タイ国バンコク市

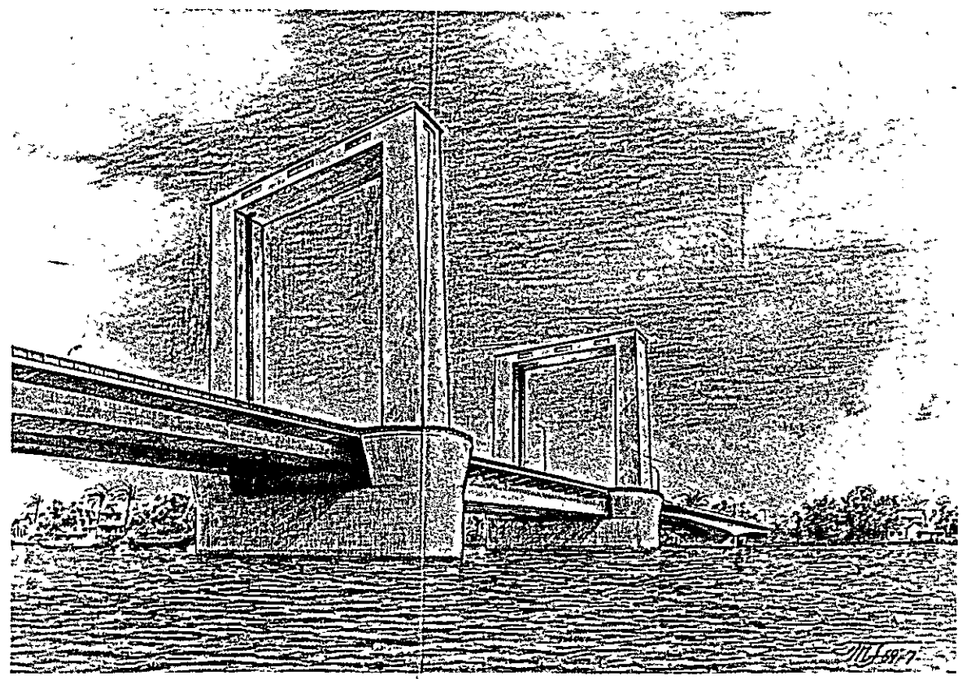
サトン橋計画調査報告書

〈フィージビリティ調査報告書〉

1970年 3 月

海外技術協力事業団

Artist's View of the Sathorn Bridge with Bascule Type



Artist's View of the Sathorn Bridge with Lift Type

はしがき

かねて日本政府より，海外技術協力事業団に業務を委託させておりましたSathorn Br架橋計画可能性報告書を，ここに提出できることを光栄に存じます。

当事業団は，バンコク・トンブリ両市間の激増する交通に対処するために新橋を計画することの重要性を認識し，日本道路公団常任参与・三野定氏を団長として，交通・橋梁の専門家からなる調査団を二次にわたって現地に派遣した。調査団は，それぞれタイ国政府の緊密な協力のもとに，交通調査，経済調査，橋梁の構造設計・調査・打合せ等を実施し帰国した。一方国内においては，チャオピア河架橋計画委員会を設けて，バンコク・トンブリ首都圏の将来交通量の予想とSathrn Br の建設効果の把握，橋梁構造の検討，推定建設費の積算等について，有効な援助と助言を得ることができた。その結果を取りまとめて，ここに報告書として提出の運びとなった。今回の調査が，バンコク・トンブリ首都圏の発展とタイ，日本両国の友好親善に役立つならばこれにまさる喜びはない。

終りに現地調査の実施にあたり，熱意ある援助と協力を惜しまなかったタイ国関係者各位と在外日本公館の各位，さらに本調査に御指導御協力をいただいた日本政府関係機関および民間コンサルタント会社に対し厚くお礼申し上げます。

1970年3月

海外技術協力事業団

理事長　田付景一

サトン橋計画調査報告書

目　次

TABLES AND FIGURES

TABLES

FIGURES

緒　　言

タイ国の首都バンコク（Bangkok）の発展は近年著しく，チャオピヤ河（Mae Nam Chao Phraya）を隔てた隣市のトンブリ（Thon Buri）を包含して，今やバンコク．トンブリ首都圏を形成しつつある。これに伴ない，両市間の交通は日日激増しており，現存する4橋では，これに対処することが不可能となっている。

この問題を解決するため，タイ国政府は，さきに，日本政府の技術協力によって，タチャン（Tha Chang）地点における架橋計画をとりまとめたが，なお，さらに他の橋梁を設けることの重要性を認め，1968年5月29日付要請書をもつて，調査および計画に関するわが国の技術協力を要請した。

これに先だち，1968年4月，日本政府は西野満男氏を長とする予備調査団を送ったが，この調査団は現地調査の上，架橋地点としてサトン（Sathorn）地点を適当とする旨の勧告を骨子とする報告を行ない，タイ国政府はこれに基づいて，サトン地点での架橋を方針として決定した。

引続き，架橋計画の妥当性の調査と概略設計を行なうこととなり，二次にわたつて現地調査が行なわれた。第一次調査団は1969年3月2日〜4月13日の43日間派遣され，バンコク．トンブリ首都圏の交通実態と将来像を把握するために，交通調査と経済調査とを実施するとともに，本架橋計画の基本条件などについて，タイ国政府公共事業局その他の関係機関と打合せを行なった。

第二次調査団は，1969年8月13日〜27日の15日間派遣され，橋梁の構造設計ならびに建設上の諸問題について現地調査およびタイ国政府関係当局と討議を行なった。これらの調査結果に基づき，サトン橋の概略設計および架橋計画の妥当性の検討が日本国内において行なわれたものである。

調査団の編成

第一次（1969年3〜4月）

団長	三野　定	（日本道路公団常任参与）
団員	福山俊郎	（株式会社福山コンサルタント代表取締役）
	上前行孝	（首都高速道路公団第二建設部長）
	石戸　明	（首都高速道路公団計画部第二計画課長）
	得丸正哉	（海外技術協力事業団開発調査部）
	井田　徹	（株式会社福山コンサルタント取締役）
	保科純二	（日本道路公団経済調査課）
	溝田孝亮	（株式会社福山コンサルタント）
	沢野邦彦	（同　上）

第二次（1968年8月）

団長　三野　定（日本道路公団常任参与）

団員　玉野治光（首都高速道路公団工務部工務第一課長）

中村正平（　同上，　工務部第二設計課長）

沢井広之（建設省道路局地方道課課長補佐）

得丸正哉（海外技術協力事業団開発調査部）

この報告書は3章から成っているが，第2章はバンコク．トンブリ首都圏の将来交通の予測に基づいて，サトン橋の役割および効果について論ずるとともに，道路の将来計画に関する二・三回の問題について論じている。第3章は，橋梁および取付道路の構造選定ならびに概算工事費を論じている。これらの調査検討の結論の要約とタイ国政府に対する勧告を一括して，第1章に示した。なお，計画面の基礎となった交通調査ならびに将来交通の予測については，詳細を別冊にとりまとめて，今後の参考に供することとしている。

ここで，本報告書で用いるタイの固有名詞その他の語の字訳について述べておかねばならない。タイ語の字訳には幾つもの方式があるがどれも公式化されていないようである。この報告書においては，次のような方式を採用している。

バンコク．トンブリおよびその周辺の地名，橋梁名，道路名は，次に掲げる例外を除き，タイ国政府測量局（Royal Thai Survey Department）刊行の12,500分1地図Series L 904によることとする。

例外

地図記載の綴	本報告書で用いる綴
Saphan Pharam Hok	Rama 6 Bridge
Saphan Krung Thon	Krung Thon Bridge
Saphan Phra Buddha Yodf	Memorial Bridge
Phra Ram Si	Rama 4
Phra Ram 1	Rama 1
Sathen	Sathorn

また，チャンワット（Changwat）およびアンパー（Amphoe）の綴は，内務省地方局（Department of Local Administration），USOM，総理府統計事務所（National Statistical Office）発行のChangwat-Amphoe Statistical Directoryによる。

なお，タチャン地点の計画橋梁および本計画橋梁は，タイ国公共事業局の命名に従い，それぞれ，Tha Chang BridgeおよびSathorn Bridgeと記す。

謝　　辞

このSathorn Br. 計画の妥当性調査が順調に完了したことは，タイ国政府内務省の公共事業局の御協力に負うところ大である。局長Kanjana Hengsuvanij 氏，同局次長（現局長）Damrong Cholvijarn 氏を委員長とするPlanning Survey Committee の諸氏および同局チーフエンヂニヤのSahat Sartnurak 氏を委員長とするEngineering Committee の諸氏に深甚の謝意を表する。わけても，同局計画部のTonchul Singhakul，Suebsri Camurai およびVichit Nutasara の3氏には，格別のお世話をいただいたことを記しておきたい。

調査に当って，開発省，運輸省，ならびにバンコク市役所の方々から，多くの助言や資料をいただいた。次に主要な方々の氏名を記して謝意を表する。

国家開発省

技術経済協力局次長	Mr. Xujati Pramoolpol
道路局　　局長	Mr. Uthai Voodhigula
次長（現局長）	Mr. Chaleo Vajrabukka
次長	Mr. Chamlong Saligupta

運　輸　省

運輸担当国務次官	Dr. Sirilak Chandrangsu
陸運局　　次長	Dr. Gun Nagamati

バンコク市

都市計画部長	Mr. Prasert Navarat
計画課長	Miss. Arporn Chanchreonsook

また，チャオピヤ河の渡船交通調査や河川測量については，運輸省港湾局の御協力をいただいたことを感謝する。

次に記す民間会社の方々も調査に御協力をいただいた。

記して謝意を表す。

The Concrete Products and Aggregate Co. Ltd.

総支配人	Mr. Amnuay Poonpipatana

General Engineering Co.

駐在支配人	Mr. Ferdinand Weber

Camp, Dresser & McKee

Mr. Charles E. Kline

第1章 結論と勧告

本調査の要旨およびこれに基づく勧告を次に述べる。これらの裏付け資料のより詳細な説明については，本報告書の関連する章または節を参照せられたい。

バンコク・トンブリ首都圏の道路交通

(1) バンコク・トンブリ首都圏の発展に伴い，周辺地区の交通発生量が著しく増大するであろう。

Khlong Padung Krung Kasem以西のバンコク都心，すなわちPhra Nakhon，Pon PrapおよびSamphanthawongの3アンパーは，現在バンコク・トンブリ地域での最大の交通発生源であるが，将来の伸びはあまり著しくないと予想される。

Amp. Yan NawaおよびAmp. Phra Khanongは，開発の進行に伴い，現在の都心地区に匹敵する大きな交通発生源になるであろう。

Amp. Dusit，Amp. Bang Khenおよびトンブリ市域も，かなり交通発生量が増大すると思われる。

(2) この結果，首都圏の周辺地区相互間の交通がかなり大きくなるものと予想される。この予想は，バンコク・トンブリ首都圏における環状道路の必要性を示唆している。

チャオピヤ河を渡る交通とその対策

(3) 首都圏地域の発展に応じ，チャオピヤ河を渡る交通は今後も激増することが予想される。Sathorn Br.はおそくも1975年には供用されるべきである。これは両市間の交通の増加によるのみならず，バンコク市域内の交通で都心の混雑を避けてトンブリを迂回するものが多くなることにも記因する。

Sathorn Br.の必要性はひじように強いが，タイ国政府は現在Tha Chang Br.の建設を準備中であり，Sathorn Br.の着工はその後になるものと思われる。本調査では供用開始を1975年と仮定したが，その時点ではすでに大きな交通需要のあることが明らかとなっている。

(4) Tha Chang, Sathorn両橋が完成しても，Memorial Br.は，その重要性を失うことはない。しかしながら，Memorial Br.およびその近くのバンコクの道路網の交通量は交通容量に達しているため，同橋の交通量はほとんど増加しないであろう。橋梁近くのバンコク都心の道路網を改良しない限り，Memorial Br.の拡巾は有効ではない。

(5) Sathorn Br.の完成後，Krung Thep Br.の交通は一時的にかなり減るであろう。しかし，バンコク側の連絡道路が建設されると，交通は再び増加し，将来は重要な役割を果すことになろう。

(6) 将来の渡河交通量の激増は明らかであり，現在計画中の2橋梁のほかに，さらに二，三の橋梁が必要となろう。

本調査の結果は，計画中の2橋梁を含めてすべての橋梁が，1980年頃には飽和状態にな

ることを示している。しかしながら，今後の橋梁増設は首都圏の将来計画において，極めて重要なので，本格的な交通調査を行った上，慎重に計画をたてる必要がある。

サトン橋の計画

(7) Sathorn Br. はトンブリの都心と発展途上にあるバンコク南部とを結ぶのみならず，Paktho Highway を受けて，バンコク東北部または東部へ連絡する交通幹線となる内環状線の一環となるべきものである。

(8) Sathorn Br. は，6車線の車道を持つのが適切である。

Sathorn Br. の将来交通需要はかなり大きいが，橋の構造上の条件と取付道路の沿道状況に制約されるので，往復6車線とするのが適当である。

(9) Sathorn Br. のバンコク側取付道路として，Sathorn Rd. はKhlong Sathornを利用して4車線を増加して，全体として8車線の道路とすべきである。また，この道路はCharoen Krung Rd. とは立体交差し，直接には連結しないようにすべきである。

Charoen Krung Rd. は既に交通飽和状態にあり，現在以上の交通を受け入れることはできない。また，この道路の改良も極めて困難である。

(10) Sathorn Br. のトンブリ側の取付道路はCharoen Nakhon Rd.に直結するランプを持つとともに，これと4車線で立体交差し，少くとも6車線の平面道路として面へ延び，Phra Chao Taksin Rd. に連結すべきである。また，その中途から枝線をもってLat Ya Rd. に連結することが望ましい。

大サークルは既に交通量が多く，かつ周辺は密集市街地であるので，これに取付道路を直結することは避けるべきであろう。

サトン橋の構造形式

(11) サトン地点におけるチャオピャ河の河巾は，約220mである。河川航行上の要件と橋梁架設上の条件とを考慮して，Sathorn Brは，河川部の3径間はいづれも60mのクリヤスパンを持つものとし，その両側陸上部に45.5mの径間を加え，全体で5径間，総延長313.0mとする。

中央径間は大型船舶の航行を許すように，可動橋とせねばならない。その両側の2径間も60m のクリヤスパンが要求されているほか，コンクリート橋とすることが要請されている。工事中も水運を妨げないように，カンチレバー工法によるプレストレスト・コンクリート橋築造を可能にするため，さらに陸上部に支間45.5mの定着径間を設けることとした。

(12) 中央径間は，跳開式（bascule type）鋼橋とするのが適当である。

橋げたおよび橋床の軽量化および対重を含む機械部分の縮小化が，実施設計上の着眼点となろう。

(13) 跳開橋式中央径間の下部構造には，ケーソンが最適である。ケーソンは鋼製のフローチング・ケーソン（floating caisson）上に，コンクリート・ケーソンを現場打設する設計を推奨する。また，沈設にはニュマチック・ケーソン工法が適している。

(14) コンクリートを用いる側径間の上部構造としては，PC　T型ラーメンと2径間連続PC桁との間に，ほとんど優劣が認められないが，前者すなわちT型ラーメン型式が僅かにより経済的である。

陸上部の定着径間は，河川部の側径間をカンチレバー工法で施工し得るPC橋にするために必要になったものであり，コストを高くしていることは否定できない。

(15) 側径間用の下部構造にも，ケーソンを推奨する。河中に築島したのち，オープン・ケーソン工法により沈設するのが適切である。

工事経済上の考慮からすれば，側径間の下部構造は中央径間のそれと同じにするのが有利であるので，ケーソン基礎を推奨する。しかし，水深は浅く，航行上の支障も少いと思われるので，築島した上オープン・ケーソン工法をとることができる。

(16) Sathorn Br.に対する両岸の取付高架部は，PC杭基礎を用いた橋脚とするのがよい。上部構造はPC　T型単純桁としCharoen Krung道路およびCharoen Nakhon道路を越える径間を除き，径間長は25mとするのが経済的だと思われる。

(17) 実施設計に当つては，特に次の諸点に留意すべきである。

a) 実施設計に先立ち，河川中の橋脚位置において，ボーリングにより，十分な地質調査を行なう必要がある。

b) サトン地点でチャオピャ河の河巾は少し狭くなっている。概略設計によれば，橋脚により河積がかなり減じ，流水に少なからぬ影響を与え，河床の洗堀が促進されるおそれがある。これらの悪影響を最少限にするため，橋脚をできるだけ小さくするよう配慮するとともに，橋脚の平面形状を流水抵抗の少ないものにし，かつ適切な河床の洗堀対策を講ずる必要がある。

C) 中央の可動径間については，I断面の主桁やオープン・グレーチング床板の採用による軽量化を検討すると共に，対重を含めて機械部の縮少化により，これを収容する橋脚をなるべく小さくするよう努めるべくである。

d) コスト・ダウンの目的からすれば，側径間に鋼橋を採用することも，再検討の価値があると思われる。

サトン橋計画の経済的妥当性

(18) Sathorn Br. の建設は多額の費用を要するが，その完成によってきわめて大きな経済効果が期待されるので，国民経済的に見て非常に有益な事業である。これに対する交通需要がきわめて大きいことにも鑑み，Sathorn Br. は早期に建設されるべきである。

ごく大ざっぱな積算によると，両側の取付道路をも含めてSathorn Br. の事業費は，およそ฿ 456,000,000に達すると見積られている。しかしながら一方これによって期待される経済効果は，計測の容易なごく一部の直接便益だけでも，供用開始予定の1975年において฿ 213,000,000の巨額に達すると計算される。タイ国の一般的な金利年12%を用いて通常の

方法で費用便益比を求めると 3.6 となり，この事業がきわめて有益であることを示している。

なお(3)にも述べたように，この橋に対する潜在的交通需要は非常に大きいので，本橋梁は早期に実現されるべきである。

第2章　バンコク．トンブリ首都圏の交通問題とサトン橋の計画

2－1　首都圏の概況

(1) 位　　置

バンコクはタイ国の中央，チャオピヤ河の形成した広大な沖積平野の河口近くにあり，1782年以来タイ国の首都として発展し，政治，経済，文化の中心地である。また，，チャオピヤ河の対岸にあるトンブリはバンコクの前の首都であり，バンコクと共に大バンコク市域を形成し，一体として発展し

両市はタイ国における唯一の大都市であり，これら両市と近郊を含む地域をバンコク．トンブリ首都圏とし，調査対象地域とする。

各交通機関もこれら両市を中心として発達している。鉄道．道路は東部．東北部．北部．南部へ通じておりバンコクを中心に運行されている。

空路も東南アジアの中心であるドンムアン（Don Muang）国際空港があり，国内．国際空路の中心にあたり，チャオピヤ河口にあるバンコク港はタイ国の海の表玄関であると共に，北部タイ．中部タイからの舟運による交通にも適している。

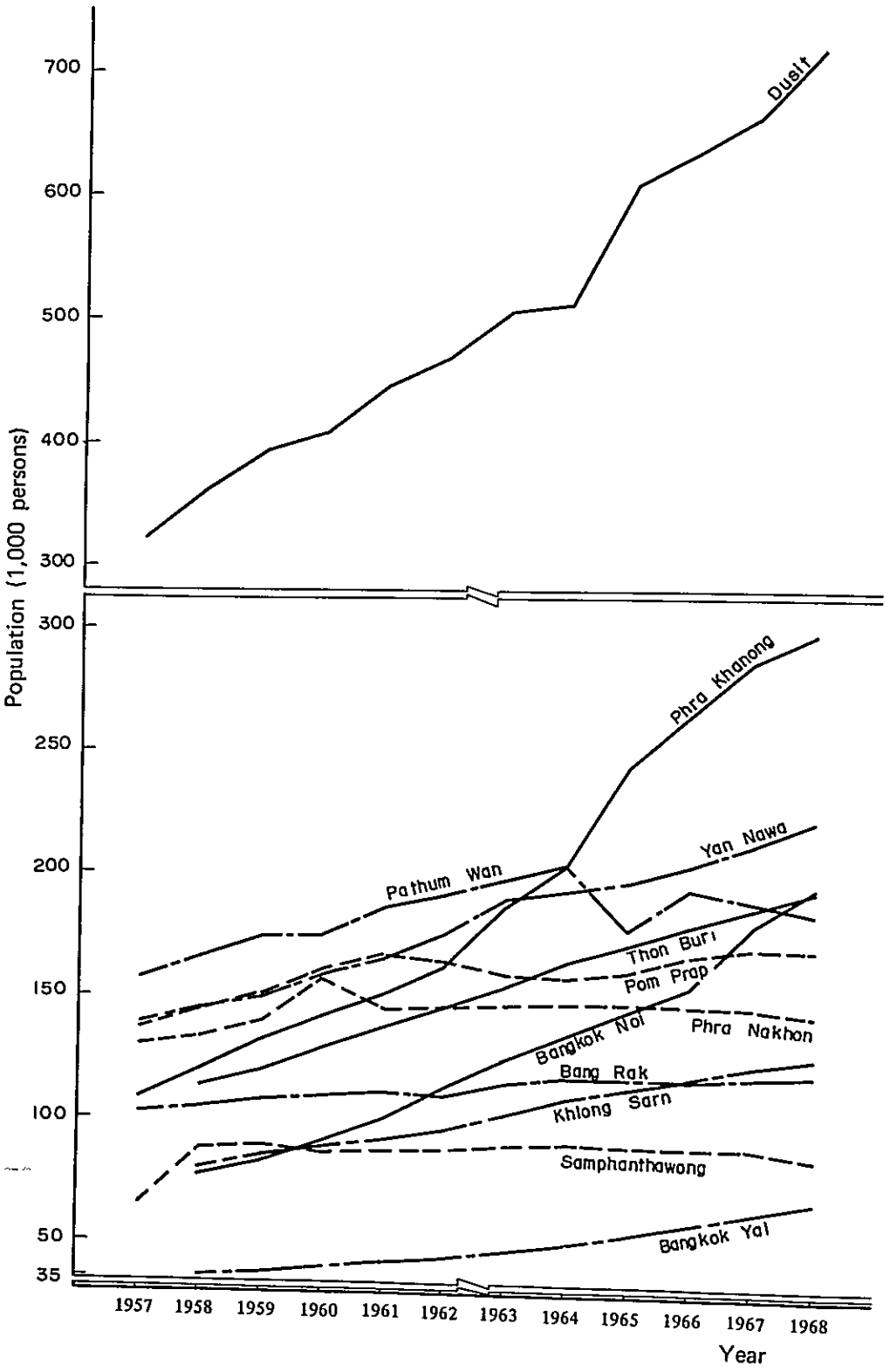
(2) 面積および人口

タイ全土とバンコク．トンブリ両市の面積と人口はTable 2－1－1のとおりである。かなりの人口集中がこの両市にみられる。また，両市のアンパー（Amphoe）別人口の推移をFig．2－1－1に示す。

Table 2－1－1　AREA AND POPULATION

	Area (Km²)	Population (1,000 persons)	Density (persons/Km²)
Bangkok City	124.7	1,937	15,500
Thon Buri City	51.0	564	11,200
① Total	175.7	2,501	14,200
② Thailand	514,000	32,000	62
Rate　①／②	0.034%	7.8%	

Fig. 2–1–1 ANNUAL POPULATION BY AMPHOES



市役所を中心とするバンコクの都心部は，Krung Kasem Rd. とチャオピヤ河にはさまれた地域（Amp. Phra Nakkon, Amp. Pom Prap. および Amp. Samphanthawong）にあたり，人口密度は高い値を示しているが，最近の人口動態は停滞ぎみである。つまりバンコク市の人口増加地域は郊外に移り，東部の Phet Buri Rd.，Sukhum Wit Rd. および Rama 4 Rd. を中心とする地域（Amp Phra Khanong），北部の Phahon Yothin Rd.，Mittraphap Rd. および Rama 5 Rd. を含む地域（Amp. Dusit）およびトンブリ市が著しい伸びを示している。（Fig. 2－1－2参照）

(3) 土地利用状況

土地利用状況は，Fig. 2－1－3および2－1－4に示す。これを地域的にみれば，バンコク市役所とバンコク中央駅にはさまれた地域 Amp. Pom Prap および Amp. Samphanthawong は商業地域として発達し，卸小売の商社，商店やレストラン，食堂などがある。この地域は，人口密度が7～8千人／km^2 と非常に高い値を示し，住居を兼ね，かなり密集した商業地域，ショッピング地域を形成している。また，近年人口の伸びが見られず，現形態でこれ以上の発展はないところに来ていることを裏付けている。

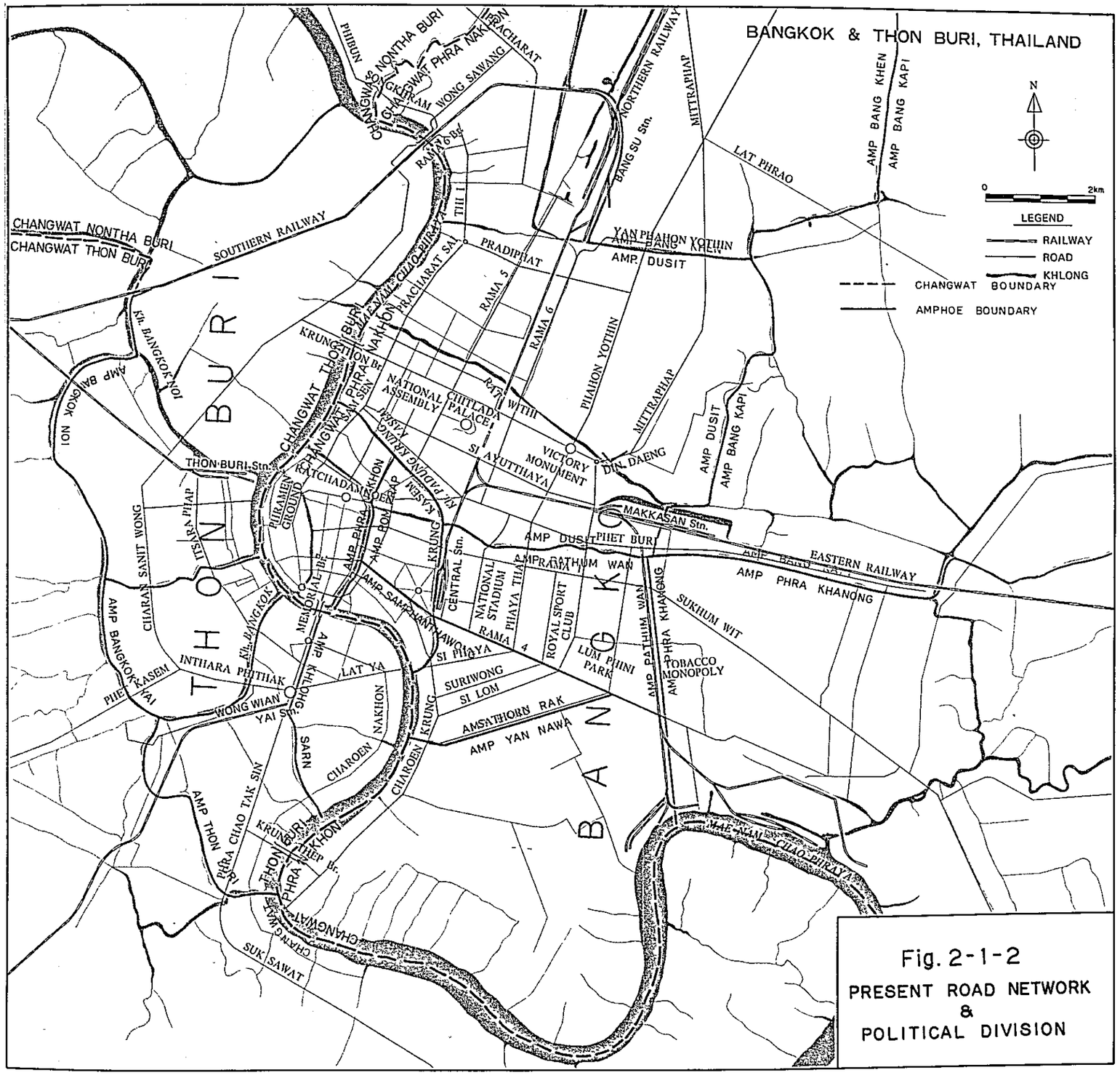
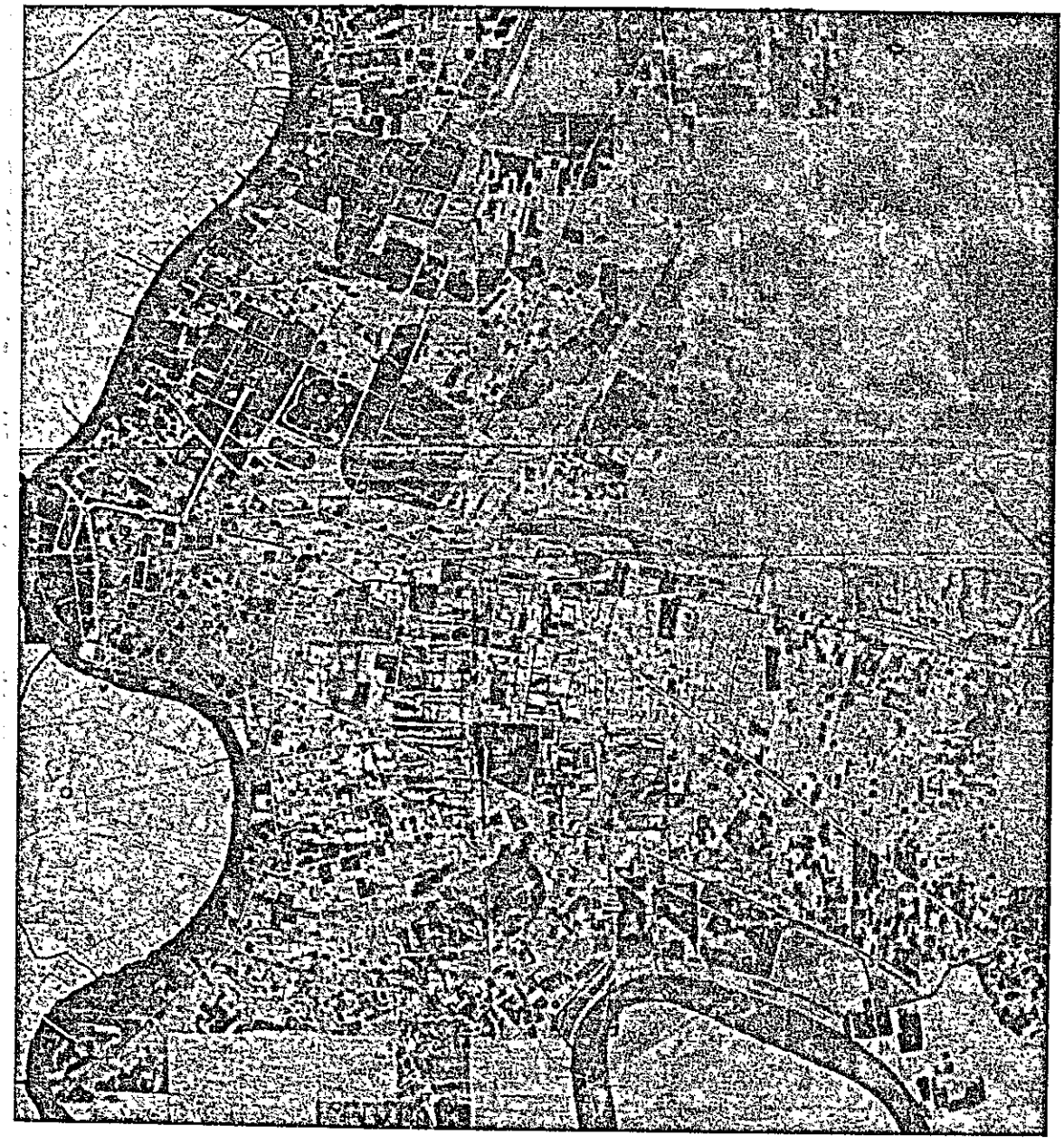


Fig. 2-1-2
PRESENT ROAD NETWORK
&
POLITICAL DIVISION

Fig. 2–1–3 LAND USE 1965

Fig. 2–1–4 LAND USE 1969



上記地域に隣接するチャオピヤ河にはさまれた地域，Amp. Phra Nakhon は国有地が多く，公園，王宮，官庁，学校，寺院がある。この点を考慮すれば，この地域の住居，商業地域は上記地域に近い人工密度を持つものと思われ，人口の伸びがないことを考え合せれば，これら地域と同質の地域を形成し，共にバンコクの古くからの中心市街地を形成している。

旧都心3地区の東南にあるAmp. Pathum Wan とAmp. Bang Rak は，大学，公園，競技場等のほか，住宅も多く，また商業地域が幹線道路に沿ってリボン状に発達している。人口密度は比較的高く，人口の伸びもあまりみられず，安定した地域となっている。

Amp. Dusit とAmp. Phra Khanong は，先にも述べたように非常な人口の伸びを示している。前者は，かなりの政府機関，公園を含む他，住居地域として発達し，また後者は公園のほか，バンコク港を含む工業地域があり，その他は，住居地域となっているが，両者共まだ未利用地が多く，人口密度も低く，今後発展するものとみられる。

このほか，Rama 4 Rd. 近くに政府の煙草工場があり，チャオピヤ河左岸のKrung Thon Br. 附近およびKrung Thep Br. 上流部に工業地域がある。これ以外の地域は人口密度も低く，耕地，住居地域となっている。

また，トンブリ市は，チャオピヤ河右岸に沿って，Khlong Bangkok Yai より下流にかけて工業地域があるほか，大サークル（Wong Wian Yai）を中心として幹線道路沿いに商業地域が発達している。その他は果樹園，畑地となっており，この中に住居が散在している。バンコク市に比較して人口密度も低く，今後市街化が進むものと思われる。

2－2 首都圏の交通概況

(1) 交通の概況

チャオピヤ河およびそこから網の目のように拡がるクローン（Khlong）と呼ばれる運河は，古くから水上輸送路として重要な役割を果してきたが，一方都市地域においては陸上交通の発達を妨げる一因ともなってきた。現在，首都圏地区の交通は相当輻輳しており，朝夕の通勤時の交通混雑は特に著しいが，この傾向は年ごとに激しくなっており早急に抜本的な対策を講ずる必要性を痛感させられる。

a）道路交通

タイ国の道路は近年整備が促進され国道および地方道の延長は2万km に達し，国道は半分以上が舗装されており，国内輸送における自動車の地位はますます高まりつつある。また，首都圏においても交通の主体は道路交通であるが，近年モータリゼーションの促進につれて交通量が激増し，市街地は相当混雑している。特に，都心部のMemorial Br. および附近の街路網，交差点などは通勤時に殆んどマヒ状態となっている。市民の代表的な交通機関であるバスは，よく路線網が発達していて首都圏をくまなくカバーしているが，通勤時にはどのバスも超満員となり現交通体系の限界を感じさせる。

b) 鉄　　道

タイ国の鉄道は国有鉄道（ The State Railway of Thailand ）で総延長は1968年現在で約4,000 km あり，バンコクを中心に発達しており，主としてマディーゼル化によるスピードアップなど近代的な輸送改善が進められている。（ Table 2－2－1 ）

Table 2－2－1　路　　線

路　　線　　名	営業キロ（km）
北　線（Bangkok-Chiengmai）	700
北東線　Bangkok－ Nongkai Ubol	1,100
東　線（Bangkok-Cambodia 国境）	270
南　線（Bangkok-Malaysia 国境）	1,600
その他支線	520

首都圏に於いては，チャオピヤ河を渡る路線は，都心部を北方に遠く迂回して Rama 6 Br. を渡る南部線のみであり，またいずれの路線も一般に駅間距離が長く，便数も充分でないため首都圏の日常交通にはあまり役に立っていない状態である。

また，タイ国鉄道は現在大サークル（ Wong Wian Yai ）駅で終っているメクロン線を延長してチャオピヤ河横断の橋梁工事と Khlong Padung Krung Kasem 上の高架工事に莫大な費用を要する為実現が困難視されている。

c) 水　　運

チャオピヤ河下流に形成された沖積平野に立地し，発展してきた首都圏においては水運は古くから door to door の便利な交通手段として，またチャオピヤ河に沿って立ち並ぶ精米所，製材所，倉庫等の有力な輸送機関として，また橋の少ないチャオピヤ河の渡河機関としても重要な役割を果してきた。

現在，チャオピヤ河を横断するフェリーの利用客だけでも１日１６万人以上におよんでおり，チャオピヤ河およびこれに連絡する運河網を縦横に走り回る水上バス，水上タクシー，サンパンなどは市民の通勤に，あるいは日常生活にとって不可決のものでる。

d ）航　　空

国道５号線沿いにバンコクの北方約１７ km に位置するドン．ムアン（Don Muang）国際空港は空港としての自然条件にも恵まれ，東南アジア地域の国際空路の中心となっている。従って主要国際線は全てここに立寄っており，1967 年の年間発着機数は約 35,000機，出入乗客（通過客は含まず）は 900,000 人をこえており，現在の施設規模に対して既に飽和状態に達している。そこで，現在バンコク東方約３０ km のKhlong Nong Nguhao 附近に総面積２４ km^2 の予定で第２国際空港の建設計画が進められている。

また国内航空は鉄道と同様バンコクを中心に東西南北に発達しており，主要都市間を連絡している。

また，バンコク市内と空港との交通は，現在ほとんど自動車交通のみに依存している。

(2) 交通調査

a ）概　　要

日本調査団は，バンコク．トンブリ首都圏の交通状況を把握し，将来の交通量推定の基礎資料とするため，交通調査を実施した。同時にできるだけ広い観点から交通量推計に役立つ資料を収集するよう努力した。

これらの交通調査は，ＯＤ調査４地点，１２時間交通量観測３９地点，週間交通量観測３地点，走行調査１８路線および渡舟利用客調査６地点にのぼり，日本調査団のうち５名が専門に担当し，準備を含めて 1969 年２月から４月にかけての約６週間の期間を要した。

また，タイ側からは，内務省公共事業局の技師２名が，交通調査の各観測地点の随行員及び監督として協力した。さらに，Uthenthawai School of Building Construction の教師２名が観測員の人的管理に，同校の生徒約５０名が観測にあたった。

当調査団が行なった各種交通調査の概要を，Table ２－２－２および Fig. ２－２－１に示す。

なお調査の詳細については別冊を参照して頂きたい。

この調査結果に基づいて次章以下でバンコクおよびトンブリ市の交通現況に考察．解析を加え，将来交通量の推計を行なう。

Table 2－2－2 交通調査の概要

調査の種類	調査目的	調査方法	調査対象	調査項目	調査地点	調査日時 (1969)	摘要
OD調査	Sathorn Br. の交通量を予測するためにもっとも重要かつ基礎的な資料。 自動車交通のゾーン別発生量およびOD分布を知るためである。	無作為抽出による路側面接	チャオピヤ河を横断する12時間自動車交通，ただし，路線バスおよび2輪車を除く。	車両通過方向 〃 時刻 車種 業態 出発地 目的地	Memorial Br. Krung Thon Br. Krung Thep Br. Rama 6 Br.	3月11日～19日の火・水・木・金曜日 7:00～19:00	調査台数 (抽出率) 25,223 (11.33%)
12時間交通量調査	推定対象地域内の交通の流れ各路線および交差点の交通量を知るための基礎資料。 スクリーンライン上に設置された調査地点の資料は，完全OD表推定のための補正値として利用された。	人手による	推定対象地域内の主要地点における12時間自動車交通。	毎時間車種別方向別交通量	OD調査4地点を含む11地点	3月11日～25日の火・水・木・金曜日 7:00～19:00	
				毎時間全車種方向別交通量（2輪車を除く）	26地点	3月20日～26日の火・水・木・金曜日の 7:00～19:00	
				毎時間交差点方向別交通量	2地点	3月26日（水曜日）3月27日（木曜日） 7:00～19:00	
週間交通量調査	交通量の週間変動および24時間変動に関する資料。これに基づいて日交通量を算出した。	交通量自記記録計による。	チャオピヤ河を横断する自動車交通	毎時間方向別交通量	Memorial Br.	6月3日～6月9日	
					Krung Thon Br.	7月1日～7月7日	
					Krung Thep Br.	6月20日～6月26日	
走行調査	道路網の各区間毎の走行速度と交通量の関係を把握し，交通量配分において道路区間別の走行時間算出の資料として利用した。	Average-Speed techniq-ue		主要交差点間の走行時間および停止時間	主要18路線	4月2日～4月10日	
渡船旅客調査	現在チャオピヤ河を越える時，渡船を利用している旅客が架橋により自動車旅客に転換しうるかどうか明らかにする。	人手による。船中における面接質問	Sathorn Br. 架橋予定地附近において渡船を利用する旅客	毎時間方向別渡船旅客数および渡船発着回数 渡船利用客の両岸における接続交通機関	Memorial Br. および Krung Thep Br. の間の渡場6カ所	4月1日 7:00～19:00	被調査者数 4,463人

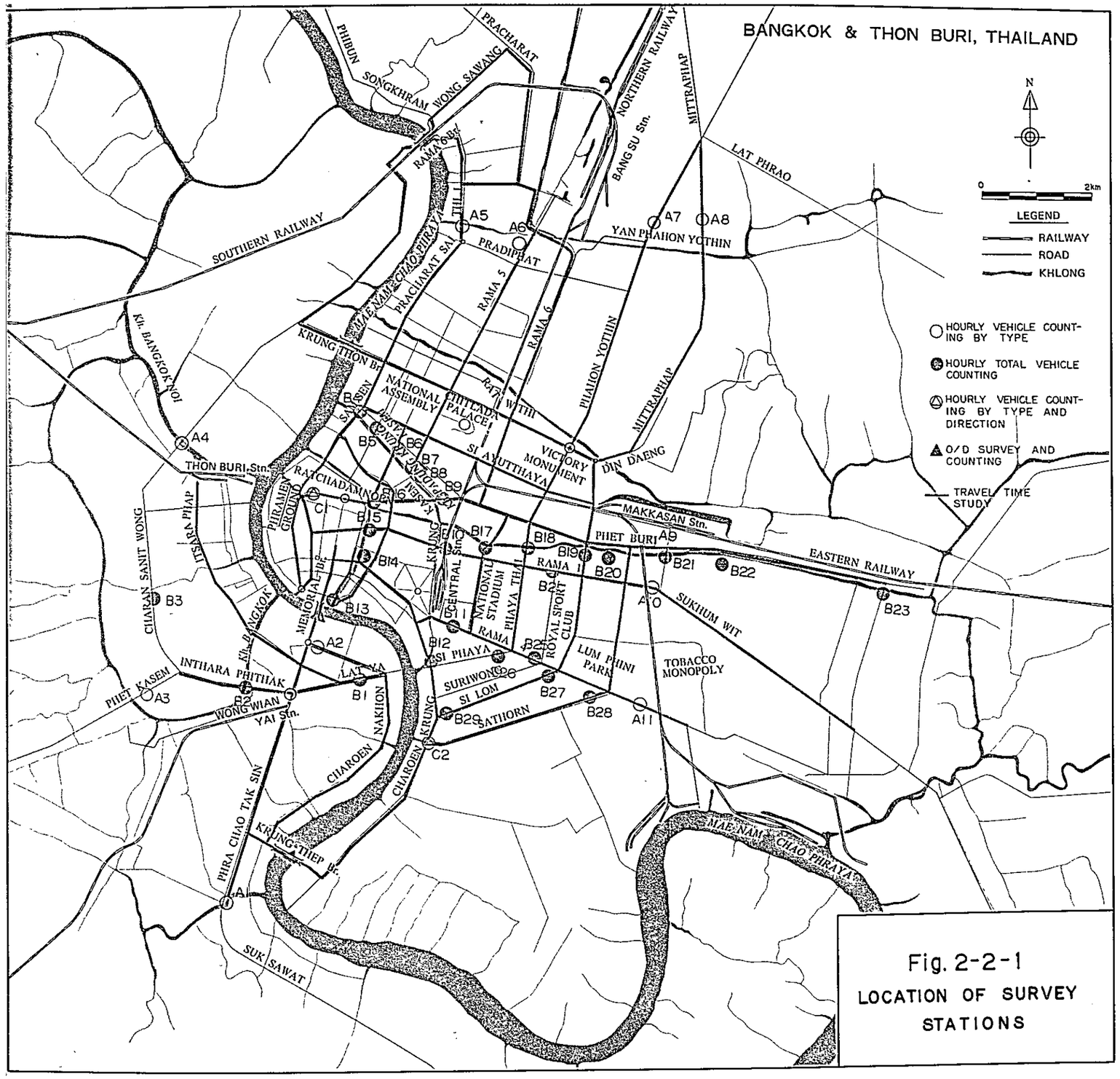


Fig. 2-2-1
LOCATION OF SURVEY STATIONS

b) ゾーニング

先にも述べたようにバンコク市とトンブリ市は行政上には２つに区切られていても，都市機能上は１つの都市圏を形成していると見られる。したがってこの２つの都市の間の交通は都市内交通の性格をおびるものであり，Sathorn Br. はバンコクおよびトンブリ内の都市内街路網の１環を成すものである。したがってSathorn Br. の交通量を推計するにあたってはバンコク．トンブリ首都圏都市圏内の交通の全貌を明らかにし，その１部としてSathorn Br. の交通を把握する必要があるる考えられる。

このような考えのもとに，推定対象地域はバンコクおよびトンブリの都市圏を含むように，次のような線を境界として設定した。

チャオピヤ河の東（バンコク側）

北方　Cha. Phra Nakhon とCha. Nontha Buri の境界

東方　Khlong Song Khathiam およびKhlong Phra Khanong

南方　チャオピヤ河

チャオピヤ河の西（トンブリ側）

北方　Cha. Thon Buri とCha. Nontha Buri の境界

西方　Amp. Bangkok Noi, Bangkok Yai およびThon Buri の境界

これらの境界によって囲まれる推定対象地域を，経済指標との対応を確保するために，まず行政上の区画であるAmphoe によってゾーンに分割し，とくに大きなAmp. Dusit を３ゾーンに，部分的に土地利用の異なるAmp. Pathun Wan を２ゾーンに細分するにとどめた。

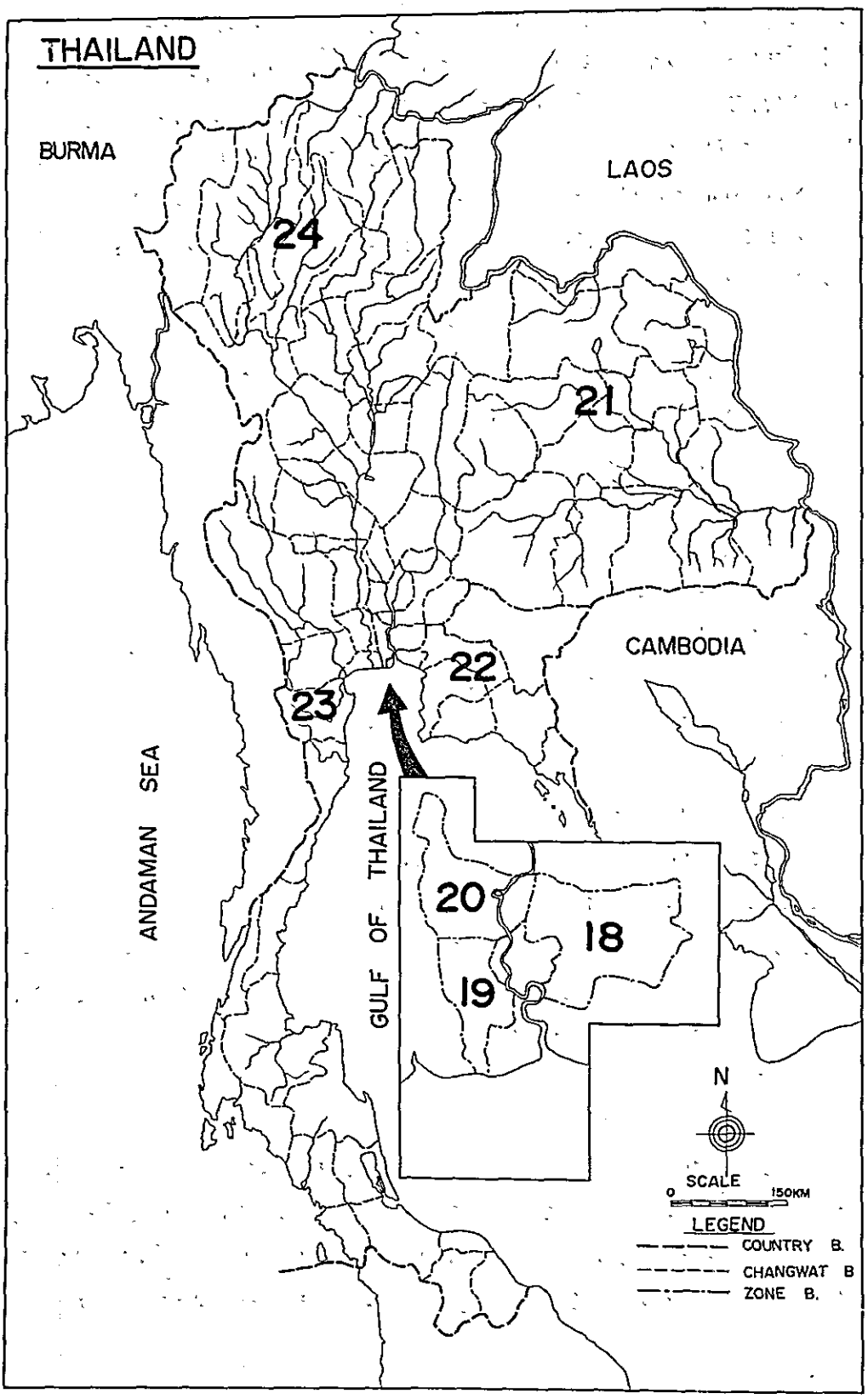
交通調査および現況解析においては，このようなゾーニングにしたがったが，将来推計にさいしては，Amp. Yan Nawa およびAmp. Bangkok Noi は面積が大きくとくに開発が見込まれること，Amp. Khlong Sarn はSathorn Br. およびそのアプローチ道路に対する方角により南北に２分されること，などの理由により，これらの３つのゾーンをそれぞれ２つのゾーンに分割した。ゾーニングの詳細については，Fig. 2－2－2および2－2－3ならびにTable 2－2－3を参照されたい。

3) 首都圏の道路交通状況

a) 自動車保有台数

バンコクおよびトンブリ両市の自動車保有台数は1968年で約２３万台におよびタイ国全体の約半数を占めており，これは両市の人口約１４人に１台の割合となっている。またこの地域の保有台数の増加率は高く，1958年から1968年にかけての１０年間に約4.5倍を示し，対前年で１６％以上の伸びとなっている。（Fig. 2－2－4参照）

Fig. 2-2-2 ZONING



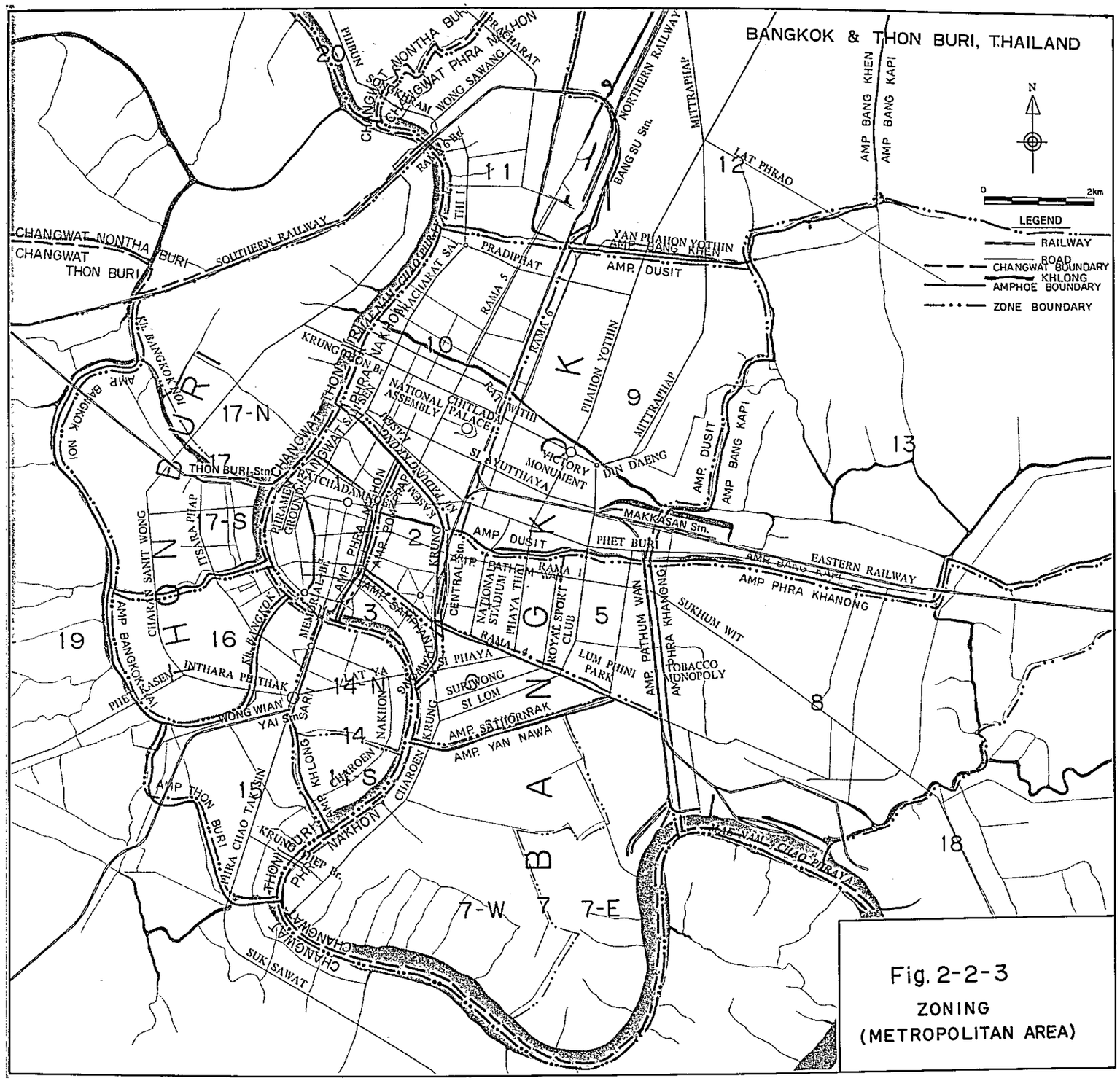


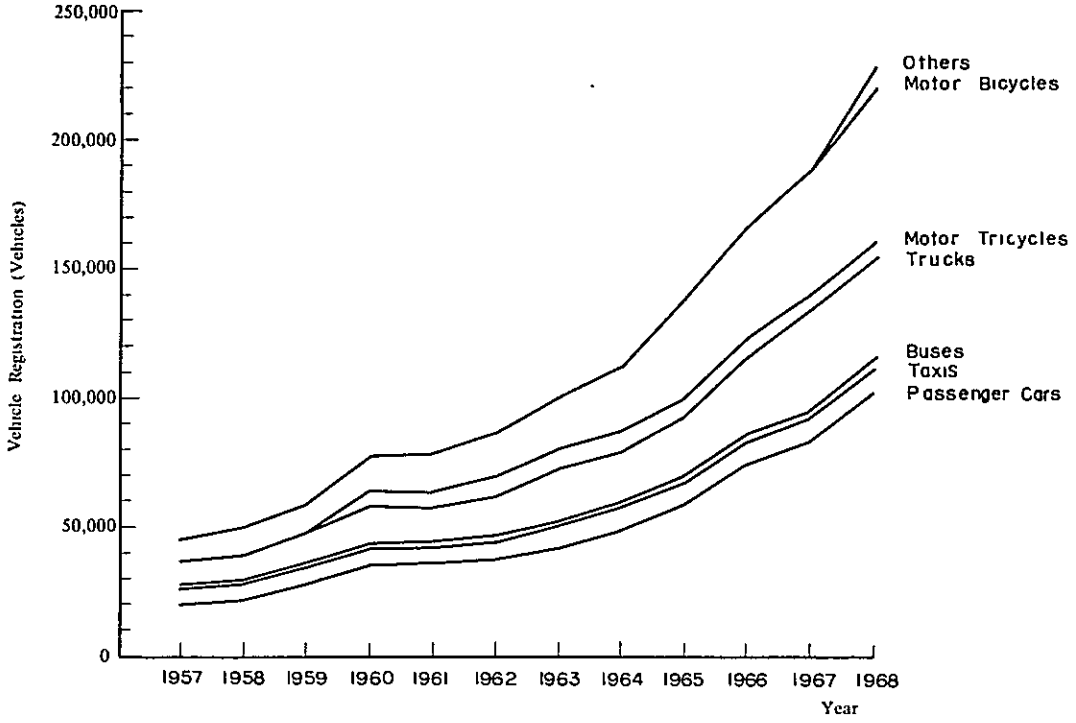
Fig. 2-2-3
ZONING
(METROPOLITAN AREA)

Table 2-2-3 Zoning

Zone No. in Area covered for Estimation	Changwat	Amphoe	Tambol
1	Phra Nakhon	Phra Nakhon	–
2		Pom Prap	–
3		Samphanthawong	–
4		The part to the west of Sanam Ma Rd in Pathum Wan	Rong Muang, Wang Mai and a part of Pathum Wan
5		The part to the east of Sanam Ma Rd. in Pathum Wan	Suanlumpini and a part of Pathum Wan
6		Bang Rak	–
7E		The parts to the east and south of Soi Suan Phlu Rd., Nang Linchi Rd., Chan Rd. and Sathu Pradit Rd. in Yan Nawa	Tung Mahamek, Chongnonsi and a part of Bang Pongpang
7W		The parts to the west and north of Soi Suan Phlu Rd., Nang Linchi Rd., Chan Rd. and Sathu Pradit Rd. in Yan Nawa	Yan Nawa, Wat Prayakrai, Bon Korlum, Tung Watdorn and a part of Bong Pong-pang
8		A part of Phra Khanong	Khlong Toey, Khlong Ton and Phra Khanong
9		The part to the east of Northern Rail-way in Dusit	Tanon Petchburi, Tung Payathai, Tanon Payathai, Maggason and a part of Sam-sen Nai
10		The part to the west of Northern Railway and to the south of Khlong Bang Su in Dusit	Wachira Payaban, Dusit, Suan Chitlada, Tanon Nakhonchaisri and a part of Sam-sen Nai
11		The part to the north of Khlong Bang Su in Dusit	Bang Su and a part of Samsen Nai
12		A part of Bang Khen	Lad Yao
13		A part of Bang Kapi	Samsen Nork, Wang Tong Lang, Khlong Chang and Hua Mark
14N		A part of Khlong Sarn	Samdaj Chao Phraya, Khlong Sarn and Khlong Tonsai
14S		A part of Khlong Sarn	Bang Lumpoo Lang
15		Thon Buri	–
16		Bangkok Yai	–
17S		The part to the south of Khlong Bang-kok Noi in Bangkok Noi	Sirjraj, Bang Chang Lor, Bang Kunsri and Bang Kunnon
17N		The part to the north of Khlong Bang-kok Noi in Bangkok Noi	Bang Yikan, Bang Suanra, Bang Plad and Bang Or

Zone No. outside of Area covered for Estimation	Changwat
18	The rest of Phra Naknon
19	The rest of Thon Buri
20	Nontha Buri
21	Nong Khai, Udon Thani, Sakon Nakhon, Nakhon Phanom, Chaiyaphum, Khon Kaen, Kalasin Nakhon Ratchasima, Maha Sarakham, Roi Et, Ubon Ratchathani, Buri Ram, Surin, Si Sa Ket
22	Samut Prakan, Chachoengsao, Prachin Buri, Chon Buri, Rayong, Chanthaburi, Trat
23	Kanchanaburi, Ratchaburi, Nakhon Pathom, Samut Sakhon, Samut Songkhram, Phetchaburi, Prachuap Khiri Khan, Chumphon, Ranong, Surat Thani, Phang-Nga, Phuket, Krabi Nakhon Si Thammarat, Trang, Phatthalung, Narathiwat, Yala, Pattani, Satun, Songkhla
24	Pathum Thani, Nakhon Nayok, Suphan Buri, Saraburi, Ang Thong, Lop Buri, Sing Buri, Chai Nat, Phrae, U.Thai Thani, Tak Kamphaeng Phet, Phichit, Phetchabun, Nakhon Sawan, Sukhothai, Phitsanulok, Loei, Mae Hong Son, Chiang Mai, Lamphum, Lampang, Chiang Rai, Nan, Uttaradit, Phra Nokhon Si Ayutthaya

Fig. 2–2–4　ANNUAL VEHICLE REGISTRATION



b ）車種構成

都市地域の道路交通は，乗用車，バス，大小トラック，２輪車，サムロー（三輪車）などの混合交通であるが，この車種構成比を1968年の保有台数でみてみると乗用車類は，５０％，モーターサイクルが２５％，トラックが２０％，サムローを含むその他が５％となっている。またその推移は，1958年から1968年の１０年間に増加率の大きい順に，モーターサイクルが5.7倍，乗用車が4.5倍，トラックが4.3倍となっている。

実際の道路交通においては，当調査団が実施した交通調査によれば，トンブリ側の測点では，いずれもトラックが全車の４分の１を占めており，トンブリが工業的色彩の強いことを示している。またバンコクの東部あるいは東北部では，乗用車が全車の半数以上を占めている地点が多く，この地域が住宅地域であり，またドン．ムアン空港をひかえている現状を反映している。またMemorial Br. およびその附近の測点ではトラックが全車の１０％以下と少ないが，これは，Memorial Br. が大型車の通行を規制しているためである。

c ）道路交通量

交通量観測結果を示したFig. 2－2－5によると交通量が多く混雑の激しいところはMemorial Br. およびその附近である。同橋の日交通量は１０万台を越えているが，この橋は1932年に架設されたもので激増する交通量に対して幅員が足りず老朽もひどいため，現在１０輪以上，あるいは総重量１５トン以上の車両の通行は禁止されている。

また，Charoeng Krung Rd. は沿線に工場，商店が多く，大型トラックの交通量が多いこと，路側駐車が多いことが特徴である。このために，もともと充分な交通容量をもっていないこの道路の混雑は一層はなはだしいものになっている。

d ）道路交通の問題点

首都圏の交通体系の主体である道路交通は現在相当混雑しているが，その原因としては次のようなことが考えられる。

1 ）近年急激に進んだモータリゼーションに伴う道路交通量の激増に対して街路網の整備拡充が追いつかないこと。

2 ）チャオピヤ河を渡る橋が少なく，環状道路が形成され難いこと。

3 ）都心部においては充分な駐車施設がないため，路上駐車が多くなり，街路の容量を低下させていること。

4 ）街路の交差点は殆んどが平面交差点のロータリー式であるが，これらのなかには交通需要に対して限界容量に達しているものがあること。

これらの問題点に対してすみやかに適切な対策がたてられねばならない。

(4) チャオピヤ河を横断する交通

a ）自動車交通

現在，チャオピヤ河によって隔てられたバンコク．トンブリ間の主な交通手段は，自動車と渡船である。この節ではまず自動車交通について考察しよう。

自動車は，2つの市域を結ぶ4つの橋，チャオピヤ河の上流から順に挙げると，Rama 6 Br. Krung Thon Br. Memorial Br. およびKrung Thep Br. を利用する。

これらの4橋における交通量観測の結果をまとめたFig. 2－2－6によると，バンコク．トンブリ間の交通量は，昼間12時間で126,000 台に達している。Memorial Br. は，そのうち74,000 台，約60％を占め，その重要性がうかがわれるのであるが，これはMemorial Br. がバンコクの都心部とトンブリの都心部を直接結びつけているからに他ならない。

他方Rama 6 Br. は市域のはずれに位置しており，6,500 台，5％程度の交通量しかない。したがってバンコク．トンブリ間の主な橋梁は，交通量の大きい方から順に，Memorial Br., Krung Thon Br., Krung Thep Br., の3橋でつくされていると見てよいであろう。

バンコク．トンブリ間の交通の車種構成を，Fig. 2－2－6によって見るともっとも大きい割合を占めるのは，自家用乗用車で40％に達し，その次は2輪車とタクシーが，20％弱を占めている。2輪車が現在交通機関として無視しがたい役割を演じていることが分る。

トラックの割合は各橋で著しい差があり，Memorial Br. では，7％に過ぎない。これはこの橋が2つの都心部の連絡路に当っていること，および大型車の通行が禁止されているためであろう。これに反してKrung Thep Br. ではトラックの構成比が他の橋に比べてもっとも大きく，30％近くに及んでいる。その付近のCharoen Krung Rd. 沿いに工場，倉庫が集中しているからであろう。

次にバンコク．トンブリ間の交通の起終点を，OD調査に基づいて，市域に対する関係としてFig. 2－2－7に，希望路線図としてFig. 2－2－8に示す。

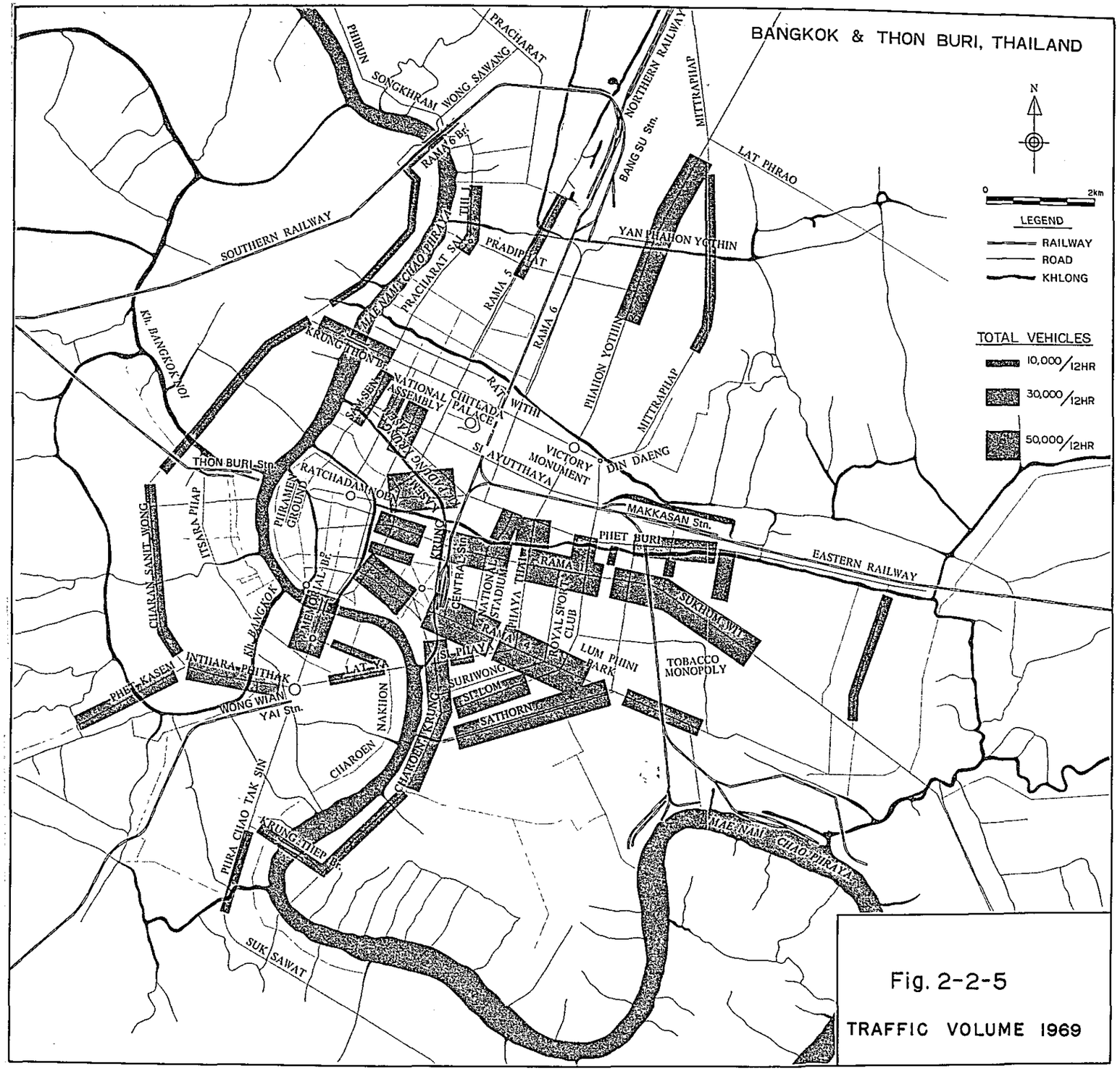
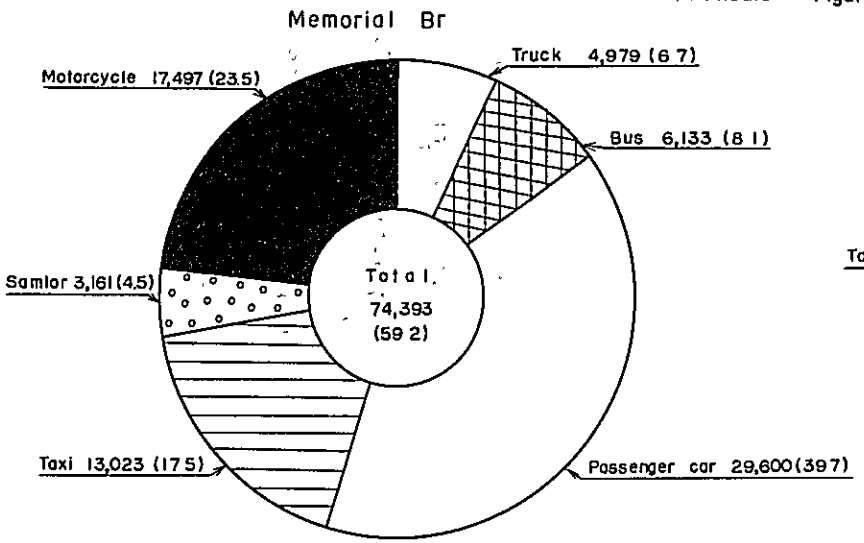


Fig. 2-2-5

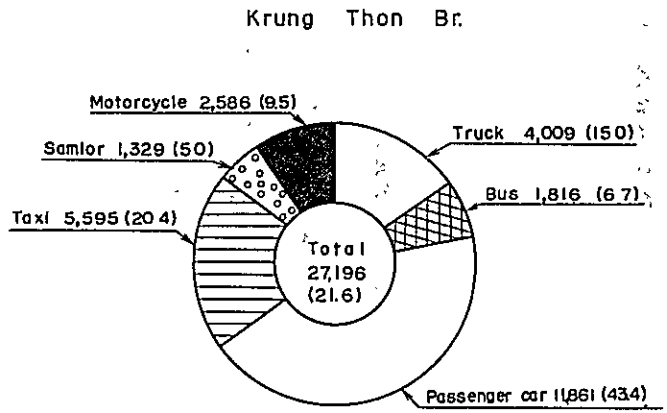
TRAFFIC VOLUME 1969

Fig. 2–2–6 TRAFFIC VOLUME ON THE FOUR BRIDGES BETWEEN BANGKOK AND THON BURI 1969

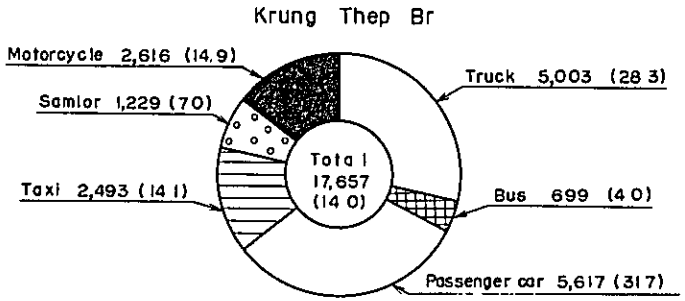
Unit : vehicles/12 hours Figures in parentheses show percentages



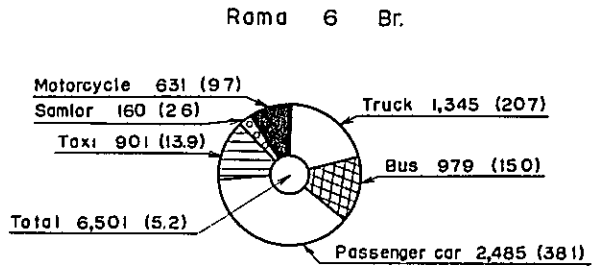
Date of survey Mar. 12~14, 1969



Date of survey Mar. 11, 1969



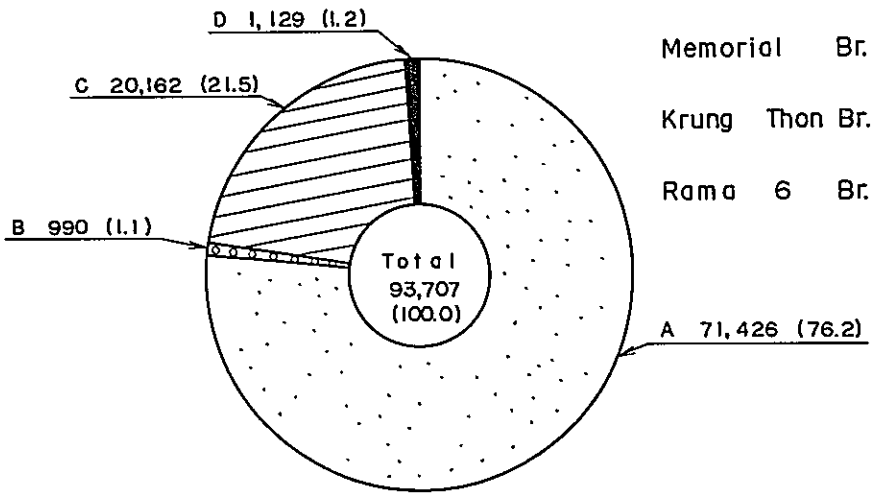
Date of survey Mar. 18, 1969



Date of survey Mar 19, 1969

Fig. 2–2–7 ORIGIN AND DESTINATION OF THE TRAFFIC ACROSS THE MAE NAM CHAO PHRAYA

Unit : vehicles Figures in paretheses show percentages



Date of survey

Krung Thep Br.	Mar. 18, 1969
Memorial Br.	Mar. 12~14, 1969
Krung Thon Br.	Mar. 11, 1969
Rama 6 Br.	Mar. 19, 1969

A – Traffic between Bangkok and Thon Buri

B – Traffic within either Bangkok or Thon Buri

C – Traffic flowing in or out of either Bangkok or Thon Buri

D – Traffic passing through Bangkok and Thon Buri

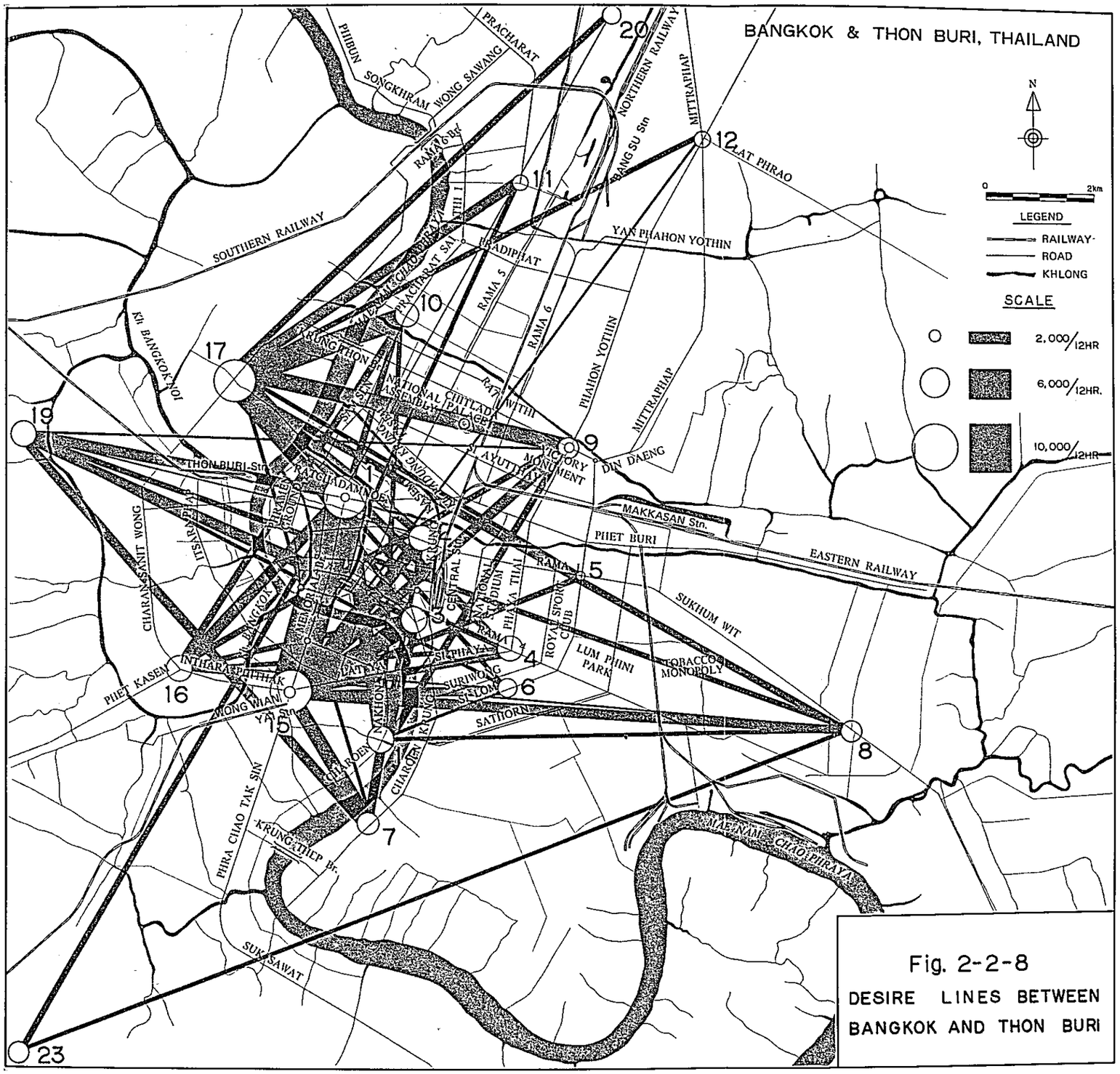


Fig. 2-2-8
DESIRE LINES BETWEEN BANGKOK AND THON BURI

Fig. 2－2－7によると，チャオピヤ河を渡る12時間交通量，94,000台のうちバンコクおよびトンブリ市内に起終点をもたない通過交通は，約1,100台，1％強に過ぎない。4つの橋を渡る交通のほとんどすべては，バンコク．トンブリ市に関係がある。このことはバンコクおよびトンブリが政治，産業，文化などあらゆる意味でタイの中心となっていることから，充分うなずけることであろう。

バンコクおよびトンブリ市に対する流出入交通は，20,000台，全体の1/5である。このうち2,000台以上の交通量をもつゾーンペアは，Fig. 2－2－8から読みとれるように，ゾーン1（Amp. Phra Nakhon），ゾーン19（トンブリ市以外のCha. Thon Buri）のペアだけである。

ゾーン17（Amp. Bangkok Noi）とゾーン20（Cha. Nontha Buri）間の交通は約1,200台であり，主としてRama 6 Br. を利用しているが，Fig. 2－2－6に示したRama 6 Br.の交通量の6,500台の20％弱を占める。したがって，Rama 6 Br. においては，バンコク．トンブリ間の交通とともに，バンコクの市域外とトンブリ市間の交通がかなりの割合を占めているものと思われる。バンコク・トンブリ市内相互の交通は，4橋のほぼ3/4を占めている。

Fig.2－2－8によってゾーンペア別の内訳を見ると，ゾーン1とゾーン15（Amp. Thon Buri）の間の交通量約8,000台が最大であるのは当然で，この2つのゾーンがそれぞれバンコクおよびトンブリ市の都心部を形成しているためである。ゾーン間交通量の2番目に大きいペアは，ゾーン1と17である。ゾーン17は面積が大きく（23.0㎢），かつトンブリ駅周辺の商業地区を有するからであろう。他に交通量が，3,000台以上のゾーンペアとしては，大きいものから順に，10－17，3－15，さらに9－15があげられる。

b）渡　船

タイの平野部においては水運が交通手段として重要な役割を演じており，地域によっては唯一の交通手段ともなっている。

バンコクおよびトンブリ市内においては，水運はそれほどの重要性をもっていないとは言え，市内を流れる多くのクローンは水路として利用されている。バンコクからトンブリへ，あるいはその逆にトンブリからバンコクへ行くためにチャオピヤ河を渡った船は，そのまま支流のクローンに乗り入れている。とくに物資を輸送する場合は，このような傾向が強いようである。

一般の旅客が利用する渡船は，20人から数10人の定員をもち，チャオピヤ河の対岸相互を定期的に運行している。このような渡船が発着する渡場は，Fig. 2－2－9に見られるように，Rama 6 Br.からKrung Thep Br.までの河岸約16.7㎞の間に，22カ所を数え，760mごとに1カ所の割合となる。

これらの渡船を利用する旅客の数は，港湾局（Harbor Dept）が行なった1週間の調査をまとめたFig. 2－2－9によると，1日平均160,000人に達する。もしこれだけの人数をバスで輸送すると，1台に30人乗車すると仮定すると，5,000台必要となり，Fig. 2－2－6に示したバンコク．トンブリ間のバス台数9,600台の55％に当る。

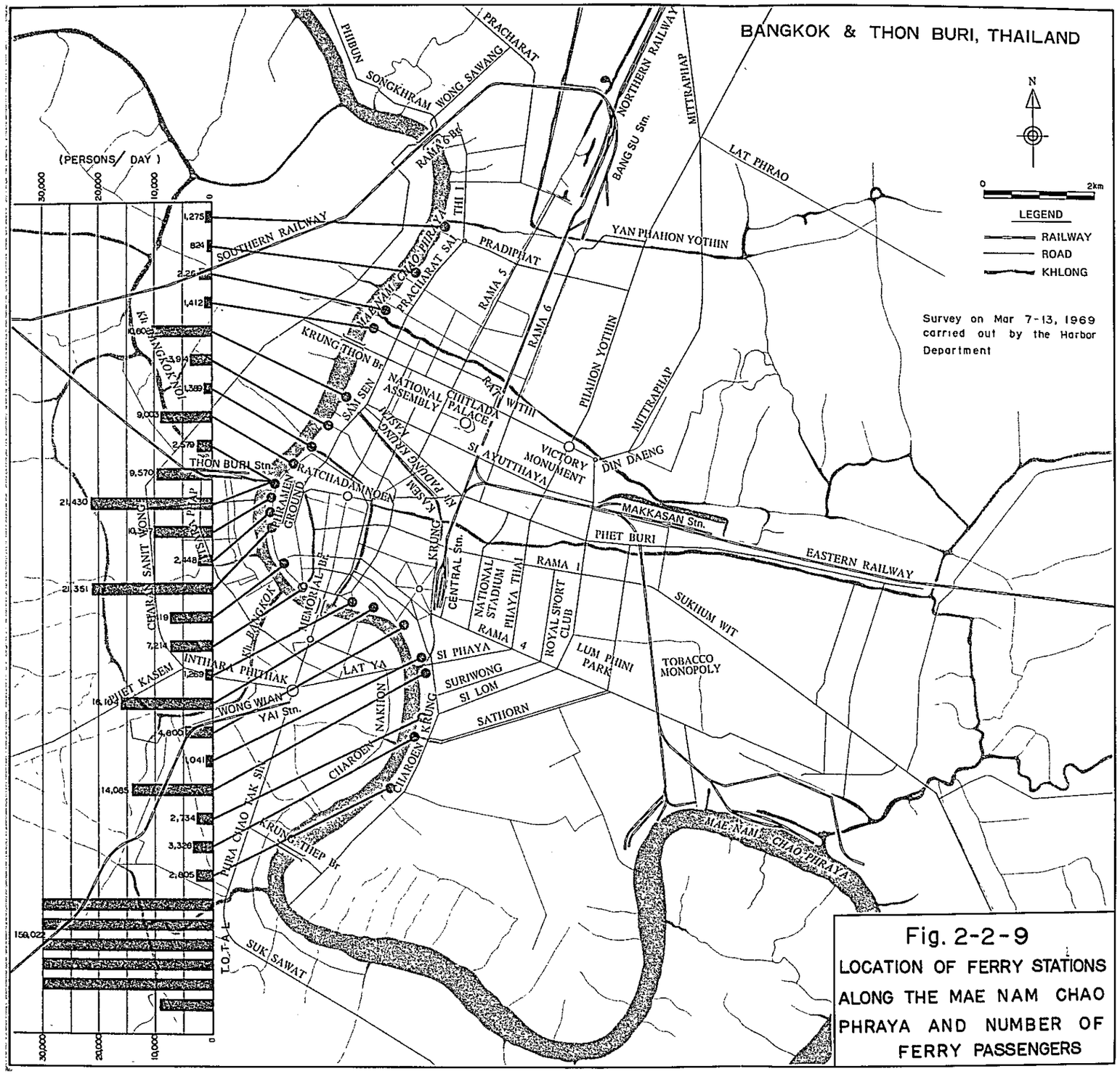


Fig. 2-2-9
LOCATION OF FERRY STATIONS ALONG THE MAE NAM CHAO PHRAYA AND NUMBER OF FERRY PASSENGERS

この数字からバンコク・トンブリ間の交通手段における，渡船の重要性が認められるであろう。なお旅客用の渡船としては，このようなきまった渡場を往復するバスのような渡船の他に，任意の渡場に発着するいわばタクシー的な渡船もあり，かなりの数の旅客を輸送しているものと推定される。Fig. 2－2－9によると，1日平均利用者が10,000人以上ある渡場は，Tevesa, Prachan Nue(Prenok), Prachan Khlong (Middle), Tha Chang, Rajavong およびSi Praya の6カ所であり，これらの地点において朝夕のラッシュ時の運行間隔は2～3分の短かさである。

渡船を利用する旅客が，渡船の前後でいかなる交通手段を利用しているかについてインタビュー調査を行なった結果を，Fig. 2－2－10に掲げるが，被調査者4,300人のうち，バンコク側およびトンブリ側ともにバスまたは，サムローを利用する比較的長トリップの旅客と見なされるものは3,800人で実に90％近くを占める。どちらか1方だけバスまたはサムローを利用する旅客は440人，10％であるのに対し，両側ともに徒歩によるトリップ長の短い旅客は100人強，3％にすぎない。

したがって渡船は，川をこえるためにやむをえず利用されている交通機関であり，もし橋がかかれば，当然バスなどに転換すると見られる。ここにバス交通に対する潜在的需要を見出すことができるであろう。

c）メモリアル橋の交通

a）において述べたようにMemorial Br. はバンコク市とトンブリ市の両都心部を結び，もっとも重要な街路網の一環を形成しており，したがってバンコク．トンブリ間の他の橋に比べて大きな交通量が集中している。しかしこのようなMemorial Br.に対する交通需要に対してその交通容量は著しく不足しており，絶えず交通渋滞が生じている。

一方バンコク側のMemorial Br. 周辺の地域の道路は，充分な容量をもっていない。Memorial Br. がトンブリからの交通に対してボトルネックになっており，したがってバンコク側のこれらの道路に直接交通渋滞がもちこまれないことは，バンコクにおける道路網の救いともなっていると見られる。

もし将来Memorial Br. の拡巾あるいはそのすぐ近傍での架橋が計画されるようなことがあれば，取付道路の容量について充分な配慮がなされるべきであろう。

Memorial Br. の交通はかならずしも2つの市の都心部相互間の交通に限られるものではない。この点をOD調査をまとめなおしたFig. 2－2－11によって検討して見よう。

Fig. 2－2－11に示されたMemorial Br. において調査された約15,000台のうち1,000台，7％はバンコクおよびトンブリ市に対する通過交通またはトンブリ側の市域外とバンコク市の周辺部との間の交通であり，バンコク市およびトンブリ市の周辺部の道路網が整備されれば，都心部を通過する必要の全くない交通である。

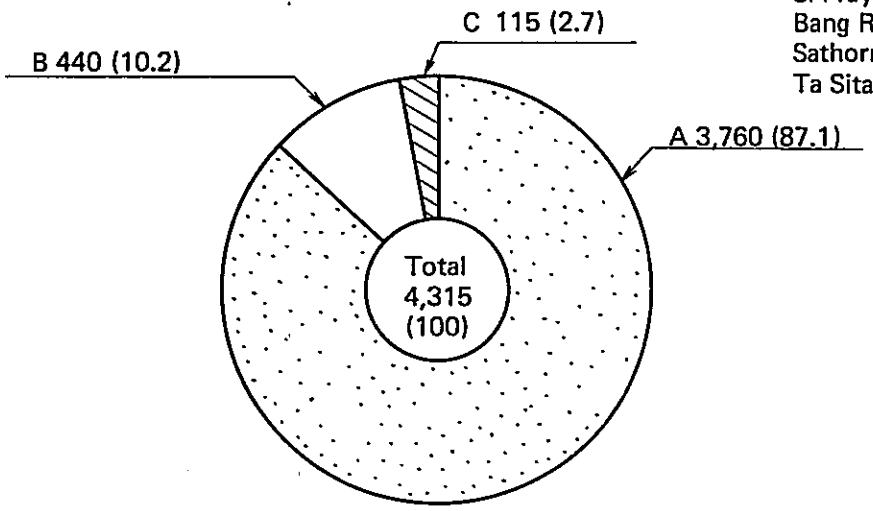
またバンコク市内相互の交通であるにもかかわらず，一旦トンブリ側へ渡ってふたたびバンコク側へ戻るような動きをする交通が，600台，4％程ある。実際そうした方が走行距離が短くなる例は少なく，走行時間を短くする目的でこのような経路を選択していると思われる。とくにバンコク市内におけるチャオピヤ河沿いの都心部へ向かう道路，Charoen Krung Road などで交通が著しく渋滞しており，走行速度が極度に低いからであろう。

したがってMemorial Br. の交通混雑は，バンコク．トンブリ両市の周辺における環状道路およびバンコクの都心部に対する放射状道路（たとえばCharoen Krung Rd., Rama 4 Rd. など）の整備によって，10％程度軽減できると予想される。以上要するにMamorial Br. は，都市圏として1体化されたバンコク．トンブリにおける街路網の1環をなすものであり，その交通量は，他の道路網との関連において検討されなければならない。

Fig. 2–2–10 LAND TRANSPORTATION OF FERRY PASSENGERS

Unit : persons
Figures in parentheses show percentages

Date of survey : Apr. 1, 1969
Location of survey : .
Rajavong
Swasdi
Si Praya
Bang Rak
Sathorn Tai
Ta Sita



Note:

A — Passengers who use buses or samlors at both ends on the Bangkok and Thon Buri sides

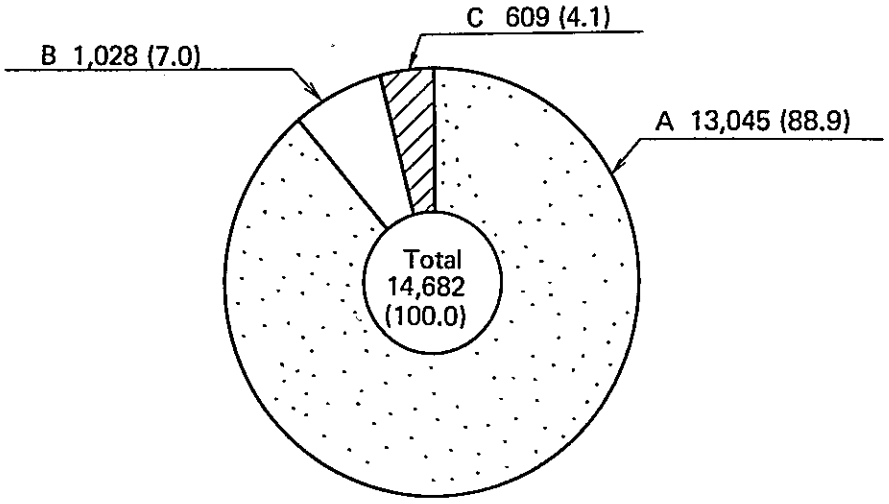
B — Passengers who use buses or samlors at one end on the Bangkok or Thon Buri side

C — Passengers who travel on foot on both the Bangkok and Thon Buri side

Fig. 2–2–11 ORIGIN AND DESTINATION OF THE TRAFFIC THROUGH THE MEMORIAL BRIDGE

Unit : vehicles
Figures in paretheses show percentages

Date of survey : Mar. 12 ~ 14, 1969



A – Traffic originating and destinating at the central business districts of Bangkok and Thon Buri

B – (1) Traffic passing through Bangkok and Thon Buri

(2) Traffic flowing in and out of the outlying areas of Bangkok and Thon Buri

C – Traffic across the Mae Nam Chao Phraya, but confined in Bangkok

2－3　首都圏の将来の交通

チャオピヤ河を渡る交通はSathorn Br.の早急な建設の必要性を示唆している。しかしながらTha Chang Br.が現在着工準備中の状態にあることを考慮すると，Sathorn Br.の供用開始が1975年以前になる可能性は少ないと思われる。したがって将来交通量推定の時点としては，供用開始の1975年を選ぶ。またその後の発展については，1990年時点の交通量推定を行うこととする。なお推定の対象については，別冊を参照していただきたい。

(1)　現在完全OD表の作成

路側面接調査によって得られたOD表は，バンコクとトンブリ間だけの交通の起終点を表わしており，両市域内の全交通のそれを表わすものではない。順序として，このバンコク・トンブリ間の不完全OD表に基づいて，市域内の完全OD表を推定することから始める。その方法は次のようなものである。

まずOD調査の結果得られた不完全OD表および想定されたバンコク・トンブリ間のゾーン間旅行時間に基づいて，各ゾーン発生交通量およびゾーン間旅行時間の指数を求める。

次に求められた発生交通量および指数を用いて，完全OD表を計算するが，計算の方法は京都大学教授佐々木綱博士の提唱になるエントロピー法によることとする。

最後にこの完全OD表を次の2点において比較検定する。推定対象地域内に数本のスクリーンラインを設定して，計算された完全OD表のうちスクリーンラインをこえる交通量と交通量調査により実測された交通量との比をスクリーンラインごとに比較する。また計算された完全OD表のバンコク・トンブリ間の部分をOD調査によるものと比較する。

何回かの試行の後，Fig. 2－3－1 に示すような希望路線図が得られるが，この結果は妥当なものと考えられる。

(2)　将来交通量の推定

推定された現在OD表に基づいて，次の手順で将来の交通量を推定する。

まず将来の自動車登録台数を推定し，これに現在の1台当りトリップ数を乗じて将来の推定対象地域内の総トリップ数とする。

次に現在のゾーン別交通発生量と現在のゾーン別用途地域別面積との関係から求められた相関式に将来の土地利用を代入して，将来ゾーン別交通発生量を推定する。

このようにして求められた総トリップ数ならびにゾーン別交通発生量に基づいて，エントロピー法を用いて将来OD分布を計算する。

最後にこのOD交通量を将来の道路網に流すことによって，将来の配分交通量，すなわち道路区間ごとの交通量が得られるのである。

なお自動車登録台数，ゾーン別交通発生量，分布交通量については，自家用乗用車・タクシー，トラックの3車種に分割して推定した。サムローはタクシーに含め，2輪車は，将来その重要性が失なわれると考えられるため，推定の対象外とする。

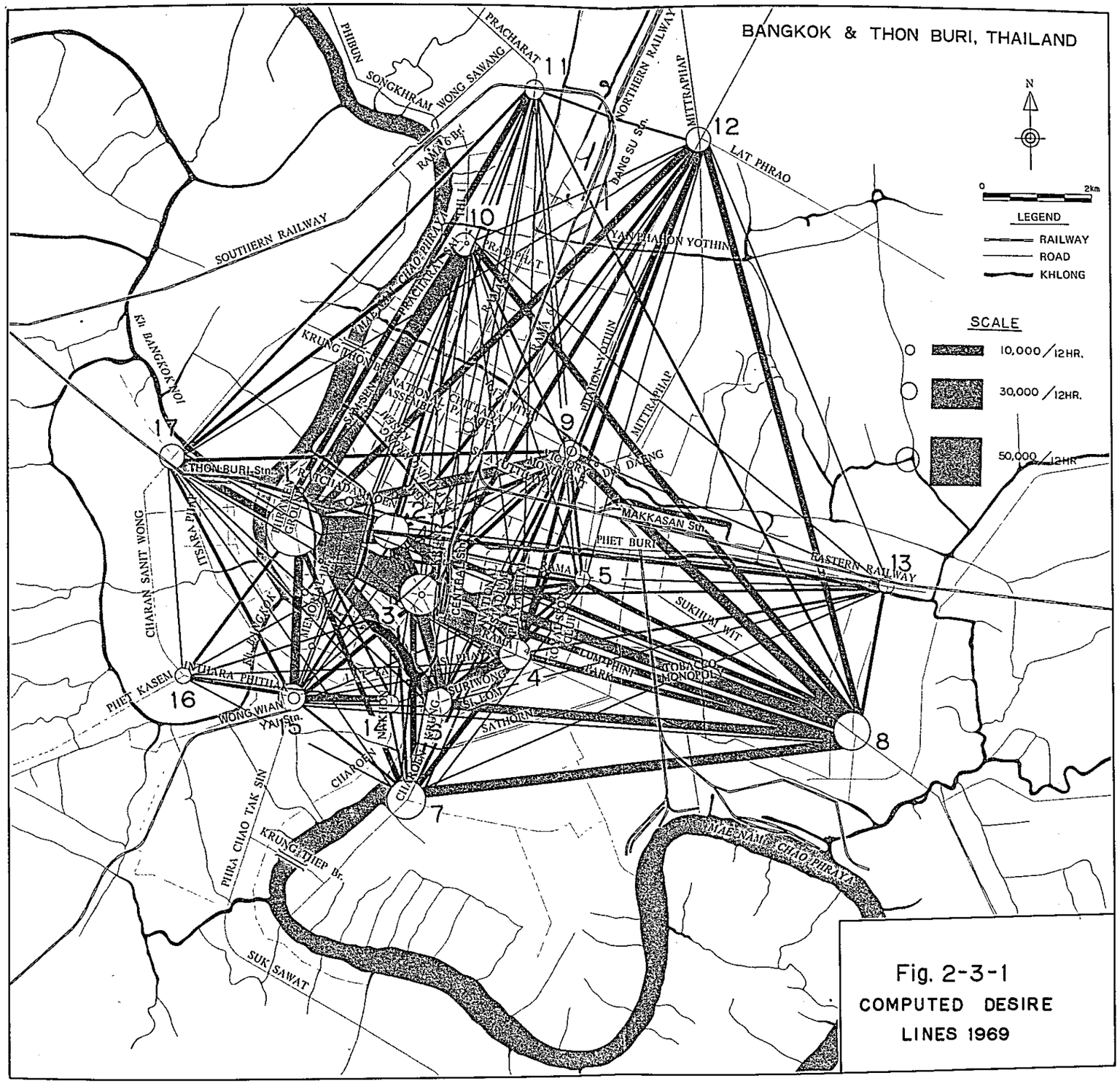


Fig. 2-3-1
COMPUTED DESIRE LINES 1969

a) 自動車登録台数の成長

この節においては，将来交通量予測の基礎となる自動車登録台数の変化を検討する。

車種によって自動車登録台数の成長率は異なり，しかもそれを決定する要因も異なる。車種を自家用乗用車，タクシーおよびトラックに分け，タイ全国の台数と人口，国民総生産，消費支出，資本形成などの経済指標との相関分析を行なった。その結果，簡単な式で車種と要因の結びつきが妥当であり，かつ比較的良好な相関関係を示した。Fig. 2−3−2〜4を採用することとした。

Fig. 2−3−2〜4においては，自家用乗用車の台数は人口に，タクシー台数は消費支出に，トラック台数は国民総生産にそれぞれ基づいて求めている。

1968年現在バンコクおよびトンブリ市内の自動車の台数は全車種合計で，157,000台であって，その内訳は，自家用乗用車がもっとも多く，103,000台，トラックが39,000台，タクシー16,000台の順となっている。Fig. 2−3−2〜4によれば，7年後の1975年には自家用乗用車159,000台，トラック73,000台，タクシー37,000，合計269,000台となり，さらにその15年後の1990年には，それぞれ，288,000台，228,000台，99,000台，合計615,000台となるものと予想される。これを倍率で見ると，1968年から1975年の7年間には，自家用乗用車1.6倍，トラック1.9倍，タクシー2.4倍，平均1.7倍となる。1975年から1990年の15年間ではそれぞれの車種が1.8倍，3.1倍，2.7倍で平均は2.3倍となる。

Fig. 2−3−2 REGISTERED PASSENGER CARS AND POPULATION

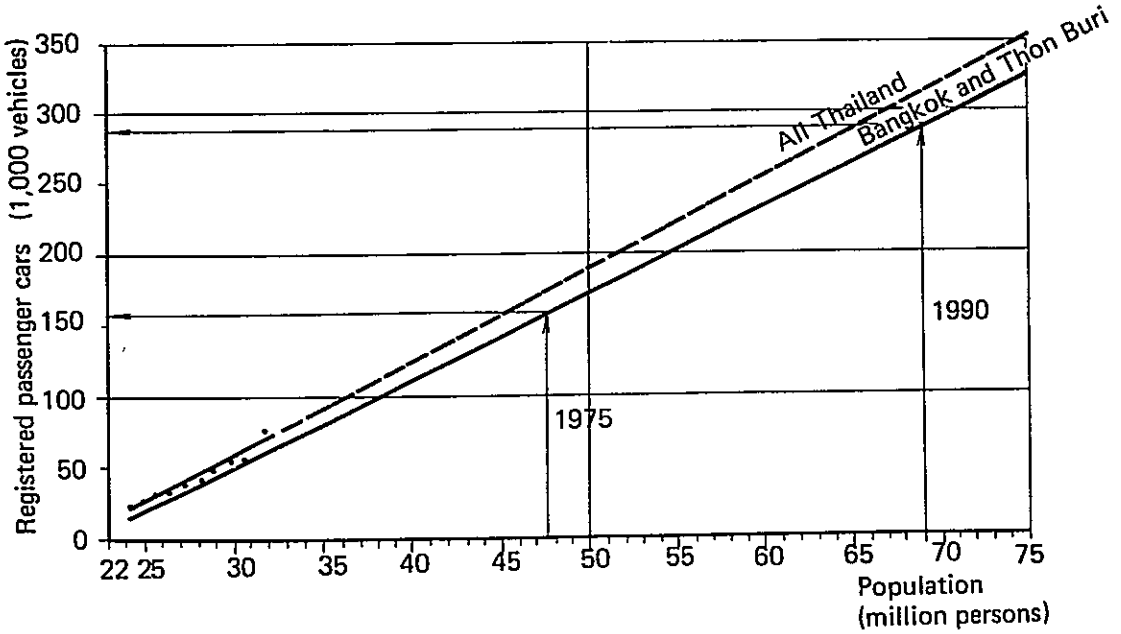


Fig. 2–3–3 REGISTERED TAXIS AND CONSUMERS' EXPENDITURE

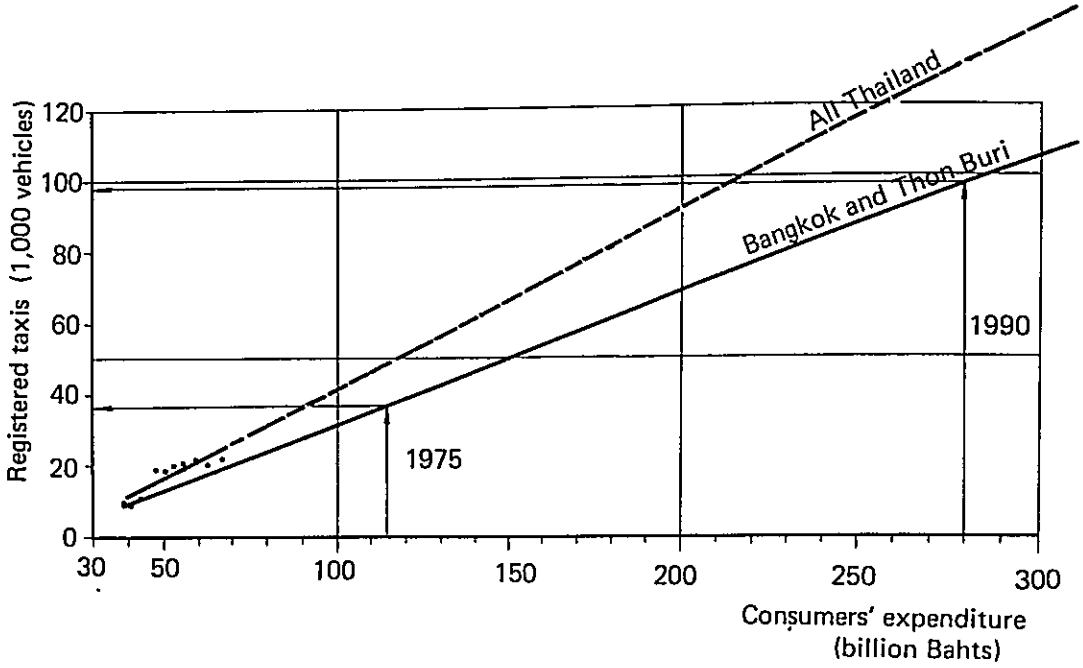
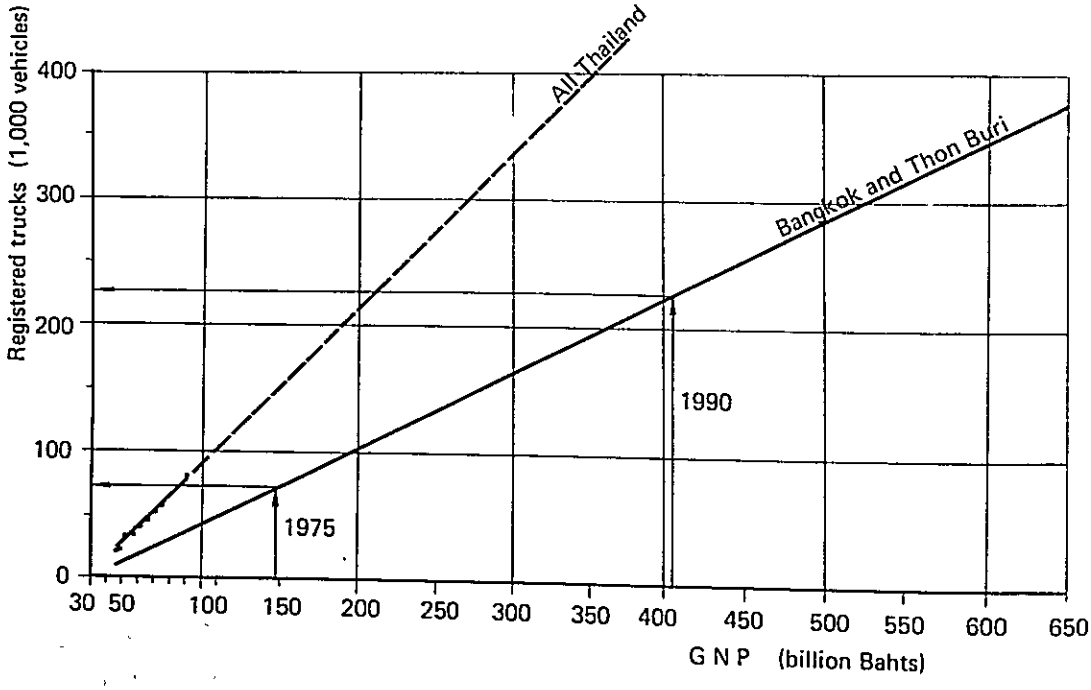


Fig. 2–3–4 REGISTERED TRUCKS AND GNP



自家用乗用車の伸びがもっとも低いが，タイにおいては現在自家用乗用車が全体の約65％を占める乗用車中心の保有構造が成立しているためである。またトラックの伸びはとくに1975年以降著しいが，将来タイの産業構造が高度化するにつれて，現在水運に頼っている輸送需要が道路に転換すると予想される点から見て妥当と思われる。

これらの将来の車種別の登録台数に，前節で求めたそれぞれの1台当り平均トリップ数（自家用乗用車3.94，タクシー31.12，トラック4.18）を乗じたものが，将来のバンコクおよびトンブリ市域内の自動車の総トリップであり，1975年に2,080,000トリップ，1990年に，5,160,000トリップとなるが，これは1969年の1,050,000トリップの2.0倍および4.9倍にあたる。

b) 将来発生交通量

OD分布を求めるためには，まずゾーン別交通発生量を定めなければならない。

この報告書では交通発生量を土地利用との関係において求めることとする。

先に述べた現在の土地利用図から得られる。ゾーンの用途地域別の面積と車種別交通発生量の相関関係を求めた結果，自家用乗用車の交通発生量推計式の説明変数としては，住居地域，商業地域および政府・公共用地（公園・緑地を除く）の面積を，タクシーのそれとしては，住居地域，商業地域，政府・公共用地および交通・運輸用地の面積を，トラックのそれとしては商業地域，工業地域および公共・政府用地を採用することとした。

2,000年の土地利用をバンコク市の都市計画局（Division of city Planning）ではFig. 2-3-5 のように計画している。

ゾーンごとの用途地域別面積が現況からこの図に示された2000年の状況まで，時の経過とともに一律に変化するものとして，1975年および1990年の用途地域別面積を求め，これを先に述べた交通発生量推計式にあてはめて，1975年および1990年の交通発生量を定めた。

なお，この交通発生量は，ゾーンごとの相対的な重みとして，利用されており，前節で求めた総トリップ数がコントロールトータルとして，すなわち全ゾーンの交通発生量の合計として用いられている。したがって各ゾーンの発生量は，総トリップ数とそのゾーンの相対的な重みの積として求められる。

いま推定されたゾーン別交通発生量の伸びをFig 2-3-6によって考察すると次のような傾向が見られる。

第1にバンコクの都心部の伸びは停滞する。

ゾーン1，2，3および4（Amp·Phra Nakhon，Pom Prap，Samphanthawong およびPathum Wan の西半分）は伸びのもっとも低い地域であり，1969年に対する，1990年の伸びは1.8～2.6倍程度である。全ゾーンの平均，すなわち総トリップ数の成長率は，4.9倍であるから，ちょうど半分にあたる。これらのゾーンは都心部にあり，現在都市機能が集中しており，発展の余地がそれほど大きくないためであろう。

Fig. 2–3–5

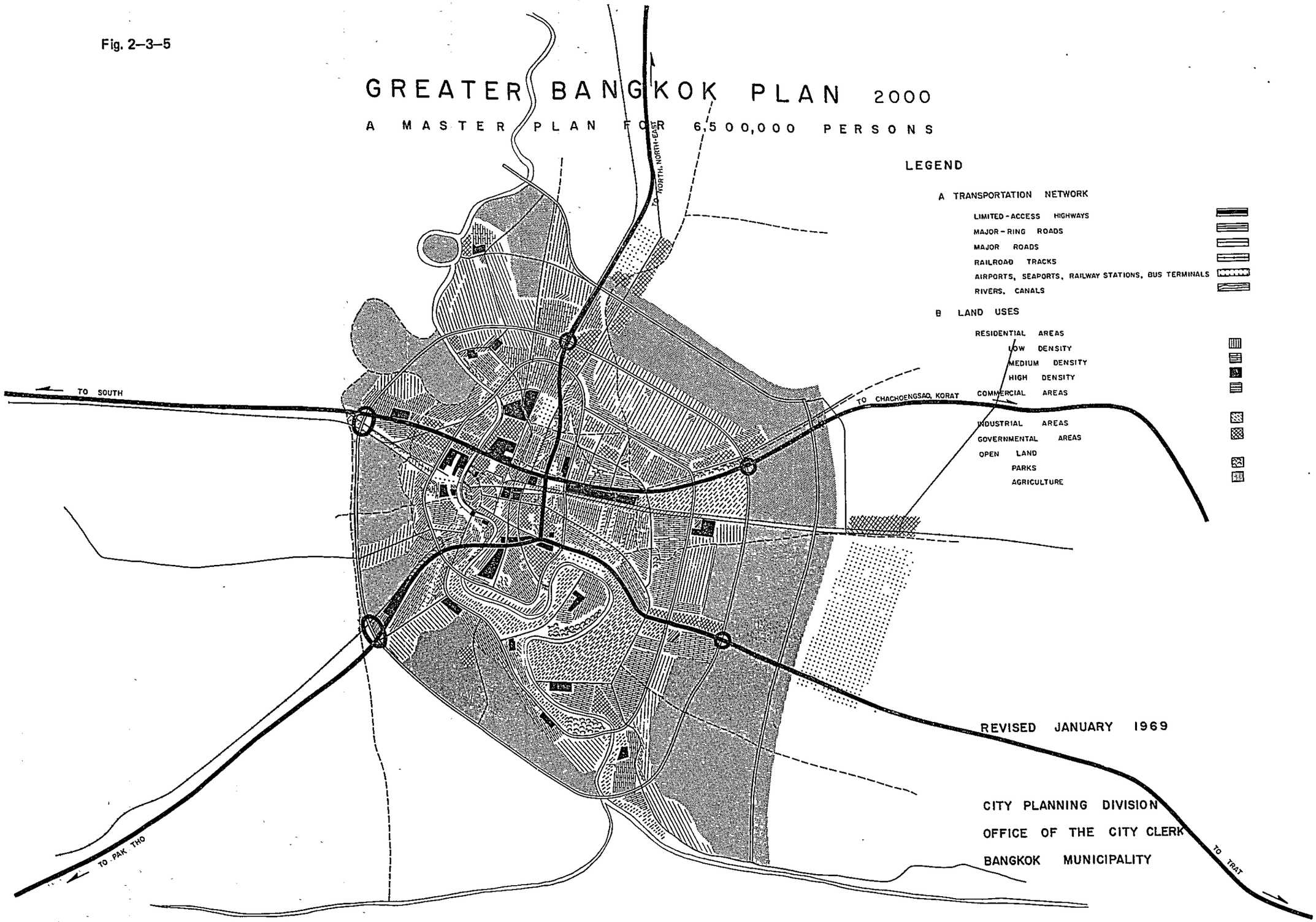
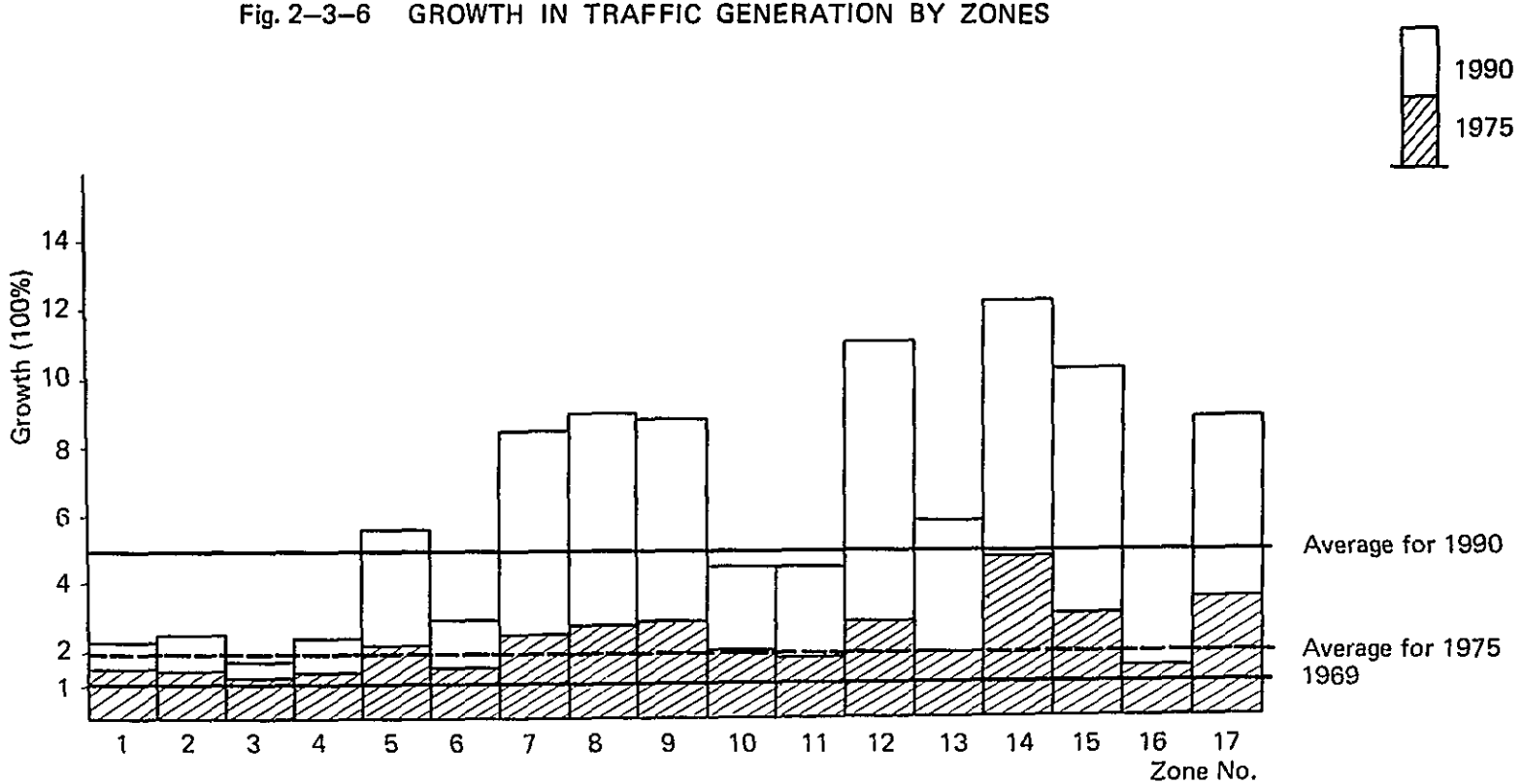

GREATER BANGKOK PLAN 2000
A MASTER PLAN FOR 6,500,000 PERSONS
LEGEND
A TRANSPORTATION NETWORK
LIMITED-ACCESS HIGHWAYS
MAJOR-RING ROADS
MAJOR ROADS
RAILROAD TRACKS
AIRPORTS, SEAPORTS, RAILWAY STATIONS, BUS TERMINALS
RIVERS, CANALS
B LAND USES
RESIDENTIAL AREAS
LOW DENSITY
MEDIUM DENSITY
HIGH DENSITY
COMMERCIAL AREAS
INDUSTRIAL AREAS
GOVERNMENTAL AREAS
OPEN LAND
PARKS
AGRICULTURE
TO NORTH, NORTH-EAST
TO SOUTH
TO CHACHOENGSAO, KORAT
TO PAK THO
TO TRAT
REVISED JANUARY 1969
CITY PLANNING DIVISION
OFFICE OF THE CITY CLERK
BANGKOK MUNICIPALITY

Fig. 2–3–6 GROWTH IN TRAFFIC GENERATION BY ZONES



これに対して，伸びが特に著しく９倍（平均２倍程度）以上に達するゾーンとしては，cf ゾーン7(Amp.Yan Nawa)，８（Amp.Phra Khanong），９（Amp.Dusitの東部），１２（Amp.Bang Khen），１５（Amp.Thon Buri）および１７（Amp.Bangkok Noi）があげられる。これらはいずれも現在周辺部に属するゾーンであり，将来の外周への開発計画がこの交通発生量の伸びに反映されている。最初の２つのゾーンの伸びは，将来土地利用図から明らかなように，バンコク市の南部および東南部のChao Phraya河沿いの開発が計画されているためである。最後の３つのゾーンはトンブリ側に位置する。他のトンブリ側のゾーンは，ゾーン１６（Amp.Bangkok Yai）だけであるから，バンコク市に比べてトンブリ市の発展が，より著しいことが明らかであろう。

交通発生量の伸びが平均的なゾーンについて見ると，ゾーン５（Amp.Pathum Wanの東半分），１０（Amp.Dusitの西部），１１（Amp.Dusitの北部），１３（Amp.Bang Kapi)および１６（Amp.Bangkok Yai）である。

c）将来分布交通量

以上のようにして求められた各ゾーンの交通発生量，総トリップ数などを用いて将来ＯＤ表を計算することができる。１９７５年について計算した結果を希望路線図にまとめたものをFig.２－３－７に，１９９０年のそれをFig.２－３－８に掲げる。

Fig.２－３－７およびFig.２－３－８をFig ２－３－１の現在の希望路線図を比べると，次のような変化に気付くであろう。

第１にバンコク市およびトンブリ市間の交通量は，１９７５年２１７,０００トリップ，１９９０年５９８,０００トリプとなり，現在の2.8倍と7.8倍に伸びる。この値は，総トリップ数の伸び（2.0倍および4.9倍）に比べてはるかに大きいが，その理由は，トンブリ側の開発が大きく進むこと，および Tha Chang Br. と Sathon Br. による誘発交通を見込んでいるためである。

言うまでもなくバンコク・トンブリ間の交通量は，チャオピヤ河を渡る交通の大部分を占めるので，チャオピヤ河の架橋計画の基本としなければならない。

第２に周辺部のゾーン相互間の交通量がきわだって大きくなる点が注目される。これは交通発生の比重が周辺部に移行した結果である。

なかでも７Ｗ－８および８－９のゾーン間交通量は１９９０年には１００,０００台を越える。また１９９０年に交通量４０,０００台以上になるゾーンペアは１－９，８－１２および９－１２であり，３０,０００台以上のゾーンペアは１－１０，８－１０，７Ｅ－１５および１４Ｎ－１５である。これらの９つのペアのうち１－９および１－１０の２つだけが，都心部と周辺部の交通，すなわち放射方向の動きを表わし，他はすべて周辺部相互の交通，すなわち環状方向の動きを意味している。ただしゾーン１５はトンブリ市の中心であり、副都心的な性格をもっていると見られる。いづれにせよ周辺部の交通の伸びには著しいものが見られる。なお周辺部のゾーンは比較的面積が大きいため，以上に述べた数字がそのまま交

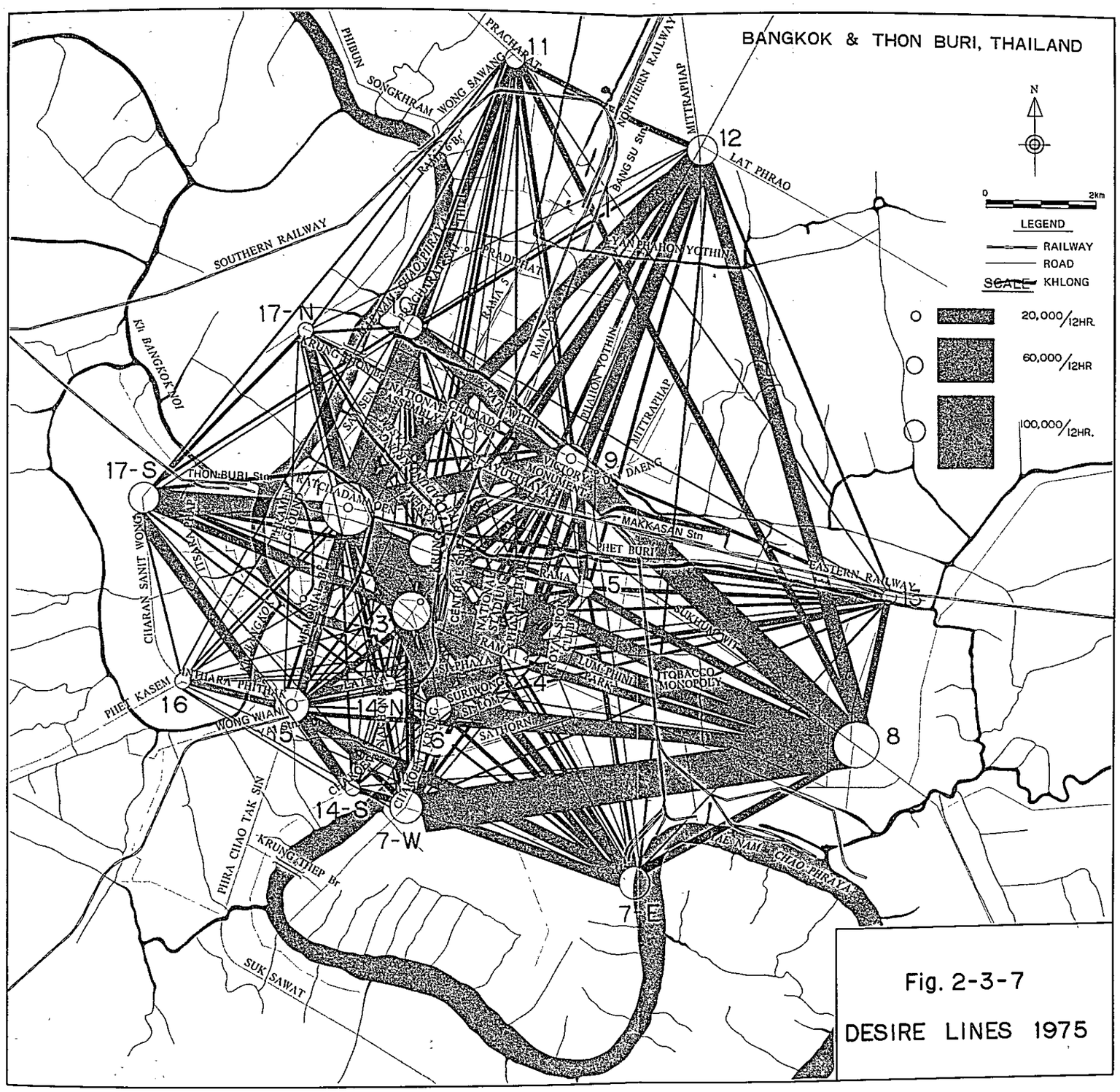
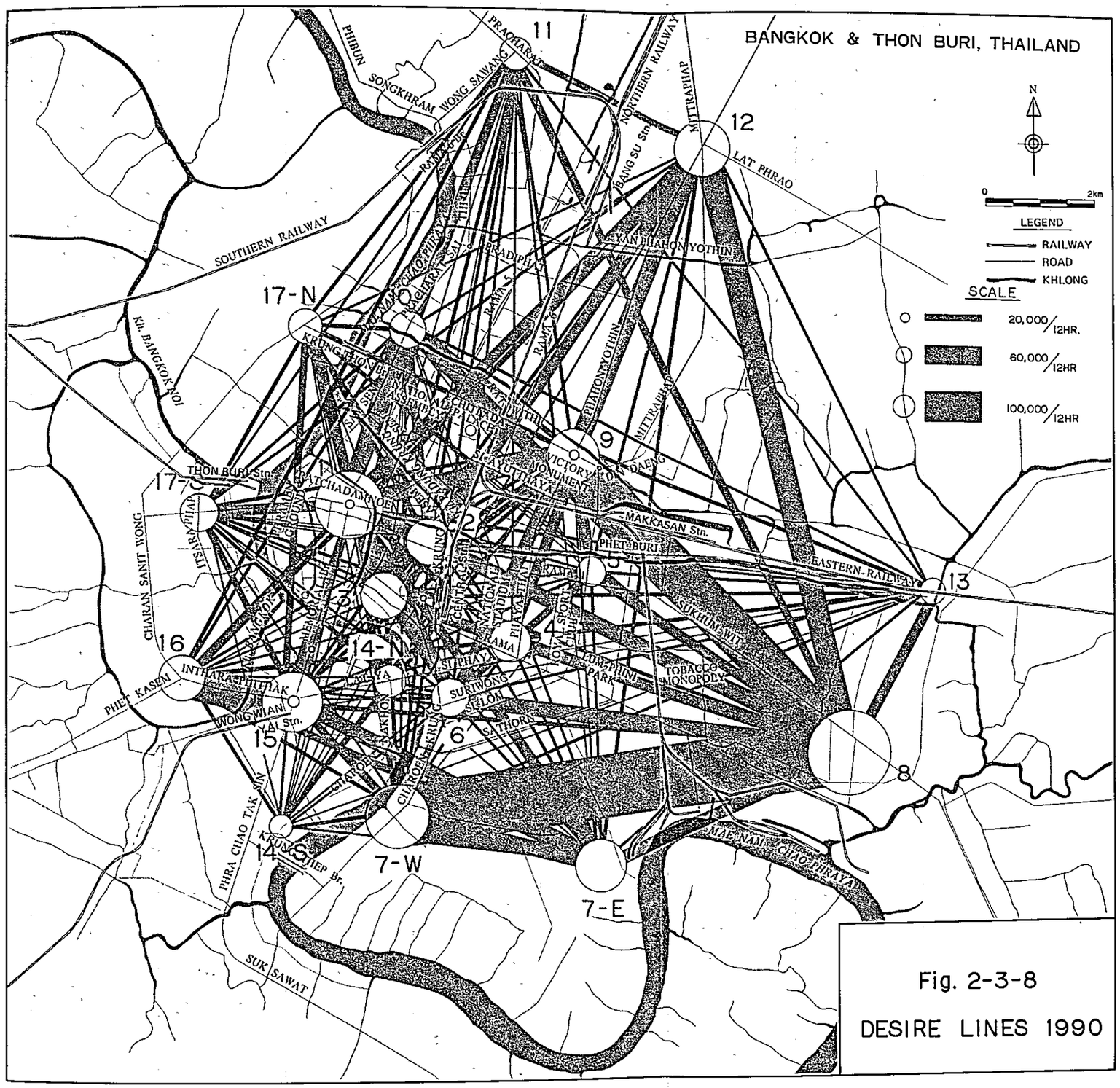


Fig. 2-3-7

DESIRE LINES 1975


BANGKOK & THON BURI, THAILAND
N
0
2km
LEGEND
RAILWAY
ROAD
KHLONG
SCALE
20,000/12HR.
60,000/12HR
100,000/12HR
11
12
13
14-N
14-S
15
16
17-N
17-S
9
8
7
6
5
4
7-W
7-E
PRAKHARAT
PHIBUN SONGKHRAM WONG SAWANG
NORTHERN RAILWAY
MITTRAPHAP
LAT PHRAO
SOUTHERN RAILWAY
Kh. BANGKOK NOI
THON BURI Stn.
MAKKASAN Stn.
PHETBURI
EASTERN RAILWAY
CHARAN SANIT WONG
PHIET KASEM
WONG WIAN YAI Stn.
PHRA CHAO TAK SIN
SUK SAWAT
MAE NAM CHAO PHRAYA
SUKHUM WIT
TOBACCO MONOPOLY
SURIWONG
SILOM
SATHORN
VICTORY MONUMENT
NATIONAL STADIUM
LUM PHINI PARK
Fig. 2-3-8
DESIRE LINES 1990

通の集中の度合を物語るものではないことに注意しよう。

d) 将来配分交通量

将来交通量の推計の最後の段階として推計されたＯＤ表および将来道路網に基づいて配分交通量の推計を行なう。この場合必要となる将来道路網は現在の道路網にバンコク市およびトンブリ市の計画道路を加えたFig 2－3－9を用いた。

配分計算の方法は，次のようなものである。予めFig. 2－3－9 における道路区間に交通量と走行速度の関係式を設定しておき，ＯＤペアごとに走行時間が最短の経路を計算して，その経路にそのＯＤペアの交通量の一部を配分する。配分された交通量に応じて，走行速度，したがって走行時間が変るから，ふたたび最短経路を求めなおして，このときに配分するよう定められたＯＤ交通量を加算する。

以上の過程をすべてのＯＤ交通量を配分し終るまで繰り返す。推計された道路区間の交通量をFig 2－3－10（１９７５年）およびFig. 2－3－11（１９９０年）に示す。

配分された結果によると，チャオピヤ河を渡る交通量は１９７５年に３８１,０００台，１９９０年に８５４,０００台となり，それぞれ１９６９年の１０２,０００台の3.7倍および8.3倍に達する。この伸びはバンコク・トンブリ間のＯＤ交通量の伸びすなわち１９７５年の2.8倍および１９９０年の7.8倍を上まわるものである。その理由はFig. 2－3－12から読み取ることができるであろう。

Fig 2－3－12にチャオピヤ河を渡る交通の起終点別の内訳が示されているが，現在きわめて僅かなバンコク市内の交通が１９７５年には全体の約⅓に達し，１９９０年にはふたたび２０％弱にまで減少していることが第１に注目される。これは現在の４橋に Tha Chang Br.および Sathorn Br.の２橋が追加されることによって，バンコク市内の交通が一旦トンブリ側に渡って迂回した方が目的地に早く到着できるようになることを意味している。しかし１９９０年には本来，橋を利用しなければならないバンコク・トンブリ間の交通が増加するためにバンフク市内の交通が迂回する余地が少なくなるため，その割合は減るものと解釈される。

次に配分交通量を６つの橋ごとに示すとFig. 2－3－13のとおりとなる。

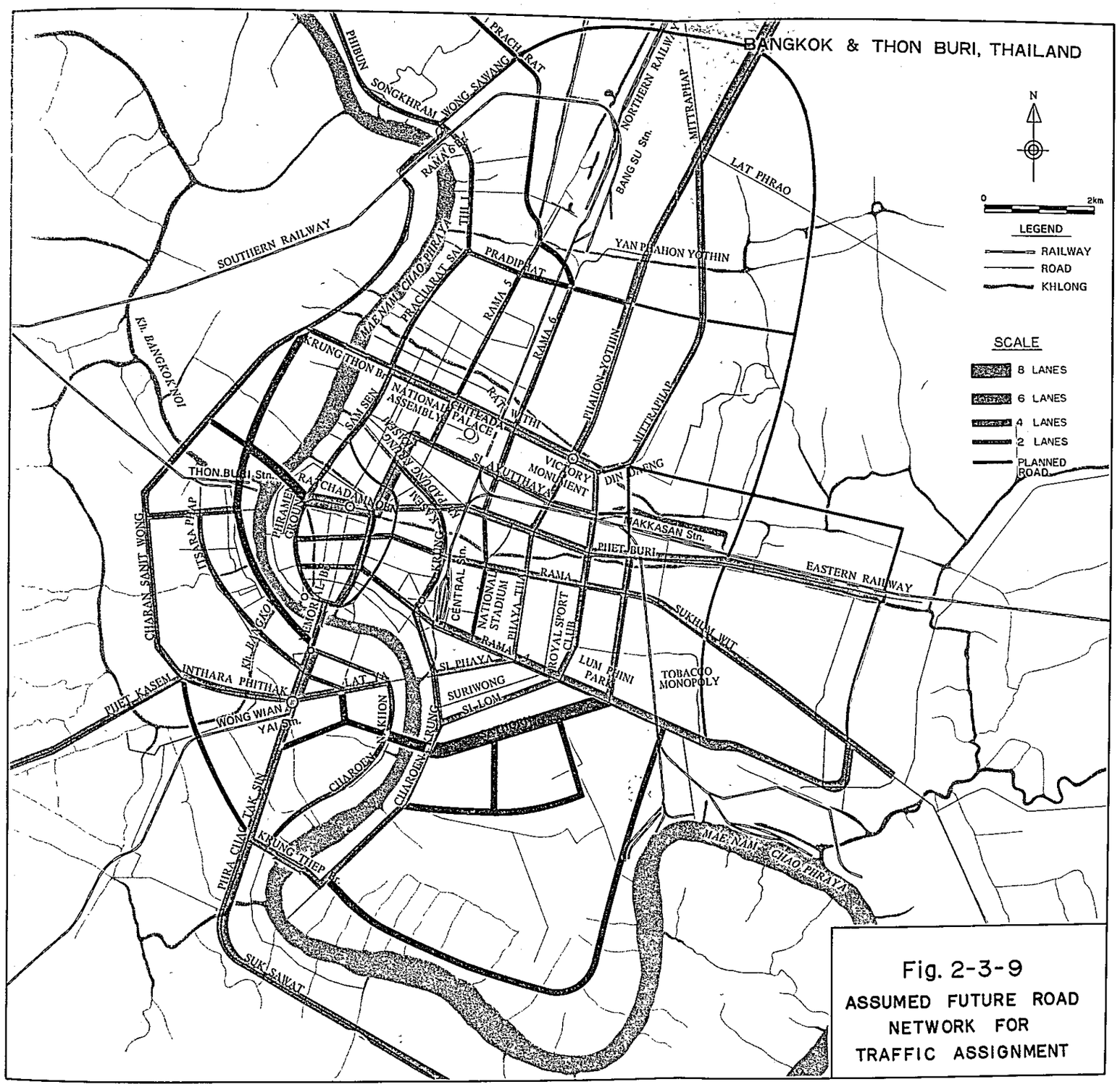


Fig. 2-3-9
ASSUMED FUTURE ROAD NETWORK FOR TRAFFIC ASSIGNMENT

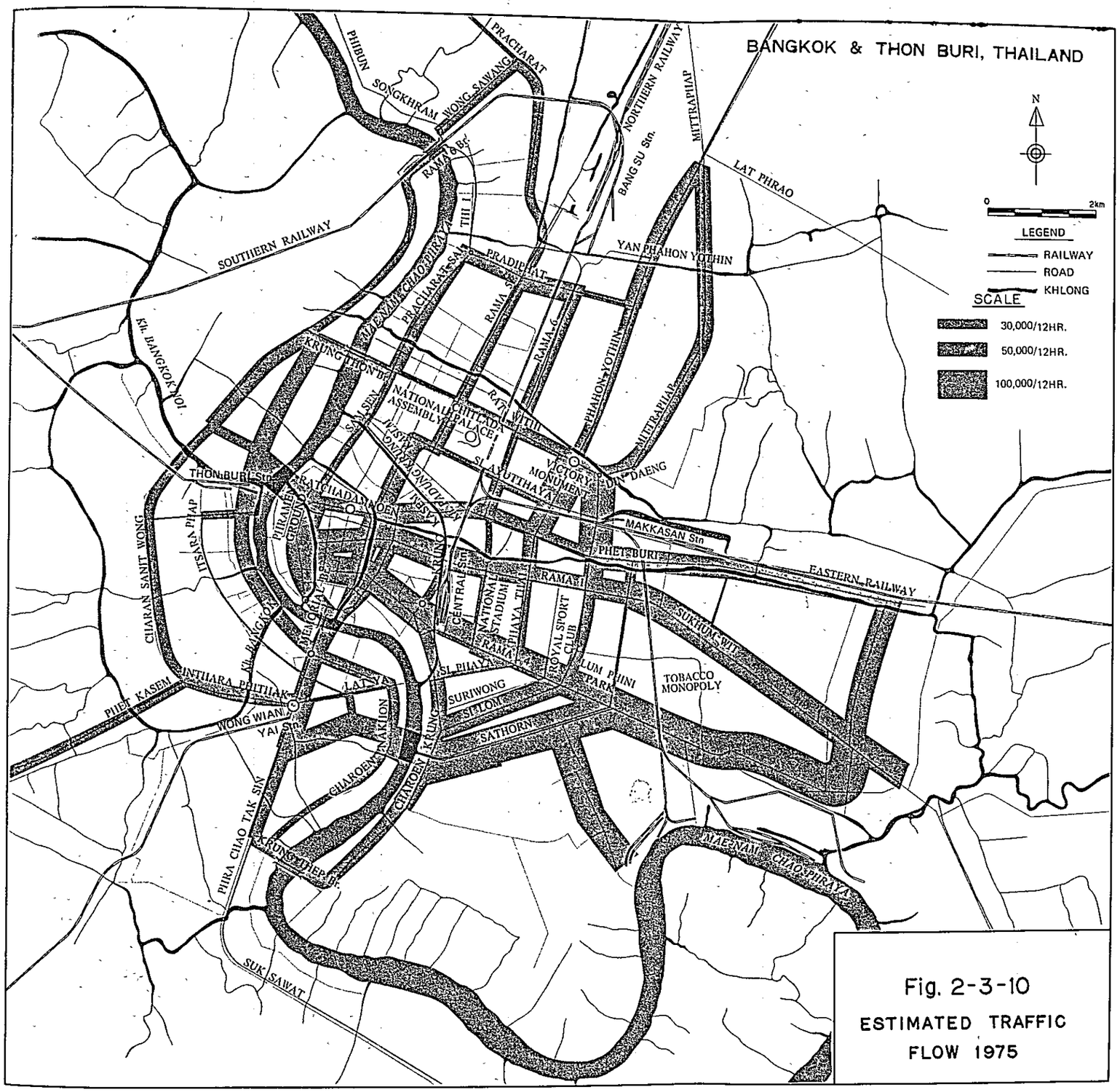


Fig. 2-3-10
ESTIMATED TRAFFIC FLOW 1975

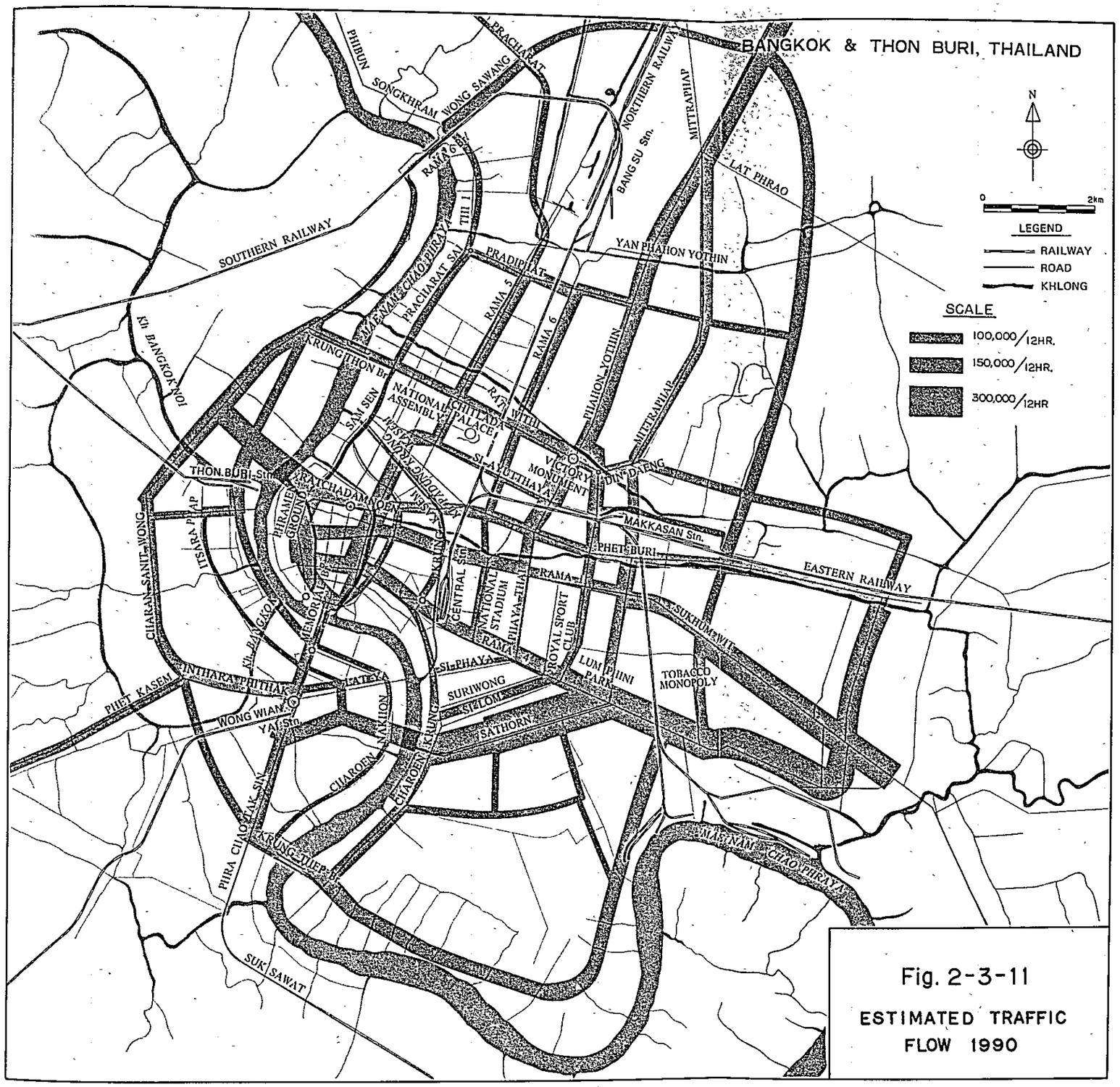
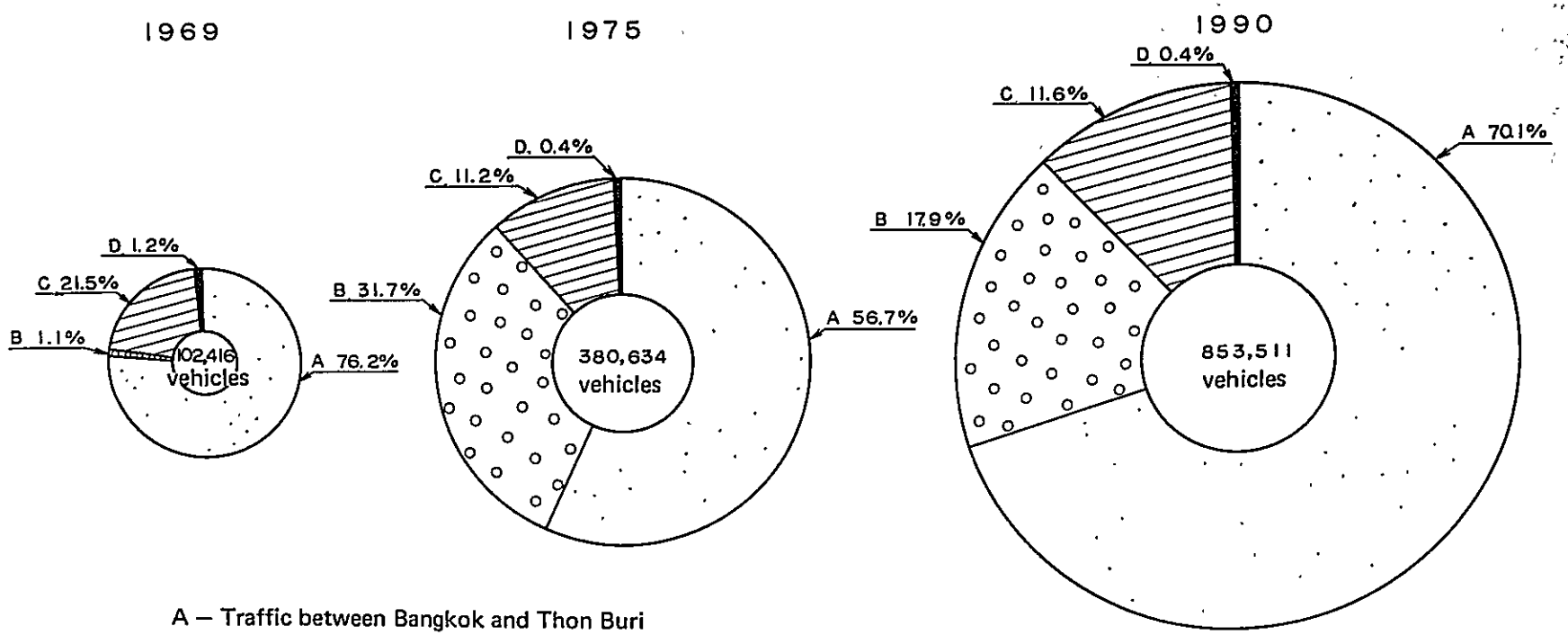


Fig. 2-3-11

ESTIMATED TRAFFIC FLOW 1990

Fig. 2–3–12 ESTIMATED CHANGE IN ORIGIN AND DESTINATION OF THE TRAFFIC ACROSS THE MAE NAM CHAO PHRAYA



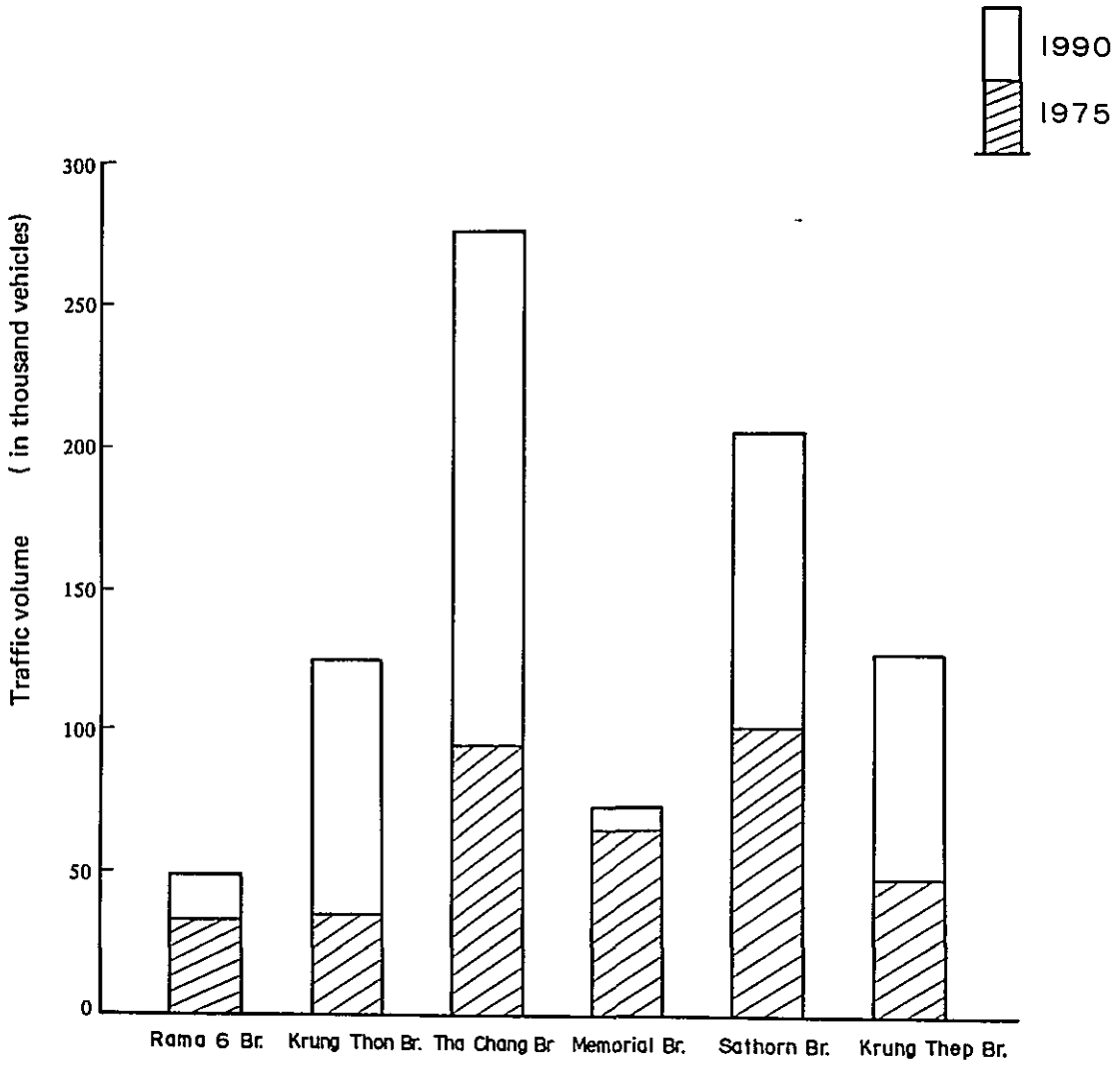
A — Traffic between Bangkok and Thon Buri

B — Traffic in Bangkok or Thon Buri

C — Traffic flowing in or out of Bangkok or Thon Buri

D — Traffic passing through Bangkok and Thon Buri

Fig. 2–3–13 ESTIMATED FUTURE TRAFFIC VOLUME BY BRIDGES



Memorial Br. の交通量は，すでにその交通容量に達しているため１９７５年から１９９０年にかけてほとんど変化していない。

交通量が一定であるということは都心部における交通需用が一定であることを意味しているのではない。

他方 Tha Chang Br. および Sathorn Br.の交通量の伸びが著しく，１９９０年には２００,０００台を越えてしまう。しかし，このような交通量は交通容量の制限を考えると実際にはほとんどありえないと思われる。

ここで容量上考えられる極限の交通量を求めてみると，現在のMemorial Br. の交通量，すなわち１２時間で５７,０００台（２輪車を除く）がほぼこれに近いであろう。

Memorial Br.の車道巾員は１０mであるから，３車線と見なすと車線あたり約20,000台となる。The Chang Br.およびSathorn Br.はそれぞれ６車線，Krung Thon Br.およびKrung Thep Br.は４車線，Rama 6 Br.は２車線であるから，これらにMemorial Br.の３車線を加えると，チャオピヤ河の６本の橋梁で合計２５車線であることになり，その交通容量は５００,０００台程度であろう。

これに対してチャオピヤ河を渡る交通量は１９７５年の３８１,０００台から１９９０年の８５４,０００台に増加する。この間に交通量は一定の割合に変化するものと仮定すると，年間に３２,０００台づつ増加することになり，５００,０００台に達するのは１９８０年頃と推定される。その時には合計６つの橋では，どの橋においても現在の Memorial Br.と同程度の交通渋滞が発生するであろう。１９９０年の交通需要に対しては少なくともさらに１８車線追加する必要があるものと考えられる。なおこの点はきわめて重要であるから，広汎かつ詳細な調査を行なったうえで，慎重に計画をたてる必要がある。

(3) サトン橋および関連する道路網の計画

a) 道路網に関する２，３の問題

道路網の計画は将来交通量に対処できるものでなければならない。また将来交通量は道路網に左右されるものであることは論をまたないが，適切，円滑な交通が確保されねばならない。道路網の計画は，道路投資の再現性が容易でないので２０～３０年後の交通量に見合うようにたてるのが妥当であり，ここでは１９９０年の道路網計画を考察する。

現在の交通はFig.２－３－１４に見られるようにバンコク中央駅を中心とする半経約３Kmのゾーン１，２，３，４，６が主な発生源となっており，Memorial Br. を含めて，この地域内の交通が混雑している。一方将来交通は，これらの現状から周辺地域の開発計画に伴って交通の発生源がひろがって行くであろうことは今まで述べて来たとおりである。このひろがりはバンコク中央駅を中心とするおおむね半経５～7.５Kmの範囲に及んでいる。これら地域内の短い交通は，都心内の混雑した道路で処理せざるを得ない場合もあるが，他の地域から来る交通と，地域内の足の長い交通は，混雑した地域を通す必要はなく，所要時間が短くなるような経路をとることが賢明である。このような考えのもとに現状を考慮すれば，将来の道路計画は地域内の道路網の整備と，取り囲む環状道路の建設が眼目である。

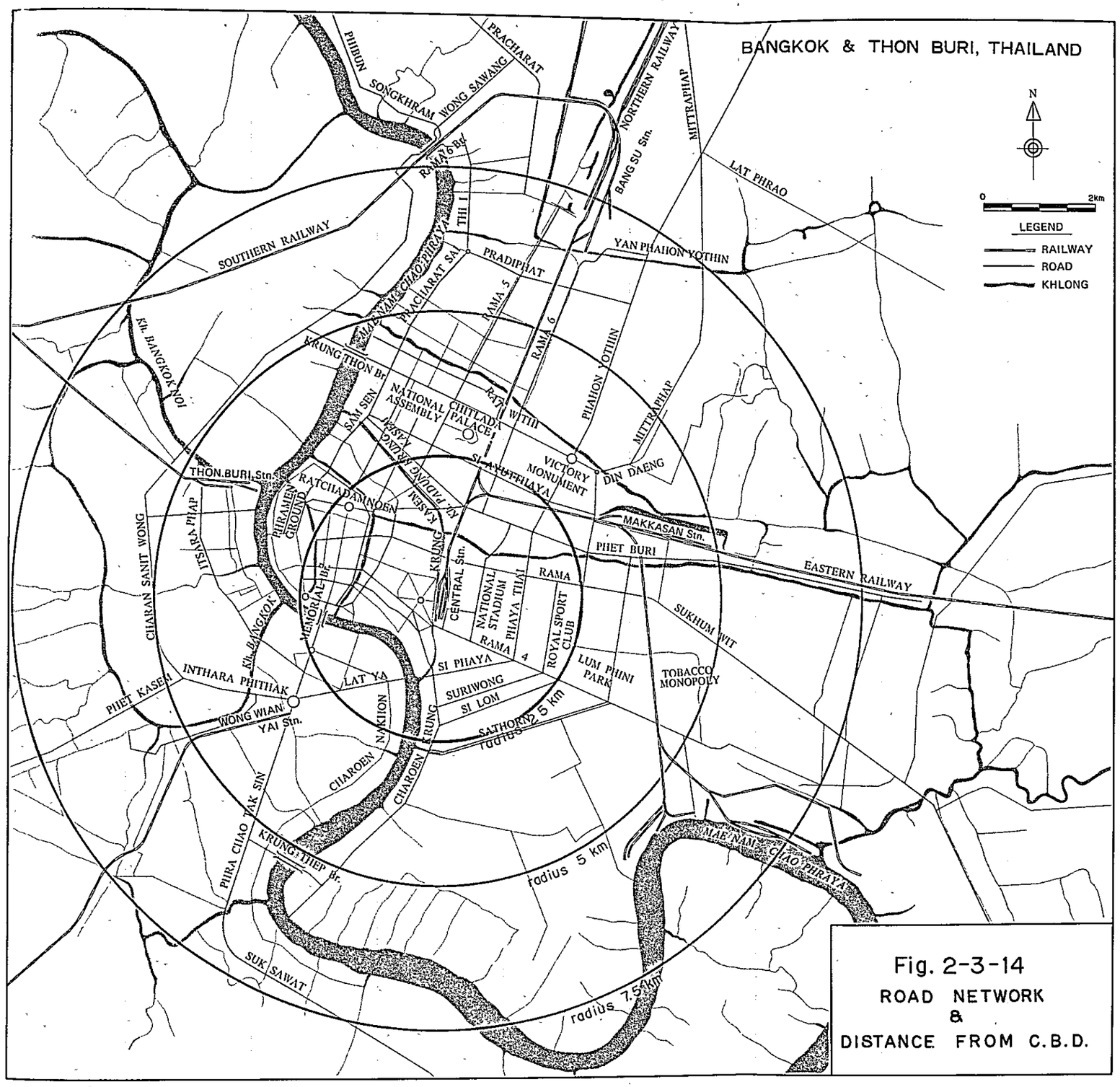


Fig. 2-3-14
ROAD NETWORK
&
DISTANCE FROM C.B.D.

5 Km 圏の環状道路としては，Charan Sanit Wong Rd., Krung Thep Br., バンコク港，Sukhum Wit Soi 21，マカサン駅東側，更にMittraphap Rd. に併行して北上し，西進してWong Sawang Rd. からRama 6 Br. を結ぶ道路が計画されている。この環状道路の交通量はおおむね10万台／12hr. が見込まれている。Krung Thep Br・とバンコク港を結ぶチャオピヤ河沿の道路はまったく新設される計画になっているが，少くとも6車線が必要である。また，この河沿い道路とSukhum Wit Soi 21とを結ぶ新線の計画が望ましい。開発地域はその外側にもひろがっているので，将来さらにこの外側，例えば10Km圏にも環状道路が必要となろう。

また Sathorn Br・およびその取付道路の建設と相まって，3Km圏の環状道路（Sathorn Rd., Witthayu Rd., Ratuichi Rd., Krung Thon Br., Charan Sanit Wong Rd・および Inthara Phithak Rd・）を形成することは，非常に望ましい。

この3Kmの環状道路は10万台／12hr 以上の交通量が，見込まれている。この環状道路を完成させるためには Witthayu Rd・と Ratwichi Rd・を結ぶことが望ましいが，Ratwichi Rd・は現在でもかなり混雑し，かつ沿道に人家が連たんして，実現が困難なので，Mittraphap Rd・および Si Ayutthaya Rd・への2つの連絡路を利用して環状道路を構成することも止むを得ない。

Witthayu Rd. と Mittraphap Rd・の連絡は中間にマカサン鉄道工場があるので線形は悪くなるが，その主要部を避けて西側の比較的通り易い所を高架で通らねばならない。Mittraphap Rd・は南端の構造から見て，この高架道路との取付に適している。この高架道路は Si Ayutthaya Rd・とはかなり接近しているが，これとの取付けに構造上必要な距離はあるものと思われる。

地域内の道路網の整備のためには，チャオピヤ河を渡る橋の建設と街路の改良が必要であろう。チャオピヤ河を渡る橋としては現存する4橋に加えて Tha Chang Br・および Sathorn Br・の2橋が計画されているが，これらの2橋は1990年をまたずに交通量が容量に達すると思われるので，おそくとも1980年ころには更に2,3の架橋が必要になると思われる。しかしこの点については更に充分な調査を行なって計画すべきである。またすでに現在でもネックになっている交差点の改良によって，市内道路網の容量を上げることが望ましい。

b) サトン橋とその連絡道路の役割

すでに述べたことから考察すれば Sathorn Br・とその連絡道路は次のような役割を担っている。

1　現在すでに飽和状態にある Memorial Br・の将来の増加交通を受け持つ。

2　今後発達するバンコク南東部とトンブリ市を結ぶ幹線道路となる。

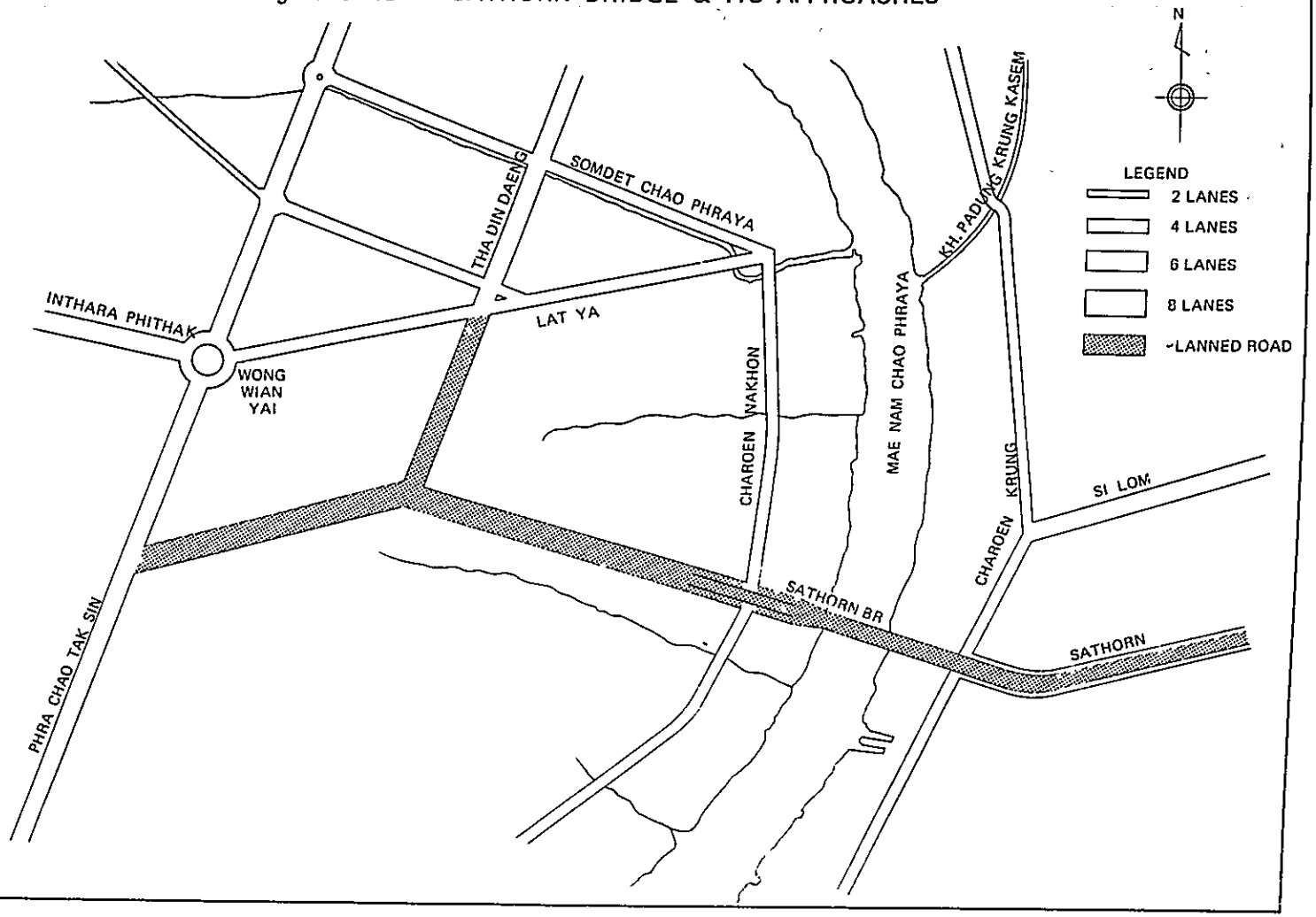
3　環状道路を構成して市域を通過する交通をバイパスさせ，また，市域へ流入する交通を分散させる。

Sathorn Br. は1975年には100,000台前後の交通需要があるものと推定されている。本調査では Tha Chang Br. 完成後の着工，したがって1975年の供用開始を想定したが，その建設はできるだけ早いことが望ましい。Sathorn Br. は，その交通需要が将来さらに伸びるが，橋の構造と取付道路の沿道の状況に制約されるので，往復6車線とする。取付道路は前記の目的を達するためバンコク側は，Sathorn Rd. に連結する。Sathorn Rd. はその中央のKhlong Sathorn を利用してあらたに4車線を築造し，現道の4車線と合わせて8車線とする。Charoen Krung Rd. はすでに交通飽和状態にあるので，これとは立体交差とし直接の接続は行わないものとする。

トンブリ側はCharoen Nakhon Rd. に直接の取付けを行うと共に4車線で，Charoen Nakhon Rd. と立体交差する。これ以西は少なくとも6車線の平面道路とする。一方トンブリの交通の中心である大サークルはすでに交通量が多く，かつその周囲が密集市街であるので，これに取付けることは避けて，Phra Chao Tac Sin Rd. に取付けると共に，分岐道路をもって Lat Ya Rd. と連結することが望ましい。

計画中のPaktho Highway からの流入交通はKrung Thep Br. の構成する5Km圏環状道路または，Sathorn Br. の構成する3Km圏環状道路をもって処理する必要がある。（Fig.2-3-15参照）

Fig. 2–3–15 SATHORN BRIDGE & ITS APPROACHES



2－4　計画事業の経済的検討

(1) 便　益

道路建設の経済効果としては，輸送時間の短縮，走行経費の節減，快適度の向上，交通事故の減少などの直接的効果のほかに，土地利用の高度化，生産ならびに輸送計画の合理化，資源開発，市場圏の拡大などの間接的効果をあげることができる。しかしこのような数多くの効果を貨幣タームで計測することはかならずしも容易ではないため，通例直接的効果のうちの輸送時間の短縮（時間便益）および走行経費の節減（走行便益）だけを効果算定の対象としている。この報告書においてもこのような方法にならうものとする。

この2つの便益額を推定するためには，まず1975年のOD交通量をSathorn Br．ならびにその取付道路が建設された場合の道路網と建設されなかった場合の道路網の2つの場合について配分を行ない，それぞれの場合のすべてのODペアー間交通量の経路および走行距離を求める。

Sathorn Br.を利用するあるODペアーの走行距離は，Sathorn Br. が建設されたときとされる前との差だけ短縮される。この差と，そのODペアーの交通量のうちSathorn Br. に転換した交通量との積が，そのODペアーにおいて節約される走向距離となる。この値を各ODペアーについて合計すれば，それがSathorn Br. 架橋により節約される総走行台キロに他ならない。

上記の2通りの計算過程は，別冊において詳しく述べられているが，その結果はTable 2－4－1に示すとおりで，総走行距離の差は，乗用車129,000台Km，タクシー239,000台Km，トラック161,000台Km．合計529,000台Kmにのぼる。この差がSathorn Br．架橋による走行距離の短縮に他ならない。

Table 2－4－1　Sathorn Br 架橋に基づく走行距離および旅行時間の短縮

項目＼車種	乗用車	タクシー	トラック	合　計	備　　考
総走行距離の短縮（台Km）	129,469	238,528	160,876	528,873	交通量配分の結果による
旅行時間の短縮（台分）	221,947	408,905	321,752	952,604	乗用車およびタクシーの速度35Km/hr.トラックの速度30Km/hr.として短縮された距離を時間に換算

一方この走行距離の短縮に基づく旅行時間の短縮は，乗用車およびタクシーの速度を35 35Km/hr.，トラックのそれを30Km/hr. と仮定すると，Table2－4－1の最下行にあるように乗用車222,000分，タクシー409,000分，トラック322,000分，合計953,000分となる。

以上において走行距離の短縮とそれに基づく旅行時間の短縮が求められたわけであるが，走行便益および時間便益は実際上はより大きいものと思われる。

いま配分対象道路網において変更された道路区間，すなわちSathorn Br. に加えて，Khlong Sathorn を利用して建設される4車線の新Sathorn Rd.（これは現在4車線のSathorn Rd. が8車線に拡巾されることを意味する），Charoen Nakhon Rd. をこえ，Phrd Chao Tak Sin Rd. に達する道路ならびにその途中から分岐してLat Ya Rd. に接続する道路の3本の取付道路は，首都圏全体の道路網のごく僅かな部分を構成するにすぎない。しかしその有無はあらゆるODペアの走行経路，走行距離，旅行速度，旅行時間に複雑な影響を与える。たとえ走行経路，したがって走行距離に変化がないとしても，走行速度が変化することはおこりうる。Sathorn Br. の架橋によって旅行速度が上昇すれば，とうぜん旅行時間は短縮される。また走行経費は旅行速度によって定まるから，走行経費が変る。しかも走行経費は低速においてはきわめて大きく，速度の上昇とともに1時的に低減する傾向があるため，交通需要が容量に比べて大きい場合には旅行速度の上昇は走行経費の節減を意味する。

このようにSathorn Br. の建設は走行距離の短縮に基づく走行便益および時間便益をもたらすばかりでなく，旅行速度の上昇に基づく走行便益および時間便益をもたらす。とくに後者はSathorn Br. を直接利用しない交通について生ずると期待される。しかし後者の計算の基礎となる旅行速度をバンコク・トンブリ首都圏におけるすべての道路区間について推定することはきわめて困難であるので前者のみをもって，Sathorn Br. の便益とすることとする。

次に求められた旅行時間および走行距離の節減を金額で表示するために時間価値の単価と走行経費の単価を定める。これらの値は国情によって相違があるので，日本の値をタイ国の事情に合うように修正する。

一般に日本で用いられている時間価値単価は，Table 2－4－2 に示すとおりであるが，この値は1人あたりのGNPまたは所得に比例すると考えられるので，Table 2－4－3 におけるタイ国の日本に対する1人あたりGNPの比0.159で修正する。さらに普通自動車と小型自動車の構成比を乗用車およびタクシーについては0.2：0.8，トラックについては，0.5：0.5 と仮定すると，Table 2－4－2 に見られるように乗用車およびタクシーの時間価値単価として฿0.0529／分トラックの時間価値単価として฿0.0573／分が得られる。

Table 2－4－2 時間価値単価

車種 ＼ 項目	乗用車およびタクシー		トラック	
	普通車	小型車	普通車	小型車
日本における単価 (฿/min)	0.438	0.306	0.453	0.257
タイ国における単価 (฿/min)	0.0696	0.0487	0.0720	0.0425
普通車と小型車の構成比	0.2	0.8	0.5	0.5
時間単価 (฿/min)	0.0529		0.0573	

Table 2-4-3 タイ国と日本の1人あたりのGNPの比

項目＼国	タイ国	日本
GNP (฿1,000,000)	96,269	1,955,841
人口 (1,000 persons)	32,680	100,428
1人あたりGNP (฿/Person)	2,946	18,478
比	0.159	1.000

走行経費を求めるためには，算式は日本の標準的なものを用い，これにタイ国の値をあてはめる。走行経費単価に関する計算およびその結果をTable 2-4-4に掲げる。

Table 2-4-4 走行経費単価

車種＼一般街路 標準旅行速度＼費目	乗用車およびタクシー 35Km/hr				トラック 30Km/hr				備考
	単価(税込み)	耐用距離	税率	税ぬきの走行経費 ฿/Km	単価(税込み)	耐用距離	税率	税ぬきの走行経費 ฿/Km	
燃料費	ガソリン ฿2.2/litre	11.4Km	0.45	0.106	軽油 ฿1.4/litre	36Km	0.17	0.323	
油脂費	–	–	–	0.011	–	–	–	0.032	燃料費の10%とする
タイヤ・チューブ費	฿330/PC ×4PCS	35,200 Km	0.17	0.031	฿1,600/PC ×6PCS	60,000 Km	0.17	0.133	
車輌償却費	฿60,000	76,000 Km	0.47	0.418	฿150,000	200,000 Km	0.19	0.608	
修繕費	฿0.144/Km	–	0.15	0.122	฿0.334/Km	–	0.15	0.284	日本の値をそのまま使用
直接費合計	–	–	–	0.688	–	–	–	1.380	
管理費・人件費	–	–	0.011	0.008	–	–	0.246	0.339	税率欄の値は直接費に対する割合
走行経費合計	–	–	–	0.696	–	–	–	1.719	

注 (1) 標準旅行速度および耐用距離は日本における一般街路の値

(2) 単価および税率はタイ国における平均値

走行経費の費目としては，燃料費，油脂費，タイヤ・チューブ費，車両償却費および修繕費があげられるが，それぞれについてその価格，耐用距離および税率から税ぬきの1Kmあたりの経費を求める。耐用距離は日本における一般街路のそれを，価格と税率はタイ国における

標準的な値を用いている。ただし油脂費は日本の方法にならい，簡単に燃料費の10%とする。また以上の5項目の直接費の他に管理費・人件費を加えなければならないが，これは日本では直接費に対する割合によって計算されているので，この割合をTable 2-4-3に示した1人あたりGNPの比で修正して用いることとする。このような計算の結果，乗用車およびタクシーの走行経費単価฿0.696/Km.トラックのそれ฿1.719/Km を得る。なおここで税ぬきの経費を求めたのは，税は国民から国家財政への移転に過ぎないのに対し，この場合の便益は国民経済全体としての利益または費用の軽減を意味するからである。

今求めた時間価値および走行経費の単価を使用し，先に算出したSathorn Br. 建設により，1975年において節減される総走行時間と総走行距離について，時間便益および走行便益を概算すると，Table 2-4-5のとうりとなる。時間便益について見ると乗用車฿12,000

Table 2-4-5 計画事業1日あたりの便益額

項目 ＼ 車種		乗用車	タクシー	トラック	合計
時間便益	節減された走行時間（台分）	221,947	408,905	321,752	952,604
	単価（฿／台分）	0.0529	0.0529	0.0573	–
	金額（฿）	11,741	21,631	18,436	51,808
走行便益	節減された走行距離	129,469	238,528	160,876	528,873
	単価（฿／Km）	0.696	0.696	1.219	–
	金額（฿）	90,110	166,015	276,549	532,674
便益総額		101,851	187,646	294,985	584,482

タクシー฿22,000，トラック฿18,000，合計฿52,000，走行便益は乗用車฿90,000，タクシー฿166,000，トラック฿276,000，合計฿533,000で，時間便益と走行便益の合計は฿584,000である。これは1日あたりの金額であるから，1975年1年間では，

฿584,482／日×365日≒฿213,000,000

となる。

なお交通量の推定はすべて昼間12時間あたりの値に基づいて行なわれたので，ここに求められた便益も厳密には昼間12時間分の値である。しかし夜間は交通量が大巾に減少するうえ，走行速度が大きくて，1台あたりの時間便益，走行便益ともに小さくなるので，総便益はかなり小さいと思われ，考慮しないこととする。

(2) 費用

計画事業に必要な費用はSathorn Br. の他，バンコク側のSathorn Rd. の拡巾部分およびトンブリ側の2本の取付道路に要する建設費と維持費の2つの費用を含む。

建設費のうちSathorn Br. 架橋のための費用は，本報告書3-4における積算によると฿297,000,000である。

トンブリ側の2本の取付道路の建設費用はごく大ざっぱに他の事業費を参考にして求める。

Paktho Highway の建設費は，総額約 ฿240,000,000と見積られ，その延長は 82.1 Kmであるから，Paktho Highway の1Kmあたり建設費

$$= \frac{฿240,000,000}{82.1Km}$$

$$= ฿2,800,000 / Km$$

となる。Paktho Highway は2車線であるのに対して，トンブリ側取付道路は8車線と想定すると，トンブリ側取付道路1Kmあたりの建設費

$$= ฿2,800,000 / Km \times \frac{8}{2}$$

$$= ฿11,200,000 / Km$$

となる。また用地費は，単価 ฿80／㎡，道路巾員80mとすると，

トンブリ側の取付道路1Kmあたりの用地費

$$= ฿80 / m^2 \times 80m \times 1Km$$

$$= ฿6,400,000 / Km$$

が得られる。したがって，

トンブリ側の取付道路1Kmあたりの事業費

$$= ฿11,200,000 / Km + ฿6,400,000 / Km$$

$$= ฿17,600,000 / Km$$

となる。

一方バンコク・トンブリ両市の道路事業費は，道路によって多少ばらつきが見られるが，舗装巾員9,5m（2車線），道路巾員30mの道路の平均はほぼ฿5300000／Km である。この金額の建設費と用地費の割合は，上のPaktho Highway の建設費に基づいて求めた事業費と同じとすると，

$$11,200,000 : 6,400,000 = 0.64 : 0.36$$

となり，Sathorn Br. の取付道路の1Kmあたりの事業費を舗装巾員8車線，道路巾員80mに合わせるように比例計算により求める。

トンブリ側取付道路の事業費

$$= ฿5,300,000 / Km \times \left(0.64 \times \frac{8}{2} + 0.36 \times \frac{80}{30} \right)$$

$$= ฿18,700,000 / Km$$

結局，Sathorn Br. のトンブリ側取付道路の事業費はPaktho Highway の見積によると，฿17,600,000／Km，バンコクおよびトンブリ市内の事業費によると฿18,700,000／Kmとなるので，これらの中間をとって，฿18,000,000／Kmとする。

次にSathorn Rd. の拡巾部分の事業費を求める。Sathorn Rd. はKhlong Sathorn の上につくられ，舗装巾員は4車線分となるから，先に求めたトンブリ側の取付道路の事業費から用地費฿6400,000／Kmを差引き，8車線を4車線とする。

Sathorn Rd. 拡巾の路面の建設費

$$= (฿18,000,000/Km - ฿6,400,000/Km) \times \frac{4車線}{8車線}$$

$$= ฿5,800,000/Km$$

他にKhlong Sathorn を埋め立てる費用としてボックスカルバートおよび杭の費用が必要であるが，฿32,000,000／Km見込んでおけば充分であろう。したがって路面の建設費と埋め立ての費用合計を฿38,000,000／Kmとする。

以上のようにして求めた3本の取付道路の概算単価を用いて，Sathorn Br. を含めた計画事業の総費用を求めると，Table 2－4－6に見られるとおり，฿456,000,000となる。

Table 2－4－6 計画事業の事業費

建設項目	単価 (฿1,000,000)	延長 (Km)	金額 (฿1,000,000)
Sathorn Br.	—	1.1	297
Thon Buri 取付道路2本	18	2.5	45
Sathorn Rd. 拡巾	38	3.0	114
合計	—	—	456

最後に建設事業の維持費を見積ることとする。

Sathorn Br. の維持費のうち，道路としての機能維持に必要な概算金額はTable 2－4－7 に示すとおりである。

Table 2－4－7 Sathorn Br. の路面維持費

項目		単価	数量	金額 ฿／年	摘要
部分塗装・伸縮接手・小修理等		฿1.44m車線・年	車道 歩道 1,107×6+313×2=7,268 m	10,455	名神高速の実績：฿578／m・4車線・年 歩道は1車線と見なす
アスファルト	補修	฿0.72／m² 年	1,107×21+313×25×2=24,812 m²	17,865	施工後毎年次のように増大して行くのでその平均をとる
舗装	打換え	฿63.5／m² 15年		105,120	15年に1回必要となるので年間はその1／15でよい
	合計	—		122,985	
レーン・マーク		฿4.04／m 年	1,107 m × 5 = 5,535 m	22,361	
照明用電力		฿0.58／KW hr	0.4KW×55基×10hr/日×365日×0.6	27,944	深夜は減光するため点灯率は0.6とする
その他		—	—	18,376	上記の合計の10%とする
合計		—	—	192,132	

アスファルト 施工後年数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均
費用 ฿／m²	0.23	0.46	0.52	0.58	0.61	0.69	0.75	0.81	0.87	0.87	0.92	0.92	0.98	0.98	0.72

その内訳は小修理に類するもの，舗装，レーンマーク，照明用電力，その他から構成されており，各費目ごとに日本の実積単価にSathorn Br. の延長を乗じて求められた維持費の合計は年平均B192,000に達する。

取付道路の維持費は，上の費目のうち小修理類が不要であり，車線数および延長に比例するものとすると，Sathorn Rd. の拡巾部分については，B328,000トンブル側の2本の道路についてはB547,000となる。Sathorn Br. の可動部分に関する維持費は本報告書3－4において約B66,000と見積られている。Table 2－4－8において以上の計算を示した。計画事業の全維持費を求めると，年間B1,133,000 が得られる。

Table 2－4－8 計画事業の維持費

項目 / 維持費		延長 (Km)	車線数	維持費 (B1,000)	算出根拠
Sathorn Br. の路面		1.11	6	192	Table2－4－6による
取付道路	Sathorn Rd. の拡巾部分	3.0	4	328	$(192-10)\times\frac{3.0Km}{1.11Km}\times\frac{4車線}{6車線}$
	Thon Buri 側道路2本	2.5	8	547	$(192-1)\times\frac{2.5Km}{1.11Km}\times\frac{8車線}{6車線}$
Sathorn Br. の可動部分		－	－	66	本報告書3－4による
合計		－	－	1,133	

(3) 経済的妥当性

計画事業の経済性を判定するために，以上で求められた便益と費用を比較してみる。

比較の方法は，費用便益比法および内部収益率法とによるものとする。ただし事業費の償還期間を20年とし，本橋の建設期間は本報告書3－5において述べるように3年間を要するので，事業費は1972年から1974年にわたって支出されると考えられるが，計算の便宜上1973年に全額投下されるものと仮定する。また便益は交通量の伸び（等比級数）に比例して増大するが，交通量は交通容量の制約により，1980年以降は一定と考えることとする。

まず費用便益比法とは，毎年均等に償還されるべき経費とこれも均等化された利益の比で表わす方法であり，次式で表わされる。

$$C=\frac{i(1+i)^{n+2}}{(1+i)^{n-1}}Cc+Mc$$

C：均等年経費

Cc：計画事業の建設費，これにかかる係数は資本回収係数とよばれ，建設費との積は建設費の均等年償還額を意味する。ただし建設費は供用開始より2年前に投資されるため，分子の指数は＋2とした。

Mc：計画事業の維持費

i：利子率

n：償還期間

$$B = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^{n-1}} \sum_{k=1}^{n} (1+i)^{-k+1} B_k$$

B：均等年便益

Bk：k年における便益

また供用開始初年度の便益がある一定期間等比級数で成長し，その後一定額にとどまるものとすると，この式は次のように書きなおせる。

$$B = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^{n-1}} \times B_1 \times \left\{ \sum_{k=1}^{m} \left(\frac{1+h}{1+i}\right)^{k-1} + \sum_{k=m+1}^{n} \frac{(1+h)^m}{(1+i)^{k-1}} \right\}$$

$$= \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1} \times B_1 \times \left\{ \frac{1+\left(\frac{1+h}{1+i}\right)^m}{1-\frac{1+h}{1+i}} + \left(\frac{1+h}{1+i}\right)^m \times \frac{1-\frac{1}{(1+i)^{n-m}}}{\frac{i}{1+i}} \right\}$$

B_1：供用開始初年度の便益

m：便益の成長が続く年数

h：便益の成長率

求める費用便益比は次のようになる。

$$r = \frac{C}{B}$$

r：費用便益費比

これまでの計画事業の費用および便益の推定によると，均等年経費Cおよび均等年便益Bの算出に必要な値は次のとおりである。

Cc＝฿456,000,000　（Table 2－4－6より）

Mc＝฿1,133,000　（Table 2－4－8より）

n＝20

B_1＝฿213,000,000　（2－4(1)より）

m＝5

h＝0.0481　{ Sathorn Br. の配分交通量
1975年100,670台，1990年203,778台による。

ここで利子率iを8％と12％とすると，Table 2－4－9に示すように，費用便益比はそれぞれ5.0および3.6となる。

Table 2-4-9　Cost-Benefit Ratio

Rate of interest	Equalized annual cost (฿1,000,000)	Equalized annual benefit (฿1,000,000)	Cost-Benefit ratio
8%	55.3	274.9	4.97
12%	77.7	281.5	3.62

このことはタイにおいては交通量に比べて交通施設が充分でないこと，とくにチャオピア河には橋梁がきわめて不足していることを物語っていると考えられる。

次に内部収益率法によって比較を行なってみよう。この方法は経費の現在評価額を便益の評価額と等しくするような割引率，すなわち内部収益率を求めるものである。

計算式は次のように表わされる。

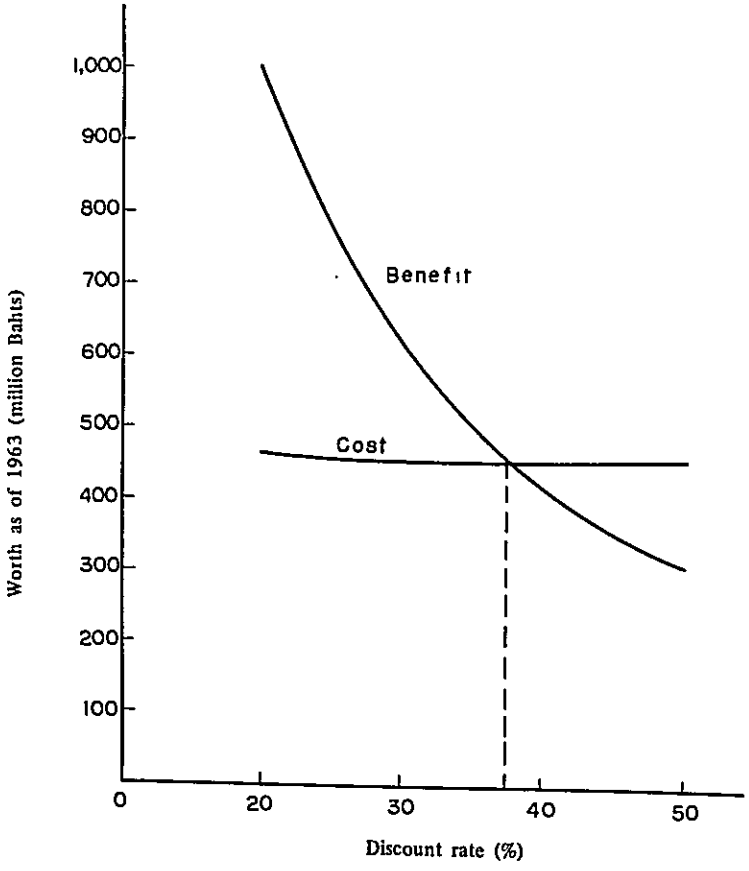
$$Cc + \frac{Mc}{(1+i)^2} \sum_{k=1}^{m} \left(\frac{1}{(1+i)^2}\right)^{k-1} = \frac{1}{1+i^2} \sum_{k-1}^{n} \frac{Bk}{(1+i)^{k-1}}$$

i：内部収益率

この式の左辺は経費の現在評価額を右辺は便益のそれを表わしている。この2つの額をグラフに画くとFig. 2－4－1のとおりとなり，求める内部収益率は38%であることがわかる。この内部収益率も一般に期待される値よりきわめて大きい。

したがって費用・便益比および内部収益率ともに大きな値を示し，この計画事業はタイの国民経済の観点からきわめて有利な事業であると判断できる。

Fig. 2–4–1 INTERNAL RATE OF RETURN



第3章　サトン橋ならびに取付部についての構造上の検討

3－1　概　　要

(1)　計画上の諸問題

Sathorn Brの構造計画に当って，公共事業局より示された条件のうち主なものは，中央径間においてテストの高さ30mの船舶の航行を阻害しないこと，チャオピヤ河部のクリヤスパンは全て60m以上にすること。中央径間以外は鉄筋コンクリート又はプレストレストコンクリート構造を採用すること。バンコク市の美観を損なわないこと，維持管理の費用が少ないこと，などであった。

これらの条件を基礎として，日本調査団は，幾つかの問題点について検討を加えた。

まず，日本調査団は河川の横断道路として，この場合橋梁形式が河底トンネルより有利であるかどうかを概略設計により試算してみた。検討の結果，河底トンネルは航行には全く影響を与えないという点で優れてはいるが，建設費および維持管理費が高くなるばかりでなく既設道路との接続が不便になり綜合的にいって橋梁形式より劣ることが明らかとなった。

橋梁形式としては可動橋の外に固定橋についても検討を加えたが，桁下高さが，極めて高くなるため，取付部の延長が長くなり，又美観上からも好ましくないこと，既設道路との取付けが極めて不便になること，などの理由によって固定橋は不利と考えられ，可動橋に決定した。

日本調査団は，公共事業局との協議を経て実に下記事項について検討することにしました。

中央径間の可動橋としては，Sathorn Br. の幅員，クリヤスパン等を考慮して，跳開橋と昇開橋についての比較検討を行うことにした。

側径間については，コンクリート構造と指定されたので，スパン長から考えて，プレストレストコンクリート構造について検討を行った。

下部構造の計画に当って必要とする地盤調査資料を現在未だ得ていない段階なので，その設計に対して明快な結論を下すわけにないかないが，この架橋地点の近傍における僅かなボーリング資料を元として推定により概略設計を進めたものである。

主径間の下部構造としては，ケーソン基礎と杭基礎の何れかが考えられるが，架橋地点の水深が最大20mにも及ぶので施工条件も十分考慮して基礎型式を決定する必要がある。ケーソン基礎の施工法としては築島工法とフローチングケーソン工法とがあるが，側径間の場合には築島工法の採用が可能であるので築島工法について検討することにし，水深の深い中央径間の基礎工としてはフローチングケーソン工法が有利であるので，フローチングケーソン工法について検討することにした。杭基礎としては，リバース・サーキュレーション・ドリル（Reverse Circulation Drill）工法による現場打ちコンクリート杭

鋼管杭などが検討の対象と考えられるが，リバース・サーキュレーション・ドリル工法による現場打ちコンクリート杭工法についてのみ検討することになった。

取付部分の上部構造については側径間と同じ理由でプレストレストコンクリート構造を採用することにし，下部構造については，杭基礎を用いることにした。杭としては現地でよく用いられるもののうちから最も経済的な形式を採用することにした。

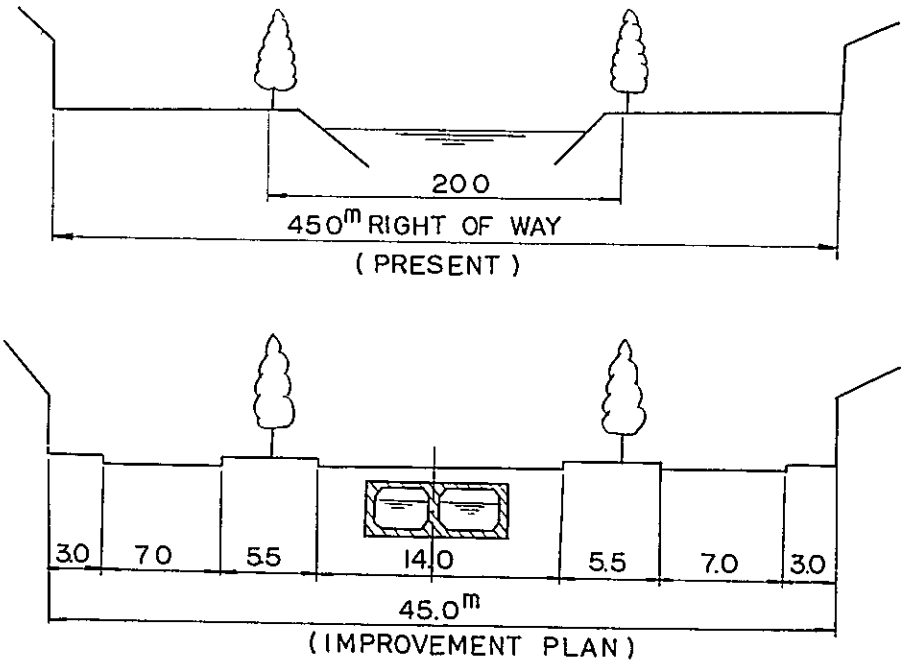
なお，本報告書において対象とした設計の範囲は本線が，現地盤に取り付く点（縦断曲線の始終点）の間で，計画区間延長は約1.1Kmである。

(2) 線形計画上の条件

線形は 3. 2.(3) にしめす構造規格をすべて満足するように計画されている。

平面線形については，バンコク側の道路はCharoen Krung Rd．と立体交差し，Fig. 3－1－1のように運河を暗渠に改良して得られる8車線のSathorn Rd．に取付けられる。

Fig. 3–1–1 TYPICAL CROSS SECTION OF SATHORN RD.



Sathorn Rd.の用地幅は運河を含めて約45mあるので，本線を取付けるために，用地を買収取得する必要はない。トンブリ側については，本線はCharoen Nakhon Rd．と立体交差して，Fig 2－3－15にしめすように，大サークル（Big Circle）の約500m南方でPhra Chao Taksin Rd．連絡する。また，Charoen Nakhon Rd．への取付けのたかに，1車線のオンランプおよびオフランプを本線の両側に設ける。

縦断線形については，本線はチャオピア河の航路空間および立体交差するCharoen Krung Rd．Charoen Nakhon Rd.の建築限界を確保して，5％勾配で現地盤に取り付ける

（Fig 3－1－2参照）。Cheroen Nakhon へ取付けるランプウエイの縦断勾配は５％で，両端に縦断曲線を設け，さらにFig 3－1－2のように曲線終点とCharoen Nakhon Rd.の路側間に約１０ｍの水平区間を設けることにした。このため，縦断曲線の始点が主橋梁部に追い込まれ，主桁端部の構造は複雑になっている。なお，本線の縦断に凹みを設ければ主桁端部の構造を単純にすることができるが，凹みのために，頂点（crest）で路面が中断して見え，自動車の走行上の滑らかさ，線形の連続性を破ることになり，好ましくない線形となるので，Fig 3－1－2のような縦断線形を採用した。

(3) 工事計画上の条件

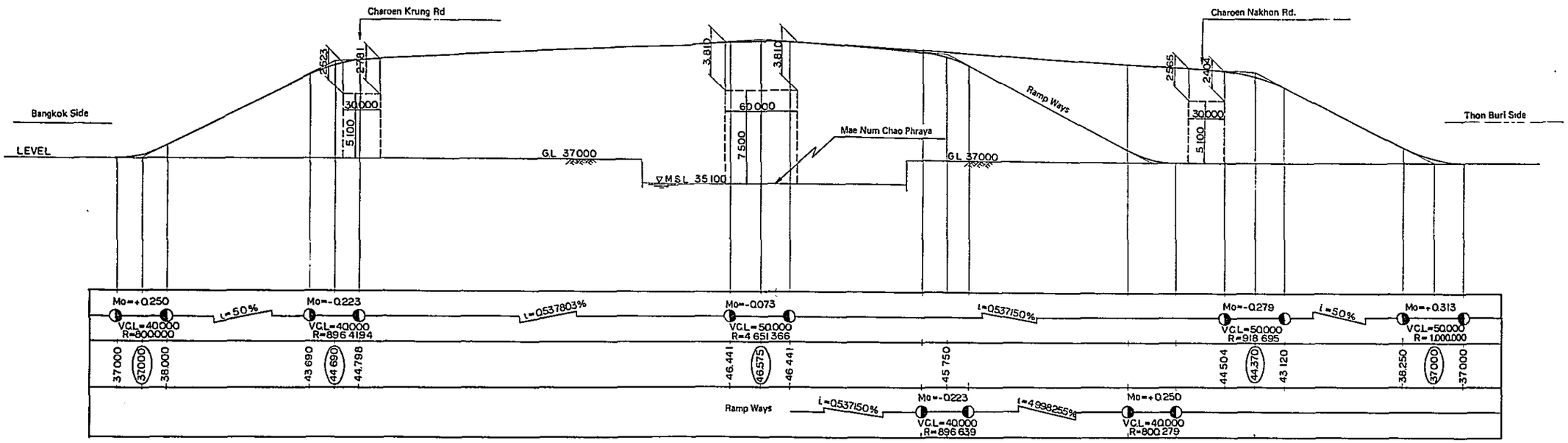
工事計画の作店に当って第一に考慮しなければならないことは，チャオピヤ河の航行にできるだけ支障を与えないようにしながら工事を行うことである。全国的に見てもバンコック市だけをとってみても既に述べたようにチャオピヤ河の輸送路としての役割が極めて重要なためである。

また，架橋地点両岸に流れ込む運河はいずれも排水路として用いられており，特にKhlong Sathorn は将来の市の主要な下水幹線となる計画があるので，設計および工事の実施に当ってその機能を害しないように考慮すると共に，下水の将来計画に合致したものでなくてはならない。

工事施工に当って，現場附近に工事用基地を確保する必要があるが，バンコック側は道路が狭溢なことゝ人家が密集していることから必要な用地を見出すことは可成り困難なようである。トンブリ側は河に略々平行して走る道路の用地巾が広くかつ交通量も少いこと，沿岸も比較的家屋が少いこと，などから見て工事基地の設定が容易であると思われる。しかし，大型フローチングクレーンの着岸のためには，若干の浚渫が必要であると考えられる。

Fig. 3–1–2 VERTICAL ALIGNMENT

Scale H = 1 : 2 000
V = 1 : 200



3－2　設計基準ならびに条件

(1)　架橋地点の状況

バンコクを中心とする広大な平地はチャオピヤ河によって形成された低平なデルタ地帯である。このような地形から，バンコク周辺の地層は沖積層が，ほぼ水平に堆積しているものと推定される。

架橋地点におけるチャオピヤ河の河幅は約２２０ｍで，上．下流部にくらべ，この部分はやゝ狭くなっている。このため，この附近の水深は深く，最深箇所はＭ.Ｓ.Ｌ－１９.０ｍである。また，Ｆｉｇ３－２－１にしめすように，最深部は河の中心よりバンコク側に片寄っており，このため，バンコク側の河床は岸から急に落ち込み，河床横断勾配は非常に急である。

広大な平野を蛇行して旅れるチャオピヤ河の縦断勾配は極めて緩い（約1／10,000）が架橋地点は感潮部で潮差が大きいため（最大約3.0ｍ），流速はかなり早く，最大流速は約2.5ｍ／secと推定される。

バンコク地方の年間降水量は約1,５３０㎜であるが，５月から１０月までの雨期と１１月から４月までの乾期とでは降雨分布にいちぢるしい差がある。このため，水位は季節によって大きく変動する。

バンコク周辺の風速は過去１０年間の観測結果によればTable３－２－１のとおりで，年間を通じ平穏で，強風の吹く頻度は極めて少ない。

Table 3-2-1　Observation for Mean & Maximum Speed of Surface Wind (Knot)

Period 1959 – 1968

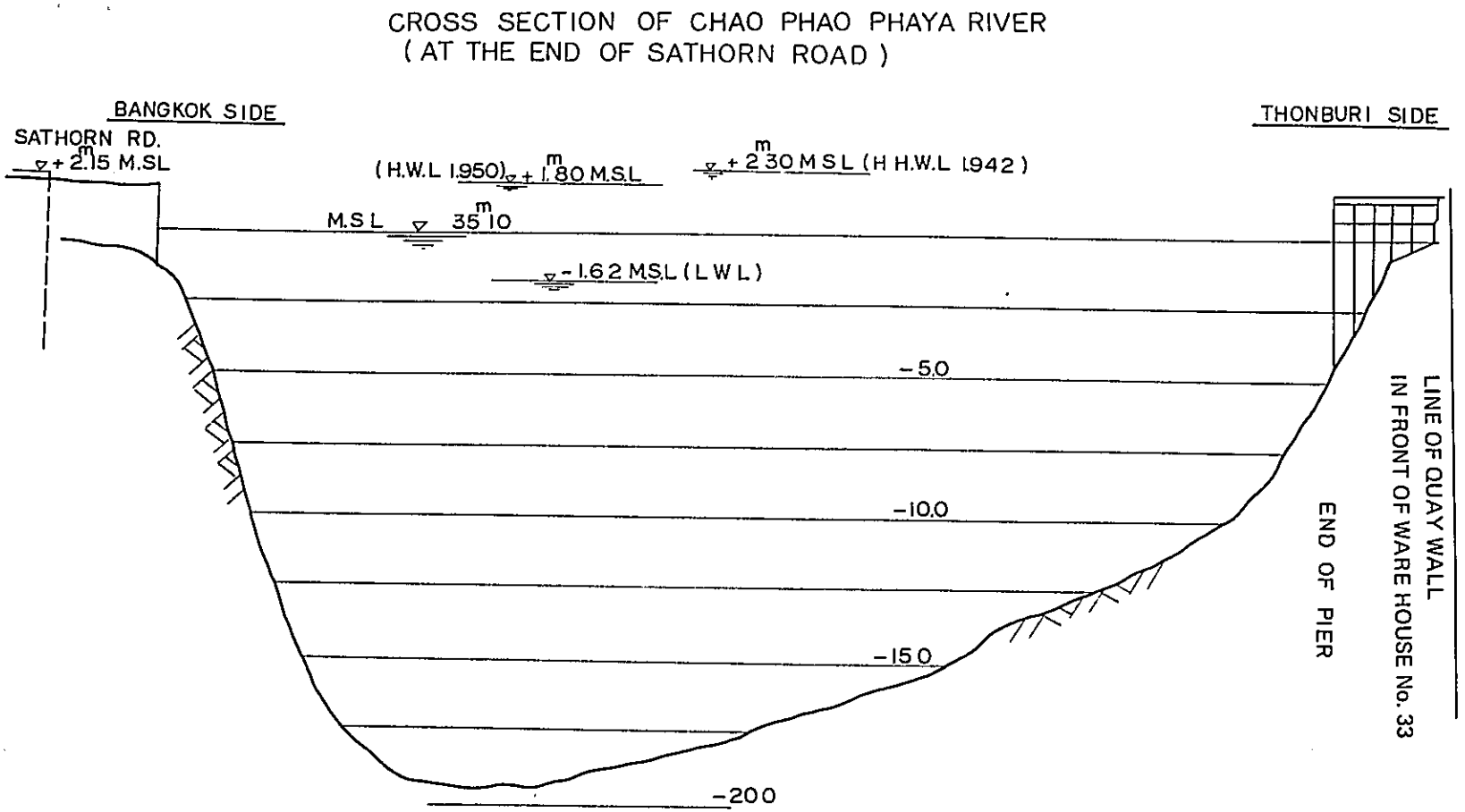
Source　Meteorological Dept

Year \ Month	JAN.	FEB.	MAR.	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL	AVER-AGE
1959 ∫ 1968							MEAN SPEED (KNOT)							
	2.9	3 4	4.4	4.7	3 7	3 5	3 3	3 4	2 9	2 5	2 2	2 2		
							MAXIMUM SPEED (KNOT)							
	42 0	33.5	48 0	52 0	41 0	41 0	41.0	43 2	37.0	40 0	37 0			

Note　Maximum speed that has ever been observed 55 6 knots on April 1952 at Central Station (Sukhumvit Road)

側径間の上部構造形式については，スペン長（Ｓｐａｎ　ｌｅｎｇｔｈ）が約６０ｍとかなり長くなるため，日本技術調査団は鋼橋の方がＰ.Ｃ橋より架設上の安全性が高く，建設費（ｉｎｉｔｉａｌ　ｃｏｎｓｔｒｕｃｔｉｏｎ　ｃｏｓｔ）が低いと判断した。しかしながら，でさるだけタイの国産材料を使用し，また，維持費の少ない構造形式を選びたいというタイ国側の希望がありＰ.Ｃ構造を採用することにした。このため，架設上の理由から，陸上部にもかなり長いス

Fig. 3–2–1 CROSS SECTION OF THE MAE NAM CHAO PHRAYA



パン長（Span Iength）の定着径間（anchor Span）が必要になった。

次に，アプローチ・スパンについては，スパン長い応じて，P.CおよびR.C構造のうちから，経済的な形式を選ぶことにした。

(2) 地　　質

Sathorn Br.の架設地点では未だボーリング調査が行われていない。しかしバンコク市における従来のボーリング調査結果を見ると，バンコクの地盤はほぼ一様であり，大きな変動がないことが判る。

大体において地表（約＋37,000）より＋20.00mまではN値が2以下の極めて軟弱な粘性土である。＋20.00mより＋12.50mにかけて硬い砂質粘土または粘土質砂の層があり，N値は10～30を示し，粘性土としてはかなりの大きい値を持っている。この地層の下には，ほぼ12.5 m の厚さでN値25以上の硬い砂層が存在する。その層の下の±0.00mから－5.00mにかけて硬い粘土層があり，N値と1では20～40にもなる。この粘土層の下はN値40以上の極めて硬い砂礫層となる。（Fig 3－2－2参照）

支持層としては第二層沈下が考えられるが，第二層では，大きい地耐力が期待出来ないし，有害な圧密沈下の可能性もあるので，第三層以下に支持層を求めた方が良いと思われる。

第三層は通常の橋梁の支持層としては十分安全であるが，この層の下にある第四層の圧密沈下量を数値的に求め，構造物に有害な影響を与えないことを確認しておく必要がある。従って実施設計においてのボーリング調査の重点の一つをここにおくべきであると思われる。

第五層の硬い砂礫層は支持層として極めて良好である。この層の地耐力は極めて大きくまた，圧密沈下の心配もない。

架橋地点の地盤については以上のように推定したが，実施設計に先立って，是非ボーリング調査を実施し，第三層および第五層の地耐力，第四層の圧密沈下量などを調査する必要がある。

(3) 構造規格ならびに設計示方書

タイ国政府当局と調査団との打合せの結果，構造規格ならびに設計示方書について次のように決定した。

a）巾員構成

車道部巾員は6車線×3.5 m＝21 mとし，地覆および高欄部巾員は65 cmを標準とする。ただし，両岸のパイロン間の中央径間および側径間部については片側2.5 m宛の巾員の歩道を両側に設ける。この歩道への出入路は側径間の左右両岸側端部に設けられるパイロンを利用した階段とする。

また，トンブリ側の端部側径間附近から，Charoen Nakhon Rd.へのランプを取付ける。ランプの車道巾員は片側6.5 m宛とし，両側に設ける。トンブリ側の道路巾員は

4車線の 14 mとする。（Fig 3－2－3 参照）

b）縦断および横断勾配

縦断勾配の最大値は5％とし，車道の横断勾配は2％，直線勾配・歩道の横断勾配は同じく1.5％とする。

c）平 面 線 形

バンコック側取付部において，用地の利用上から半径 125 m の曲線を用いる外は，すべて直線とする。

d）桁下高および建築限界

チャオピヤ河部には，航路巾として 60 m 3 支間を設ける。また，この部分の桁下高はM.S.L 上7.5 mとする。昇開橋の桁下高はM.S.L 上は40 mとする。（Fig 3－2－4 およびFig 3－2－5 参照）

のとする。但し，A.A.S.H.O に規格する「車線数による荷重強度の低減」については，これを適用しない。

f）活荷重以外の荷重

次に特記する事項を除いて，関連する日本の示方書の規定による。

i）地震力の影響および添加物の重量は考慮しない。

ii）風荷重は常時に対して風速 150㎞/H（41.6 m/sec）に対する荷重（C＝1.6，P＝0.125 とすればW＝173 kg/㎡），および開閉時に対して風速 80㎞/H に対する荷重（同じく 48.4 kg/㎡）

iii）温度変化は鋼橋については 10°～40°C，コンクリート橋に対しては±5℃の範囲を考慮する。

iv）橋脚に対する流水圧は，流速 10㎞/H に相当するものを考慮する外，M.S.L 位置に 100 Tの衝突力を考慮する。

g）構 造 細 目

次に特記する以外は関連する日本の示方書の規定による。

i）舗装は中央可動部を除いて，車道部をアスファルトコンクリート，歩道部をセメントコンクリートとし，歩道部厚さ 3 cm，車道部厚さ 5 cmとする。

ii）可動部床版は厚さ 13cm のソリットタイプ格子床版（グレーチング）とする。使用するコンクリートは σ_{28}＝240 kg/㎡ のものとする。

iii）PC構造物はフルプレストの設計とする。

h）使用材料ならびに適用規格

日本工業規格（JIS）などの日本規格に適合する材料を用い，あるいは関連する日本規格を適用する。

i）受 電 方 式

受電方式はA.C. 3500V，50HZ，3φとする。

Fig. 3–2–2 TYPICAL GEOLOGICAL LOG IN BANGKOK

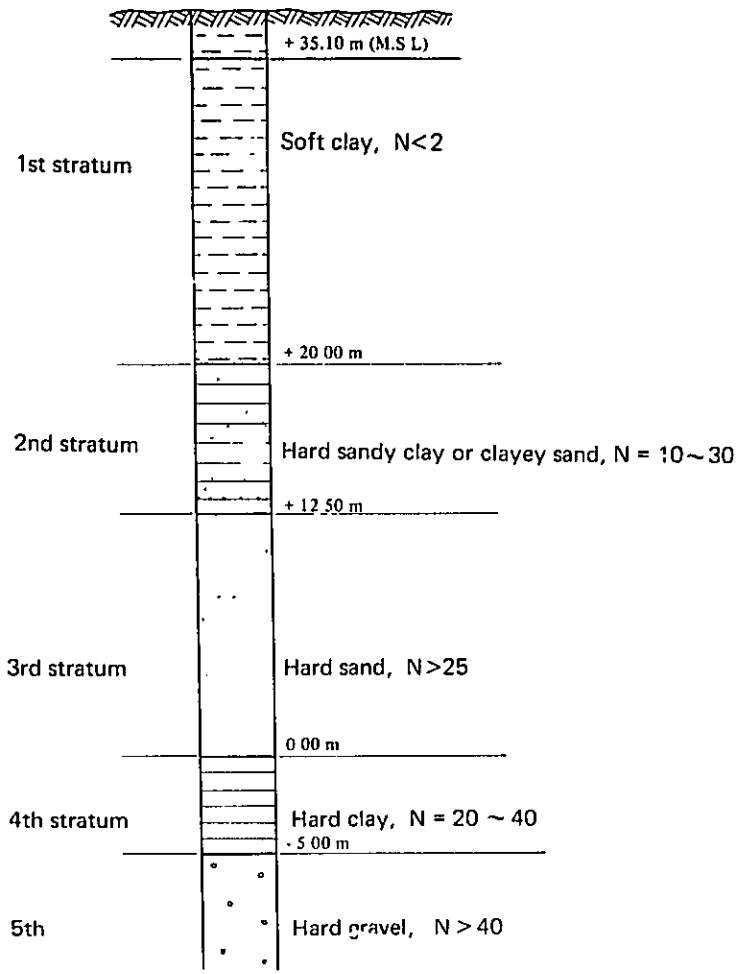
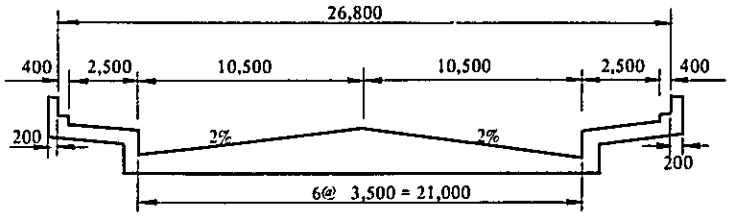
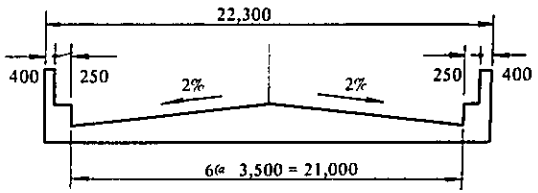


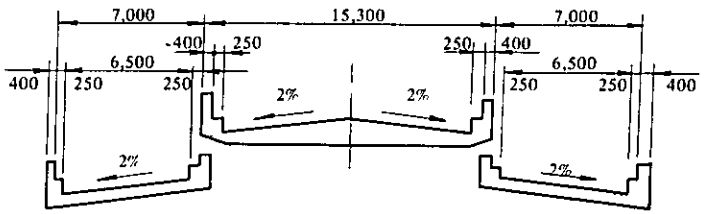
Fig. 3–2–3 WIDTH AND CROSS SLOPE



The Cross Section for the Main Bridge



The Cross Section for the Approach on the Bangkok Side



The Cross Section for the Approach with on –and off–
Ramps on the Thon Buri Side

Fig. 3–2–4 CLEARANCES UNDER THE GIRDER

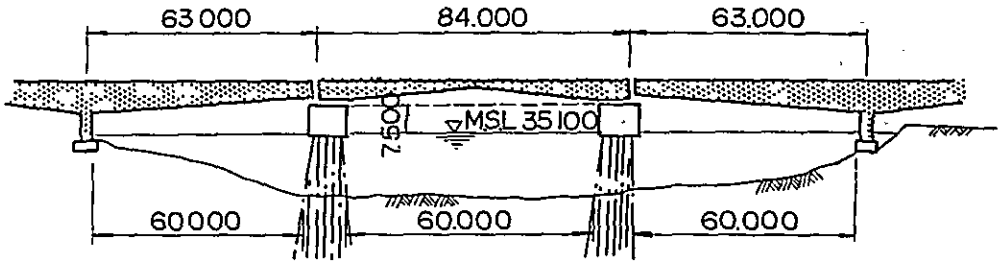
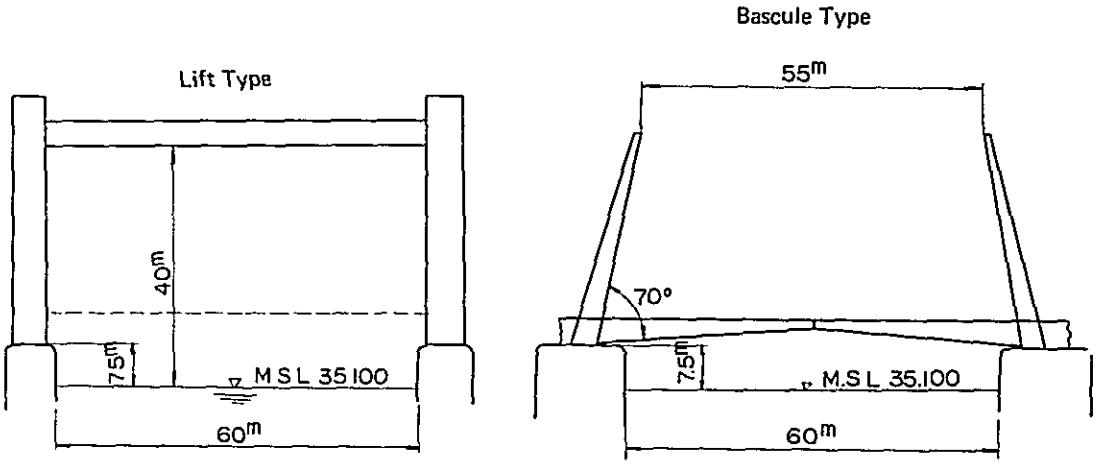


Fig. 3–2–5 CLEARANCES OF MOVABLE BRIDGES UNDER OPERATION



3－3　橋梁型式の検討の経過

(1)　上部型式の概説

中央径間上部構造の型式については，第一次および第二次の日本調査団が公共事業局側と打合せの結果，タイ側としては跳開型式を好むが，なお，跳開型式と昇開型式とについて，建設費および維持費を比較検討することが要望された。また可動機構としては，故障が少く維持費の安価な扇形歯車駆動方式あるいはワイヤーロープ巻取方式を採用することになった。また，床版については，全体鋼重が増してやゝ不経済とはなるが，耐久性が大きく，かつ主桁の保守に好都合なソリッドタイプのグレーチングの設計によって一応検討することになった。

(2)　上部構造

a）中央径間

i）可動機構

現在，実用に供し得る可動橋の機構としては次のTable 3－3－1に示すような4種類が挙げられる。また，このような機構を採用したときの可動橋としての性能も大略表示のとおりとなると考えられる。

橋の開閉に用いる動力としての歯車装置と油圧装置の二大方式について比較すると，歯車方式は取扱いが容易でかつ保守管理も簡単であるが，メカニズムは複雑であり，装置の重量も重い。油圧方式は最近急速に発達したものであり，取扱い，保守管理とも可成り高度の技術を要するものである。しかし，メカニズムは簡単であり，装置の重量も軽く，購入費は歯車方式に比べて若干安価である。これらの点について，タイ側当局と協議の結果，開閉機構としては操作，保守の容易な歯車装置を採用することに決定した。また，開閉速度制御装置としてはやゝ高価ではあるが速度変化が円滑でかつ故障の少いワード・レオナード方式(Ward Reonard)とすることに当局と調査団の意見一致を見た。

ii）床構造

開閉橋の床構造としては，グレーチングあるいは鋼床版を用いるのが普通である。また，グレーチングには格子目間にコンクリートを充填したソリッド型式も考えられる。これらの2種の床構造型式について比較したのが次のTable 3－3－2である。これらについてタイ側と協議の結果，全建設費が高価となるが車輌走行に好都合であり，かつ維持補修に手間のかゝらないソリッド型グレーチングを採用することに決定した。

iii）主桁構造

主桁構造はコンクリート床版あるいはグレーチング床版を用いる場合と鋼床版を用いる場合とによって異った型式となる。前者の場合には，次のような4種類が考えられ，附記のような特色がある。また，鋼床版利用の場合には，全橋を1つの箱桁(あるいは梯型箱桁)とするか2～3箱桁と横桁とから成る格子構造とするかの2種類が

考えられる（Fig 3－3－1参照）。

これらについてタイ側と打合せの結果，外観が良く，剛性も高く，かつ経済的なる箱桁から成る格子構造を採用することに決定した。

Ⅳ）その他の構造

この外昇開型式に必要な塔の構造を経済的でかつ外観の良いトラス骨組に化粧板を張ったものとすること。

Ⅴ）架設方法

水深が極めて深いことと船舶の航行が非常に多いことを考慮して，支持工を全く用いない大型フローテングクレーンと艀による架設方法を用いることにした。そのために，現場附近にやゝ広い組立ヤードと艀埠頭を必要とする。

これらの検討結果は，3.4.(2)に示すとおりである。

b）側　径　間

側径間の上部構造形式として，a）T型ラーメン桁，b）連続桁，c）ゲルバー桁，d）車純桁，e）吊桁の5形式について比較検討した。（Fig 3－3－2参照）。

これらはいずれも，チャオピア河の船舶の航行が頻繁であることを考慮して，河川上での主桁の施工はオールステージング工法によらず，カンチレバーエレクション（Cantilever erection）工法を主体とする架設法もしくはプレキャストブロック（Precast Block）工法によって架設するものとした。なお，T型ラーメン形式と連続桁形式の陸上部径間については，架設工法，中間脚に対する上部構造の影響，ランプウェイ（ramp－way）の取付け等を考慮して，2等経間および不等径間の両案について検討した。

各形式の構造特性，施工法の概要は次のとおり。

ⓐ T型ラーメン形式（ⓐ案）

本形式は中央脚と主桁とを剛結した構造である。ⓐⅠ案は中央脚の上部構造死荷重による曲げモーメントを軽減するため，陸上部径間を河川部径間と対称にしたものである。これに対し，非対称径間を有するⓐⅡ案は中央脚には大きな曲げモーメントが作用するため，橋脚の規模は大きくなるが，ⓐⅠ案のように陸上部径間を必要以上に長くしないですむ。

本形式の施工法は，陸上部はステージング工法，河上部はカンチレバー工法による。水上部全径間を移動式支保工を用いてコンクリートを場所打する場合には，2箱桁が経済的であるが，一部分をプレキャストブロック（pre－cast block）施工の場合には，断面構成が細かくなり，またブロック（block）接合部の補強のために，使用材料は，場所打施工法に較べて若干多くなる。しかし，施工速度は早く，工期短縮が可能である。

ⓑ 連続桁形式（ⓑ案）

この形式は主桁が橋脚でピン支承によって支持されるため，ⓐ案のように中央脚に大きな曲げモーメントに作用しない。しかし，大きなピン支承が必要となるので，上部工

Table 3-3-1 Operating Mechanism of Movable Bridge

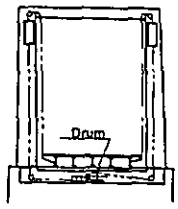
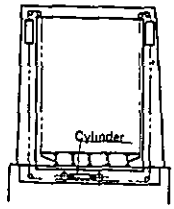
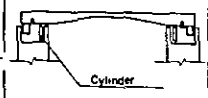
Type / Item	Vertical Lift Type		Bascule Type	
	Electromotive Drum Winding Type	Hydraulic Cylinder Type	Electromotive Sector Gear Type	Hydraulic Cylinder Type
				
	Drum	Cylinder	Sector Gear	Cylinder
Openning Speed	Normal :10m/min Emergency: 3m/min	10 m/min 3 m/min	10 m/min 3 m/min	10 m/min 3 m/min
Openning Time	Normal :198 sec Emergency :660 sec	198 sec 660 sec	120 sec/75° 360 sec/75°	120 sec/75° 360 sec/75°
Bascule Angle	/	/	75°	75°
Lift	33.0 m	33.0 m	/	/
Clearance above MSL	40.0 m	40.0 m	/	/
Safety Factor	Machinery : 5 Wire rope : 6 (3 for combined stress)	5 6 (3 for combined stress)	5	5
Location of Control Room	Tower top	Tower top	On the pier	On the pier
Power Source	7,000 V, 50 Hz	7,000 V, 50 Hz	7,000 V, 50 Hz	7,000 V, 50 Hz
Hydraulic Pressure	/	Max. 140 kg/cm^2	/	Max. 140 kg/cm^2
Speed Control	Ward-Leonard System	Hydraulic pump with variable speed	Ward-Leonard System	Hydraulic pump with variable speed
Locking Time	30 sec/cycle	30 sec/cycle	30 sec/cycle	30 sec/cycle
Time for Road Barrier	20 sec/cycle	20 sec/cycle	20 sec/cycle	20 sec/cycle

Table 3-3-2 Floor System

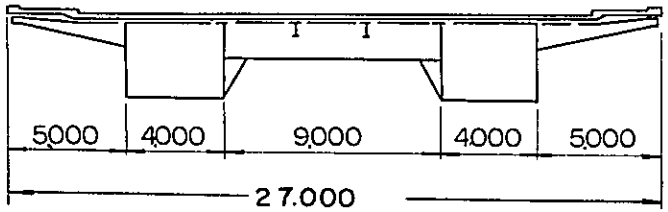
Type	Kind	Weight	Ratio: Rate of weight (Ratio)	Ratio: Rate of dead load (Ratio)	Ratio: Rate of bending moment (Ratio)	Material	Description
A	Reinforced concrete (Ordinary concrete)	0 5 t/m^2 Thickness: 20 cm	3.33	1 93	1.79	Concrete: 340 m^3 Reinforcement·70t	1. Materials are available in Bangkok. 2. Bridge and machinery become uneconomical due to heavy weight of floor slab. 3. Pavement required.
B	Reinforced concrete (Light weight concrete)	0 36 t/m^2 Thickness: 20 cm	2.40	1 39	1.28	Concrete: 340 m^3 Reinforcement:70t	1. Light Weight aggregates are not available in Bangkok. 2. Pavement required.
C	Solid grating (Ordinary concrete)	0.376 t/m^2 Thickness: 13 cm	2.51	1.46	1.35	Concrete. 240 m^3 Grating· 106 t	1 Gratings not available in Bangkok. 2. Pavement required. 3 Forms not required for concreting (forms to be affixed to gratings at shop)
D	Solid grating (Light weight concrete)	0.304 t/m^2	2 02	1.17	1.08	Concrete: 240 m^3 Steel Grating.106t	1 Gratings and aggregates not available in Bangkok 2. Pavement required. 3. Forms not required for concreting (forms to be affixed to gratings at shop).
E	Open Grating	Unit weight. 0 15 t/m^2 Total weight: 220 t Thickness. 15 cm	1 00	1 00	1.00	Steel Grating·200t	1 Gratings not available in Bangkok. 2 Easy repair assured. 3 Superior against wind load (wind load decreases by 70%). 4 Not comfortable and noisy. 5 Pavement not required.
F	Steel plate deck	With asphalt pavement	1. Weak resistance to high temperatures 2. Pavement work needs pavement equipment. 3. Thin pavement (such as Latex pavement) is preferable, but its maintenance is difficult.				
		Without asphalt pavement	1. Partial replacement possible 2. Surface rather slippery. 3. Field welding required.				
			 1. Field welding required. 2. Surface rather slippery.				

NOTE: 1. Comparison given above is based on the condition that the intermediate floor beams are set at a spacing of 3 m.

2. Rate of dead load means the rate of dead load including the slab weight (to that of open type grating).

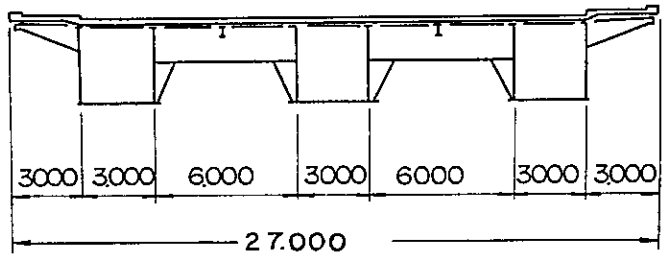
3. Rate of bending moment means the rate of the overall bending moment caused by the dead load including the slab weight (to that of the open type grating).

Two-Box Girder



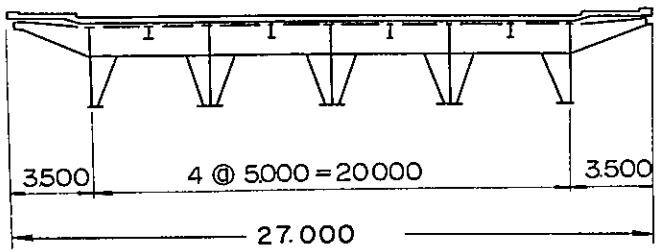
Fabrication more difficult than the plate girder type

Three-Box Girder



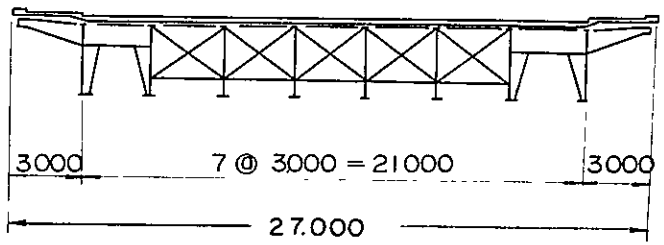
Fabrication more difficult than the plate girder type

Five-Plate Girder



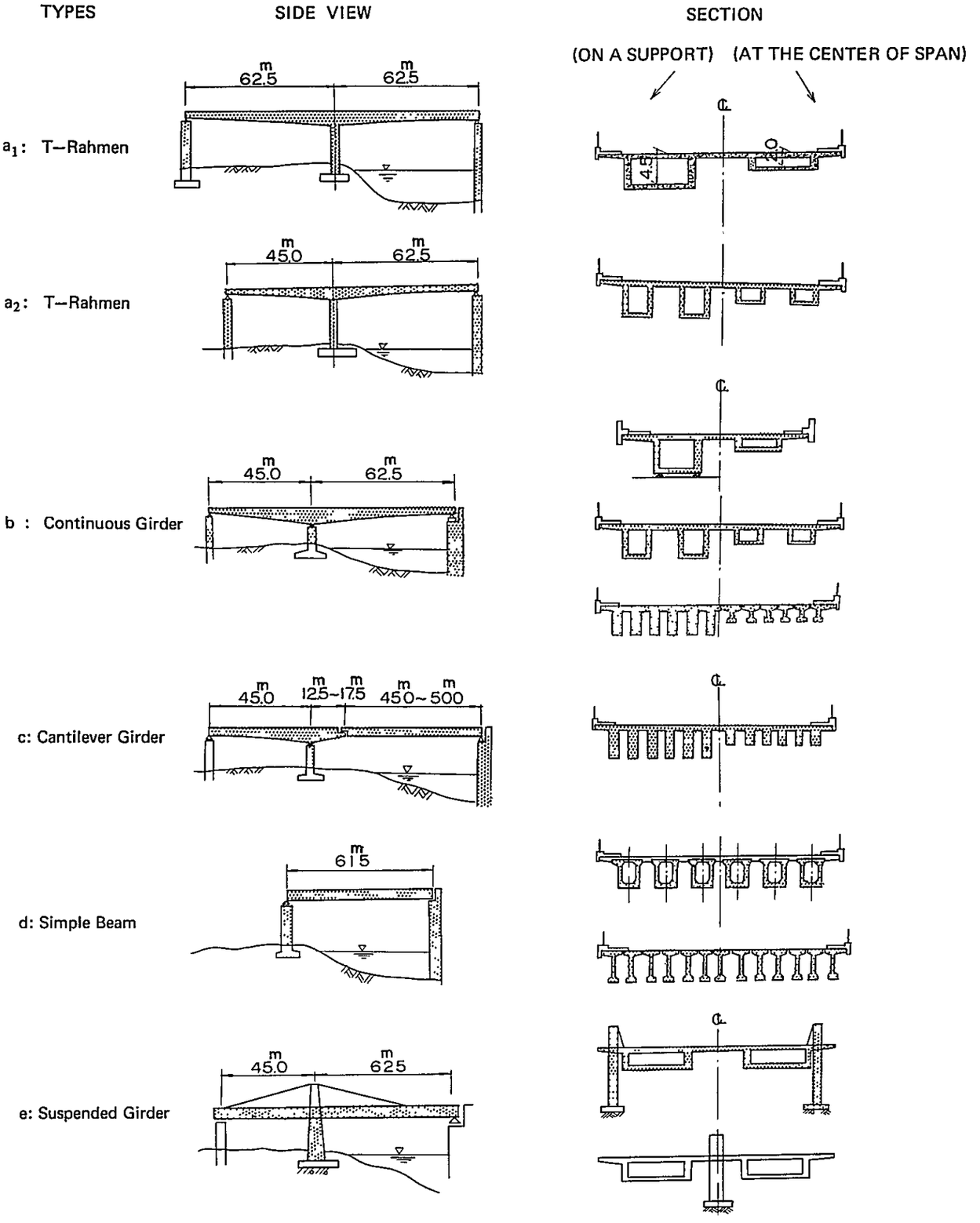
Fabrication easier than the box girder type

Eight-Plate Girder



Fabrication easier than the box girder type

Fig. 3–3–2 COMPARISON BETWEEN DIFFERENT BRIDGE TYPES OF SIDE SPAN SUPERSTRUCTURES



費は@案より高い。

架設法は，@案同様，陸上部はステージング工法，河上部は移動式支保工による場所打施工もしくはプレキャストブロック（pre－cast block）工法による。主桁の断面構成は主桁の施工法に応じて，Fig 3－3－2ⓑのようになる。

ⓒゲルバー桁形式（ⓒ案）

本形式は@，ⓑ案とちがって外的に静定構造形式なので，支点の不等沈下などの影響はうけない。

施工は陸上部の定着桁および張出部をステージング上で場所打施工し，吊桁は，プレキャストブロック（pre－cast block）を架設する。河川部径間の施工はプレキャストブロック（pre－cast block）を架け渡すだけなので，架設作業は@，ⓑ案より簡単であり，工期が短い。しかし，プレキャストビーム（pre－cast beom）の重量が大となるので，特殊な架設機械が必要であり，さらに輸送架設が困難である。また，伸縮継手が増えるので，橋梁の維持上好ましくない。

@単純桁形式（@案）

陸上部径間は独自に経済的な支間長，構造を選ぶことができる。また，ⓒ案同様，支点の不等沈下の影響を受けない利点を有する。しかし，オールステージング工法が採用できないので，主桁の施工は非常に困難となる。主桁の断面構成は主桁の施工は非常に困難となる。主桁の断面構成は主桁の施工を架設桁を使用して場所打施工するか，1本もののプレキャストビーム（pre－cast beom）を架け渡す施工法によるかによって異なるが，両案とも断面構成は細かくなり，所要材料は他の形式に較べて増大する。また，特殊な架設機械を必要とする。

ⓒ吊桁形式（ⓒ案）

中央橋脚上に支柱を建てて，これから張り渡した吊材で主桁を吊る構造で，支柱1本，2本の両案が考えられる。施工は陸上部はステージング工法。河川部は横割りプレキャストブロック（pre－cast block）継ぎ足しのカンチレバーエレクション（cantilever erection）工法による。本形式は吊材が主桁架設中の仮設材を兼ねるので，支保工などの仮設備が少なくてすむが，吊材の応力調整が非常に難かしいのが欠点である。

以上の各種形式について，所要材料，施工の安全確実性外観等を比較検討した結果，日本技術調査団はSathorn橋の側径間に適する形式として，等径間T型ラーメン，不等経間連続桁，ゲルバー桁および単純桁の4形式を選び，これらについて，現地でタイ国側と協議を行なった。

タイ国側との協議の結果，両者間で次の事項が取り決められた。

i）構造形式は連続桁とT型ラーメンの両形式について比較設計を行ない，下部工費をも含めて経済的な形式を選定する。

ii）支間割は両形式とも不等径間とする。

III) 主桁はボックスガーダー(Box－girder)とし，桁高は可動部(Movable Span)との連続性を保つよう変化させる。

IV) 施工法は，陸上部はオールステージング工法，水上部は移動式支保工および架設桁(erection girder) を用いるコンクリート場所打施工とする。

以上の確認事項にもとづいて，概略設計を行ない，材料，工費等について比較検討した。検討結果を 3.4.(2)にしめす。

c) 取付区間および盛土部

取付径間の上部構造はP.C もしくはR.C 構造とし，スパン長(Span length)は全体工費が最小となるように選ぶことにした。また，架橋地点附近の地質は極めて軟弱なので，盛土による軟弱地盤のラテラルフロー(lateral flow)を考慮して，限界盛土高を2.0 mとし，これ以上の区間を高架橋とした。

取付径間の形式として，ⓐ P.Cプレキャスト単純桁(precast simple beam), ⓑ R.C連続中空床版(continuons hollow slab), ⓒ P.C I－型断面合成桁(I－shaped composite beam), ⓐP.C T型断面単純桁(T shaped simple beam), ⓒ P.C 連続桁(continuous beam) について検討したが，橋脚基礎として２０～２５ mの杭が必要と考えられるので，経済支間は２５ m前後になり，ⓑ，ⓒおよびⓒ案が経済的な形式である。

これらの3形式について，タイ国側と協議の結果，現場工事が少なく，工期の短いT型断面P.C単純行(T sheped P.C simple beam)を採用することになった。支間長はCharoen Krung Rd.およびCharoen Nakhon Rd.との立体交差部はクリヤスパン(clear span) ３０ m，他は２５ m程度とする。

(3) 下部構造

a) 中央径間

中央径間の基礎構造としては，ケーソン基礎と杭基礎が考えられる。従来の考え方からいえば中央径間のような大規模な構造物の場合には，ケーソン基礎を採用すべきであるが，杭工法が非常に発達し，直径１ m以上，長さ６０ m以上の杭の施工が可能になった現在の時点では，杭基礎についても検討を加える必要があると考えられた。

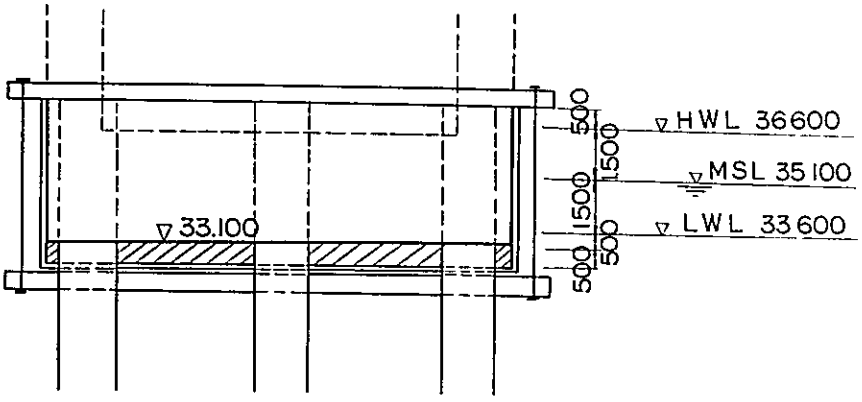
杭基礎工法としては，リバースサーキュレーションドリル工法による杭，鋼管杭などが考えられるが，公共事業局との協議の結果，鋼管杭を比較検討の対象から除外した。

リバース・サーキュレーションドリル工法は場所打ちコンクリート杭工法の一種であり，通常施工される杭の直径は0.７６ m～１５ mである。また斜杭の施工は出来ないので，鉛直杭のみで流氷圧等の水平力に抵抗するようになる。この場合，杭の直径が大きい程有利になるので，リバース・サーキュレーションドリル工法として現在よく施工されているうちで最大の直径1.5 mを採用することにした。

杭基礎の場合の問題点のうち大きなものの一つに，杭と橋脚躯体との連結作業がある。

杭と橋脚躯体との連結作業は通常ドライにして行うが，中央径間の場合には，連結部をドライにすることはかなり難しい。杭と橋脚躯体との連結部をドライにする工法としてFig. 3－3－3 のような方法を考案したが，この工法は橋脚躯体の底版下面が水面下3 m以内の時にしか採用できない。

Fig. 3–3–3 THE METHOD TO CONNECT THE PILES WITH PIER FOOTING



ケーソン基礎は極めて安定度が高く，基礎としては最も強い工法の一つである。しかし反面，建設費が高いこと，工期が長くかかること，特に水深が20 mもある場所での施工はかなり難しくなることなどの短所も有する。

ケーソンの沈設工法としては，ニューマチック・ケーソン工法とオープン・ケーソン工法とがあるが施工精度の高いニューマチック・ケーソン工法を採用することにした。またケーソンの築造方法としては築島工法とフローチング・ケーソン工法とがあるが，中央径間の場合には，水深が20 mにもなるため築島工法の採用は出来ない。従ってフローチング・ケーソン工法を採用することになるが，この場でも2通りの方法がある。一つは最初から鉄筋コンクリートでフローチング・ケーソンを築造する工法であり，他は最初，鋼製のフローチング・ケーソンを製作し，水上を橋脚の位置まで曳航した後に，橋脚位置の上でコンクリートを打設する工法である。

鉄筋コンクリートのフローチング・ケーソンの場合には重量が重くなるので，フローチング・ケーソンを築造するドックの基礎は十分強くなければならないこと，水上えの引き出し作業も難しくなること，また，フローチング・ケーソンの吃水も深くなり，曳航する航路の水深の確保にかなりの費用を要すること，など問題点が多い。従って，適当なドックを架橋地点近くに求められる場合の外は，鉄筋コンクリートのフローチング・ケーソン工法より，鋼製のフローチング・ケーソン工法の方が有利となる。

以上の検討の結果，本報告書では，橋脚躯体の下面が水面下3 m以内になる。昇開橋の橋脚の時は，リバース・サーキュレーションドリル工法による杭基礎とケーソン基礎とを比較の対象とすることにし，橋脚躯体の下面下3 m以下になる跳開橋の橋脚の場合には，ケーソン基礎のみを対象とすることにした。またケーソンの工法としてはフローチング・ケーソン工法を採用することにし，フローチング・ケーソンとしては鋼製にすることにした。

また，支持層としては，ケーソン基礎に対しては第三層を選定し，杭基礎に対しては，水平および鉛直の支持力を出来るだけ大きくする必要があるのと，長尺杭の施工が可能であるということから第5層に支持層を選んだ。

なお，ケーソンの場合は，橋梁完成後の洗掘を考慮して，第三層の根入れを5 m以上にすることにした。

b) 側　径　間

側径間の基礎についても，中央径間と全く同じことがいえるので，同じような検討をすればよい。ただし，側径間の場合にはケーソン基礎であっても，水深が浅い場所での施工なので，フローチング・ケーソンでなく，築島工法が採用できる。またケーソン沈設工法としてはオープン・ケーソン工法を採用することにした。

c) 取付区間

取付区間の下部構造の設計においては，タイ国産のP.Cパイル，またはR.Cパイルの規格品を使用すること，Khlong Sathorn の中に築造される脚柱が，運河の排水に支障を与えないこと，などを考えてなるべく経済的に設計すればよい。

Khlong Sathorn の中には脚柱が2本並列して立つが，この脚柱が立つことについてはタイ国側の承認を得ているので，工事中に運河の排水を止めないように設計および工事の計画を立てれば十分である。また，P.CパイルとR.Cパイルの比較の結果，僅かにP.Cパイルの方が，有利であったのでP.Cパイルを採用することにした。

3－4　概略設計における型式，工費の比較検討

(1)　構造積算上の仮定条件

3.2の(3)に述べた設計示方により設計した跳開橋の場合の一般構造図をFig．3－4－1に昇降規の場合の一般構造図をFig．3－4－2に示す。また，積算に当って考慮した事項は次のとおりである。

積算に用いた単価は，1969年度における日本およびタイにおける平均的なものを用いた。また，タイ国において課せられる関税および事業税などはすべてこれを考慮に入れた。

また，電気・機械設備関係はTable 3－4－1のような仕様に基ずいて積算を行った。

また，用地および物件の補償費ならびに架設ヤードの整地費などは積算に考慮していない。

可動橋部分の製作は，すべて日本国内で行うものとし，単材を7,000～8,000屯級の貨物船に搭載し，バンコク港まで運搬し，貨物船のデッキクレーンにより艀に移し，現場附近の仮置場へ水切りし，一時仮置するものと仮定した。次に，これらの部材を必要に応じて単材のまゝ，あるいはブロック組した後，フローチングクレーンにより艀またはデッキバージに搭載して架橋現場までに運搬し，フローチングクレーンを用いて片持架設工法により架設するものとして積算した。すなわち架設に関しては次の事項を積算に考慮した。

i）完成橋脚に対する橋体，沓および機械類の据付位置の芯出し測量

ii）橋体用沓の据付

iii）橋体伸縮接手の据付

iv）現場塗装工事一式

v）床版工事一式

vi）現場塗装工事一式

vii）高圧受電盤（1脚），変圧器・予備発電機及び可動橋駆動用機械類，電気品の据付及び可動橋駆動用機械類，電気品の据付及び配線工事一式

viii）橋面，機械室及び操作室内の照明設備と各種信号灯，警鐘，投光器の取付及び配線工事一式

ix）放送設備，構内電話，風向，風速計の据付及び配線工事一式

x）日本よりの部材の運搬，通関　水切り工事一式

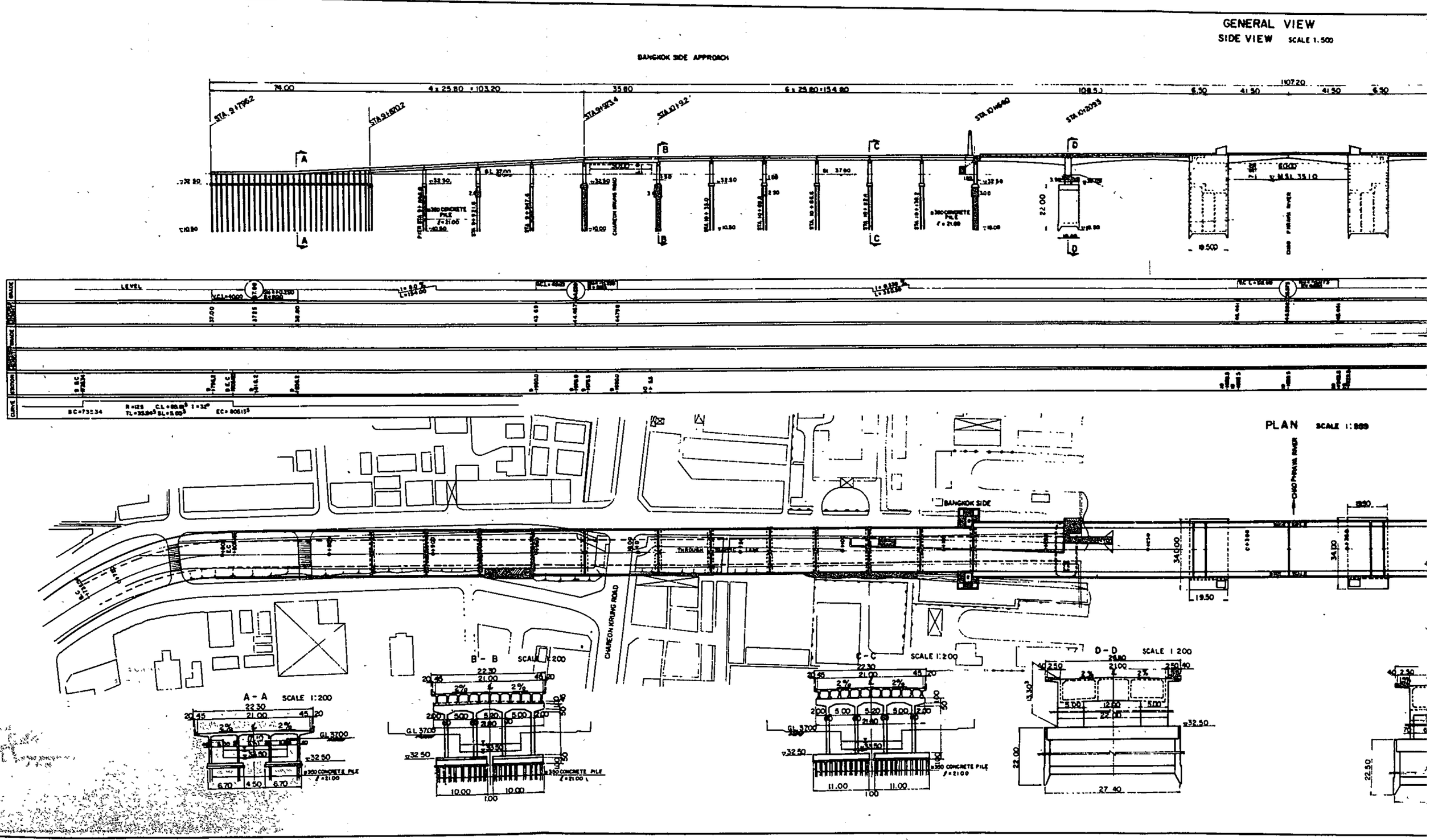
xi）架設機械の運搬，組立，解体工事一式

xii）水切り用仮機橋及び水切クレーンの基礎工事一式

xiii）運搬調査

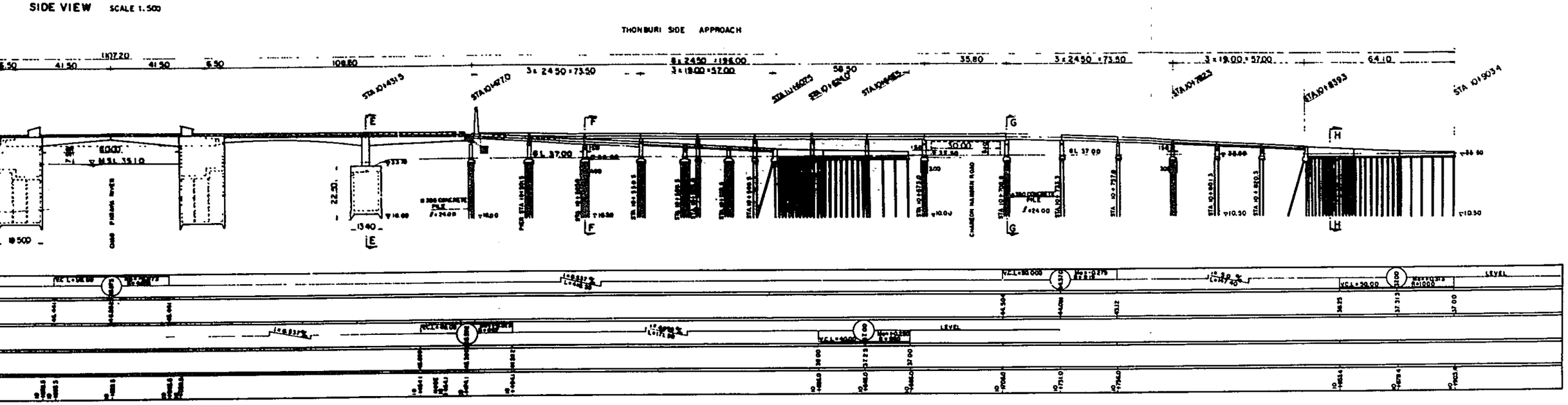
また，ソリッド型式のグレーチングのためのコンクリートは現場施工するものとし，カウンターウエイトのための約3,500tの鋼材および中詰コンクリートは現地において調達するものと仮定した。

3-4-1 GENERAL VIEW OF THE BASCULE TYPE FOR CENTRAL SPAN



GENERAL VIEW

SIDE VIEW SCALE 1:500



PLAN SCALE 1:500

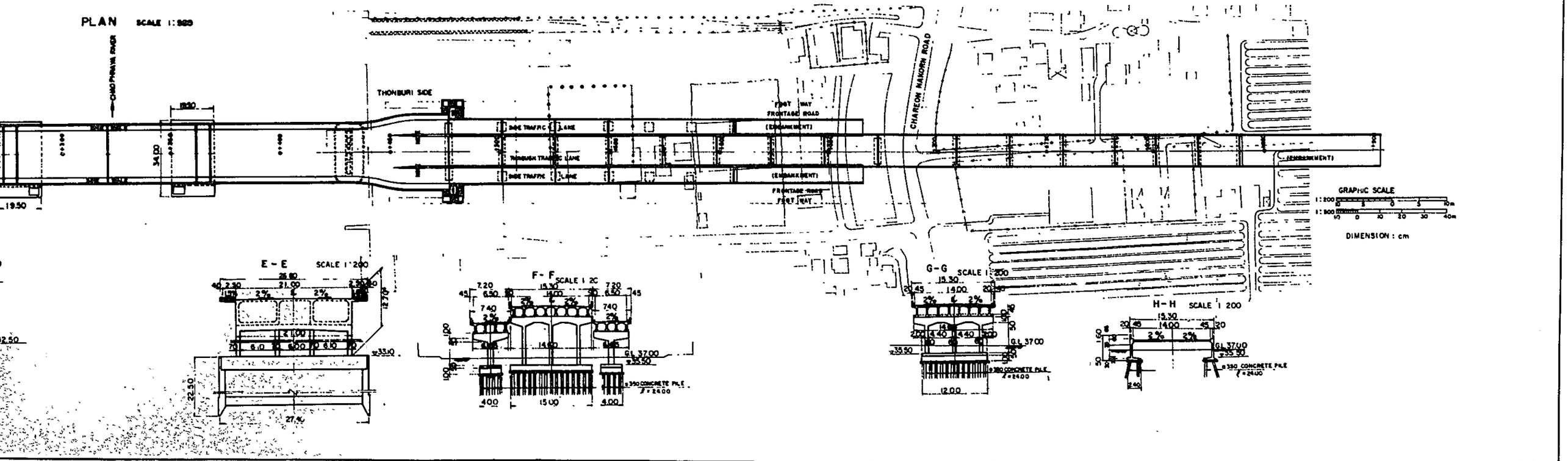
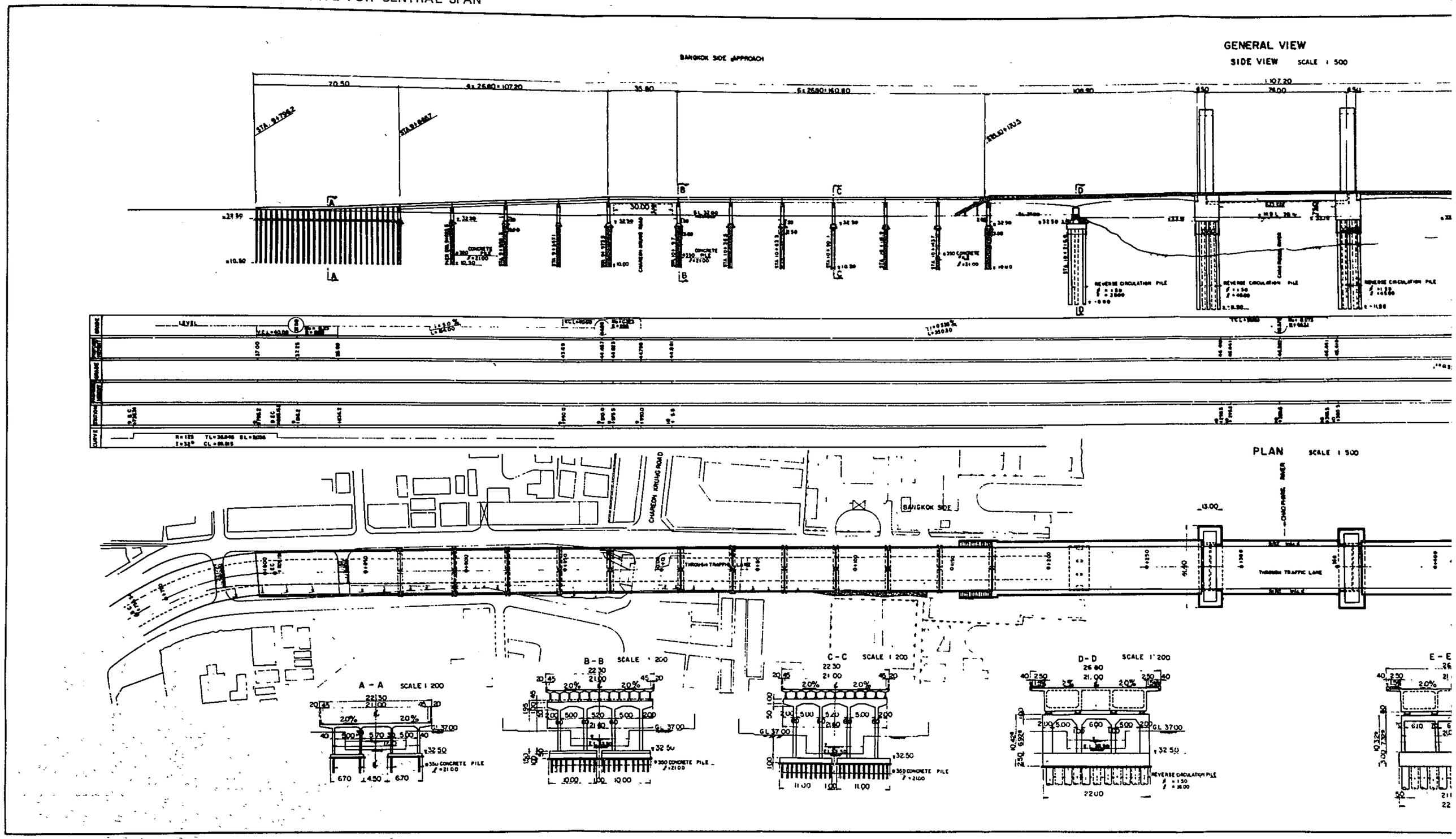


Fig. 3–4–2 GENERAL VIEW OF THE LIFT TYPE FOR CENTRAL SPAN



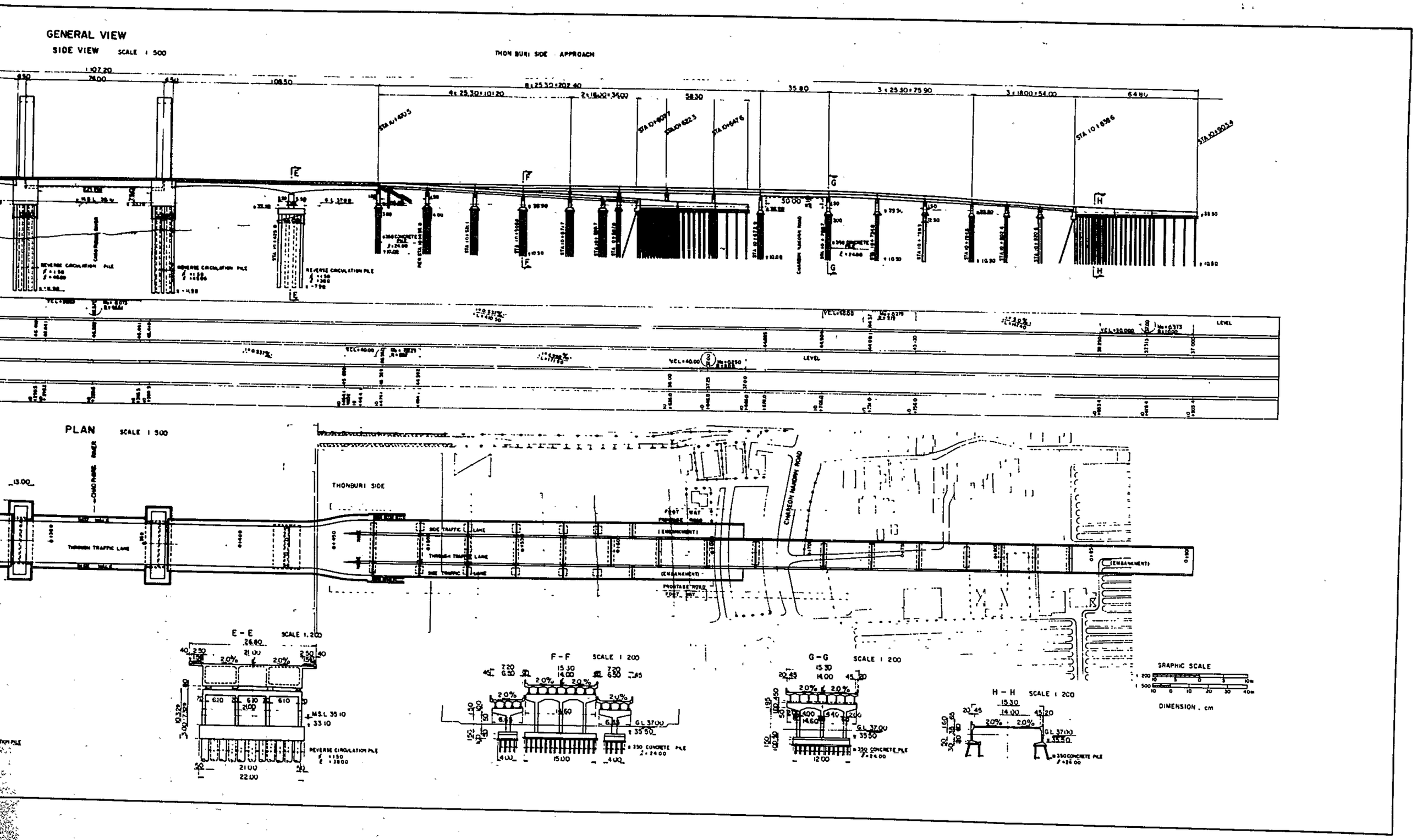

GENERAL VIEW
SIDE VIEW SCALE 1 500
THON BURI SIDE APPROACH
PLAN SCALE 1 500
THONBURI SIDE
CHAROEN NAKORN ROAD
THROUGH TRAFFIC LANE
SIDE TRAFFIC LANE
(EMBANKMENT)
E - E SCALE 1:200
F - F SCALE 1 200
G - G SCALE 1 200
H - H SCALE 1 200
REVERSE CIRCULATION PILE
GRAPHIC SCALE
DIMENSION . cm

Table 3－4－1　電気機械関係の仕様

Item ＼ Type	昇開型式 電動ドラムワイヤーロープ巻取式	跳開型式 電動扇形歯車駆動式
a）電気設備		
1. 規格	日本工業規格	ドラムタイプと同じ
	日本電気工業会標準規格	〃
	電気規格調査標準規格	〃
2. 電源	A.C. 3500V, 50Hz, 3φ, 3W	〃
	動力回路；AC 440V, 50Hz, 3φ, 3W	〃
	DC 440V, ― ― 2W	〃
	操作回路；AC 220V, 50Hz, 1φ, 2W	〃
	DC 110V, ― ― 〃	〃
	照明回路；AC 220V, 50Hz, 1φ, 2W	〃
3. 計画範囲外	1）受電盤迄の電源ライン	〃
	但し受電盤は可動橋ピヤ内に設置	
	2）可動橋外の照明設備	〃
b）機械設備	カウンターウエイト	カウンターウエイト
	カウンターウエイト用ワイヤロープ	トラニオン関係
	巻上用ワイヤーロープ	荷重受
	巻上機	扇形歯車駆動装置
	カウンターウエイト固定装置	ショックアブソーバー
	カウンターウエイト及び昇開橋カイト装置	ロック装置
	ショックアブソーバー	保守用クレーン及び油圧ジャッキ（トラニオン関係調整用）
	センターリングブロック	
	保守用クレーン及油圧ジャッキ	
	陸路遮断機	陸路遮断機
	塔	
c）電気設備	高圧受電設備	高圧受電設備
	変圧器	変圧器
	電動直流発電機	電動直流発電機
	予備発電機	予備発電機
	蓄電池，充電器	蓄電池，充電器

Type / Item	昇開型式 電動ドラムワイヤーロープ巻取式	跳開型式 電動扇形歯車駆動式
c) 電気設備	昇降用直流電動機 直流制御盤 低圧開閉器盤 操作デスク 照明設備 信号及び警報設備 放送設備 風向，風速計設備 工業用テレビ設備 トランシーバ設備 構内電話設備 換気設備 エレベーター設備 予備品 配線，配管	開閉用直流電動機 直流制御盤 低圧開閉器盤 操作デスク 照明設備 信号及び警報設備 放送設備 風向，風速計設備 工業用テレビ設備 トランシーバー設備 構内電話設備 換気設備 予備品 配線，配管
d) 操作室 (Officeも含む)	床面　鋼板アタイル仕上 壁面　石綿板サンドイッチパネル仕上	床面　コンクリート板 壁面　コンクリート

中央径間および側径間の基礎型式としては，ケーソン工法とリバースサーキュレーションドリル工法による場所打ちコンクリート杭工法を比較の対象とした。ケーソン工法の場合には，鋼製フローチングケーソンと，ニューマチックケーソン工法用の機械器具は輸入するものとし，場所打ちコンクリート工法の場合には，鋼製ケーシングとリバースサーキュレーションドリルを輸入するものとした。

また，中央径間と側径間の基礎型式が異種になると，工費が割高になること，それぞれの機械を輸入する必要があること，技術者も二種類のグループを呼ぶ必要があることなど，不利な条件が揃うので，側径間の基礎型式は中央径間と同じとして積算を行った。

その他，現場打設するコンクリートはすべてレディーミクストコンクリートであるとし，また，D.C.鋼材およびP.C.桁架設用移動支保工材は日本で製作し，現場まで輸送するものとした。

(2) 中央径間

既に説明したような仕様ならびに条件によって昇開橋および跳開橋の概略設計を行うと，上部構造についてはそれぞれFig. 3－4－3～Fig. 3－4－4のようになり下部構造についてはFig. 3－4－7～Fig. 3－4－9のようになる。

また両者の工事費を比較すると，Table 3－4－2の通りになり，上部工費では跳開橋が安く，下部工費では昇開橋の杭基礎が最も安くなり，工費の合計では，跳開橋が最も安くなった。

Table 3－4－2　中央径間工費比較

（単位 1,000 Bahts）

型式 ＼ 工費	跳開橋	昇開橋	
		ケーソン基礎	杭基礎
上部工費	127,600	147,800	147,800
下部工費	53,200	53,700	44,100
合計	180,900	201,500	191,900

更に，両型式に対する所要資材の概算結果はTable 3－4－3およびTable 3－4－4に示す通りである。これらの表から橋体および塔などの鋼構造については，跳開橋の方が昇開橋より30％程度重量が軽くなり，輸入を必要とする資材が，それだけ跳開橋の方が，少ないということになる。

機械電気関係についての工費は，両者について殆んど相違がないが，跳開橋に要する出力が小さいこと，開閉時間が短いこと，などのため機械電気関係の維持費は跳開橋の方が安くなる。それらについてのとりまとめをTable 3－4－5に示す。

(3) 側　径　間

支間割は，公共事業局との協議の結果によりバンコク側およびトンブリ側ともに，625m＋45mとした。

上部構造については，T型ラーメンと連続桁とに対して比較設計したが，その結果は，Fig. 3－4－10およびFig. 3－4－11に示す通りである。

また両者の工事費を比較するとTable 3－4－6の通りになり，上部工費では，T型ラーメンが安くなり，下部工費では，杭基礎がケーソン基礎より安くなっている。ただし，この表の下部工費は中央径間および側径間の4基の橋脚基礎に同一型式を採用するという前提に立って積算したものである。従って中央径間にケーソン基礎を用い，側径間に杭基礎を採用するのであれば，杭基礎の工費はTable 3－4－6の値より，割高になり，結果的にケーソン基礎の方が経済的になる。中央径間では跳開橋の方が経済的であり，跳開橋では，杭基礎が採用できないことは既に説明した通りであるので側径間については，T型ラーメンでケーソン基礎が有利と思われる。

Fig. 3–4–3 GENERAL VIEW OF CENTRAL SPAN (BASCULE TYPE)

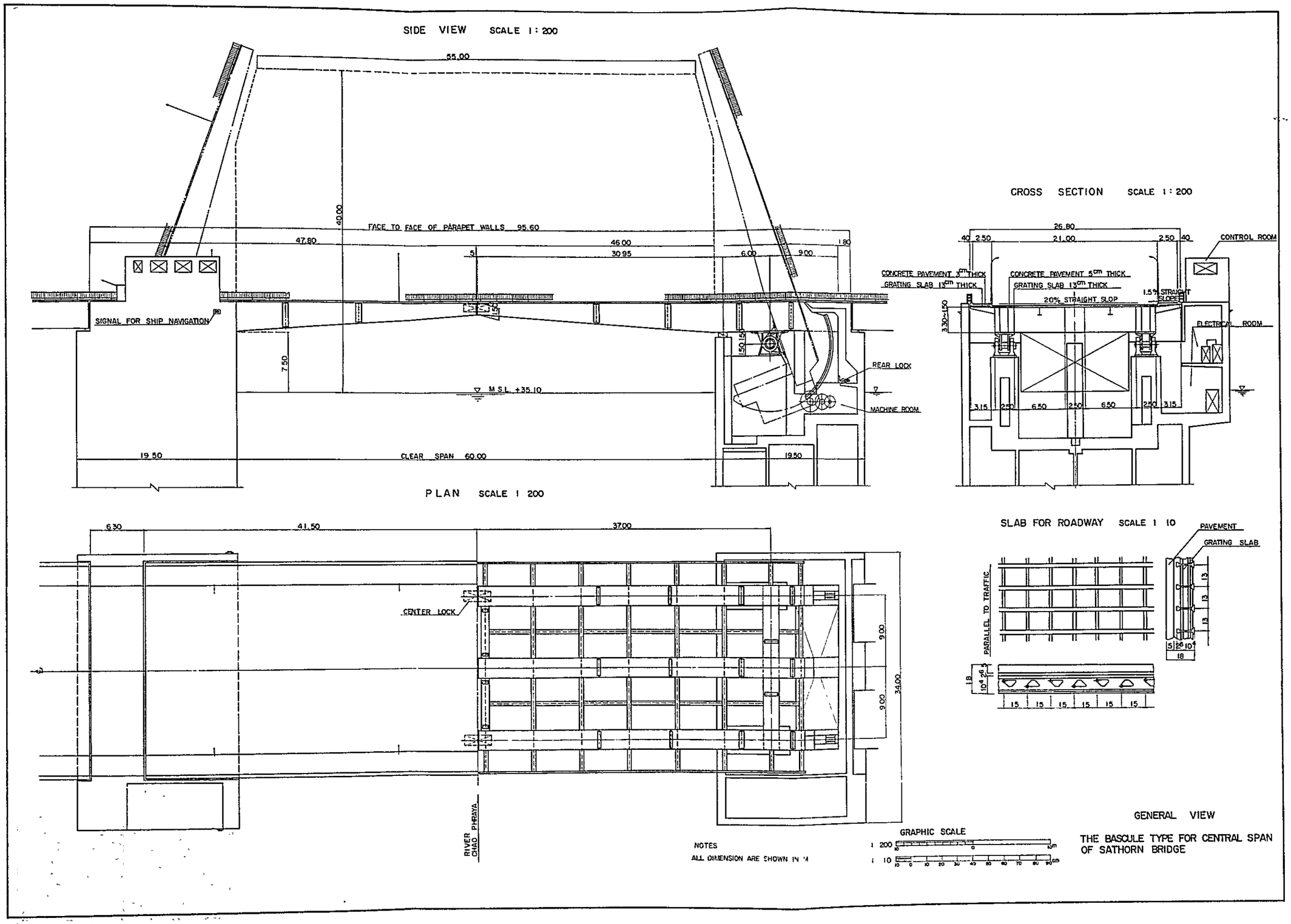
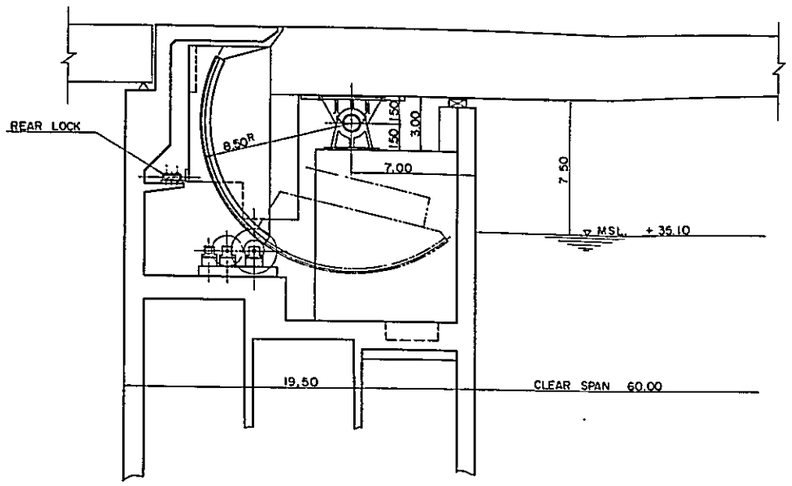
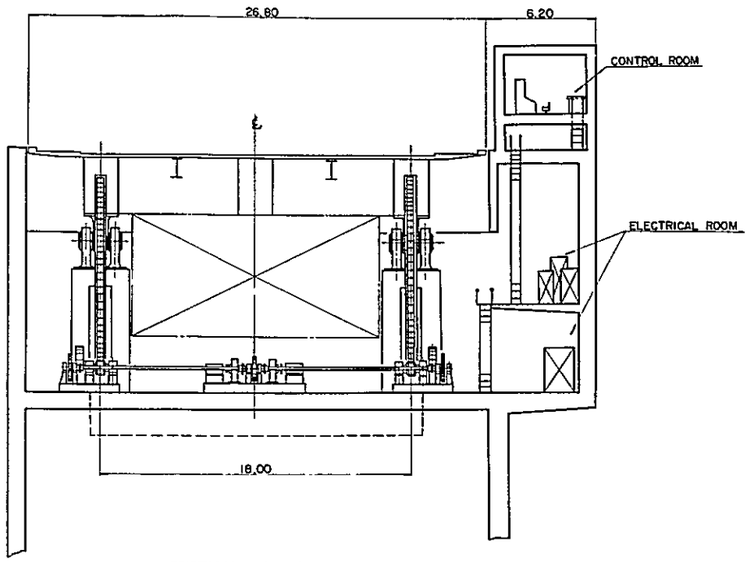


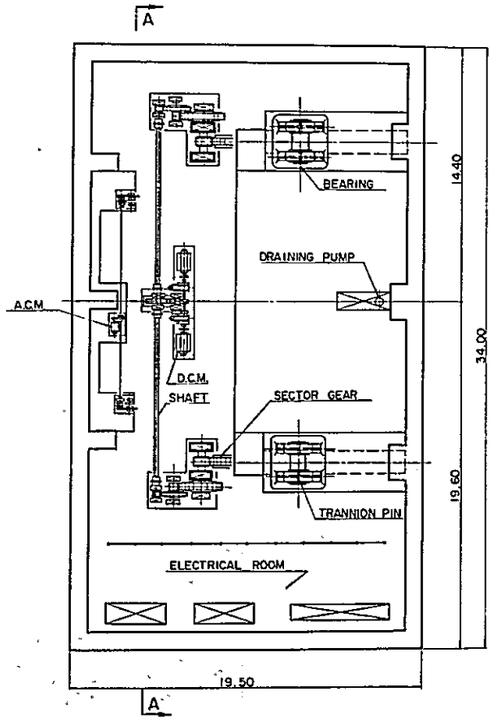
Fig. 3–4–4 ARRANGEMENT OF MECHANICAL EQUIPMENT (BASCULE TYPE)

ELEVATION SCALE 1 : 150



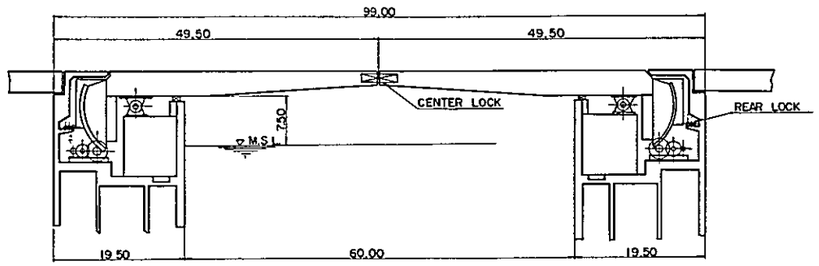


SECTION A – A SCALE 1·150



PLAN SCALE 1:150

GENERAL ASSEMBLY SCALE 1 : 400



SPECIFICATION

TYPE OF BRIDGE	BASCULE
TYPE	ELECTRICALLY OPERATED TWO SECTOR GEARS TYPE WITH COUNTER WEIGHT SYSTEM
OPENING SPEED	NORMAL TIME $120^{SEC}/70°$ EMERGENCY TIME $360^{SEC}/70°$
OPENING WIND PRESSURE	$48.4^{KG}/M^2$ (SPEED OF WIND 22^{M}/SEC)
SPEED CONTROL SYSTEM	WARD LEONARD SYSTEM
OPERATING METHOD	REMOTE CONTROL

NOTES
ALL DIMENSION ARE SHOWN IN M

GRAPHIC SCALE

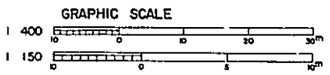


Fig. 3–4–5 GENERAL VIEW OF CENTRAL SPAN (LIFT TYPE)

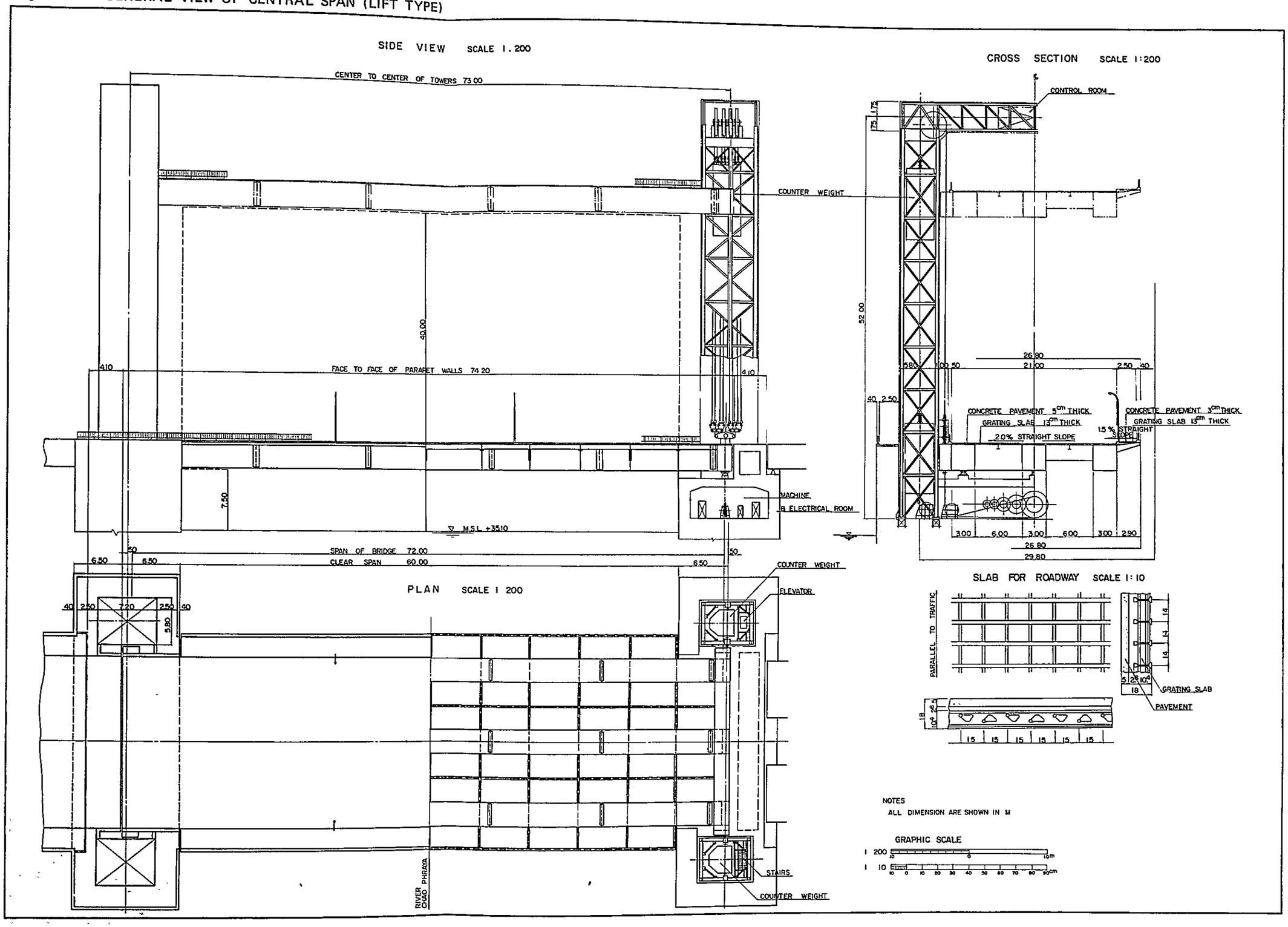
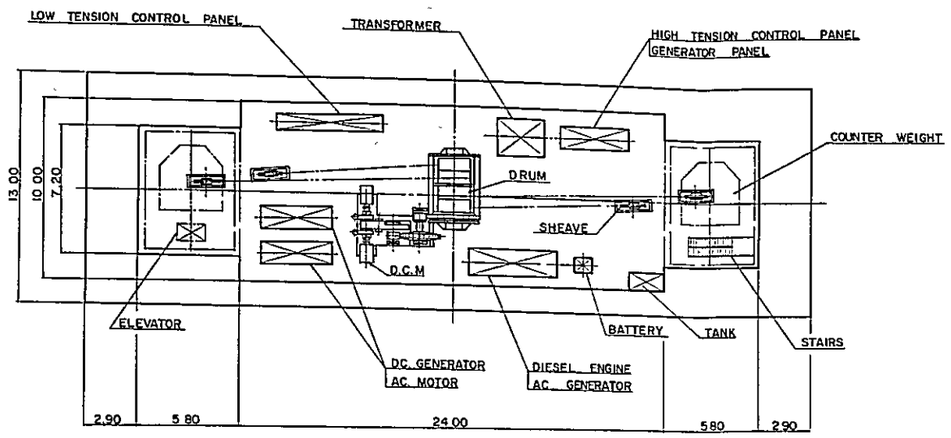
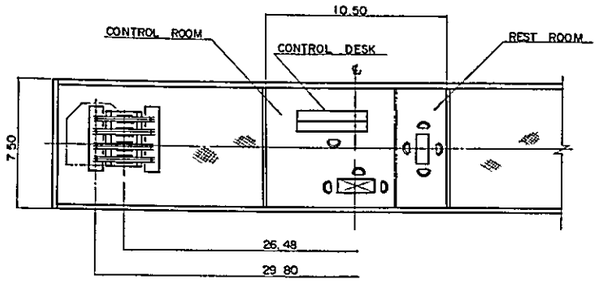


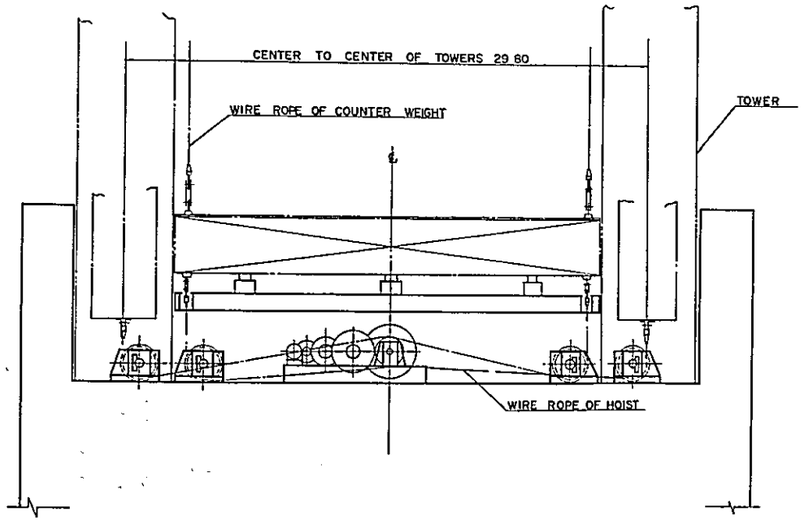
Fig. 3–4–6 ARRANGEMENT OF MECHANICAL EQUIPMENT (LIFT TYPE)



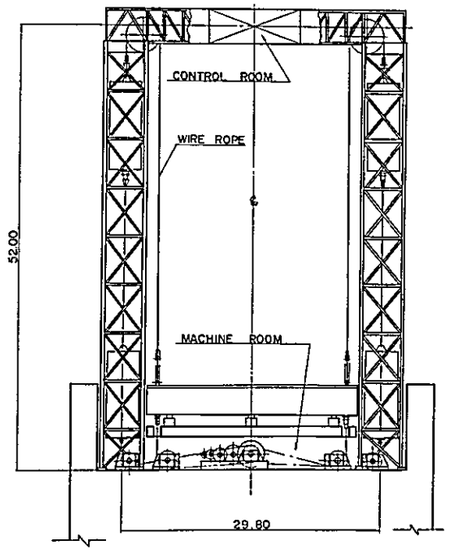
PLAN SCALE 1 : 150



PLAN FOR CONTROL ROOM SCALE 1 : 150



ELEVATION SCALE 1 : 150



GENERAL ASSEMBLY
SCALE 1 : 300

SPECIFICATION

TYPE OF BRIDGE	LIFT
TYPE	ELECTRICALLY OPERATED SINGLE DRUM WINDING TYPE WITH COUNTER WEIGHT SYSTEM
LIFTING SPEED	NORMAL TIME 10 M/MIN EMERGENCY TIME 3 M/MIN
LIFTING WIND PRESSURE	48.4 KG/M² (SPEED OF WIND 22 M/SEC)
SPEED CONTROL SYSTEM	WARD LEONARD SYSTEM
OPERATING METHOD	REMOTE CONTROL

NOTES
ALL DIMENSION ARE SHOWN IN M

GRAPHIC SCALE
1 300 10 0 10 20m
1 150 20 0 20 40m

Fig. 3–4–7 CAISSON FOUNDATION FOR BASCULE TYPE (CENTRAL SPAN)

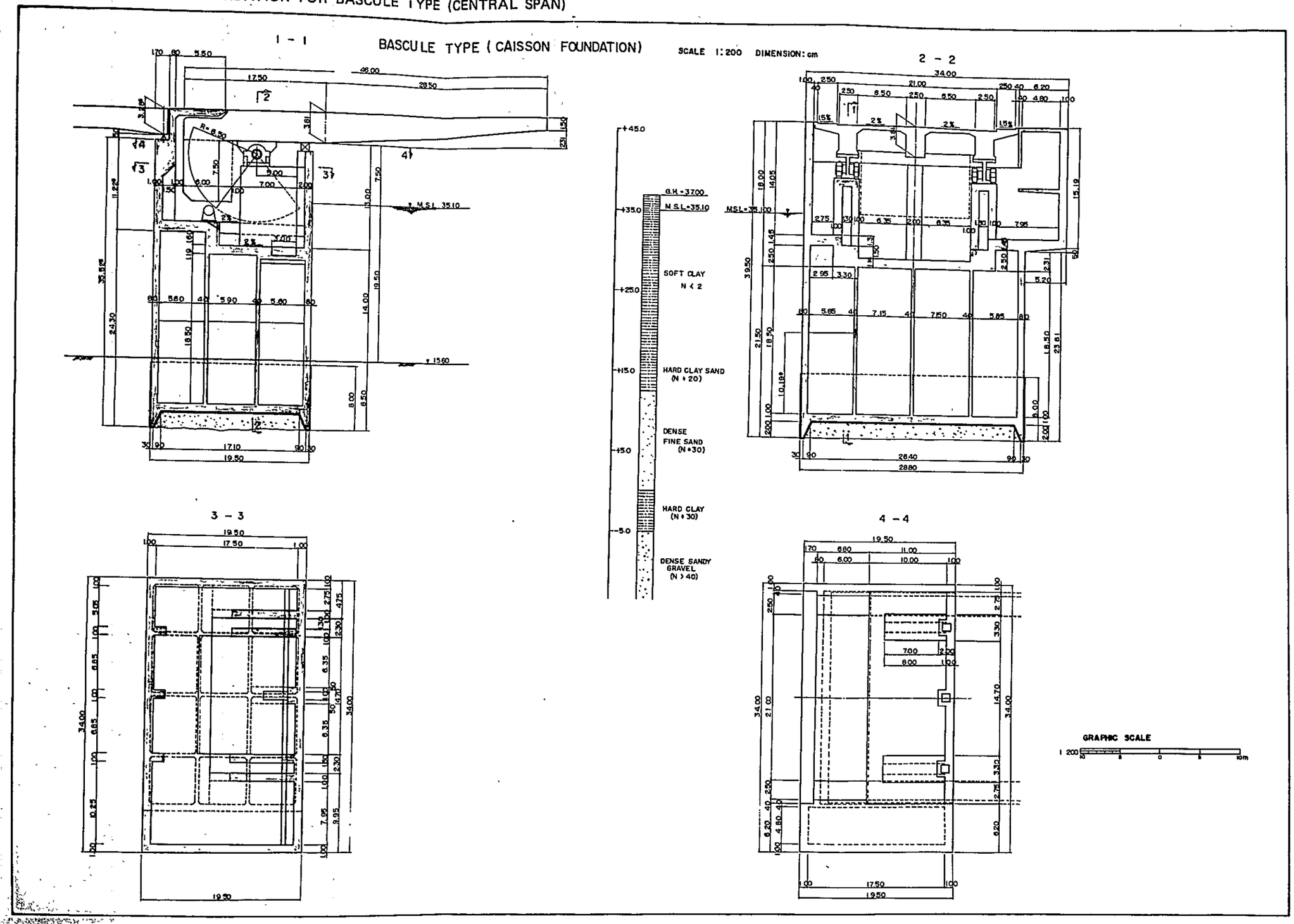


Fig. 3–4–8 CAISSON FOUNDATION FOR LIFT TYPE (CENTRAL SPAN)

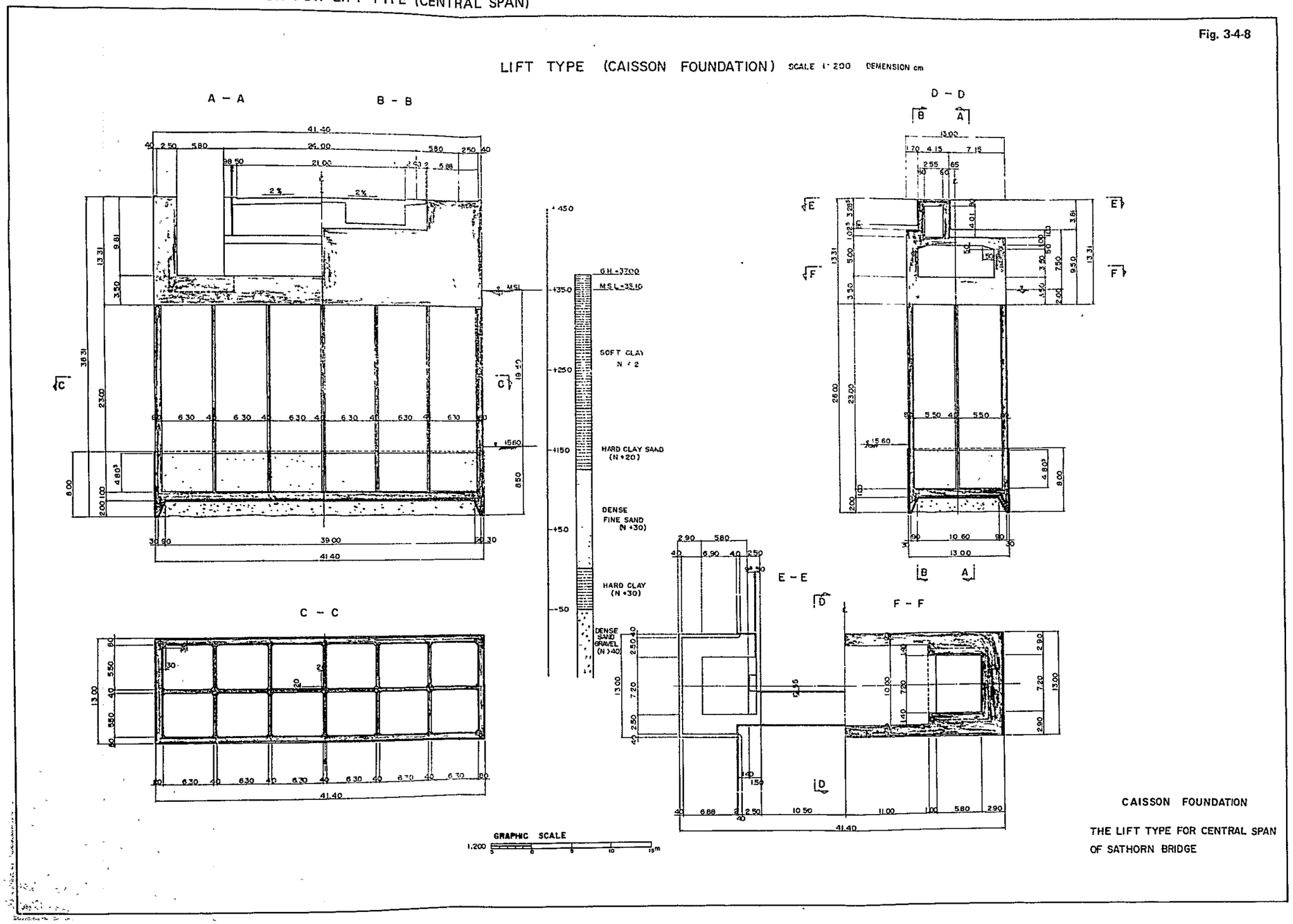


Fig. 3–4–9 PILE FOUNDATION FOR LIFT TYPE (CENTRAL SPAN)

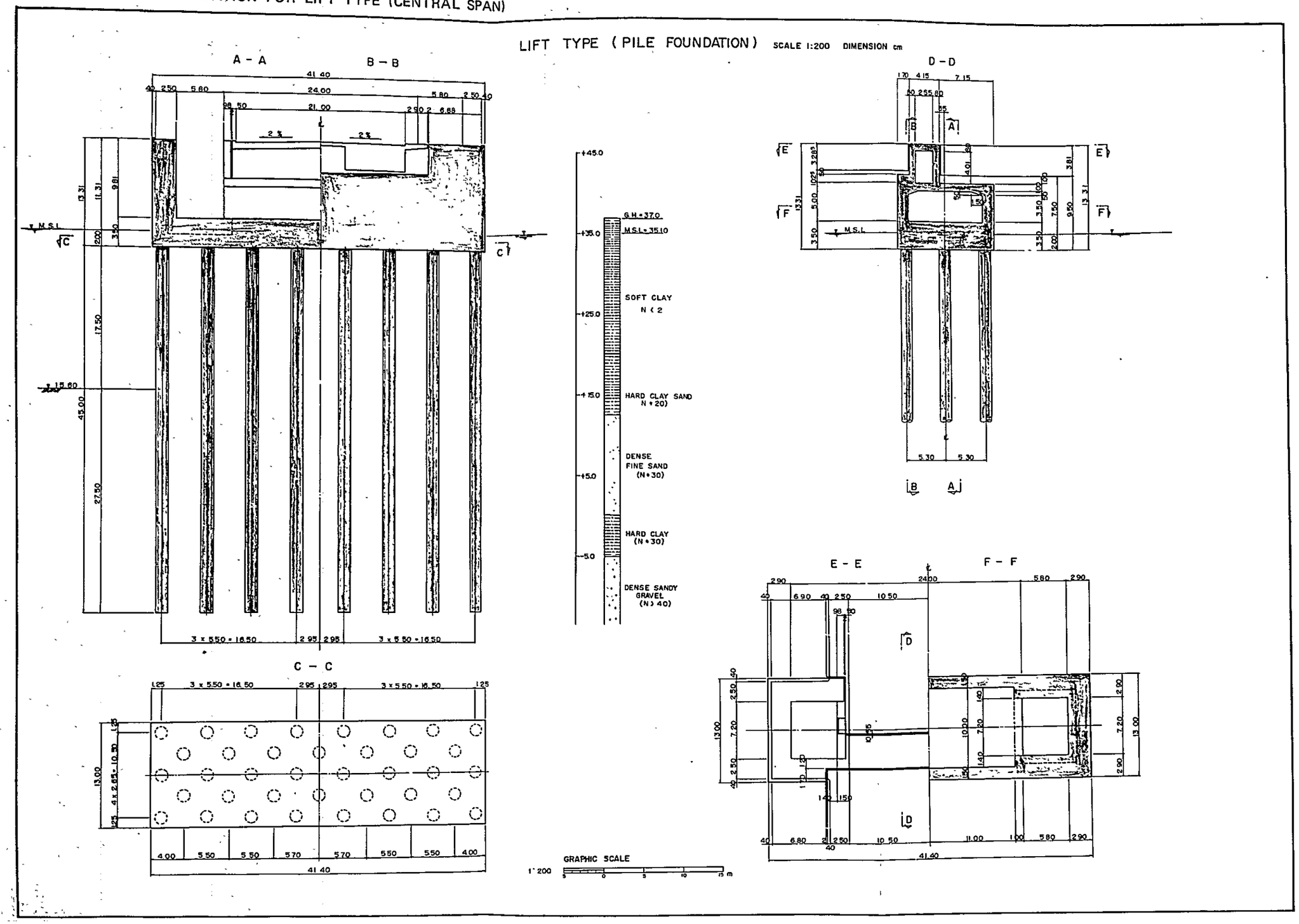


Table 3−4−3　橋体工及び可動機構数量

型式 / 資材	昇開型式		跳開型式	
	数量	備考	数量	備考
橋体	750 Ton	主構，伸縮継手 高欄，沓，排水装置	1350 Ton	主構，伸縮継手 高欄，沓，排水装置 アンカーフレーム
グレーチング	150 Ton	取付金具，地覆筋等すべて含む。	170 Ton	取付金具，地覆筋等すべて含む
機械	490 Ton	カウンターウエイト用ワイヤーロープ，シーブ 開閉装置，ロック装置 附属品一式	360 Ton	トラニオン関係 開閉装置，ロック装置 附属品一式
電気	150 Ton	動力，照明，信号，エレベーター等及配線材料	150 Ton	動力，照明，信号及配線材料
塔	1010 Ton	塔，梁，アンカーフレーム 外装材，操作室		
合計	2550 Ton		2030 Ton	
コンクリート	420 m³	床版，舗装	450 m³	床版，舗装
カウンターウエイト重錘	240 m³ 1200 Ton	中埋めコンクリート 比重　2.35 中埋め鋼材 比重　7.85	610 m³ 3500 Ton	中埋めコンクリート 比重　2.35 中埋め鋼材 比重　7.85
合計	660 m³ 1200 Ton		1060 m³ 3500 Ton	

Table 3－4－4　中央径間下部工所要資材表

型式＼資材	コンクリート	鉄筋	鋼製ケーソン
跳開橋	6,550 m³	980 t	182 t
昇開橋	8,100 m³	890 t	186 t

Table 3－4－5　昇開型式および跳開型式の比較

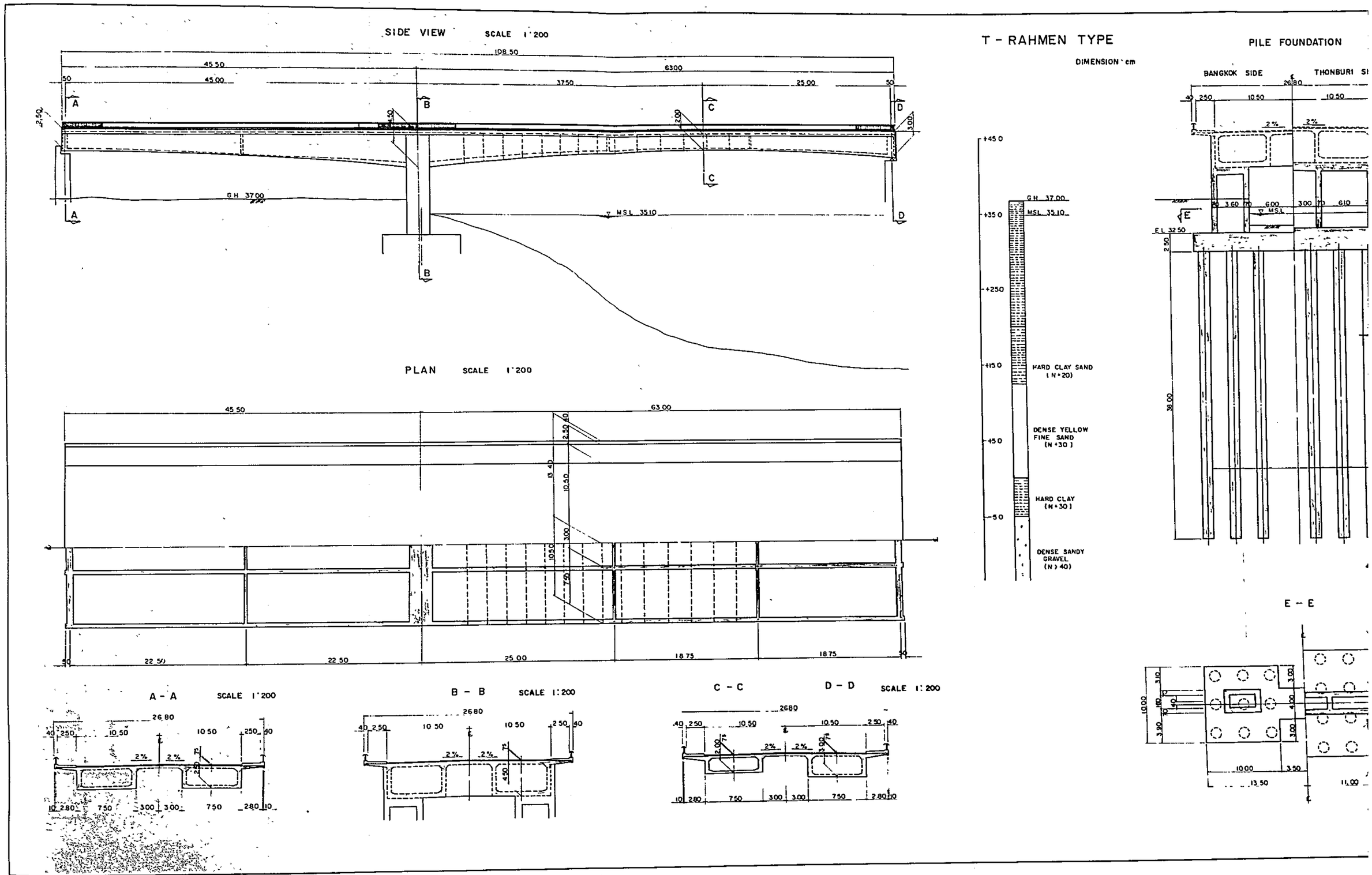
項目＼型式	昇開型式 ドラム	跳開型式 ギヤー
1. 機構	機械装置は複雑ではあるが一般的な巻上機であり馴染みやすい。 電気装置も速度制御にワードレオナード方式を採用する為，直流発電機が必要となり複雑である。 ロック装置 4ケ所，電動機 2台 エレベーター必要	同左 同左 但し同調装置不用 ロック装置 6ケ所，電動機 3台 エレベーター不用
2. 維持管理	本機械装置は強固な機械台上で組立てられ，ドラムにワイヤーロープを巻取る為，地盤沈下，橋脚の撓み等に対し鈍感であり，又機械装置の回転部，摺動部が外部からわかり保守管理が容易である。 将来固定橋として使用する計画があるならば，塔を撤去すれば既設の固定橋と変わらない。 製作費は多少高くなる。	昇開型式と比べると機械装置（トラニオン部，荷重受の調整，ロック装置）が地盤沈下，橋脚の撓みに対し敏感である。 将来固定橋として使用する場合，既設の固定橋と変わる。 尚，上記地盤沈下等に対しても調整出来る装置は設けている。

Table 3－4－6　側径間工費比較

（単位 1,000 Bahts）

工費＼型式	T型ラーメン		連続桁	
	ケーソン基礎	杭基礎	ケーソン基礎	杭基礎
上部工費	31,300	31,300	33,500	33,500
下部工費	16,900	16,100	16,900	15,300
合計	48,200	47,400	50,400	48,800

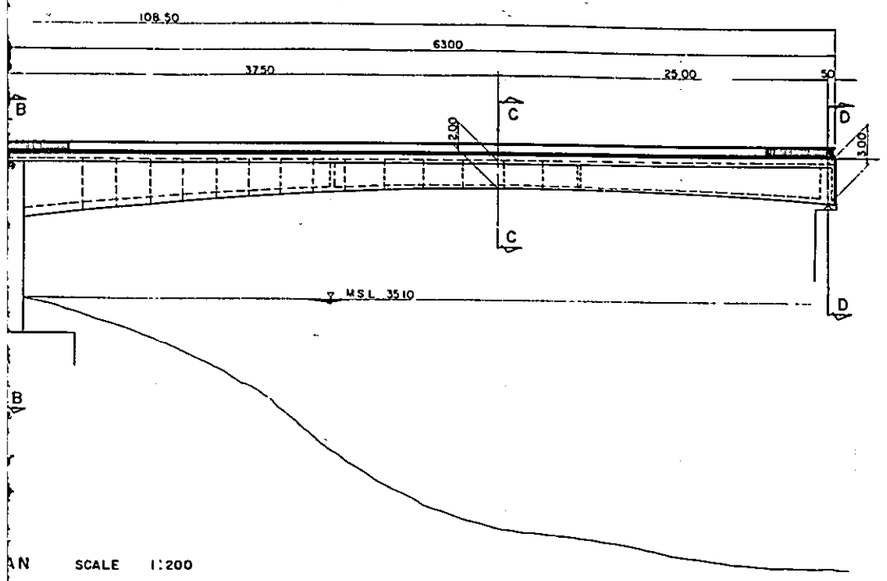
Fig. 3–4–10 T-RAHMEN FOR SIDE SPAN



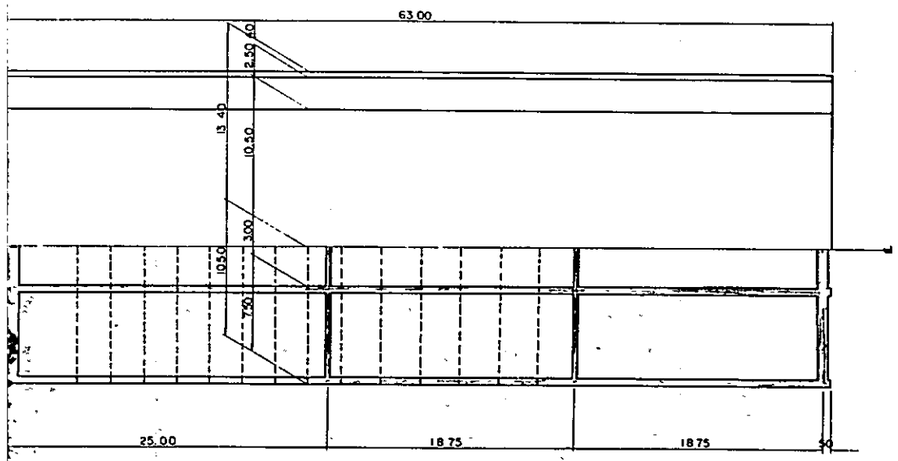
T - RAHMEN TYPE

DIMENSION : cm

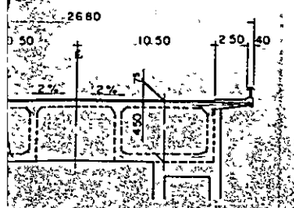
VIEW SCALE 1 200



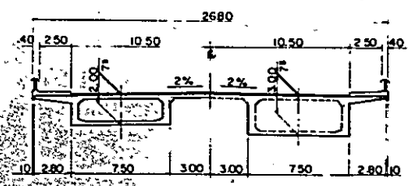
AN SCALE 1:200

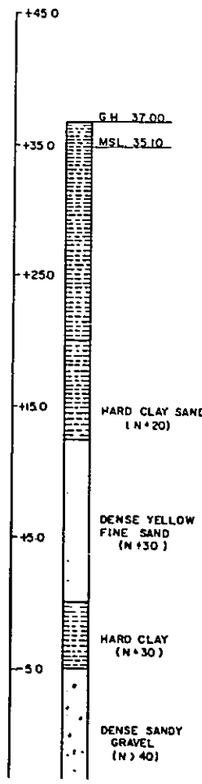


B - B SCALE 1:200

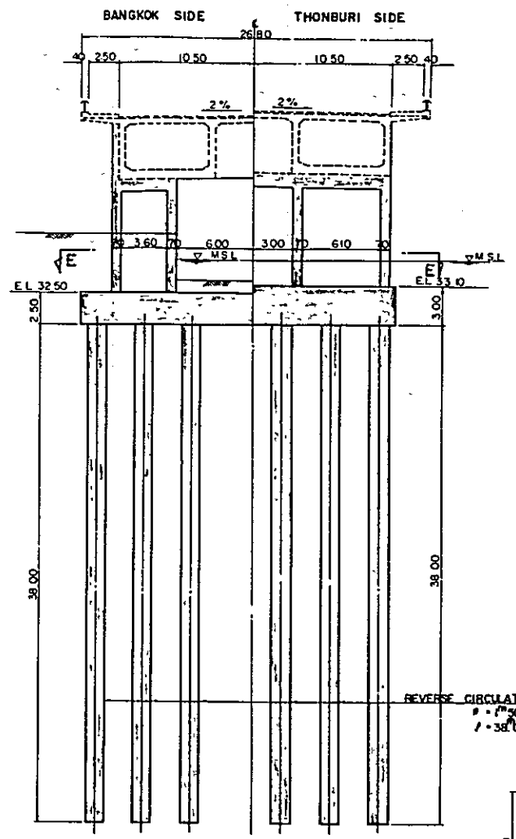


C - C D - D SCALE 1:200

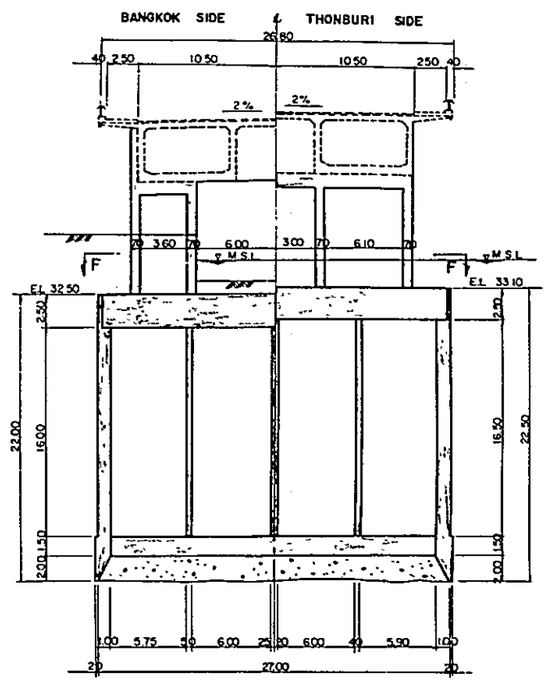




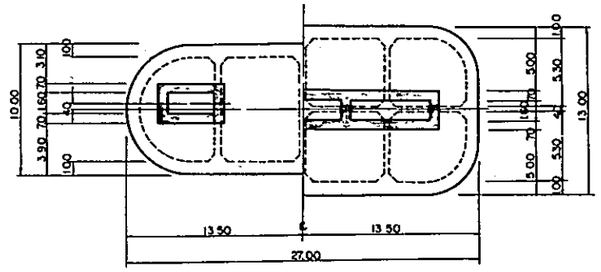
PILE FOUNDATION SCALE 1:200



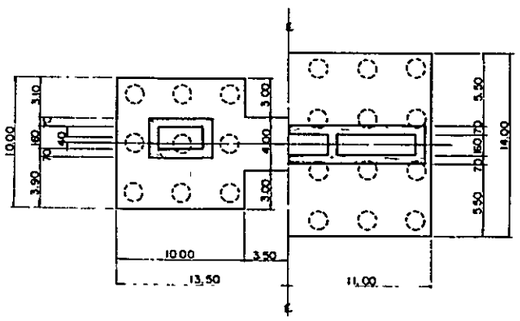
CAISSON FOUNDATION SCALE 1:200



F - F



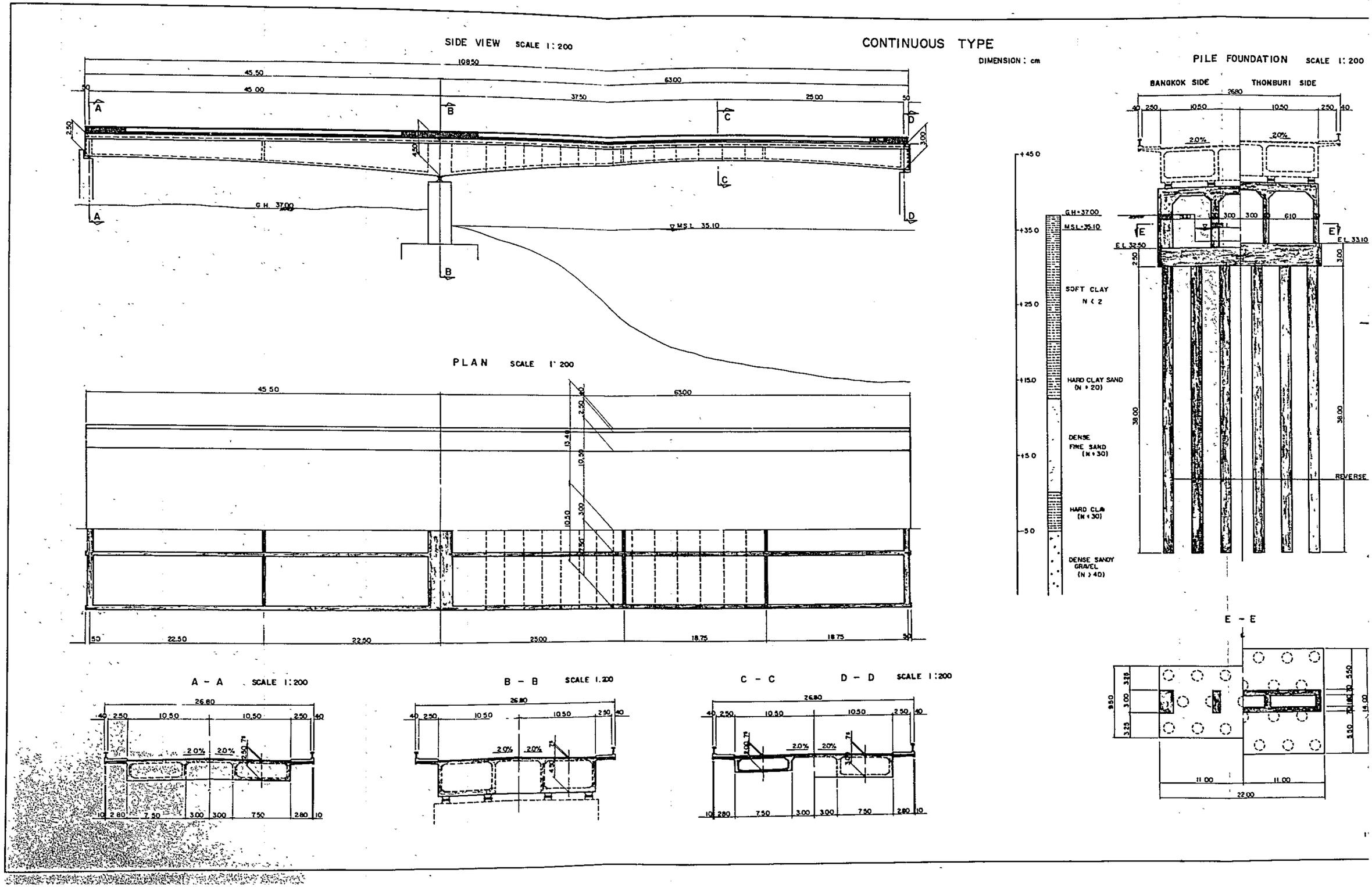
E - E



GRAPHICK SCALE

1:200 10 5 0 5 10m

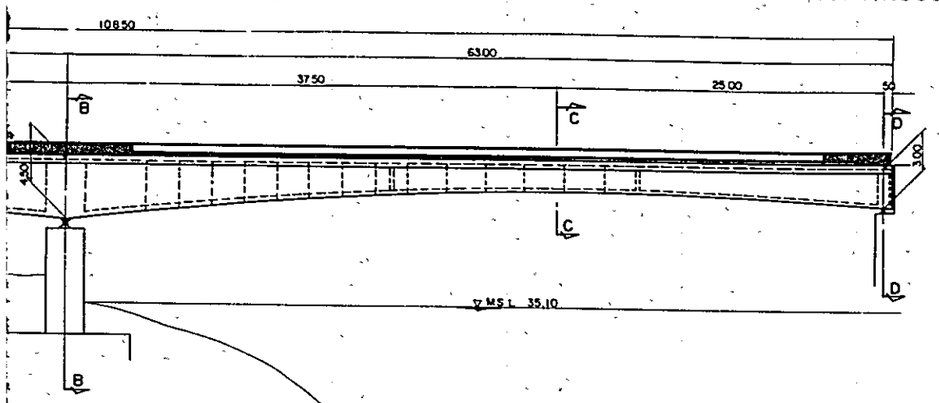
Fig. 3–4–11 CONTINUOUS TYPE FOR SIDE SPAN



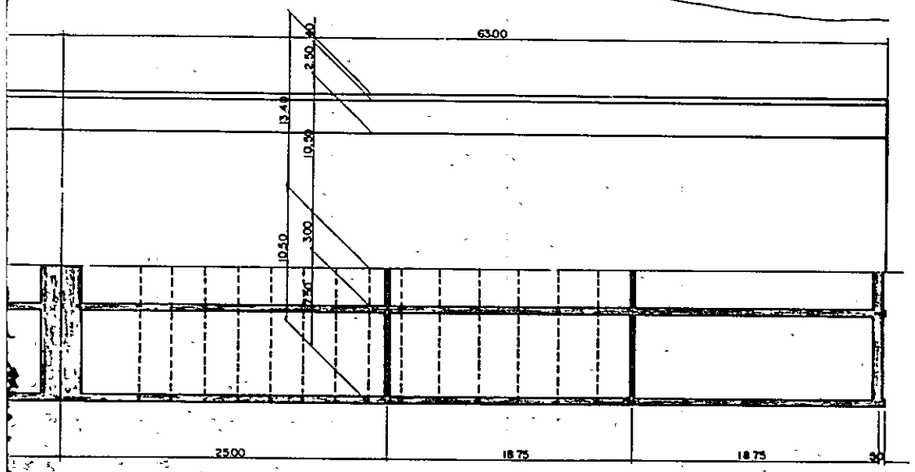
CONTINUOUS TYPE

DIMENSION : cm

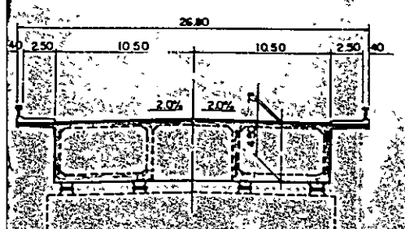
SIDE VIEW SCALE 1 : 200



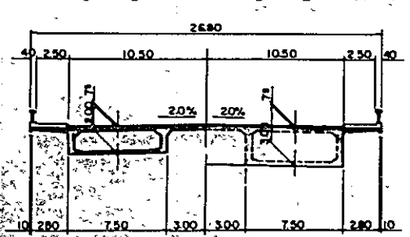
PLAN SCALE 1: 200

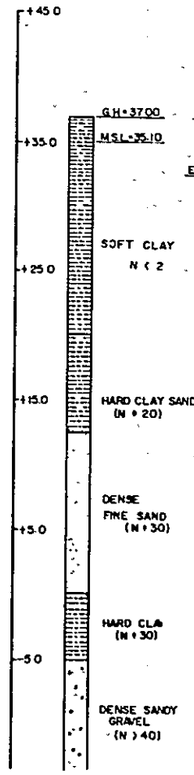


B – B SCALE 1:200

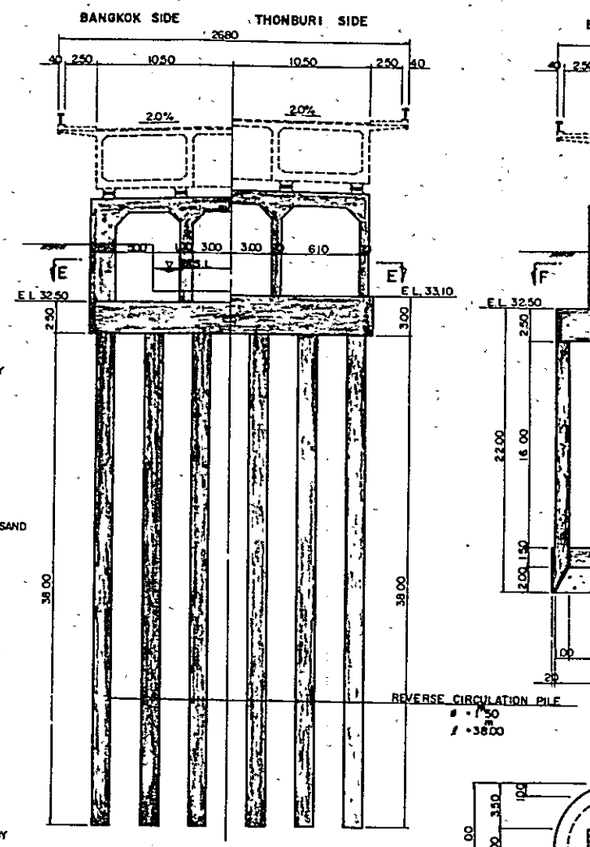


C – C D – D SCALE 1:200

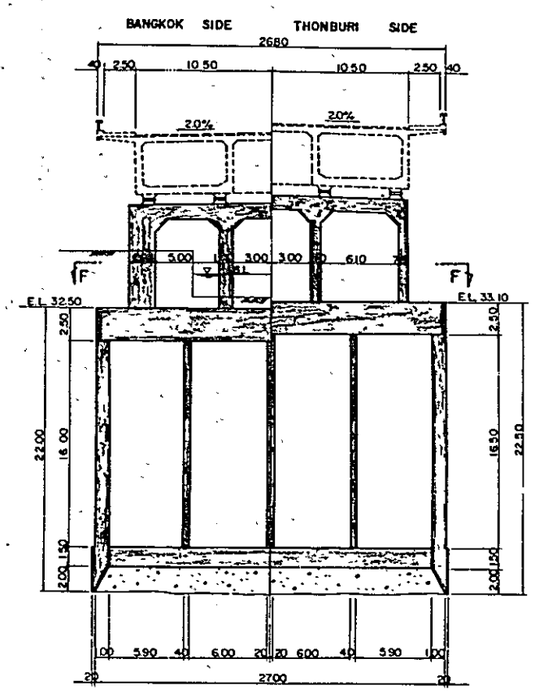




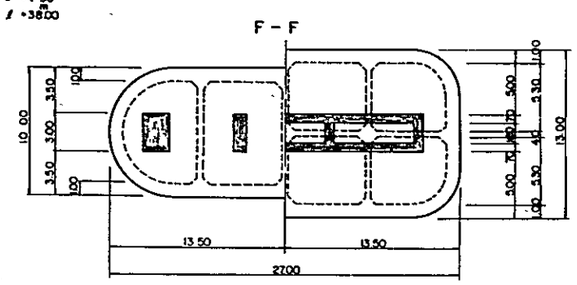
PILE FOUNDATION SCALE 1: 200



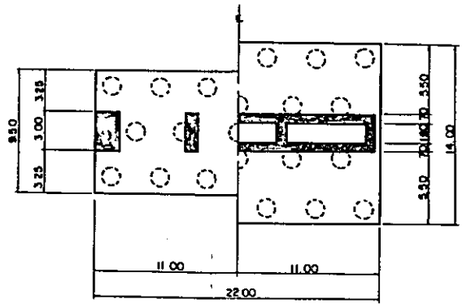
CAISSON FOUNDATION SCALE 1: 200



F – F



E – E



GRAPHIC SCALE

1 200

に示す通りである。これらの表から，T型ラーメンは連続桁に比較してP.C鋼材を約10t節約でき，また大型shoe（約45t）を必要としないために経済的であり，かつ輸入資材も減少する。

Table 3−4−7　側径間下部工所要資材表

型式＼資材	コンクリート	鉄筋	鋼ケーシング
ケーソン基礎	7,100 m³	890 t	−
杭基礎	1,640 m³	210 t	650 t

Table 3−4−8　側径間上部工所要資材表

型式＼資材	コンクリート	鉄筋	P.C. 鋼材
T型ラーメン	6,400 m³	580 t	240 t
連続桁	6,400 m³	580 t	250 t

施工上および維持管理の面から考えても，連続桁のように橋脚上にヒンジを設けることは，有利ではないので，この点からもT型ラーメンの方が優れている。

(4) 取付区間

取付区間の支間割および構造概要図はそれぞれFig 3−4−12〜3−4〜14の通りである。

また取付区間の工事費を示すとTable 3−4−9のようになる。

更に，所要資材の概算結果はTable 3−4−10に示す通りである。なお，中央径間が跳開橋の場合と昇開橋の場合では，中央径間部の延長が若干異なるので，側径間の延長も異なってくる。この延長の差による工費の差は極めて小さく，また所要資材の量の差も少ないので，ここでは，跳開橋の場合に対してのもののみをあげた。

Table 3−4−9　取付区間工事費

（単位 1,000 Bahts）

上　部　工	32,400
下　部　工	35,600
合　　計	68,000

Table 3−4−10　取付区間所要資材表

資材	コンクリート	鉄筋	P.C. 鋼材	P.C. パイル 口 350
上　部　工	9,700 m³	750 t	240 t	−
下　部　工	7,400 m³	1,090 t	−	1,929本
合　　計	17,100 m³	1,840 t	240 t	1,929本

3−5　サトン橋に対する結論ならびに考察

(1) 構造型式

3.4 で比較検討の結果，明らかになったように，中央径間に対してでは跳開橋が最も経済的であり，所要外貨も少なく，機械電気関係の維持費も安くなる。また，美観上も跳開橋が優れていると思われるので，日本調査団としては，跳開橋の採用を推奨したい。なお，機械関係については，公共事業局との協議の結果通り，セクターギャー駆動方式を採用することにしている。

また，側径間については，T型ラーメンでケーソン基礎を用いた型式が，最も経済的であり，施工上，維持管理上からも問題が少ないので，この型式を推奨したい。

更に，取付区間に対しては，上部構造にP.C.T 桁型式，基礎に一辺 35 cm の正方形断面の P.C.パイルが有利と考えられる。

(2) 所要材料ならびに工費

Sathorn Br.に推奨した構造型式に要する材料ならびに工事の概要については，既に 3.4 において説明しているが，より詳細に表示すれば Table 3−5−1 (1) のようになる。

また，中央径間の上部構造に要する材料の詳細 Table 3−5−1 (2)の通りである。

この表の種別の項の内，最初の小計の項は，工場において製作される部材の重量であり，次の小計はコンクリート関係の現場施工重量を含めた値である。

Fig. 3–4–12 APPROACH (SPAN LENGTH L = 18.2 M)

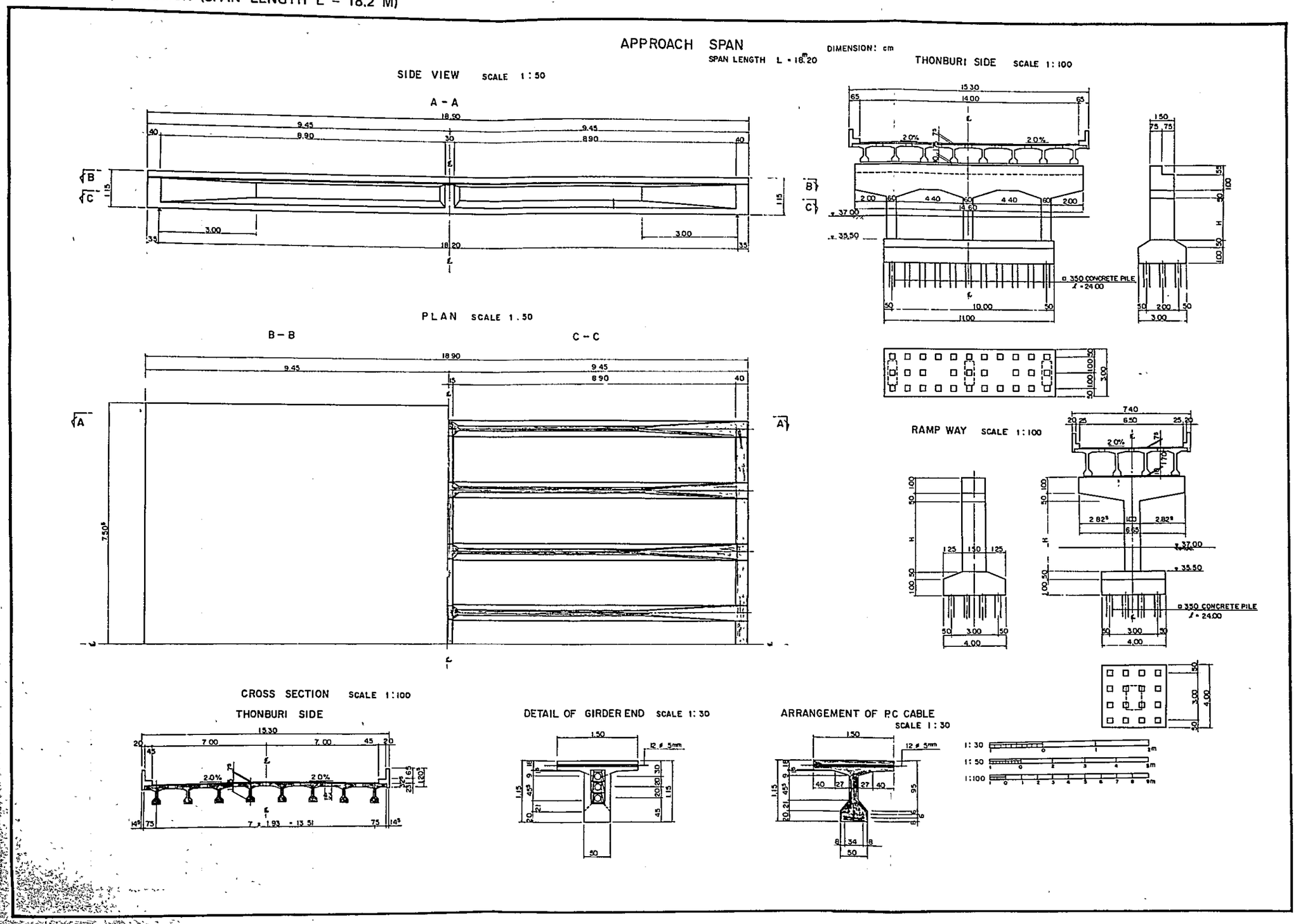


Fig. 3–4–13 APPROACH (SPAN LENGTH L = 26.0 M)

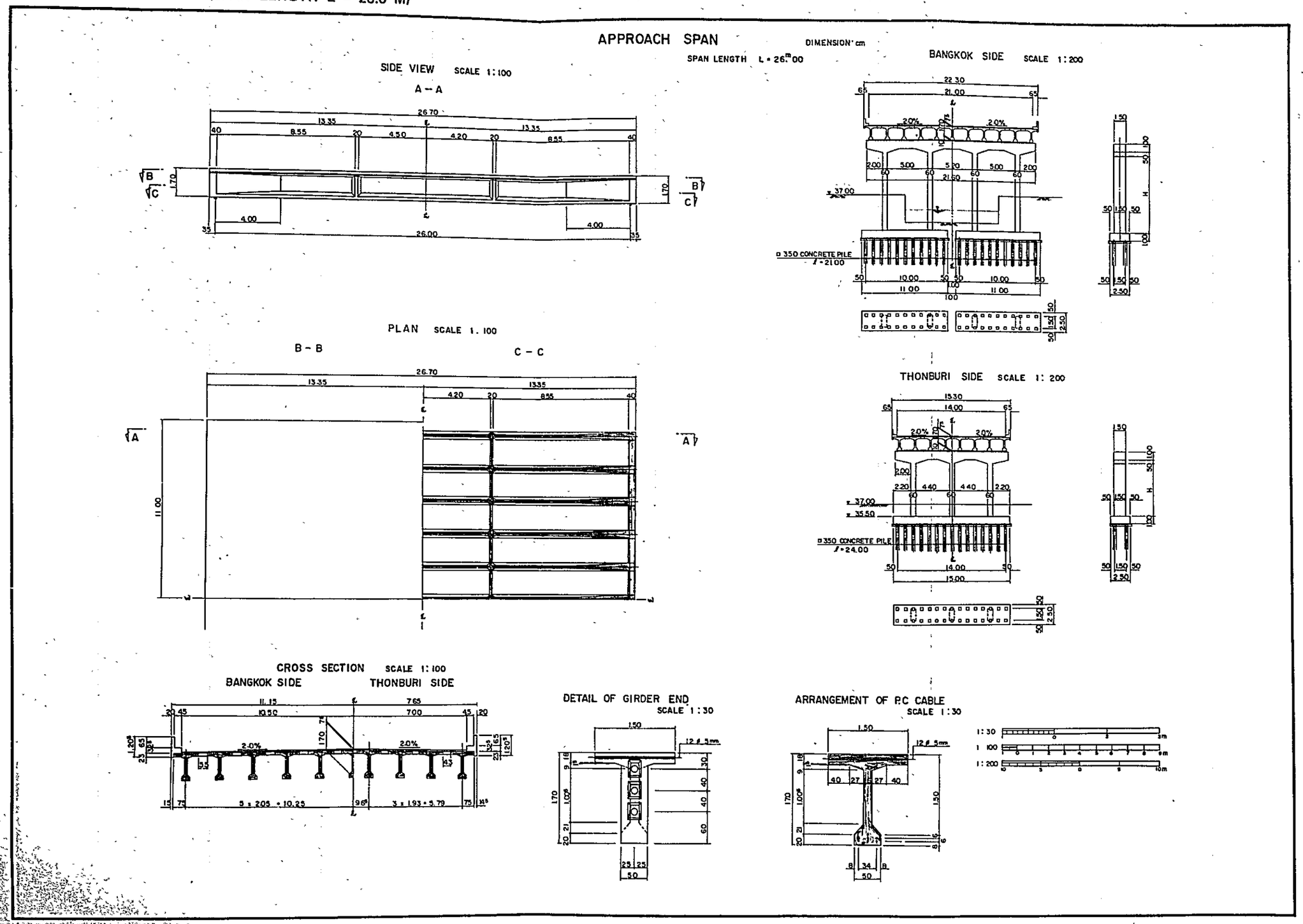


Fig. 3–4–14 APPROACH (SPAN LENGTH L = 35.0 M)

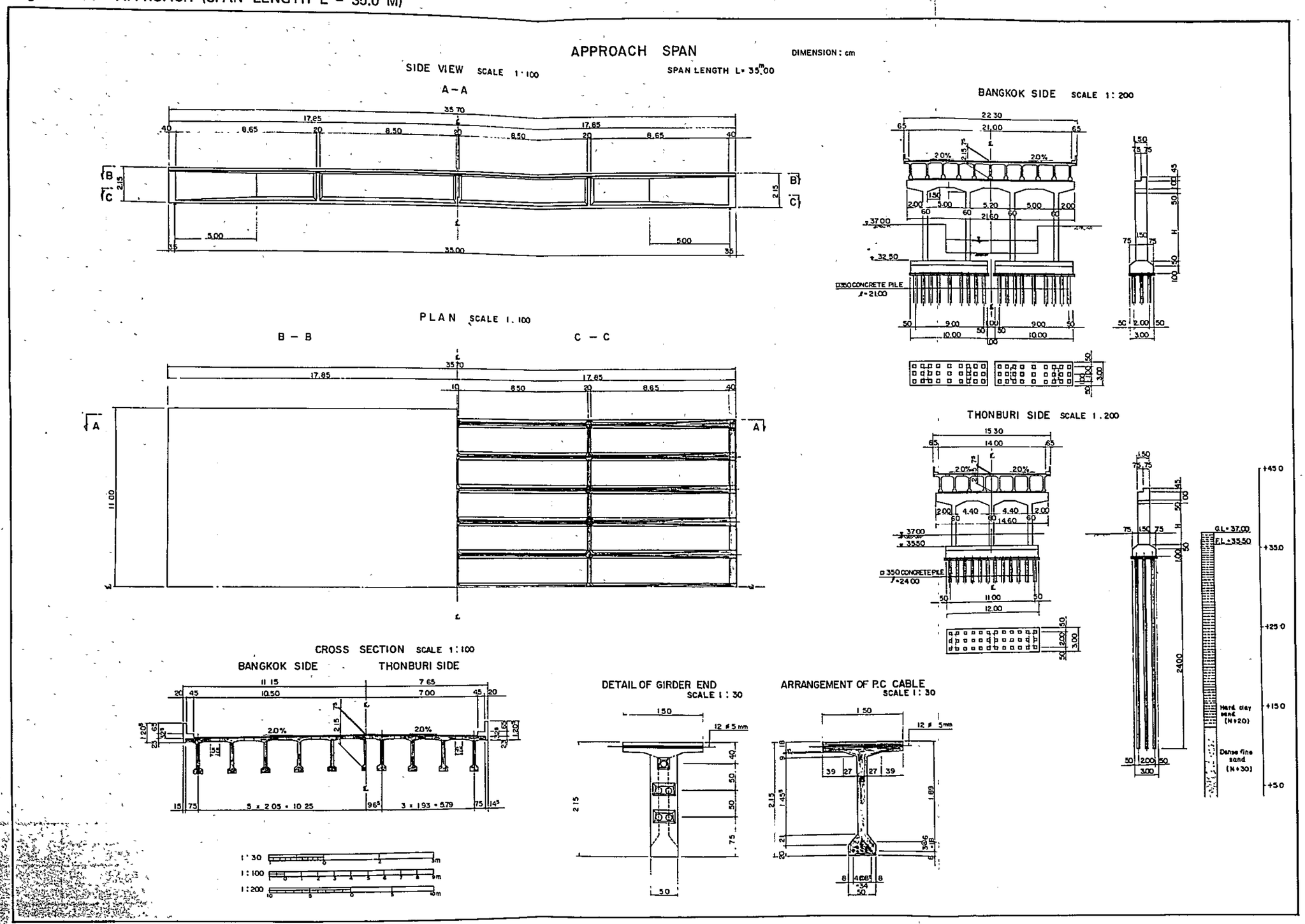


Table 3-5-1(1) Total Quantities of Materials and Equipments

	Concrete (m^3)				Steel materials	Reinforcement	Steel materials for counterweight	Reinforcement (φ7)	Mechanical & electrical equipment	Forms	P. C. piles □350	Steel shoes	Steel sheet piles
	δ28=350 Kg/cm²	δ28=240 Kg/cm²	Underwater work, filling & levelling	Total	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(m^2)	(pcs)	(t)	(t)
Main Bridge	5,440	20,440	3,990	29,870	1,520	3,430	3,500	240	510	52,300	–	380	200
Superstructure	5,440	890	610	6,940	1,520	520	3,500	240	510	18,500	–	–	–
Central Span	–	450	610	–	1,520	–	3,500	–	510	–	–	–	–
Side Span	5,440	440	–	–	–	520	–	240	–	18,500	–	–	–
Substructure	–	19,550	3,380	22,930	–	2,910	–	–	–	33,800	–	380	200
Central Span	–	13,100	2,220	–	–	1,960	–	–	–	26,000	–	360	–
Side Span	–	6,450	1,160	–	–	950	–	–	–	7,800	–	20	200
Approaches	5,740	11,030	340	17,110	–	1,850	–	240	–	–	1,930	–	–
Superstructure	5,740	5,590	–	–	–	910	–	240	–	–	–	–	–
Substructure	–	3,890	200	–	–	780	–	–	–	–	1,470	–	–
Retaining wall, etc.	–	1,550	140	–	–	160	–	–	–	–	460	–	–
Total				m^3 46,980	t 1,520	t 5,280	t 3,500	t 480	t 510		1,930	t 380	t 200

Table 3-5-1(2) Materials and Equipments for Superstructure of Central Span

Item	Quantity	Remarks
Bridge	1,350 t	Steel beam, expansion joint, handrail, shoe, drainage facilities and anchor frame.
Grating	170 t	Metal fittings, reinforcement for curve stone.
Mechanical Equipments	360 t	Trunnion, switch gear, lock device, and a set of accessories.
Electrical Equipments	150 t	Facilities for power supply, lighting equipment and signal equipment, wiring materials.
Sub-total	2,030 t	
Concrete	450 m^3	Floor slab and pavement
Counterweight	610 m^3	Concrete mortar
	3,500 t	Steel materials
Sub-total	1,060 m^3 3,500 t	

次に，中央径間上部工の工費をTable 3－5－2に示し，その他の部分の工費をTable 3－5－3に示す。これらの表の値を加えると，Sathorn Br.の全工事費は，297,000,000バーツであることが判る。

Table 3－5－2　中央径間上部工工費

単位 1000 Bolts

項　　目	FC	LC	計
製　　作	74,900	—	74,900
運　　搬	12,000	4,700	16,700
架　　設	10,600	11,700	22,300
小　　計	97,500	16,400	113,900
諸 経 費	11,700	2,000	13,700
合　　計	109,200	18,400	127,600

FC：Foreign Currency
LC：Local Currency

Table 3－5－3　中央径間の上部工工費を除いた工費

工種	通　貨	FC	LC	TOTAL
	中央径間	14,364	22,104	36,478
下部工事費	側 径 間	3,668	7,907	11,575
	アプローチ	1,840	23,334	25,174
上部工事費	側 径 間	8,778	12,701	21,479
	アプローチ	5,714	15,248	20,962
橋面工事費	全　　橋	2,153	3,608	5,761
附帯工事費	〃	329	1,056	1,385
小　　計		36,856	85,958	122,814
準備工事費	全　　橋	350	2,520	2,870
機器損料	〃	1,459	1,264	2,723
技術管理費	〃	0	614	614
現場管理費	〃	12,257	11,225	23,482
一般管理費	〃	5,658	11,287	16,945
合　　計		56,580	112,868	169,448

(3) 施工法ならびに工期

(i) 中央径間上部工

中央径間上部工の架設は次のような順序で行う。まず、三角測量および距離測量を併用して橋脚上に各機器据付位置を求め，次に高圧受電盤，各種モーター等の機械電気機器を桁架設前に橋脚内に搬入する。次いでトラニオン軸受けを正規の位置に据付けて取付モルタルの硬化を持って，橋桁の架設を行う。架設には１２０ｔフローチングクレーンを用い，桁を支承部，カウンターウエイト部，片持部の３ブロックに分けて現場に据付ける。（Fig 3.5.1参照）この作業と併行して駆動機器類を据付け，コンクリートを打設し，高欄を建込んだ後，地覆コンクリートを打設する。

(ii) 中央径間下部工，側径間および取付区間

中央径間下部工はフローチングケーソン工法によるが，その工法の概要をFig 3.5.2に示す。まず鋼製ケーソンを組立て，水上に引出し，水上で鋼製ケーソン内にコンクリートを打設する。次に数mづつコンクリート壁を打ち上げながら，ケーソンを沈設し河床に到達させる。河床上には予め砂を敷き河床の凹凸を均しておく。ケーソンがこの砂層に到達したならば，圧縮空気をケーソン下部にある作業室に送り，ニューマチックケーソンとして堀削し，ケーソンを所定の位置まで沈設する。

側径間上部工は，バンコク側およびトンブリ側共にコンクリートを支保工上で場所打施工する。すなわちFig 3.5.3 に示すように，陸上部径間はオールステージング工法，河上部径間は側径間の中央の橋脚側３５ｍ区間を移動式支保工を用いるカンチレバー工法により，その他の部分の２５ｍの区間を架設桁上でいずれも場所打ち施工により主桁を築造する。陸上部径間は地盤が，軟弱なために約２５ｍの支持杭の打込みが，必要である。オールステージング区間が出来上ると，その上で移動式支保工を組立て，場所打ち施工でカンチレバーアウトする。１つのブロックの長さは始めの２０ｍ区間は2.5ｍ先端の１５ｍ区間は3.0ｍである。架設桁支保工区間については，カンチレバーアウト施工中に，Fig３－５－３に示す位置に仮支柱（φ８００）用の鋼杭を４本打込み，相互間をブレーシング材で連結する。No.１３ブロックが完成すると，移動式支保工を解体し，桁端を仮支柱で支持させる。次に仮設桁を全巾に亘って架設し，この上でコンクリートを打設し，主桁の施工を完了する。

Fig. 3–5–1 ELECTION SCHEME OF BASCULE BRIDGE

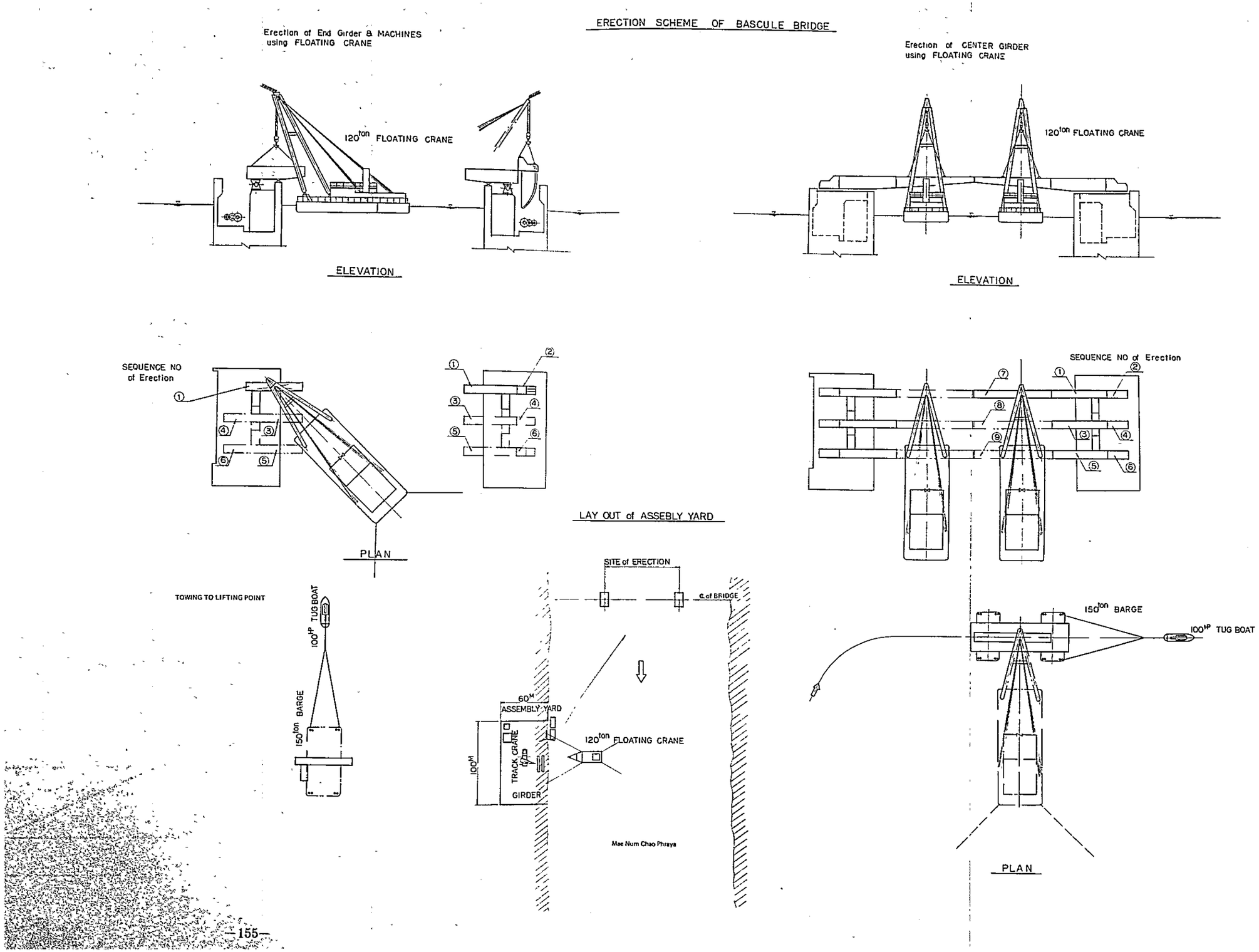


Fig. 3–5–2 (1) FLOATING CAISSON METHOD
(TOWING THE STEEL CAISSON ONTO WATER)

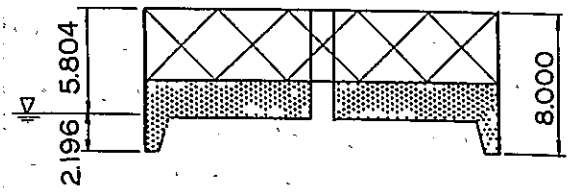


Fig. 3–5–2 (2) FLOATING CAISSON METHOD
(CONCRETE PLACING IN THE STEEL CAISSON)

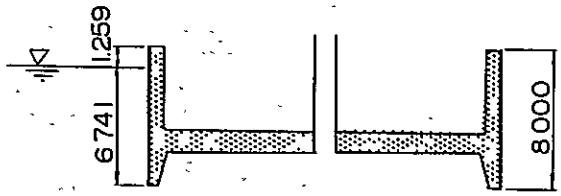
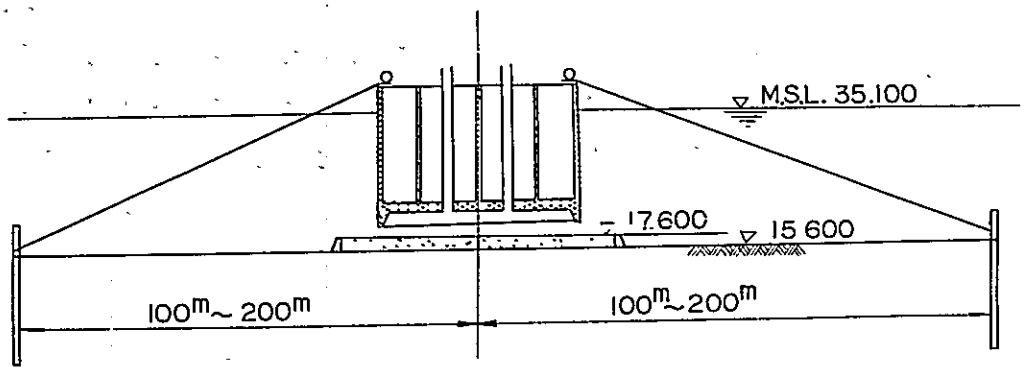


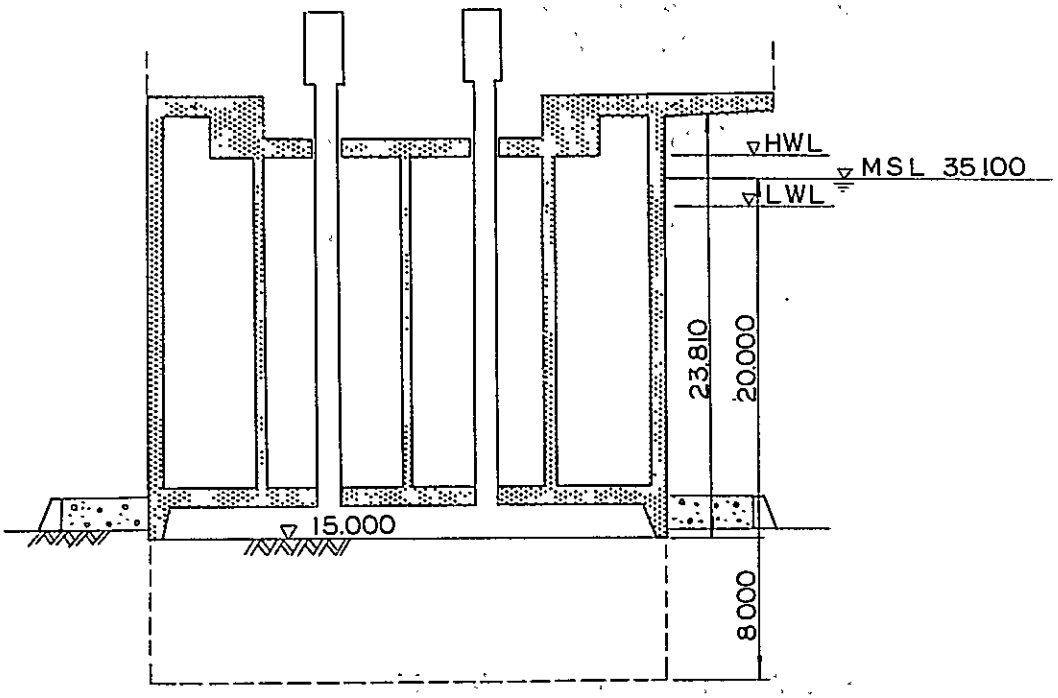
Fig. 3–5–2 (3) FLOATING CAISSON METHOD
(SINKING THE CAISSON WHILE CONCRETING)



側径間中央部の橋脚基礎用ケーソンの施工は，先ず，鋼矢板による築島の築造から始められる。築島完了后，ケーソンの先端部数mを作成し，ケーソン内の土砂を掘削し，ケーソンの沈設作業を行う。ケーソンが沈設したならばケーソンを更に数m継足す。このようにして，ケーソンを所定の位置まで沈設し，底埋めコンクリートを打設して，基礎工事を終える。

取付区間の上部工は、すべてポストテンション方式によるプレキャストビームからなる。主桁は桁長35.7mから18.9mまで5種類であるが，いずれも架橋附近の桁製作ヤードで製作し，Fig 3－5－4に示す門型クレーンで架設する。

Fig. 3–5–2 (4) FLOATING CAISSON METHOD
(EXCAVATION AND SINKING USING THE PNEUMATIC METHOD)



(iii) 工　　期

Sathorn Br. の建設には，おおよそ30ケ月の工期を要する。工事工程表はTable 3－5－4に示す通りである。なお，工程計画作成にあたっては，工事期間中における航路の確保，架設機械の有効な転用を特に考慮した。

(4) 考　　察

日本調査団は前項までにのべた公共事業局より示された条件および公共事業局と協議の結果に従って設計されたSathorn Br.の構造型式の比較検討を行った。それらの概略設計は前述した通りであるが，その結論には未だ多くの問題点が残されているものと考える。

それらの問題点の第1は，まず，この結論はボーリング調査が完了してない時点での結論であるという点である。バンコク市の地盤は，ほぼ一様であると思われるので，本報告書で推定した。地盤構成と実際が著しく異なるとは考えられないが，万一大巾な差が生じたときは，本報告書の結論に少なからぬ影響があり得る。

次にSathorn Br.を築造した後のチャオピヤ河への影響である。架橋地点はバンコク附近で，チャオピヤ河の河巾が最も狭隘な地点である。この地点に橋脚を築造し，河川巾を約70％に減ずることは，河川の水流に大きな影響を与え，河床の洗堀を促進する結果を惹起する可能性がある。今后この点についての十分な調査検討を必要とする。

最后に，工事費の節減を計る方法が未だ残されている点である。本報告書では，公共事業局との協議の結果定めた条件に従って概略設計を行い，積算を行っている。積算の結果は，既に説明した通りであるが，意外に大きな工事費となった。このような結果の出た時点において，本報告書の内容を検討してみると，まだまだ工事費を節減する余地のあるのに気づく。そのためには本報告書の結果を参考として，実施設計の段階で，公共事業局と協議して定めた条件について，もう一度再検討し，その条件を工事費を節減する方向で修正する必要があると思われる。

工事費を節減するための方法の第一は，跳開橋の床版をソリッドタイプのグレーチングからオープングレーチングに変更することである。このことにより，跳開橋の上部工の約8％を節減できるばかりでなく，ケーソンの大きさを縮少できるので，下部工費も約10％節減出来る。またケーソンの大きさを小さく出来ることは，河川の水流に対しても好ましい結果を与える。

また，本報告書では，将来の維持管理を考えて，最上の品質の材料の使用を考えているが，これを通常のものにするとか工業用テレビ等の施設を省略すれば跳開橋の上部工費の約10％だけ節減出来る。

次に，工費節減の目的から側径間に鋼橋を採用することも検討の価値があると思われる。

以上のようにまだ多くの問題点が残されているが，これらは，いずれも実施設計の段階で解決すべきであり，本報告書の範囲を越えている。しかし，実施設計の段階での検討に際して，本報告書は極めて有効な資料として参考になると思われる。

Fig. 3–5–3 GIRDER ELECTION FOR SIDE SPAN

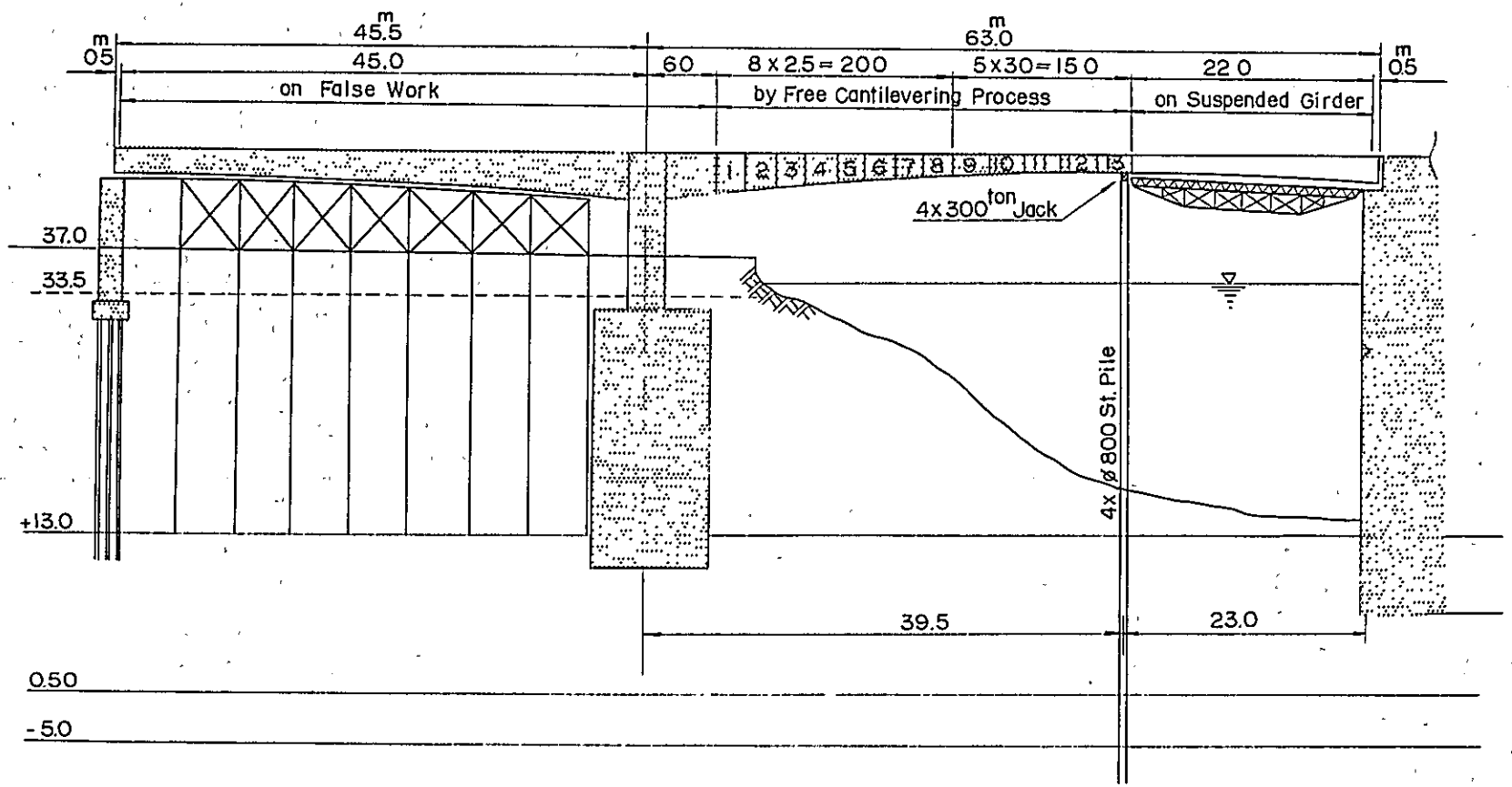


Fig. 3–5–4 GIRDER ELECTION FOR APPROACH SPAN

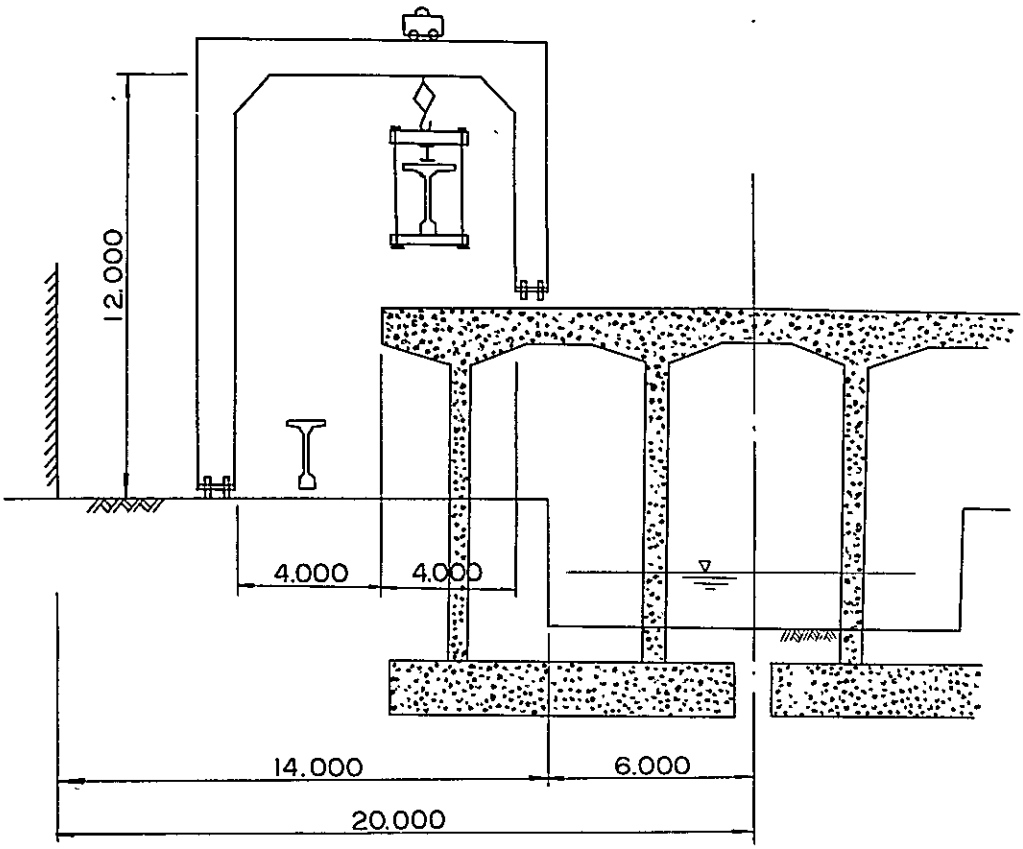


Table 3-5-4 Erection Schedule of the Sathorn Bridge