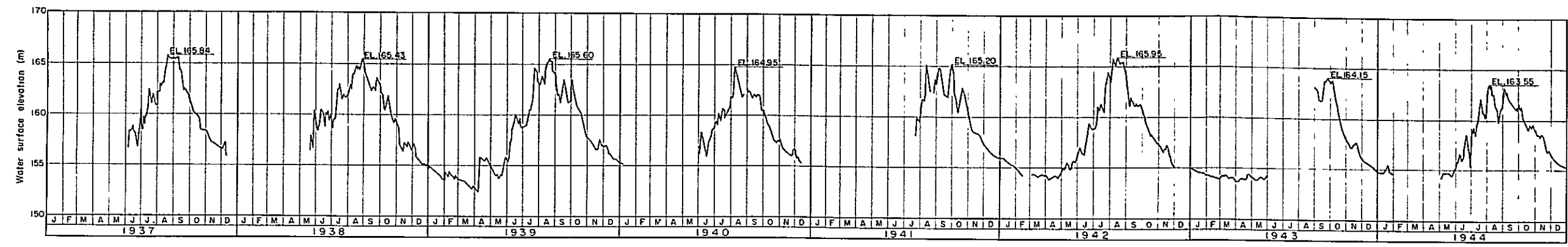
STAGE HYDROGRAPH
AT HYDROGRAPHIC OFFICE G.S., 1964-1968



Remarks

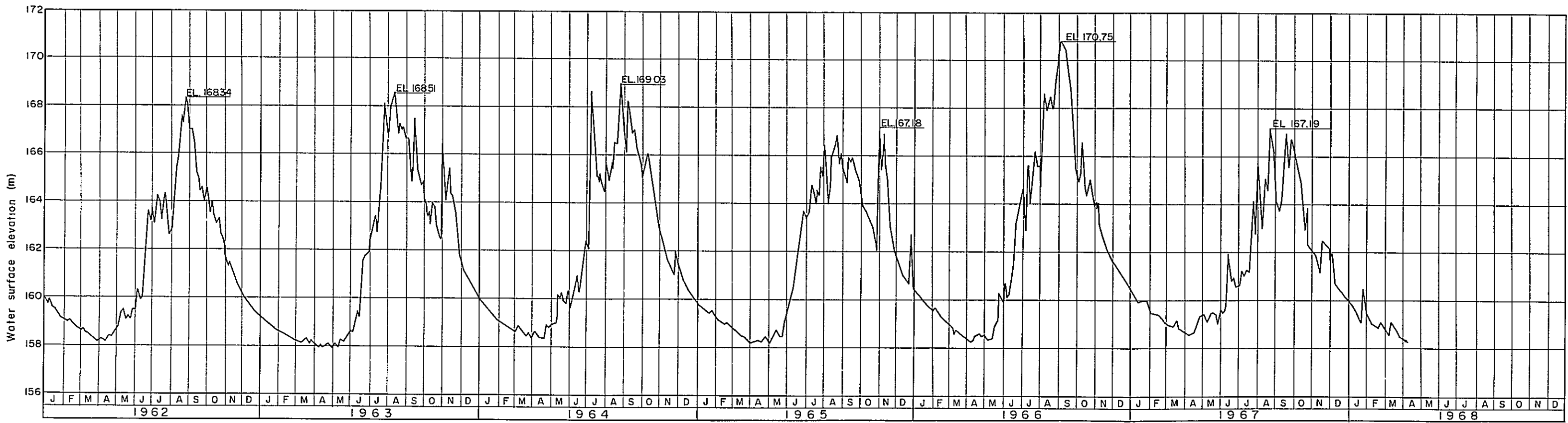
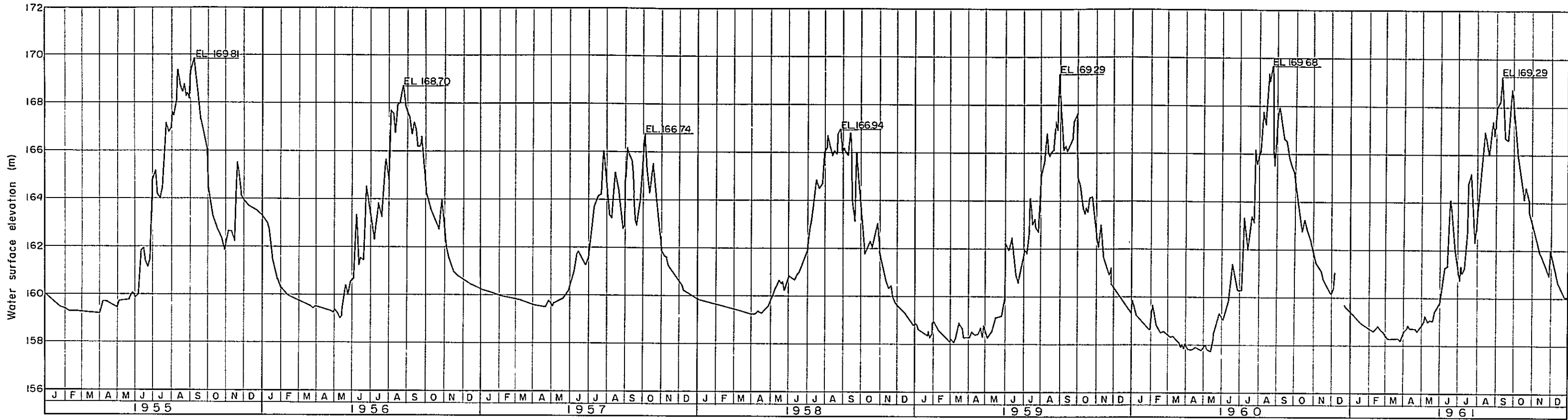
- 1) Gage was installed on June 11, '64 and data were taken ever since.
- 2) Figures given here show daily mean value of three readings a day taken at 6.00 ,12:00 and 18 00

STAGE HYDROGRAPH AT R.I.D. (WAT HAI SOK) GAGING STATION, 1937-1968



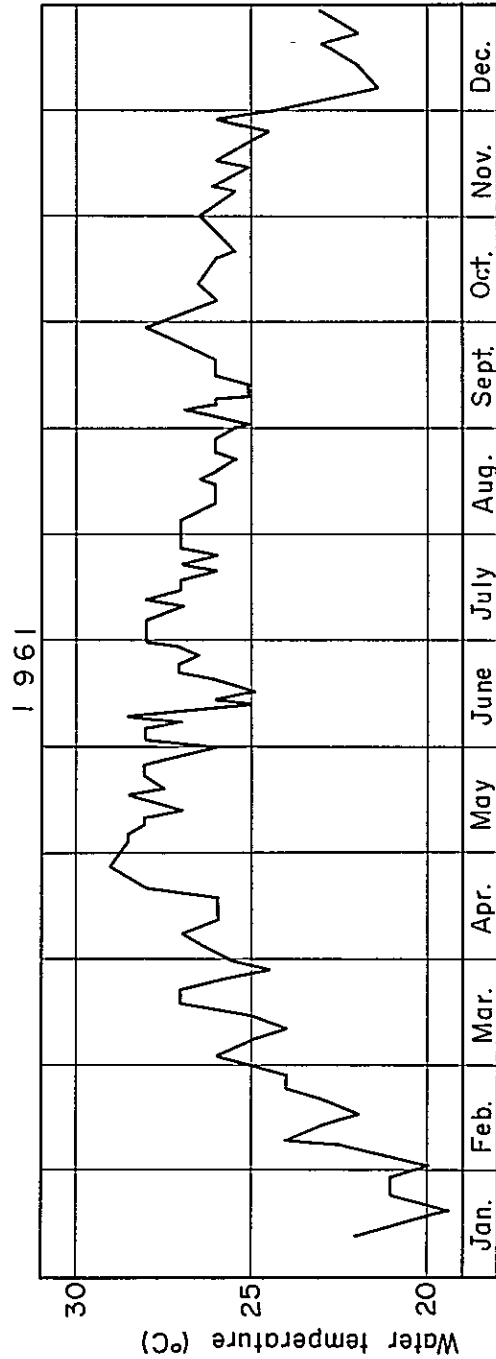
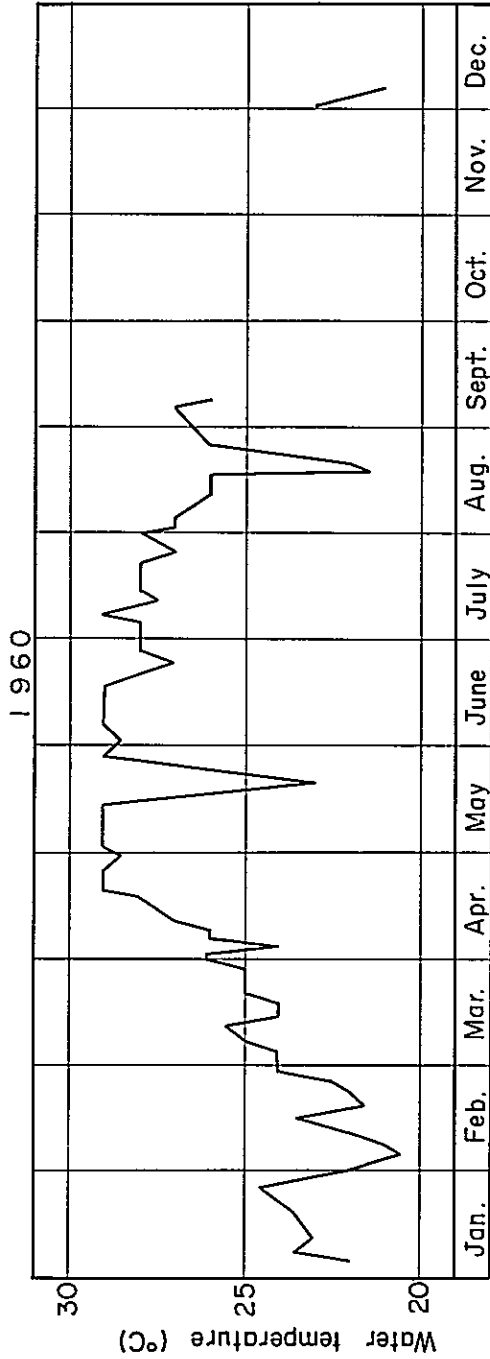
Remarks Zero point of present staff gage EL 153.00^m

STAGE HYDROGRAPH AT VIENTIANE (WAT SOP) GAGING STATION, 1955 - 1968

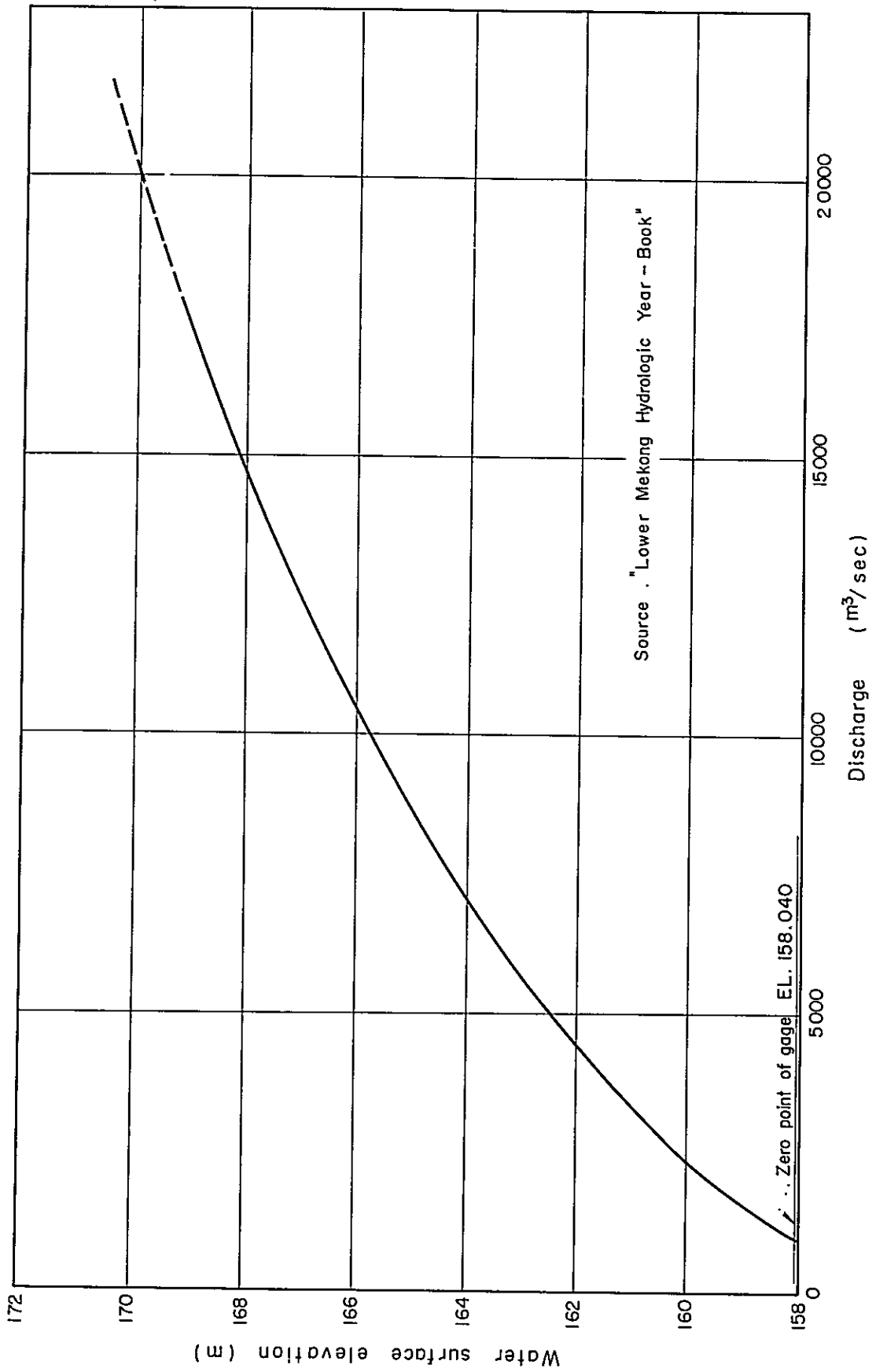


Remarks : Zero point of gage EL 158 040^m

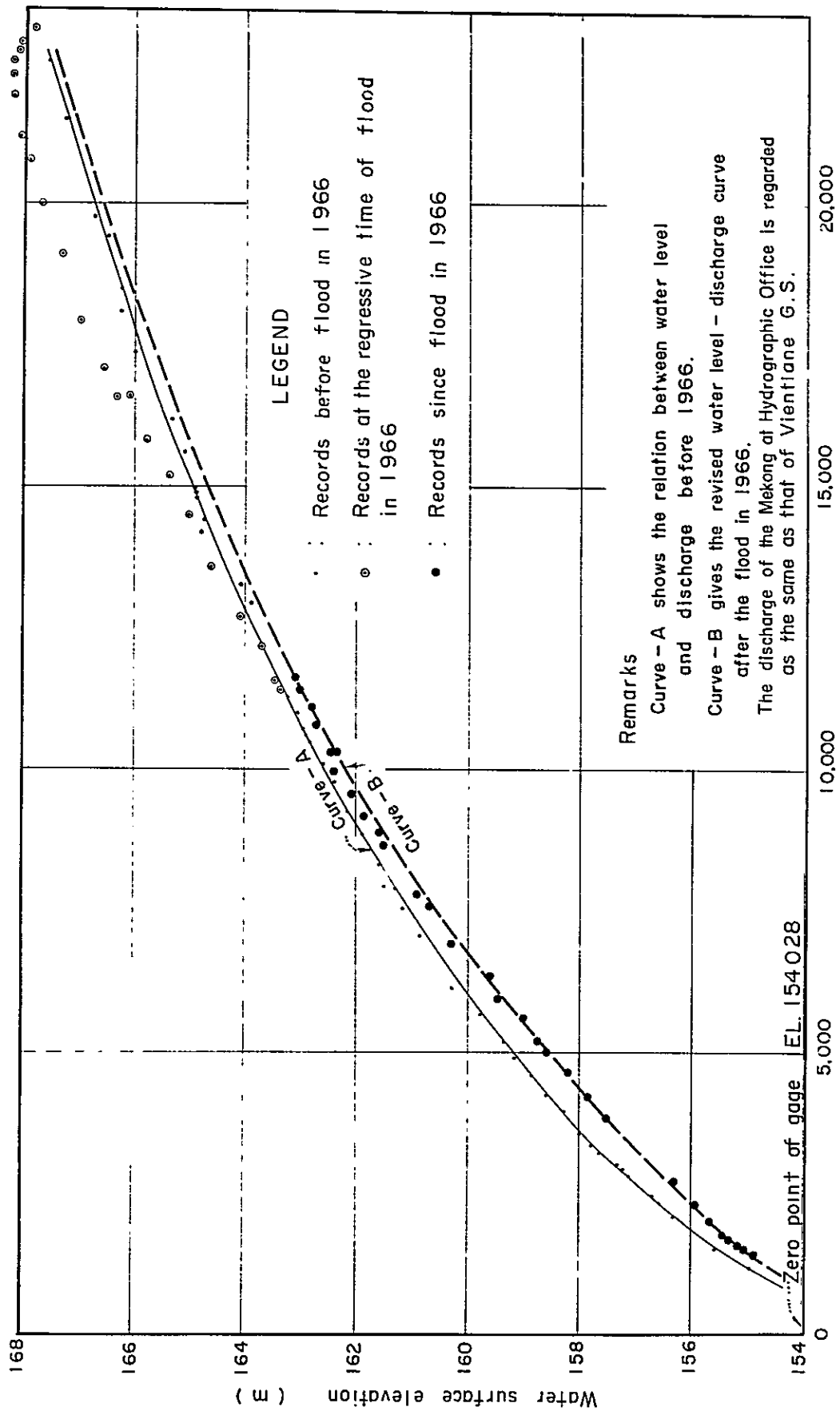
WATER TEMPERATURE OF THE MEKONG
AT VIENTIANE, 1960 AND 1961



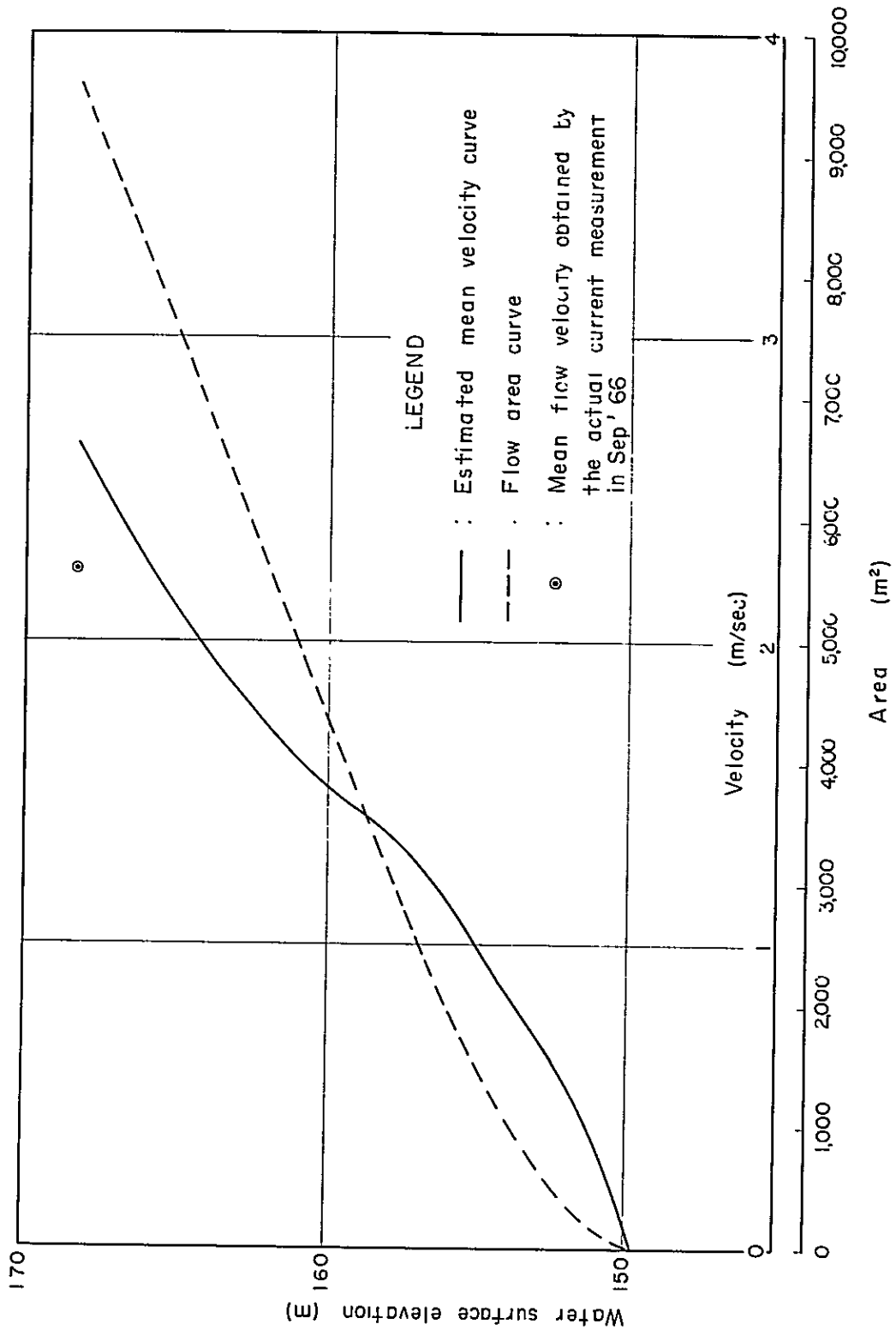
RATING CURVE OF THE MEKONG AT VIENTIANE (WAT SOP) G.S.



RATING CURVES OF THE MEKONG AT HYDROGRAPHIC OFFICE G.S.



FLOW AREA AND MEAN FLOW VELOCITY OF THE MEKONG AT THE BRIDGE SITE



WATER SURFACE SLOPE

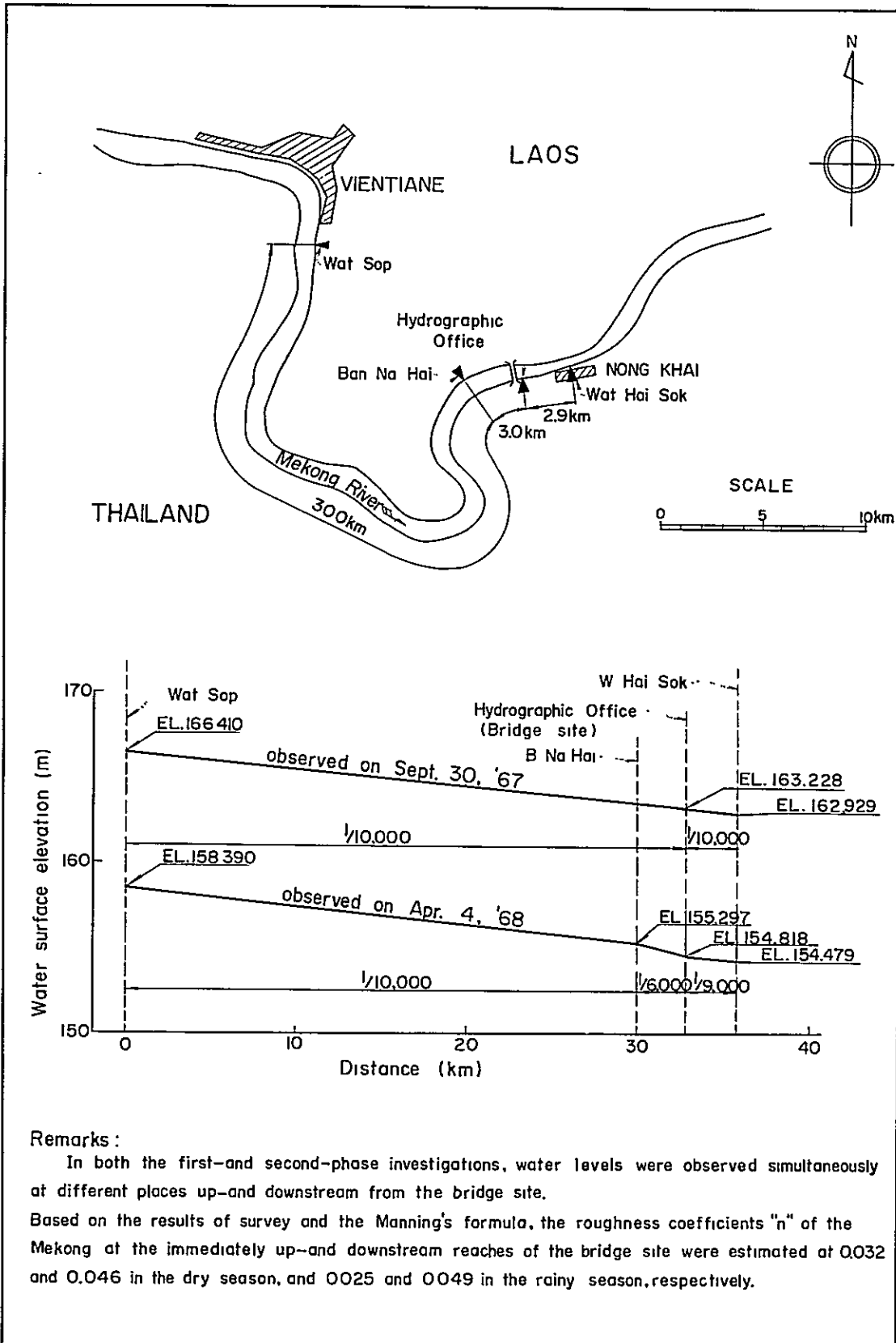


Fig.5.2. RELATIONSHIP BETWEEN WATER-LEVELS RECORDED AT RID (WAT HAI SOK) AND HYDROGRAPHIC OFFICE GAGING STATIONS

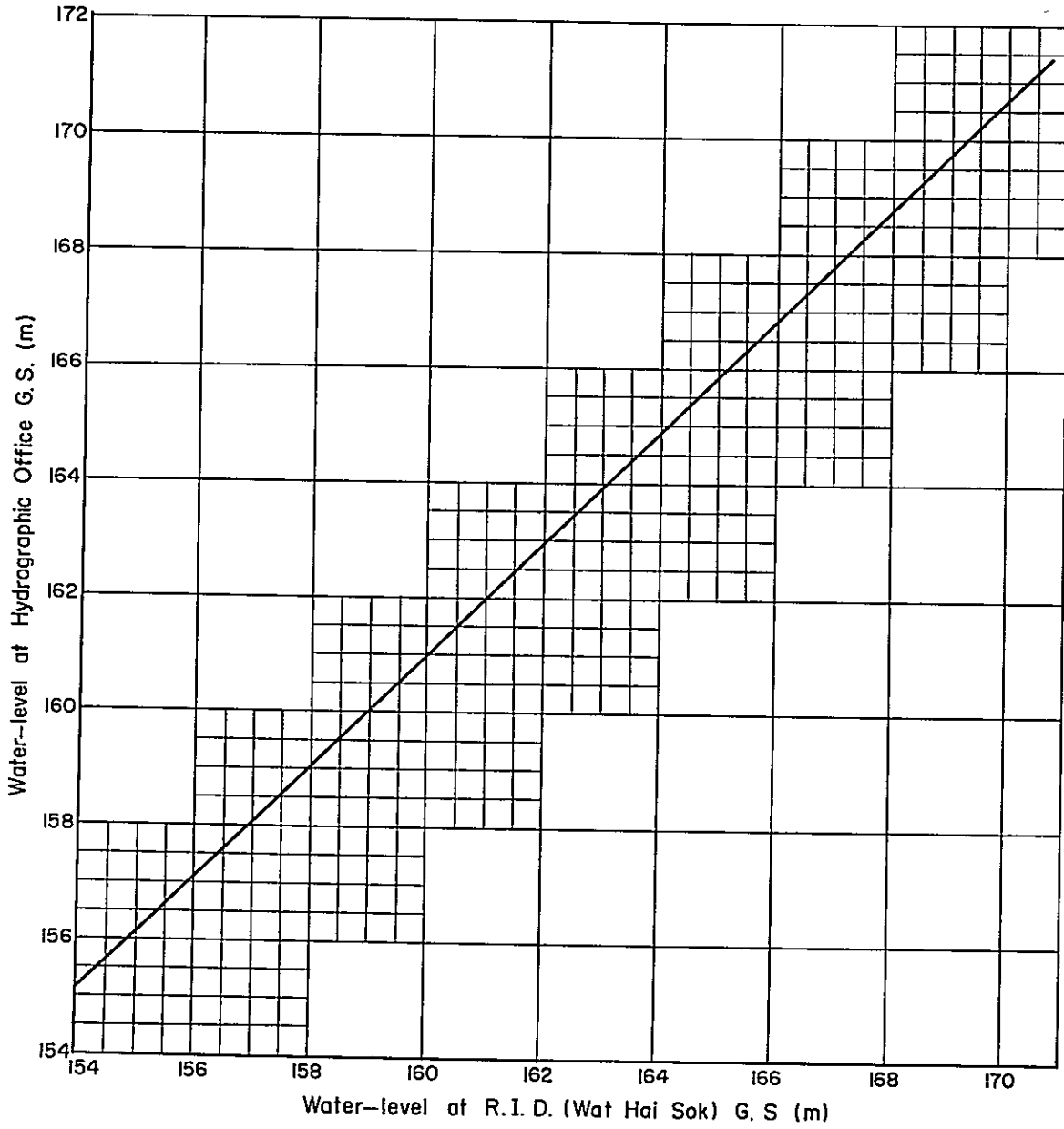
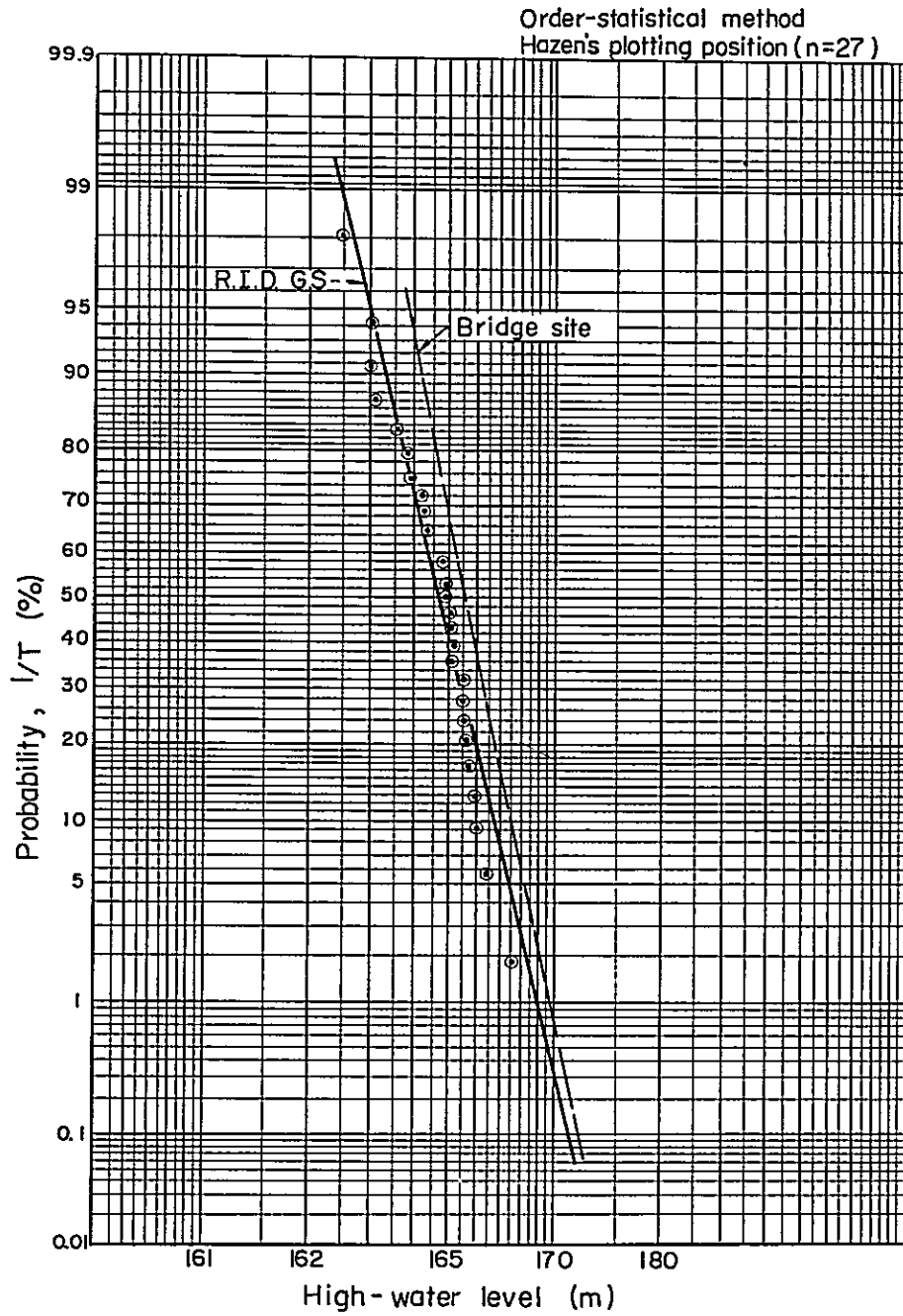


Fig.5.3. PROBABLE HIGH-WATER LEVEL AT R.I.D. (WAT HAI SOK) G.S. AND BRIDGE SITE



第 六 章

経 済 調 査

6.1. 一 般

可能性報告書の第二部にも述べられている通り、プロジェクトの経済評価は、便益・費用比率、起過便益、内部収益率等の推定によって為された。

建設費および運転維持更新費等、費用の推定は、可能性報告書第2部の予備設計構造物に基づいて行ない、又便益については第1次、第2次現地調査中蒐集された経済資料に基づいて推定された。

直接便益額算定の基本となる将来交通量の推定のために必要な次の項目は第1次現地調査において研究された。

- (1) 交通調査の実施された時点において橋が建設され交通が開始されたと仮定した場合の橋を利用する仮想現在交通量。
- (2) 単位交通量当りの便益。
- (3) 交通量の自然増加率。
- (4) 橋の建設に伴なうインパクトによって生じる交通増加指数。

第二次現地調査ではプロジェクトによってもたらされる間接便益と、橋の通行料金と将来交通量の伸びとの関係が検討された。

経済調査で蒐集された各種資料及び、プロジェクトの経済的可能性に関する研究の結果は以下に述べられる通りである。

6.2. ラオス及び計画地域内の一般経済資料

ラオス、タイ両国の一般経済に関する資料は、両国の関係当局を通じて第一次、第二次調査において集められた。本節にはこれらの資料として、人口、国民総所得、貿易、消費水準等の蒐集資料が掲載されている。

Major Industries in Laos

Item	Number of factory	Unit	Annual production (x 10 ³)					Remarks	
			1962	1963	1964	1965	1966		1967
Match manufactory	1	case	-	-	-	2.5	3.0	3.5	1 case = 7,200 boxes and 1 box = 50 matches
Cigarette manufactory	3	case	-	-	-	40.57	46.0	50.0	1 case = 50 cartoons, 1 cartoon = 10 packages and 1 package = 20 cigarettes
Rubber sandal manufactory	4	dz.	-	-	30	56	72	78	
Fizzy drink manufactory	6	btl.	5,400	5,700	6,300	6,800	7,200	8,000	1 at Saravane, 1 at Savannakhet, 3 in Vientiane and 1 at Luang Prang
Plastic bag manufactory	2	kg.	-	-	-	72.0	72.0	75.0	Polyethylene bags
Mechanical rice-mill	208	ton	-	-	88.2	100	110	110	8 of 1st class capable of annual production of 2,400 tons/year
									10 of 2nd class capable of annual production of 1,500 tons/year
									190 of 3rd class capable of annual production of 200 tons/year
Textile printing	1	m	-	-	-	-	600	600	
Alcohol distillery	14	liter	-	-	1,200	1,200	1,800	1,800	Small distilleries capable of production from 150 to 200 litres/day
Power sawmill	76	m ³	-	-	150	156	160	200	Sawn wood
Ice manufactory	8	ton	-	-	20	26	30	35	4 in Vientiane, 1 at Luang Prabang, 1 at Savannakhet, 1 at Pakse and 1 at Khammuane
Candle manufactory	3	case	-	36	36	40	40	45	1 case = 100 packages

Laotian Export and Import, 1966

Item	Quantity, In kg	Amount	
		In Kips	In US.\$
I. Export	9,509,815	357,725,434	715,451
Foodstuffs (vegetables, fruits, coffee-beans, etc.)	738,197	75,474,520	150,949
Mineral Ores (tin, copper and iron)	601,886	225,831,440	451,663
Timber and Crushed Stone	8,137,597	39,135,000	78,270
Others (resin and rosin, mu- sical instruments)	32,135	17,284,474	34,569
II. Import	170,089,248	10,017,158,506	20,034,317
Rice and Other Cerials	42,150,225	2,492,026,152	4,984,052
Sugar and Other Foodstuffs	2,077,025	266,133,592	532,267
Oil Products (Gasoline, oil and grease)	81,131,828	1,381,481,563	2,762,963
Construction Materials (steels, cement, bolts, nuts, etc.)	19,744,472	587,266,751	1,174,534
Electric Appliances and Apparatuses	2,039,014	833,092,444	1,661,829
Motorcars, Tractors and Cycles	2,465,060	1,271,250,396	2,542,501

Gross National Product of Laos

Estimated gross national product per head (US\$)

	Vientiane	Self-supporting economy	Market economy
1962	—	55.43	120.20
1963	—	55.98 (1.01)	126.21 (1.05)
1964	—	56.54 (1.01)	132.52 (1.05)
1965	—	57.11 (1.01)	139.15 (1.05)
1966	132	57.11 (1.00)	139.15 (1.00)
1967	135 (1.025)	57.68 (1.01)	146.11 (1.05)
1973	157 (1.025)	61.23 (1.01)	195.80 (1.05)
1990	241 (1.025)	72.51 (1.01)	448.76 (1.05)

Population (10³ persons)

	Laos	Self-supporting economy	Market economy
1962	2,450	2,082.5	367.5
1963	2,509 (1.024)	2,133 (1.024)	376 (1.024)
1964	2,569 (1.024)	2,184 (1.024)	385 (1.024)
1965	2,635 (1.026)	2,240 (1.026)	395 (1.026)
1966	2,698 (1.024)	2,293 (1.024)	405 (1.024)
1967	2,765 (1.025)	2,350 (1.025)	415 (1.025)
1973	3,207 (1.025)	2,725 (1.025)	482 (1.025)
1990	4,880 (1.025)	4,146 (1.025)	734 (1.025)

Remarks: Figures in the brackets show index to value of the foregoing year.

Population in Project Area

County		Population
Vientiane Province	(as of 1967)	<u>270,771</u>
Vientiane city		113,168
Pong-Hong		21,747
Thourakhom		16,814
Saythavy		31,106
Phanthaboun		8,955
Xayfong		32,510
Nasaythong		23,116
Vang-Vieng		13,600
Sanakham		9,755
Nong Khai Province	(as of 1966)	<u>297,833</u>
Nong Khai		69,390
Tha Bo		44,850
Sri Chieng Mai		28,967
Phong Visay		69,789
Muang Kan		55,697
Saika		29,140

Remarks:

Collected from the Office of Vientiane Province and from the Nong Khai Province Bureau of Statistics.

Prices in Nong Khai and Vientiane (1)

Items	Unit	Nong Khai (Baht)	Nong Khai (Kip)	Vientiane (Kip)	Item	Unit	Nong Khai (Baht)	Nong Khai (Kip)	Vientiane (Kip)
1. Miscellaneous cereals									
Rice (Laos)	kg	2.35	58.75	76	Banana	kg	4	100	150-200
Rice (ordinary)	"	2.65	66.25	98	Water melon	no.	5	125	300
Bread	"		25	83	Shaddock	"	3.5	87.5	120
Cassava	"	2.5	62.5	70	Orange	kg	4	160	120-200
Black bean	"	5	125	110	Pineapple	no.	4	100	180
					Coconut	"	1.5	37.5	30
					Grape	kg	12	300	400
2. Vegetables									
Convalvulus	kg	2	50	80	4. Meat and eggs				
Tomato	"	0.50	12.5	50	Beef	kg	14	350	450
Chilipepper	"	6	150	300	Pork (with bone)	"	12	300	500
War gourd	"	1	25	65	Pork (fat of meat)	"	12	300	500
Chinese cabbage	"	3	75	100	Pork (high quality)	"	17	425	500
Lettuce	"	2	50	50	Pork (with hide)	"	10	250	420
Beefsteak plant	"	5	125	60	Chicken	no	10	250	800-1000
Cabbage	"	1	25	30	Duck's egg	"	0.6	15	17
Green piece	"	6	150	200	Fish	kg	14-15	350-375	600
Japanese onion	"	2	50	100	Fish (salted)	"	18-20	450-500	700
Garlics	"	6	150	150			20-25	550-625	
Bean sprouts	"	2.5	62.5	50					
Cucumber	"	1	25	130, 20	5. Dry food and condiments				
Dry onion	"	6	150	200	Dried onion	kg	2.5	62.5	70
Potato	"	6	150	280	Dry cattle fish	"	17-28	425-700	650-800
Manpao	"	0.75	18.75	25	Thin threads of beachjelly	"	16	400	500-700
Wild tomato	"	3	75	150	Salt	"	0.5	6.2	25
Long bean	"	4	100	100					
3. Fruits									
Apple	kg	5	125	250	6. Other foodstuff				
					Condensed milk	can	2.5-3.0	62.5-75	11.0

Prices in Nong Khai and Vientiane (2)

Item	Unit	Nong Khai (Baht)	Vientiane (Kip)	Item	Unit	Nong Khai (Baht)	Vientiane (Kip)
Lard	kg	12	300	City bus	km	0.50	12.5
Soup (Chinese style)	bottle	5-6	125-150	Movie (2nd class)	person	3-5	75-125
Black coffee	cup	0.5	12.5	Play (2nd class)	"	2-3	50-75
Milk coffee	"	1	25	Drama and sports	"	"	"
7. Electricity and fuel							
Electricity	kwh	1.30	32.5	Daily paper	no.	0.5-1.0	12.5-25
Petroleum	lit.	50	2	Weekly magazine	"	3.0-3.5	75-87.5
Electric bulbs	no.	4-5	100-125	Tobacco	box	2.5-3.5	62.5-87.5
8. Daily commodities							
Saucer	no.	3-5	75-125	Refrigerator	no.	3,675	91,875
Nail	kg	5	125	Fan	"	604	15,100
Aluminum steaming basket	no.	18	450	13. Vehicles			
Washing soap	box	9	225	Bicycle (Thailand)	no.	550	13,750
Toilet soap	no.	3	75	Bicycle (Japan)	"	850	21,250
Vacuum bottle	"	70	1,750	Motorcycle	"	6,200	155,000
Soap	"	40	1,000	14. Construction material			
Powder soap	box	0.5	12.5	Cement	ton	-	14,000
Toilet paper	no.	8	200	Steel bar (9 mm dia.)	"	3,080	77,000
Match	10 boxes	3	75	Steel bar (6 mm dia.)	"	3,250	81,250
		2	50	Steel plate	"	20.5	380
9. Medicals							
Aspirin	tab.	0.10	2.5	Veneer	"	50	1,250
Quinine	"	0.05	1.25	Timber	"	900	22,500
10. Charges							
Hair dressing (man)	person	5-7	125-175				
Hair dressing (woman)	"	10-15	250-375				

Level of Monthly Consumption in Nong Khai and Vientiane

(Unit: tons.)

	Gasoline	Cement	Rice	Steel bar	Beer	Hog	Refrigerator	Watermelon
Nong Khai	600	-	2,500	150	16	-	2	-
Vientiane city	750	1,650	1,500	200	40	74	10	135

(Unit: tons/1,000 persons)

	Gasoline	Cement	Rice	Steel bar	Beer	Hog	Refrigerator	Watermelon
Nong Khai	8.65	-	36.02	2.16	0.23	-	0.03	-
Vientiane city	6.62	14.57	13.26	1.77	0.35	0.65	0.09	1.19

Remarks: The population of 69,400 as of December 1966 of Nong Khai Province and 113,200 as of July 1966 of Vientiane were used for the estimation of the quantity of consumption per 1,000 persons mentioned above.

6.3. 将来交通量

一般に、橋の将来交通量はその橋の通行料金によって大きく左右される。本架橋計画においては現在ノンカイ・タナレン間を運行しているフェリーの現行料金と同じ橋の料金を徴収するものと仮定して将来交通量を推定し、その後、料金変化に対する影響を検討した。

6.3.1. 仮想現在交通量

橋の将来交通量を推定するためには、新設される橋の初期の仮想交通量を推定する必要がある。本、プロジェクトの場合は交通量調査が行なわれた1967年に橋が供用を開始すると仮定した場合の橋の仮想交通量を推定した。

仮想現在交通量を推定する為には先ず計画地域周辺の現在交通量の状況を把握する必要があるので、図6.1.に示される様に本プロジェクトに関連のある道路、水路、鉄道、の各交通に関するQ.D調査¹が行なわれ更に各種の有効な経済資料がタイの道路局関税局、移民局、タイ国鉄、ノンカイ駅、ウドン駅それにラオスの航空局といった各種の政府関係機関から蒐集された。

更に計画地域附近のメコン河を渡河するフェリールートとしてヴィエンチャン～シーシェンマイ、タボ～ハット・ドック・ケオ及びノンカイ～タドアの各フェリーサイトにおける現地視察も行なわれた。又、税関や移民局においてはサバナケット、ルアノブラバンと共にヴィエンチャン周辺の水路交通に関する情報も集められた。

こうして集められた各種の資料を基に各地域間の貨物、旅客及び自動車の動きが把握され、表6.1、6.2、6.3、6.4、及び図6.1.にそれぞれ掲載されている。

仮想現在交通はO.D.調査の結果から以下に示す7つの地域間交通を考え、1967年に橋が供用されたと仮定した場合について推定された。

- (1) ヴィエンチャンよりシーシェンマイ及びタボ迄
- (2) ヴィエンチャン・ノンカイ 駅間
- (3) ヴィエンチャン・ノンカイ 市間
- (4) ヴィエンチャン・ウドンタニ間
- (5) タドア・ノンカイ 駅間
- (6) タドア・ノンカイ 市間
- (7) タドア・ウドンタニ間

推定値は可能性報告書の第二部、第六章の表6.2.に示されている。

¹ 道路交通の場合のO.D.調査は車種別に出発地と目的地を明らかにする事である。道路は、通常、一方を出発地、他方を目的地とする2つの地域間の輸送手段として使用されるものであり、広大な地域の各所に起る自動車交通に対しては、いくつかの地域間交通として区分する事ができる。

当プロジェクトのO.D.調査においては品目別の貨物量も推定された。

Fig. 6.1. ORIGIN-DESTINATION SURVEY POINTS AND TRAFFIC FLOW AS OF 1967

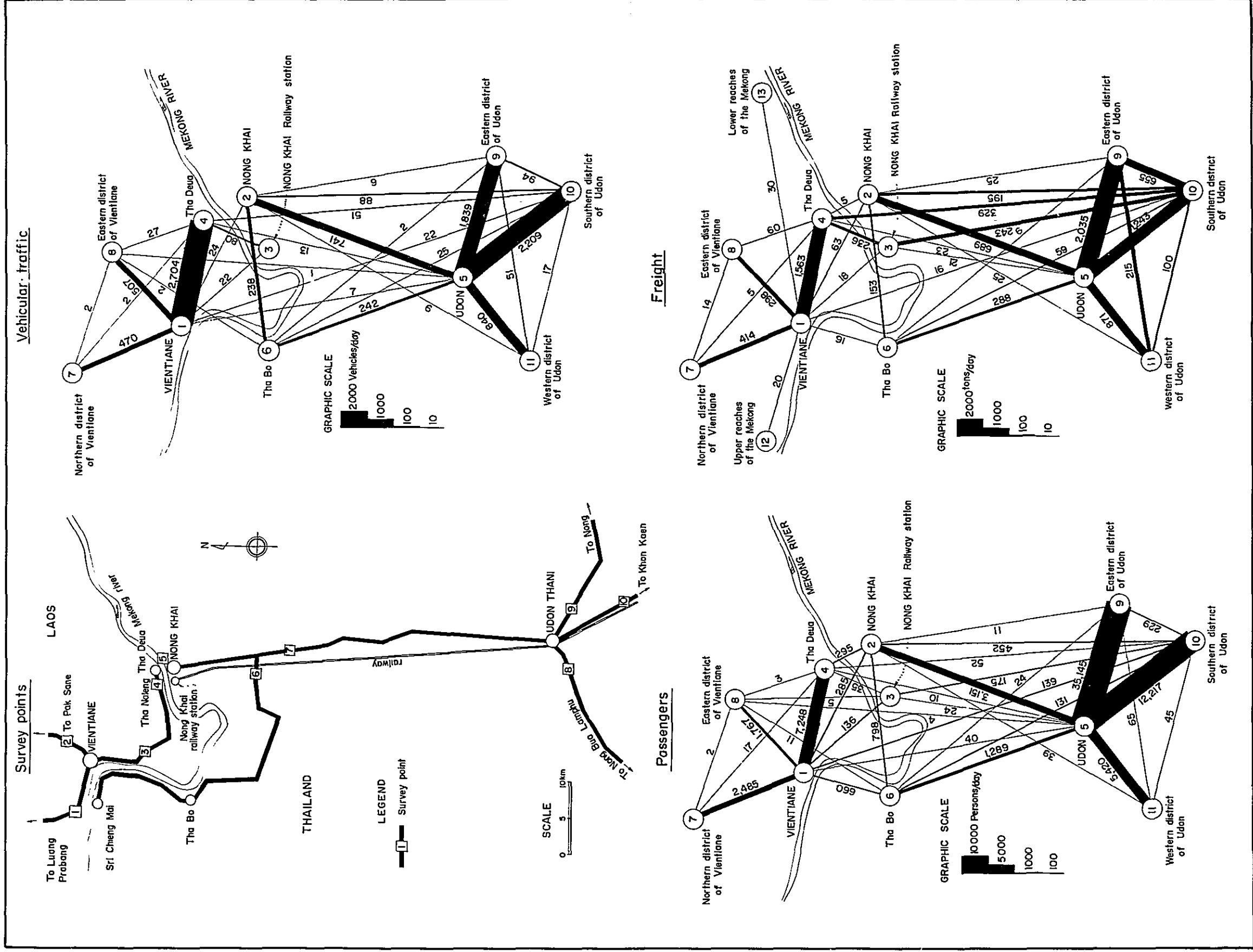


Table 6.1. Interzonal Vehicles
(1967)

No.	Zone	Unit: cars/day													Total
		1 Vien- tiane	2 Nong Khai	3 Nong Khai Sta.	4 Tha Deua	5 Udon	6 Tha Bo	7 North. Dist. Vien- tiane	8 East. Dist. Vien- tiane	9 East. Dist. Udon	10 South. Dist. Udon	11 West. Dist. Udon	12 Upper Mekong	13 Lower Mekong	
1	Vientiane		24	22	2,704	7		470	507		22				3,756
2	Nong Khai					741	238		6		88	9			1,106
3	Nong Khai Sta.				80										102
4	Tha Deua					13		2	27		51				2,877
5	Udon						242		1	1,839	2,209	840			5,892
6	Tha Bo								2	2	25				509
7	N. Dist. V'tiane								2						474
8	E. Dist. V'tiane														539
9	E. Dist. Udon										94	51			1,992
10	S. Dist. Udon											17			2,506
11	W. Dist. Udon														917
12	Upper Mekong														
13	Lower Mekong														
	Total														20,670

Table 6.2. Interzonal Passengers
(1967)

No.	Zone	Unit: persons/day											Total			
		1 Vien- tiane	2 Nong Khai	3 Nong Khai Sta.	4 Tha Deua	5 Udon	6 Tha Bo	7 North. Dist. Vien- tiane	8 East. Dist. Vien- tiane	9 East. Dist. Udon	10 South. Dist. Udon	11 West. Dist. Udon		12 Upper Mekong	13 Lower Mekong	
1	Vientiane		285	136	7,248	40	660	2,485	1,767		139					12,760
2	Nong Khai				295	3,151	798		11	452	39					5,031
3	Nong Khai Sta.				35	24			5	175						375
4	Tha Deua					10		17	3	52						7,660
5	Udon						1,289		4	35,145	5,420					57,300
6	Tha Bo								11	24	131					2,913
7	N. Dist. V'tiane								2							2,504
8	E. Dist. V'tiane															1,792
9	E. Dist. Udon										65					35,474
10	S. Dist. Udon									229	45					13,440
11	W. Dist. Udon															5,569
12	Upper Mekong															
13	Lower Mekong															
	Total															144,818

Table 6.3 Interzonal Freight (I)
(1967)

No.	Zone	Unit: tons/day																					
		1 Vien- tiane	2 Nong Khai	3 Nong Khai Sta.	4 Tha Deua	5 Udon	6 Tha Bo	7 North. Dist. Vien- tiane	8 East. Dist. Vien- tiane	9 East. Dist. Udon	10 South. Dist. Udon	11 West. Dist. Udon	12 Upper Mekong	13 Lower Mekong	Total								
1	Vientiane	63.0	18.0	1563.0	15.5	414.0	298.0	15.8	20.0	25.0	195.0	243.0	329.0	2,035.0	6.0	59.0	14.0	655.0	215.0	100.0	2,437.6		
2	Nong Khai		63.0		5.0	689.0	153.0	25.0														1,155.0	
3	Nong Khai Sta.			236.0		21.0																	518.0
4	Tha Deua				236.0																		2,221.0
5	Udon					23.0																	5,170.0
6	Tha Bo						288.0																521.5
7	N. Dist. V'tiane																						433.0
8	E. Dist. V'tiane																						372.0
9	E. Dist. Udon																						2,936.0
10	S. Dist. Udon																						2,839.8
11	W. Dist. Udon																						1,211.0
12	Upper Mekong																						20.0
13	Lower Mekong																						30.3
	Total																						19,865.2

Table 6.4. Interzonal Freight (2)
(1967)

No.	Zone	Unit: tons/day													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	No. Zone	Vien-tiane	Nong Khai	Nong Khai Sta.	Tha Deua	Udon	Tha Bo	North. Dist. Vien-tiane	East. Dist. Vien-tiane	East. Dist. Udon	South. Dist. Udon	West. Dist. Udon	Upper Mekong	Lower Mekong	Total departure freight
1	Vientiane		63 (63)	0 (18)	1,537 (1,563)			276 (414)	175 (298)		0 (15)				2,051 (2,371)
2	Nong Khai					427 (689)	90 (153)		23 (25)	10 (25)					613 (1,150)
3	Nong Khai Sta.	18			236 (236)										254 (254)
4	Tha Deua	26				0 (23)		0 (5)	60 (60)		0 (329)				86 (2,216)
5	Udon		262		23		134 (288)		147 (2,035)	73 (871)					1,276 (4,947)
6	Tha Bo		63			154			6 (6)	2 (59)					225 (506)
7	N. Dist. V'tiane	138			5				1 (14)						144 (433)
8	E. Dist. V'tiane	123						13							136 (372)
9	E. Dist. Udon		2			1,888					200 (655)	25 (215)			2,115 (2,394)
10	S. Dist. Udon	15	132		329	404	57		455			0 (100)			1,392 (2,394)
11	W. Dist. Udon		15			798			190	100					1,103 (1,211)
12	Upper Mekong														
13	Lower Mekong														
Total Arrival Freight		320	537	0	2,130	3,671	281	289	236	821	1,002	108			9,375 (18,790)

Remarks:— The figures in parentheses involve round-trip weights

6.3.2. 将来交通量の伸び率

将来交通量の伸びには現在交通量の自然増加と架橋というインパクトによる急増がある。

計画地域内の交通量の自然増加については第2部において推定されているが、これは計画地域内の交通の増加はその地域の経済活動に密接な関係があると仮定し、ラオスの国民総生産の増加に関連づけて行なわれている。したがって国民総生産と交通量の関係を把握するため、次の資料が蒐集された。

- (1) ヴィエンチャンの関税局やタイの移民局から集められた時間別のメコン河渡河旅客及び渡河貨物の数量。
- (2) タイ国鉄から得たノンカイ終着駅の到着貨物トン数。
- (3) USAIDから集めたラオスの過去の年度別国民総生産と将来の推定国民総生産。
蒐集資料を要約すれば次表 6.5. に示される通りである。

表 6.5. 1960年から1966年迄のラオスの国民総生産と各種年間交通量

年	ラオスの国民総生産 (10 ⁸ 米ドル) (1)	フェリー貨物 (トン) (2)	フェリー旅客 (人) (3)	ノンカイ駅到着貨物 (トン) (4)
1960	142.73	42,188.2	891	61,278.9
1961	144.49	83,440.4	21,275	56,964.7
1962	152.11	141,827.4	20,989	102,789.1
1963	159.25	133,348.2	19,643	128,827.4
1964	167.51	131,663.7	25,046	129,397.1
1965	173.26	131,342.7	63,560	116,662.0
1966	175.50		74,976	

交通量と国民総生産との関係は上表 6.5 に与えられた過去のデータから次に示す3つの式によって表わすことができる。

$$\begin{aligned}
 A_F &= 2,324.7 P_L - 253,313.4 \\
 A_F &= 1,713.4 P_L - 240,543.7 \quad \dots\dots\dots (1) \\
 A_R &= 2,255.2 P_L - 253,750.0
 \end{aligned}$$

ここに A_F : フェリー貨物のトン数
 A_P : フェリー旅客の人数
 A_R : ノンカイ駅到着貨物トン数
 P_L : ラオスの国民総生産 (10⁸米ドル)

上式より将来交通量を算定するには、ラオスの将来における国民総生産 P_L を推定することが必要である。表 6.5. に示される過去におけるラオス国民総生産の伸びは1960年から1966年についてみると年間平均5%である。一方近隣国のビルマやカンボジアについてみると過去において

年間約6%の伸びを示した事もあり、ラオスが今後、未開発資源の開発等により社会的な繁栄をなすことを考慮するとラオスの国民総生産は将来6~7%の伸び率を示すと推定される。

したがって、ラオスの国民総生産 P_L が1965年から1970年にかけて年間5%、1970年から1975年にかけて6%、1975年から1985年までは6.5%、1985年以降に関しては年間7%の割合で成長するものと仮定すれば、1966年の P_L に基いて A_F 、 A_P 、 A_R は表6.6.に示される如く計算される。表6.6.にはこうして求められた年間交通量 A_F 、 A_P 、 A_R は1967年現在の交通量を1とした時の自然増加指数も計算し記載されている。

表 6. 6. 交通量の自然増加指数

年	ラオス国民総生産		フェリー貨物		フェリー旅客		ノンカイ駅到着貨物	
	百万未ドル	年増加率 (%)	A_F (トン)	増加指数	A_P (人)	増加指数	A_R (トン)	増加指数
1966	17550							
1967	18228	5	175,080	100	75,200	100	161,840	100
1970	21332	5	242,590	139	124,960	166	227,330	140
1973	25407	6	337,320	193	194,780	259	319,230	197
1975	28547	6	410,320	234	248,580	331	390,040	241
1980	39112	6.5	655,920	375	429,600	571	628,300	388
1985	53587	6.5	992,420	567	677,620	901	954,740	590
1990	57159	7	1,493,910	853	1,047,230	1,393	1,441,240	891

一方、橋の建設によるインパクトから起る交通量の急増は以下に述べられる如くグラビティ・モデル法¹⁾を使って推定することができる。

$i-j$ という地域間の交通量を T_{ij} とすれば T_{ij} は次式で表わされる。

$$T_{ij} = k \cdot \frac{X_i \cdot X_j}{(d_{ij})^b} \dots\dots\dots (2)$$

ここに X_i, X_j : i 及び j の両地域における経済活動指標

d_{ij} : i, j の地域間の経済的距離

k, b : プロジェクトに応じて決定される定数及び指数

橋の完成前後における T_{ij} 及び d_{ij} を夫々 $T_{ij}(0)$ 、 $T_{ij}(1)$ 及び $d_{ij}(0)$ 、 $d_{ij}(1)$ とし T_{ij} の差を ΔT_{ij} とすれば ΔT_{ij} は次式によって与えられる。

$$\Delta T_{ij} = T_{ij}(1) - T_{ij}(0) = \left[\left\{ \frac{d_{ij}(0)}{d_{ij}(1)} \right\}^b - 1 \right] T_{ij}(0) \dots\dots\dots (3)$$

ΔT_{ij} は橋の完成に依って発生する交通の増加量であり、その増加率を P と置けば P は次式によって与えられる。

$$P = \frac{\Delta T_{ij}}{T_{ij}(0)} = \left\{ \frac{d_{ij}(0)}{d_{ij}(1)} \right\}^b - 1 \dots\dots\dots (4)$$

¹⁾ Walter Isard 著「Method of Regional Analysis An Intraduction to Regional Science」 John Wiley , 1960 参照

上式からPを計算する為には指数b及び経済距離 $d_{ij}(0)$, $d_{ij}(1)$ が求められねばならない。bについてはO・D調査の結果から1.6229と計算され、又経済距離は橋の料金が現行フェリー料金と同額の場合について、自動車の走行時間と走行費用を考慮して計算された。b及び経済距離を(4)式に代入することにより増加率Pは旅客用自動車に対して0.26、トラックに対しては0.13と計算された。

旅客用自動車の伸び率は表6.6.に示されるフェリー旅客の自然増加に急増率1.26を乗じて求められ、トラックの伸び率は表6.6.の自然増加に急増率1.13を乗じて求められる。

将来交通量は単位として人あるいはトンを用いず車の台数で算定したため、車1台当りの乗車効率及び積載効率が必要となる。計算に用いられた乗車積載効率は表6.7.に示される。

表- 6.7. 乗車・積載効率

車 種	1967年及び1973年現在	1990年
乗 用 車	3人/台	2人/台
タ ク シ ー	4人/台	2.5人/台
バ ス	14人/台	14人/台
大型トラック	2.69トン/台	3トン/台
小型トラック	0.25トン/台	0.25トン/台
オートバイ	1.25人/台	1.2人/台

1967年の交通量を1として計算された1973年及び1990年の交通量の増加指数は交通要素別に表6.8.に示される。

表 6. 8. 将来交通量増加指数¹

交通の種類	旅客フェリーから転換される交通の増加指数			自動車フェリーから転換される交通の増加指数		
	1967年	1973年	1990年	1967年	1973年	1990年
I 道路交通						
1. バス	1.00	2.59	13.93	1.00	3.26 (2.59×1.26)	17.55 (13.93×1.26)
2. 乗用車	1.00	2.59	20.90 (13.93× $\frac{3}{2}$)	1.00	3.26 (2.59×1.26)	26.33 (13.93×1.26× $\frac{3}{2}$)
3. タクシー	1.00	2.59	22.29 (13.93× $\frac{4}{2.5}$)	1.00	3.26 (2.59×1.26)	28.08 (13.93×1.26× $\frac{4}{2.5}$)
4. 大型トラック	1.00	1.93	7.65 (8.53× $\frac{2.69}{3}$)	1.00	2.18 (1.93×1.13)	8.64 (8.53×1.13× $\frac{2.69}{3}$)
5. 小型トラック	1.00	1.93	8.53	1.00	2.18 (1.93×1.13)	9.64 (8.53×1.13)
6. モーターバイク	1.00	2.59	13.93	1.00	3.26 (2.59×1.26)	17.55 (13.93×1.26)
I 鉄道交通						
1. 鉄道旅客	1.00	2.59	13.93	1.00	3.26 (2.59×1.26)	17.55 (13.93×1.26)
2. 鉄道貨物	1.00	1.97	8.91	1.00	2.23 (1.97×1.13)	10.07 (8.91×1.13)

注¹ 橋の通行料金は現行フェリー料金と同額徴収するものと仮定して計算した場合の数字である。

6. 3. 3. 将来交通量

可能性報告書、第二部の表 6. 7. 及び表 6. 8. に示される通り、将来交通量は先ず橋の通行料金を現行フェリー料金に等しく採った場合について求められた。しかしながら一般に将来交通量は橋の料金により大きく変化すると考えられるので通行料金をいろいろ変えた場合の将来交通量は以下の如く推定された。

今、 C_{ir} = 現行フェリー料金と同額にした場合の交通 i に対する橋の通行料金

C_{ij} = 交通 i に対する j という橋の通行料金

Q_{ir} = 橋の通行料金を C_{ir} とした時の交通 i の交通量

Q_{ij} = 橋の通行料金を C_{ij} とした時の交通 i の交通量

とすれば、 Q_{ij}/Q_{ir} は C_{ij}/C_{ir} の関数で表わせるものと考えられる。

したがって、 $Q_{ij}/Q_{ir} = Y_i$ 、 $C_{ij}/C_{ir} = X_i$ と置けば

$$Y_i = F(X_i) \dots\dots\dots (5)$$

関数 $F(X_i)$ は次の条件を満足しなければならない。

a) $C_{ij} = C_{ir}$ の時、 Q_{ij} は Q_{ir} に等しくなければならない。即ち、

$$X_i = 1 \text{ の時 } Y_i = 1 \dots\dots\dots (6a)$$

b) 通行料金を課さない場合、即ち $C_{ij} = 0$ の場合、その時の Q_{ij} と Q_{ir} の比を α_i と置くならば、

$$X_i = 0 \text{ の時 } Y_i = \alpha_i \dots\dots\dots (6b)$$

c) 通行料金を無限大にした時、 Q_{ij} は零となる

$$X_i = \infty \text{ の時 } Y_i = 0 \dots\dots\dots (6c)$$

上記 3 つの条件を満足する式は無数にあるが、このような場合には $F(X_i)$ としては指数関数を

考えるのが普通である。従って

$$Y_i = \alpha_i A^{aX_i} \dots\dots\dots (7)$$

(7)式はA, aの値の如何にかかわらず(6b)式を満足する。

(7)式の両辺の対数をとれば

$$\log Y_i = \log \alpha_i + aX_i \log A \dots\dots\dots (7a)$$

条件式(6a)を代入すれば

$$0 = \log \alpha_i + a \log A \dots\dots\dots (8)$$

これより

$$A^a = \frac{1}{\alpha_i} \dots\dots\dots (9)$$

(9)式を(7)式に代入すれば

$$Y_i = \alpha_i^{1-X_i} \dots\dots\dots (10)$$

(10)式は(6c)式をも満足させる。

X_i, Y_i を通行料金と交通量の表示に戻すならば

(10)式より

$$Q_{ir} = Q_i \alpha_i^{1 - \frac{C_{ir}}{C_i}} \dots\dots\dots (11)$$

交通量 Q_{ir} は可能性報告書第2部の表6.7.において1973年以降2000年までの各年について既に推定されており, C_{ir}, C_i は与えられる値であるので,問題は通行料金を零とした場合と現行フェリー料金と同額にした場合のそれぞれの交通量の比である α_i の推定にしばらくする。

日本における道路交通についてこの点を研究した結果, α_i は一般に次式で推定できる事が判った。即ち

$$\alpha_i = \frac{Q_{i0}}{Q_i} = \left(1 + \frac{C_{i0}}{C_i}\right)^{K_i} \dots\dots\dots (12)$$

ここに Q_{i0} = 通行料金が零の時の車種iの交通量

$Q_i = C_i$ なる通行料金が課せられた時の車種iの交通量

(Q_{i0}, C_i は上述の Q_{ir}, C_{ir} に夫々対応する)

C_{ir} = 車種iの走行費用

K_i = 車種iに関する指数

(12)式より

$$K_i = \frac{\log\left(\frac{Q_{i0}}{Q_i}\right)}{\log\left(1 + \frac{C_{i0}}{C_i}\right)} \dots\dots\dots (13)$$

(13)式において C_{i0}, C_i は定める事ができるので,交通量 Q_{i0} 及び Q_i がわかれば K_i は計算できる。

K_i の値は表6.9.に示されるように日本のいくつかの有料道路について無料解放前後の交通量について調べ推定された。

⑫式を本計画に適用する場合， C_i は現行フェリー料金 C_{ir} によって置き換え， C_{ir} には計画地域の走行費用を入れる。当プロジェクトでの C_{ir} については計画地域の経済調査に基づいて推定された。

K_i, C_{ir} が定まれば α_i は C_i に C_{ir} を代入して⑫式より計算される。計算の結果は表 6.10 に示す通りである。こうして求められた α_i を用いる事により通行料金 C_i の場合の交通量 Q_i は⑩式より求められる。通行料金の比 C_i/C_{ir} と交通量の比 Q_i/Q_{ir} の関係及び将来交通量の計算値 Q_i は夫々，可能性報告書第2部の図 6.2 及び 6.3 に示される通りである。

Table 6.9 Computation of Exponent K_i From Eq. 13

Traffic	Traffic, In Cars		Toll C_{io} (Yen)	Operating Cost, C_{ir} (Yen)	$\frac{Q_{in}}{Q_{io}}$	$1 + \frac{C_{io}}{C_{ir}}$	K_i (Eq.13)
	Q_{in}	Q_{io}					
Buses	487	464	249	4,980	1.049	1.050	0.98
Personal Cars	4,563	3,470	99	228	1.315	1.434	0.76
Taxis	2,684	1,735	99	108	1.547	1.917	0.67
Heavy Trucks	4,562	4,361	190	3,230	1.046	1.059	0.79
Light Trucks	9,478	3,758	172	74	2.522	3.324	0.77
Motorcycles	5,106	3,275	45	43	1.559	2.047	0.62
Railway Passengers							0.98
Railway Freight							0.79

Table 6.10 Computation of Traffic Ratio α_i From Eq. 12

Traffic	Traffic Between Vientiane and	Dis- tance (km)	Operating Cost, Bahts		Ferry Charge C_{if} Bahts	$1 + \frac{C_{ir}}{C_{if}}$	K_i	α_i (Eq.12)
			Per km	C_{ir}				
Buses	Udon Thani	77	0.88	68	57(C)	1.838	0.98	1.82
Personal Cars	Udon Thani	77	0.67	52	40(C)	1.769	0.76	1.54
Taxis	Nong Khai	23	0.67	15	40(C)	3.667	0.67	2.38
Heavy Trucks	Bangkok	647	1.92	1,242	110(C)	1.089	0.79	1.07
Light Trucks	Nong Khai	23	0.88	20	57(C)	3.850	0.77	2.81
Motorcycles	Nong Khai	23	0.10	2	5(P)	3.500	0.62	2.17
Railway Passenger	Bangkok	647	—	120	5(P)	1.042	0.98	1.03
Rail Freight	Bangkok	647	—	460	40(C)	1.087	0.79	1.07

(1) (C)及び(P)はそれぞれノンカイ・タナレン間の自動車フェリー及びノンカイ・タドア間の旅客フェリーを示す。

- (2) バスの乗車効率は現在非常に高いが、将来においては小さい数字になる事を予測し、バスのフェリー料金は小型トラックの料金と同じ57パーツを考えた。
- (3) 大型トラックのフェリー料金は次の如く考えた。即ち、トラック1台が1回渡河すれば59パーツであり、貨物には1トン当り往復渡河で17パーツ課されるので、6トンを片道だけ運ぶと考えれば、平均片道料金は $59 + (6 \times 17) / 2 = 110$ パーツ。
- (4) 小型トラックの料金については小型トラック1台1回の渡河料金は40パーツであり、貨物は1トン当り往復で17パーツであるから、片道平均料金は $40 + (2 \times 17) / 2 = 57$ パーツと考えた。
- (5) 鉄道貨物の走行費用については次のように考えた。即ち、バンコック・タナレン間の鉄道貨物を考えてみれば、現在運賃として330パーツ、の他に積下し費用として170パーツ、合計トン当り500パーツの料金が課されている。鉄道が延長された場合、渡河の際のトラック輸送は必要でなくなる。今、7トンの自重のトラックが平均6トンの貨物を運ぶと考えればトラックによる輸送費はトン当り $17 \times (7 + 6) / 6 = 37$ パーツである。したがって将来におけるトン当り輸送費は $500 - 37 = 463$ パーツであり、これを460パーツと考えた。

6.4. 直接便益

6.4.1. 一般

可能性報告書第二部第六章に詳しく述べられている通り、本プロジェクトの直接便益としては車の走行時間の短縮と走行費用の節約が考えられた。

便益総額は交通量に単位交通量当りの便益を乗じて求められる。また、単位交通量当りの平均便益 B_i は各地域間の単位交通量当りの平均便益として、次式から算出される。

$$B_i = \frac{\sum f_{mn} \cdot B_{mn}}{\sum f_{mn}} \dots\dots\dots (14)$$

ここに $f_{mn} = m - n$ という二地域間交通量

$B_{mn} =$ 地域間 $m - n$ の単位交通量当りの便益

上述の平均単位便益 B_i の算出に必要な資料としては次のものが蒐集された。(1)地域間の道路に沿って測定された実距離、(2)km当りの車の走行費用、(3)メコン河を横断する自動車フェリー及び旅客用フェリーの渡河料金及び渡河時間、(4)km当りの車の平均走行速度、(5)旅客用自動車、トラックその他の待時間費用、(6)各車種別の乗車及び積載効率、(7)タイの1人当り国民所得、(1)、(2)、(3)、(4)の資料はタイの道路局から集められたものであり(5)及び(6)はラオス及びタイの政府関係機関から、また(7)はタイの統計局からそれぞれ蒐集された。

以上の資料よりまとめた、基本データは表 6.11 に要約されている。便益額の算定は、同表 6.11 に記載されている1967年における仮想現在交通量に基いて行なわれた。

6.4.2. 時間便益

時間便益を計算するには、1時間当りの時間価値を推定する必要がある。各種交通の1時間当りの時間価値は次のように計算した。

(1) タクシー及び乗用車

ラオスにおいてタクシーを1時間待たせると45.4キップ即ち1.85パーツの料金をとられる。したがってタクシー及び乗用車の時間価値は1時間当り1.85パーツと考えた。

(2) バス

バスの時間価値は、バス1台当り平均14人の乗客が平均乗車効率4人のタクシー又は乗用車に乗るものと考えて、 $1.85 \times (14/4) = 6.50$ パーツとした。

(3) 大型トラック

タイにおいて大型トラックの時間当りの借賃は8.3パーツであるので、これを大型トラックの時間価値と考えた。

(4) 小型トラック

小型トラックの時間価値は上記大型トラックの時間価値8.3パーツに、小型トラック及び大型トラックの平均積載効率0.25トン及び2.69トンを考慮して、 $8.30 \times (0.25/2.69) = 0.77$ パーツとした。

(5) 貨物

貨物1トン当りの時間価値は、大型トラックの時間価値を大型トラックの平均積載効率2.69トンで除し、 $8.3/2.69 = 3.10$ パーツとした。

(6) 旅客

旅客の時間価値は、ラオス側でタクシーを待つ旅客の1人当りの待ち時間料金と、タイの1人当りの時間当り国民所得との平均値を考えた。前者についてはタクシーの乗車効率を4人/台と考えると $1.85/4 = 0.46$ パーツである。タイの1人当り国民所得は2,784パーツであるから、年間を通じて1日当り8時間労働を考えるならば、1人当りの時間当り所得は $2,784 / (365 \times 8) = 0.95$ パーツとなる。したがって時間価値は $(0.46 + 0.95) / 2 = 0.71$ パーツと考えた。

(7) モーターバイクの時間価値は上記0.71パーツにバイク1台当りの平均乗車効率1.2人/台を乗じ0.85パーツと考えた。

次に、新ルートを利用することによって削減される時間を推定する必要がある。この節約時間は新旧両ルートの距離差を各交通の平均走行速度で除して求める。表6.11に示される距離差を用いて計算すれば新ルートは旧ルートより長い為節約時間は負となる。しかしながら、現在各種自動車旅客、貨物はすべてフェリーを待つ事を余儀なくされているので、これも考えねばならない。このフェリーの待ち時間は各交通とも30分と考えた。

したがって平均節約時間は(4)式に従い、次式によって計算できる。

Table 6.11.

Basic Data For Estimation of Time and Operation Benefits

I. Route Distances, In Kilometers

Route	Existing Route	Projected Route	Difference
(1) Vientiane – Tha Bo and Sri Chieng Mai	80.6	82.0	-1.4
(2) Vientiane – Nong Khai Railway Station	20.5	22.2	-1.7
(3) Vientiane – Nong Khai	22.7	24.4	-1.7
(4) Vientiane – Udon	76.6	78.0	-1.4
(5) Tha Deua – Nong Khai Railway Station	3.4	6.3	-2.9
(6) Tha Deua – Nong Khai	5.6	8.4	-2.8
(7) Tha Deua – Udon	59.5	62.1	-2.6

II. Traffic Cost, Expense and Speed, and Ferry Charge

Traffic	Operation Cost,	Speed	Ferry Charge
	In Bahts per Km	In Km/Hr	In Bahts
Small-Size Buses	0.88	72	40 per vehicle
Large-Size Buses	2.49	72	195 "
Taxis and Personal Cars	0.67	80	40 "
Heavy Trucks	1.92	72	110 "
Light Trucks	0.88	72	57 "
Motorcycle	0.10	40	5 "
Rail Passengers via Passenger Ferry	0.15	72	5 per person
Rail Passengers via Car Ferry	0.17	80	13 "
Rail Freight	0.71	72	17 per ton

III. Daily Imaginary Initial Traffic

Traffic	Route Listed in I.						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Small-Size Buses	1	—	—	—	—	—	—
Large-Size Buses	—	—	5	1	1	6	—
Personal Cars	—	—	28	19	5	27	—
Taxis	1	—	27	—	3	27	—
Heavy Trucks	—	—	24	71	—	—	—
Light Trucks	—	—	—	2	—	—	1
Motorcycles	—	—	29	—	3	30	—
Rail Passengers via Passenger Ferry	—	135	—	—	—	—	—
Rail Passengers via Car Ferry	—	6	—	—	—	—	—
Rail Freight (ton)	—	254	—	—	—	—	—

$$\text{平均節約時間} = \frac{\Sigma(\text{交通量}) \times \left\{ \frac{(\text{既存ルートの輸送距離}) - (\text{新ルートの輸送距離})}{\text{平均走行速度}} + 0.5 \text{ 時間} \right\}}{\Sigma \text{交通量}} \quad (15)$$

単位交通量当りの時間便益は(15)式から計算された平均節約時間に各交通の時間価値を乗じて求められる。実際の計算は表 6.1 1 に示される仮想現在交通量に基づいて行なわれ、結果は表 6.1 2 に示される通りである。

6.4.3. 走行便益

走行便益は走行費用の節約額とフェリー料金とからなり、前者については新旧両ルートの距離差に表 6.1 1.における各交通の 1 km 当りの平均走行費用を乗じて求めた。計算は表 6.1 1.に示される仮想現在交通量に基づき(14)式によって行なわれ、その結果は表 6.1 2.に示される通りである。

6.4.4. 単位便益

単位便益は時間便益と走行便益との和であり、表 6.1 2 に示される通りである。プロジェクトの年便益及び超過便益は(1)橋の通行料金として現行フェリー料金と同額を徴収した場合(2)現行フェリー料金の半額徴収した場合(3)料金は徴収しない場合について計算し、結果は可能性報告書第 2 部の表 6.1 0 及び図 6.4. に示されている。

表 6.1 2. 単位交通量当りの便益

(単位：パーツ)				
交 通	時間便益	走行便益	合 計	採用値
小 型 バ ス	3.12	3 8.6 3	4 1.7 5	1 1 7.1
大 型 バ ス	3.06	1 8 9.3 3	1 9 2.3 9	
乗 用 車	0.87	3 8.5 3	3 9.4 0	3 9.4
タ ク シ ー	0.87	3 8.3 5	3 9.2 2	3 9.2
大型トラック	3.98	1 0 7.0 3	1 1 1.0 1	1 1 1.0
小型トラック	0.36	5 5.2 4	5 5.6 0	5 5.6
モーターバイク	0.48	4.7 8	5.2 6	5.3
鉄 道 貨 物	1.05	2 5.5 8	2 6.6 3	2 6.6
鉄 道 旅 客	0.26	7.1 7	7.4 3	7.4

6.5. 年 経 費

年経費にはプロジェクトの年固定費と年可変費の 2 つが在る。

年固定費の算出には便益計算の場合と同じように、年割引率として、3%、7%及び10%が考えられた。年固定費は表 6.1 3. に示される各計画構造物の建設費と耐用年数とから算出された。

Table 6.13.

Useful Lives and Construction Costs of Project Structures

Item	Useful Life In Years	Construction Cost in U.S.\$
I. Bridges		
1. Main bridge; composite-girder and plate-girder bridges	40	8,000,000
2. Rigid-frame and hollow-slab bridges.	50	1,010,000
3. Asphalt pavement	10	35,000
4. Railway track	20	75,000
	Mean	41
		9,120,000
II. Railway		
1. Earthwork	50	4,305,000
2. Track and accessories	20	2,360,000
3. Concrete Structures	50	1,095,000
4. Buildings	45	705,000
	Mean	41
		8,465,000
III. Highway		
1. Earthwork and culverts	50	1,395,000
2. Asphalt pavement	10	140,000
3. Permanent residential buildings	45	155,000
	Mean	46
		1,690,000
IV. Administrative Facilities		
1. Earthwork	50	630,000
2. Asphalt pavement	10	125,000
3. Buildings	50	1,470,000
	Mean	48
		2,225,000
Total	Mean	42
		21,500,000

Table 6. 14. Annual Working Expenses, In U.S. Dollars

Item	Unit Cost	Quantity	Annual Expense
I. Bridges			
1. Painting of steel members	0.2	51,000 sq m	10,200
2. Lighting	0.017	8,400 sq m	140
3. Asphalt Pavement	0.19	8,400 sq m	1,600
4. Sundries (5% of 1 to 3)			660
			<u>12,600</u>
II. Railway			
1. Maintenance of way and structures	2,075	20.1 km	41,700
2. Maintenance of equipments	2,155	"	43,400
3. Traffic operation	3,040	"	61,100
4. Miscellaneous operation	250	"	5,000
5. Personnel expenses	1,000	20 person	20,000
6. General expenses	810	20.1 km	16,300
			<u>169,500</u>
III. Highway			
1. Asphalt pavement	445	4.3 km	1,900
2. Shoulders.	55	"	240
			<u>2,140</u>
IV. Administrative Facilities			
1. Asphalt pavement	0.12	140,000 sq m	16,800
2. Lighting	0.015	"	2,100
3. Personnel expenses	1.000	100 person (80 person)	100,000 (80,000)
4. Sundries (5% of 1 to 3)			5,960 (4,960)
			<u>124,860</u> (103,860)
		Total:	309,100 (288,100)

Note: Parenthesized figures are for the case when tolls would not be collected.

Table 6.15. Annual Costs, In U.S. Dollars

	Discount Rate	Bridge	Railway	Highway and Administrative Facilities	Total
Total Construction Cost		9,120,000	8,465,000	3,915,000	21,500,000
Mean Useful Life		41	41	47	
Capital Recovery Factor	3%	0.0427124	0.0427124	0.0399605	
	7%	0.0746596	0.0746596	0.0730374	
	10%	0.1020498	0.1020498	0.1011468	
Annual Fixed Cost	3%	389,500	361,600	156,400	907,500
	7%	680,900	632,000	285,900	1,598,800
	10%	930,700	863,900	396,000	2,190,600
Annual Working Expense					
(i) Tolls Collected		12,600	169,500	127,000	309,000
(ii) Tolls Not Collected		12,600	169,500	106,000	288,100
Total Annual Cost					
(i) Tolls Collected	3%	402,100	531,100	283,400	1,216,600
	7%	693,500	801,500	412,900	1,907,900
	10%	943,300	1,033,400	523,000	2,499,700
(ii) Tolls Not Collected	3%	402,100	531,100	262,400	1,195,600
	7%	693,500	801,500	391,900	1,886,900
	10%	943,300	1,033,400	502,000	2,478,700

年可変費としては、本プロジェクトの場合は、橋、道路及び鉄道の運転、維持、管理費であり、道路の表層、路肩、側溝、照明等の保守や橋の定期的な塗装等が挙げられる。又有料橋の場合は料金徴収のための事務経費も含まれる。これらの年可変費は表 6.14.において算出されている。

年経費は表 6.15.に示される通りである。

6.6. 間接便益

プロジェクトによってもたらされる間接便益には次のようなものが在る。(1) 輸送設備の改善によって輸送費が節減されるが、これに基づく生産利益の増大、(2) 小売価格の低減による需要の伸び、(3) 輸送時間の短縮による在庫節約効果、(4) 輸出産業の売上げ高の増加、(5) 地価の騰貴、(6) 天然資源の開発価値の増大、(7) 観光事業促進、(8) 経済活動促進等。

これらの間接便益の評価に欠く事のできない貴重な情報や資料を得るために、ヴィエンチャンやノンカイ及びその周辺の商店、工場、市場等において聞き込み調査が行なわれた。工場としては、タバコ、ポリ袋、サンダル等の製造工場をはじめ鉄工所、製材所、精米所、麻繊維加工工場等 20 数ヶ所において調査が為された。

商店や市場としては、米、衣類、建設資材、自動車、オイル等の販売店や市場において行なわれた。

更に、ヴィエンチャン～シーエンマイ間、ハット・ドック・ケオ～タボ間、タドア～ノンカイ間の 3ヶ所のフェリーサイトに置かれている出入国管理事務所においても聞き込み調査が行なわれた。

輸送費の節減はラオスの輸出入物資別に、無料橋として算出され表 6.16.に与えられている。調査団の得た情報によれば将来、交通量が増加してくると企業競争が激しくなり E. T. O. (Express Transportation Organization) の現行運賃が或る程度引き下げられるであろうと推測される。

更に、上述の輸送費節約がラオスの輸出入価格に対して、如何に影響を及ぼすかを知るために表 6.16.において主な品目の輸送費節減率が計算されている。

Table 6.16

Savings, In U.S. Dollars, In Transportation Cost Due To Dispensation
With Ferry Charges In Laotian Imports and Exports As of 1966

Item	Annual Quantity	Unit Saving	Cost Price ¹	Annual Saving	Ratio ² (%)
Import					
Consumer Goods					
Rice	30,000 t	1.50	189.0	45,000	0.8
Watermelon	1,620 t	2.20 ³	34.4	3,564	6.4
Pork	888 t	1.00	548.0	888	1.8
Beer	2,250 t	3.50(7.00) ⁴	428.0	7,875(15,750) ⁴	0.8(1.6) ⁴
Juice	300 t	3.50(7.00)	304.2	1,050(2,100)	1.2(2.3)
Refrigerator	5,400 t	1.50(3.00)	100.8	8,100(16,200)	1.5(3.0)
Electric Fan	600 t	0.30(0.60)	30.7	180(360)	1.0(2.0)
Bicycle	3,600	0.14	31.3	504	0.6
Motorcycle	1,000	0.14	134.5	140	0.5
			Sub-Total:	67,301 (84,506)	
Production Goods					
Petroleum	100,000 t	2.50	83.0	250,000	3.0
Passenger Car	400	1.80	1,470.0	720	0.1
Truck	40	1.80	5,520.0	72	0.0
Cement	20,000 t	4.02 ³	37.5	80,400	10.7
Steel Bar	2,400 t	2.50	150.5	6,000	1.7
Steel Plate	2,400 t	2.50	260.0	6,000	1.0
Veneer	130 t	5.00	450.0	650	1.1
Tobacco Leaves	1,000 t	36.0(36.8) ³	1,800.0	36,000(36,800)	2.0(2.0)
Sandal Material	360 t	2.50	350.0	900	0.7
Polyethylene	180 t	74.3(77.8) ³	310.0	13,374(14,004)	24(25.1)
			Sub-Total:	394,116(395,546)	
			Total:	461,417(480,052)	
Export					
Timber	32,400 t	1.50	40.0	48,600	3.8
			Grand Total:	510,017(528,652)	

Remarks: An exchange rate of 500 Kips to one dollar was based upon.

¹ : Including customs duties.

² : Ratio of unit saving to cost price, in percent.

³ : Including allowance for pilferage and damage during transportation.

⁴ : Parenthesized figures are the values for the case of transportation from Bangkok to Nong Khai by Express Transportation Organization.

第 七 章

一般技術資料

7.1. 一 般

第一次調査及び第二次調査を通じて本計画に必要な多くの技術資料が集められた。これらの資料はいずれもノンカイ・ヴィエンチャン間架橋計画の可能性研究に欠く事のできない貴重な資料ではあるがその量は莫大なものであり、本章にはそのうち特に重要と思われるものについてのみ掲載された。

7.2. 解 説

(1) タイの道路及び鉄道の設計基準

道路の設計基準に関する資料はタイの道路局から提供されたものであり、また鉄道資料はタイ国鉄から得たものである。これらの資料は道路、鉄道及び橋の予備設計において使用されており、その抜粋が可能性報告書第二部第五章の表 5.3.及び表 5.4.にそれぞれ示されている。

(2) 計画地域の各種費用資料

土地、家屋、果樹等の補償費、現地調達資材の価格、技術者労務者の給料等計画地域内での多くの資料が蒐集された。これらの資料は本報告書には記載しなかったが本プロジェクトの建設費の推定に当って大変有益だった。

(3) タナレン～ノンカイ間のメコン渡河フェリーに関する資料

本架橋計画の比較案として第二次調査報告書においては将来交通量の伸びに応じてメコン渡河自動車フェリー設備を順次増設していく事を考え、同報告書の第三章においてこの両者の比較研究が行なわれた。その結果、橋梁がフェリーの増設より遙かに有利である事が明らかにされた。尚、資料の掲載は省略した。

(4) 工事用電源

工事用電力としては図 7.1.に示される通り、架橋地点附近に 22 KV の配電線がある。これはヴドン・タニから送られている配電線であり、近々この配電線はボンニグ発電所とナムグムの発電所を結ぶ 110 KV 送電線の変電所となる 5,000 KVA, 110 KV / 22 KV のノンカイ変電所に接続され、本架橋計画の建設される時点にはこのボンニグ発電所から、或いはまたナムグム発電所から豊富な電力を得ることができる。

(5) 河床洗掘に関する資料

日本の橋梁調査団はヴィエンチャン市への給承のためにメコン河に建設された取水塔に関する 2.3 の資料をラオスの関係当局から入手した。また、この取水塔附近の音響測深機による深淺測量も行なった結果、塔より下流 20 m 及び河心に向かって 10 m の所に深さ 5 m、直径 20 m の窪みが発見された。この窪みは 1967 年にラオス政府の行なった調査においても発見されており、その様子は図 7.2.に示される通りである。又、取水塔に近い河岸は上下流共 50 m 程度に亘って

乱流のために浸蝕されている。

ラオス政府と日本の橋梁調査団による調査はいずれも乾季に行なわれたものであり、メコン河の流速が増す雨季においてこの溜みがどの様に変化するかは明らかにされていない。

この問題は本架橋計画においてメコン河に橋脚を築造することによって起る河床洗掘が現在タイ側の河岸に建設中の造船技術訓練所に悪影響を及ぼすかどうかという事であったが、この訓練所の上流端は架橋中心線から約150 m程離れており調査団の検討したところによれば橋脚による河床洗掘の影響はないと判断される。

この問題については更に詳しい調査が必要であり、雨季における深淺測量を実施して取水塔の直下流に起る乱流や河床部の溜みの状況を詳しく把握するか、或いは架橋地点の水理模擬実験を行なうべきであろう。

(6) 地震資料

"SOME CONSIDERATIONS RELATIVE TO POSSIBLE INSTALLATION OF SEISMOGRAPHIC EQUIPMENT AT LOWER MEKONG PROJECTS

(Note by Mekong Secretariat) というレポートをメコン委員会より提供された。

以下はこのレポートの抜粋である。

「既存のデータによればバモン地区は地震帯の外に在るが、かなり以前には極く小さな地震が起ったという記録が在る。これは恐らく、ずっと遠方に発生した大地震の影響ではないかと思われる。.....

.....
ラオスにも小さな地震が何度か起っているがこれもやはりかなり遠方で発生した大地震の影響であろう。

メコン委員会も上記の抜粋項目にある様な事実から判断して、調査団に対し、本架橋計画の構造物設計には地震の影響を考慮する必要はないというアドバイスを与えた。

(7) タイの航空規定

この資料はタイの航空局より蒐集したものであり、タイ側に新設される取付道路が既存の鉄道とノンカイ飛行場の間の狭い所を通るためである。この資料は取付道路の横断図との関連において可能性報告書の第二部、第五章に掲載されている。

(8) ヴイエンチャン市の都市計画図

これにはヴィエンチャン市の将来の都市膨脹に関する予想は描かれていない。ラオス政府から提供された2枚図面のうち関係のある1枚が、データ7.1.に掲載されている。

(9) ラオス及びタイの道路総合計画図とタイの鉄道総合計画図

この資料は本架橋計画の包括的な把握に役立つものである。(データ7.2.~7.4.参照)

(10) 計画地域の地形図

ヴィエンチャン市の地理局より各種の地図が購入された。これらは本プロジェクトの計画に有益な参考資料となった。

Fig. 7.1. SOURCE OF ELECTRICITY FOR CONSTRUCTION USE

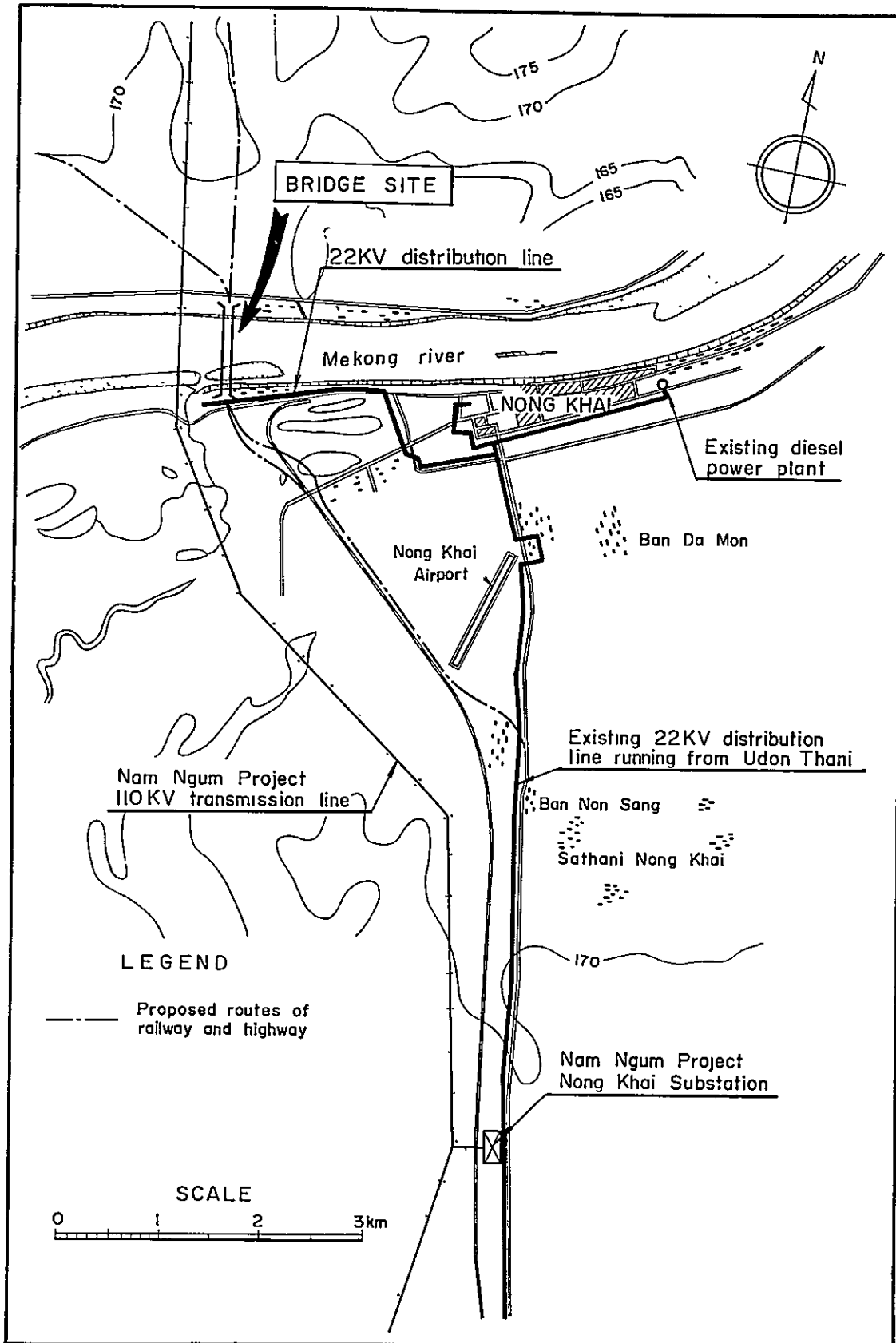


Fig. 7.2. SCOURING EFFECT

