

タイ 国

バンコック首都圏都市ガス供給計画調査団報告書

昭和 50 年 12 月

国際協力事業団

タイ 国

バンコック首都圏都市ガス供給計画調査団報告書

昭和 50 年 12 月

JICA LIBRARY



1050143[5]

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 22	122
登録No. 01472	68.5
	MP

は し が き

日本政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国バンコク首都圏都市ガス供給計画調査を行うことになり、その実施を国際協力事業団に委託した。

国際協力事業団は、田辺常治氏（東京ガスエンジニアリング㈱）を団長とする13人の専門家からなる調査団を編成し、昭和49年9月20日～12月24日（96日間）にわたって現地に派遣した。

調査団は、タイ国関係当局 — 国家エネルギー庁、国家経済社会開発庁、バンコック市役所等 — と打合せをすると同時に、バンコク市内において現地調査を実施した。

帰国後、調査団は、資料の解析を行い、技術的、経済的検討を加えて、資料作成上の上、タイ国側と再度打合せを行い、ここに報告書を提出することとなった。

本報告書がタイ国バンコク首都圏都市ガス供給計画の開発のために寄与するとともに、同国とわが国の親善により一層貢献することを願うものである。

最後に、調査に協力されたタイ国関係機関の方々を始め、在タイ国日本大使館の方々、並びにわが国の通産省、外務省等関係機関の方々に対し深く謝意を表すものである。

昭和50年12月

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作

目 次

序 章	ページ
1. 都市ガスとは	1
1-1 世界における都市ガス事業	1
1-2 都市ガス事業の提案	2
2. 調査の目的	3
3. 本調査に至る経緯	3
4. Scope of Work	5
5. 調査団の構成	8
6. 調査期間	9
7. 調査に協力いただいた政府機関・公共企業体 その他の企業体	10
第I章 結 論	
I-1 計画の概要	12
I-2 結 論	12
第II章 タイ国とバンコック首都圏の概要	
II-1 自然の地理	17
II-2 経済概観	21
II-3 バンコック首都圏の公共ユーティリティー	31
II-4 タイ国エネルギー状況	38
第III章 都市ガス事業の技術的検討	
III-1 都市ガスの需要予測	49
III-1-1 供給区域の決定	49
III-1-2 家庭用需要量予測	53
III-1-3 その他用途需要量予測	63
III-1-4 都市ガス需要パターン	66
III-2 都市ガス製造システム	81
III-2-1 都市ガス原料の検討	81

	ページ
Ⅲ-2-2 工場用地	85
Ⅲ-2-3 電力	80
Ⅲ-2-4 水	88
Ⅲ-2-5 都市ガス製造送出システム	91
Ⅲ-2-6 ホルダー容量及び製造能力の検討	99
Ⅲ-2-7 都市ガス工場の運転	104
Ⅲ-2-8 設備計画	108
Ⅲ-2-9 工事及び投資計画	118
Ⅲ-3 都市ガス供給システム	117
Ⅲ-3-1 供給設備に関連する他施設概要	117
Ⅲ-3-2 供給設備に関連する物理的諸条件	141
Ⅲ-3-3 供給システムの検討	149
Ⅲ-3-4 基本計画	187
Ⅲ-3-5 建設費	227
Ⅲ-4 ガス器具の調整	228
Ⅲ-4-1 ガスの燃焼性と器具の融通性	228
Ⅲ-4-2 器具調整の方法	241
Ⅲ-4-3 普及器具の実状とその調整法	248
Ⅲ-4-4 器具数の推定	248
Ⅲ-4-5 器具調整に要する人員	254
Ⅲ-4-6 調整費用	254
 第Ⅳ章 組 織	
Ⅳ-1 事業体の形態	259
Ⅳ-2 組 織	259
 第Ⅴ章 経 済 分 析	
Ⅴ-1 収支見通しの前提条件	200
Ⅴ-2 収支見通し	271
Ⅴ-3 資金調達方法	270
Ⅴ-4 他燃料との競合力	288
Ⅴ-5 タイ国経済に及ぼす影響	284
Ⅴ-6 経済性分析	285

	ページ
第VI章 勸 告	
VI-1 ガス事業に関する規制及び法規	291
VI-1-1 ガス事業法	291
VI-1-2 ガス供給規程	291
VI-1-3 都市ガス工作物技術基準	291
VI-1-4 ガス器具対策	292
VI-2 関係エネルギー対策	292
VI-2-1 LPG対策	292
VI-2-2 天然ガス対策	293
附 記	
天然ガスによる都市ガス供給の検討	297
参 考 文 献	301

表 リ ス ト

番 号	表 号	題	ページ
0-1-1		国別ガス輸送導管	1
0-1-2		国別都市ガス事業社数と需要家件数	2
0-4-1		調 達 期 間	9
1-1-1		諸 計 画 数 値 一 覧	14
2-1-1		月別平均最大温度	19
2-1-2		月別平均最小温度	19
2-1-3		月別平均温度	19
2-1-4		月別平均相対湿度	20
2-1-5		月 別 降 雨 量	20
2-2-1		Gross Domestic Product by Industrial Origin and Its Growth Rates	22
2-2-2		Per Capita G.D.P.at Current Prices	22
2-2-3		地域別1人当り支出	23
2-2-4		国際収支の推移	24
2-2-5		Gold and Foreign Exchange Reserves	24
2-2-6		Foreign Trade	25
2-2-7		Gross Domestic Product	27
2-2-8		Consumer Price Index for Bangkok Metropolis by Groups	29
2-2-0		Wholesale Price Index for Thailand Groups	30
2-3-1		Transition of Electricitz Rates for Domestic Use	35
2-3-2		Growth in the Past 5 Years	36
2-3-3		Record of Surface Water and Ground Water Supply Discharge Rates	36
2-3-4		Number of Customers Based on the Number of Meter Connections	37
2-3-5		水 道 料 金	37
2-4-1		エネルギー消費, 人口, Q. N. P. 増加	40

番 号	表 題	ページ
3-1-1	人口、世帯数推移	51
3-1-2	需要家庭調査主要項目	56
3-1-3	家庭用需要家件数	59
3-1-4	用途別ガス販売量	67
3-2-1	ナフサ、オフガス原料対原油、重油原料	82
3-2-2	Chemical Naphtha Specifications	83
3-2-3	Refinery off Gas Base on Arabian Light Crude	88
3-2-4	ナフサ、プロパン、ブタン、重油価格	85
3-2-5	各種原料価格	85
3-2-6	電力料金	88
3-2-7	Quality of Deep Well Water	90
3-2-8	Comparison of Water Supply System	91
3-2-9	高圧連続改質方式と低圧改質方式 (コンプレッサ)比較	93
3-2-10	ガス製造プラント標準組成	97
3-2-11	各種ガス組成及び燃焼性	99
3-2-12	稼働形態別製造能力、ホルダー容量	102
3-2-13	必要製造能力、ホルダー容量年次別展開	103
3-2-14	稼働形態別投資額比較	104
3-2-15	各増熱源による供給ガス/改質ガス比率	109
3-2-16	資材調達	113
3-2-17	価格一覧	114
3-2-18	最終規模に於ける主要設備	115
3-2-19	装置別年次別投資計画	116
3-3-1	土壌抵抗率と裸管の腐食程度	147
3-3-2	酸化還元電位と細菌腐食性	149
3-3-3	腐食調査結果	150
3-3-4	需要家件数別ガバナー基数	163
3-3-5	工場～供給所間高中圧ラインルート比較	163
3-3-6	ケース別供給量及びホルダー基数	177

番 号	表 題	ページ
3-3-7	ライン別の管種	188
3-3-8	高中低圧管網導管延長	210
3-3-9	ガスホルダー、ガバナー設置基数	211
3-3-10	供給管、内管延長	211
3-3-11	ガスホルダー、ガバナー関係諸表	213
3-3-12	塗覆装の諸特性比較	220
3-3-13	電気防食法の比較	222
3-3-14	供給設備の建設費	234
3-4-1	都市ガス及びLPGの基礎的特性	235
3-4-2	器具所有数調査結果	250
3-4-3	器具数一覧	251
3-4-4	ガス器具の生産、輸入台数	253
3-4-5	調整器具数内訳	255
3-4-6	年度別器具調整所要 Man-Hour及び所要人員	250
3-4-7	年度別器具調整費用	257
4-2-1	要員算定基準	202
4-2-2	年次別職種別要員	203
5-1-1	設備投資スケジュール	207
5-1-2	Detail of Construction Cost for Production	208
5-1-3	Detail of Construction Cost for Supply	209
5-2-1	損益計算書	273
5-2-2	損益計算書販売単価 2,77円/m ³ , 政府出賃 100%	278
5-3-1	資金計画	281
5-0-1	I. F. R 分 析	280
5-0-2	Intangible Benefit	288
5-0-3	L. P. G 輸 入 量	280
5-0-4	I. E. R 分 析	290

図　　り　　ス　　ト

番 号	図 名	ページ
2-1-2	General Location Plan	18
2-2-1	Per Capita G.D.P. of Asian Nations	23
2-2-2	土地利用計画図	33
2-4-1	Gross Energy Supply by Source of Energy	39
2-4-2	Energy Consumption	41
2-4-3	Energy Consumption and Gross Domestic Product of the World	42
2-4-4	Energy Consumption per Capita	43
2-4-5	Energy Consumption by Region	43
2-4-6	Gross Energy Balance	44
2-4-7	LPG Consumption by Region	45
2-4-8	LPG Consumption	46
2-4-9	Fuel Wood and Charcoal Production	47
3-1-1	需要予測関連図	50
3-1-2	人 口	52
3-1-3	世 帯 数	52
3-1-4	Gas Distribution Plan in Annual	55
3-1-5	日間需要パターン	70
3-1-6	ピーク時使用量推定	72
3-1-7	ロードサーベイコンピューター結果	73
3-2-1	Route of Electric Power Wire and Location of Land for Works	87
3-2-2	Flow Sheet of Electric Power System	89
3-2-3	Water Supply System Flow Sheet	92
3-2-4	Diagrams Showing Flow During Phase of Operation of Reforming Plant	95
3-2-5	Flow Sheet of Naphtha Reforming Plant	96
3-2-6	都市ガスのガス器具に対に対する融通性の範囲	100
3-2-7	需要レベルと必要製造能力の関係	102
3-2-8	Block Diagram of Gas Making Works	106
3-2-9	Caloric Control System Flow Sheet	107
3-2-10	ガス工場設備計画フロー	108

番 号	図 名	ページ
3-2-11	Expansion Plan of Gas Making Plant	110
3-2-12	Layout and Mainpipe Route of Gas Making Works	112
3-3-1	Major Existing Road Network in Bangkok	119
3-3-2	Average Travel Speed	120
3-3-3	Traffic Volume Selected Road Sections Obtained by Cross Section Counts and Intersection Stream Counts	121
3-3-4	Major Khlongs in Bangkok	122
3-3-5	Discharge Hydrograph of Chao Phraya River at Mouth	123
3-3-6	Major Water Distribution Pipe Line Network in Bangkok	125
3-3-7	Rama IV Sewer	128
3-3-8	Waste Water Sewerage System Major Trunk Sewers Plan	129
3-3-9	Key Map M.E.A. Underground Power Cable Line	130
3-3-10	Telephone Underground Cable Line Map	131
3-3-11	Location of Typical Area and Main Road Survey	135
3-3-12	Plane Table of Typical Area	136
3-3-13	Pavement Type of Main Road in Bangkok	140
3-3-14	Cross Section Through Chao Phraga Delta, Thailand	142
3-3-15	Soil Profile Along Pahol Yotin Highway	144
3-3-16	Typical Unconfined Strength Data on Bangkok Clay	145
3-3-17	軟鋼の腐食に於けるPHの影響	148
3-3-18	Location of Soil Corrosiveness Investigation	151
3-3-19	ガス供給システム	154
3-3-20	Gas Holder	156
3-3-21	Household Density and Governor Location	159
3-3-22	Typical Governor	161
3-3-23	Key Plan	165
3-3-24	Service and Interior Piping	170
3-3-25	Interior Piping	172
3-3-26	Service and Interior Piping in Typical Area	173
3-3-27	Gas Meter and Typical Hose Cock	175
3-3-28	Medium Pressure Pipeline Network	180

番 号	図 号 名	ページ
3-3-29	High and Medium Pressure Line (Case 1, 2)	181
3-3-30	Typical Trench Section	184
3-3-31	High and Medium Pressure Line	189
3-3-32	Low Pressure Lines	190
3-3-33	Cross Sections of Main Roads	191
3-3-34	Gas Supply and Service Station	197
3-3-35	Governor and Low Pressure Piping	199
3-3-36	Annual Installation Plan of High and Medium Pressure Liner	200
3-3-37	Typical Sectional View of Railway Crossing	215
3-3-38	Typical Sectional View of Road Crossing	215
3-3-39	Typical Khlong Crossing	216
3-3-40	Valve Pit	218
3-3-41	名塗覆装の吸水性	219
3-3-42	塗覆装の構成	221
3-3-43	Cathodic Protection System	224
3-3-44	Installation of Impressed Current System	225
3-3-45	Estimated Costs of H.P. and M.P. Pipelines	229
3-3-46	Estimated Costs of L.P. Pipeline	231
3-3-47	Interior Piping Standard Cost per House	233
3-4-1	都市ガス用器具のガスに対する融通性の範囲	236
3-4-2	単体ガスの燃焼速度	237
3-4-3	5,000 kcal / Nm ³ のガスの燃焼速度	237
3-4-4	ガスの噴出速度と燃焼速度の関係	238
3-4-5	ガスバーナーの各部の名称	239
3-4-6	Combustion Characteristic of Bansen Burner	240
3-4-7	ユニバーサルバーナーの炎口部	241
3-4-8	鋳物製コンロの燃焼特性の一例 (1)	244
3-4-9	" (2)	245
3-4-10	" (3)	246
4-2-1	全体組織図	259
5-3-1	LPG都市ガス価格推移	281

番 号	図 名	ページ
6-1-1	Relation of LPG and Town Gas	294
6-1-2	LPG Retail Shop Distribution Chart in Bangkok	295

序 章

序 章

1 都市ガスとは

1-1 世界における都市ガス事業

欧米におけるガス事業は1707年、英国において、William Murudok氏が彼の住宅の照明用に石炭の乾溜によるガスを使用し始めたのが、その起源とされている。

都市ガス事業が始まって以来、19世紀の末まで、主要な需要は照明用であった。

1885年にBunzen氏による所謂“Bunzen Burner”が発明されて以来、都市ガスは加熱源として利用されるようになり今日の都市ガス事業の盛況をもたらしたものである。

都市ガス事業の特長は、ガス体エネルギーを輸送導管を通じて効率よく輸送することであり、世界各国においても都市ガス事業はエネルギー産業の中に重要な位置をしめており、このことは表0-1-1 国別ガス輸送導管、表0-1-2 国別都市ガス事業者数と需要家件数をみても明らかである。

表0-1-1 国別ガス輸送導管(1970)

単位 10³Km

	輸 送 用	供 給 用	合 計
米 国	413	984	1,397
ソ 連	70	79	158
英 国			205
西 ド イ ツ	20	78	104
フ ラ ン ス	18	70	88
イ タ リ ア	11	35	44

表 0 - 1 - 2 国別都市ガス事業社数と需要件数

	事業者数	需要家件数×1,000
西 ド イ ツ	6 0 0	6, 4 0 0
ポ ー ラ ン ド	7 0	8, 0 0 8
イ タ リ ー	6 5 0	5, 1 2 2
オーストラリア, ニュージーランド	5 8	
ス リ ラ ン カ	1	4
ホ ン コ ン	1	4 0
イ ン ド	2	4 0
日 本	2 4 5	1 1, 7 1 1
パキスタン	1	0 8
シンガポール	1	1 0 5
米 国		4 2, 1 0 7
英 国		1 3, 3 9 0

1 - 2 都市ガス事業の提案

1 - 2 - 1 家庭用燃料の相互比較

現在、家庭用燃料としては、電気・炭・L P G・都市ガスが主として使用されている。各燃料の特徴は、以下のようである。

(1) 電 気

電線による供給であって、他燃料と異なり、燃焼によるエネルギーを利用しないので、家庭内では、排気ガスの発生がなく、その面では最もクリーンなエネルギーといえる。火力発電を考えた場合、原油等の一次エネルギーに対して、総合効率が低く約 80 % である。したがって、省エネルギー的観点からは家庭用熱源として、電気を利用することは最も効率の悪い使い方である。又火力発電所における公害問題も併せ考えねばならない。

(2) 木 炭

古くから使用されている最も身近な燃料であるが、森林資源の潤涸をもたらし恐れがあり、供給力に限界がある。

又、他の燃料のように必要な時に即時利用出来ない。即ち One touch operation の面で不便である。

(3) L P G

近來石油精製、石油化学の発展に伴い、軽質溜分であるLPGを家庭用燃料として使用する傾向は非常に高まっている。都市ガスの未普及地区における家庭用燃料として、そのOne touch operationの便利性と低廉な燃料であることから急激な普及をとげてきたが、シリンダーにLPGを充填して家庭用に使用する場合、燃料切れによるシリンダーの交換をしなければならないこと。また流通段階において安全面、交通面に問題を生じせしめること。更には、LPGは空気より重いので、万一漏洩があった場合床面に沿って拡散するため、爆発等の危険性が高い事の点で都市ガスに比べて必ずしも家庭用燃料として理想的なものではない。

(4) 都市ガス

都市ガスは導管によって安定的に供給される為LPGや木炭のようにストックに対する心配をする必要がない。電気が貯蔵できないのに反して、都市ガスはガスホルダーに貯蔵できるので一時的にガスの製造が中断しても、都市ガスの供給はそれに影響されることなく連続的に行うことができ、使用上の簡便さとともに極めて、便利な家庭用燃料と評価される所以である。

1-2-2 都市ガス事業の提案

前節で述べたような都市ガスの優秀性に加えて、都市ガスは高度に合理化された、製造工場で製造されるので、その熱量、組成等の品質は常に安定しており、価格の面でも他の燃料と比較して安定性がある点に於て、公共事業としてふさわしい条件を有している。都市ガスは輸送上、供給上、使用上、その安全性、安定性、清潔性、便利性、経済性の諸点に関し秀れた民生用エネルギーであり、電気、水道等と共に都市生活に欠くことのできないユティリティである。

2 調査の目的

本報告書はタイ国政府の要請により、バンコク首都圏に都市ガスを供給する計画のフェーズビリティスタディーのために、現地調査を行なった結果である。

本調査の目的は、都市ガス事業を計画するに必要な諸条件に関して、自ら調査し、諸資料、諸情報を入手することによって、都市ガス需要量を推定し、これに対して、最も経済的かつ能率的なパイプラインシステム、ガス製造システム等を数ケースの中より選び出し、バンコク都市ガス供給計画を策定し、この計画が実行可能性を持っているか否かを判定することである。

3 本調査に至る経緯

1973年に、タイ国政府NEA (National Energy Administration) からバン

コック首都圏における都市ガス事業の企業化事前調査について、日本政府に要請があった。その理由として、タイ国政府は次のように言っている。

It is an accepted conservation principle that woods should be utilized for other useful purposes rather than as domestic fuels. The substitution of fire woods and charcoal by other fuels or electricity is always possible, but fuel gas is considered to be the most economical substitute.

The remarkable introduction of liquid petroleum gas (LPG) as new domestic fuel in 1964, when the first oil refinery was established in Thailand, has since decreased the consumption of charcoal considerably. Since then the consumption of fuel gas has been increasing by leaps and bounds, from 2,500 tons in 1964 to 87,000 tons in 1971. Approximately 70% of the total consumption is attributable to Bangkok area.

At present, LPG is distributed or sold to the consumers in cylindrical containers. When consumption increases to a certain level, this method of distribution is not any more economic and efficient, especially in Bangkok area where the traffics are tremendously heavy. This system therefore has its limitation and would impede further expansion of gas consumption.

The main purpose of this Project is to develop a gas system in which fuel gas will be produced, processed, and safely distributed through pipes to consumers when and where it is required at economical rates.

日本政府は検討の結果、事前調査に先だち、その前段階の予備調査を行うことが必要であるとの結論に達し、その指示により、日本プラント協会が1973年度の事業の一環として、予備調査を行うことになった。その概要は次の通りである。

期 間 1973年11月12日 → 1973年12月2日(21日間)
調査団員数 0名

この調査に於ては、期間も短く、十分な調査もできなかったが、調査結果および調査ができなかった事項に関しては大胆な仮定を基にして、1つのケーススタディを行った。

このケーススタディにおいては、約3年間の調査、準備、建設期間をおき、1977年から都市ガスの供給を始め、以後10年間でバンコク市の中心地区にある約120,000件の需要家に普及することとした。普及率は約00%とした。ガスの原料としては、ナフサおよび製油所ガスを使用することが適当であるとした。10年間に約13億バーツの投資を必要とし、この投資により、長期的な展望においては経済的かつ安定なガスを民生用エネルギーとして供給することが可能であり、かなりの実行可能性を持った計画であると思はれるが、調査不十分な事項、調査できなかった事項については、本格的なFeasibility Studyにおいて十分に調査する必要があると結論づけた。

1974年に入り、日本政府は上記Pre-Feasibility Studyの結論を尊重し、本格

的な Feasibility Study を行うことに決定し、その業務を国際協力事業団 (J I C A) が行うことになった。国際協力事業団は又、その実務を日本プラント協会 (J O I) に委嘱した。

日本プラント協会は、都市ガス供給事業並に配管事業界の専門家を以って、調査団を編成し、1974年0月下旬より約8ヶ月に亘って、バンコック市において、調査を行った。

4. Scope of Work

タイ国政府より日本国政府に提出された Scope of work は次の通りである。

4-1 Basic Data and Information Studies

The mission of experts shall perform all field investigation, collect analyse and evaluate data and information as follows:

- (1) Physical condition of the project area.
- (2) Statistical data of import, production and consumption of fuel gas and other competitive fuel such as charcoal, fuel oil, kerosene, etc.
- (3) The economics of the city development and marketing survey relating to fuel gas and other competitive fuels in the project area for:
 - domestic use
 - commercial use
 - industrial use
- (4) Physical and chemical properties of fuel gas existing in Thailand, LPG, and that of other existing competitive fuels.
- (5) Advantages and disadvantages of these existing fuels for:
 - domestic use
 - commercial use
 - industrial use
- (6) Rule of safety, property and exploitation in Thailand.
- (7) Other economic, technical and administrative information, pertaining to the Project.

4-2 Technical and Economic Studies

Based upon data and information obtained in Article (1), the mission of experts shall conduct the studies as follows:

- (1) A 10-year forecast demand of fuel gas in the project area, by sections.
- (2) A finite plan and layout of a modern and most economical town gas system including gas production plant, storages, and distribution networks. These studies shall include, but not limited to, the followings:

- (a) A comparison between various fuel gases of:
 - physical properties.
 - processes and fuels used for fuel gas production.
 - advantages and disadvantages.
 - (b) A selection of a best suitable fuel gas for the project.
 - (c) Site selections for fuel gas production plants, compressor stations, an operational and maintenance center.
 - (d) Route selections for high, medium and low pressure pipeline networks and their related facilities.
 - (e) Cost estimates and comparison between selected pipeline systems.
 - (f) Comparison of the recommended pipeline system against other means of distribution such as bottle-filled LPG.
- (3) Formulation of Scheme of Development:
 Based upon various studies stated in i and ii, the mission of experts shall formulate the scheme of development of the project with respect to the practical engineering and economic principles.

4 – 3 Preliminary Design and Cost Estimates

Designs of feasibility grade need not approach the detail of construction designs. However, they shall be in such as sufficient detail that no major deviation from the plan will be necessary when actual construction and development of the project is undertaken. The engineering designs and drawings shall cover, but not limited to, the followings:

- (1) Fuel gas production plants with all equipments including storages and material handling equipments.
- (2) Compressor stations with complete piping diagram meterings and safety equipments.
- (3) An operational center with operational and maintenance equipments, automation and remote control facilities.
- (4) Pipeline networks – high, medium and low pressure networks with pressure regulating stations and their related facilities.
- (5) Customer Metering Units with Safety Equipments:
 The construction cost estimates shall be detailed enough to show the quantities, unit cost and total cost of various works and supply items. In addition to the cost of actual construction items, the estimates should include such indirect cost as preparation of the final design, supervision of construction, protection and maintenance during the construction period, the cost of land and rights of way.

4 – 4 Economic Justification

The project cost shall include, but not limited to the followings:

- (1) Land acquisition and compensation

- (2) Fuel gas production plant
 - (a) Civil works
 - (b) Plant equipment
 - (c) Storages
- (3) Pipeline networks
 - (a) High pressure network
 - (b) Medium pressure network
 - (c) Low pressure network
 - (d) Pressure regulating stations
- (4) Customer metering units with safety equipments
- (5) Operation and maintenance cost for
 - (a) Fuel gas production plant
 - (b) Compressor stations
 - (c) Pipeline
 - (d) Customer metering units
- (6) Miscellaneous expenses
 - (a) Engineering fee
 - (b) Supervision of construction
 - (c) Interest during construction
 - (d) Contingency
- (7) Project benefits
- (8) Economic analysis, which includes
 - (a) Internal rate of return
 - (b) Benefit cost ratio analysis at various interest rates

4 – 5 Financial Studies

The mission of experts shall make the financial studies of the project as the following:

- (1) Finance of funds
 - (a) Source of funds
 - (b) Requirement on foreign and domestic currencies
- (2) Repayment principles
- (3) Revenues
- (4) Cash flow schedule of the system for a period of 20 years

4 – 6 Operation Studies

The mission of experts shall make a description and discussion on the operations and their related problems of all components of the fuel production plant and the fuel gas distribution system.

4-7 Report

The mission of experts shall perform the work as herein described and submit to the NEA the complete report in fifty (50) copies with their original reproducible. This report should be prepared using the information supplied by NEA, as well as the information from the mission of experts' finding and researches.

5 調査団の構成

日本プラント協会が組織した「バンコック首都圏都市ガス供給計画調査団」は次の通りである。

Project Manager
Tsuneji Tanabe (Tokyo Gas Engineering Co., Ltd.)
Managing Director
Tadao Mera (Nippon Kokan Kabushiki Kaisha)
Pipeline Engineer (A)
Kiyokazu Kanase (Nippon Kokan Kabushiki Kaisha)
Pipeline Engineer (B)
Sadakazu Kojo (Nippon Kokan Kabushiki Kaisha)
Distribution Engineer
Yuichi Sugiyama (Tokyo Gas Engineering Co., Ltd.)
Civil Engineer
Kazuo Okamoto (Nippon Kokan Kabushiki Kaisha)
Plant Engineer
Kozo Sakurai (Tokyo Gas Engineering Co., Ltd.)
Plant Engineer
Yasuhiko Maki (Tokyo Gas Engineering Co., Ltd.)
Appliance Engineer
Shohei Ogo (Tokyo Gas Engineering Co., Ltd.)
Market Survey Specialist
Hirokuni Koshiba (Tokyo Gas Engineering Co., Ltd.)
Law, Finance, Labor Specialist
Takeo Otsuka (Nippon Kokan Kabushiki Kaisha)
Co-ordinator
Kiyoshi Yamaguchi (Japan Consulting Institute)
Planning & Public Relations Man
Kazuo Iwasaki (Ministry of International Trade and Industry)

6. 調査期間

調査期間は表 0-4-1 の通りである。

表 0-4-1. Period of Investigation

	1974 September	October	November	December	
Project Manager	<u>20</u>			<u>20</u>	91 days
Managing Director	<u>20</u>	<u>4</u>			14 days
Pipeline Engineer (A)	<u>27</u>		<u>30</u>		64 days
Pipeline Engineer (B)		<u>15</u>		<u>13</u>	59 days
Distribution Engineer		<u>15</u>		<u>13</u>	59 days
Civil Engineer	<u>27</u>			<u>18</u>	82 days
Plant Engineer (A)	<u>27</u>		<u>30</u>		64 days
Plant Engineer (B)	<u>20</u>	<u>10</u>			21 days
Appliance Engineer	<u>27</u>		<u>30</u>		64 days
Market Survey Specialist	<u>27</u>		<u>30</u>		64 days
Law, Finance, Labor Specialist	<u>20</u>			<u>23</u>	94 days
Co-ordinator	<u>20</u>	<u>4</u>		<u>7</u> <u>24</u>	31 days
Planning & Public Relations Man				<u>7</u> <u>24</u>	17 days

7. 調査に協力いたゞいた政府機関，公共企業体，その他の企業体

調査の過程において，タイ国の政府機関，公共企業体，その他の企業体から種々の援助，忠告，意見，便宜を受けた。これら関係各位に深甚な感謝の意を表したい。これらの協力がなかったら，調査はこのように円滑に成功裏に終了はしなかったであろう。

Office of Under-Secretary to the Prime Minister
National Statistical Office
National Energy Administration
Dept. of Technical and Economic Co-operation
Office of the National Economic and Social Development Board
Royal Irrigation Department
Dept. of Business Economics
Department of Labour
Department of Town and Country Planning
Police Department
Harbour Department
The Highway Department
Dept. of Mineral Resources
Office of Metropolitan Traffic Planning
Oil Fuel Organization
Port Authority of Thailand
Telephone Organization of Thailand
Metropolitan Water Works Authority
State Railway of Thailand
Metropolitan Electricity Authority
Electricity Generating Authority of Thailand
National Housing Authority
Bangkok Metropolis Administration
Asia Institute of Technology
Summit Industrial Corp.
The Shell Co., of Thailand Ltd.
Esso Standard Thailand Ltd.
Bangkok Oil Refinery
Italian Thai Development Co., Ltd.
Kallawis Engineering Co., Ltd.
Saha Bamrung Porm Co., Ltd.
Mitr Industrial Development Co., Ltd.
Thai Pipe Fitting Co., Ltd.
L. Anandha Trading Ltd., Part.
Thai Industrial Material Co., Ltd.
Pioneer Enterprise Ltd., Part.

Blu-Gas Co., Ltd.
Thongcharedn Factory
Seng Thai Factory

Embassy of Japan, Bangkok
Japan International Co-operation Agency Bangkok Office
Japan Trade Center, Bangkok
The Overseas Economic Co-operation Fund, Japan

Toyomenka (Thailand) Ltd.
Thai Yazaki Electric Wire Co., Ltd.
Thai Ohbayashi Corp., Ltd.
Nomura Trading (Thailand) Co., Ltd.
Aoyama Thai Co., Ltd.
The Bank of Tokyo Ltd., Bangkok
The Mitsui Bank Ltd., Bangkok

第 I 章

結 論

第 I 章 結 論

I-1 計画の概要

I-1-1 事業の開始

1979年より都市ガス供給を開始する。

- (1) 1975年 本事業のための意志決定
- (2) 1976年 詳細設計
- (3) 1977～1978年 事業化のための具体的準備

I-1-2 諸計画数値

バンコク首都圏中心部の110平方キロメートルの地域において12年間で約20万件の需要家に対して年間約 $1.87 \times 10^6 m^3$ のガスを供給する。

詳細は表I-1-1に示す。

I-1-3 普及率

家庭用需要家については、70%を普及可能値とした。

I-1-4 ガスの主原料

Bangchak Oil Refinery (SUMMIT INDUSTRIAL CORP) から購入するナフサ及びリファイナリーオフガスとする。

I-1-5 供給ガスの熱量

$5,000 \text{ K cal} / \text{Nm}^3$

I-1-6 投資額

10年間で約20億バーツ(1974年度価格)の投資を行なう。

I-1-7 収 支

タイ国政府出資8.9億バーツ(1974年度価格)

ガス料金、 $1 m^3$ 3.53バーツ(1979年度価格)とした場合10年間の売上高利益率は4%である。

I-1-8 企業形態

公社(Authority)とする。

I-2 結 論

Prefeasibility Studyおよび今回のFeasibility Studyの結果Bangkok首都圏に於ける都市ガス事業は、Feasibleでありこれはタイ国の民生用エネルギーの安定供給という民生福祉向上のためには、極めて効果的な事業になり得ると確信をもって結論づける。

表 1-1-1 Table of Relevant Parameters Planned

Item	Year													
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
Demand	Number of consumers	5.6	9.1	17.7	32.6	54.7	79.5	104.2	127.8	149.5	171.4	187.3	194.5	197.5
	Net annual increment in the number of consumers	5.6	3.5	8.6	14.9	22.1	24.8	24.7	23.6	21.7	21.9	15.9	7.2	3.0
	Gas sales	1.0	6.8	13.7	25.6	44.6	67.1	90.6	113.6	137.9	162.9	177.7	184.3	187.0
	Gas sales in a peak day	13.1	30.5	57.5	107.8	178.0	252.1	328.7	401.8	479.0	565.6	590.8	607.8	607.8
	Refinery-off gas (1)		53	108	200	350	445	445	445	445	840	1,981	2,486	2,674
	Refinery-off gas (2)	152	931	1,880	3,516	6,128	9,251	12,482	15,653	19,009	21,747	21,747	21,747	21,747
	Amount of raw materials	516	3,491	7,048	13,182	22,990	34,627	46,754	58,656	71,257	84,340	92,516	96,134	97,648
	LPG						92	312	527	762	1,042	1,323	1,445	1,527
	Electric power consumption	164	1,061	2,137	3,992	6,959	10,469	14,131	19,220	21,515	25,230	27,741	28,789	29,217
	Water consumption	35	43	56	75	119	150	195	238	274	319	341	350	355
Production	Gas production plant	50x2		100x1	100x1	100x1	100x1	100x1	100x1	100x1	100x1	100x1	100x1	
	Compressor	60x2		120x1	120x1	120x1	120x1	120x1	120x1	120x1	120x1	120x1	120x1	
	Gas cooling plant	120x1	200x1		200x1			200x1	200x1					
	Cooling tower	5,000x2	5,000x1		5,000x1			5,000x1	5,000x1					
	Deep well	200x1		400x1				400x1	400x1					
Distribution	High and medium pressure pipelines	12.3	5.2	7.7	11.2	18.6	11.3	10.5	13.7	14.1	4.5			
	Low pressure pipelines	67.1	102.5	98.5	87.7	149.2	127.5	91.8	163.9	198.1	102.2			
	Service pipelines and interior piping	189.4	257.7	235.0	318.5	605.6	403.9	482.7	520.3	369.4	402.9	191.7	136.9	
	Governor	10	6	10	14	14	9	9	8	12	6			
	Gas holder	60x1				60x1		60x1		60x1				
Number of gas burner sets readjusted	7.4	9.4	15.2	27.6	36.7	37.7	37.6	36.3	33.7	39.8	14.3	10.5		
Service personnel	232	240	280	301	390	455	532	606	677	758	747	751	737	
Investment (at the 1974 prices)	255.7	112.6	191.3	184.1	278.3	198.7	228.1	223.2	239.5	133.5	19.5	15.2	5.1	

都市ガス事業は典型的な設備産業であり、当初は相当の資金を必要とする。

しかしながらこれは半永久的な社会財産となり長期的にみれば安価で安定したエネルギーを市民に供給し得る理想的なエネルギー供給事業となることは疑いのないところである。

本事業を推進するにあたっての必要条件は次のとおりである。

- (1) 国家計画の一環として国民的見地からの管理と保護
- (2) 本事業を通じて行なわれるタイ国に於けるエネルギー最適利用への国民的コンセンサスの確立
- (3) タイ国内に於ける本事業推進のためのガス事業準備体制の確立
- (4) 可能な限りの低金利資金調達等についての財政的援助措置
- (5) 本事業推進にあたってのタイ国内資材の優先利用およびタイ国技術の優先的利用
- (6) ガス事業法の制定によるガス使用者の利益保護および都市ガス事業の公共的、福祉的見地からの安定育成
- (7) LPG小売業者との共存繁栄をはかるため本事業の需要家サービス業務面での協力関係の推進

第 II 章

タイ国とバンコック首都圏の概要

第Ⅱ章 タイ国とバンコック首都圏の概要

Ⅱ-1 自然と地理

Ⅱ-1-1 位置

タイ国は北緯 5° ～ 21° 、東経 97° ～ 100° のインドシナ半島の中央部に位置し、北西部から西部にかけてはビルマ、南はマレーシア、東北部から東部にかけてラオス、更に東南部はカンボジアとそれぞれ国境を接している。

海岸線はタイ湾に面している部分が約1875 Km、インド洋に面している部分が約740 Kmとなっている。

首都バンコクはこのほゞ中央の北緯 13.7° 前後に位置し、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、地勢は全く平坦である。

Ⅱ-1-2 面積

タイ国の面積は約514,000平方キロ（日本の約1.4倍）であり、耕地は国土の約25%、120,000平方キロで、うち米作地帯は59%、70,000平方キロである。

バンコク市はチャオピヤ河をはさんで対峙するトンブリ市等の周辺を含めて、バンコク首都圏を形成し、その面積は約1,549平方キロである。

Ⅱ-1-3 人口

タイ国の人口は、1972年において38,359,008人であり、男性19,316,933人、女性19,042,075人となっており、人口増加率は約3.2%である。地域別には中部地方に38%、東北に34%、北に15%、南に13%の割合で撒在している。

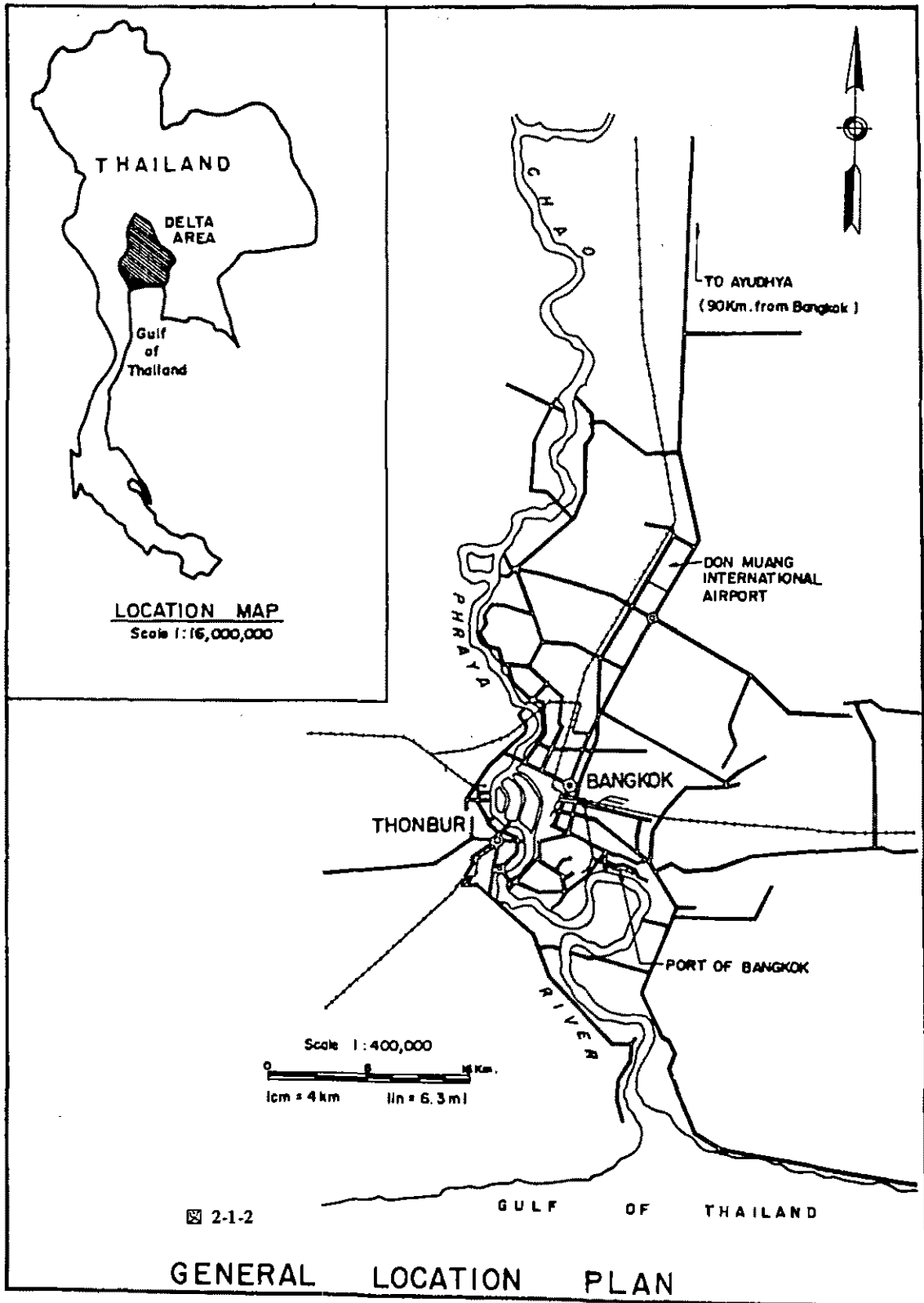
年齢別でみると14才以下が42%、15～59才までが53%、59才以上が4%となっている。

バンコク首都圏の人口は3,793,793人（1972年現在）であり、タイ国全人口の約10%が首都圏に集中している。人口増加率は約5%で地方からの人口流入がタイ国の悩みの一つである。

Ⅱ-1-4 気候

気温の季節的な変化は大きくなく、年間を通じて亜熱帯性の気候である。季節的には雨期と乾期があり、大むね5月～10月が雨期、11月～4月が乾期である。しかし雨期の間でも1日中降雨があるというのではなく、1～2時間はげしいスコールがあるというタイプで、降雨量は1時間当たり100mmに達することもある。

バンコクの自然条件の特徴は、地震が稀有であり、強風が吹かないことである。最大風速の記録は18 m/sec. 程度である。また雨期には落雷の頻度はすこぶる高い。



各地の月平均最高温度，月平均最低温度，月平均温度，月平均相对温度，月降雨量はそれぞれ表 2-1-1，表 2-1-2，表 2-1-3，表 2-1-4，表 2-1-5 の通りである。

表 2-1-1 Monthly Mean Maximum Temperature in °C (1973)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Chiang Mai	29.1	33.1	34.0	36.9	33.0	32.6	31.6	30.4	30.4	31.4	28.5	27.3	31.5
Nakhon Ratchasima	32.0	35.8	36.6	37.7	36.0	35.3	33.8	33.6	33.0	30.4	28.9	28.1	33.4
Nakhon Sawan	33.0	36.4	36.6	39.6	35.9	34.7	34.4	32.9	32.2	31.9	30.5	30.0	33.9
Bangkok	32.5	33.8	33.4	35.2	34.3	33.4	33.2	32.8	32.1	32.4	30.7	30.2	32.8
Phuket	32.3	33.6	33.6	33.5	32.0	31.0	31.1	31.2	30.5	31.1	30.1	29.5	31.6
Songkhla	31.1	32.0	32.5	33.8	33.4	33.7	33.0	32.9	32.8	30.9	29.4	27.8	31.9

表 2-1-2 Monthly Mean Minimum Temperature in °C (1973)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Chiang Mai	12.0	14.7	17.8	20.8	23.2	23.9	23.5	23.1	22.9	21.7	18.2	12.4	19.5
Nakhon Ratchasima	17.0	20.1	23.9	24.6	24.3	24.6	23.9	23.6	23.4	22.1	19.1	15.3	21.8
Nakhon Sawan	16.3	21.6	24.8	26.9	25.4	25.6	25.0	24.4	24.3	23.3	20.4	15.9	22.8
Bangkok	21.3	24.3	25.4	27.2	25.4	25.5	25.6	25.2	24.6	23.9	21.7	18.1	24.0
Phuket	23.9	24.3	24.6	25.1	24.6	24.6	24.2	24.7	23.7	24.1	23.8	23.4	24.2
Songkhla	24.1	24.4	23.6	24.3	24.1	24.4	24.0	23.9	23.6	23.8	24.1	22.9	23.9

表 2-1-3 Monthly Mean Temperature in °C (1973)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Chiang Mai	19.6	22.7	25.1	28.7	27.3	27.4	26.7	25.9	25.9	25.9	22.6	19.0	24.7
Nakhon Ratchasima	23.9	27.2	29.4	30.3	28.7	29.0	28.0	27.8	27.1	25.8	23.7	21.3	26.8
Nakhon Sawan	25.8	29.8	30.8	33.6	30.5	30.1	29.7	28.5	28.0	28.0	25.9	23.7	28.7
Bangkok	26.2	28.4	28.8	30.5	29.2	29.0	28.6	28.3	27.6	27.5	25.6	23.6	27.8
Phuket	28.2	29.1	29.2	29.5	28.3	27.8	27.4	28.1	27.0	27.2	26.7	26.2	27.9
Songkhla	28.3	29.0	29.2	30.2	29.6	29.6	28.8	28.9	28.4	27.3	26.8	25.4	28.4

表 2-1-4 Monthly Mean Relative Humidity in % (1973)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Chiang Mai	75	66	67	58	77	80	83	85	85	79	78	74	75
Nakhon Ratchasima	67	61	62	65	74	73	77	76	82	80	71	62	71
Nakhon Sawan	59	58	65	56	70	73	72	78	82	77	69	59	68
Bangkok	74	75	79	76	80	79	77	79	84	81	76	70	77
Phuket	69	66	69	74	80	81	83	78	83	81	81	76	77
Songkhla	74	71	73	73	75	71	74	73	75	83	84	85	76

表 2-1-5 Monthly Rainfall in mm (1973)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Chiang Mai			86.5 5 days	4.4 2 days	163.0 22 days	128.7 17 days	233.5 23 days	330.1 27 days	295.4 21 days	30.2 11 days	25.0 4 days		1,296.8 132 days
Nakhon Ratchasima		1.8 1	32.2 5	128.4 7	80.0 18	162.4 12	146.2 18	47.0 13	269.0 21	77.9 12	15.4 7		960.3 114
Nakhon Sawan			108.6 7	27.4 2	148.3 13	131.2 13	188.6 13	219.2 19	193.2 18	60.1 10	9.3 2		1,085.9 97
Bangkok			102.6 9	5.6 2	157.5 18	132.1 16	68.5 14	97.3 20	364.7 25	113.8 15	36.8 5	11.2 1	1,090.1 125
Phuket	3.2 2	21.2 2	73.0 7	106.7 10	307.0 21	371.4 24	453.7 21	293.0 18	482.0 25	203.7 23	233.3 23	80.7 11	2,628.9 187
Songkhla	58.5 9		107.3 9	114.6 6	130.6 16	42.2 9	135.6 14	132.3 13	79.0 9	461.8 25	514.7 28	792.2 27	2,568.8 165

II-1-5 土 質

バンコクはChao Phaya Riverが形成する広大な沖積平野にあり、そのSubsurface conditionは殆んど一様である。この地域はSoft Bangkok Clayでおゝわれ、その厚さは12~16米である。その頂部数米は通常わずかに堅く、Weathered crustを形成している。

Bangkok clayの下層にstiff to hard clayが数米の厚さであり、21~25mの深さに密度の高い砂礫層がある。Ground water levelは一般に地表に近く、soft clayは過剰に水分を含んでいるので、剪断力は非常に低く、圧密性は高い。

土質試験の結果、P.H. は0.5~8.5で中性または弱アルカリであるが比抵抗は1,000 Ω -cm程度で相当腐蝕性が高い。尚地中温度は年間殆んど変化なく地表より1.5mの所で、25~28℃である。

II-2 経 済 概 観

II-2-1 国民総生産

タイ国内総生産を産業別でみると約1/3が農業部門で占められており、次いで工業、商業の順となっている。過去5ヶ年間の部門別割合をみると、農業部門の割合が年々減少し、反面工業部門の割合が増大しており、タイにおいて、着々工業化が進みつつあることがわかる。過去5ヶ年間で最も成長率の高かったのは電力、水道の20.2%、次いで銀行、保険、不動産の15.1%、工業の10.5%となっている。

1990年代を通じて米軍特需、外資流入の急増等に支えられて、好調な成長を続けてきた国内総生産も1998年の実質成長率8.5%を境に米軍支出の削減、一次産品輸出環境の悪化から、成長率は鈍化し始め、第8次5ヶ年計画の初年度である1972年には農産物の不振から5ヶ年計画の目標7%を大巾に下廻る3.0%の成長にとどまった。1973年は幸いにも天候に恵まれ、平年作を上廻る農業生産が見込まれているため、成長率は回復したものとみられる。

国民総生産の推移は表2-2-1のようである。

1人当たり国内総生産は過去10年でほぼ5倍増し、1972年には約4,000バーツとなり、その推移は表2-2-2、図2-2-1の通りである。

これまでの経済開発で、地域格差の解消を計画目標の一つにかゝげてきているが、その格差は容易に縮小しないようである。

支出の最も低い地域は東北部で、バンコク首都圏を含む中央部を100%とすれば、わずかに24%に過ぎない。ゴム及び錫の主要産地で比較的所得の高い南部は54%となっている。その状況は表2-2-3の通りである。

表 2-2-1 Gross Domestic Product by Industrial Origin and Growth Rates at 1962 Prices

(Million Baht.)

	1968		1969		1970		1971		1972	
	Amount	%	Amount	%	Amount	%	Amount	%	Amount	%
Agriculture	32,799	31.5	35,161	31.3	36,158	30.2	38,136	30.0	36,229	27.4
Mining and quarryment	1,733	1.7	1,810	1.6	1,848	1.6	1,935	1.5	1,850	1.4
Manufacturing	16,594	15.9	18,609	16.6	20,622	17.2	22,621	17.8	25,109	19.0
Construction	6,944	6.6	7,046	6.3	7,076	5.9	6,927	5.4	7,204	5.4
Electricity and water supply	1,441	1.4	1,562	1.4	1,861	1.6	2,248	1.8	2,686	2.0
Transportation and communication	6,818	6.5	7,289	6.5	7,843	6.6	8,305	6.5	8,704	6.5
Wholesale and retail trade	17,722	17.0	18,754	16.7	19,981	16.7	21,082	16.6	22,396	16.9
Banking, insurance and real estate	3,507	3.4	4,056	3.6	4,781	4.0	5,264	4.1	5,768	4.4
Ownership of dwelling	2,092	2.0	2,202	2.0	2,294	1.9	2,393	1.9	2,500	1.9
Public administration and defence	4,409	4.2	4,725	4.2	5,195	4.3	5,559	4.4	6,059	4.6
Services	10,227	9.8	10,941	9.8	11,945	10.0	12,780	10.0	13,794	10.4
Total	104,286	100.0	112,155	100.0	119,604	100.0	127,250	100.0	132,299	100.0
Index	100		108		115		122		127	

Source: Bank of Thailand Monthly Bulletin

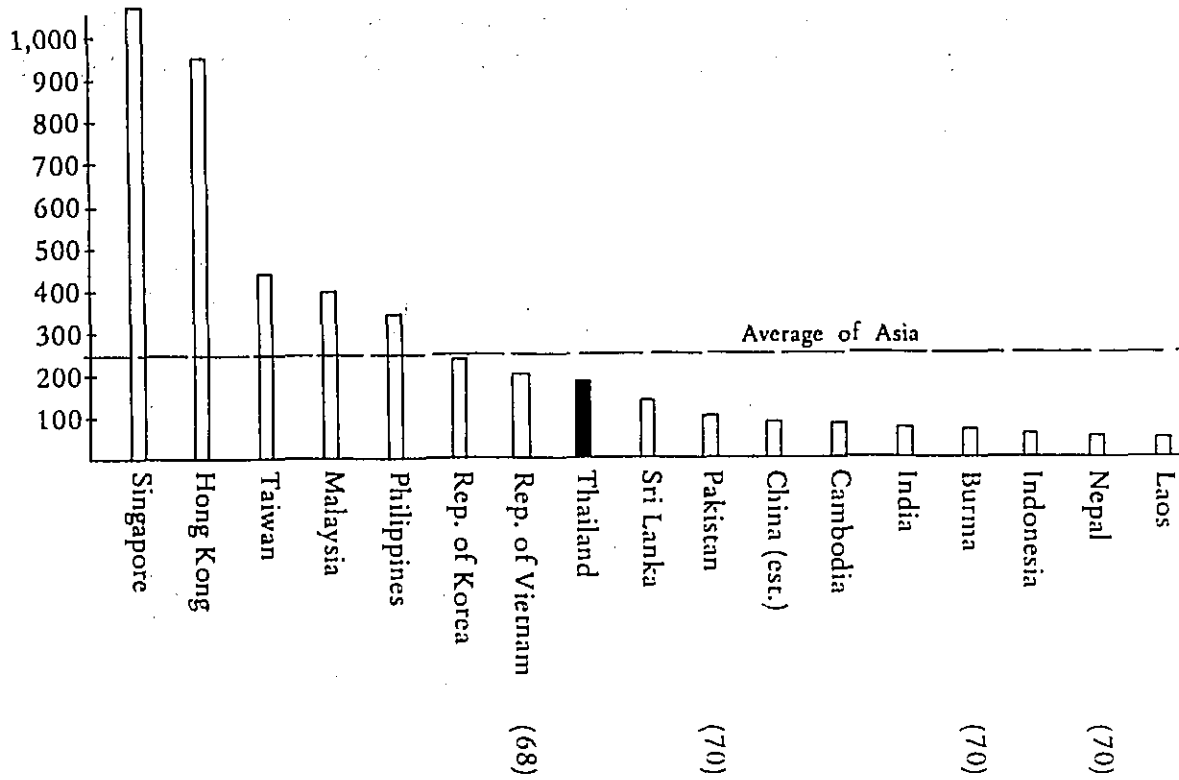
表 2-2-2 Per Capita G.D.P. at Current Prices

(Million Baht)

Year	Amount	Year	Amount
1964	2,411	1969	3,520
1965	2,633	1970	3,603
1966	3,064	1971	3,737
1967	3,166	1972	3,994
1968	3,303	1973	4,539
		estimated	

Source: Bank of Thailand Monthly Bulletin

図 2-2-1 Per Capita G.D.P. of Asian Nations
(in U.S. Dollars) 1971



Note: Figure in () indicates year other than 1971.

表 2-2-3 地域別 1人当り支出 (名目) 1971

	総生産 (10 ⁹ Baht)	1人当り支出 (ドル)	割合%
北 部	21.2	129	3.7
東北部	21.4	8.4	2.4
中央部	84.8	340	100
南 部	17.2	187	5.4

II-2-2 国際収支

タイの国際収支の特徴は、ここ数年来貿易収支が赤字を続け、民間外資、借入金、特需収入、観光収入がこれをカバーしていることである。外貨準備は、1970年の707百万ドルをボトムにその後増勢を続け、1974年6月には15億ドルに達した。貿易収支の赤字幅が年々拡大傾向にあるのに対し外貨準備高がふえている現象は、関税引上げによる輸入抑制策や、農産品の国際市況の回復もさることながら、ホットマネーの流入が主因である。

表 2-2-4 国際収支の推移

(百万ドル)

	1968	1969	1970	1971	1972
貿易収支	△512	△543	△580	△484	△409
貿易外収支	298	281	291	200	324
移転収支	74	57	40	43	30
資本収支	110	125	101	83	180
誤差脱漏	40	36	21	81	51
総合収支	22	△44	△127	△17	101

表 2-2-5 Gold and Foreign Exchange Reserves

(Million U.S. Dollars)

Period	Gold	Reserve Position in IMF	Foreign Exchange	Total
1965	96	19	590	705
1966	92	24	748	864
1967	92	24	800	916
1968	92	24	822	938
1969	92	24	778	894
1970	82	34	651	767
1971	89	52	636	777
1972	89	67	813	969
1973	99	75	908	1,082
1974 June	99	75	1,344	1,518

Source: Bangkok Bank Monthly Review

表 2-2-6 Foreign Trade

Exports (F.O.B.)

(Million Baht)

	1969	1970	1971	1972	1973	%
Japan	3,192	3,770	4,277	4,660	8,410	26.1
United States	2,168	1,985	2,264	2,841	3,275	10.2
West Germany	510	533	640	556	770	2.4
United Kingdom	406	305	435	368	662	2.1
Hong Kong	1,156	1,113	1,152	1,674	2,362	7.3
Malaysia	1,079	830	731	1,120	1,952	6.1
Singapore	1,154	1,018	1,225	1,955	2,661	8.3
Taiwan	635	720	498	830	1,308	4.1
Others	4,422	4,498	6,059	8,487	10,826	33.4
Total	14,722	14,772	17,281	22,491	32,226	100.0

Imports (C.I.F.)

(Million Baht)

	1969	1970	1971	1972	1973	%
Japan	9,515	10,107	10,093	11,401	15,078	35.7
United States	3,922	4,011	3,807	4,841	5,915	14.0
West Germany	2,354	2,288	2,075	2,279	3,211	7.6
United Kingdom	2,034	2,014	2,054	1,620	2,715	6.4
Hong Kong	411	374	314	417	589	1.4
Malaysia	248	145	456	490	385	0.9
Singapore	294	263	215	435	598	1.4
Taiwan	617	603	747	1,058	1,383	3.3
Others	6,571	7,204	7,033	8,334	12,310	29.3
Total	25,966	27,009	26,794	30,875	42,184	100.0

Source: Bank of Thailand Monthly Bulletin

II-2-3 第3次経済開発計画

タイの経済開発計画は第1次が1961年から6年間、第2次が1967年から5年間実施され、第3次は1972年に始まり、1978年に終了予定である。

第1次計画は、経済成長率の年平均目標6%に対し8.1%の高成長率を記録し、人口増加率3.2%があったとはいえ一人当り国民所得の増加率は、4.8%と上昇した。

第2次計画は、第1次の成功をもとに意欲的な計画を打出し、目標を8.5%としたのに対し、結果は7.2%と下廻った。

現在進行中の第3次計画は、60年代の経済成長のひづみである資本材、原材料輸入増のもたせた貿易収支の悪化、農業部門の低効率性、公共投資の不足を打開すべく、輸出産業の振興、農業の多角化を重点に策定された。

第3次計画の重点は次の通りである。

- (1) 経済構造を環境変化に適応させ、生産及び所得の増大を計る。
- (2) 経済の安定を維持する。
- (3) 地方経済の成長を促進し所得差を縮小する。
- (4) 社会的均衡を計る。
- (5) 教育を実施し、雇用増大を計る。
- (6) 民間部門による開発促進。

具体的目標数値としては次のとおりである。

- (1) 経済成長率 7%
- (2) 一人当り年間所得の増加率 4.2%
- (3) 農業生産の増加率 年5.1%
- (4) 適正な外貨準備
- (5) 輸出の伸長率 7%、 輸入 2.8%

第1次及び第2次計画は、重点を経済成長と社会開発に置いたのとは対照的に、第3次計画は輸出促進と適正な外貨準備に力点を置き、長期安定経済の設定を目指すものと解される。産業別国内総生産の実績と目標は次の通りである。

表 2-2-7 Gross Domestic Product (based on 1962 Price)

(Billion Baht)

	1971 (Results)		1976 (Target)		Average Annual Growth Rate	
	Amount	%	Amount	%	1967 - 71	1972 - 76
Agriculture	38.1	29.9	47.8	26.8	4.1	5.1
Mining & quarryment	1.9	1.5	2.8	1.6	8.3	6.0
Manufacturing	22.6	17.8	31.4	17.6	9.2	8.0
Construction	6.9	5.4	11.7	6.6	8.4	6.5
Electricity & water supply	2.3	1.8	3.9	2.2	19.0	15.0
Transportation & communication	8.3	6.5	11.5	6.5	7.5	6.0
Wholesale & retail trade	21.1	16.6	29.3	16.4	7.7	7.0
Banking, insurance & real estate	5.3	4.2	11.0	6.2	14.4	15.0
Ownership of dwelling	2.4	1.9	2.7	1.5	4.1	2.5
Public administration & defence	5.6	4.4	7.6	4.3	10.0	6.0
Services	12.8	10.0	18.5	10.3	8.8	7.0
Total	127.3	100.0	178.2	100.0	7.2	7.0
Per Capita G.D.P. (Baht)	3,380		4,132		4.0	4.2

II-2-4 物 価

従来、世界的に物価上昇が続くなかで、タイの物価は、きわめて安定した動きを示していたが、1972年に入ると、急上昇に転じ始めた。この傾向は、1978年、1974年と進むにつれて、ますます烈しく、消費者物価については、食料品、交通費、卸売物価についても、食料品、建設材、化学製品の値上がりが烈しい。特に消費者物価指数のうち、約50%のウェイトを占める食料品の異状な値上りは一般市民の生活を圧ばくしている。

これらの現象は、国内の流通段階での価格操作や物資不足も一因であるが、世界的インフレ傾向、国際通貨調整による輸入価格の高騰が相乗効果となって現われてきたもので、タイ国経済が国内市場経済から次第に国際経済の流れに合流しつつあることを示している。

バンコク首都圏における消費者物価指数及びタイ全国卸売物価指数は表2-2-8、表2-2-9に示す。

II-2-5 バンコク首都圏の将来開発計画

バンコク首都圏の最も新しい計画案としては、都市計画局(Dept. of Town and Country Planning)の作成したGreater Bangkok Planがある。この計画案はまだ公式に承認されていないが、その精神にそって現在は運営されている。

この計画案の要旨は次のとおりである。

II-2-5-1 計画対象地域

計画対象地域は、バンコク首都圏1,550 Km²の内バンコク市を中心とした約732 Km²の面積の地域である。

II-2-5-1 人 口

計画対象地域の1990年人口を050万人と計画している。この数値は現在の人口増加率5.1%から推定した約1,000万人と比較すると、かなり控え目であり、この目標を達成するために次のような対策がたてられている。

- (1) 首都圏以外の都市の経済開発を促進し、人口の流出を計る。
- (2) 交通機関を整備し、人口の移動を便にする。
- (3) 国策としての地域開発を策定する。
- (4) 家族計画を推進する。

II-2-5-3 土地利用計画

土地利用計画は次のように分類されている。

(1) 住 宅 地 区

住宅地区としては計画対象地域面積の約57%の410 Km²が計画され、計画居住人口は全計画人口の80%に当る581万人である。住宅地区は更に、高密度、中密度及び低密度に区分され、それぞれの面積は82 Km²、224 Km²、100 Km²であり、それぞれ

表 2-2-8 Consumer Price Index for Bangkok Metropolis by Groups
(Oct. 1964 - Sept. 1965 = 100)

Period	All Items	Food	Clothing	Housing	Personal and Medical Care	Transportation	Recreation Reading and Education	Tabaco and Alcoholic Beverages
	Weights	100.0	49.0	9.4	17.8	7.2	6.1	5.6	4.9
1965	100.3	100.1	99.9	100.6	100.2	100.3	100.1	100.0
1966	104.1	106.6	100.4	102.2	104.0	99.0	101.5	99.9
1967	108.2	114.2	100.4	102.2	107.9	99.0	101.8	99.9
1968	110.5	118.1	100.7	103.0	107.9	102.8	101.9	99.9
1969	112.8	122.8	100.5	104.1	107.9	99.0	101.9	99.9
1970	113.7	123.1	102.4	106.7	108.1	100.1	101.7	100.4
1971	116.0	123.9	103.3	110.3	110.9	112.4	106.1	101.2
1972	120.6	131.8	104.3	111.5	113.9	113.2	107.4	101.2
1973	134.8	150.8	119.2	120.3	118.1	129.0	114.8	103.7
1973 Aug.	134.8	150.0	121.9	121.1	118.5	124.9	120.2	101.2
1974 Aug.	170.5	200.2	146.2	131.3	138.7	180.9	138.3	116.8

表 2-2-9 Wholesale Price Index for Thailand by Groups

Period	All Items	Agricultural Products	Food- Stuffs	Textiles and Textile Products	Construc- tion Materials	Chemicals and Chemical Products	Transpor- tation Equipment	Machinery and Equipment
	Weights	28.43	21.31	6.46	7.66	5.50	6.18	7.24
1968	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1969	103.3	104.5	98.9	104.6	103.2	108.8	100.3	100.4
1970	102.8	100.5	93.7	106.9	105.6	116.1	108.9	104.2
1971	103.1	98.4	95.1	107.6	102.6	120.0	120.0	106.8
1972	111.2	109.4	106.8	110.9	106.7	127.8	132.2	110.2
1973	136.6	134.6	134.4	129.3	143.3	158.0	155.9	129.9
1973 Aug.	139.9	139.1	131.7	130.2	145.5	155.6	158.9	136.3
1974 Aug.	181.5	177.1	191.0	159.0	198.3	220.5	200.1	159.5

Source: Bank of Thailand Monthly Bulletin

の人口密度は 32,500 人/Km² , 16,700 人/Km² , 7,500 人/Km² となる。

(2) 商業地区

商業地区としては 44.8 Km² の面積が計画され、そのうち 32 Km² は総合商業センターとして予定し、商業活動の集中化を図る。

(3) 工業地区

工業地区としては 84.3 Km² の面積が計画された。公害発生のおそれがある工業は住宅地区から隔離された工業団地に配置され、公害を発生しない工業は生産、運送に便利な地帯に配置された。

(4) 官公施設地区

官公施設地区として 63.1 Km² の面積が計画された。

(5) 公園緑地

公園緑地として 62.4 Km² の面積が計画された。図 2-2-2 は土地利用計画図である。

II-3 バンコク首都圏の公共ユティリティ

現在都市ガスは供給されておらず、一般家庭用燃料としては、ボンベ詰の LPG と木炭等が使用されている。

首都圏の公共ユティリティは現在道路、電気、電話、上水道、下水道等があり、これらはかなり普及している。以下それらの概要を述べる。

II-3-1 道路

道路は、旧来は水路であったものを埋立てたものが多く、道巾も広く、かつ路面の舗装状況もよく整備されている。しかし現在未だ残っているクローンは、道路整備の大きい障害物となっており、道路率は 10% 以下で世界の主要都市の半分にも満たず、人口の急激な増加には、道路の改良と増設は追いつけない状態である。しかも道路が交通、運輸の唯一の手段であることから市内の主要道路は非常に混雑している。

市街、住宅地の拡張はいつでも街道に沿って平面に伸びており、交通事情は年を追って悪化するものと見込まれ、現在既に、三つの現状道路をはじめ、バンコク、トンブリ架橋等が提案されている。1970年より、あらためて、西ドイツの援助で総合交通調査が行なわれつつあり、結果が期待される。

尚、Bangkok and Thonburi Metropolitan City における登録車の数は Traffic Improvement Committee の公式報告によると 1970 年で 303,748 台となっており、毎年 2 万台以上増加しつづけている。登録車数の内訳は次の通りである。

Bus	4,194
Truck	40,749
Private motor car	203,488
Motor Cycle	55,817
<u>Total</u>	<u>303,748</u>

II-3-2 電 気

現在タイの電力行政部門は総理府の一部局であるNational Energy Administrationが担当している。NEAは国全体の総合的な開発計画の策定及び調整を行なう機関であり、電気事業者としては、発電部門にElectricity Generating Authority of Thailand (EGAT)、配電部門にMetropolitan Electricity Authority (MEA)とProvincial Electricity Authority (PEA)の国営企業がある。

II-3-2-1

1973年における発電プラントの設備能力は発電形式別に分類すると次の様になる。

水力発電	15プラント	515,300KW (35.5%)
火力発電	12 "	740,000 " (51.07%)
ガスタービン発電	11 "	185,000 " (11.39%)
ディーゼル発電	34 "	28,000 " (1.95%)
合 計	72プラント	1,448,900KW

これらの発電所群の内、主なものは、バンコクにある2つの大容量火力発電所、North Bangkok Thermal Plant 287.5MW、South Bangkok Thermal Plant 400MWと北タイにある大容量水力発電所Bumibol Hydro Power Plant 420MWでこの3大プラントでタイ全設備能力の約73%を占める。

しかし、Gross generationは 0.87284×10^6 KWHであり、この内火力発電が、71.5%を占めていてここ数年間は毎年約20%増加し続けている。

II-3-2-1 首都圏の電力消費

MEAがGreater Bangkok (人口474万人 1972年)を対象に配電部門を受持っており1972年における概況は次のようである。

需要家件数は418,377件で普及率は約63%であり、タイ全国の需要家件数の38.5%に当る。一方販売電力 3.675×10^6 KWHであり、タイ全国販売電力の70%に当り、年率18%で販売電力は増加し続けている。

現在のMEA配電可能設備容量は1,000MWであり充分余裕をもっている。



■ Institution & University Region
 ■ Commercial Region
 □ Public Utility Region

■ High Density Residential Region
 ■ Medium Density Residential Region
 □ Low Density Residential Region

■ Industrial Region
 □ Agricultural Region
 ■ Park & Green Belt Region

□ Water Surface

Fig. 2-2-2
 Future Land Use Plan
 Greater Bangkok



こゝで特筆すべきことは、1959年から1966年にかけて、高低圧配電標準電圧の変更昇圧を行ったことである。これにより、配電線の損失を、それまでの20%から7%に減少させたといわれている。

現在の高圧送電は69KV, 24KV, 12KV, の三種類で、一般家庭の給電は220Vであり、Frequencyは50Hertzである。

電気料金は政府認可制であり、過去毎年あるいは隔年おきに改訂され、改訂の都度値下げが行なわれて来た。しかしオイルショックのため1972年料金値上が行はれ今日に至っている。一般家庭用電気料金の推移は次の通りである。

表 2-3-1 Transition of Electricity Rates for Domestic Use

	1966	1968	1970	1972	1974
First 5 KWH	5.00฿	5.00฿	5.00฿	5.00฿	5.00฿
Next 45 '	0.75฿/KWH	0.73฿/KWH	0.72฿/KWH	0.70฿/KWH	0.70฿/KWH
' 100 '	0.67 '	0.65 '	0.63 '	0.62 '	0.72 '
' 350 '	0.55 '	0.54 '	0.53 '	0.52 '	0.74 '
Balance	0.45 '	0.44 '	0.42 '	0.41 '	0.78 '
Minimum Charge	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

上記の家庭用電気料金の推移をみると、1972年までは、逓減制を採用していたが、オイルショックを境にして逓増制を採用したことは注目に値する。

尚、首都圏以外の電気料金は首都圏のそれに比較して約50%高価であることも特徴の一つである。

II-3-3 電 話

電話は国家企業であるTelephone Organization of Thailand (TOT)が経営している。最近10年間に加入者数を4倍以上に増設し、主幹市外回線へ、マイクロ通信、交換機にクロスパー自働交換を本格的に導入し、サービスの改善に務めている。

現在、第三次経済社会開発5ヶ年計画にそって、設備の増強改善が着実にすすんでいる。

Bangkok 首都圏における、電話の進展状況は次の通りである。

表 2-3-2 Growth in the Past 5 Years

	1969	1970	1971	1972	1973
Telephone Exchanges	13	14	21	23	23
Capacity	74,340	84,285	156,944	162,700	162,700
Line Assigned	56,395	66,384	105,550	127,291	133,440
Telephone Instruments	103,988	118,809	161,192	190,136	201,731

1973年におけるタイ国全電話機数は254,800であるから、その約80%がバンコクに集中していることになる。

II-3-4 上水道

バンコク首都圏の上水道は、国家企業であるMetropolitan Water Works Authority (MWWA) が経営している。

1973年において年間給水量は $440 \times 10^6 m^3$ でその内、70%は Treatment Plants から、30%は Deep Wells からである。完全な Treatment Plant がないために、飲料水には適さない。

需要家は、約28万件であり、給水量、需要家件数の最近の5ヶ年の推移は次の通りである。

表 2-3-3 Record of Surface Water and Ground Water Supply Discharge Rates in $10^3 m^3/D$

	1969	1970	1971	1972	1973
Surface Water	585.8	609.9	625.4	742.5	844.1
Ground Water	309.8	307.6	333.7	363.5	368.7
Total	895.6	917.5	959.1	1,106.0	1,212.8

表 2-3-4 Number of Customers based on the Number of Meter Connections

	1969	1970	1971	1972	1973
Bangkok	159,761	169,093	175,838	181,690	185,947
Thonburi	80,181	80,701	84,055	89,063	86,133
Nonthaburi		3,314	3,946	4,482	5,070
Samut Prakan		2,940	3,104	3,254	3,337
Total	239,942	256,048	266,943	278,489	280,487

現在、供給不良地は、かなりあるようである。今後、人口が増加し、工業化が進むにしたがって、ますますこの傾向が強くなると思われる。この対策として、目標最終年の2000年には、給水量を550万トン/日とし、対象人口も約840万人に増加させようという、かなり大規模な計画がある。

これは米国のCamp Dresser and McKee社のコンサルティングした計画であって、現在第一期工事が進行中である。

尚、総従業員数は5,550人である。

水道料金は次の通りであり、ここ数年値上げをしておらず逡増制を採用していることは注目される。

表 2-3-5 水道料金

0 ~ 0 m ³	無料
0 ~ 12 #	0.5 B/m ³
12 ~ 25 #	1.0 #
25 ~ 50 #	1.5 #
50 ~ 200 #	2.0 #
200 以上	2.5 #

II-3-5 下水道

下水道はBangkok市役所が管理している。一応各主要道路には下水道は設備されているが、末端処理所は皆無で、直接クロンに流しているため、クロンの汚れは甚しい。

バンコクのground levelはほぼ0米に近く、排水はポンプに負うところが大であるが、その能力不足から、特に雨期においては、広範囲に亘って道路は冠水し、交通混雑の一因と

なっている。

この対策として、タイ国政府は米国の Oamp Dresser and McKee 社に調査計画および設計を依頼しており、バンコックおよびトンプリの両区域 400 Km^2 を対象とした分流式下水道を建設するとともに、チャオピヤ河下流の浸水防止事業や汚水処理現場建設も計画され、現在その一部は実施に移されている。

II-4 タイ国のエネルギー状況

II-4-1 エネルギー源の変遷

タイ国に於けるエネルギー源は1978年現在では原油、石炭、水力、木炭、薪、Paddy hush, bagasse などであり原油は全エネルギー中の87%を占め最も重要なエネルギー源となっている。

その他の潜在的エネルギー源としては、Oil shale, Uranium などがあるが実用化するまでには至っていない。

Oil shale は amphur Mae Sod, Tok Province 及び amphur Lee, Lampoon Province に原油換算 480×10^6 バレルの埋蔵量が確認されているが製精価格の面で実用化されていない。

Uranium は Phuket Sonkla のすず鉱山の水に 5.74 ~ 15.25% 程度含有されていることが確認され、これを元に原子力発電が計画されている。

歴史的に見れば1954年以前は木炭、薪、paddy hush が主たるエネルギー源であった。

1954年以後は、工業の発展、人口増加（宅地面積の増加）による森林面積の減少に加え、世界的に起った固体燃料から液体燃料への転換、すなわちエネルギー革命はタイ国に於ても例外ではなく、石油系燃料が主役の座を占めるに至った。

但しタイ国は、地下資源に恵まれず石油はタイ国政府の懸命の努力にもかかわらず、わずか1,000バレル/Dの産出で全石油需要量の0.7%にすぎない。

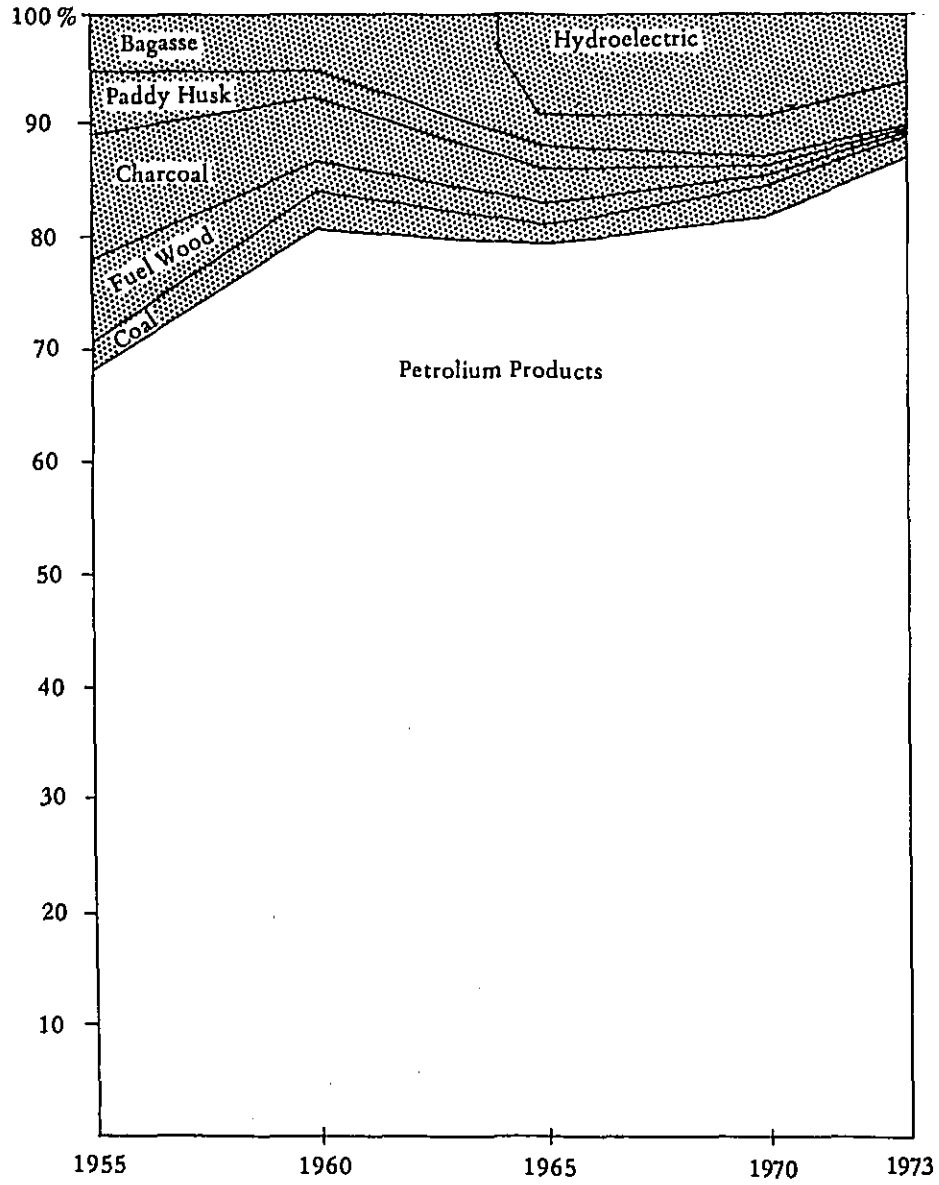
石炭はすべてが国産であり Mae Moh lignite mine Krabi linnite mine, Lee coal mine より産出し、生産量は1,000 ~ 2,000 t/Dである。

用途としては lignite が発電用、coal がタバコ工場などに使用されている。

水力は主に発電用として使用され降雨量の多いタイ国の特徴を生かしている。

図2-4-1にこれ等エネルギー源の構成の変遷を示す

图 2-4-1 总能源供应按能源来源
(以百分比分布表示)



II-4-2 エネルギー消費量の変遷

タイ国に於けるエネルギー消費の増加は急激なものがあり1978年までの過去10年間に総消費量で約4.5倍、1人当たり消費量で約3.2倍に達しており、(図2-4-2参照)その増加率はGNPの増加率3.87%、人口の増加率3.5%を大きく上まわっている。(表2-4-1)。表2-3-1でも明らかな如くGNPを除いては世界平均を大きく上まわっている。

絶対量については世界平均に遠く及ばない。(図2-4-8)

一方バンコク首都圏に於ては人口は全国の12%であるにもかかわらず、エネルギー消費は、1980年時点で全国の63.7%と半分以上を消費している。(図2-8-4)

さらにバンコク首都圏の1人当たりエネルギー消費量は、石炭換算で1.1 ton と大きなものといえる。

図2-4-5にタイ国の地域別エネルギー消費を示す。

II-4-3 エネルギー バランス

タイ国は前述した如くエネルギー輸入国である。それは、エネルギー革命によりエネルギーの主体が固体燃料から液体燃料に変化したにもかかわらずタイ国には国産原油が極めて少量しか産出しないためである。

エネルギーの需要は特にバンコク首都圏に於て旺盛であるがその92%は石油系エネルギーでまかなわれている。(1980年)

輸入エネルギー源に対する依存度は、総エネルギーの消費量の増加に伴ない増加し1954年では40%であったのが1973年では、86%に達している。これ等の関係を図2-4-9に示す。

国産エネルギー中最も多いのは水力発電で国産エネルギー中に占める割合は、44.0%、次いでBagasse 33.4%、Coal 10.1%となっている。水力発電は開発がさかんに行なわれているし潜在的に 3182×10^{10} Kcalに及ぶ発電が可能である。

これは現在の国産エネルギーの2.5倍に相当する数値である。

表2-4-1 Energy 消費, 人口, GNP 増加

ITEM	total energy consumption	energy consumption per capita	population	G. N. P.
1963	20.6×10^{12} Kcal	0.73×10^6 Kcal	28312×10^3 人	2440K/capito
1973	92.0×10^{12} Kcal	2.30×10^6 Kcal	39946×10^3 人	8508 "
1973/1963	4.47	3.15	1.41	1.40
平均増加率	16.1%/年	12.2%/年	3.5%/年	3.87%/年
世界平均増加率	5.1%/年	3.1%/年	2%/年	

图 2-4-2 Energy Consumption

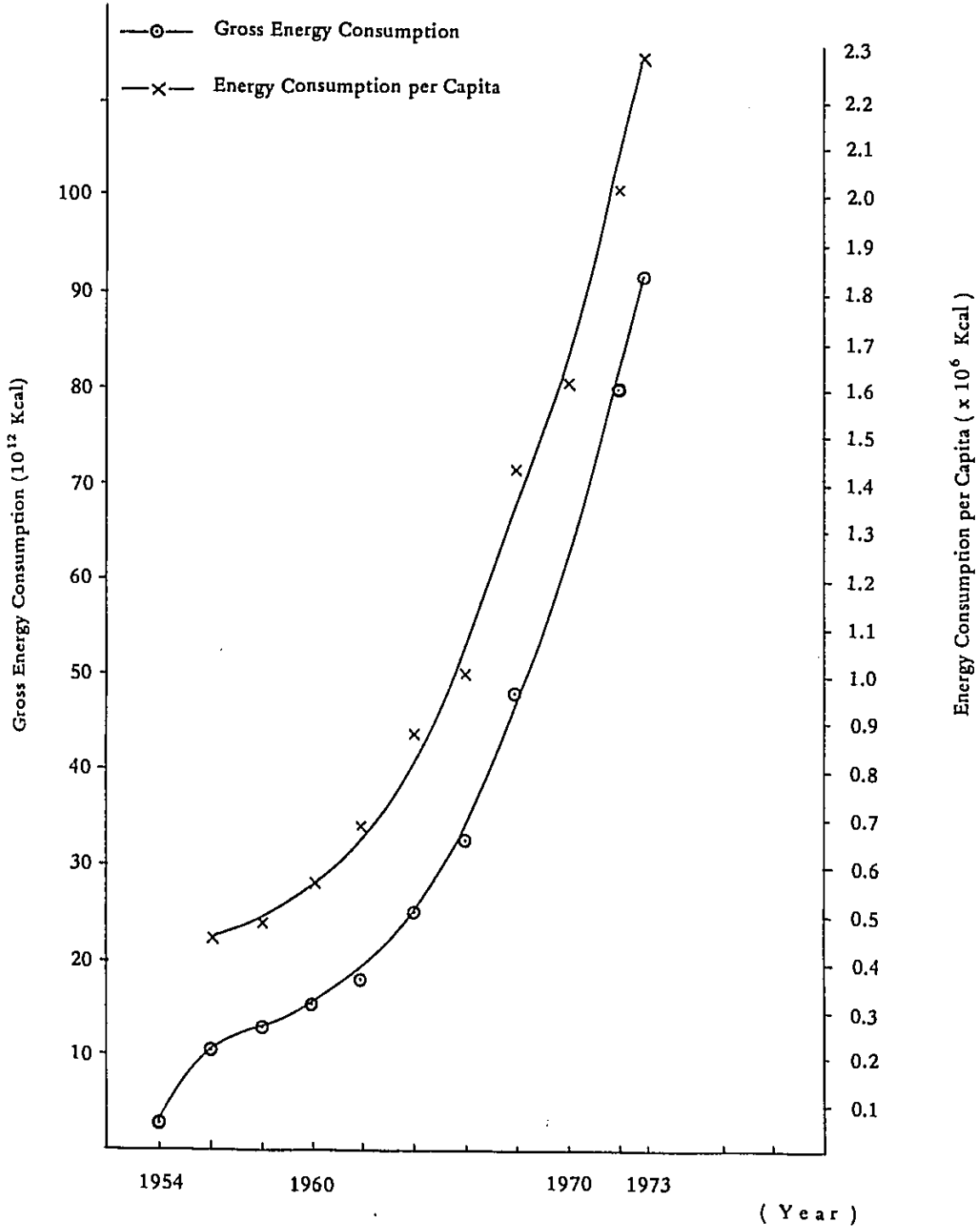
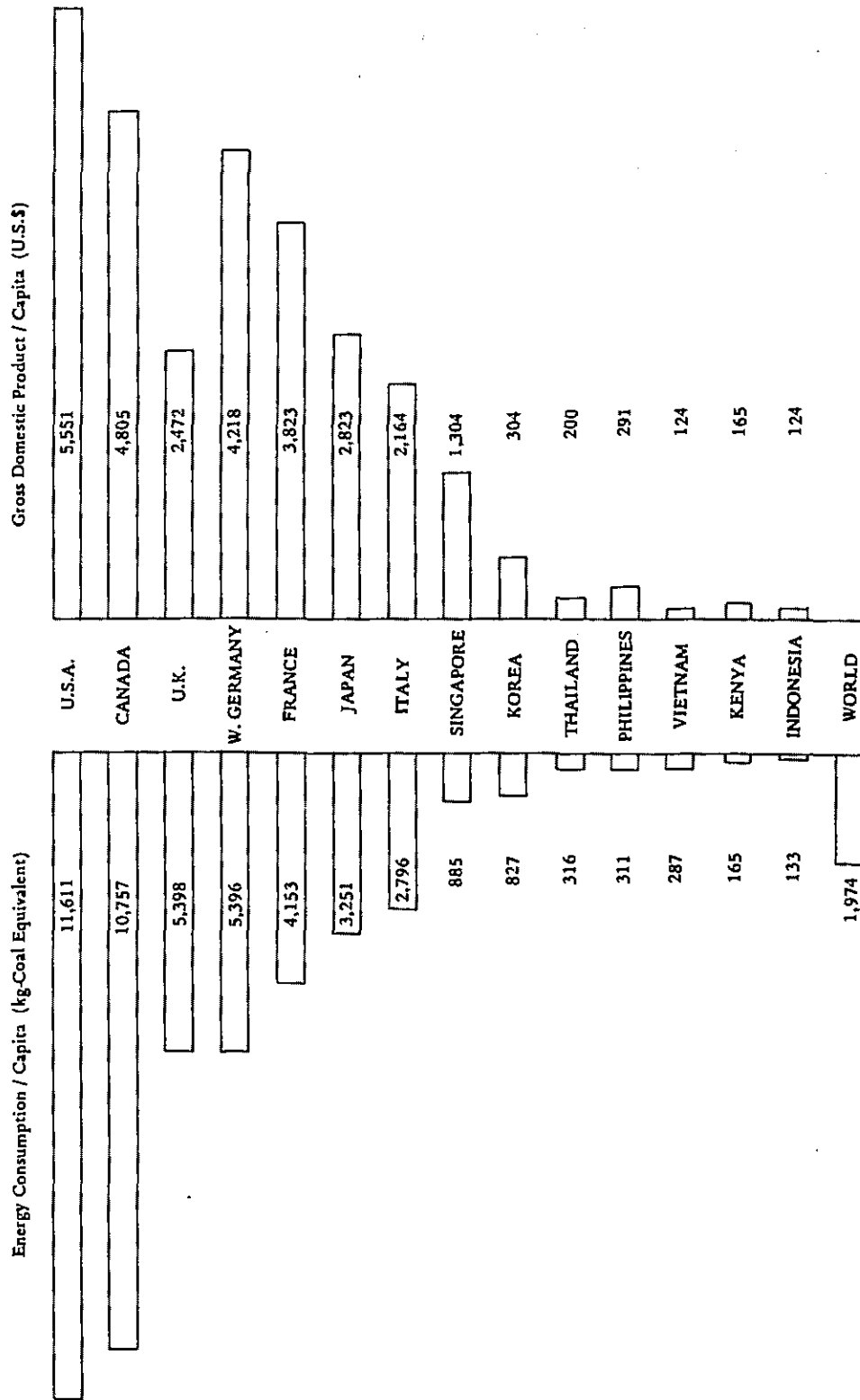
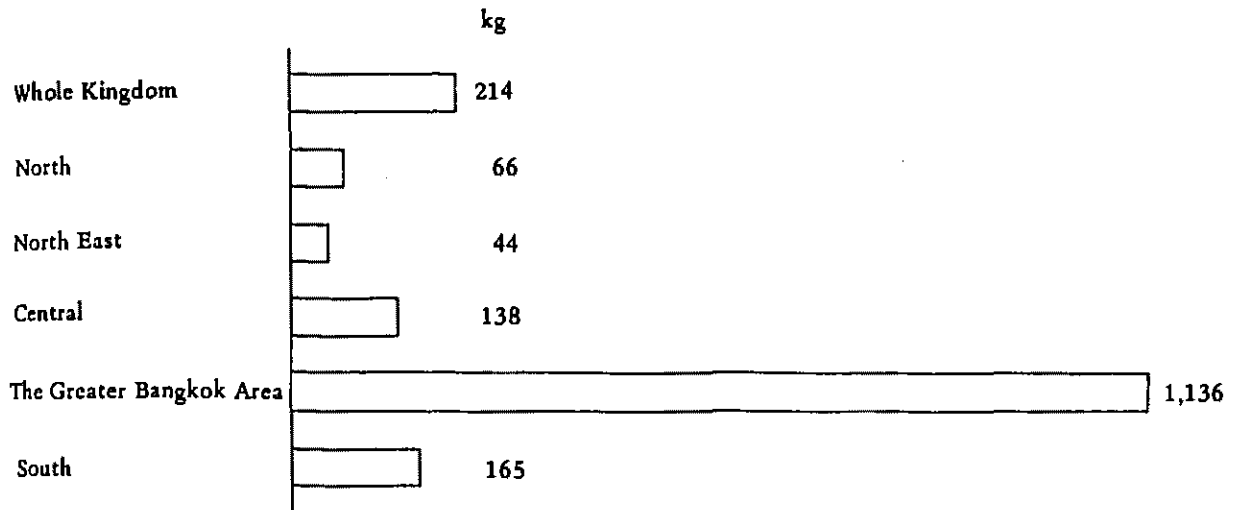


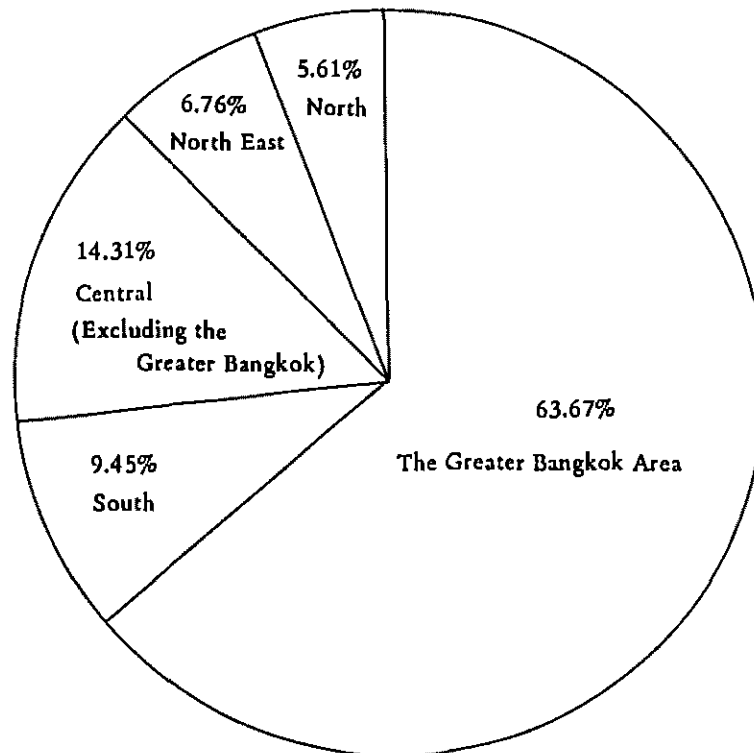
图 2-4-3 Energy Consumption and Gross Domestic Product of the World

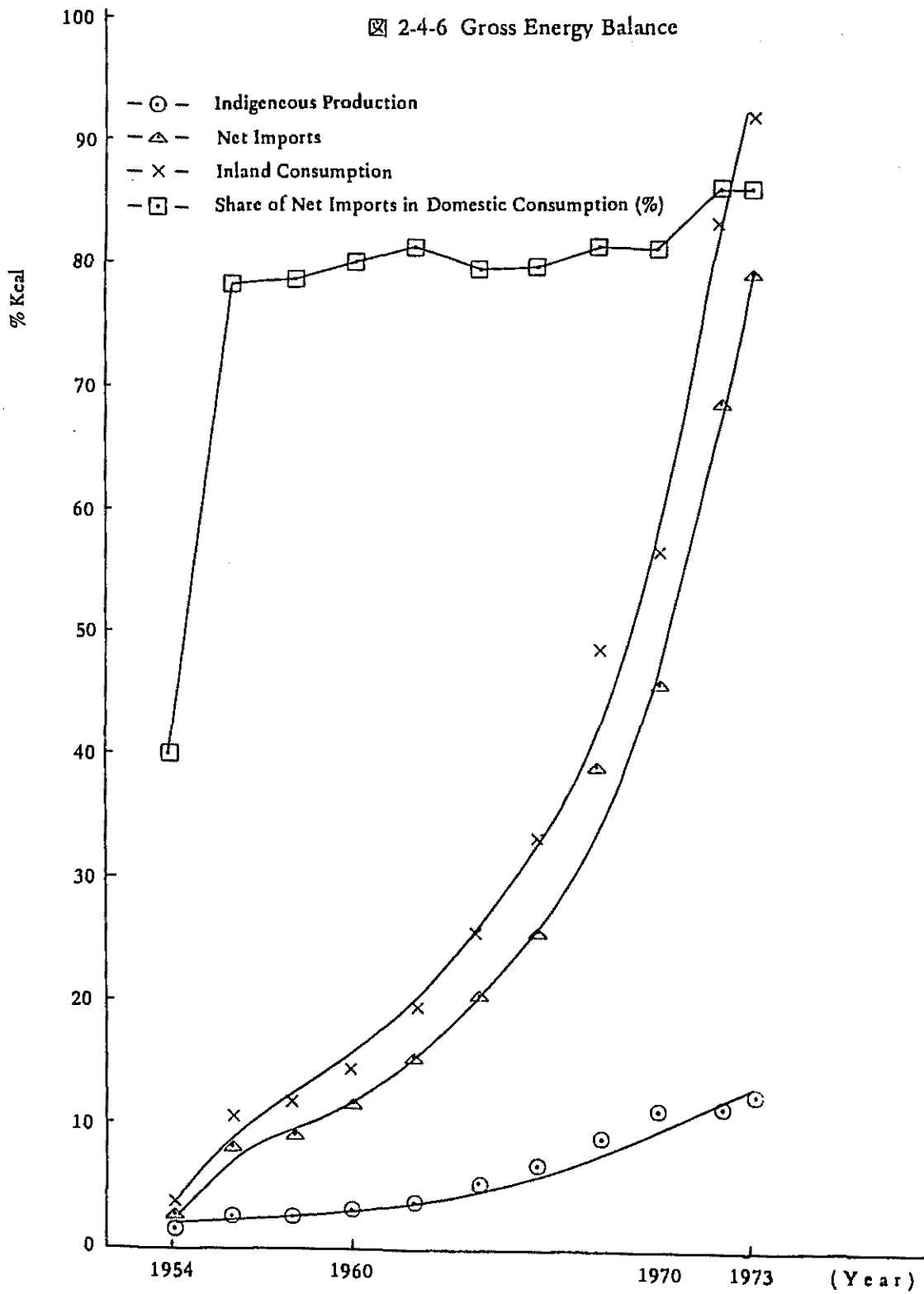


☒ 2-4-4 Energy Consumption per Capita, Kg-Coal Equivalent, Year 1969



☒ 2-4-5 Energy Consumption by Region (1969)





II-4-4 LPG

1978年におけるLPGの消費量は、NEA資料Energy Situation of Thailandによれば、 2.116×10^9 Kcal(約18万t)であり、石油製品に占める割合は、2.7%。総エネルギー消費量の中では、2.3%にすぎない。しかしながら、過去10年間の増加率は(1978/1968)300倍にも及んでおり、全エネルギー中最大の数値である。

1960年以前においては、100t以下の消費量でしかもその全量を輸入に頼っていたが、1964~69年の間に石油製精工場が建設されるに伴い、1964年以降毎年消費量は急増しており、今日では家庭用燃料の主流を占めるに至っている。

特にバンコック・トンブリ地区に於ては、1969年時点で全消費量の約80%を消費しており、生活水準の向上に伴って木炭、薪、灯油等からLPGに転換している事を物語っている。

今後、首都圏以外での需要が見込まれるであろうし、さらに増加傾向は継続するであろう。図2-4-7に地域別LPG消費量、図2-4-8にLPG消費量の変化を示す。

図 2-4-7 LPG Consumption by Region, 1969

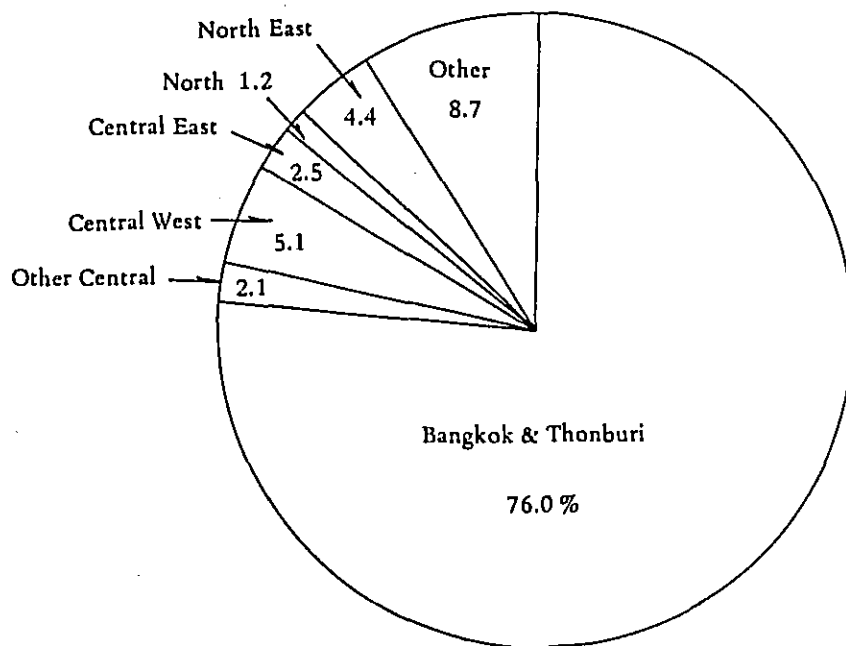
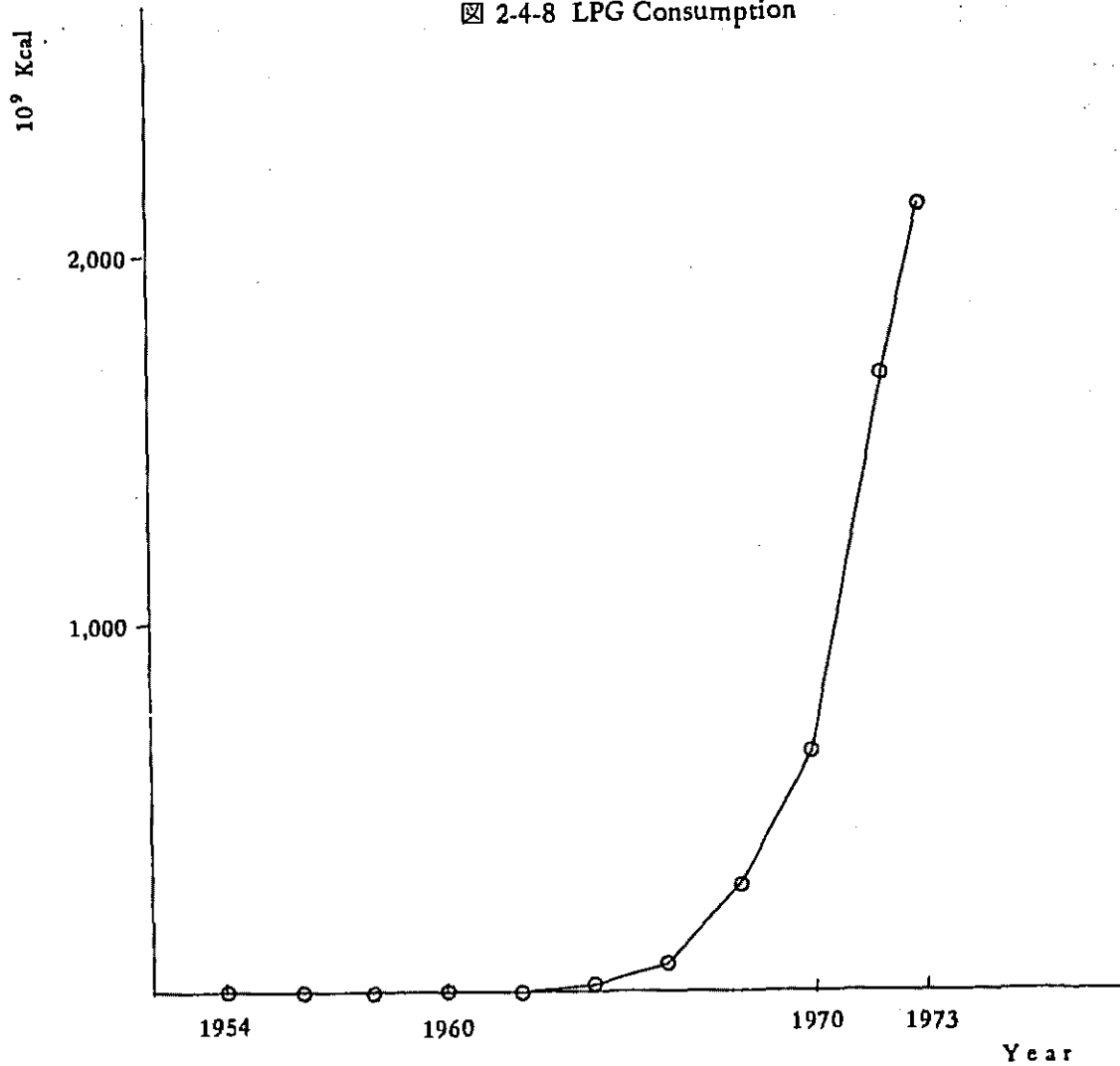


図 2-4-8 LPG Consumption



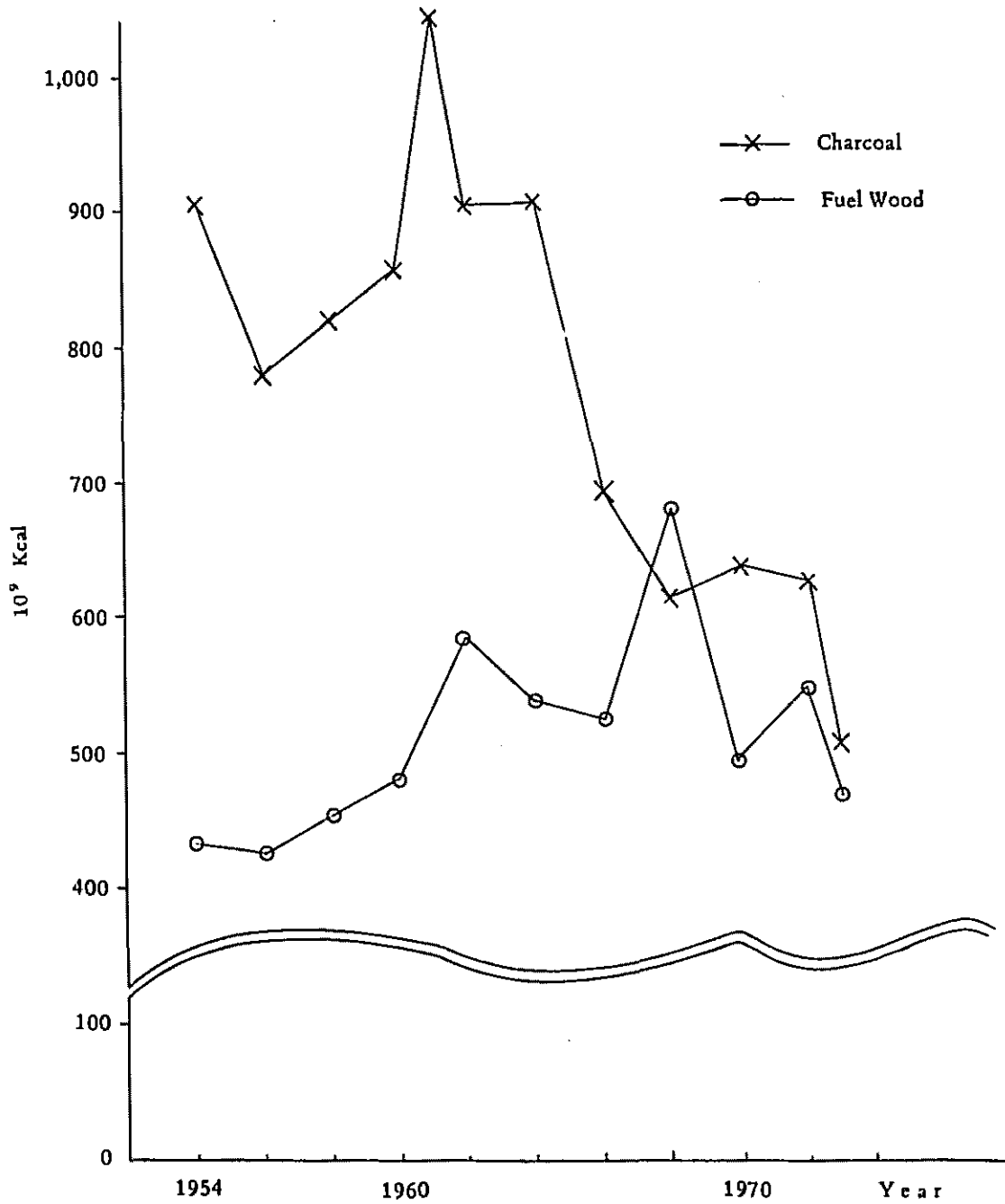
II-4-5 木炭及び薪

木炭及び薪は過去において重要なエネルギー源であったが人口の増加、および工業の発達によって、森林面積が減少したこと、および森林資源の再生サイクルが長いことによる供給量の停滞などによりその重要性を失なうに至った。

図 2-4-9 より明らかなように 1960 年前年をピークに除々に減少傾向をたどっている。

森林資源は世界的にも減少傾向にあり、エネルギー源としてよりもむしろその特性を生かした家屋、家具などの材料として振り向けられるべきであろう。

☒ 2.4-9 Fuel Wood and Charcoal Production



第 Ⅲ 章

都市ガス事業の技術的検討

第Ⅲ章 都市ガス事業の技術的検討

Ⅲ-1 都市ガスの需要予測

都市ガス事業の規模を決定する要因の最も大きなものは、当該事業が対象とする需要層である。当該事業が何を対象として創設されるべきなのか、その対象がどの程度の量を有しているのかを正確に把握しなければ、事業規模決定を論ずるべきではない。従って、今回の調査に於いても需要把握にかけられた比重は大きい。

今回の需要把握の方法は、現在、バンコック市民が使用している燃料の実態を調査する事に加え、各官庁・民間が保有している、バンコック市及びタイ国に関する諸資料から燃料の実態・燃料使用に関する影響要因を選択し、現在ならびに将来の姿を推定する方法を執った。

さらに、需要量の予測方法に関しては、図3-1-1の関連図を想定して諸調査を展開した。但し、想定関連図は、現地調査の方法を探求する為に作成されたものであり、現地調査の段階で入手不能と判明したものもあった。

Ⅲ-1-1 供給区域の決定

今回の事業範囲は、需要家層の大半を家庭用が占めると考えられる、バンコック首都圏の家屋密集地が中心であり、前回予備調査の範囲と大差のないものとなった。即ち、既に家屋密集地区となっている区域を優先し、さらに、密集地区の外周にあつて、区画整理が進み、発展速度が急と推定される区域を包含する事とした。

Ⅲ-1-1-1 世帯数の推定

想定供給区域を含む行政区10ヶ所の1965～73年人口・世帯数の推移は、表3-1-1・図3-1-2に示すとおりである。当計画が既に市街地として殆ど飽和状態にまで発展してしまった地区を対象としてはいるが、各行政区間に多少の差が認められる。

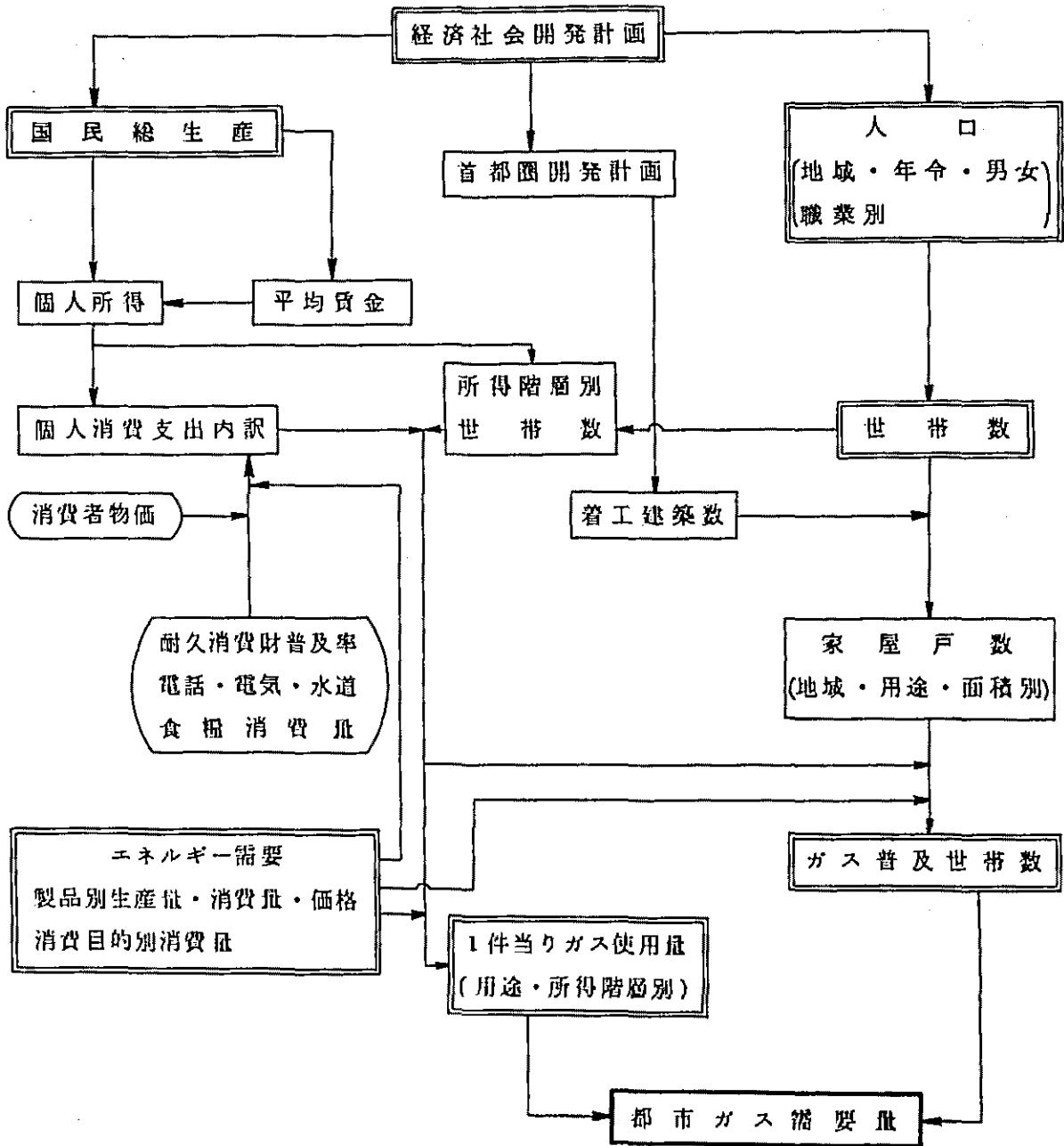
都心部3区(プラナコン・バングラック・サンバンタワン)は、過去9年間減少或いは、現状維持の状態であり、準都心部2区(ボンブラ・バトンワン)は、微増傾向、外周5区(ドウジット・バンキエン・バヤタイ・ブラカノン・ヤナワ)が、それを上回る増加傾向を示している。これら外周5区の増加傾向が、さらに5区の中のどの区域での増加であるかは、不明であるが、都市の発展形態から云っても、都心に近接した地域から外周に向けて増加して行ったと考えられる。

今回の計画にあつては、大きな行政区全体を供給区域として設定する事は、導管投資効率から考えて得策と云えず、行政区内におけるさらに小さい区域毎の推定が必要であった。

しかも、当想定供給区域は、タイ国政府・バンコック市役所における都市計画にあつて、最も過密地帯であるが為にその対策が練られている地域であり、過去の推移が、将来の推定

図 8-1-1

需要予測関連図



3-1-2 Population

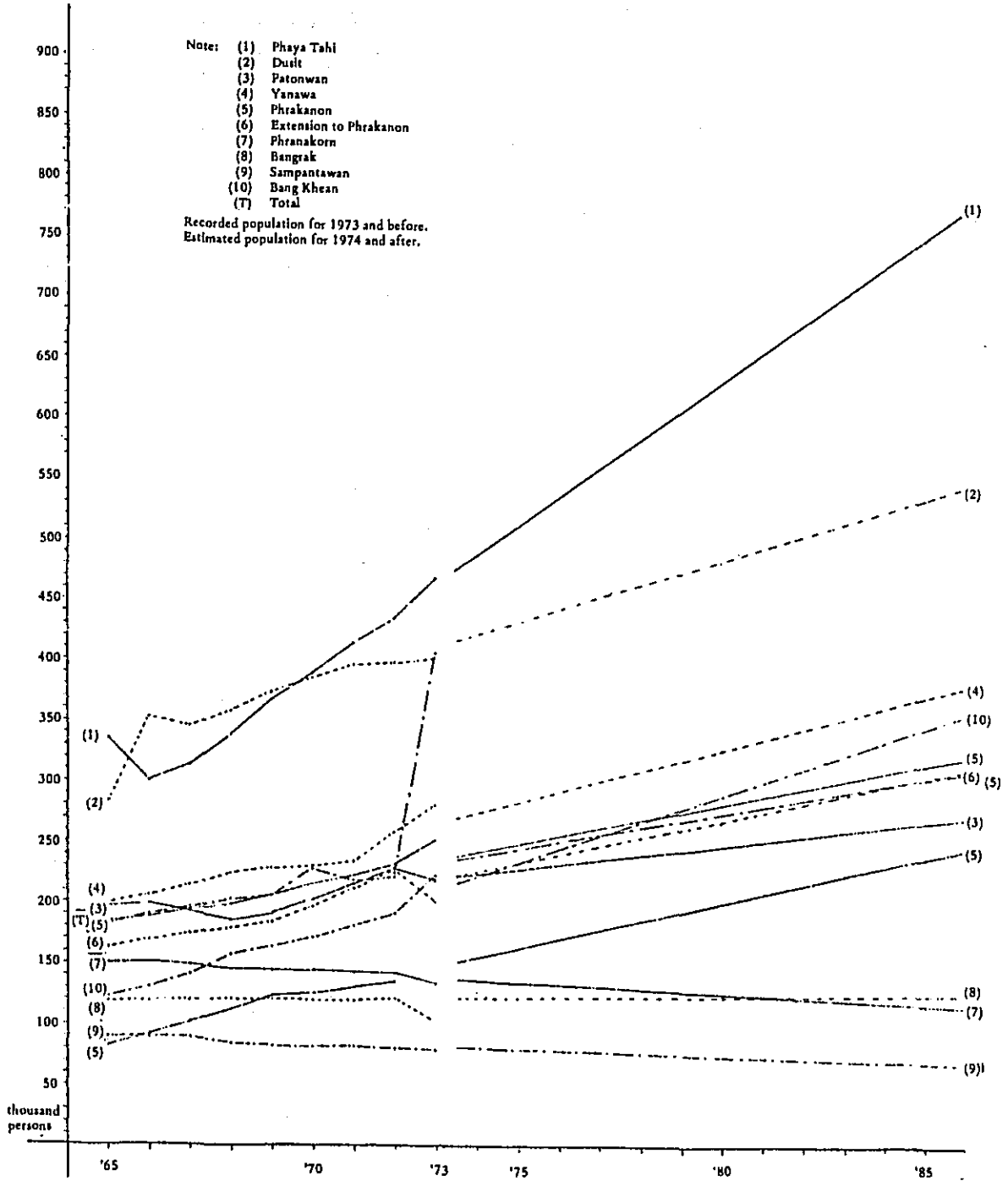


表 3-1-1 Transition of Population and Number of Households

[Population]

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	Retrospective line & coefficient correlation	1980	1985	1990
Phaya Thai	*334,746	299,742	317,123	338,114	366,349	388,690	413,025	433,775	466,846	$Y = 23,809.43 X + 247,005$ R: 0.998	628,000	747,000	866,100
Dusit	*281,247	331,337	345,119	357,487	372,813	384,162	395,826	397,496	400,506	$Y = 10,386.12 X + 315,970$ R: 0.976	482,100	534,100	586,000
Pantawan	196,749	196,839	191,688	185,809	190,271	202,314	215,269	228,151	217,891	$Y = 4,036.18 X + 182,595$ R: 0.766	247,200	267,400	287,500
Yanawa	198,098	205,528	213,115	223,333	228,034	229,924	233,506	257,060	*404,688	$Y = 8,781.88 X + 185,861$ R: 0.950	326,400	370,300	414,200
Phrakanon	181,248	189,171	195,531	202,957	205,594	227,378	217,111	220,033	200,996	$Y = 6,063.96 X + 177,590$ R: 0.931	274,600	304,900	335,300
Pomprap	162,611	168,648	173,249	172,321	183,564	196,736	211,817	227,254	132,866	$Y = \Delta 1,745.32 X + 152,819$ R: 0.921	124,900	116,200	107,400
Bangrak	118,452	118,126	119,305	120,076	119,859	118,996	119,683	121,338	*101,610	$Y = 319.56 X + 118,041$ R: 0.775	123,200	124,800	126,400
Sampantawan	89,897	89,404	88,879	86,194	85,221	84,921	84,497	83,287	81,298	$Y = \Delta 1,046.40 X + 91,187$ R: 0.979	74,400	69,200	64,000
Bang Khean	122,363	130,618	141,547	156,210	163,458	171,396	181,406	191,858	81,298	$Y = \Delta 1,046.40 X + 91,187$ R: 0.979	74,400	69,200	64,000
Total	1,835,214	1,879,201	1,933,207	1,987,441	2,059,960	2,147,704	2,214,094	2,302,099	*2,507,377	Total	2,836,500	3,181,800	3,526,900
Extension to Phrakanon	82,664	9,834	100,651	111,575	120,011	124,572	130,675	134,844		$Y = 67,365.11 X + 1,741,722$ R: 0.994	2,819,600	3,156,400	3,493,200
										$Y = 7,674.57 X + 77,433$ R: 0.989	200,200	238,600	277,000

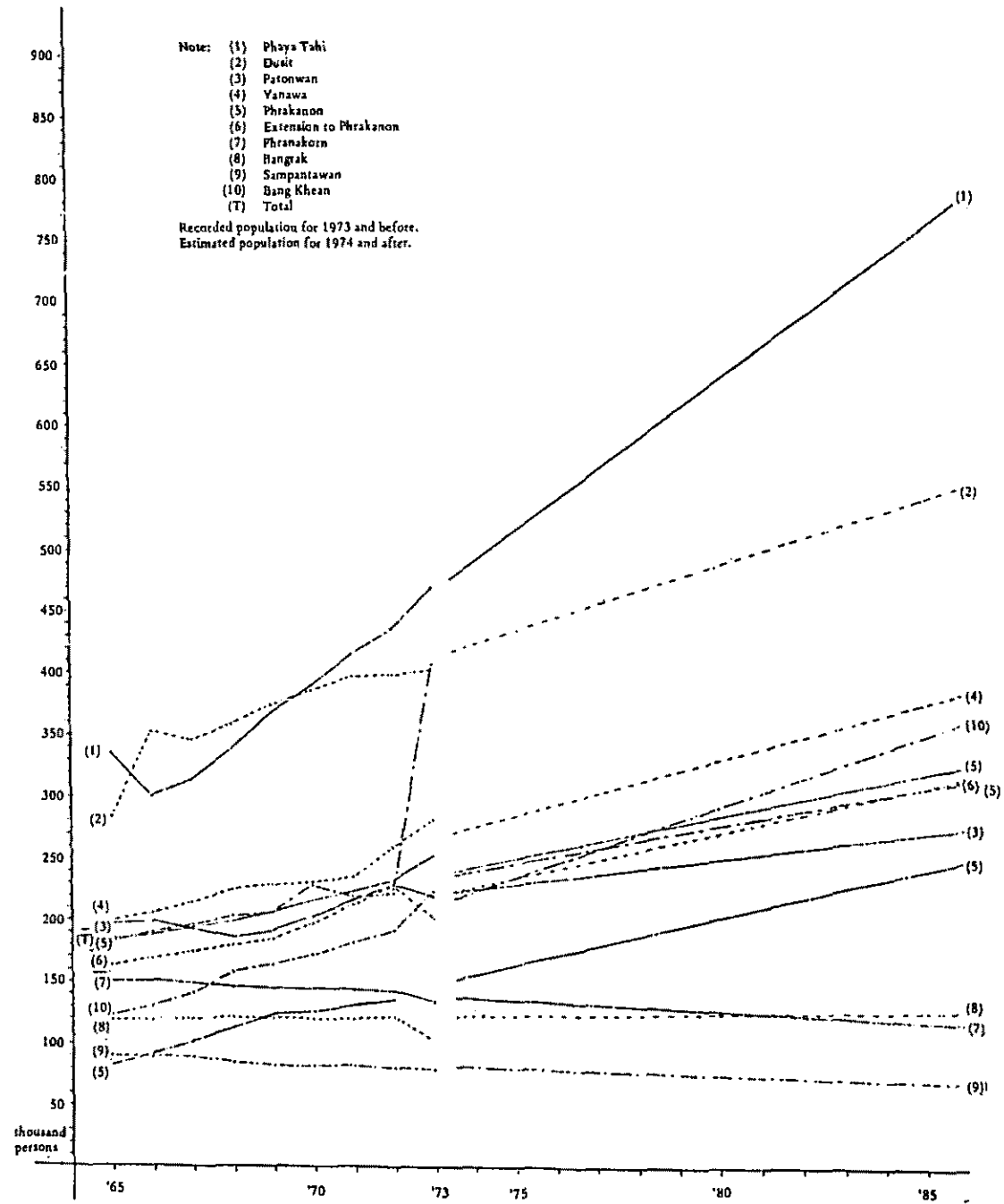
* Excluded because this is an anomalous value due to a change in amphoe border. Population for Bangrak, including the 1973 value, can be obtained by a formula: $Y = \Delta 967.60 X + 122,322$ R:

[Number of Households]

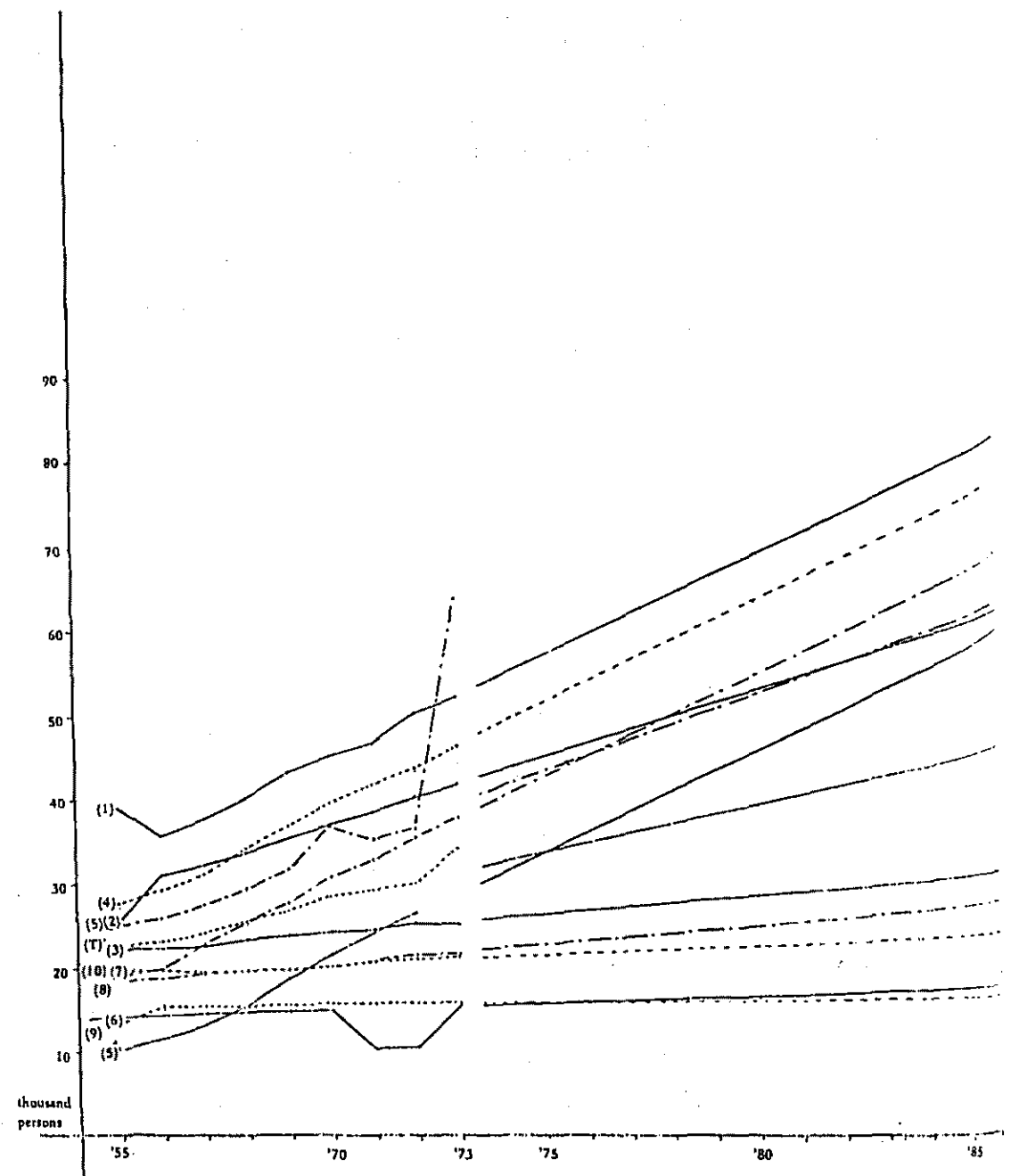
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	Retrospective line & coefficient correlation	1980	1985	1990
Phaya Thai	*38,860	35,569	37,601	40,066	43,063	44,950	46,565	50,164	51,909	$Y = 2,364.04 X + 30,734$ R: 0.998	68,560	80,380	92,200
Dusit	*25,424	30,918	32,016	33,607	35,100	36,836	38,239	49,146	41,667	$Y = 1,565.77 X + 27,454$ R: 0.999	52,510	60,340	68,160
Pantawan	22,181	22,359	22,523	23,486	23,816	24,255	24,488	25,013	25,048	$Y = 407.15 X + 21,639$ R: 0.983	28,150	30,190	32,220
Yanawa	27,734	29,202	31,110	34,093	36,697	39,439	41,633	43,707	46,164	$Y = 2,393.78 X + 24,573$ R: 0.998	62,970	74,940	86,910
Phrakanon	24,999	25,896	27,414	29,371	31,466	36,625	35,003	36,298	63,598	$Y = 1,837.57 X + 22,615$ R: 0.961	52,020	61,200	70,390
Pomprap	14,258	14,417	14,530	14,745	14,741	14,971	*10,221	*10,531	15,372	$Y = 137.35 X + 14,130$ R: 0.994	16,330	17,010	17,700
Phranakarn	19,773	19,758	19,338	19,546	19,821	20,041	20,627	20,929	21,037	$Y = 194.03 X + 19,127$ R: 0.863	22,230	23,200	24,170
Bangrak	18,332	18,700	19,187	19,647	19,976	20,420	20,989	21,334	21,430	$Y = 411.18 X + 17,946$ R: 0.994	24,520	26,580	28,640
Sampantawan	*13,496	15,304	15,432	15,417	15,493	15,579	15,688	15,731	15,705	$Y = 61.92 X + 15,203$ R: 0.968	16,190	16,500	16,810
Bang Khean	19,091	19,707	22,933	25,212	27,510	3,0644	32,579	35,260	37,181	$Y = 2,399.05 X + 211,179$ R: 0.997	54,190	66,190	78,180
Total	224,148	231,730	242,084	255,190	267,683	283,760	286,132	299,113	*339,111	Total	397,670	456,530	515,380
Extension to Phrakanon	10,403	11,579	13,285	16,599	18,714	21,429	21,682	26,304		$Y = 111,122.45 X + 211,179$ R: 0.995	389,140	444,750	500,360
										$Y = 2,398.32 X + 6,868$ R: 0.994	45,240	67,230	69,220

* Excluded because this is an anomalous value.

☒ 3-1-2 Population



☒ 3-1-3 Number of Households



に役立てられるかに多小の疑問があった。しかしながら、都市計画については、大バンコック圏の人口を650万人と設定する等全体地域計画であり、今回計画地区についての数値は示されていなかった。従って、過去の実績傾向値を推定根拠とせざるを得なかった。さらに、当都市ガス供給計画の対象区域が既成市街地である事も勘案し、人口・世帯数の急激な変化は無いものと想定した上で、一次回帰による傾向式を採用する事とした。

結果は、表3-1-1のとおりである。

III-1-1-2 供給区域の設定

各行政区内の世帯数が、さらに細分化された地区に、どのような状況になっているかの資料については、内務省都市交通計画局における、道路計画に用いられていた資料が唯一のものであった。当資料は、10行政区内を116地区に分割し、各細分化地区における1972年の人口・人口密度・建築度・自動車保有状況等を調査したものであり、前記推定式の増加がどの地区で可能であるかを判定する資料となった。前記推定式を基にして116地区における1990年の世帯数を推計した結果から、飽和世帯数(空地率0)地区を優先的に供給区域と設定した。外周部にあつて、飽和世帯を示す地区であっても、内周部と接続していない地区は除外し、逆に工場附近では、飽和に達しない地区でも、供給設備の有効稼働を計る為に包含した区域も発生した。

III-1-1-3 供給年次別区域の設定

設定された供給区域内に都市ガスを普及させる速度は、供給設備工事能力から決定される。即ち、細分化された地区毎の世帯数から想定工事量を算出し、当計画期間(1979年~1990年)内で全域に普及させるべく、各年毎に世帯数・工事量がほぼ一定になる様な地区分割を行なった。具体的には、世帯数が3万件・敷設導管10万mを目途とし、製造工場に近接した地区であつて、世帯数密度の高い地区から順次供給する事とした。但し、工事能力は、工事従事者数及び熟練度に左右される為、当初3年間は漸増させる様に分割した。図3-1-4のとおりである。

III-1-2 家庭用需要量予測

バンコック市における燃料の使用用途は、大略次のとおりである。

一般家庭	厨房用・温水用・冷房用
商業用	
食堂等	厨房用 冷房用
ホテル	厨房用・温水用・冷房用
理美容	温水用・冷房用
風呂屋	温水用・冷房用
事務所	冷房用

デパート	冷房用	
洗濯屋	温水用	乾燥用
官庁・学校	冷房用・実験用	
病院・医院	温水用・冷房用	
工業用	加熱・加工・溶解・乾燥用	

バンコック市，特に今回の供給区域内で上記用途別・燃量別使用量がどうであるかの資料は入手不可能であったが，欧米諸国・日本との構造的な差異は散見された。即ち，一般家庭・商業用等民生用が多く，工業用が極めて少ない事であり，民生用の中でも温水用が極めて少なく，垂熱帯に位置する為，冷房用の比重が大きい等である。

上記全分野での需要把握，都市ガス転換可能性を追求すべきではあるが，投資効率の高い分野と想定される家庭用と商業用の中ではホテル・食堂・その他について，需要量を想定した。

Ⅲ-1-2-1 家庭用需要家件数

現在，各家庭で使用されている燃料は，LPG・木炭・灯油・電気である。

各燃料別の使用実態に関する資料は，NEAが過去に2回行なった燃料調査結果だけであった。従って，今回調査に当って，再度需要家面接調査を行ない，現状の燃料使用実態を把握した。

(1) 需要家面接調査

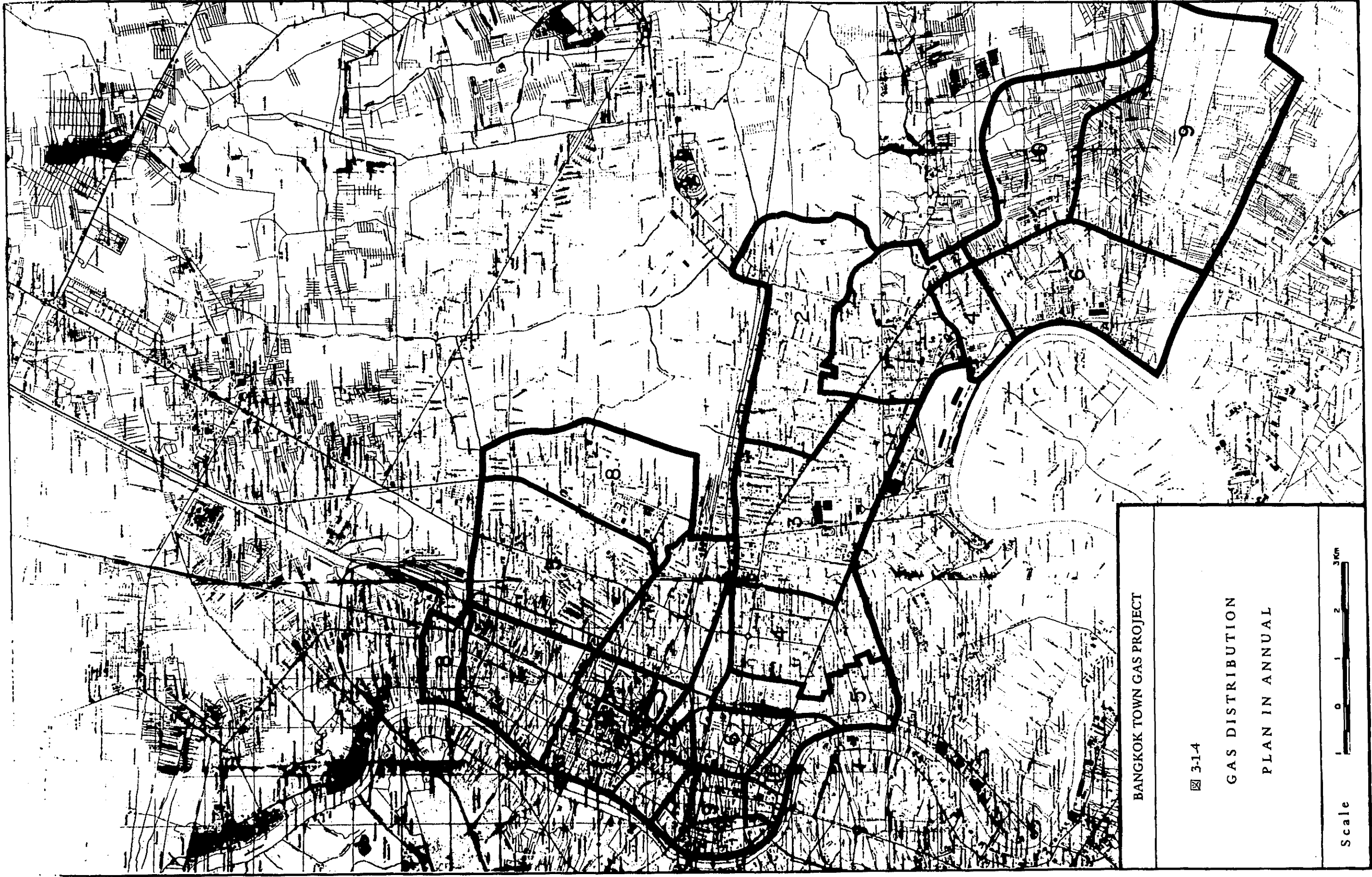
NEAが1974年3月に実施した燃料調査の標本(13,437件)から所得と燃料普及率による層別化を行ない，総数700件を抽出した。燃料種別・量・家計費・家族構成人員・燃料意識等9項目について，面接調査を行ない，556件の回答を得た。表(3-1-2)

LPG件数普及率は，52.8%であり，木炭普及率は63.6%であった。木炭使用者の中でLPG転換を希望している者が30%含まれている。又，家計費階層別のLPG普及率は，次のとおりであり，生活水準の向上に伴なって木炭の使用が減少し，LPGへの転換が進んでいると想定された。

家計費	~500	~1,000	~1,500	~2,000	~3,000	~5,000	5,000~	平均
LPG	0.0	18.2	37.5	42.5	49.4	65.5	70.7	52.8
木炭	100.0	81.8	80.0	70.1	64.9	55.2	51.7	63.6

家計費：バーツ/月

普及率：%



BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-14

GAS DISTRIBUTION
PLAN IN ANNUAL



Scale

表 3-1-2 Main Items of Interview Research

Ward (Amphoe)	Number of answers	Number of family mem- bers	Fuel diffusion rate classified by living expenses (Bahts/month)								Household consumption			Commercial consumption			Potential user of town gas			
			(Upper column: charcoal) (Lower column: LPG)								(Upper column: cost paid) (Lower column: m ³ /month)			LPG user		Charcoal user				
			500 or less	1,000 or less	1,500 or less	2,000 or less	3,000 or less	5,000 or less	5,001 or more	Average	LPG	Charcoal	Average	LPG	Charcoal	Average	Yes	No	Yes	No
Phaya Tai	83	5.8		100.0 0.0	66.7 33.3	91.7 33.3	56.3 59.4	64.3 64.3	70.0 80.0	67.5 54.5	70.4 37.8	61.9 63.3	76.1 60.5	215.0 133.3	60.3 53.2	255.2 168.8	41	1	8	1
Dusit	74	7.2		0.0 100.0	33.3 100.0	80.0 50.0	65.2 52.2	46.4 64.3	52.9 85.7	54.8 63.0	87.0 50.5	97.1 76.9	111.2 75.6	283.3 189.9	99.5 101.8	241.2 196.8	44	2	15	8
Patumwan	61	6.7			100.0	75.0 16.7	47.8 47.8	58.3 41.7	50.0 37.5	60.7 34.4	110.6 66.1	53.7 45.0	80.2 56.8	360.0 356.1	210.0 232.9	260.0 274.0	17	4	14	24
Yanawa	61	9.1			87.5 25.0	93.3 40.0	88.9 22.2	81.3 50.0	66.7 83.3	85.7 39.7	76.1 43.7	49.0 40.5	68.1 49.5	173.0 106.4	205.9 124.8	256.6 156.1	21	1	27	12
Phrakanong	111	7.4	100.0	100.0	88.9 33.3	60.0 55.0	80.6 35.5	70.8 91.7	90.9 81.8	77.0 56.0	87.8 51.1	77.2 72.6	93.0 73.1	526.4 342.4	320.9 264.2	722.5 520.3	51	3	16	10
Pomrap	20	7.7			0.0 100.0	100.0 0.0	40.0 60.0	57.1 71.4	50.0 100.0	45.5 68.2	118.0 68.1	60.3 43.0	103.9 63.6	360.0 237.4		360.0 237.4	14	0	1	6
Phranakorn	29	7.2		100.0 0.0	100.0 33.3	57.1 42.9	62.5 62.5	67.1 85.7	100.0 0.0	67.9 53.6	81.5 45.7	52.6 48.4	79.4 57.4				13	2	3	5
Bangrak	32	6.9		100.0 0.0	75.0 25.0	33.3 66.7	82.4 29.4	100.0 0.0	0.0 100.0	65.6 40.6	77.0 44.4	67.5 58.3	75.8 56.2		70.0 53.2	70.0 53.2	12	1	10	11
Sampantawong	26	8.5				100.0 0.0	75.0 75.0	40.0 80.0	35.7 75.7	48.0 59.4	96.8 54.4	97.1 79.4	116.3 77.3	130.0 71.2	60.0 53.2	190.0 124.5	16	3	4	3
Bang Khean	59	7.1			71.4 57.1	45.5 54.5	63.2 89.5	57.1 64.3	20.0 100.0	55.3 73.2	75.4 41.9	46.5 39.5	78.6 50.9	176.7 126.6	315.0 186.3	290.0 188.1	36	4	5	11
Total	556	7.3	100.0 0.0	81.8 18.2	80.0 37.5	70.1 42.5	64.9 49.4	55.2 65.5	51.7 70.7	63.6 52.8	85.5 48.8	66.3 58.7	87.4 63.1	314.6 207.8	202.6 155.5	365.7 259.5	265	21	103	91

木炭のみ使用者の意識は、LPGは危険で、高価だと考えている者が圧倒的に多く、逆にLPG使用者の使用理由では清潔・簡単なので使用しはじめたと回答している。

都市ガスの使用については、全く知識が無く判らないとしながらも、LPGと同じ性状であって、電気・水道の様に配送の手間が不用で便利なものであれば、使用するという回答が得られた。都市ガス価格が、LPGと大差のないものという前提条件での都市ガス使用希望率は、LPG使用者で93%、木炭使用者では53%であった。さらに、都市ガスの使用に当っては周辺での使用状況を見極めた上で使用すると回答している者が多く、初年度の転換率が低く、オピニオン・リーダーの養成によっては、急激な普及率上昇を得られると推定される。

都市における民生用燃料を供給する今回の計画にあつては、特に厨房用・温水用が供給対象であつて、冷房用については、電気の普及率が高い事に加え、ガスによる冷房器具は、気候条件を考慮すると性能面で普及が難しいと考えられ、当面は除外するのが妥当である。従つて、LPG・木炭需要が都市ガスへの転換可能分と推定される。さらに、都市ガスは、性状・器具がLPGと類似しており、需要量は、LPG需要からの転換が大部分であろう。

(2) 首都圏におけるLPG

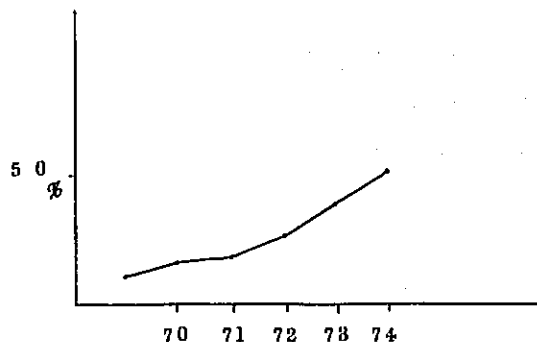
LPGの消費量は、前述(第2章4)のとおりであり、1969年の首都圏でのLPG消費比率は、全国の76%を示している。NEAレポートにあつても首都圏での生活水準の向上に伴つて急成長を示していると言及しており、木炭・薪からの転換と説明されている。一人当たり総エネルギー消費量が人口増加率を大きく上まわっているが、商工業の興隆に伴なう、民度の向上の結果と考えられ、今後ともLPGへの転換は進むと想定される。

(3) 都市ガス普及率

今回調査結果およびLPG消費量の動向から勘案し、全世帯数に対して70%の普及は可能と推定した。

現在のLPG普及率52.8%は、1974年3月のNEA調査結果43.2%と比較して差が大きい。これは、3月以降の半年間の伸びによつて現在の普及率となつておりと考えられる。即ち、LPG使用開始の年次は、下表のとおりであり、52.8%の内過去1年以内に使用を開始したものが13%も含まれている。この傾向値が続くとすると1980年には100%の普及率に達する事が予想される。

1974	52.8%
73	39.9
72	27.5
71	18.9
70	15.0
以前	11.5



但し、急激な変化を示している商品については、過去の傾向値が長期間継続する事が少ないし、どの様な商品についても、飽和普及が100%に達する事は困難である。従って現時点で、当計画初年度のLPG普及率を予測する事は、難かしく、現時点のLPG普及率及び、木炭からLPGへの転換希望率によって、都市ガス普及率を想定した。

現時点でのLPG普及率52.8%の93%である50%を初年度の普及率とし、計画年度内の飽和普及率を、木炭からLPGへの転換希望を加えた想定LPG普及率68.4%の93%である60%に、木炭から直接都市ガスに転換すると考えられるもの4.0%を加え70%と想定した。

さらに、各計画地域における50%から70%に達する年次を3年間で可能と考える。これは、計画年度におけるLPGの普及率がかなり高く、その知識が豊富であり、都市ガスへの転換は単に価格条件だけと考えられる為、都市ガスの普及速度が早いと想定されるからである。

供給区域別需要家件数は、表3-1-3と想定した。

Ⅲ-1-2-2 家庭用1件当り使用量

- (1) 今回の面接調査によれば、LPGの1ヵ月当り使用量は、都市ガス(5000 kcal/m³)換算で48.8 m³/件であった。現在の用途が大部分厨房用である事を勘案すると、東京ガスの例からみても過大である。これは、一世帯当り家族数に大きな差がある為と考えられる。

表 3-1-3 Number of Household Town Gas Users (At each year end)

Rating	Item	Year											
		1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
1st	Total number of households	11,192	11,292	11,392	11,493	11,592	11,693	11,793	11,893	11,993	12,093	12,194	12,295
	Town gas diffusion rate	50	60	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	Number of household town gas users	5,596	6,775	7,974	8,045	8,114	8,185	8,255	8,325	8,395	8,465	8,536	8,607
2nd	Total number of households		11,591	11,839	11,963	11,963	12,087	12,211	12,335	12,459	12,584	12,708	12,831
	Town gas diffusion rate		50	60	70		70	70	70	70	70	70	70
	Number of household town gas users		5,796	7,029	8,287	8,374	8,461	8,548	8,635	8,721	8,809	8,896	8,982
3rd	Total number of households			15,703	15,839	15,974	16,110	16,248	16,383	16,518	16,654	16,790	16,933
	Town gas diffusion rate			50	60	70	70	70	70	70	70	70	70
	Number of household town gas users			7,852	9,503	11,182	11,277	11,374	11,468	11,563	11,658	11,753	11,853
4th	Total number of households				32,708	33,434	34,163	34,887	35,616	36,341	37,068	37,796	38,523
	Town gas diffusion rate				50	60	70	70	70	70	70	70	70
	Number of household town gas users				16,354	20,060	23,914	24,421	24,931	25,439	25,948	26,457	26,966
5th	Total number of households					38,732	39,267	39,801	40,337	40,871	41,407	41,943	42,479
	Town gas diffusion rate					50	60	70	70	70	70	70	70
	Number of household town gas users					19,366	23,560	27,861	28,236	28,610	28,985	29,360	29,735
6th	Total number of households						32,566	33,010	33,454	33,897	34,339	34,784	35,228
	Town gas diffusion rate						50	60	70	70	70	70	70
	Number of household town gas users						16,283	19,806	23,418	23,728	24,037	24,349	24,660
7th	Total number of households							31,931	32,433	32,935	33,438	33,941	34,442
	Town gas diffusion rate							50	60	70	70	70	70
	Number of household town gas users							15,966	19,460	23,055	23,407	23,759	24,109
8th	Total number of households								29,092	29,455	29,817	30,181	30,542
	Town gas diffusion rate								50	60	70	70	70
	Number of household town gas users								14,546	17,673	20,871	21,127	21,379
9th	Total number of households									24,621	25,308	25,992	26,679
	Town gas diffusion rate									50	60	70	70
	Number of household town gas users									12,311	15,185	18,194	18,675
10th	Total number of households										31,092	31,513	31,934
	Town gas diffusion rate										50	60	70
	Number of household town gas users										15,546	18,908	22,354
Total	Total number of households	11,192	22,883	38,810	71,879	111,695	145,886	179,881	211,542	239,090	273,800	277,842	281,886
	Town gas diffusion rate	50.0	54.9	58.9	58.7	60.1	62.8	64.6	65.7	66.7	66.8	68.9	70.0
	Number of household town gas users	5,596	12,571	22,855	42,189	67,096	91,680	116,231	139,019	159,495	182,911	191,339	197,320
	Number of new town gas users per annum	5,596	6,975	10,284	19,334	24,907	24,584	24,551	22,788	20,476	23,416	8,428	5,981

年 度	一世帯当り家族数		東京ガス管内 厨房用ガス量
	バンコック	東京都23区	
1965年	8.18人	8.04人	22.1 m ³ /件
66	8.10	8.00	20.6
67	7.90	2.87	23.2
68	7.75	2.85	22.3
69	7.61	2.80	20.0
70	7.45	2.77	18.0
71	7.56	2.73	
72	7.49	2.72	
73	7.39	2.70	
増加率	▲ 1.26%	▲ 1.47%	

上記数値による東京ガスの厨房用1人当り使用量は、平均7.32 m³であり、バンコックの場合は、約0.7 m³となる為、1人当りで比較すれば、ほぼ同量と云える。

当計画区域内での1世帯当り家族数は、減少傾向を示しており、1件当り販売量も減少する筈である。人口の減少傾向だけを勘案した場合の、1988年時の1件当り販売量は、現在の48.8 m³が39.3 m³になる。一方、家計費の階層別に、1人当り使用量をみると、高所得層ほど1人当り使用量が多くなっており、生活水準の上昇による使用量増も認められる。

所得階層	家族人数	LPG使用量	1人当り使用量	世帯数割合
~500 B/月	3.00人/件	0 m ³ /月	0 m ³ /人	0.2%
501~1,000	7.45	32	4.30	2.3
1,001~1,500	6.15	34	5.53	8.2
1,501~2,000	6.32	37	5.85	17.0
2,001~3,000	6.86	45	6.50	35.7
3,001~5,000	7.78	55	7.07	23.8
5,001	9.43	63	6.68	11.0

従って、国民総生産の増加（8%を想定）の50%分が寄与するものとし、各年度の人口減少分に上乗せして考えた。1979年度52.6 m^3 、1988年度60.1 m^3 である。

一方、現在の1件当り家計費に対する住居費比率及び住居費に占めるLPG支出額の割合が将来も変化せず、LPG価格が消費者物価の伸びと同様に推移したと仮定した場合、1979年度の使用量は4.7 m^3 、1988年は62.8 m^3 である。

	1979年	1988年	1991年
平均1ヶ月当り家計費	1,438.15 円	2,357.17	2,870.69
" 住居費	233.49 円	311.43	466.97
住居費割合	16.23%	13.21	16.27
消費者物価指数	100.0	114.4	120.1

この2つの数値から、基礎的な都市ガス使用量を1979年度50 m^3 、1988年度60 m^3 と推定した。

- (2) 木炭も加えた1件当り総エネルギー量の動向を考慮した。木炭の減少傾向が前述（第2章5）のとおりであり、この減少が将来的には他の燃料に置き替わる需要と想定される為、前記基準量に加算した。

今回調査によれば、1件当り総エネルギー量としては、5,000 kcal ガス換算で63.1 m^3 使用されており、その内LPGは25.8 m^3 、木炭が37.3 m^3 を占めている。但し、熱効率を考えた場合、LPG80%に対して木炭は30%程度しかなく、真にエネルギー量として推定される木炭での使用量は、14.0 m^3 である。総エネルギー量は、生活水準の上昇によって増加するものと想定され、現在のLPG・木炭比率がそのままであれば、1988年度には、木炭での使用量は24.2 m^3 となる。所が、前述のとおり、全国の木炭使用量は、この減少傾向が続くと1988年度には0と想定される。エネルギー増加量としての木炭分は、他の燃料に置き替わらざるをえず、この内50%がLPGへの転換と推定した。即ち、1979年度で4.8 m^3 /件、1988年度には12.1 m^3 がLPG使用量に転換される量である。

- (3) 現在のエネルギー分野は、前述のとおり温水用に殆ど使用されておらず、湯沸器の普及率も極めて低い。（今回調査8.5%、輸入・生産統計0.7%）今後、生活様式の変化は、風呂等温水の使用を目指すことになるものと考えられる。現に、一般家庭用では沐浴の習慣しかないが、外国生活経験者の家庭には温水が使用されている。当計画が、都市ガスによる市民生活の向上を謳う以上、政策的にも温水需要の拡大を計るべきであり、次の様に見込んだ。

温水器具普及率 東京ガス管内の初期の湯沸器普及率(1955年~1964年)推移の50%とした。

1台当り使用量 東京ガス管内の温水需要1件当り使用量(1970年313 m^3 /年)を、平均水温で修正し、168 m^3 /年とした。

1件当り使用量 1979年0.0 m^3 /月、1988年1.4 m^3

(4) タイ国の主食である米の調理方法は、日本と同様に炊飯している事が多く、この他には蒸す方法もとられている。しかも、電気炊飯器が各家庭で使用されているのを多く見受けた。今回調査によれば、電気炊飯器の普及率は42.2%である。東京ガス管内での炊飯器普及率は、1974年で80.0%であり、その内ガスによるもの43.3%、電気によるものが80.7%となっている。タイ国において米食が急激に変わることは無いであろうし、自動炊飯器の普及も今後高まると想定されるため、ガス炊飯器による需要量を次の様に見込んだ。

電気炊飯器の普及率を、国民総生産の過去10年間の増加率から推定し(1974年42%、1979年52%、1988年74%)、ガス炊飯器の販売によって、ガスへの転換を促進させることを目標に、転換率を最終年に50%と策定した。器具1台当り使用量は、水温の差も炊飯には影響が無いと想定し、東京ガス管内の1台当り使用量34.1 m^3 /年を使用した。

年 度	基 準 量	木炭からの転換	湯 沸 器	炊 飯 器	計
1979	50.0	4.3	0.0	0.0	54.3
1980	51.0	5.2	0.2	0.1	56.5
1981	52.1	0.1	0.2	0.2	58.6
1982	53.1	0.0	0.3	0.2	60.5
1983	54.2	7.8	0.5	0.3	62.8
1984	55.3	8.7	0.6	0.4	65.0
1985	56.5	9.5	0.6	0.6	67.2
1986	57.6	10.4	0.6	0.7	69.3
1987	58.8	11.3	1.2	0.9	72.2
1988	60.0	12.1	1.4	1.1	74.6

単位： m^3 /件/月

Ⅲ-1-8 その他用途需要量予測

家庭用以外の用途については、商業用の内、食堂・レストラン・コーヒーショップ等食事

に関連する業種とホテル、その他の需要量を推定した。

Ⅲ-1-3-1

(1) 件数

1970年度版のビジネス・センサスは、プラナコン・トンプリ・サムットプラカン・ノンタブリ・パトタニの各県における商業調査であるが、レストラン・コーヒーショップ・食事提供所の総数は、2,587件と報告されている。各家庭の食事方法は、朝食・夕食は家庭で調理する事が多く、昼食を近くの食堂へ行って食べるか、副食品を購入するかによって調理をしない方法が多く見受けられる。従って、当該業種が地域に密着しており、人口比によって10行政区内の件数を推定すると1390件になる。又、1970年度版の人口・家屋センサスは、プラナコン県内の職業別人口を調査しているが、レストラン・コーヒーショップ等に雇われている人は、10,640人であり、同じく人口比と1件当り雇用人数から10区内件数を推定すると1,380件となる。さらに、1973年版の職業別電話帳から10区内の件数を調査した結果、1,381件であった。

上記数値から、1974年度における件数を1,400件と推定した。即ち、1,000世帯に対して4件である。

(2) 都市ガス普及率

今回の需要家調査によれば、LPGの普及率は、63.0%であり、木炭普及率は82.0%である。NEA調査では、LPGが61.0%、木炭81.0%であった。家庭用に比較して、LPG普及率が高いのは、補給の手間・清潔・簡単という利便性が商業用の方が高く認められている為と考えられる。木炭使用者のLPG使用希望も家庭用の30%に比較して35%と多く、これらの需要がLPGに転換したと仮定すると、想定LPG普及率は76.1%となる。さらに、家庭用と同様に都市ガスへの転換可能性を調査した結果、90%が、条件付きながら、転換に応じると回答している。

従って、この業種における都市ガス普及率を初年度60%、次年度67%、三年目以降75%と推定した。

(3) 1件当り使用量

今回の需要家調査によると、LPG使用量は207.8 m^3 /月である。外食についても所得上昇効果はあると想定されるため、国民総生産の増加率(6%を想定)の50%分が寄与するとして将来の使用量を推定すると、1979年241 m^3 、1988年314 m^3 である。さらに、家庭用と同様に、食堂1件当り総エネルギー使用量200 m^3 の内、木炭分128 m^3 の動向を勘案した。即ち、所得効果と木炭消費量(全国)減少傾向の50%がLPGへの置き替わり需要と想定した。結果は、1979年200 m^3 、1988年に300 m^3 である。

Ⅲ-1-8-2 ホテル

(1) 件数

1978年版の電話帳によれば、10区内の総数は250件であった。1970年版ビジネス・センサスは、調査数149件、総数228件と報告している。当報告書は前述のとおり、首都圏5県での調査であるため、供給区域内での件数は不明であるが、当業種の性格として、都心地区に集中していると想定される。さらに、最新の首都圏ガイド道路図には、ホテル協会加盟20件、非加盟234件、合計254件が記載されている。

これらの数値から供給区域内の件数を250件と推定した。将来的には、観光地であるバンコックの地理的条件を考えると、観光客の増加に伴って件数増加が見込まれるが、供給区域内での土地確保・高層建築化動向見通しが困難な為、当報告書では、増加を見込まない。

但し、総件数の中には、諸設備が完備されているものから、温水・空調設備のないものまで、規模の大小がある為、都市ガス需要の想定に当って、次の様に規模別件数を推定した。

前述のビジネス・センサスによれば、従業員別・売上高別の割合は次のとおりである。

従業員	5人以下	5~9	10~19	20~49	50~99	100人以上
割合	8.1	29.1	18.9	18.9	12.8	12.2
売上高	50千円/年以下	50~99	100~499	500~999	1,000~4,999	5,000千円/年以上
割合	0.7	8.7	35.0	21.5	22.8	4.7

さらに、ホテル協会に加盟しているものが20件である事を勘案し、温水・空調・食堂を完備した大規模なものが20%、食堂を1カ所位設備した中規模なものを50%、その他を30%と推定した。

(2) 都市ガス普及率

大規模なものについては、LPG貯蔵設備が同様に大きくなり、今後の市街地として安全面・輸送面で好ましくないと考えられる為、政策的にも100%とした。中規模なものは、食堂等需要と同じく75%、その他のものを、家庭用と同様に考え70%と推定した。

(3) 1件当り使用量

今回の調査では、大規模なものに属する2件の需要家を調査した。結果は次のとおりである。

	客室数	食堂数	LPG器具数	LPG使用量	その他
A	213	4	77	10,448	温水は重油・空調は電気
B	227		17	3,561	LPG対電気使用比率2:8

注 LPG使用量は5,000 kcal/m³ガス換算

東京ガス管内のホテルで客室数が200前後の需要家10件における都市ガス使用量（平均1件）は、13,800 m³/月である。これらの数値から、1件当り使用量を10,000 m³と推定した。

中規模なものは、食堂数1ヶ所と想定し、前述の食堂等需要の最終年度と同様に、360 m³、小規模なものは、食堂を完備せず、経営者、従業員の食事が可能なものと想定し、家庭用と同じく75 m³と推定した。

Ⅲ-1-3-3 その他

バンコック市で多く見られる風呂屋のボイラー需要を想定した。

(1) 件数

1973年版電話帳では、10区内に81件、ビジネス・センサスでは、75件であり、供給区域内では80件と推定した。

(2) 都市ガス普及率

今回の調査では11件の需要を調査し、LPGボイラー6件、重油5件であった。従って、都市ガス普及率を55%とし、増減しないものと推定した。

(3) 1件当り使用量

LPG需要家6件における平均使用量から、2,000 m³/月と推定した。さらに、建物の改築が無いものと想定し、増減しないと推定した。

以上、各需要層の件数・1件当り使用量から、各計画年度の需要量を想定した。表8-1-4

Ⅲ-1-4 都市ガス需要パターン

製造設備・供給設備の規模を決定する要因は、日別あるいは時間別の需要量である。製造設備に関しては、製造能力の決定に当って、最大一時間当り需要量に加え、時間別にどの様に需要量が発生するかを把握しなければならない。供給設備については、導管口径・ガバナーおよびホルダー容量を決定する為に、最大一時間当り需要量の把握が必要である。

これらの資料を入手する為に、LPG使用者について、ロードサーベイを実施した。

Ⅲ-1-4-1 ロードサーベイ

前述の需要量実態調査対象需要家の内、家庭用については、所得階層別に17件のLPG

表 3-1-4 Amount of Town Gas Sold by Use

Use	Item	Year												
		1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Household	Number of users at year end	5,600	12,600	22,900	42,200	67,100	91,700	116,200	139,000	159,500	182,900	191,300	197,300	197,300
	Number of users at mid year	0	9,100	17,700	32,500	54,600	79,400	104,000	127,600	149,300	171,200	187,100	194,300	197,300
	Sales per user (m ³ /month)	54.3	56.5	58.6	60.5	62.8	65.0	67.2	69.3	72.2	74.6	74.6	74.6	74.6
	Total sales (1,000 m ³ /year)	912	6,170	12,447	23,595	41,147	61,932	83,866	106,112	129,354	153,258	167,492	173,937	176,623
Restaurant, etc.	Number of users at year end	25	58	104	191	320	405	510	609	694	795	823	848	848
	Number of users at mid year	0	42	81	98	247	354	458	560	652	745	809	836	848
	Sales per user (m ³ /month)	260	270	279	290	300	312	232	335	347	360	360	360	360
	Total sales (1,000 m ³ /year)	20	136	271	341	889	1,325	1,775	2,251	2,715	3,218	3,495	3,612	3,663
Hotel	Number of users at year end	6	13	32	51	78	114	129	147	162	182	182	182	182
	Number of users at mid year	0	10	23	42	65	96	122	138	155	172	182	182	182
	Sales per user (m ³ /month)	3,525	3,260	3,000	2,745	2,759	2,874	2,899	2,645	2,666	2,668	2,668	2,668	2,668
	Total sales (1,000 m ³ /year)	63	391	828	1,383	2,152	3,311	4,244	4,380	4,959	5,507	5,827	5,827	5,827
Others	Number of users at year end	2	3	7	12	20	25	31	36	37	37	37	37	37
	Number of users at mid year	0	3	5	10	16	23	28	34	37	37	37	37	37
	Sales per user (m ³ /month)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
	Total sales (1,000 m ³ /year)	12	72	120	240	384	552	672	816	888	888	888	888	888
Total	Number of users at year end	5,600	12,600	22,900	42,300	67,200	91,800	116,400	149,200	159,700	183,100	191,500	197,500	197,500
	Number of users at mid year	0	9,100	17,700	32,600	54,700	79,500	104,200	127,800	149,500	171,400	187,300	194,500	197,500
	Sales per user (m ³ /month)	59.9	62.0	64.3	65.3	67.9	70.4	72.4	74.0	76.9	79.2	79.1	79.0	78.9
	Total sales (1,000 m ³ /year)	1,007	6,769	13,666	25,559	44,572	67,120	90,557	113,559	137,916	162,871	177,702	184,264	187,002

需要家を抽出した。商業用については、食堂2件、露店1件、床屋1件を抽出した。

各需要家にガスメーターを設置して使用量を計量するとともに、ガスの使用状況をパルスの数としてカセットテープに収録するデータレコーダを設置し、15分間毎の使用量を一週間測定した。

各需要家については、家計費4ランク、家族人数2～11人であり、パンコックにおける代表的な階層が網羅されており、得られたデータが、全需要家の使用実態と大差のないものと考えられる。

家庭用10件、商業用3件の有効データが得られ、両用途別のウィークデイ・週末日毎の使用パターンは図3-1-7に示すとおりであった。

Ⅲ-1-4-2 時間別需要パターン

前記の使用パターンは、10件・3件での使用パターンであるが、件数が増加する程、各需要家間での同時使用頻度は少なくなる為、今回の最終年度約20万件の需要においては、よりなめらかなパターンになる筈である。即ち、最大需要を示している時間帯における使用量比率は減少し、逆に、昼間又は深夜における比率が高まる事となる。その正確なパターンを把握する為には、使用量規模別・地域別に特性を勘案し、さらに多量のデータによって解析する必要がある。

今計画地域については、この種のデータが皆無であり、ジャカルタにおけるガス送出パターン図3-1-5を参照したが、使用形態に差がありすぎる為参考にならなかった。

従って、製造設備の規模・稼働を決定する為の時間別パターンは、今回のロードサーベイ結果を家庭用・商業用ガス販売量によって加重平均したパターンを使用することにした。これを図3-1-5に示す。

Ⅲ-1-4-3 ピーク日使用量

日別の需要量については、今回のロードサーベイの結果、ピーク日発生率は週末日の方が多く、ウィークデイ平均使用量対週末日平均使用量では、1:1.17という結果であった。

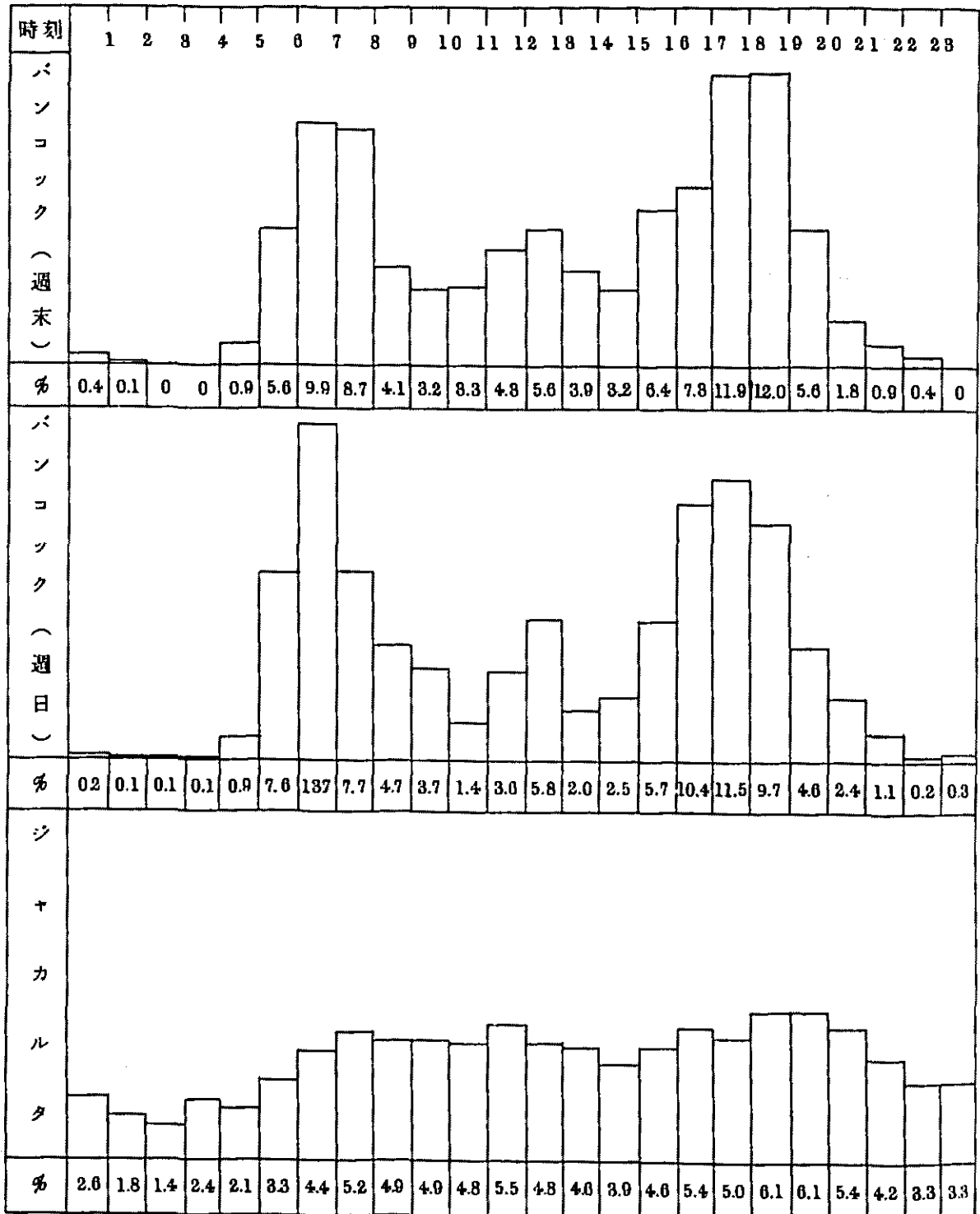
今回の調査期間は、10～11月で、雨季から乾季への変動時期であり、年間平均気温に近い期間であった。さらに、年間平均気温が月別に0.0℃と極めて小さい幅でしか変動しない事に加え、今回のロードサーベイ対象需要が、結果的に、温度に鈍感と考えられる厨房用であった事から勘案し、年間を通じて、この比率は変わらないものと判断した。

Ⅲ-1-4-4 ピーク時使用量

ロードサーベイの結果は、下表に示されるとおりで、家庭用では17:30～18:30、商業用については8:00～9:00の一時値が、一日の中で最大使用量となっている。

図 3-1-5

日間需要パターン



	17:30~18:30		8:00~9:00	
	家庭用	商業用	家庭用	商業用
平均値	0.1828	0.1778	0.0599	0.5075
最大値	1.1902	0.7574	0.3246	1.0279
最小値	0	0	0	0
標準偏差	0.2190	0.2483	0.0845	0.3899

このデータによって、ピーク時使用量を推定するが、同時使用率を勘案し、次式によって推定した。

$$Y = \bar{X} + K \cdot \sigma \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{N}}$$

Y: ピーク時使用量

\bar{X} : 平均値

K: 信頼係数

σ : 標準偏差

n: データ数

N: 推定件数

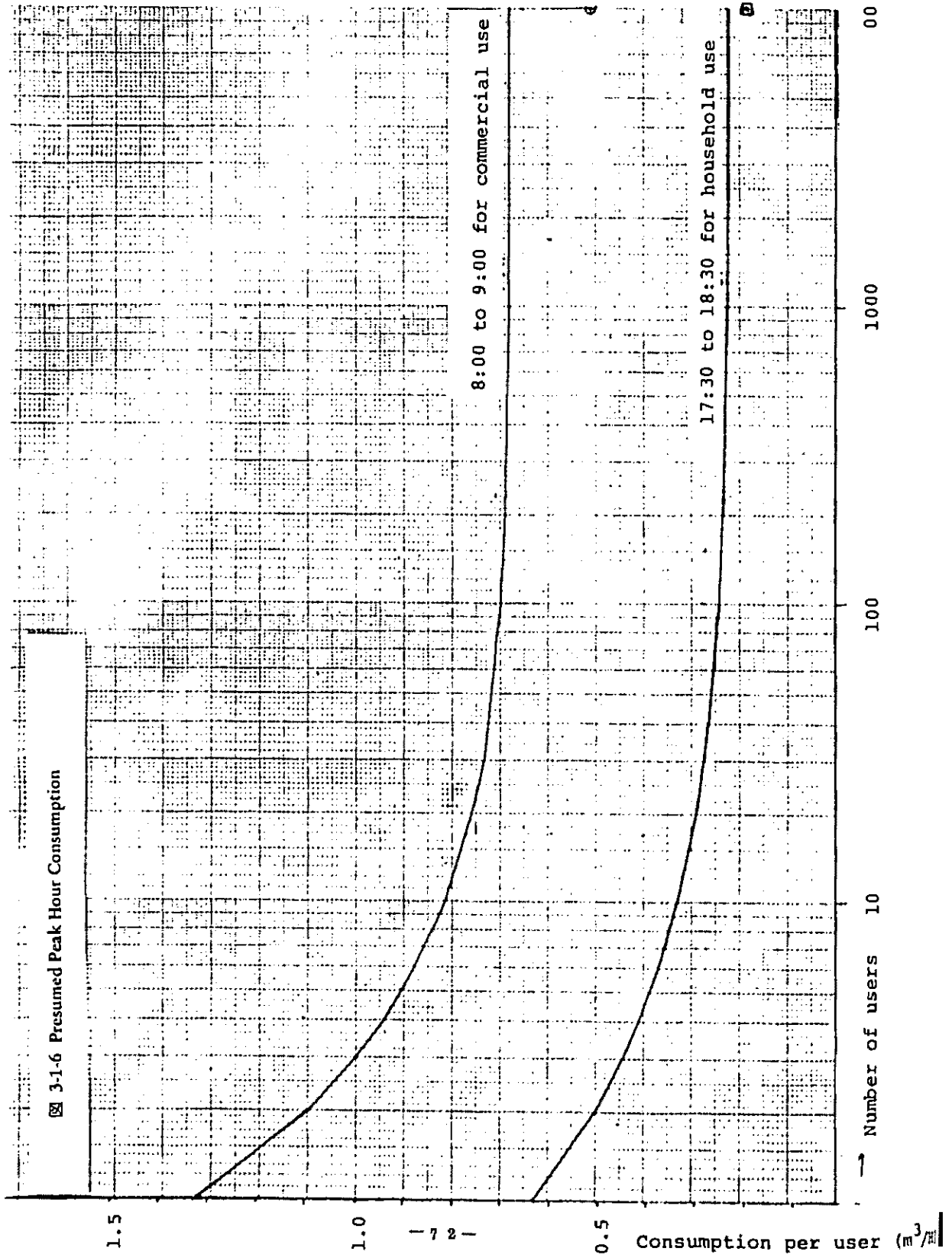
結果は、図3-1-6のとおりである。

ロードサーベイ実施需要家の月間使用量は、家庭用41.2 m³、商業用135 m³である。所が、導管敷設に際しては、計画最終年度の需要量を満足させる口径の導管を設計する必要がある為、ピーク時需要量の推定に当っては、前記平均値を最終年使用量に引き直した数値を使用した。さらに、口径決定で最も重要なのは、末端需要家での需要量確保、即ちガバナーからの出管であり、今回計画では、後述するとおり、平均3,000件の需要家を各ガバナーで負担する事となっている為、3,000件における一件当りピーク時使用量を推定した。

結果は、次のとおりである。

用途	時刻	
	17:30~18:30	8:00~9:00
家庭用	0.9744	0.1252
商業用	0.5856	1.5284
加重平均	0.3789	0.1541

従って、ピーク時は17:30~18:30であり、その量は、0.3789 m³/H と推定した。



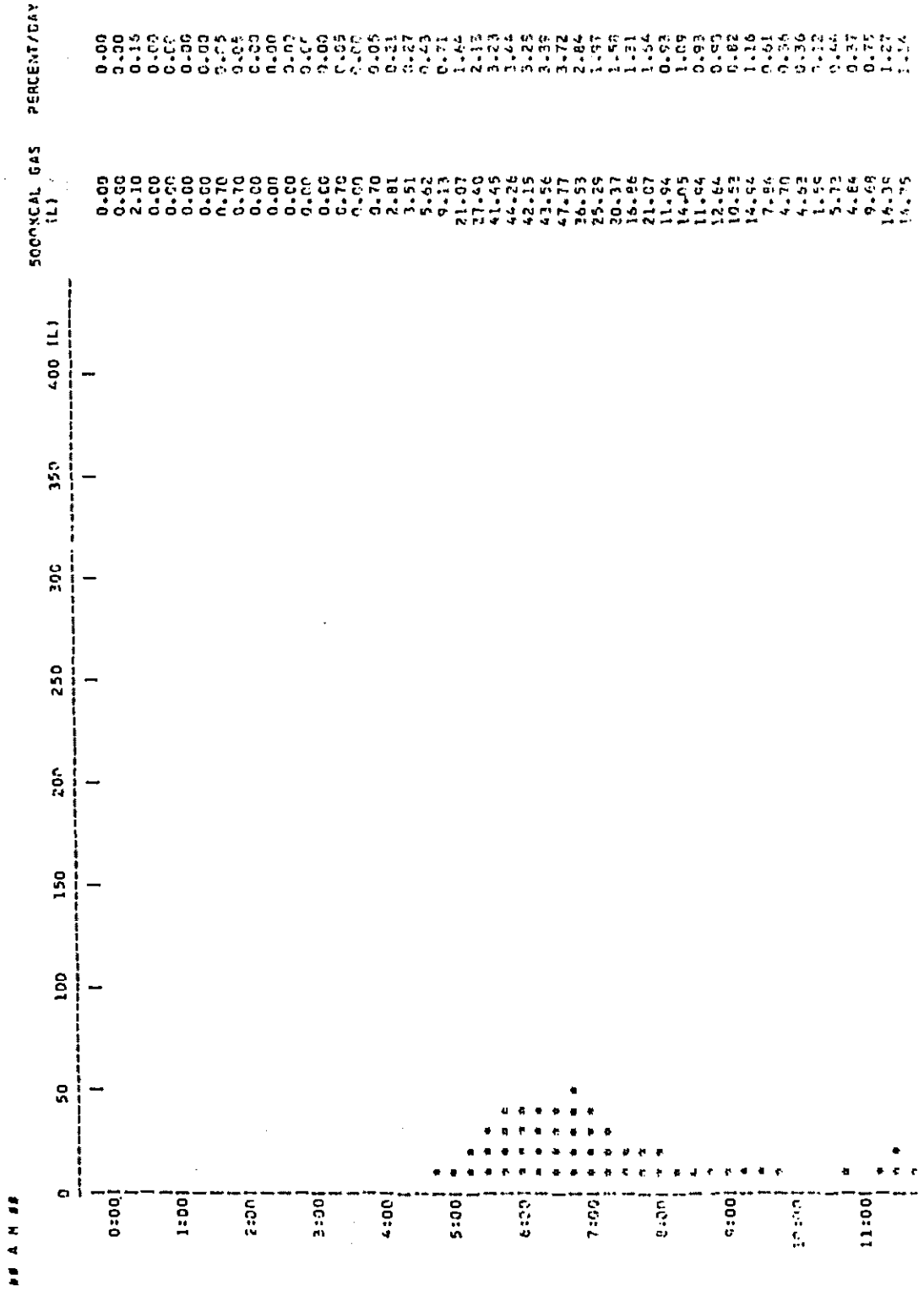
Average consumption for commercial use

Average consumption for household use

3-1-7 Home Use Weekday

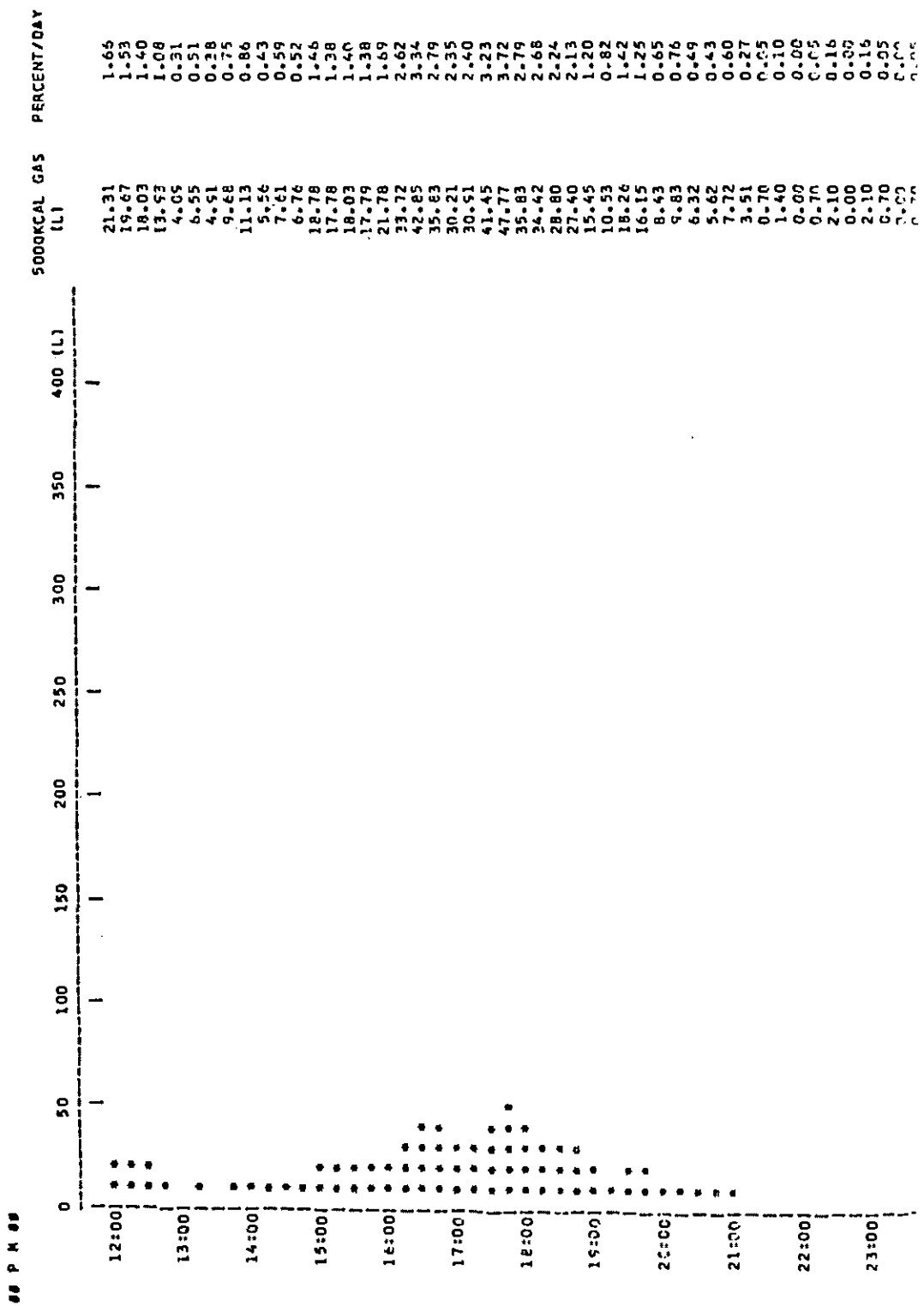
 * HOME USE *
 * WEEKDAY *

Note: * symbol represents 10 liters.



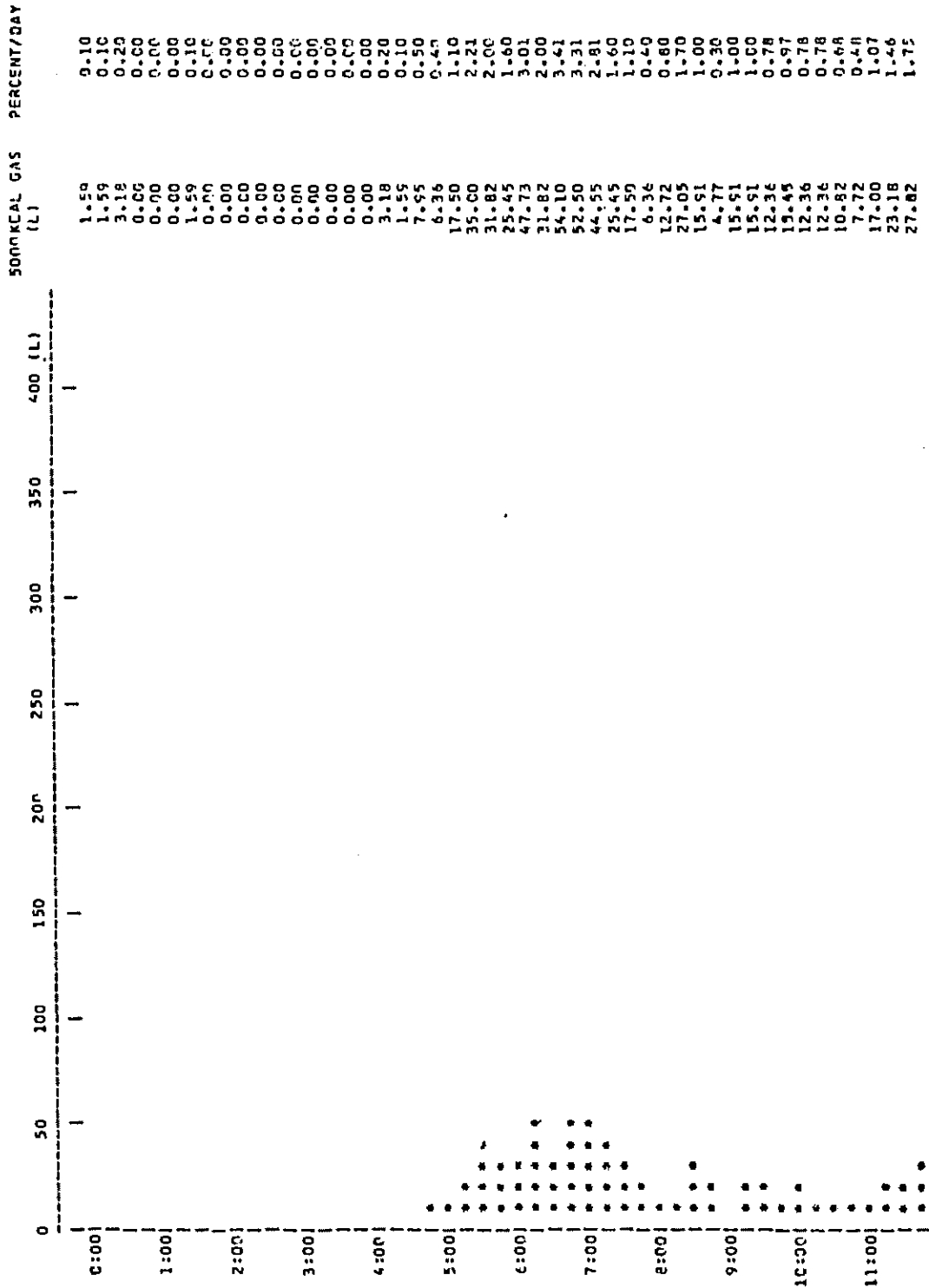
Note: * symbol represents 10 liters.

0 HOME USE
 * WEEKDAY



Note: * symbol represents 10 liters.

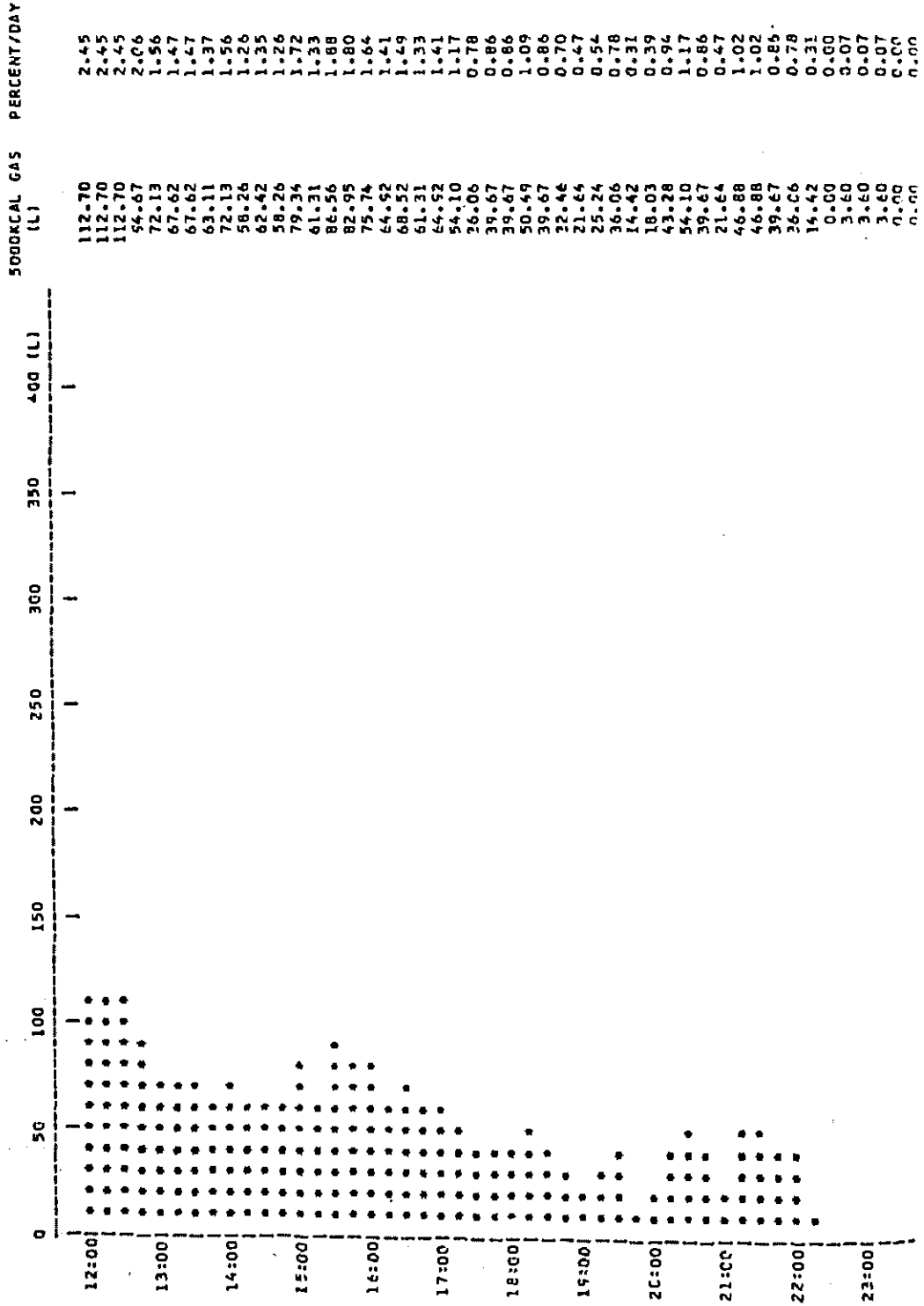
HOME USE
WEEKEND
A P M



A COMMERCIAL USE
 B WEEKDAY
 C WEEKEND

Note: * symbol represents 10 liters.

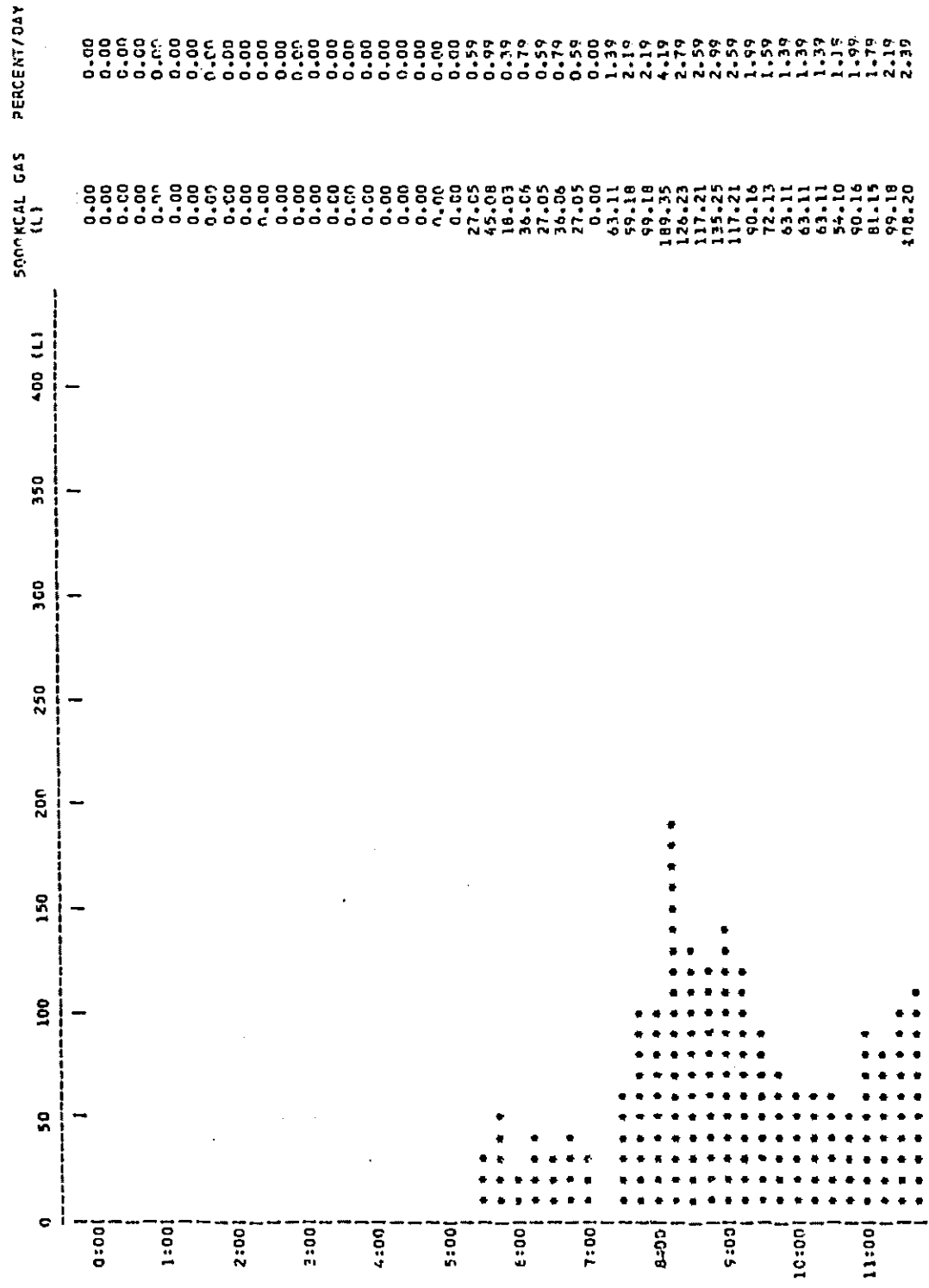
11 P.M. 11



WEEKEND

 A P M

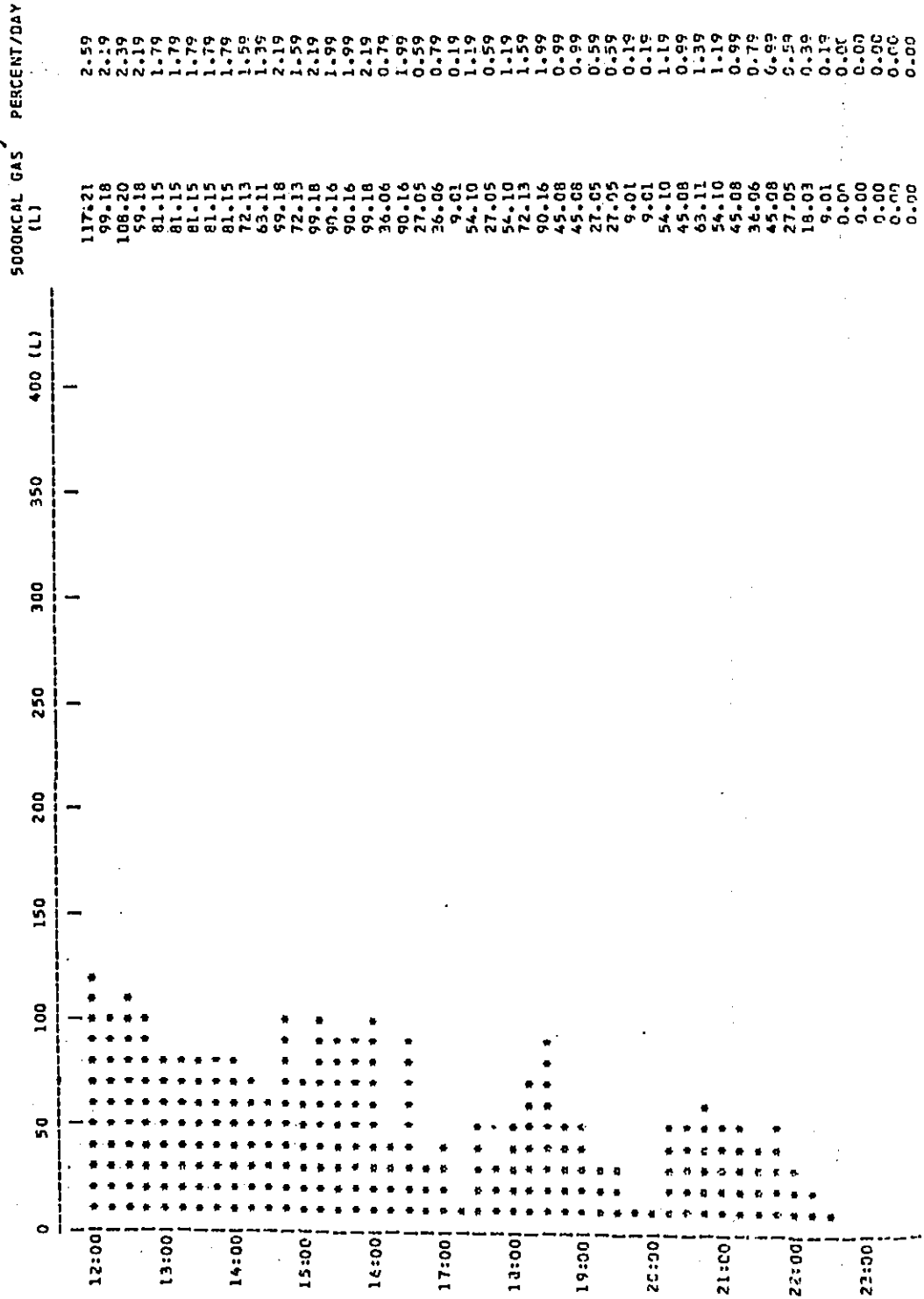
Note: * symbol represents 10 liters.



■ COMMERCIAL USE
 ■ WEEKEND

Note: * symbol represents 10 liters.

P Y



なお、前記のピーク日使用量・時間別需要パターンから推定される。週末日の18:00～19:00の1件当たり販売量(1988年)は、0.3708であり、大差のない数値となっている。

Ⅲ-2 ガス製造システム

Ⅲ-2-1 都市ガス原料の検討

Ⅲ-2-1-1 ガス化原料の選定

ガス化用原料としては、自然に存在する気体固体液体燃料が、都市ガス原料として使用可能である。

タイ国に於て都市ガス原料として検討対象たり得るものは、Coal, lignite 原油, 重油, ナフサ, LPG, そして精油所から発生するRefinery off gas(以下off gasと略す)である。

最適な原料を選出するに当たっては、次の事項について検討する必要がある。

- (a) ガス化方式
- (b) 輸送を含めた原料入手の難易度
- (c) ガス原価(変動費)
- (d) 投資額
- (e) 副産物の処理

(1) Lignite はMal Moh Lignite mine (Lampang province)

Kvabi lignite mine (Kvabi province) Coal はLee Coal mine (Lanpoon Province) よりそれぞれ500～700 t/D の割合で採掘されており、発電用燃料などに主として使用されている。これ等のガス化は(特にlignite)その品質からガス化がむずかしく本計画程度の規模では多大な投資が必要となる。(ガス化装置は完全ガス化方式、又は流動乾留方式となろう)さらにこれ等を原料とした場合1日当たり千トン前後の石灰が必要となる。各鉱山はバンコクより500 km以上の距離があり、輸送及び各鉱山の採掘能力を考慮すると、原料とはなし難い。

(2) 次に原油、重油であるがこれ等は、供給予定区域内に含まれるBangchak oil

Refinery (SUMMIT INDUSTRIAL Corp)よりパイプラインによる受入が可能である。原油のガス化は、熱分解法、触媒を使用した、接触分解法があるが、いずれの方式によっても原料油の10～30%のタール、その他にナフタリン、等の副産物を生ずる。原油の消費量は約300 Kl/Dである。

タールはそのままでは商品とならず、日本では、蒸留し、ベンゼン、トルエン、キシレン、ピッチ、などを生産し、2次製品として販売している。

タイ国に於ては、化学工業は活発とは云えずこれ等の販路には、難点があり、量的にも少量である。

さらにこれ等の装置を設置すれば、ナフサ等を原料とする本来のガス工場に対し約2倍の設備投資が必要となり、変動費をみてもナフサ、オフガスの方が安価となる。

表3-2-1にナフサ、オフガス原料対原油原料の比較を示す。

原料	項目	設備投資	変動費	その他
ナフサ, オフガス		330×10 ⁶ B	0.2 B/1,000 kcal	副産物は発生しない
原油		000×10 ⁶ B	0.21~0.22 B/1,000 kcal	副産物の処理が困難

表3-2-1 ナフサ、オフガス原料対原油重油原料比較

注 ナフサ1400.7 B/K ℓ オフガス0.143 B/1,000 kcal 原油1333.3 B/K ℓ

としガス価格は原料燃料費のみとする。

従ってナフサ、オフガスを主たる原料とする。LPGもその化学的特性上からは都市ガス原料として使用可能であるが、ナフサ、オフガスに比較し、高価であることと、タイ国のエネルギー状況で述べたように、このままの需要増加率で推移すれば、今後2~3年で不足すること、などの理由により主たる原料とはせず、精油所のシャットダウン時、オフガスの代替原料として導入することとする。

III-2-1-2 原料の購入

原料の使用量は最終時点で

ナフサ 200K ℓ /D

オフガス 72,000 N m³/D

程度を必要とする、オフガスはもちろんナフサについてもタンクローリーによる受入では困難であり、パイプラインによる受入れが適している。従って供給地域に最も近い Bangchak Oil Refinery (SUMMIT INDUSTRIAL Corp) より原料を購入することとする。

III-2-1-3 原料の品質及び量

原料の品質に関しては Bangchak oil Refinery に於けるナフサ及びオフガスの分析値があるのでこれを、表3-2-2、表3-2-3に示す。

量に関しては、精油所の能力用途により決定されるが、ナフサは現在タイ国に於ては国内需要はなく、オクタン価の高い部分はガソリンとし低い部分はナフサとして輸出している。

その内SUMMIT INDUSTRIAL Corpより受入れの可能なナフサ量は300K ℓ /D前後であり、十分な量と云える。

SUMMIT INDUSTRIAL CORP. (PANAMA)

表 3-2-2 Chemical Naphtha Specifications (For Export)*

	Min.	Max.
Sp. gr. @ 60 °F	0.660	0.695
ASTM Distillation-		
IBP °F (°C)	86 (30)	-
10% vol.	113 (45)	149 (65)
90% vol.	185 (85)	239 (115)
FBP	-	265 (130)
PONA Analysis, vol. %		
Paraffin	75	-
Olefins	-	1.0
Naphthene	-	20.0
Aromatics	-	7.5
Sulfur content, wt %	-	0.05
Load content, (max.)		100 PPB
Color saybolt	+ 30	

* Stock available for export in April 1972.

表 3-2-3 Refinery Off-Gas Base on Arabian Light Crude

Component	Plant No. 2	Plant No. 3
	Vol. %	Vol. %
H ₂	24.96	60.87
C ₁	12.15	7.02
C ₂	39.08	8.60
C ₃	5.92	5.17
iC ₄	1.465	6.28
nC ₄	7.12	5.68
iC ₅	3.50	6.38
nC ₅	5.84	-
	100.00%	100.00%
	MW = 28.48 = 22.35 KSCFH = 59 MPH = 1,680 Lbs/Hr	MW = 18.7 = 4,994 Lbs/Hr

オフガスは石油精製の過程で生ずる一種の廃ガスで、水素、メタン、等を主成分とし
10,000 kcal/Nm³ 前後の熱量を有する。

オフガスは通常自家使用するか、焼却するかしなければならず、あまり商品価値はない。

Bangchak oil Refineryでは、一部を水素プラントの原料として使用し大部分はボイ
ラー燃料として使用している。

都市ガス用として受入可能な量は燃料として使用しているオフガスで量は後述の通りであ
る。

№2 プラントよりのもの 14,370 Nm³/D 10,200 kcal/Nm³

№3 プラントよりのもの 85,120 Nm³/D 11,465 kcal/Nm³

ガス工場が必要とするオフガスは、72,000 Nm³/D であるのでオフガスも量的に充分で
ある。

しかしこれ等オフガスは、精油所の定期修理時には発生しないため代替原料が必要となる。
代替原料としてはプロパンガスを使用する。

その理由は、設備投資額を軽減するために代替原料もオフガス受入パイプラインを通し受
入を行なうがブタンでは、露点が高いため4kg/cmG 程度の圧力では凝縮が生ずるが、プロ
パンであれば凝縮せずパイプラインが共用できるためである。

III-2-1-4 原料の価格

原料の価格については、本来購入者、供給者間の合意に基づいて決定すべきであるが、こ
こでは、タイ国と同様な原油輸入国の実情をもとに決定する。

表 3-2-4 に日本、タイ、シンガポールに於ける各種燃料の価格を示す。

ナフサはガス事業者が購入する量が比較的少量である欠点、パイプライン受入出来る利点
を考慮し、1400.7 B/Kℓ とする。

オフガスは精油所が重油に燃料転換するものとしカロリー当たりの単価を重油の10%増
しとした。

№2 プラントよりのオフガス(以後OG1と略す) 2.31 B/Nm³

№3 プラントよりのオフガス(以後OG2と略す) 1.84 B/Nm³

LPG(プロパン)については、タイ国に於ては原油高騰後も価格変動がなく安価である
が、今後影響が現われると考え3,000 B/tonとした。

これ等の一覧表を表 3-2-5 に示す。

品名 \ 国名	日 本	シンガポール	タ イ
ナ フ サ	1 4 6 0.7 B/Kℓ	1 3 3 3.3 B/Kℓ	
ブ ロ バ ン	3 3 3 3 B/ton		
ブ タ ン	2 0 0 0 B/ton	2 3 3 3 B/ton	2 1 9 0 B/ton
C 重 油	1 2 3 0 B/Kℓ		1 2 6 0 B/Kℓ

表 3-2-4 ナフサ、プロパン、ブタン、重油価格比較

注(1) タイ国に於けるブタンは(ブタン80%、プロパン20%)価格はおろし売り価格から税金を差引いてある。

(2) タイ国に於けるC重油価格は、精油所からEGATに販売する価格から税金を差引いてある。

原 料 名	価 格
ナ フ サ	1 4 6 0.7 B/Kℓ
O G 1	2.31 B/Nm ³
O G 2	1.64 B/Nm ³
ブ ロ バ ン	3 0 0 0 B/ton

表 3-2-5 各種原料価格

III-2-2 工場用地の選定

都市ガス製造工場に必要な土地面積は50,000m²であり、必要とされる諸条件は次のような事項である。

- (a) 原料の受入れが便利であること。
すなわち原料供給者に近いこと。
- (b) 消費地に近いこと。
- (c) 電力、水等のユーティリティが容易に入手できること。
- (d) 労働力の確保が容易なこと。
- (e) 土地価格が安いこと。
- (f) タイ国の他のプロジェクトと都市計画等に抵触しないこと。

などである。

これ等すべての条件を満足せしめることは困難であるが、これ等を総合的に勘案し、決定することが必要である。

本計画に於ける供給計画地域は、図3-1-4の如くであり、又タイ国Ministry of Interiorの策定せるTown and Country Planningによれば工場を建設できる、Industrial Regionは図2-2-10に示す如くである。一方原料供給者はBangchak oil Refineryにおいては外にはなく工場用地もこの周辺に限定される。

従って図3-2-1に示す如き3つのエリアを選定し次式を最小にするものに決定する。

合計金額 = 土地取得費 + 道路建設費 + 受電ケーブル建設費 + 原料輸送配管費 + 排水溝建設費

エリア1～3について、合計金額を計算すると次のようになり、従って工場用地はエリア2に決定する。

エリア1	84,000,000 B
エリア2	20,000,000 B
エリア3	38,000,000 B

III-2-3 電力

III-2-3-1 電力の現状

電力も前述したように急激な増加を示し、1966年から1972年の間に全国で年率23% Greater Bangkok area で21%の増加となっている。

これに対応しEGATでは、各種の水力、火力発電設備の増強計画を有しており、将来は原子力発電の計画もある。

電圧の区分は

低 圧	220V (single phase)	50Hz
	220V (three phase)	50Hz
	380V (three phase)	50Hz
高 圧	12,000V (three phase)	50Hz
	24,000V (three phase)	50Hz
	60,000V (three phase)	50Hz

である。

消費形態による区分は家庭用、商工業用に大別され、商工業用は、15分間継続したピーク値により次の区分となりそれぞれの料金体系が決まっている。

30Kw	未 満	SMALL BUSINESS
30~499Kw		MEDIUM BUSINESS
500Kw	以 上	LARGE BUSINESS

さらにオフピーク時に稼働の高い企業、国有企業などは特別料金の制度がある。

本計画による都市ガス事業も国有企業であり、最終規模では、6,000Kwのピーク電力と

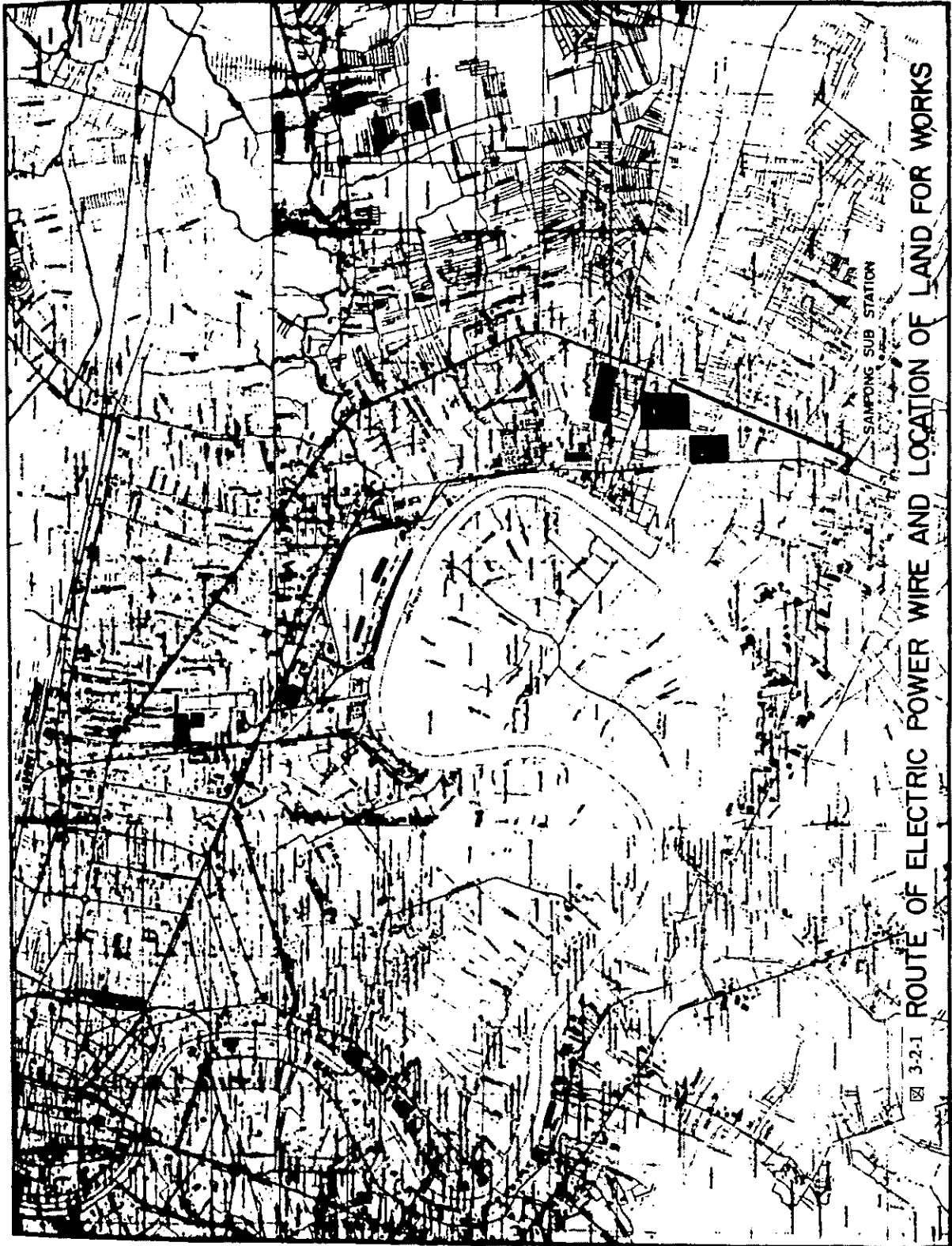


图 3-2-1 ROUTE OF ELECTRIC POWER WIRE AND LOCATION OF LAND FOR WORKS

なるので特別料金を採用するものとする。特別料金表を表 3-2-6 に示す。

III-2-3-2 受電

ガス工場に於ける使用電力は、最終年度でピーク時間 6,000 Kw となる。

受電は MEA の SAMRONG Sub station より 60 Kv 架空線により受電する。

ルートは図 3-2-1 の如くなる。

Demand charge		
First	5,000 Kw	45.00 B/Kw
All over	5,000 Kw	40.00 B/Kw
Energy charge		
		0.338 B/Kwh

表 3-2-6 電力料金表 (Soda Ash Industry Calo)

III-2-3-3 電源系統及び工場内の電源区分

構内電源系統は図 3-2-2 の如く Super high tension Sub station 及び No 1 Sub station No 2 Sub station を設置し、No 1 Sub station からは主として製造装置、ユーティリティ事務所等に電源を供給し、No 2 Sub station からは、コンプレッサ、ガス冷却装置等に供給する。

工場内の電源区分は次の通りとする。

3300V	3φ	150 Kw 以上のモータ類
380V	3φ	10~150 Kw のモータ類
220V	3φ	10 Kw 未満のモータ
220V	1φ	計測用電源照明, その他

III-2-3-4 電源の安定性

ガス工場にとって電源の安定性は、非常に重要である。すなわち、停電時には、ガスを製造送出することが出来ず、電源の事情に合わせた対策をとる必要がある。

電圧変動は ±10%

周波数変動は ±5%

の基準で送電されているが、問題は停電であり、月に 1~2 回の瞬時停電があるとのことである。

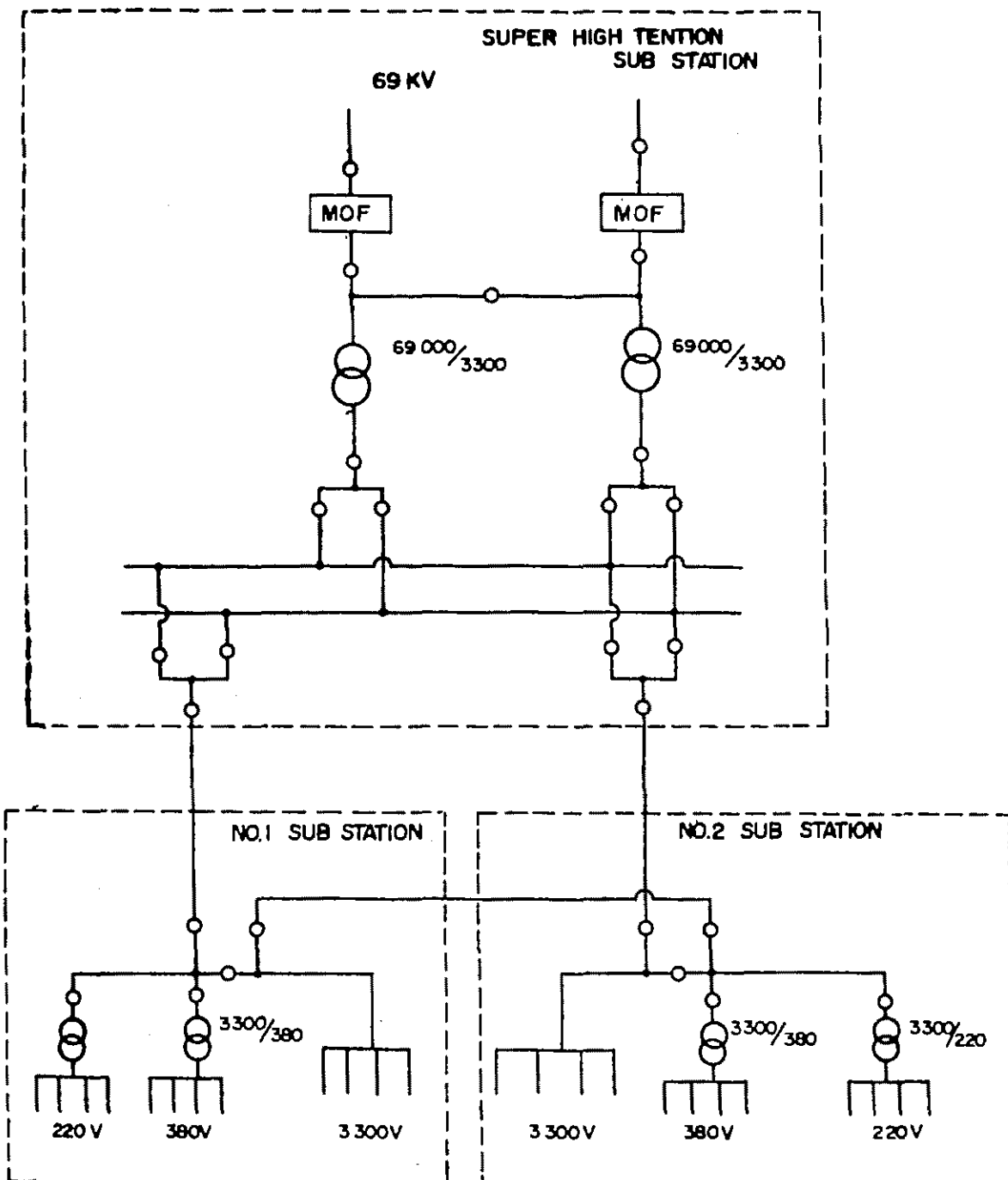
これは、タイ国には雷が非常に多く、その為と思われる。

III-2-4 水

ガス工場に於ける水は、そこに勤務する従業員の生活用であるばかりでなく、ナフサ改質の際の水蒸源となる。

実際には水そのものとしてではなくボイラーによって水蒸気となり改質用に供される。

☒ 3-2-2 Flow Sheet of Electric Power System



そのため水質にもおのずから制限がかけられる。

Ⅲ-2-4-1 水源

工場予定地附近には未だ上水道は設備されて居らず、水源となり得るのは、河川又は深井戸である。

河川に水源を求めると、取水口取水配管などの工事が必要となり設備投資の膨張を来たすので、水源は深井戸に求めることとする。

Ⅲ-2-4-2 水質

水質に関しては、工場用地に隣接する Bangchak Oil Refinery の深井戸の水質が参考になるのでこのデータを表 3-2-7 に示す。

水質は良好で容易にボイラー給水とし得る。

Ⅲ-2-4-3 水供給系統 (図 3-2-3)

水の用途は

ボイラー給水 (ガス製造用)

冷却水 (ガス及びコンプレッサ)

生活用水

消火用水

雑用

に大別できる。

この内で使用量の最も多いのは冷却水で全体の 0.4 ~ 0.5 割に達する。

冷却水は容易に回収でき、又最終年度には 18,000 t/D にも達するため、井戸の数を増すよりは冷水塔を設け、循環再使用する方が投資の上でも地盤沈下防止上でも好ましい。

表 3-2-8 に設備投資金額の比較を示す。

項	目	深井戸水分析値	ボイラー給水水質基準
PH		8.0	7 以上
Turbidity	ppm silica scale	1.8	
Hardness	ppm as CaCO ₃	50.0	60 以下
Silica	ppm as SiO ₂	35	150 以下
Chroline ion	ppm as Cl ⁻	27	400 以下
Alkalinity	ppm as CaCO ₃	135	500 以下
Total solid	ppm	310	2000 以下

表 3-2-7 quality of deep well water

項 目	設 備 内 容	投 資 合 計
深井戸+循環水	深井戸 200 t/D×1 400 t/D×3 冷水塔 5000 t/D×0	10,342,000 BAHTS
深井戸のみ	深井戸 400 t/D×08	24,752,000 BAHTS

表3-2-8 Comparison of water supply system

III-2-5 ガス製造送出システム

III-2-5-1 ガス製造送出システム

ガス製造送出システムを決定するに当たっては、後述の各項につき検討を加えなければならぬ。

- (a) 運転の難易度
- (b) 設備費
- (c) 変動費（ガス化効率、電力費）
- (d) フレキシビリティ
- (e) 保全
- (f) 与えられた環境条件（原料、電力など）

本計画に於ける都市ガスの供給方式は、第2章3節で詳細する如く高圧供給であるため工場からのガスの送出も高圧にする必要がある。

それには、大別して2通りの方式がある。すなわち、

- (a) 高圧連続改質装置
- (b) 低圧改質装置とコンプレッサの組合せ

である。

これ等を前述の各項につき比較すると、表3-2-9のとおりである。

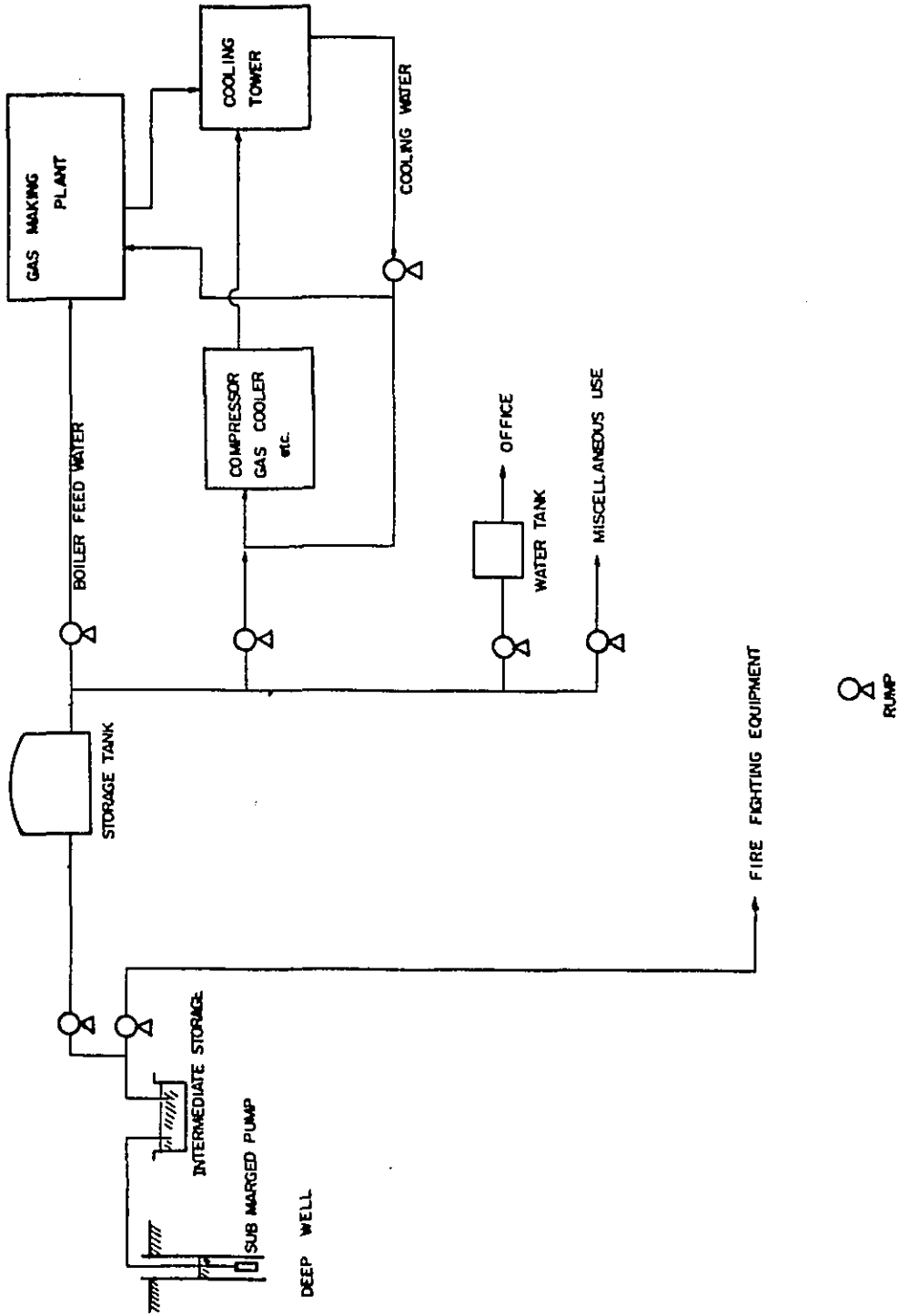


FIG 3-2-3 WATER SUPPLY SYSTEM FLOW SHEET

方式 検討項目		高圧連続改質装置	低圧改質装置, コンプレッサ
		運転の難易度	難しく, 熟練したオペレータが必要	簡単
フレキシビリティ	コールドスタートからのスタートは10日間, 緊急停止後の再スタートには2時間以上必要	コールドスタートからのスタートは3日間, 緊急停止後の再スタートは, 10~15分, ホットスタンバイ可能	
保 全	高度の技術を必要とし, 修理期間も長い	中程度の技術で良く, 修理期間も短い	
設備費×10.3 B	480,887	74,505	
変 動 費	ガス化効率	87% 0.224/1000 kcal	82% 0.23B/1000 kcal
	電力費	0.07 KWH/Nm ³	0.12 KWH/Nm ³
環 境 条 件	原 料	Bangchak Oil Refのナフサでは改質困難	Bangchak Oil Refのナフサでも問題ない
	電 力	停電後の再スタートには, 2時間以上必要で自家発電設備が必要	停電後再スタートは10~15分で行なえ特別な装置は必要ない
そ の 他	長期停止後のスタートには触媒の環元が必要で純水素などの補助材料が必要となる	触媒の環元は必要としない	

表3-2-0 高圧連続改質方式, 低圧改質方式(コンプレッサ)比較表

高圧連続式改質装置は変動費に於ては低圧方式より優れるが, 設備投資に於ては, はるかに高価であり, 又触媒の性能からみても適していない。

従ってこれ等を総合的に判断し, 低圧改質装置とコンプレッサの組合わせ方式とする。

低圧改質装置には, サイクリック式と部分燃焼連続式があるが, オペレーション, フレキシビリティ等を考慮し, サイクリック式とする。

さらにサイクリック式改質装置には, 水蒸気の存在下に800°C~900°Cで炭化水素を熱分解する方式と触媒を用い改質を積極的に促進する方式とがある。

熱分解方式の場合は, たとえナフサを原料として改質した場合でもタールの生成があり好ましくない。従って, 触媒を用いた接触改質方式(Catalytic Reforming)を採用することにする。

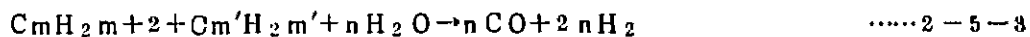
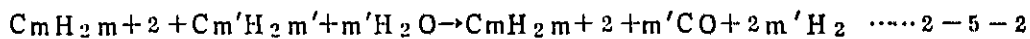
Ⅲ-2-5-2 製造の原理

(1) 反応

接触解質法に用いられる触媒は、CaO-MgO系、Ni系のものがある。

触媒の存在は、熱分解により生成した低級炭化水素と水蒸気との間に広義の水性ガス反応を促進しH₂、CO₂の多いガスを生成せしめる。

すなわち接触水性ガス化反応は、後述の2-5-1~2-5-3式で表わされる。



都市ガス用としては2-5-2式までの反応で止めるいわゆる部分変成(Partial Reforming)が適用される。さらにガス中に含まれる一酸化炭素を減少せしめるためCO変成装置を組み一酸化炭素と水蒸気を反応させ一酸化炭素を炭酸ガスと水素にし都市ガスの安全性を高める。CO変成反応は2-5-4式で表わされ触媒は酸化鉄を使用する。



(2) ガス製造工程

ガス製造工程は4つの工程に分けられる。

第1期 加熱期(Heat)

燃料ナフサと燃焼用空気が触媒層上部に投入され燃焼廃ガスは触媒層、廃熱ボイラーを経て煙突から放出される。

第2期 追出期(Purge)

空気及び燃料の投入を中止し、触媒層上部よりSteamを導入し燃焼生成物を煙突より追出す。

第3期 発生期(Make)

原料ナフサ、Steam、空気を所定の割合で導入し触媒層で改質反応を行わしめる。生成ガスは廃熱ボイラー、Wash Box、Scrubberを経てガスメインに送出される。

第4期 追出期(Purge)

原料、空気の導入を中止し、生成ガスを炉内から完全に追出す。

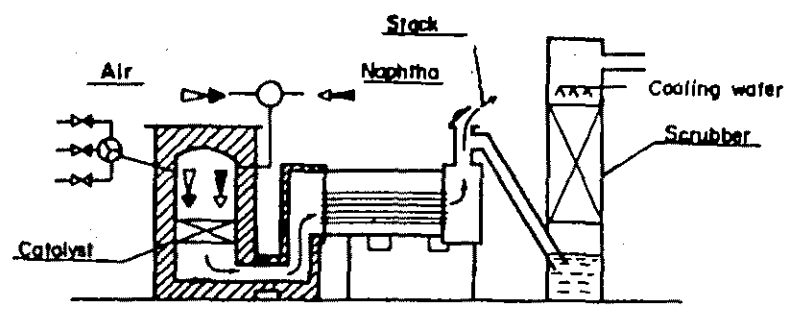
図3-2-4にこれ等の概略図を示す。

図3-2-5にフローシートを示す。

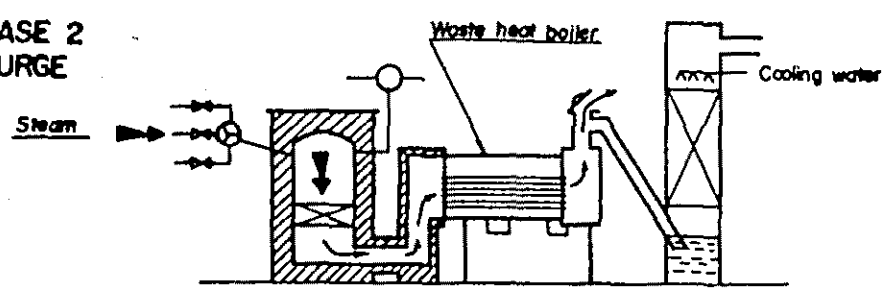
これ等の運転はすべて自動操縦装置によって行なわれ、オペレータは計器盤を監視するのみで良い。

3-2-4 Diagrams Showing Flow During Phase of Operation of Reforming Plant

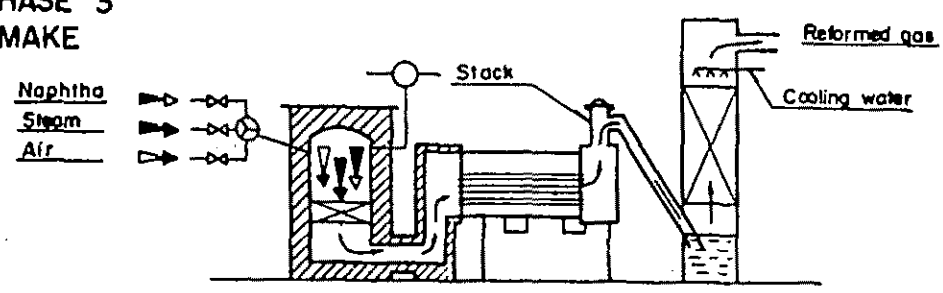
**PHASE 1
HEAT**



**PHASE 2
PURGE**



**PHASE 3
MAKE**



**PHASE 4
PURGE**

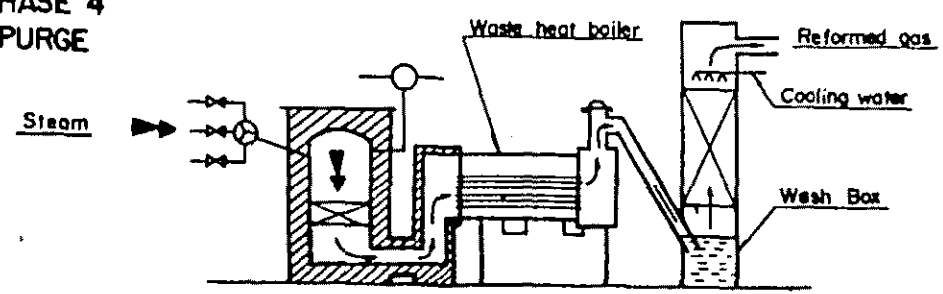
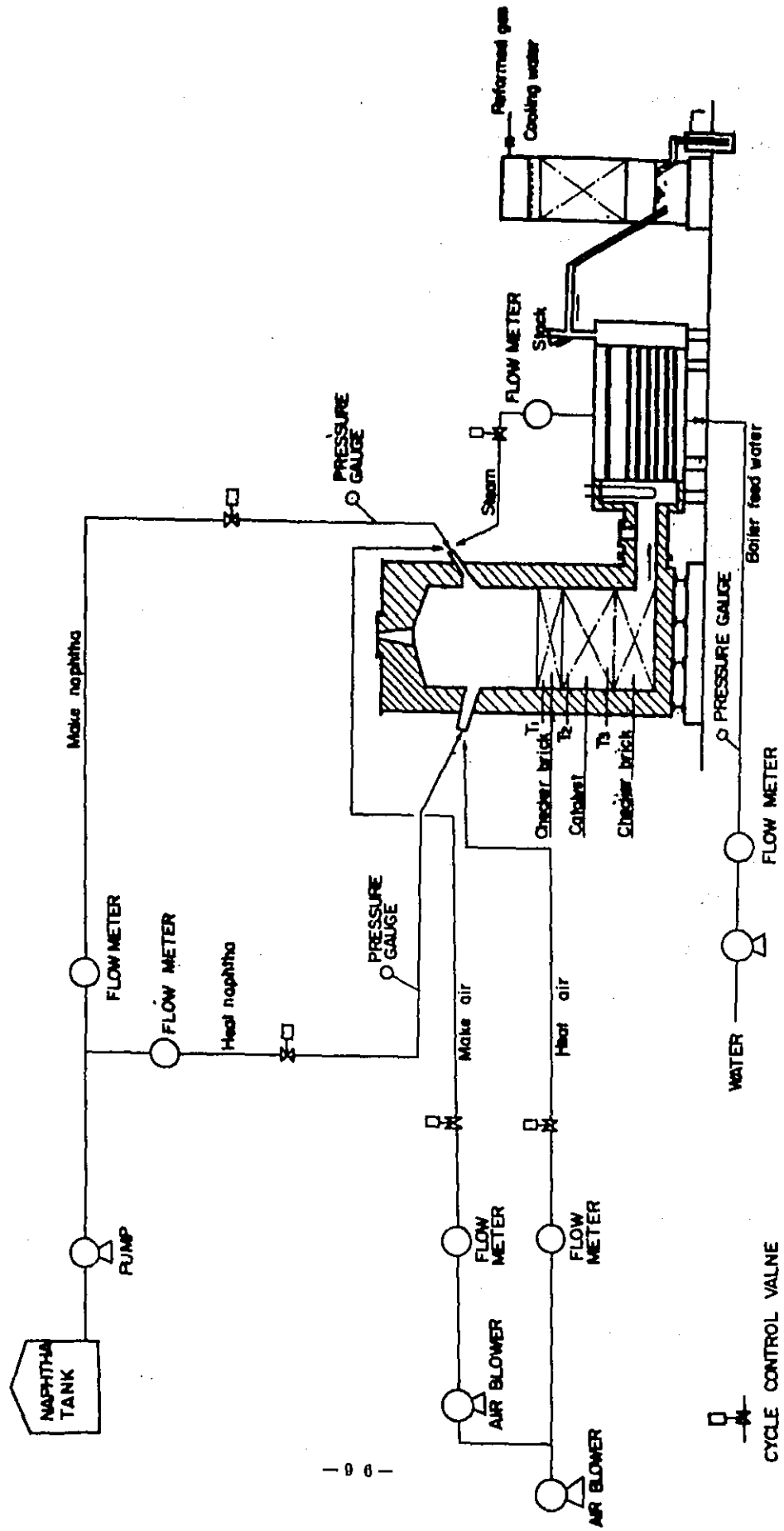


图 3-2-5 Flow Sheet of Naphtha Reforming Plant



又安全装置として、ナフサ、Steam、空気の各圧力、触媒層、温度等を監視し、異常になった場合は警報を発し、さらに異常になった場合は装置をシャットダウンさせる装置が組込んである。

(3) ガスの性状

ガスの性状はナフサの品質、触媒、運転条件（触媒層の温度 Steam 対ナフサ比）などにより異なるが標準的なものとし表 3-2-10 のものを使用する

項 目		デ ー タ
ナフサ発熱量		7800 kcal/L
ナフサ比 重		0.80 g/L
ガ ス 発 熱 量		3857 kcal/Nm ³
産 気		1057 Nm ³ /KL
得 熱		0.39 JHU
熱 効 率		82%
ガ ス 組 成	H ₂	54.1%
	CH ₄	4.5%
	CO	0.1%
	C ₂ H ₄	1.0%
	C ₄ H ₁₀	0.3%
	C _m H _n	4.0%
	CO ₂	10.0%
	N ₂	12.0%
	O ₂	0.5%
	比 重	0.500%

表 3-2-10 ガス製造プラント標準組成

$$\text{熱 効 率} = \frac{\text{製造ガス量} \times \text{製造ガス熱量}}{(\text{原料ナフサ量} + \text{燃料ナフサ量}) \times \text{ナフサ熱量}} \quad 2-5-5$$

(thermal efficiency)

$$\text{産 気} = \frac{\text{製造ガス量}}{\text{原料ナフサ量} + \text{燃料ナフサ量}} \quad 2-5-6$$

(yield)

$$\text{得熱 (heating value)} = \frac{\text{製造ガス量} \times \text{製造ガス熱量}}{(\text{原料ナフサ量} + \text{燃料ナフサ量}) \times 10,000} \quad 2-5-7$$

製造ガス量：Nm³
 原料ナフサ量：Kℓ
 燃料ナフサ量：Kℓ
 ナフサ熱量：kcal/Kℓ
 製造ガス熱量：kcal/Nm³

III-2-5-2 都市ガス（供給ガス）の熱量及び燃焼性

(1) 熱量

現在日本に於ける都市ガスの熱量は、3,000 kcal/Nm³、4,500 kcal/Nm³、5,000 kcal/Nm³、11,000 kcal/Nm³のものが大部分を占めている。

ガス熱量が高ければ、それに応じて管径を細くでき投資金額を転減できる。

本計画に於ては製造プラントから得られる製造ガスは、3,857 kcal/Nm³ OG₁：10,200 kcal/Nm³、OG₂：11,405 kcal/Nm³、であり、最も高熱量の都市ガスを製造するためには、これ等のオフガスを全量投入すれば良い。この解は2-5-8、2-5-9を解いたyとして得られる。

供給計画13年次では512,000 Nm³/D の販売量に対し利用できるオフガスはOG₁：14,370 Nm³/D OG₂：65,120 Nm³/Dである。

$$\frac{14,370 \times 10,200 + 65,120 \times 11,405 + 3,857 \times X}{14,370 + 65,120 + X} = Y \quad \dots\dots 5-2-8$$

$$14,370 + 65,120 + X = \frac{5,000}{Y} \times 512,000 \quad \dots\dots 5-2-9$$

注 512,000 Nm³/D は 5,000 kcalとした場合のガス販売量

Y = 5,232となる。

従って、5,230 kcalまでしか熱量は高められない。又この数値はオフガスに全く余裕を見込まない場合の数値であり、諸計画数値には余裕を見込むことが通例である。

従って供給ガスのカロリーは5,000 kcal/Nm³とする。

(2) 都市ガスの燃焼性

5,000 kcal/Nm³の都市ガスは、製造ガス（以後RGと略す）とOG₁、OG₂、プロパン等との混合ガスとして得られるものである。

従って、それ等の組合せの際、燃焼が定められた互換域内におさまる必要がある。（燃

焼性，互換域については，第4節に詳述する。)表3-2-11にその計算結果及び図3-2-6には，それをデルブルグ線図上にプロットしたものを示す。

図・表によっても明らかな通り，燃焼性上からも特に問題はない。

表3-2-11 各種ガスの組成及び燃焼性

成分	組合せ		
	RG+OG ₁	RG+OG ₂	RG+プロパン
H ₂	51.4%	55.1%	50.9%
CH ₄	5.2	4.9	4.2
CO	5.5	5.2	5.8
C ₂ H ₄	0.0	0.8	0.9
C ₄ H ₁₀	1.1	2.1	0.3
C _m H _n	8.7	0.4	9.6
CO ₂	15.1	14.1	15.6
N ₂	11.7	11.0	12.2
O ₂	0.4	0.4	0.5
比重	0.63	0.61	0.65
熱量	5,000	5,000	5,000
W. I.	0.300	0.410	0.278
C. P.	7.8	8.3	7.8.3

(注) 比重は空気(1.293kg/Nm³)に対する比重

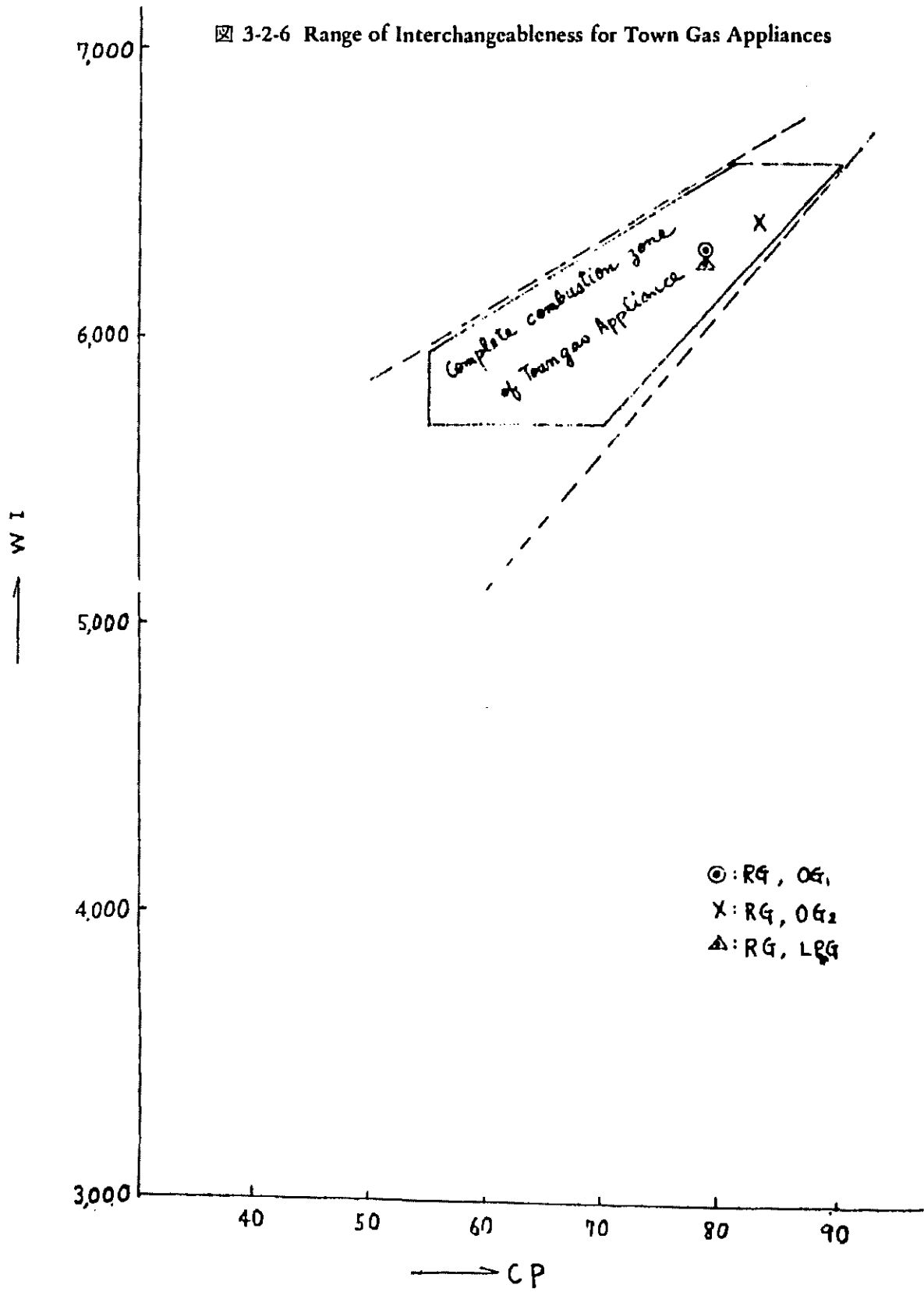
III-2-6 ホルダー容量及び製造能力の検討

ホルダーと製造能力，需要量，需要パターンには密接な関係がある。(図3-2-7参照)プラントを24時間稼働させる場合は，製造能力は最小となるがホルダー容量は最大となる。

反対に製造能力をピーク時の送出量に合わせて保有すれば理論的にはホルダーは不用となるが，製造能力はピーク時送出量×24時間となり，ぼう大な製造設備を有しなければならぬ。もしホルダーを有しない場合には，

今回のロードサーベイの結果ではピーク時送出量は1日の総需要量の12%であり(0.12×24=2.88)24時間稼働+ホルダー供給方式に比較し約3倍の製造能力を持たなければならない。

图 3-2-6 Range of Interchangeableness for Town Gas Appliances



又この様な方式は需要パターンに合わせた頻繁な稼働変動を強いられ、停電、その他の事故時の防護が全くないため、ある量のホルダーを有することが常識となっている。

従って次の様な前提にたち検討を行なうものとする。

すなわち製造装置は定められた時間内では一定稼働とする。

例えば

24時間連続運転の場合は

$$\text{必要製造能力} = \text{需要量} \div 24$$

18時間稼働の場合は

$$\text{必要製造能力} = \text{需要量} \div 18$$

となる。

需要量、需要パターン、必要製造能力、必要ホルダー容量の間には次の関係式が成立する。

$$V_0 \geq Q_0 \quad \dots\dots 2-8-1$$

$$\theta + V \geq \beta \quad \dots\dots 2-8-2$$

$$H_0 \geq \left\{ \sum_{i=1}^{24} q (V_i - q_i) \right\}_{\max} - \left\{ \sum_{i=1}^{24} (V_i - q_i) \right\}_{\min} \quad \dots\dots 2-8-3$$

但し	V_0	: ガス製造能力	.....	$N m^3 / D$
	Q_0	: ピーク日ガス需要量	.....	$N m^3 / D$
	θ	: ホルダーよりの時間当たりガス送出量	.....	$N m^3 / H$
	V	: 工場よりの時間当たりガス送出量	.....	$N m^3 / H$
	β	: ピーク日ピーク時間ガス需要量	.....	$N m^3 / H$
	H_0	: ホルダーの容量	.....	$N m^3$
	q	: 時間単当たり需要量	.....	$N m^3 / H$
	$\{ \}_{\max}$	: $\{ \}$の最大値	.....	$N m^3$
	$\{ \}_{\min}$	: $\{ \}$の最小値	.....
	i	: 時間を表わすサフィクス	.....	$N m^3$

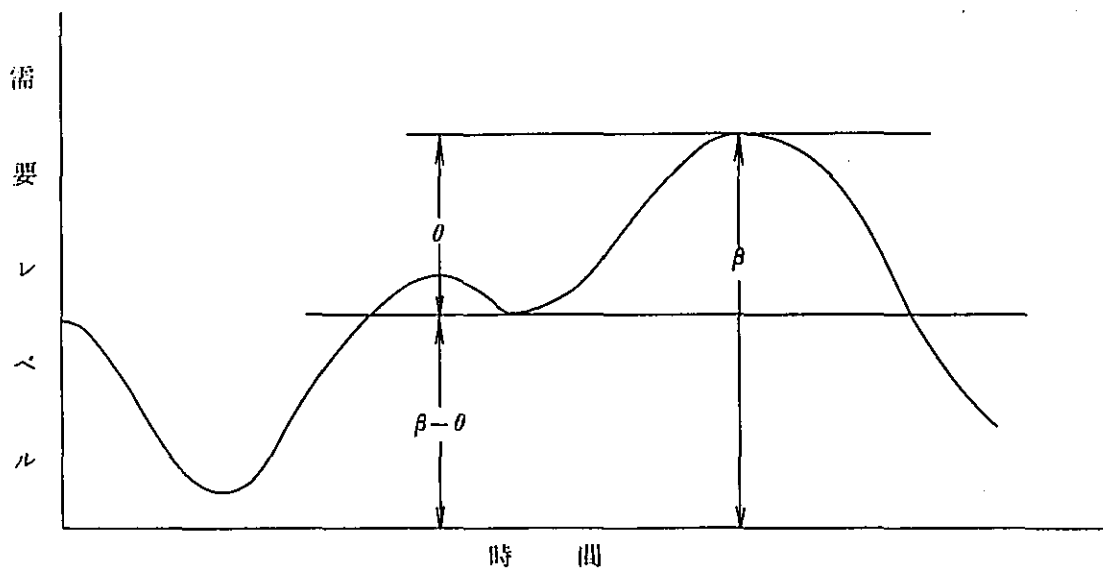


図 3-2-7 需要レベルと必要製造能力の関係

2-6-1, 2-6-2, 2-6-3式にロードサーベイの結果を当てはめ24時間, 18時間, 17時間, 16時間, 15時間稼働の場合の計算結果を表3-2-12に示す。但し式中の不等号は等号とし, 需要量100%とした。又需要パターンは, 平日に比較し週末が17%需要が多いため週末のものを採用した。

製造形態	必要製造能力	必要ホルダー容量
24時間稼働	100%	32.5%
18時間稼働	133%	15.2%
17時間稼働	140%	14.0%
16時間稼働	150%	16.0%
15時間稼働	160%	19.0%

表 3-2-12 稼働形態別製造能力, ホルダー容量

に示す如く24時間稼働の場合がホルダー容量が最も多く, 17時間稼働の場合が最も少ない。

従って24時間稼働, 17時間稼働の2ケースにつき設備投資の比較を行ない少額的方式に決定する。

項目 年度	ピーク日 送 出 量	ピーク時間 需 要 量	必要製造能力 V_0		ホルダ—容量 H_0		ピーク時ホルダ— よりの送 出 量 θ	
	Q Nm^2/D	$\beta=Q \times 0.12$ Nm^2/H	17時間稼働 $Q \times 0.059$ Nm^2/H	24時間稼働 $Q \times 0.042$ Nm^2/H	17時間稼働 $Q \times 0.14$ Nm^2	24時間稼働 $Q \times 0.25$ Nm^2	17時間稼働 $\beta - V_0$ Nm^2/H	24時間稼働 $\beta - V_0$ Nm^2/H
1979	13,100	1,600	800	600	1,900	4,300	800	1,000
1980	30,500	3,700	1,800	1,300	4,300	10,000	1,900	2,400
1981	57,500	6,900	3,400	2,500	8,100	18,700	3,500	4,400
1982	107,800	13,000	6,400	4,600	15,100	35,100	6,600	8,400
1983	178,000	21,400	10,500	7,500	24,900	57,900	10,900	13,900
1984	252,100	30,300	14,900	10,600	35,300	82,000	15,400	19,700
1985	328,700	39,500	19,400	13,800	46,000	106,900	20,100	25,700
1986	401,800	48,300	23,800	16,900	56,300	130,600	24,500	31,400
1987	470,000	57,500	28,300	20,200	67,100	155,700	29,200	37,300
1988	505,600	67,900	33,400	23,800	79,200	183,800	34,500	44,100
1989	590,800	70,900	34,900	24,800	82,700	192,000	36,000	46,100
1990	607,800	73,000	35,900	25,600	85,100	197,600	37,100	47,400

表3-2-13 必要製造能力，ホルダ—容量年次別展開

実数値を代入し、これ等を年次別に展開した結果を表 3-2-13 に示す。
投資額比較を表 3-2-14 に示す。

製造形態	製造能力	ホルダー容量	総投資額
24時間稼動	810,000 Nm ³ /D	240,000	330×10 ⁶ ¥
17時間稼動	1,100,000 Nm ³ /D	120,000	430×10 ⁶ ¥

表 3-2-14 稼動形態別投資額比較

注 製造能力は、15%の予裕及び100,000 Nm³/Dの予備機を持つとし他の装置もこれに準ずる。

ホルダーの予裕は40,000 Nm³とし、幾何容積10,000 m³のものを有効容積60,000 Nm³とした。

表 3-2-14 にしても明らかなように、24時間稼動の方が投資を低くできる。

又これ等の検討は供給導管投資と合わせ総合的に検討を行うべきであり、その結果(第3節にて詳述)も同様の結論となる。

従って、24時間稼動とする。

III-2-7 ガス工場の運転

III-2-7-1 ガス工場主要設備及びフローダイヤグラム

オフガスは精油所より4.2 kg/cm²Gの圧力でパイプラインを通して送られ、必要量が熱量調節装置に導入される。

オフガスホルダーは受入量と使用量の差の緩和及び精油所側のトラブルに、備えるため必要となる。

ナフサも又パイプラインで受入れナフサタンクに貯蔵され、ポンプで昇圧されガス製造プラントに送られる。

ガス製造プラントでは、ガス化原料及び加熱燃料として使用される。

製造ガスはレリーフホルダーに入り熱量調節装置でオフガスと混合され5,000 kcal/Nm³の供給ガスとなり圧縮機で0~9.5 kg/cm²Gに昇圧される。(熱量調節装置は2-7-2で詳述)レリーフホルダーの役割りは、ガス製造装置がサイクリックオペレーションであるため製造ガスも間欠的に発生する。これを平滑化するためのものである。

圧縮されたガスはガス冷却機にて冷却脱湿され、ミキシングホルダーを経て供給導管網に送出される。

ガス冷却機は、次の理由により必要となる、すなわちガス中の水分は大気温に於て飽和しておりこれに対し地中温度は、大気温より低いいため供給導管中にて水分が凝縮し導管の閉そ

く、腐食の原因となる。それを防止するため予め脱水を必要とする。

ミキシングホルダーは、熱量調節装置に於ける過渡的な熱量変動の吸収及び、オフスペックガスが供給導管に送出されるのを防止する目的で設置される。

図 3-2-8 工場のブロックダイヤグラムを示す。

Ⅲ-2-7-2 熱量調節装置

(1) ガス熱量調節の原理

ガスの熱量調節はガスの品質管理上最も重要な事項の一つである。

ガスの品質管理とは

(1) ガスの熱量

(2) ガスの燃焼性

の管理である。

ガスの取引は、ガスの熱量×ガスの使用量＝使用総熱量で行なわれる。

現在ではガスの総熱量を容易に測定する方法がないため、ガスの熱量を一定とし、流量を測定し、取引量としている。このためガスの熱量は一定に保持する必要がある。

燃焼性に関しては、ガスの安定燃焼の点から重要であるが、本計画に使用する各ガスについては成分に著しい変動がない限り $5,000 \text{ kcal/Nm}^3$ を達成すれば特に問題はない。

ガス熱量調節装置のフローシートを図 3-2-9 に示すガス熱量調節の一般式は次の様に表わすことができる。

$$\frac{\sum_{i=1}^n Q_i V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} = Q_0 \quad \dots\dots 2-7-1$$

Q_i : 各ガスの熱量 kcal/Nm^3

Q_0 : 所望の混合ガス熱量 kcal/Nm^3

V_i : 各ガスの流量 Nm^3/H

V_1, Q_1 操作体となるガスの熱量及び流量

$$\frac{Q_1 V_1 + \sum_{i=2}^n Q_i V_i}{V_1 + \sum_{i=2}^n V_i} = Q_0 \quad \dots\dots 2-7-2$$

$$Q_1 V_1 + \sum_{i=2}^n Q_i V_i = Q_0 (V_1 + \sum_{i=2}^n V_i) \quad \dots\dots 2-7-3$$

$$V_1 = \frac{Q_0 \sum_{i=2}^n V_i - \sum_{i=2}^n Q_i V_i}{Q_1 - Q_0} \quad \dots\dots 2-7-4$$

実際のガス工場では n の数は 2～8 位で、 n の数が多い場合はアナログ計算機を使用する場合もあるが本計画では $n=2$ であり、比率調節で充分である。

すなわち各ガスの熱量を一定とすれば ($n=2$)

$$V_1 = (Q_0 V_2 - Q_2 V_2) / (Q_1 - Q_0) \quad \dots\dots 2-7-5$$

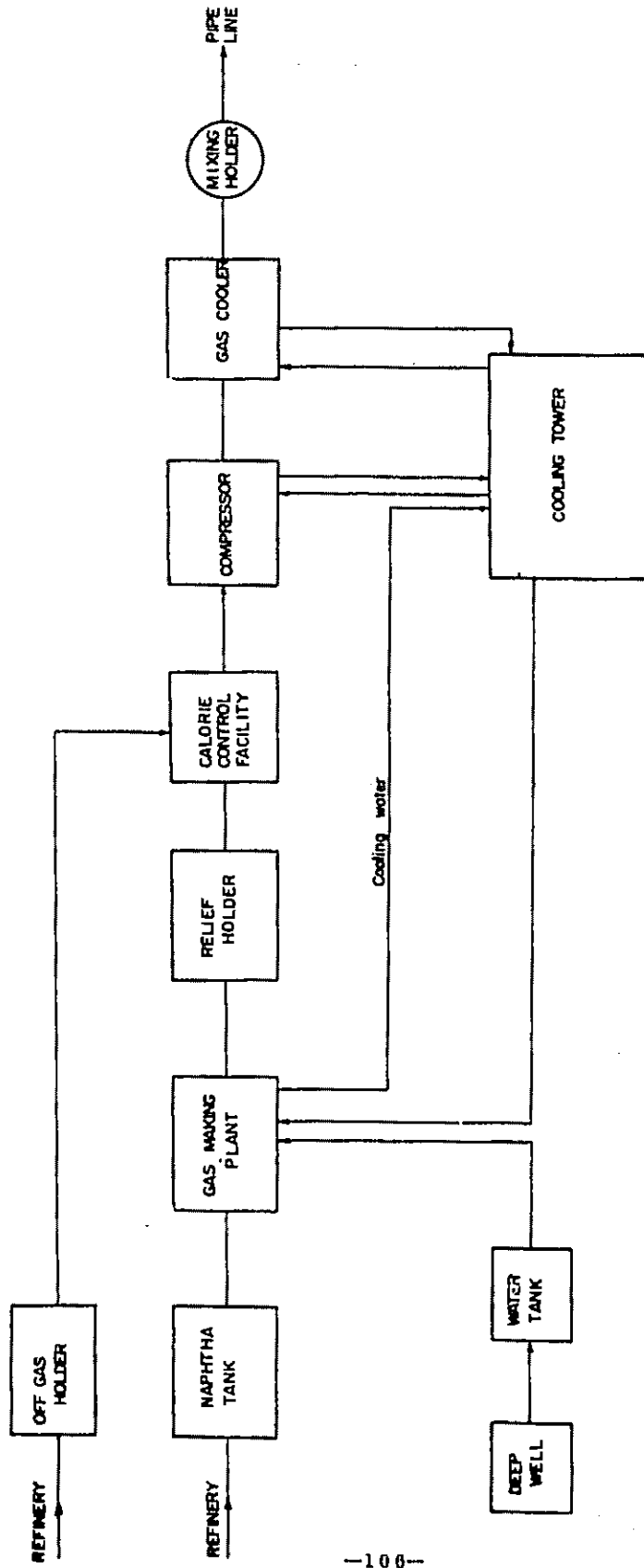
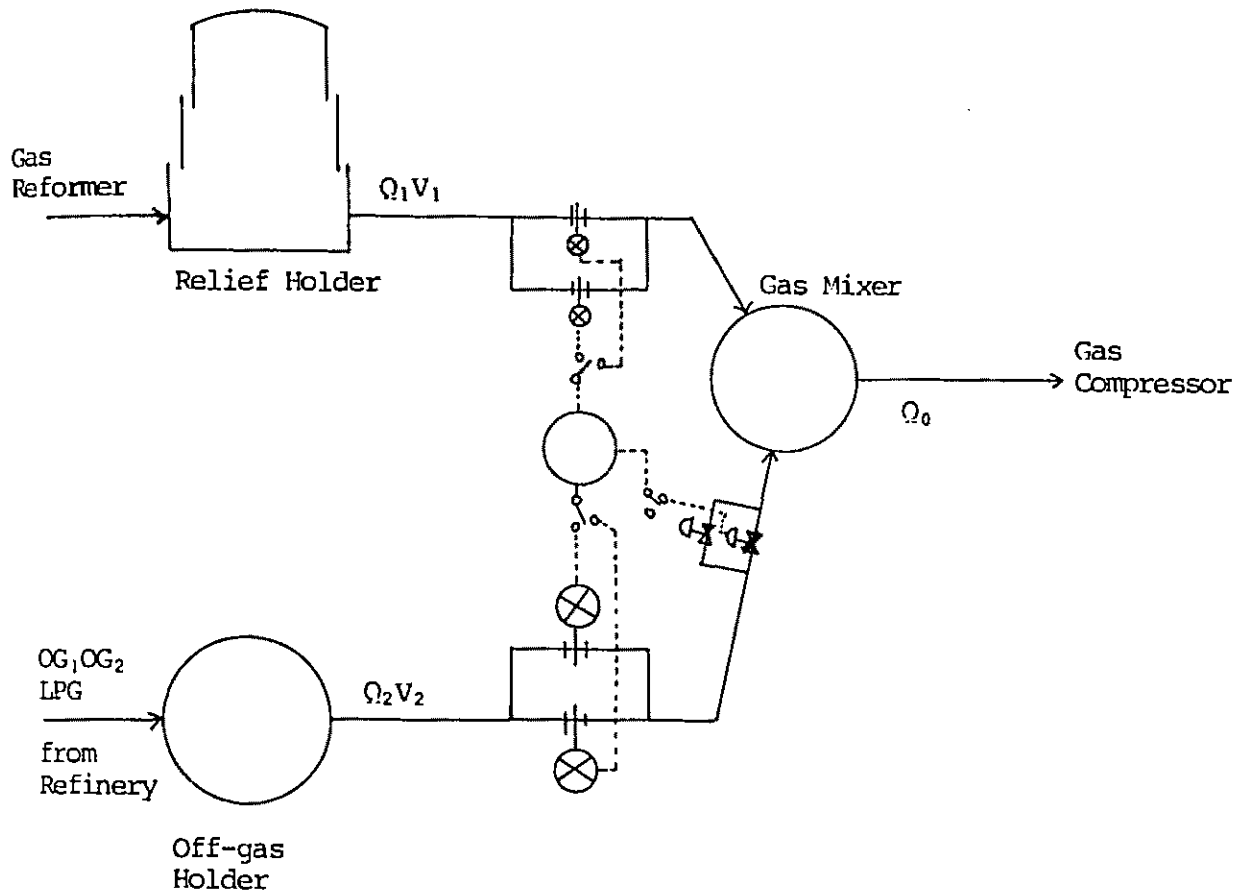


图 3-2-8 块 Diagram of Gas Making Works

☒ 3-2-9 Calorie Control System Flow Sheet



⊗ : Flow transmitter

—|— : Orifice flow meter

⊞ : Control valve

The doubled valves and orifice meters mean the existence of a spare piping to prepare for future additional equipment.

$$V_1 = \frac{Q_0 - Q_2}{Q_1 - Q_0} \cdot V_2 \quad \dots\dots 2 - 7 - 0$$

$$= k \cdot V_e \quad \left(\begin{array}{l} k : \text{constant} \\ Q_0 : 5000 \text{kcal} / \text{Nm}^3 \end{array} \right)$$

となる。

Ⅲ-2-8 設備計画

ガス工場の設備計画は年次別の需要予測およびガス器具転換計画を基に作成される。そのフローを図 3-2-10 に示す。

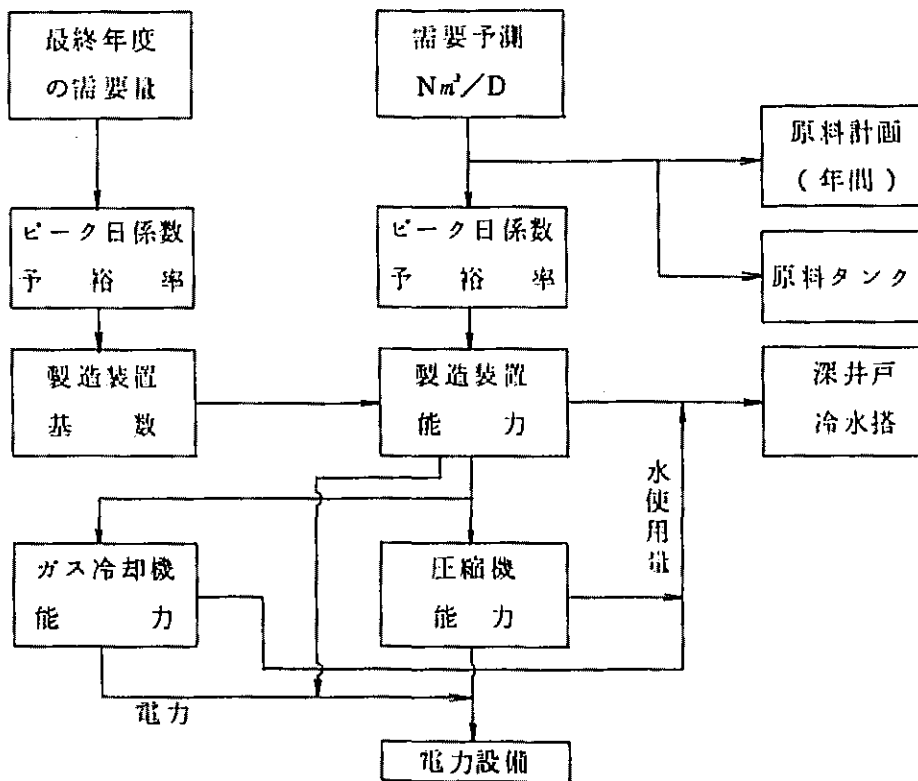


図 3-2-10 ガス工場設備計画フロー

Ⅲ-2-8-1 製造装置

需要予測によれば1991年の年間ガス販売量は、 $1.87 \times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{年}$ であり1日あたり $5.12 \times 10^3 \text{ Nm}^3/\text{D}$ となる。

工場のガス製造能力としては、停電、装置の偶発故障を考慮し15%の予裕率を見込むことにする。

さらにピーク日(週末)は17%需要増となるのでこれ等を考慮すると $680,000 \text{ Nm}^3/\text{D}$

の能力が必要となる。

又この能力はガス製造装置から生ずる $3,857 \text{ kcal/Nm}^3$ の低カロリーガスと OG_1 OG_2 プロパン等の増熱ガスとの混合ガスとして達成すれば良い。これ等増熱ガスと改質ガスの組合せにより得られる供給ガスの量は増熱源が何であるかによって変化する。この比較を表 3-2-15 に示す。

増 熱 源	供給ガス/改質ガス
OG ₁	110.0%
OG ₂	117.7%
プロパン	100.1%

表 3-2-15 各増熱源による供給ガス/改質ガス比率

プロパン増熱の場合が最も供給ガスの製造量が少なく、必要とされるガス製造装置の能力は、 $650,000 \text{ Nm}^3/\text{D}$ であるが後述する定期修理、予備機を考えると $700,000 \text{ Nm}^3/\text{D}$ の方が便利なので $700,000 \text{ Nm}^3/\text{D}$ とする。

各装置の能力は

$500,000 \text{ Nm}^3/\text{D}$ 2 基

$100,000 \text{ Nm}^3/\text{D}$ 7 基 (内予備機 1 基)

とする。

図 3-2-11 にそれ等の関係を示す。

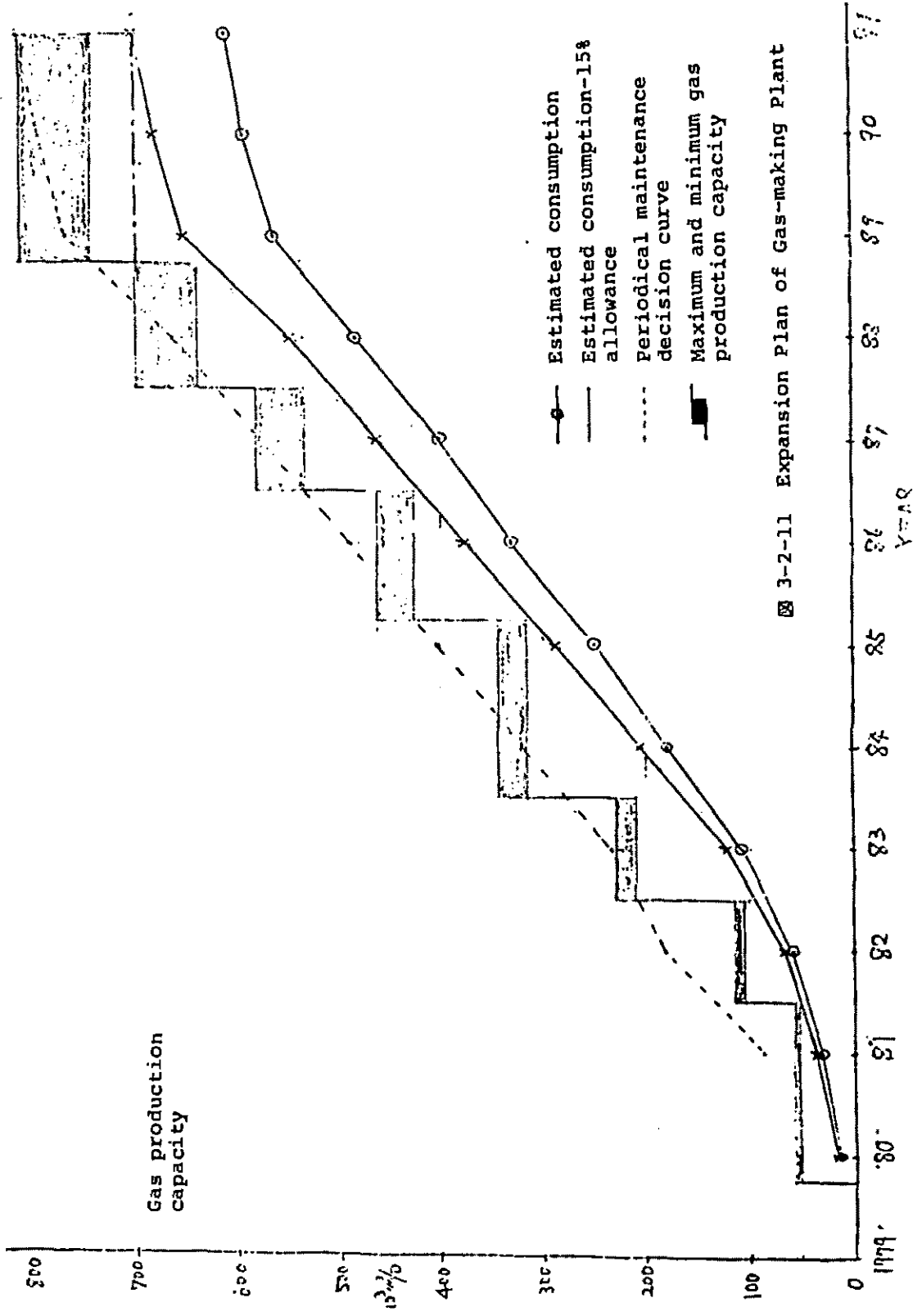
図中点線で示されるのは予備機 1 基を確保しながら 1 基を定期修理できる期間を決める曲線で、この曲線を上廻る製造能力を有する期間が定期修理可能期間となる。

具体的には、各年増設を行なった直後、1000 年以後は OG_2 増熱の期間が定期修理可能期となる。

定期修理用予備機の考え方はタイ国の需要構造に起因する。

すなわち、タイ国には四季がなく気温も高温で年間を通じて暖房がなく、需要の主たるものは、厨房であり年間を通じてほとんど一定の需要を示すものと考え得る。従って日本にみられるような定期修理シーズン(日本は 5~9 月)なるものはなく、装置の大半を一度に止めることは不可能であり年間を通して 1 基ずつ定期修理をしなければならない。(製造装置 1 基とし定期修理期間 1 ヶ月/基とすれば年間 9 ヶ月は定期修理を行なうことになる。)

この考え方は製造装置のみでなくその他の圧縮機等の装置にも適用される。



3-2-11 Expansion Plan of Gas-making Plant

Ⅲ-2-8-2 各主要設備の基本的考え方

(1) ナフサタンク及び受入パイプライン

ナフサタンクの容量は、ナフサの受入れが隣接する Bangchak Oil Refinery からのパイプライン受入れであるため最小が良い。

容量は 8 日分とし受入れは 1 日おきに行なう。従って容量は 800 Kl とする。

ナフサパイプラインは 6 B とする。

(2) オフガスホルダー及び受入パイプライン

オフガスもナフサ同様パイプライン受入であるため最小が良い。

容量は精油所及び工場のトラブル等を考慮し約 3 時間分の容量とする。

容量 8,000 Nm³ (幾何容積 2,000 m³)

パイプラインは 8 B とし受入圧は 4 kg/cm² G とする。

(3) 深井戸

最終規模 1,000 t/D およびピーク使用量を考え

400 t/D 4 本

200 t/D 1 本

とする。

(4) クーリングタワー

最終規模に於けるピーク使用量 25,000 t/D とし

5,000 t/D 6 基 (内予備 1 基)

とする。

(5) 水タンク

半日分の保有量とし

500 Kl 1 基

とする。

(6) ガス製造装置

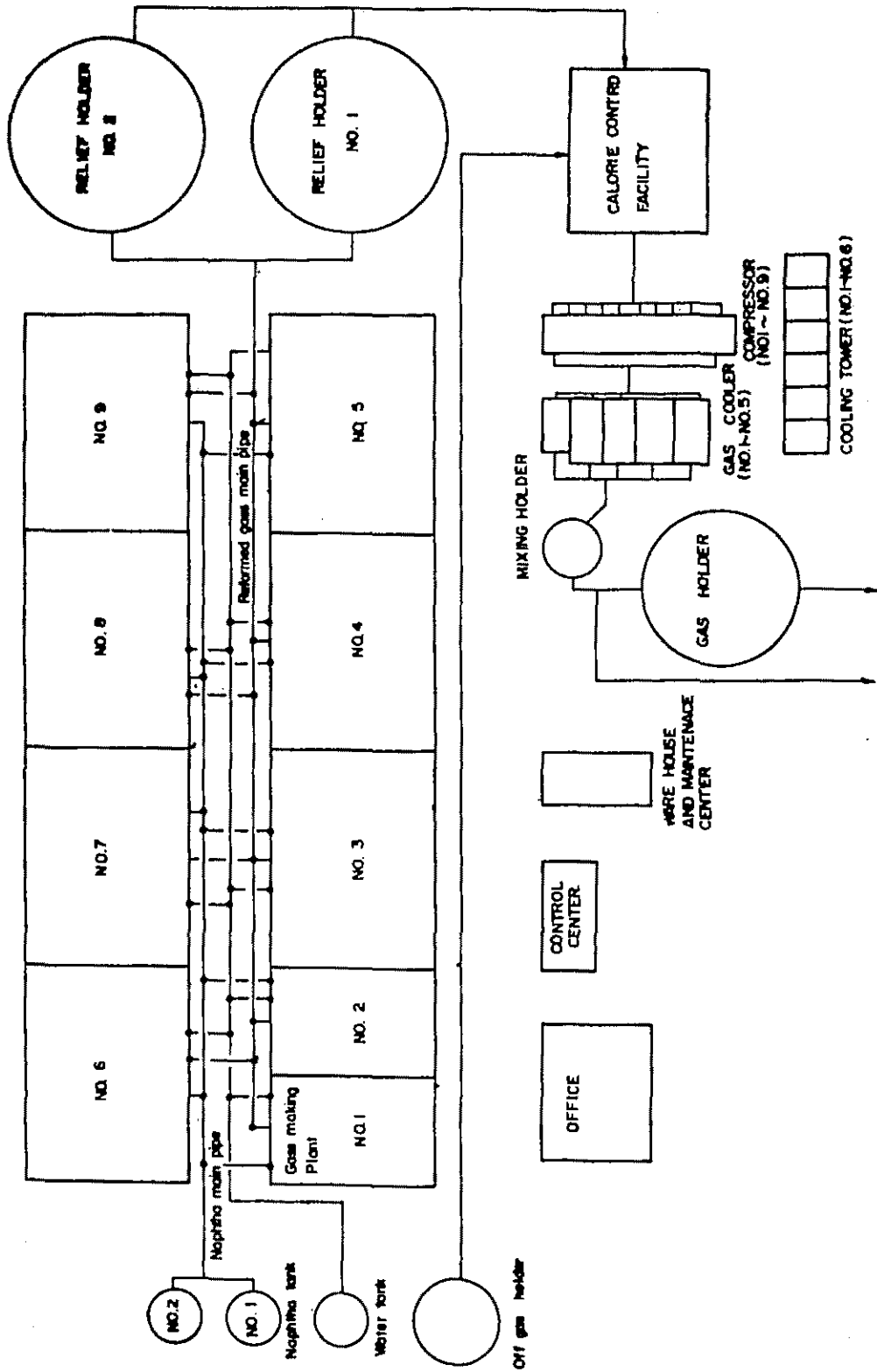
Ⅲ-2-8-1 の通り

(7) ガスコンプレッサ

コンプレッサの型式には、レシプロカルコンプレッサ (Reciprocal) とターボコンプレッサが主たるものであるが、本計画程度の規模のもの (2,500~5,000 Nm³/H) ではターボコンプレッサの方が價格的には 60~80% 高価であり、さらに効率も 5~10% 劣るのでレシプロコンプレッサを採用する。

能力は製造装置と 1 対 1 の対応をつける。

2,500 Nm³/H 2 基



3-2-12 Layout and Mainpipe Route of Gas Making Works

5,000 Nm³/H 7基 (内予備1基)

(8) ガス冷却装置

ピーク日送出量700,000 Nm³/Dとし逐年の増量を考え次の通りとする。

120,000 Nm³/D 1基

200,000 Nm³/D 4基 (内予備1基)

(9) リリーフホルダー

操作性を考慮し1時間分の保有量とする。

10,000 Nm³/D 2基

Ⅲ-2-8-4 工場レイアウト

図3-2-12に示す。

Ⅲ-2-9 工事及び投資計画

Ⅲ-2-9-1 資材類の調達

工事施工に当っては、タイ国の安価な労働力をフルに利用するため次の様な区分をするものとし、各工事金額の見積りを行なった。

表3-2-16 資材調達表

装置名	輸 入	国 内
製造装置	ベッセル, タワー類設計製作	基礎, 装置据付, 配管工事
ガス圧縮機	本体設計製作	基礎, 据付配管工事
ガス冷却機	熱交類設計製作	基礎, 据付配管工事
冷水塔	本体設計製作	基礎, 据付配管工事
タンク, ホルダー類	設計及び鋼材の曲げ加工	基礎, 製作, 配管工事
ポンプ類	設計製作	-
ブロー類	設計製作	-
配管	4 B以上	4 B以下, 及び工事一式
電気機器	1式	現地工事のみ
土木工事		1式

Ⅲ-2-9-2 装置類の価格及び仕様

表3-2-17に装置類の価格を示す。

表3-2-18に最終規模に於ける設備及び仕様を示す。

表 3 - 2 - 17 価格一覧表

装 置 名	価 格	
製 造 装 置	5 0 0 0 0 N m^3 /D	0,0 4 0 k B /基
		8,9 2 9 k B /基
ガ ス 圧 縮 機	2,5 0 0 N m^3 /H	4,9 1 3 k B /基
	5,0 0 0 N m^3 /H	7,9 5 1 k B /基
ガ ス 冷 却 機	1 2 0,0 0 0 N m^3 /D	4,4 0 0 k B /基
	2 0 0,0 0 0 N m^3 /D	5,0 0 0 k B /基
冷 水 塔		1,4 9 6 k B /基
深 井 戸	2 0 0 t/D	2 7 4 k B /本
	4 0 0 t/D	3 0 4 k B /本
ナ フ サ タ ン ク	3 0 0 K l	4 2 8 k B /基
	5 0 0 K l	8 3 2 k B /基
オ フ ガ ス ホ ル ダ ー		0,7 3 1 k B
リ リ ー フ ホ ル ダ ー		9,3 4 1 k B /基
水 タ ン ク		1,0 0 7 k B
受 電 設 備	受電線関係 5 2 0 k B /km 特別高圧受電所 1 3,3 8 6 k B 変電所 6,2 7 0 k B /1ヶ所	

表 3 - 2 - 18 最終規模に於ける主要設備表

装置名	基数	仕様その他
製造装置	5 0.0 0 0 Nm ³ /D 2基 1 0 0.0 0 0 Nm ³ /D 7基	サイクリック式 ナフサ改質装置 CO変成装置付 製造ガス熱量 3.8 5 7 kcal/Nm ³
ガス圧縮機	2,5 0 0 Nm ³ /H 2基 5.0 0 0 Nm ³ /H 7基	シプロカルコンプレッサ 吸入圧 3 0 ~ 5 0 mmH ₂ O 吐出圧 9.5 kg/cm ² G
ガス冷却機	1 2 0.0 0 0 Nm ³ /D 1基 2 4 0.0 0 0 Nm ³ /D 4基	入温 5 0°C 出温 2 0°C
冷水塔	5.0 0 0 t/D 6基	入温 5 0°C 出温 3 0°C
深井戸	2 0 0 t/D 1基 4 0 0 t/D 3基	深さ 1 4 0 m
ナフサタンク	3 0 0 Kl/D 1基 5 0 0 Kl/D 1基	コーンルーフ式タンク
オフガスホルダー	2.0 0 0 m ³ 1基	球型ホルダー
リリーフホルダー	1 0.0 0 0 Nm ³ 2基	行水式ホルダー
水タンク	5 0 0 Kl 1基	コーンルーフ式, 内面ライニング
受電設備	1 式	0.0 0 0 KW 受電線 2 回線 変電所 2 ヶ所

ガス製造能力 公称 7 4 2.0 0 0 Nm³/D
最大 8 0 0.0 0 0 Nm³/D

送出圧力 9 kg/cm²G
ガス熱量 5.0 0 0 kcal/Nm³

III - 2 - 0 - 3 投資計画

表 3 - 2 - 1 0 に装置別, 年次別投資計画を示す。

表 3-2-10 工場設備投資計画 (1974年度価格)

単位 10³BAHTS

年 項目	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
機械装置	101,321	8,435	22,247	34,512	21,750		44,507	28,250	24,353	21,750
建 物	8,430			1,703			1,320			
土 地	11,000									
合 計	120,751	8,435	22,247	36,215	21,750		45,827	28,250	24,353	21,750
累 計	120,751	129,180	151,433	187,648	209,398	209,398	255,225	283,475	307,828	329,578

Ⅲ-3 都市ガス供給システム

Ⅲ-3-1 供給設備に関連する他施設概要

ガス供給設備はガスホルダー、ガバナーを除き、その殆んどを道路、水路、鉄道等の公共用地を使用する。

道路等の公共用地には既に電力地下埋設ケーブル、電話ケーブル、上水道パイプライン、下水設備等が埋設され、また電柱、マンホール、其他付帯設備が設置されている。ガス供給設備を新設するには、これら既設設備およびその設備計画を把握し、相互の関連を明確にする必要がある為、諸設備について調査した。

Ⅲ-3-1-1 道 路

(1) 道 路 網

バンコク内における主要幹線は東西方向に走るものとして Phetburi, Sukhwa Wit, Rama 4 等の各道路があり、南北には Phahon Yothon, Super High Way, Rama 5, Samsen 等の道路がある。この主要道路網の概要を図 3-3-1 に示す。

(2) 路面交通状況

路面交通は非常に混雑しており、且つ道路網図で見られる如く、南北方向と東西方向の道路間の連絡道路の欠如が目立っている。従って混雑が集中化する傾向が多く見受けられる。この交通状況は 1972 年首都交通計画局その他によって行われた走向調査、断面交通量調査、交差点交通量調査等の諸調査によって略明らかになった。その調査結果を図 3-3-2, 図 3-3-3 に示す。

Ⅲ-3-1-2 水路および洪水

1) 水 路 (Khlong)

バンコクは Chao Phraya の河口近くに位置し、デルタ生成時の影響を多く受け、水路が著しく発達している。また水利、治水、交通等の目的により造成した水路も多い。

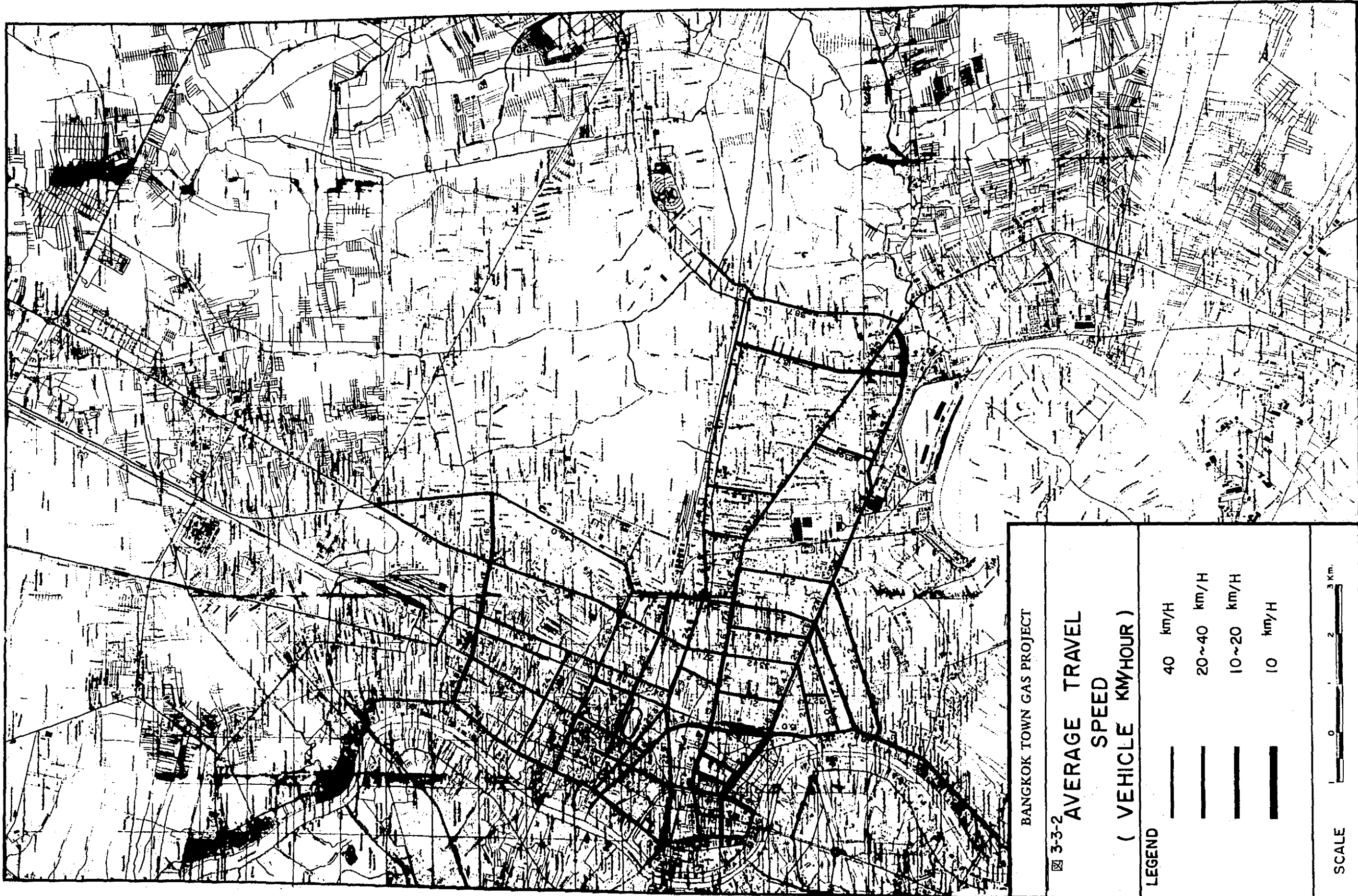
水路をガス管路が横断するには架空方式と水路下埋設方式の何れかによるが、多くの他施設は架空方式を採用している。架空方式の場合舟運の伴う水路にあってはその交通を阻害しない様、MSL + 5.80 m 以上に管底を設置しなければならない。バンコク付近の主要水路を図 3-3-4 に示す。

2) 洪 水

ガスパイプライン建設において工事に最も留意することの 1 つに洪水がある。





バンコクにおける地下水位は極めて地表に近く、乾期においても Q.L. - 1.00 m となることは稀である。従って降雨により部分的に洪水現象が見受けられる。

バンコクにおける洪水は外的洪水と内的洪水に分けられよう。内的洪水は前述のように排水設備能力を超えるような降雨時において低地帯に見受けられる。これは下水設備の整

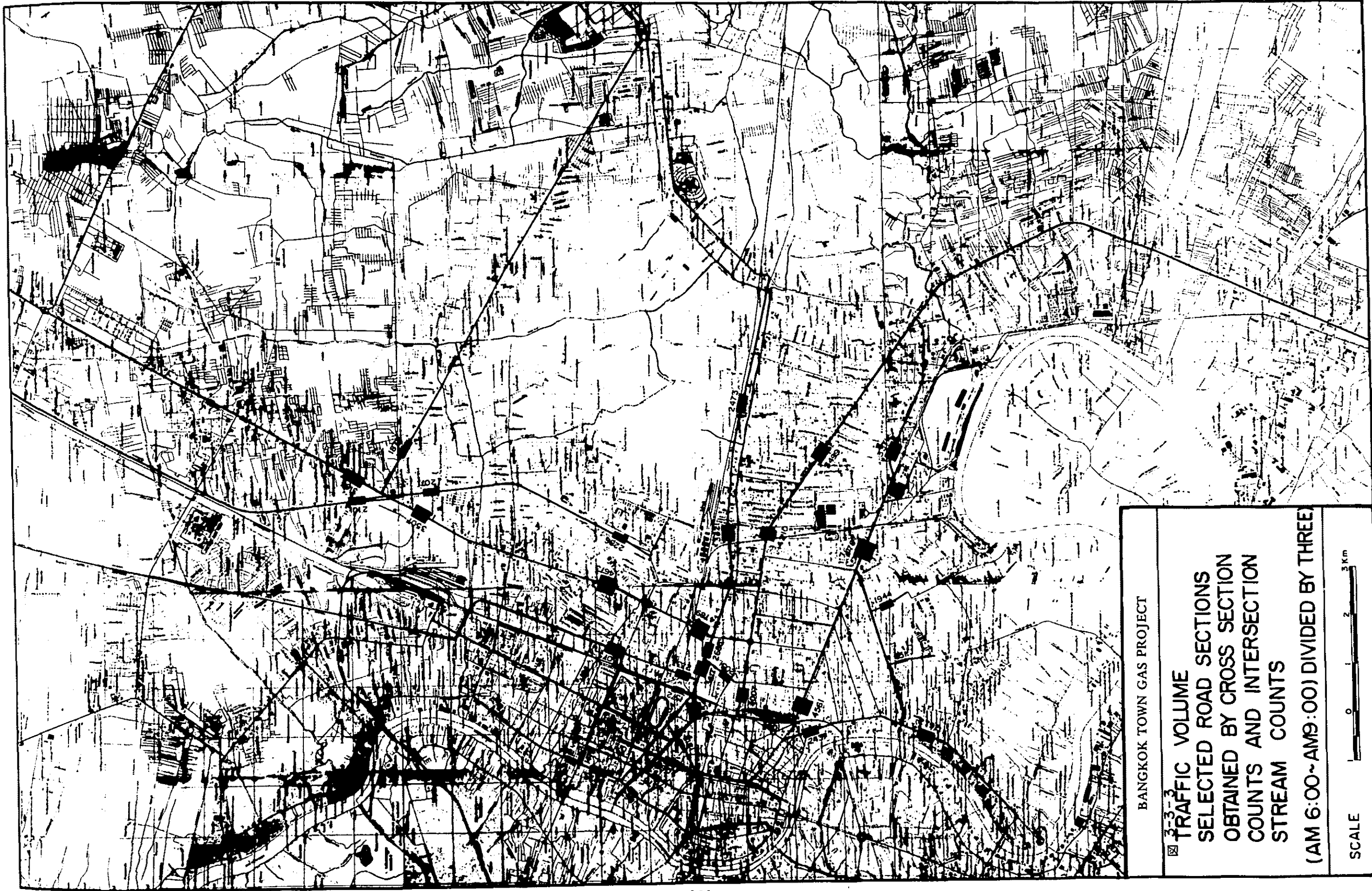


BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-2 AVERAGE TRAVEL SPEED
(VEHICLE KM/HOUR)

LEGEND	Speed Range (km/H)
	40 km/H
	20~40 km/H
	10~20 km/H
	10 km/H

SCALE 



BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3
 2
 1
 0
 1
 2
 3 Km

SCALE

(AM 6:00~AM9:00) DIVIDED BY THREE

STREAM COUNTS

COUNTS AND INTERSECTION

OBTAINED BY CROSS SECTION

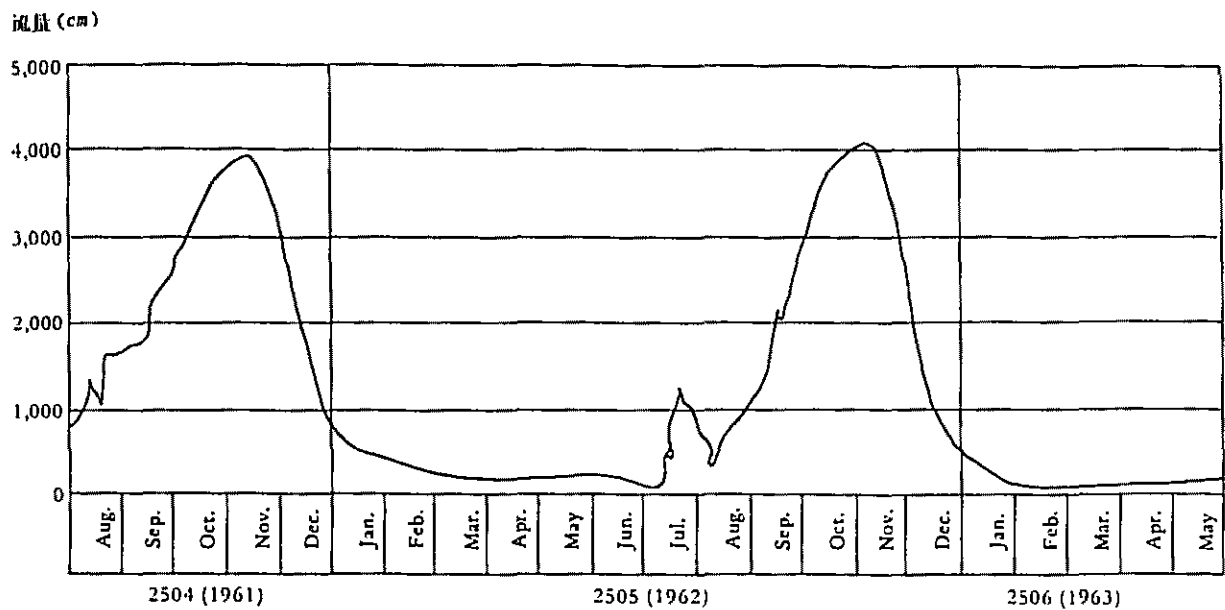
SELECTED ROAD SECTIONS

TRAFFIC VOLUME

備強化に伴って、改善されるものと期待される。

外的洪水はChao Phrayaの流量増大、シャム湾の満汐による2つの原因に基因することが多い。タイでは季節風による雨が多いので、河川流量は季節と密接な関連を有していることは図3-3-5に示す通りである。この流量がChai Natで3,300 m³/secを超えた場合洪水の危険性を示しているとも解され、工事管理に十分な注意が要求される。

図3-3-5 DISCHARGE HYDRO GRAPH OF CHAO PHRAYA RIVER AT MOUTH



Ⅲ-3-1-3 鉄 道

タイ国の鉄道はThe State Rail Way of Thailandにより建設運営されており、その大部分が単線区間となっている。

一般に鉄道敷地は広い用地を獲得しており、部分的ではあるが水道管その他の施設が利用しているが、なおガスパイプライン敷設の可能性に富むものと考えられる。

パイプラインの保守上密接な関連を有する国営鉄道の電化計画に就いては当面実施を予定していないが、電化についての関心は深いと言えよう。

Ⅲ-3-1-4 水 道 施 設

(1) 施 設 概 況

バンコク首都圏水道施設は急激な人口増加に伴い1958年の拡張計画、1960年マスタープランの作成等、基本計画の再編、拡張の実施を行って来た。

特に1971年スタートしたトランクメインプロジェクトは10のプランに分れ2~3

ケ年で完成を目途としている。
その概要は次の通りである。

使用パイプ	口径 mm	延長 m
スチールパイプ	500φ~1,500φ	13,902
プレストレストコンクリートパイプ	400φ~1,200φ	28,705
アスベストセメントパイプ	250φ~300φ	10,350

本計画の実施により水道供給設備は一段と整備された。バンコク近辺における水道供給管網の内主要なものを図3-3-6に示す。

(2) 水道管設置基準

ガス供給管と水道供給管設備は多くの類似点を有しているので、参考としてM. W. W. Aの水道管設置基準の一部を要約すると次の通りである。

1) 標準埋設位置

- 300 mmφ以下 歩道
- 400 mmφ以上 車道

2) 床 拵

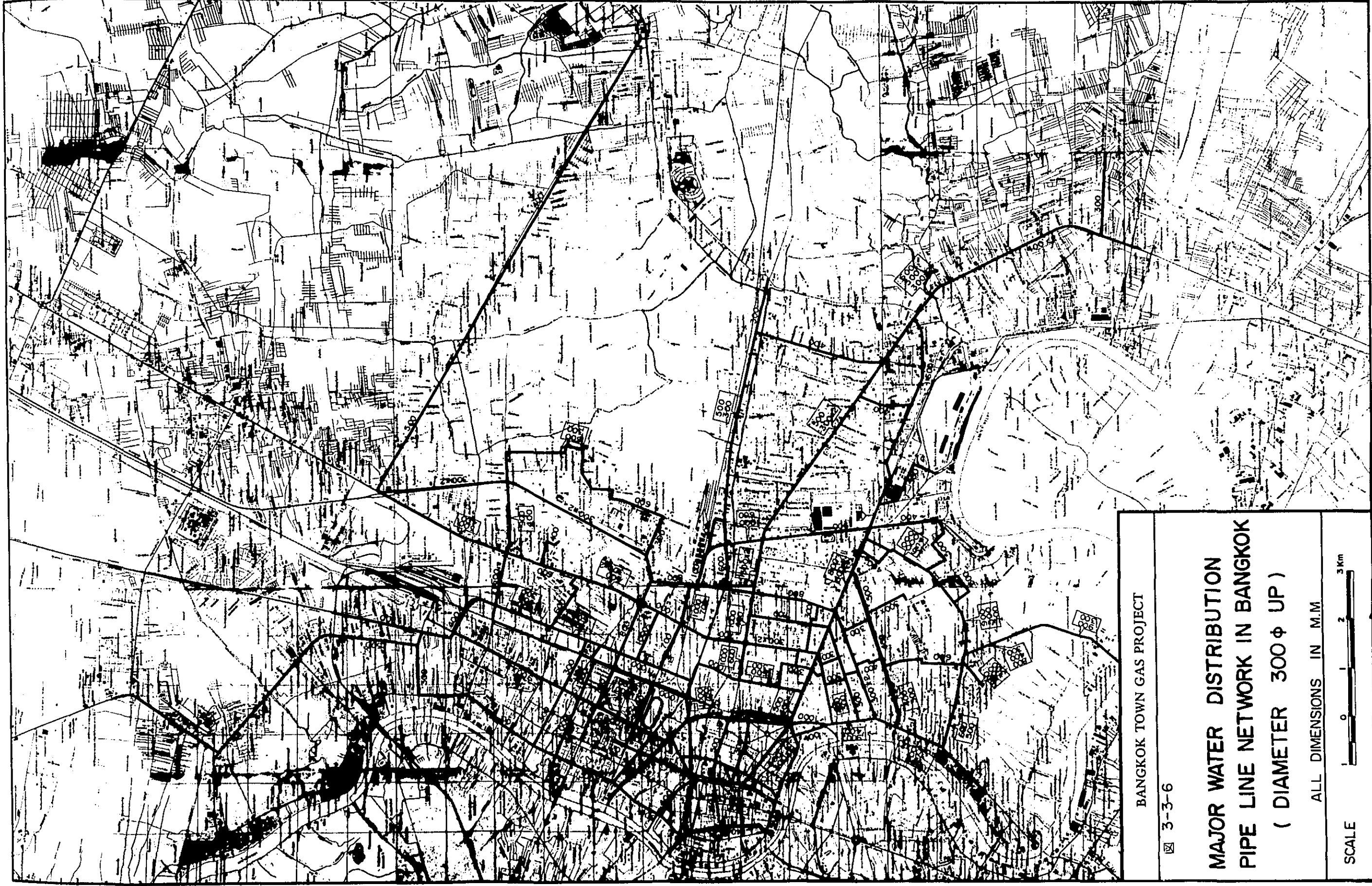
管底部部 200~300 mmを砂若しくは砂利により床拵を行う。

3) 掘削基準

パイプ口径	トレンチ巾	土冠り
mmφ	m	m
150	0.55	1.00
200	0.60	1.00
250	0.65	1.00
300	0.70	1.00
400	1.00	1.30
500	1.00	1.30
600	1.20	1.30
700~900	1.50	1.50
1000	2.00	2.00

4) スチールパイプ

スチールパイプは水路、鉄道、ハイウェイ等主要横断部に使用される。又トランク



BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-6

**MAJOR WATER DISTRIBUTION
PIPE LINE NETWORK IN BANGKOK
(DIAMETER 300 φ UP)**

ALL DIMENSIONS IN M.M.



メインとして約11Km使用されている。一般的には土質の不安定な堆積地帯では、大口径の水道幹線路にスチールパイプが多用され、また推奨されている。今後 Bangkok の大口径水道管路には多く採用されるものと考えられる。

Ⅲ-3-1-5 下水道施設

1998年 Camp Dresser & Mekeoによりバンコクの下水道設備マスタープランが報告された。本報告は次の3 Systemよりなる。

Waste-Water Sewerage System

Flood Protection System

Storm-Water drainage System

本マスタープランに基づき、第1段階として Rama 4 道路～Chao Phraya 川間延長約2,000mの下水路、ポンプ場の建設、および既設下水道施設との連絡を完成し、運転を行っている。図3-3-7に建設概要を示す。其他主要道路には Storm-Water drainage 用排水路が埋設され、また逐次増強されているが、多くは重力流出方式であるため、バンコク市周辺の如き平坦地では動水勾配が少く、強雨時若しくは Chao Phraya 川高水位時には効果を充分発揮することが困難な状況にある。

ガスパイプラインとも関連する下水道計画を図3-3-8に示す。

Ⅲ-3-1-6 高圧送電線路

高圧送電線路としては、現在高架式と地下埋設式が採用されている。高架式超高圧送電線路(230,000V系)は本計画外郭部に位置し、ここでは殆んど関連はない。

バンコクにおける地下埋設式送電線路はM. E. Aにおいて管理、運営されており、3つのケースに分けられる。

(1) ビルディング等に引込む電力、動力用ケーブルで、短区間で、道路用地の使用は少いが、その件数は非常に多い。

(2) 69,000Vの高圧送電線路で、既設されている。

(3) 1974年度の計画により実施予定の230KV超高圧送電線である。

(2), (3)を図3-3-9に位置を示す。

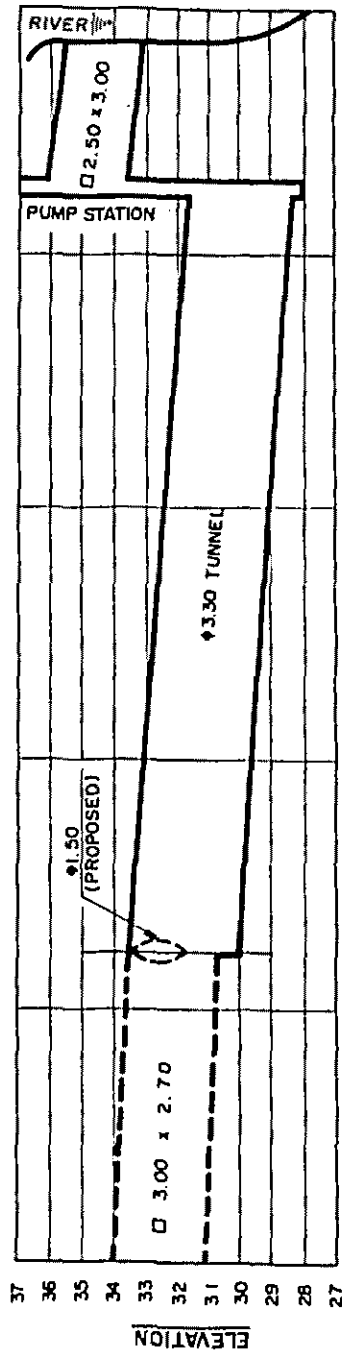
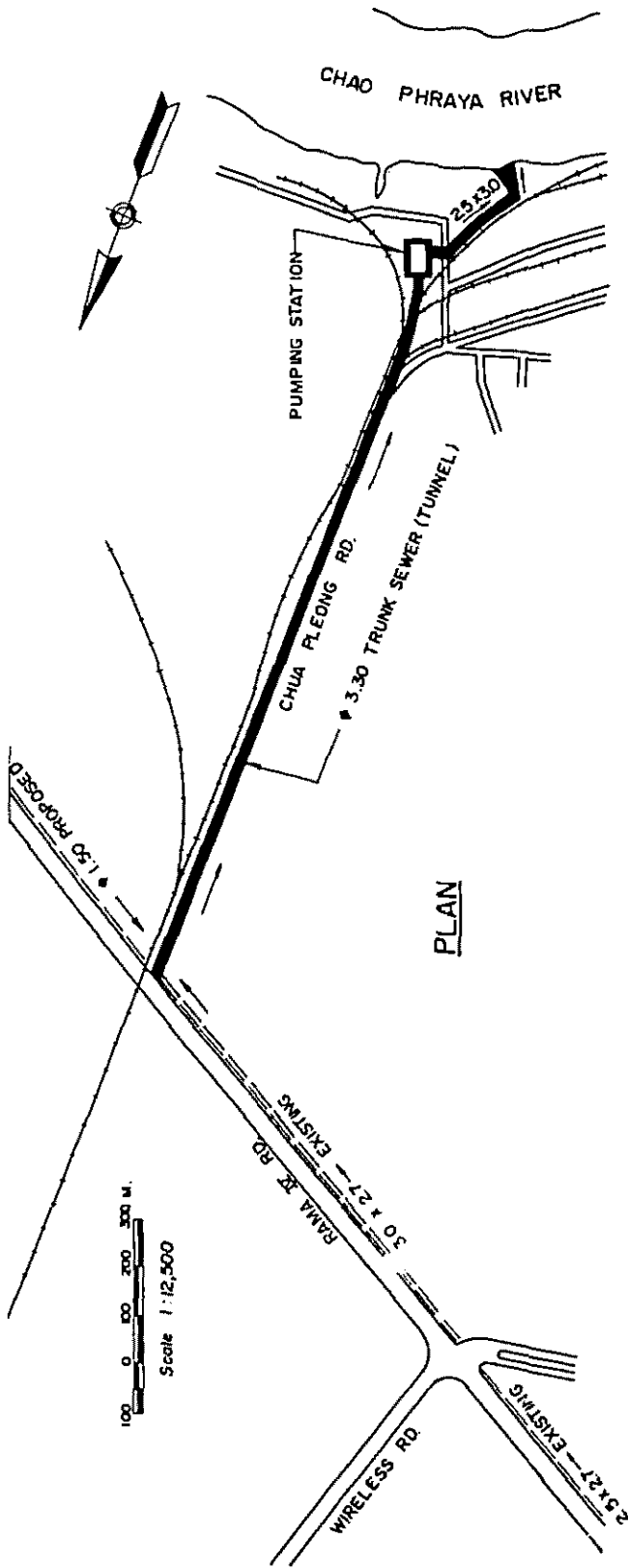
今後電力需要の増大に伴って、超高圧送電線路は高架式、地下埋設式を問わず増強されるであろう。パイプラインとして十分な絶縁対策、プロテクションが要求される。

Ⅲ-3-1-7 電話線網

現在バンコク周辺電話ケーブルの延長は約200Kmで1979年の計画では300Kmを超えるものとなろう。

この電話線網中主要幹線部は主として地下埋設方式を採用している。

図3-3-10にこの地下埋設電話線網を示す。



RAMA IV SEWER

3-3-7 Rama IV Sewer

ALL DIMENSIONS IN METERS



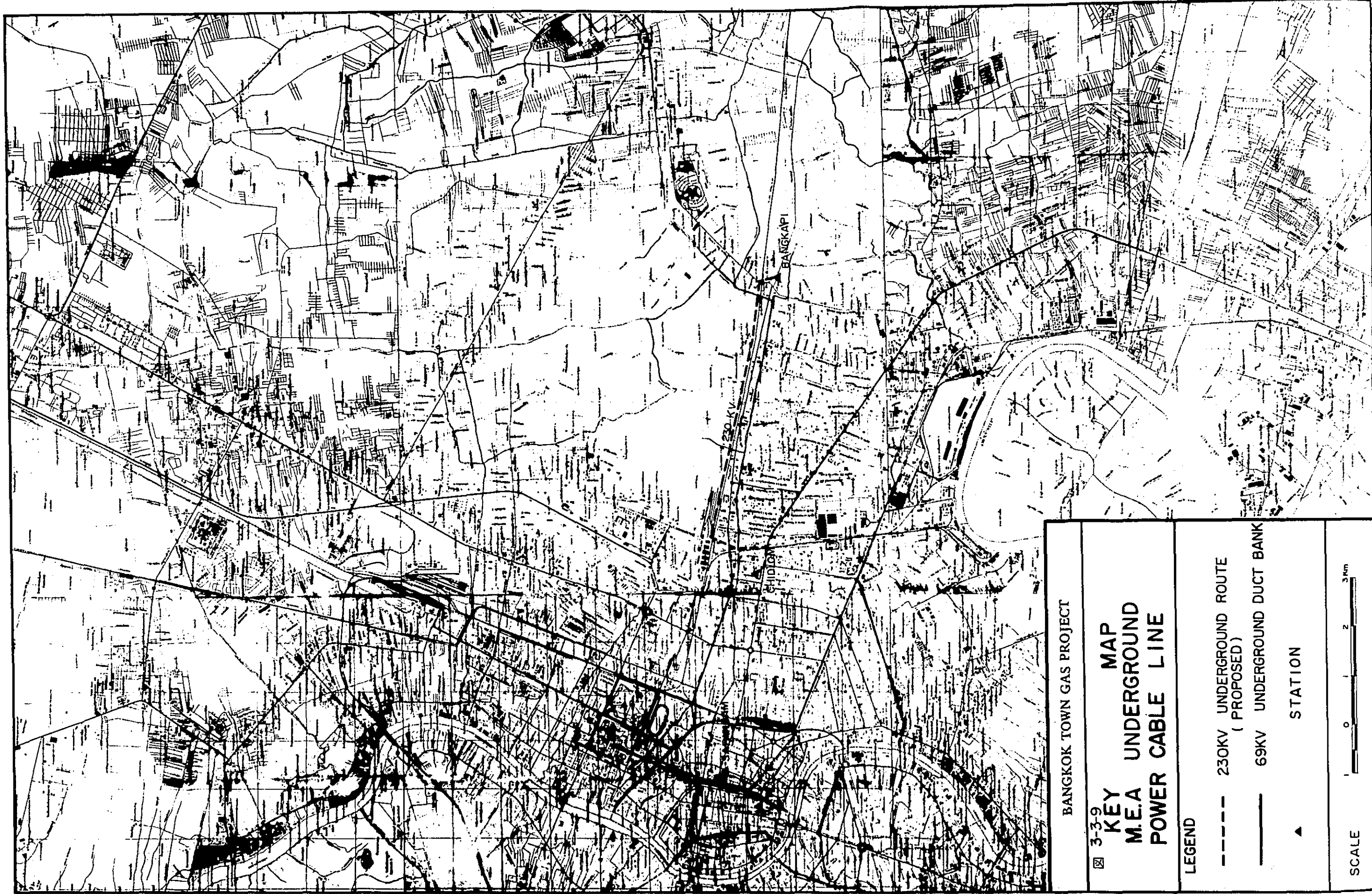
BANGKOK TOWN GAS PROJECT

图 3-3-8

WASTE WATER SEWERAGE
SYSTEM MAJOR TRUNK
SEWERS PLAN
(TUNNELS)

ALL DIMENSIONS IN METER

SCALE 3km



BANGKOK TOWN GAS PROJECT

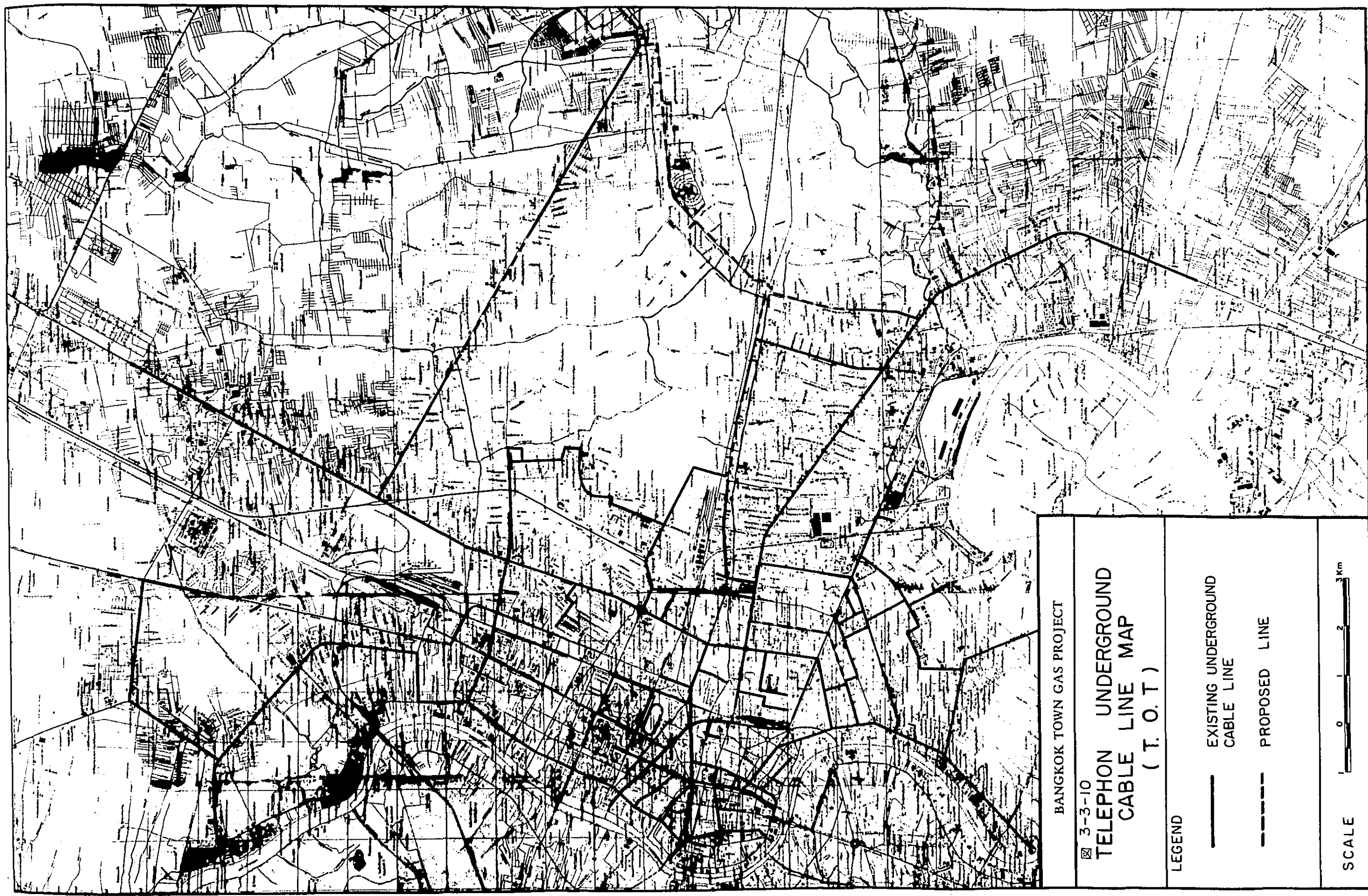
MAP
 KEY
 M.E.A UNDERGROUND
 POWER CABLE LINE

3-3-9

LEGEND

- 230KV UNDERGROUND ROUTE (PROPOSED)
- 69KV UNDERGROUND DUCT BANK
- ▲ STATION

SCALE
 0 1 2 3 km



BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-10
TELEPHON UNDERGROUND
CABLE LINE MAP
(T. O. T)

LEGEND

— EXISTING UNDERGROUND
CABLE LINE

- - - PROPOSED LINE

SCALE

0 1 2 3 Km

尚 T. O. Tは現在二次ケーブルを直埋方式とし、其他を地下管路引込方式で施工している。これらの技術基準は“通信土木に関する技術基準”によっている。関連する主要点を抜粋すると次の通りである。

1) ケーブル保護管は通常アスベスト管とし、鉄道横断、橋梁添架、および切替盤～電柱間引上げ部分等には G. I. Pを使用する。管径は主要管路は4'其の他は3'とする。

2) 管路埋設深度

管路東の底面から路面まで標準 1.8 m ~ 2.3 m

3) 管路占用位置

歩車道のあるときは歩道、ないときは人家寄りを原則とする。

4) 管路保護

アスベスト管路は鉄筋コンクリート巻を原則とする。

5) マンホール設置間隔 最大 2 1 5 m

6) ガス封入

既設の一次ケーブルおよび中継ケーブルはガス封入を行い、ガス圧チェックによる管路の保全防水、除湿等を行っている。

Ⅲ-3-1-8 道路及び標準地区調査

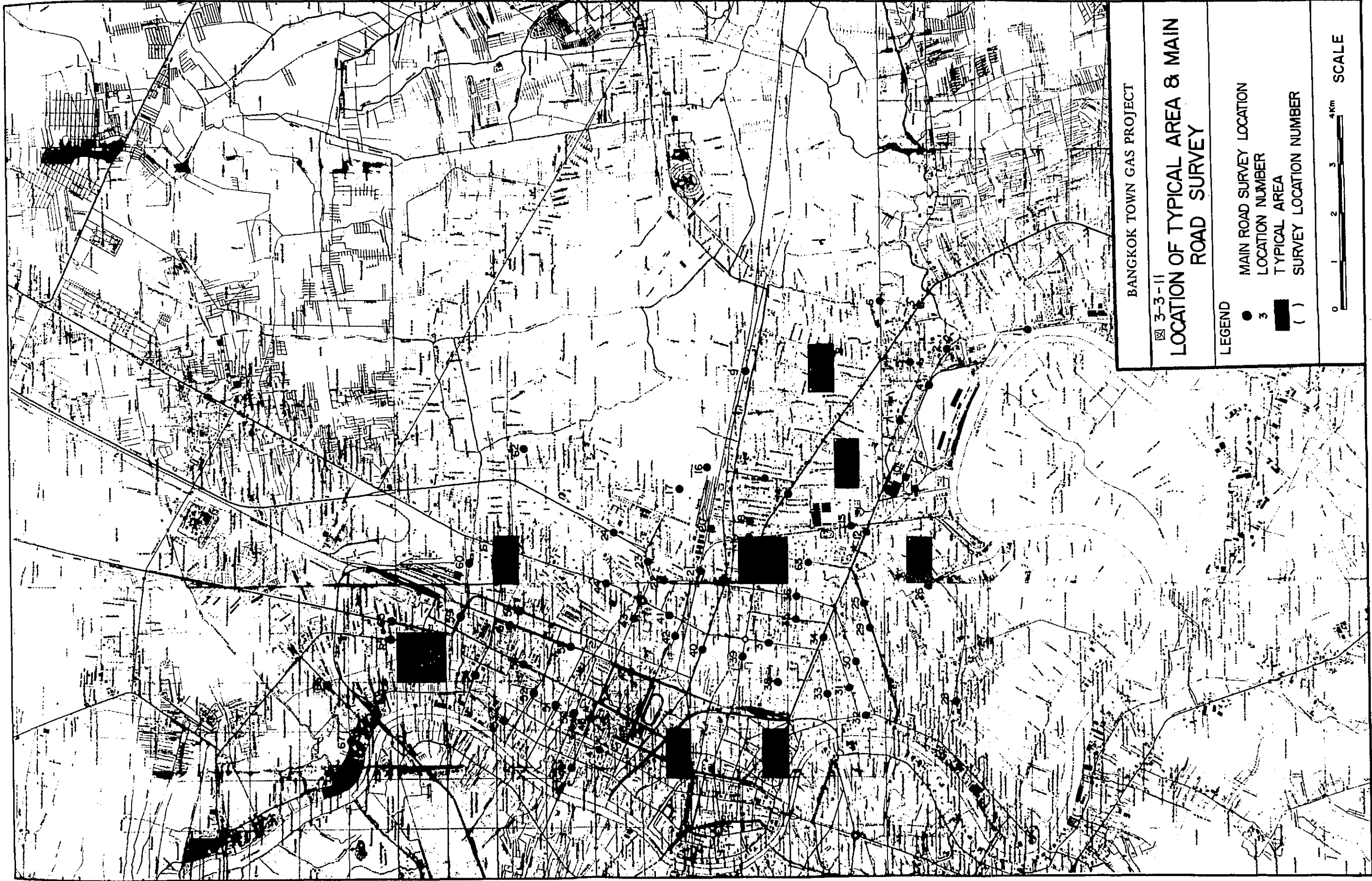
ガスパイプライン敷設に必要な、供給地域内の道路住宅等について実態調査を行なった。全域の詳細調査を実施することが望ましいが、實際上困難が多いので、いくつかの標準地区を設定するとともに、主要ポイントを選定した。調査個所は図3-3-11に示す。

標準地区は、高級・中級・一般住宅街、商業地域、ビル街等に、0.5 Km²~1 Km²の地区を設定し、主として道路状況を調査するとともに、この中からさらに小さい地区(図3-3-12(1)~(4))を設定し敷地構成、家屋配置状況、家屋の平面的構成等を実測した。

主要ポイントについては、道路断面の詳細、舗装形式、交通量の度合、付近住宅の環境等の概要を調査した。

主要道路の舗装種別は図3-3-13に示すとおりである。市内の道路は、建設年次により舗装形成に変化があるが、一般的にはコンクリート道路が多い。しかし、コンクリート道路でも交差点構造物の近辺、路肩にはアスファルトが使用されている。尚、アスファルト及びセメントはタイ国で大量生産され、施工技術も進歩しているが、既往のアスファルト道路には、層の薄いもの、下層部の不良化したもの、過密交通・浸水等によって劣化したもの等が見受けられる。

この様な道路にガスパイプラインを敷設する場合には、道路の復旧工事の影響を充分考慮する必要がある。



BANGKOK TOWN GAS PROJECT

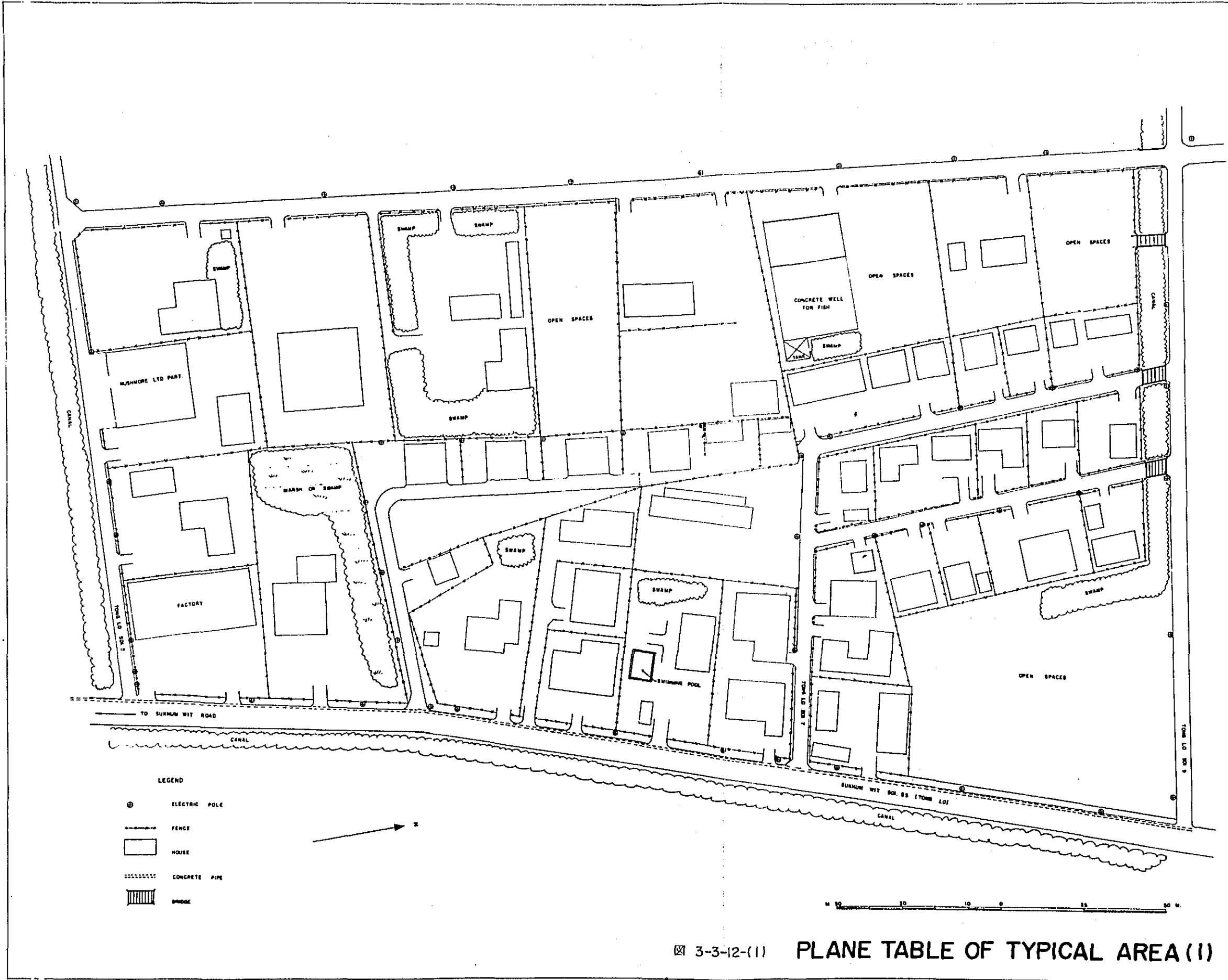
3-3-11

LOCATION OF TYPICAL AREA & MAIN ROAD SURVEY

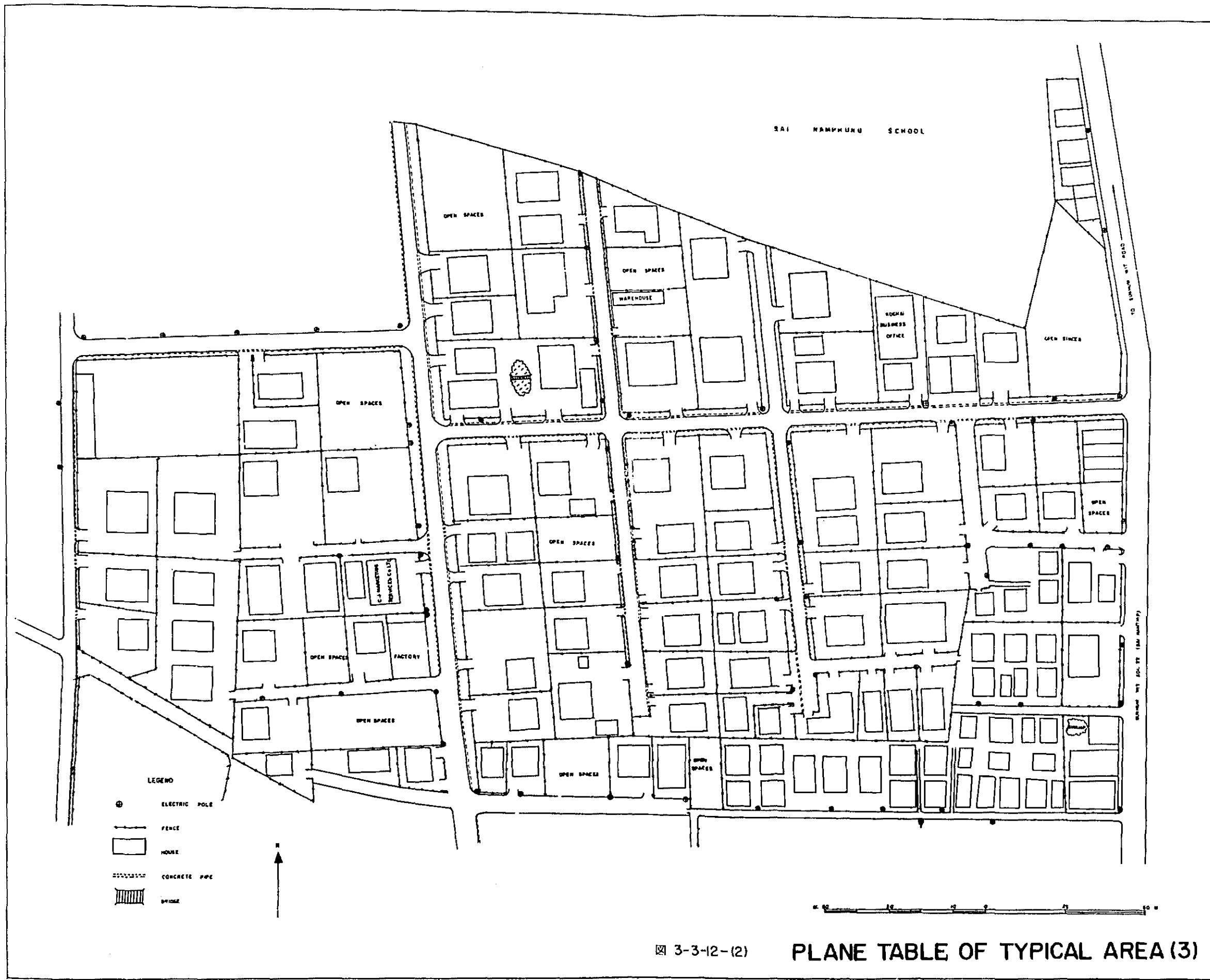
LEGEND

- MAIN ROAD SURVEY LOCATION
- 3 LOCATION NUMBER
- TYPICAL AREA
- () SURVEY LOCATION NUMBER

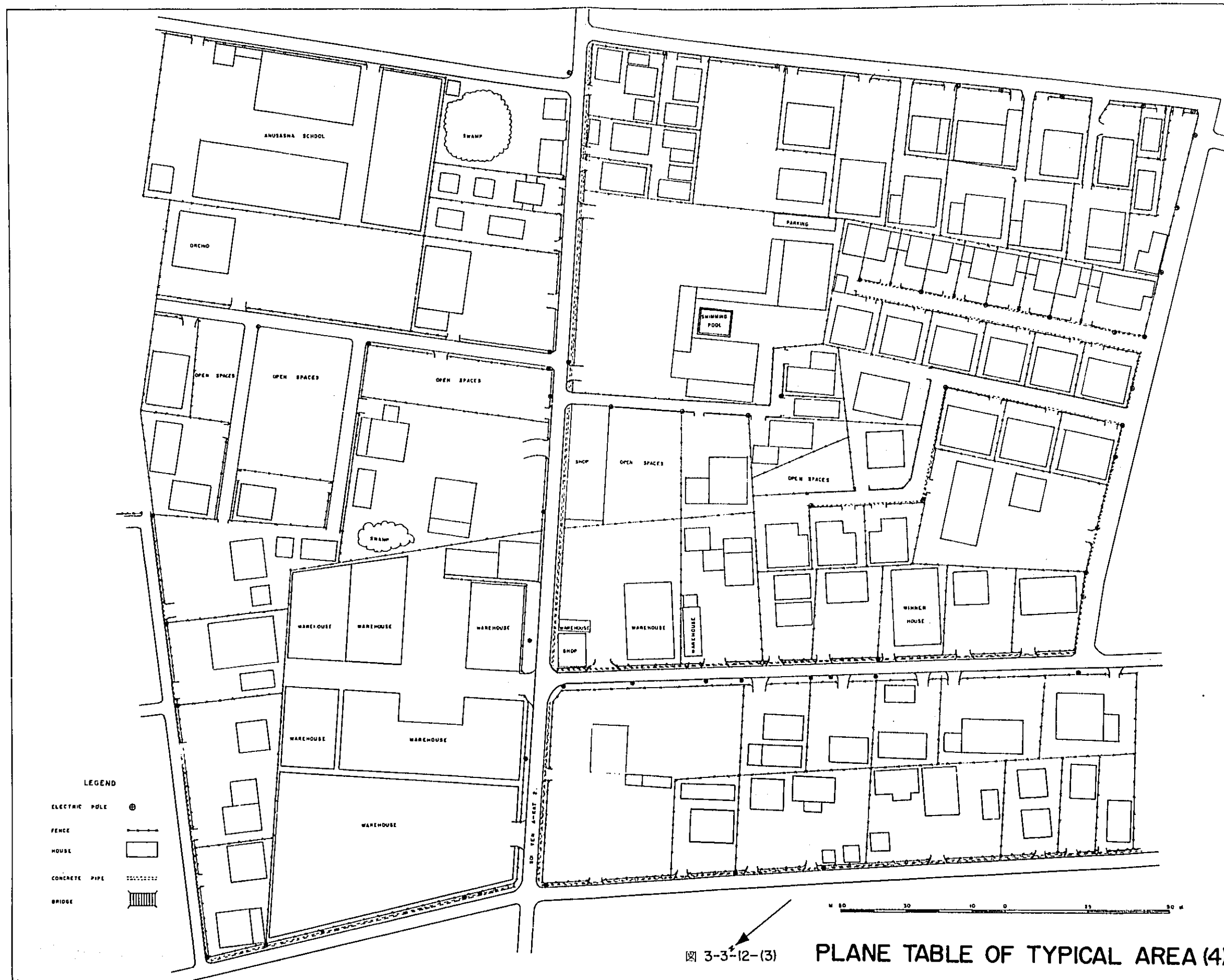
0 1 2 3 4km SCALE



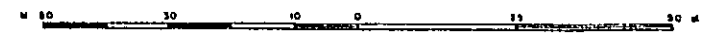
3-3-12-(1) PLANE TABLE OF TYPICAL AREA (I)



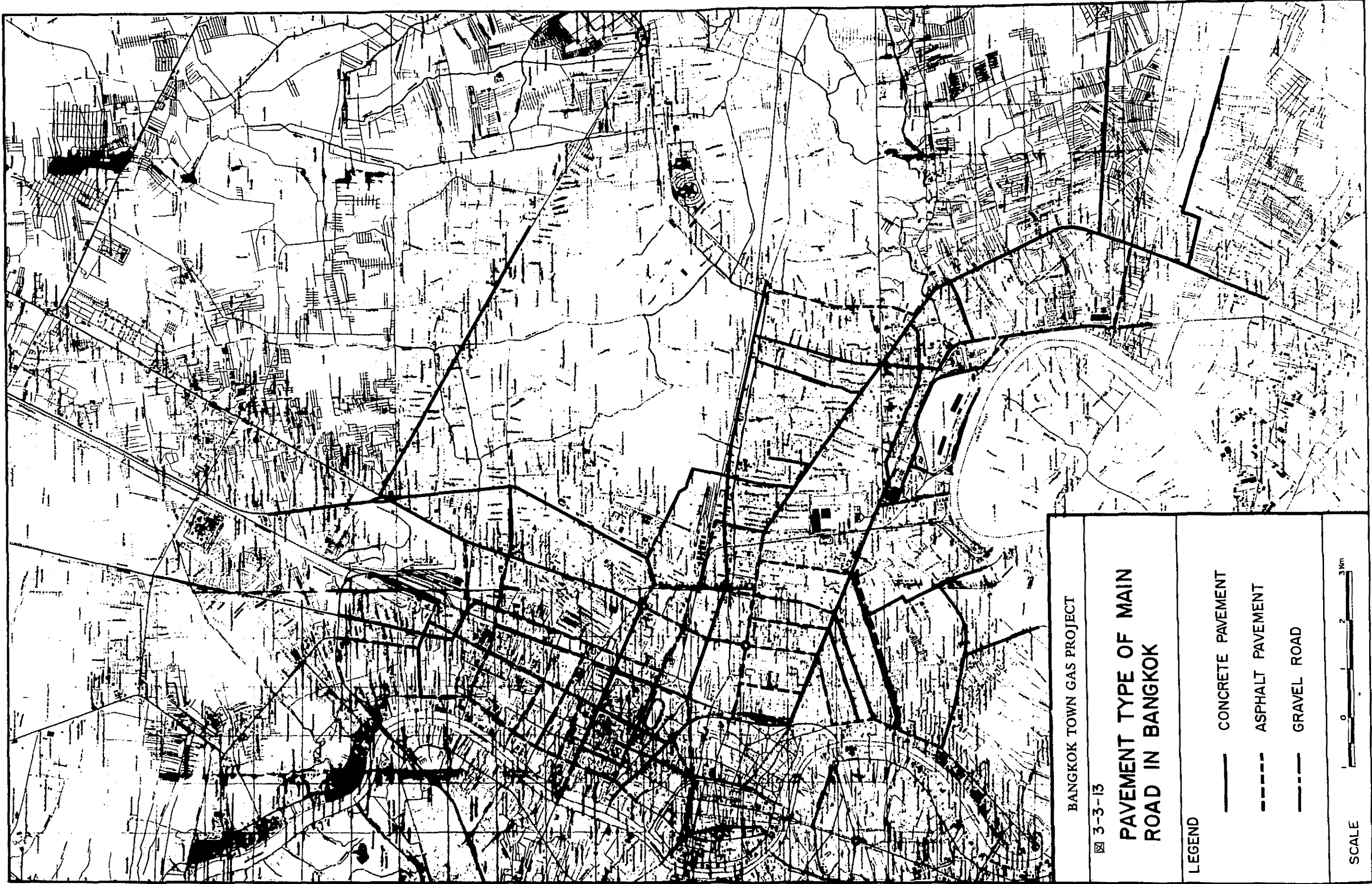
3-3-12-(2) PLANE TABLE OF TYPICAL AREA (3)



- LEGEND
- ELECTRIC POLE ⊕
 - FENCE ————
 - HOUSE [rectangle]
 - CONCRETE PIPE [dashed line]
 - BRIDGE [triple lines]



3-3-12-(3) PLANE TABLE OF TYPICAL AREA (4)



BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-13

PAVEMENT TYPE OF MAIN ROAD IN BANGKOK

LEGEND

— CONCRETE PAVEMENT

- - - ASPHALT PAVEMENT

- · - · GRAVEL ROAD

SCALE



調査箇所数は、次のとおりである。

	路線又は地区数	道路調査箇所数
主要道路	30路線	07
標準地区	8地区	130
主要ポイント		256

Ⅲ-3-2 供給設備に関連する物理的諸条件

Ⅲ-3-2-1 バンコクの地質

バンコク周辺の地質は縦断的にみると図3-3-14にあるようにバンコク近辺で特に平坦になっている。そこでこの地質を4つの層に分類して以下に略記する。

(1) 厚さ1~3mの風化表層は灰色と褐色がまだらになった硬質粘土で乾湿の繰返しを受けたための亀裂が生じている。ところにより種々の盛土材(一般に粘土性のもの)が表層として存在する。地下水位は+1.0~1.5m平均海面である。

(2) 軟弱で圧密性の高いバンコク粘土(Bangkok Clay)と呼ばれる非常に柔かいものから中程度のもので、暗灰色で通常-1.2±2m平均海面にまで及んでいる。

(3) 硬い粘土から非常に硬い粘土層で灰色又は黄褐色、厚さは場所により異なるが、-2.0±2m平均海面にまで及んでいる。

(4) 砂質粘土を含む高密度の砂と砂利の層で、厚さは少なくとも200~300mの深さまで存在する。

注：平均海面(Mean Sea Level, M.S.L.=E.L.+35.03m)

バンコク粘土(第二層)は一般的に均質であり、層厚は一様ではないが若干の貝殻を含んでいる。これは、現在の陸地が深海であった事を意味している。(Chai et. al., 1990)

硬い粘土(第三層)は海面が非常に低かった時、乾燥や、風化の影響で出来たものと思われ、陸地の隆起と相対した海の隆起により比較的一様な標高の地層が出来た。

(N. G. I, 1967)

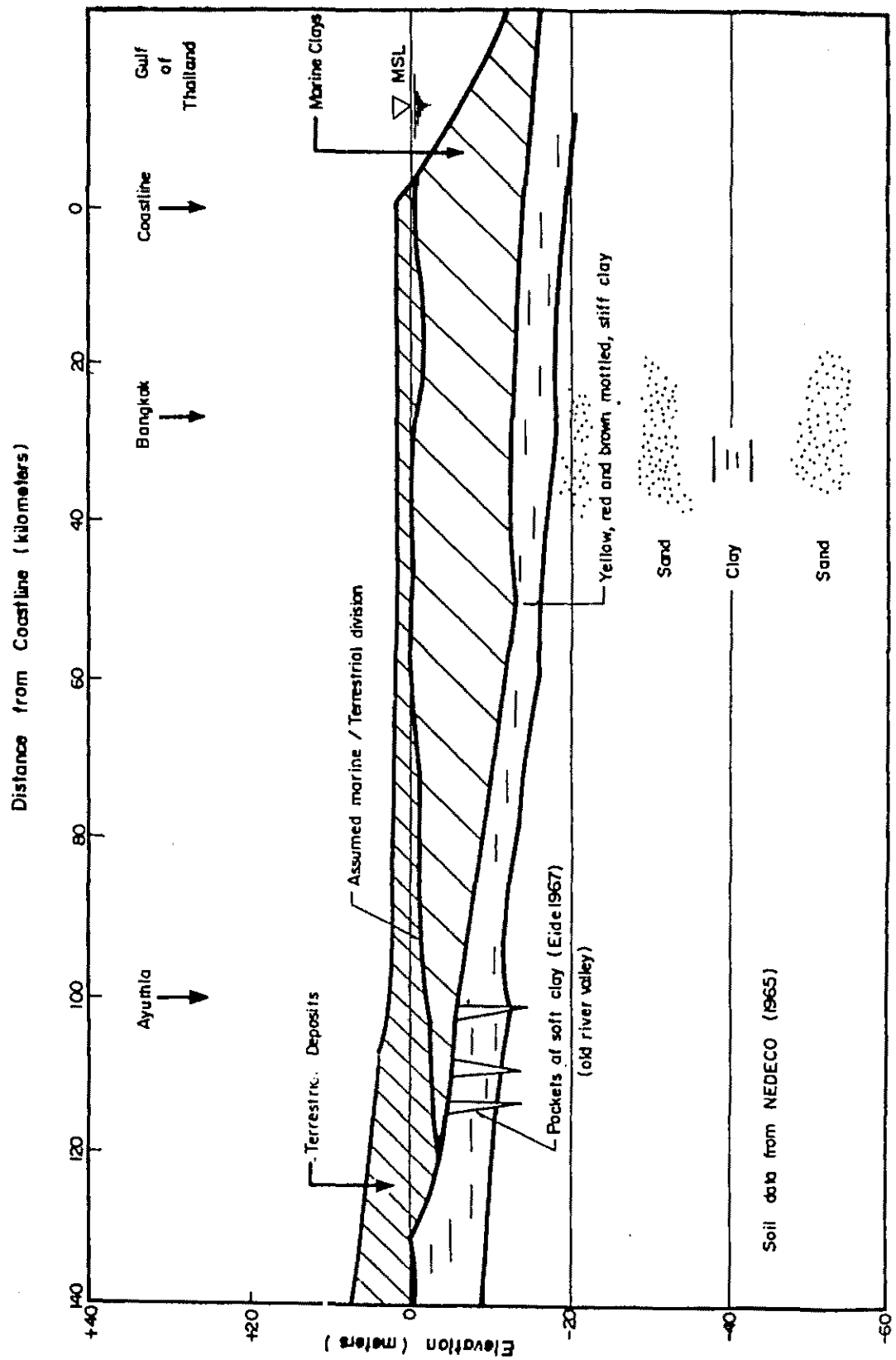
砂層(第四層)は第四紀の沖積層であり、チャオピア平原の古代の河川から堆積したものである。(Chai et. al., 1990)

Ⅲ-3-2-2 土 質

Ⅲ-3-2-2-1 調査・過程

本調査は、計画供給地域内の全般的な土質状態、基礎、パイプに与える影響等を調査の対象とした。又この調査のためのボーリング調査と室内試験はA. I. T (Asian Institute

图 3-3-14 Cross Section Through Chao Phraya Delta, Thailand
(after Cox, 1968)



of Technology)により1974年に実施された。

尚報告書としてAppendixに添付した。

III-3-2-2-2 土の工学的性質

今回のガスパイプ、ガス製造設備の基礎を考える上では前述した4つの層の工学的性質を把握しなければならない。

1) 表 層

バンコク周辺の表層の特色は硬く亀裂を起こした暗灰色の地層であり、図3-3-15に示すように平均して1.0~3.0mの層厚である。又有機物の含有量は約1.74%程度で郊外の色々な所から運ばれて来た盛土材のため茶色ないしは茶灰色をした層も所々にある。

この表層の支持力は 2.0 t/m^2 、CBR(California Bearing Ratio)値は4%程度である。特に水田等を工事中に使用する場合には現地盤より少なくとも1.5mは砂などにより入れ換える必要がある。

2) 軟弱な粘土

図3-3-16は深度に対する非排水せん断強度を示したものであり、その資料は我々が実施した10ヶ所の試験ボーリングから得られた一軸圧縮試験の結果と過去に行われたものとの記載したものである。

この圧密性の高い粘土は今回の調査によるとGL-2.0mから-15.0mにおよび、一軸圧縮試験強度はほとんどが 1.0 t/m^2 以下の値をしめした。又この粘土の鋭敏比は他の収集した資料からみて2~4と予想出来る。

粘土の圧密性は間隙比と圧力の関係により得られるが、本調査では軟弱粘土と硬質粘土に分けて試験し、その結果をAppendixに記載した。それによると圧密係数 C_v は $2.0 \sim 8.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$ 、圧縮指数 C_c は1.0~2.5程度である。又過圧密については $e - \log p$ 曲線より想定され、そのほとんどがまだ現在の土被り圧以上の垂直圧力を受けていないようである。

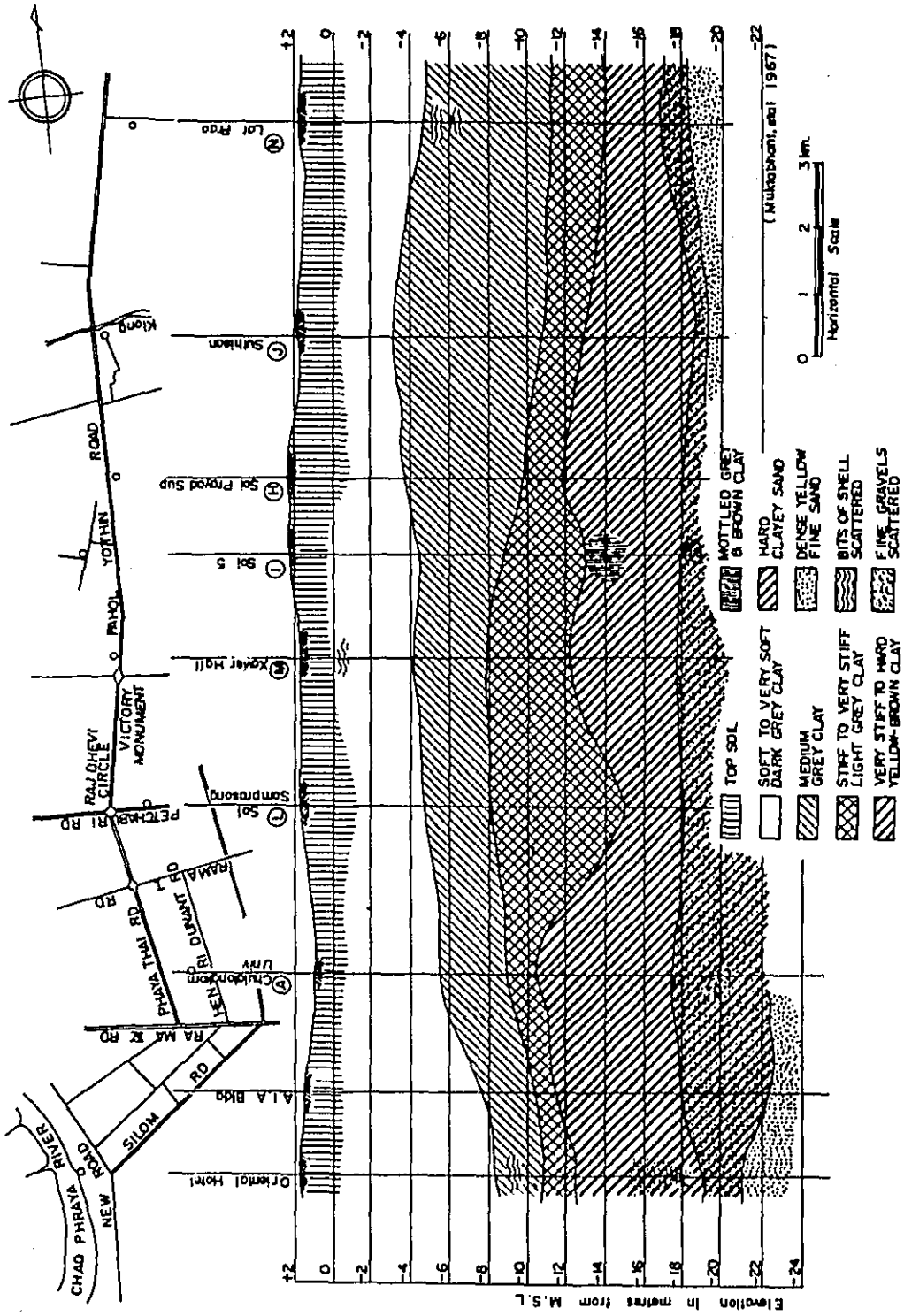
3) 硬い(Stiff)から非常に硬い(Hard)粘土

この硬い粘土層の一軸圧縮強度は $1.0 \sim 4.0 \text{ t/m}^2$ の範囲にあり、一般に中規模構造物の杭の支持層である。

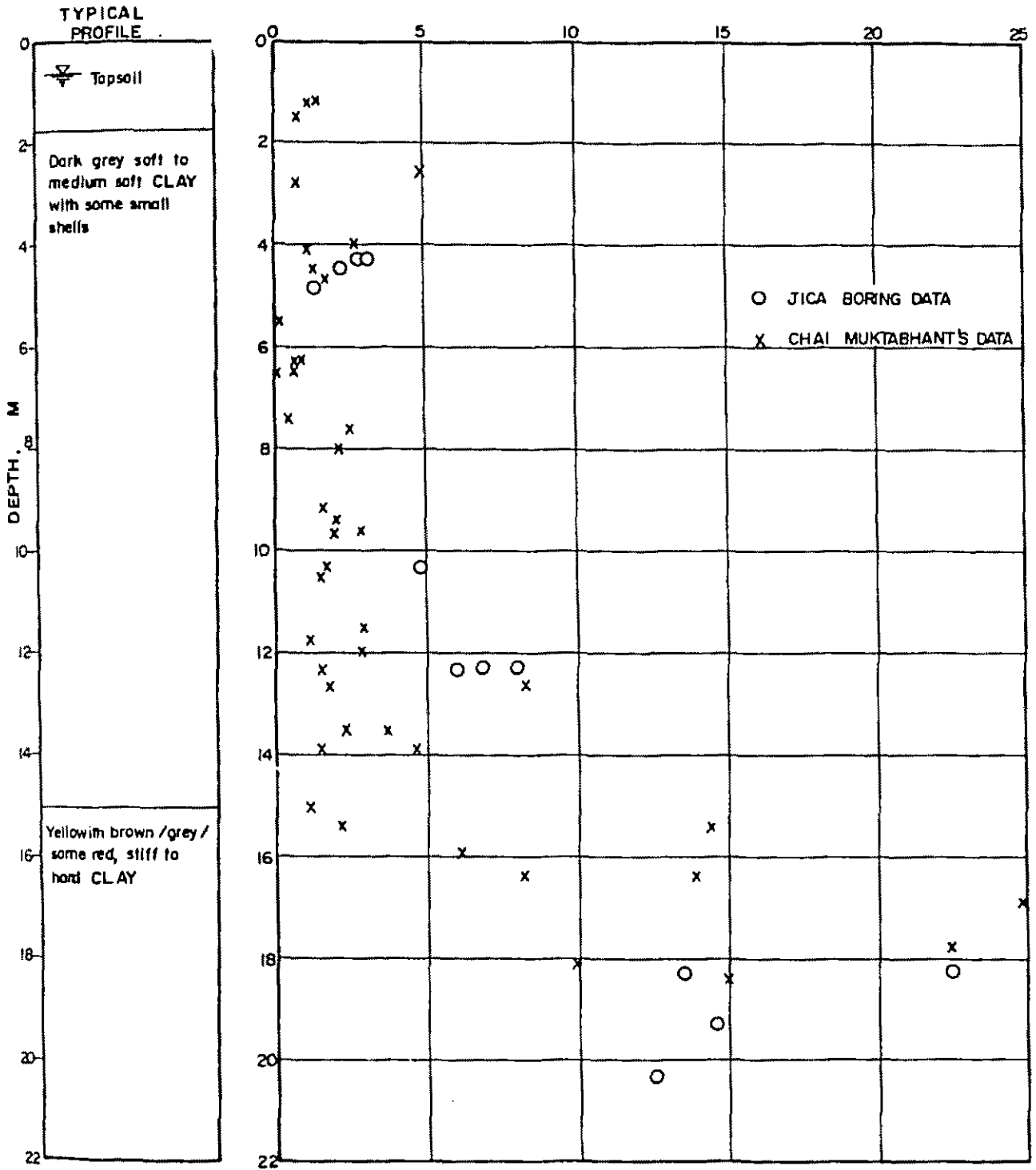
今回の調査によるとこの粘土層はGL-15.0mから所によりGL-30.0mまでおよび層厚は平均すると7~8m程度である。自然含水比は上部の軟弱粘土層より低く約40%であるが、空隙は完全に水により飽和されている。

本調査結果からもわかるように標準貫入抵抗(N値)はこの粘土層にきて急に増加し20~40程度にまで達する。

3-3-15 Soil Profile Along Pahol Yotin Highway



☒ 3-3-16 Typical Unconfined Strength Data on Bangkok Clay



4) よく締った砂と砂利層

前述の硬い粘土層の下に密に締った黄色の砂層がある。所によってはこの砂層と粘土層の間に黄灰色の粘土質砂層があり、これが砂層と粘土層の変り目とみなされる。又この層は大きな重い構造物を支える杭やケーソンの支持層としての十分な強度を持っている。

III-3-2-3 土質工学的諸問題

III-3-2-3-1 不等沈下の影響

バンコク粘土は極端に軟弱で非常に圧縮性の高い性質を有している。地下埋設管は周辺の土砂によって外部荷重や温度変化の影響などから保護される利点があるが、逆に直接地盤に接しているために地盤の変形の影響を受ける欠点がある。特に地盤の不等沈下などによって設計施工時に予期せざる応力が発生し場合によっては埋設管が破壊し、大きな事故になることも考えられる。そこで不等沈下の原因を上げると次の様な事が考えられる。

1) 配管工事の施工後に埋設管の直上又はその付近で道路等の盛土、宅地造成などの笠上げ工事あるいは他工事などによる部分的な地下水位の低下などがあるとこれらによって上載荷重が増加されることになり粘土層に圧密沈下を生じる。これが地盤に不等沈下を生じさせ、埋設管にも不等沈下を起こし不等沈下応力が発生する。

2) 地下水位の低下などではほぼ様な地盤沈下を生じている場合でも、橋梁のアバットやバルブピット等の杭で支持されているような不等沈下構造物に埋設管が接続されていると、その境界において大きな応力が発生する。

3) 固い地盤と軟弱な地盤の境界付近において軟弱地盤に沈下が生じると不等沈下となるので埋設管に応力が発生する。

バンコクにおいては不等沈下応力がこれらの状態で発生すると推測出来る。そこでこの不等沈下量と不等沈下応力の一例を Appendix に示した。

III-3-2-3-2 構造物の基礎

都市ガス供給設備の中で大規模な基礎を必要とする構造物はあまりないが、バンコク粘土は非常に軟弱で圧縮性が高いため 2.0 t/m^2 以上の接地圧力をもつ構造物は支持力のある圧縮性の低い支持層に荷重を伝達する深い基礎が必要である。

比較的軽い荷重、ここではバルブピット、ガスパイプライン河川横断部の橋脚、ガス製造工場の軽荷重設備などに対しては木杭やプレキャストコンクリート杭を硬質粘土層まで打込み、摩擦杭としてこれらの杭を使用する。具体的には、バルブピットや工場の軽荷重設備などは長さ $5 \sim 8 \text{ m}$ の木杭を又河川横断部の橋脚は長さ $15 \sim 18 \text{ m}$ のプレキャストコンクリート杭を硬い粘土層まで打込む。

工場や供給所のガスホルダー、ナフサタンク、コンプレッサー、建物は比較的重い荷重であるため摩擦杭では不十分で支持杭が必要である。そこでこれらに対しては長さ 23 m 、

35 cm 正方の断面をもつプレストレストコンクリート杭を標準貫入抵抗 30 程度の層まで打込む。この杭の支持力は 30～40 トン/本である。

このように構造物の基礎は原則として杭構造とし、サンドドレーン等の地盤改良は行なわない事とする。

しかし工場や供給所内の一部は現在軟弱な沼地であるためこのままでは建設作業も困難である。従ってこのような軟弱で地下水位の高い所に対しては砂による置換えが必要である。

Ⅲ-3-2-4 腐食環境

Ⅲ-3-2-4-1 一般

一般的に土壤の腐食性を進定する因子には

- (1) 土壤抵抗率
- (2) 土壤の PH 値
- (3) 土壤の酸化還元電位

等がある。

(1) 土壤抵抗率

土壤の腐食性を推定する因子の中でもこの土壤抵抗率が最大の影響を与える因子であるとしている学者が多い。一般に土壤抵抗率と鉄鋼腐食程度とは表 3-3-1 に示すような関連があり、土壤抵抗率が 2,000 Ω -cm 程度より低い土壤は腐食性が激しいことがわかる。また土壤抵抗率は含有水鼠や溶解塩類に影響を受けこれらの含有量が多くなると抵抗率は低下する。

(2) 土壤の PH 値

PH 値は土壤中の水素イオン濃度を示すもので酸の全量を示すものでないから、これだけで腐食性を述べることは不十分ではあるが、1つの因子として重要なものである。概して言えば鉄は酸性に弱く、鉛は酸性とアルカリ性に弱い。水中における PH 値と腐食との関係を図 3-3-17 に示す。

表 3-3-1 土壤抵抗率と裸管の腐食程度

鉄鋼の腐食程度	裸管の寿命	土壤抵抗率 (Ω -cm)
非常に激しい	10 年以下	1,000 以下
激しい	10 年以下	1,000～2,000
中位	10～17 年	2,000～5,000
緩慢	17～25 年	5,000～10,000
非常に緩慢	25 年以上	10,000 以上

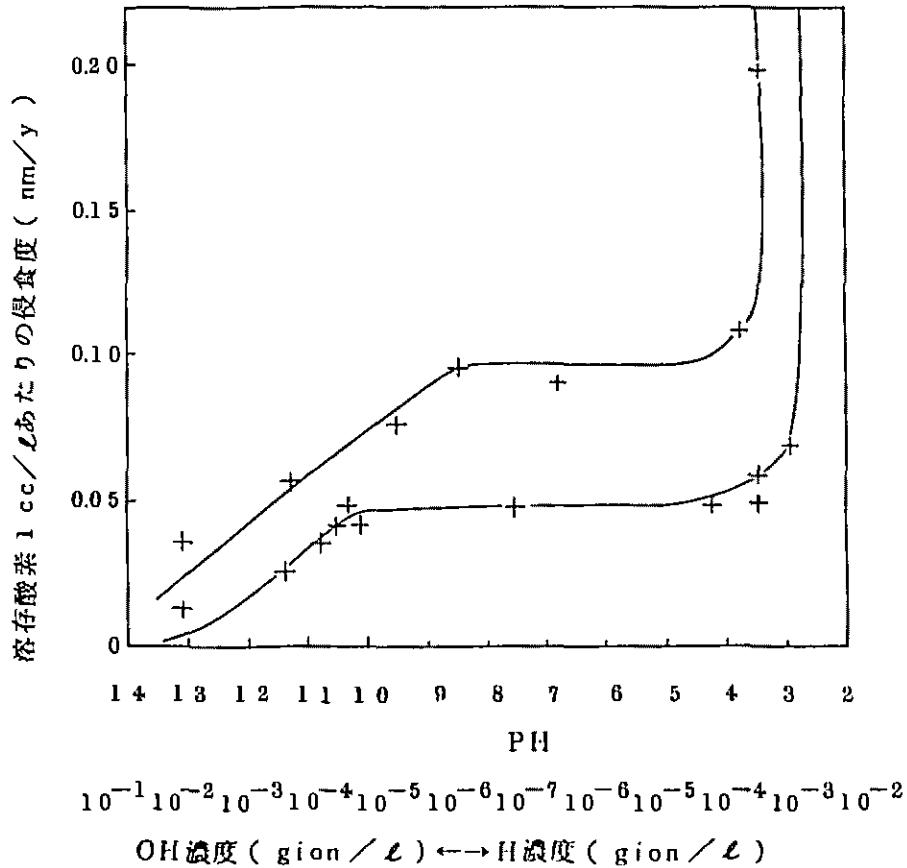


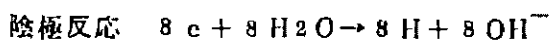
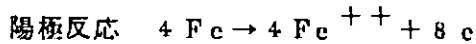
図 3-3-17 軟鋼の腐食における PH の影響

(Whitman, Russel, Altieriによる)

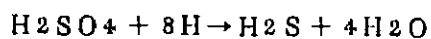
(3) 土壌の酸化還元電位

硫酸塩を含有する不通気性の土壌中に嫌気性の硫酸塩還元菌が繁殖していると次式に示すように腐食の陰極反応を復極させて速い腐食を生ずる。

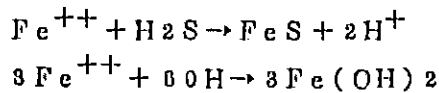
一般的腐食機構 (V. Wolzogen Kühr-1934による) すなわち



において、細菌により次のように陰極側が復極し



このため次式の反応により腐食生成物として硫化鉄と2価の水酸化鉄を生ずる。



またFeSも金属鉄に対して腐食剤として働く。この細菌腐食の傾向は土壤の酸化還元電位を測定することによって推定できる。

酸化還元電位と細菌腐食性の関係は表3-3-2に示す。この種の腐食は沼沢地や埋立地など低湿地土壤に多く発生し、ことに海底のヘドロの中では多発する傾向が著しい。

表3-3-2 酸化還元電位と細菌腐食性

酸化還元電位 (mv)	細菌腐食傾向
100以下	激烈
100～200	中程度
200～400	軽微
400以上	無

Ⅲ-3-2-4-2 バンコクにおける土壤の腐食性

前項で述べた土壤の腐食性を推定する因子としての3項目についてバンコクでの測定調査結果の一部を表3-3-3に、またその測定調査位置を図3-3-18に示す。

土壤抵抗率は220Ω-cm～3,500Ω-cmの範囲にあり、そのうち2,000Ω-cm以下の腐食性の激しい土壤が全調査地点の80%以上あり、マイクロセル腐食の激しい環境にあることを示している。

土質的には前述されているが如く、地下3m程度までは一般的に硬質粘土であるが、一部には粘性砂質土も見られ土壤抵抗率のバラツキも考え合わせると土質差によるマクロセル腐食、又地下水面付近のマクロセル腐食も考えられる。

酸化還元電位は数個所で中程度の細菌腐食性の傾向が見られる以外はほとんど細菌腐食の傾向が見られていないが前項で述べた土質条件等から推定すると現実の酸化還元電位はもう少し小さいと考えられる。

またPH値は6.4～8.8の値を示し、特に腐食性の激しい強酸性土壤はない。

以上のような腐食性要因の他に土壤温度が25～28℃と高く、腐食を促進する環境にあり、結論としてガス供給用の配管には十分な腐食防止対策を必要とする土壤であると言える。

Ⅲ-3-3 ガス供給システムの検討

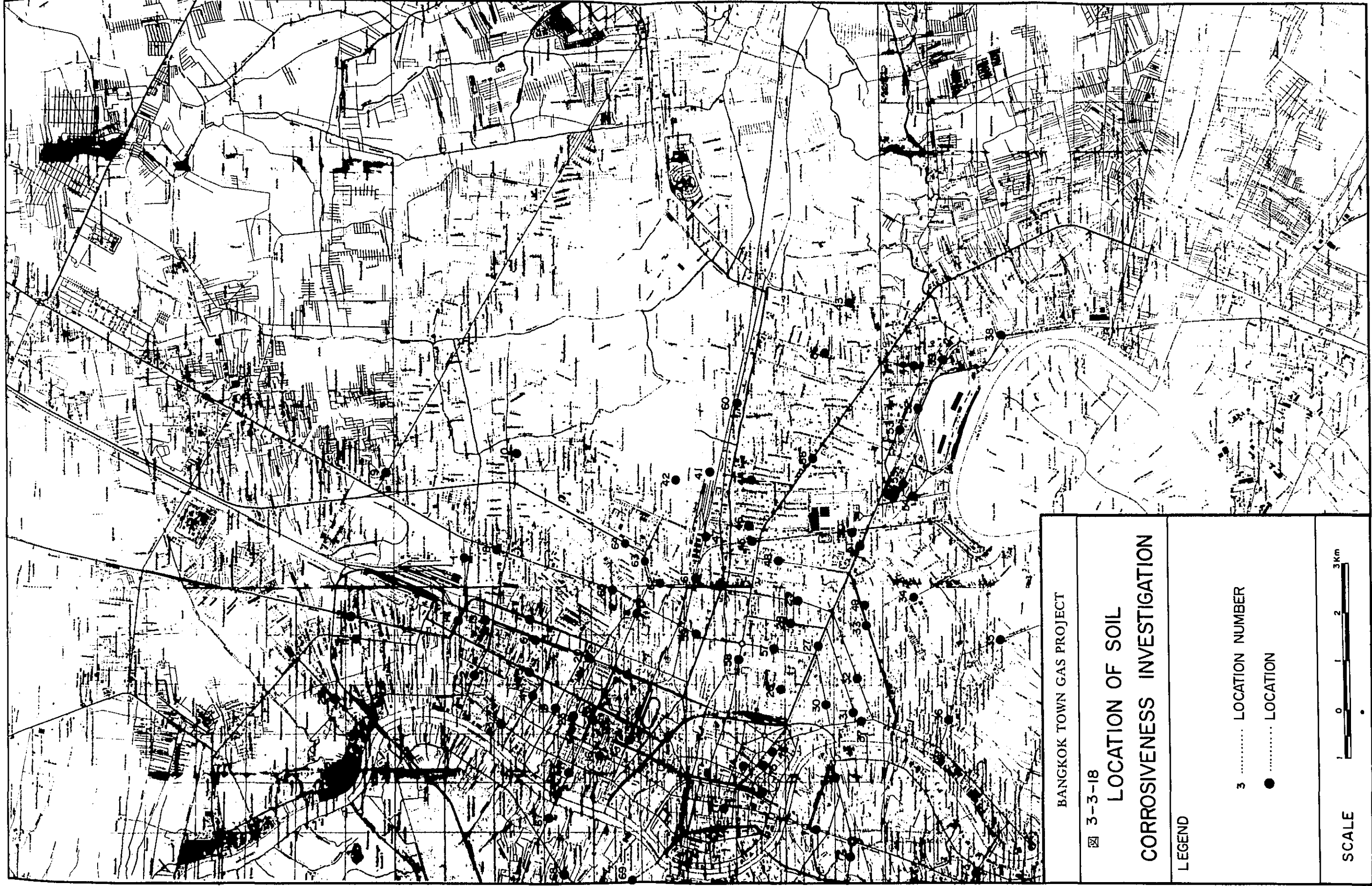
Ⅲ-3-3-1 ガス供給方式の選定

ガス供給方式には、圧力による分類として、

- (1) 低圧供給 (供給圧力 0.1 Kg/cm未満)

表 3-3-3 Corrosiveness Investigation of Soil

Location Number	Location	Depth	Date	Measured Values		
				Soil Resistivity	Redox Potential	P-H Value
4	Annuai Songkhram Rd.	0.9	Nov.14 1974 : : : Nov. 25 1974	1,500 Ω cm	449 mV	8.2
8	Phahon-Yothin Rd.	1.0		3,500	471	8.4
12	Pracha Chuen Rd.	1.0		270	481	7.9
15	Ratchawithi Rd.	0.7		1,400	501	7.9
19	Nakhon Chaisi Rd.	1.0		860	491	8.4
24	Si Ayutthaya Rd.	0.8		530	455	7.8
32	Silom Rd.	1.0		770	433	7.1
39	Khlong Toey Rd.	1.0		450	491	8.4
43	Soi Phrakhanong-Latphao Rd.	1.0		2,000	479	7.2
46	Soi Nana Nua	1.0		620	501	7.9
51	Rama IV Rd.	1.0		750	482	7.5
54	Sun Thon Kosa Rd.	1.0		220	503	7.6
57	Phayathai Rd.	1.0		540	441	7.4
66	Sukhumvit Rd.	1.0		2,400	511	8.4
75	Soi Mangkon Rd.	0.8	1,450	475	7.1	



BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-18

LOCATION OF SOIL
CORROSIVENESS INVESTIGATION

LEGEND

3 LOCATION NUMBER

● LOCATION

SCALE

1 0 1 2 3 Km

(2) 中圧供給（供給圧力 0.1 Kg/cm^2 以上, 3.0 Kg/cm^2 未満）

(3) 高圧供給（供給圧力 3.0 Kg/cm^2 以上, 8.0 Kg/cm^2 未満）

の各方式があり、供給方式の選定に当っては、供給区域の大・小、需要分布状況および供給の安定性とともな経済的な投資になるような供給方式を採用する必要がある。

当供給区域の設定面積は、約 110 Km^2 と広範囲であり、かつガス供給源（ガス製造工場）から約 15 Km の遠隔地に需要密度の高い都心地域があるため、大量のガスを輸送するためには高圧供給が必要である。

また、この都心地域だけを供給範囲として、各供給方式についてガス導管の管径を試算してみると、高・中・低圧導管の管径はそれぞれ $1 : 2 : 10$ となる。当供給区域に適用した場合には、この比率が更に大きくなる。すなわち、高圧供給を採用することによってガス導管の投資額は軽減される。

しかし高圧供給は、高圧・中圧の両ガバナーを伴うためガバナー用地面積は広がる。前述の都心地域では、空地率が0に近い実態のため広くかつ数多い用地の確保は困難である。このため設置方法の技術的検討が必要となるが、結果としては狭い用地選定にならざるを得ない。単独ガバナーの設置ですむ中圧供給となる。

一方、高圧ホルダーを有効に活用するためにはホルダーからの送出圧力は低いほど効果的である。すなわちガバナー・ホルダーの面からしても、中圧供給の一部採用は必要である。

以上から、高・中圧供給を併用するとともに一般家庭用需要が殆んどをしめる当供給区域では低圧供給も組合せた供給方式を採用する。

図3-3-19は、ガス供給システムの概念を示すブロック図である。

Ⅲ-3-3-2 供給圧力

低圧導管の供給圧力は、ガス器具の使用圧力によって決定される。パンコクでの、LPG器具の機種、機能の調査結果（第4節）および供給ガスの組成、比重、熱量などが、器具使用圧力の決定要素になる。

前述（2-5-2）のとおり都市ガスの供給熱量を $5,000 \text{ kcal/Nm}^3$ としたが、この都市ガスの基礎的特性からみたガス器具の適正使用圧力は、 $60 \sim 100 \text{ mm}$ 水柱の範囲である。

一方、供給管（低圧導管から直角に取出し需要家の敷地境までの引込管）内管およびガスマーターはそれぞれ圧力損失を伴うが、この圧力損失は独立家屋では約 $20 \sim 25 \text{ mm}$ 水柱である。したがって、低圧導管での標準供給圧力は、器具の適正使用圧力にこの圧力損失を加えたものである。すなわち、低圧導管の末端部では最低 80 mm 水柱の圧力保持が必要であるが余裕をみて標準供給圧力を 100 mm 水柱とした。また、中圧ガバナーの作動範囲は $80 \sim 800 \text{ mm}$ 水柱であるが、ガバナー周辺の需要家に支障とならないようガバナーの出側の圧力を 150 mm 水柱とする。

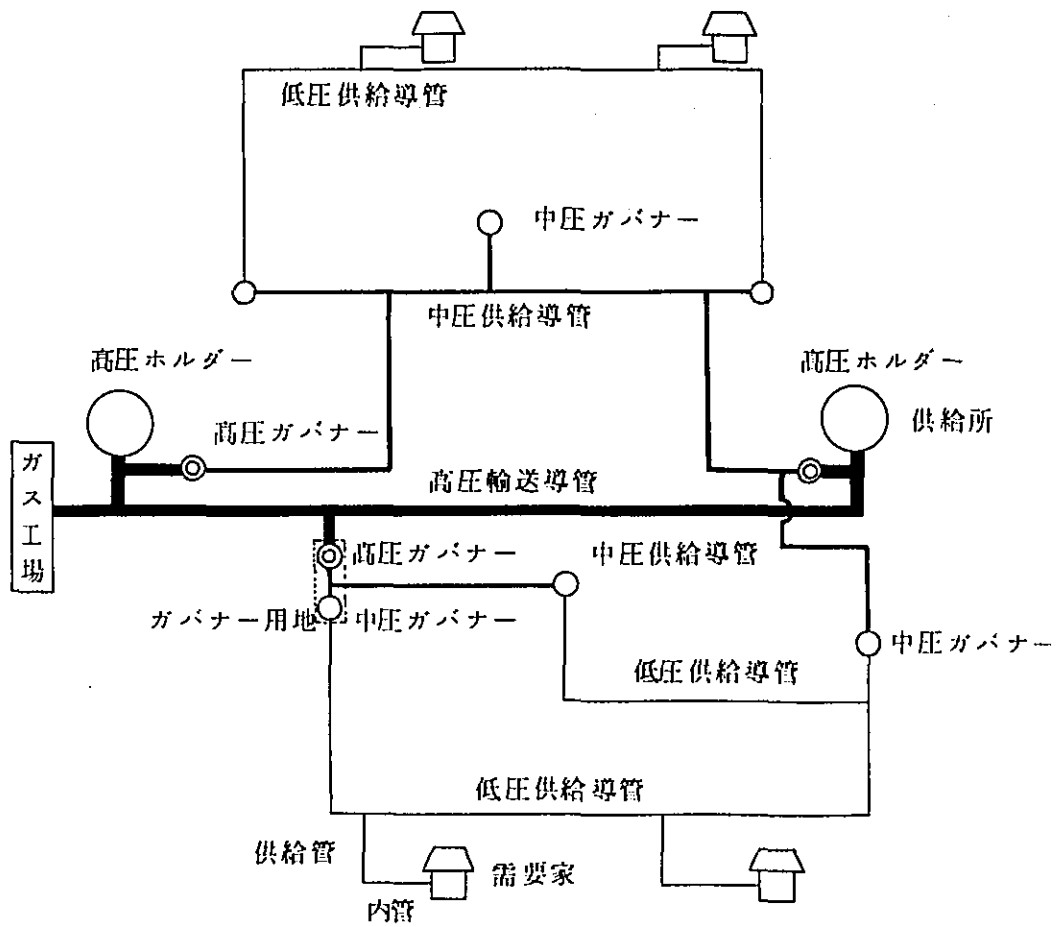


図3-3-19 ガス供給システム

高圧，中圧導管の供給圧力は，導管投資の経済性からすれば高い圧力ほどよいが，ガバナーの作動能力，圧送設備費，ガスホルダーの建設費および供給維持管理などを考慮し，高圧供給は $3.0 \sim 8.0 \text{ Kg/cm}^2$ ，中圧供給は $0.8 \sim 1.5 \text{ Kg/cm}^2$ とした。

Ⅲ-3-3-3 ガスホルダーの検討

ガスホルダーの型式は，供給方式とガス導管の経済性などから高圧球型ホルダーを採用する。

高圧ホルダーの機能としては次の通りである。

- (1) 需要の時間的変動に対する供給の確保（製造設備の補完的機能）
- (2) ホルダーには，需要パターンの低い時間帯にガスを受入れる。（輸送導管の効率化の機能）
- (3) 停電によるガス製造の停止や第三者の介在による導管事故などの緊急事態に対処できる。（保安機能）

通常， $2.0 \sim 8.0 \text{ Kg/cm}^2$ の圧力で貯蔵されるため小さな幾何容積で多量のガスを貯蔵できる。このホルダーを有効活用するためには，高圧導管のクッションの方法もあるが，高圧導管から受入れ中圧導管によって供給する方法が最も効果的である。

ホルダーのモデル図を図3-3-20に示す。

ガスホルダーを設置する用地面積は，他の建物等の安全対策としてホルダー境界線から最低 10 m の隔離距離を考慮して決定する。バンコクでは高圧取締法などの法規制がないため日本における“ガス工作物の技術上の基準”を準用し，ガス製造工場内と製造工場外に設置する。立地条件としては，需要の集中点に分散して設置したいが，今回の場合世帯密度の高い都心地域では，広範囲な用地確保は不可能のため供給区域内の緑部でありかなりの面積の空地が見られるスーパーハイウェイ沿いに設置し，あわせて本社をもうけることとした。

（以下この場所を供給所と称する。）

Ⅲ-3-3-4 ガバナーの検討

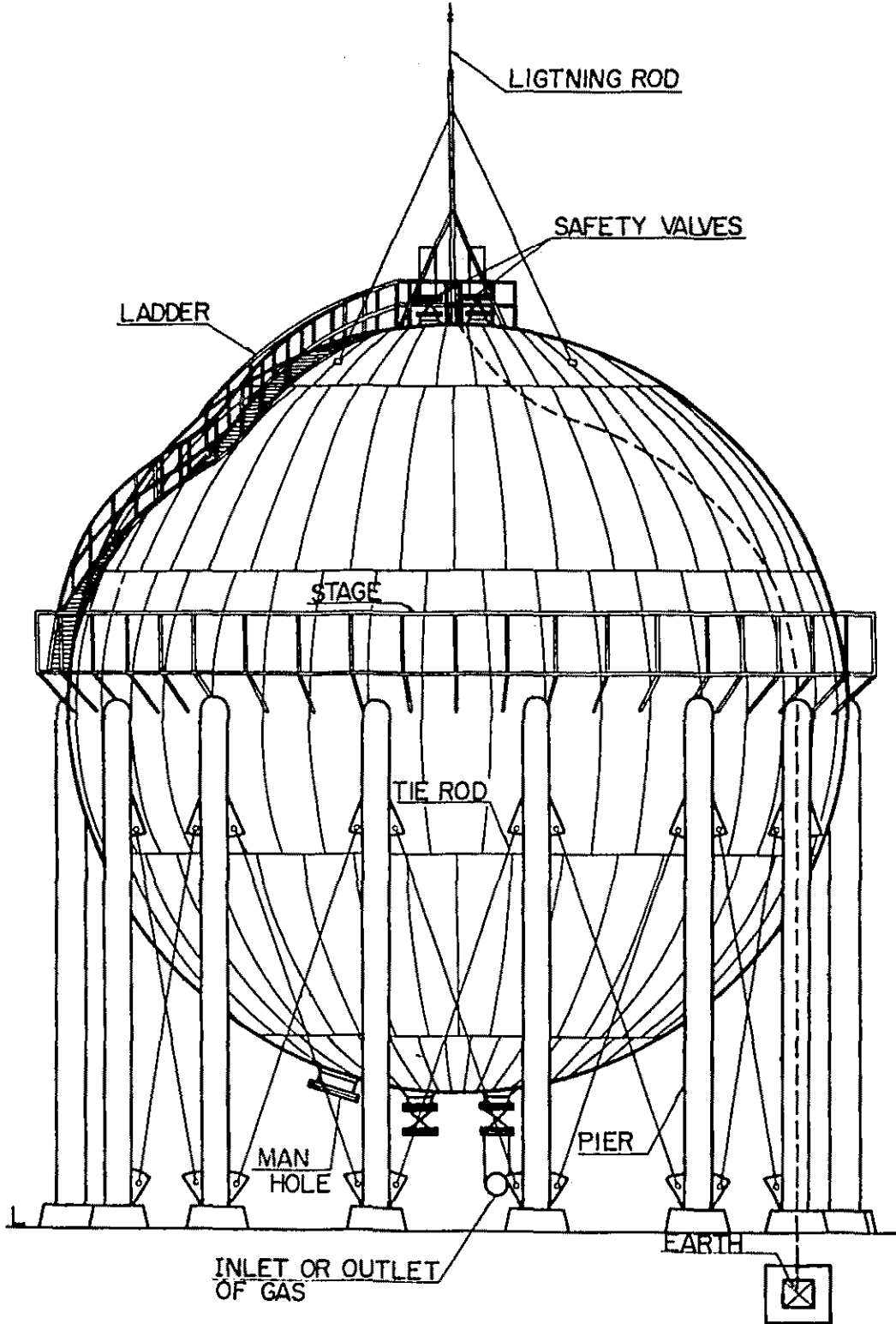
ガス圧力の減圧のための施設として，各地区にガバナーを設置する。ガバナーにはガスの圧力別に高圧用・中圧用，設置方式別には地上式・地下式などがある。一定地域を対象とする地域ガバナー，と個別需要家を対象とするハウスガバナーがある。

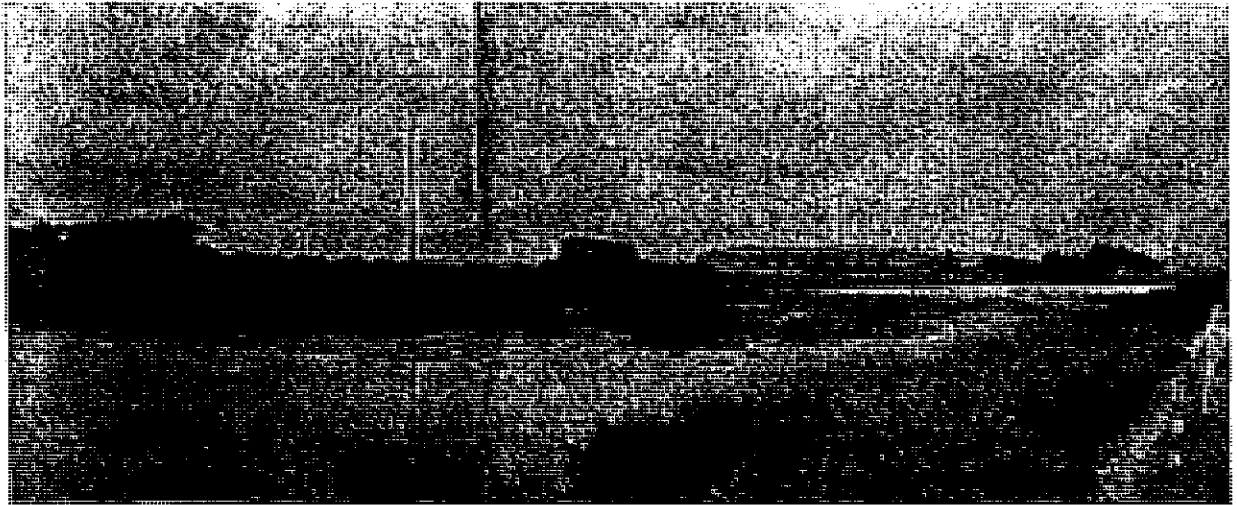
当供給区域は，地下水位が高く洪水現象等の特殊要因がある為地上設置方式を原則とし，高・中圧ガバナーの組合せあるいは中圧ガバナーの単独設置とする。

供給対象が一般住宅あるいは商業用需要でありハウスガバナーでは維持管理上困難である為地区ガバナーを採用した。

また，ガバナー施設の所要用地面積は，高・中圧ガバナー組合せ設置では標準面積 32 m^2 （ $8 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ ），中圧ガバナー単独の場合は，標準面積を 24 m^2 （ $6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ ）とするが維

☒ 3-3-20 Gas Holder





供給所建設予定地

持管理を考慮して余裕をとる必要がある。

ガバナーの設置場所は、バンコクでは、道路・水路・民有地あるいは官有地が候補となる。道路上の設置は歩道も狭く維持管理上も不適當である。水路も、道路造成の計画があるため、民有地または官有地の空地のみが対象となる。

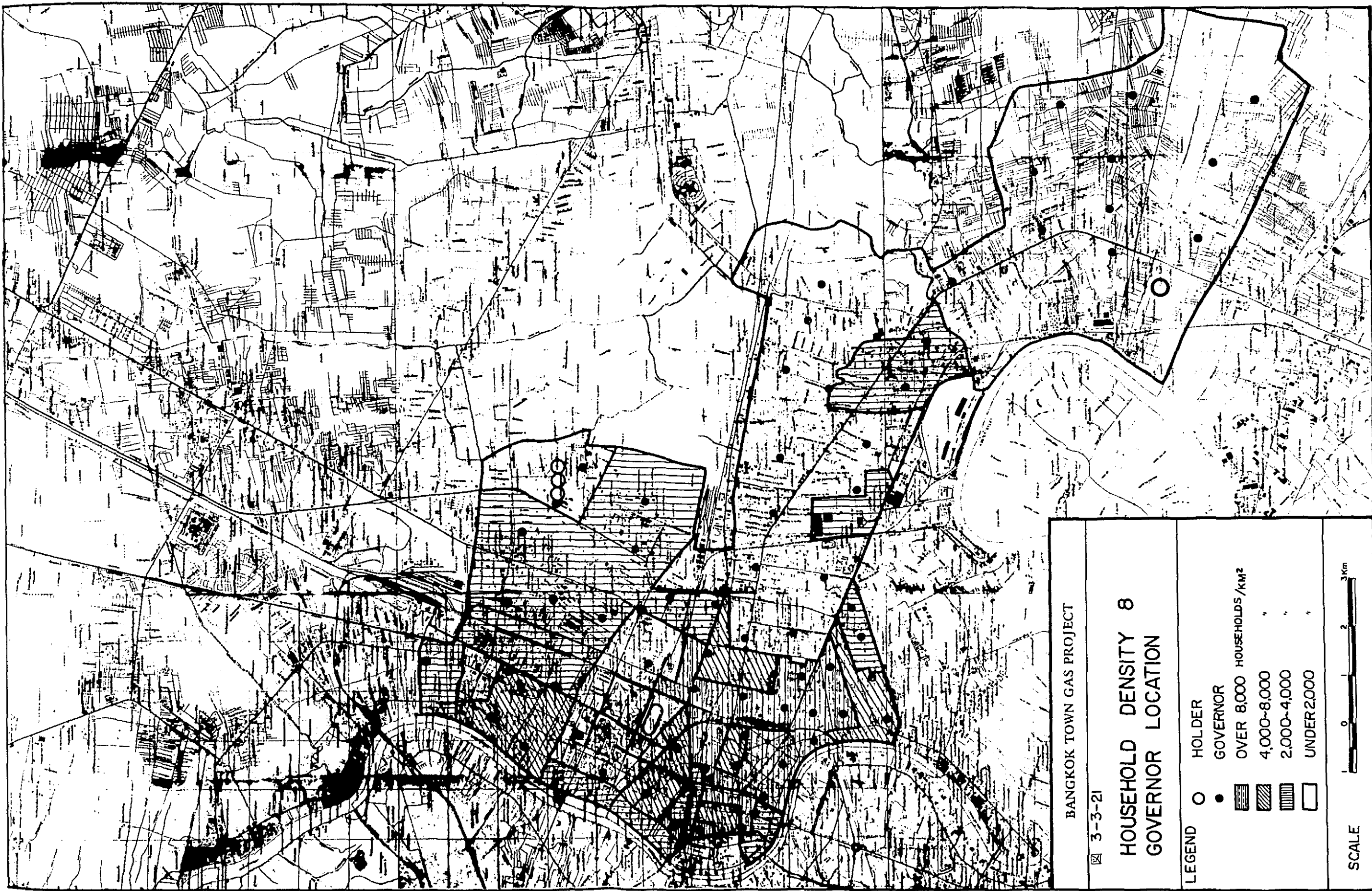
ガバナーの機種としては、下表が一般に設置されている。

種 類	口 径	一次圧力範囲	二次圧力範囲	容 量
	(mm)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Nm ³ /H)
高圧ガバナー	50	1.8 ~ 0.5	0.1 ~ 2.0	0 ~ 33,000
	80			
	100			
	150			
中圧ガバナー	50	0.1 ~ 3.0	mm/水柱 80 ~ 300	0 ~ 0,000
	80			
	150			
	200			

各地区ガバナーの配置計画は、80mm中圧ガバナーの標準流量1,200m³/H（一次圧力0.6Kg/cm²）から、1基当りの供給件数を3,000件（ピーク時1件当り使用量0.39m³/H）として、行政区画別世帯数によってガバナーの供給範囲を決め、更らに需要種別の分布状況の実態から修正をした。

全供給区域に、70基の地区ガバナーを設置する。ほかに、ガスホルダーの出管に、中圧供給用として高圧ガバナーを設置する。

行政区画別世帯密度とガバナーの配置を、図3-3-21に示し、ガバナーの全体図を図3-3-22に、需要家件数別ガバナー基数を、表3-3-4に示す。



BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-21

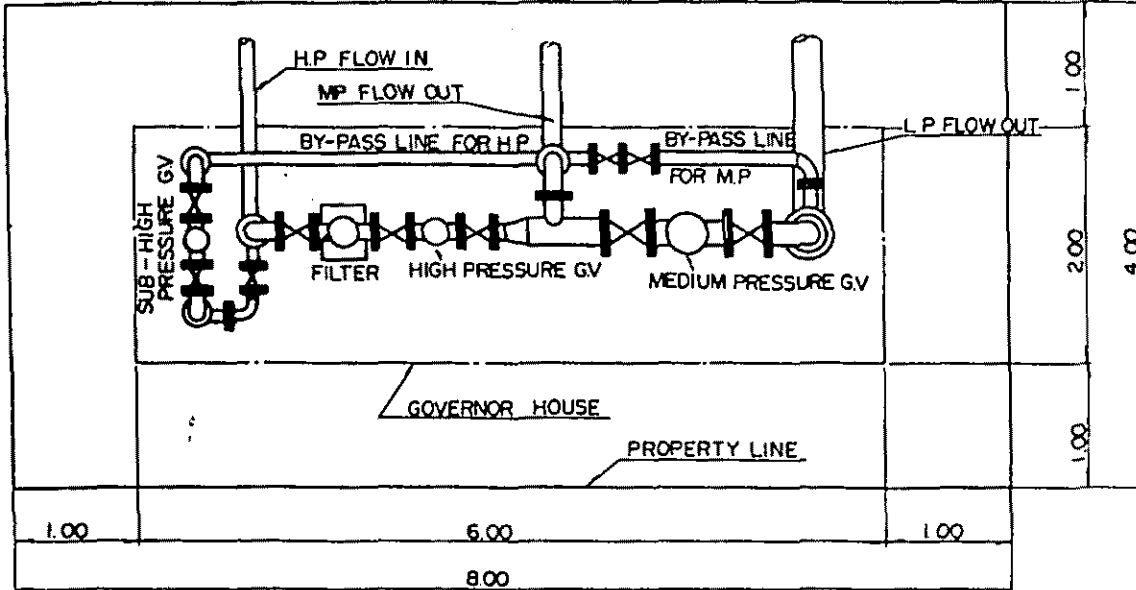
**HOUSEHOLD DENSITY 8
GOVERNOR LOCATION**

○	HOLDER
●	GOVERNOR
[Diagonal lines /]	OVER 8,000 HOUSEHOLDS / KM ²
[Diagonal lines \]	4,000-8,000
[Vertical lines]	2,000-4,000
[White box]	UNDER 2,000

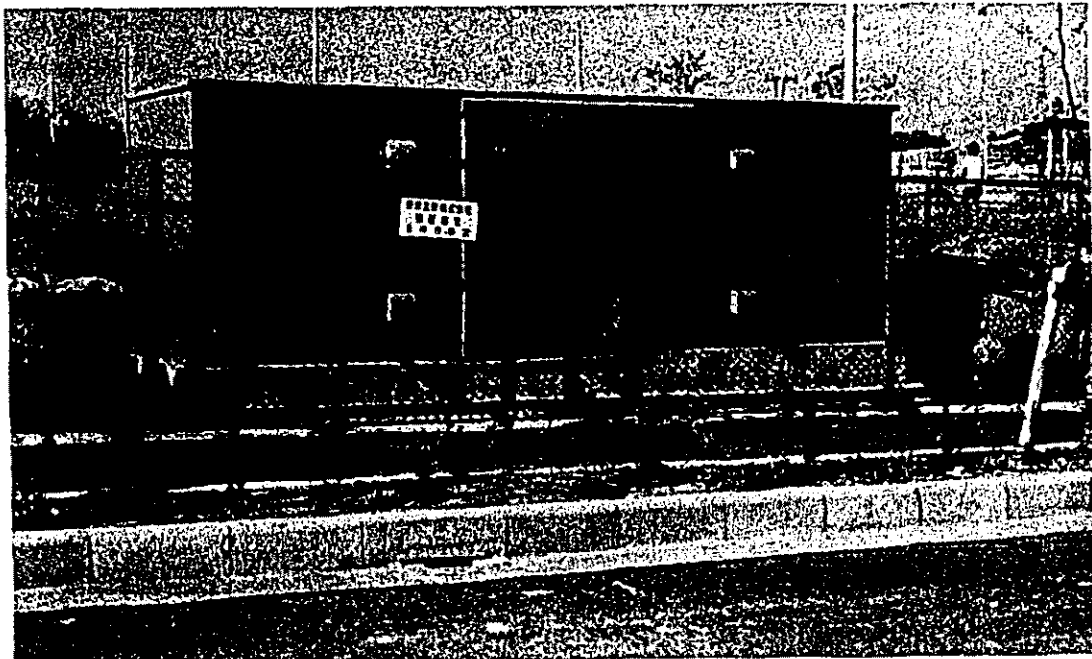
SCALE



Fig. 3-3-22 Typical Governor (High & Medium Pressure)



ALL DIMENSIONS IN METERS





ブラカノン地区における民有地



ポンブラ地区における公有地

表 3-3-4 需要家件数別ガバナー基数

規 模 別	ガバナー基数(基)	割 合(%)
1,000件未満	1	1.4
1,000件以上 2,000件未満	14	20.0
2,000件以上 3,000件未満	30	42.9
3,000件以上 4,000件未満	15	21.4
4,000件以上 5,000件未満	10	14.3
合 計	70	100.0

III-3-3-5 高中圧管ルート of 検討

供給網構成において、特に重要なものは高中圧管路の選択である。高中圧管路は中低圧管路への供給と、夜間ガス不需求時のガス供給所内ガスホルダーへの輸送および、配管自体の貯蔵効果等があり中圧管路と密接に関連し、そのルート選択は経済的にも、保守、管理上にも大きなウェイトを有する。また建設期間にも大きな影響力をもたらす。

以上の機能上の観点より、ガス製造工場(以下工場という)～供給所間のルート選定と他区間のルート選定とを分離して検討することとした。

(1) 工場～供給所

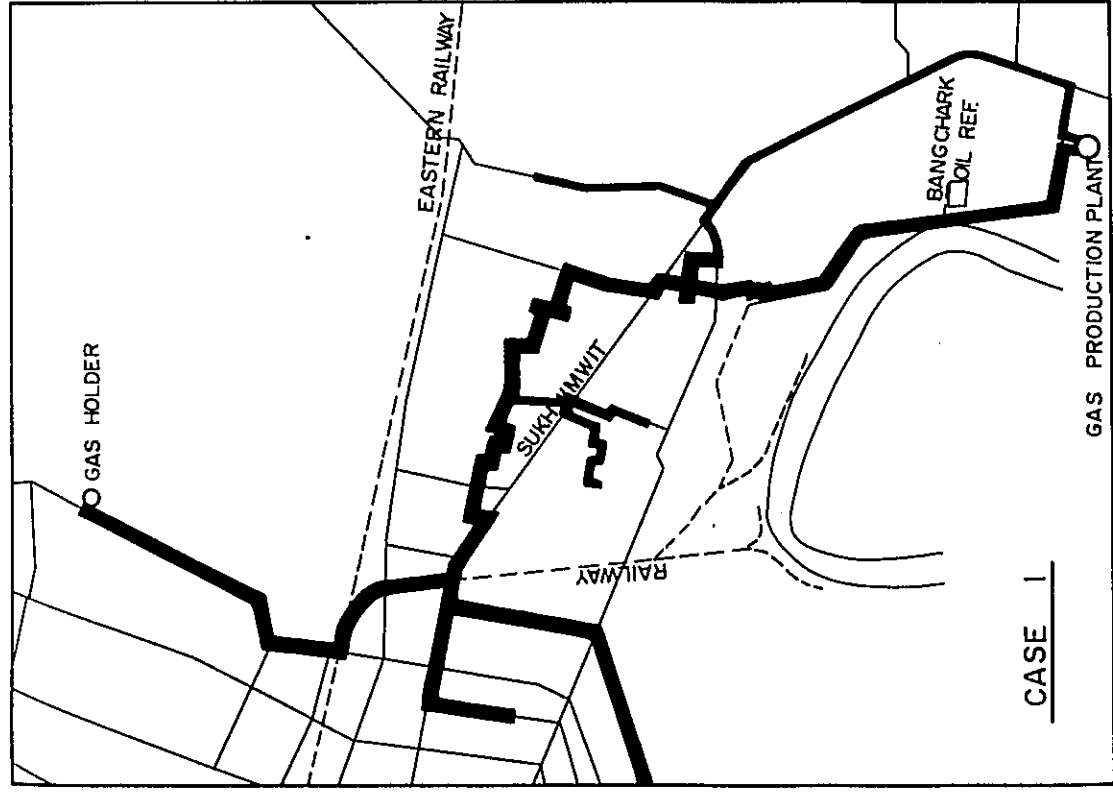
細分すれば多くのケース検討が必要であろうが、現地踏査の結果をふまえて図3-3-23に示す4ケースを選定した。

中圧管路網を含めて検討した結果を表3-3-5に示す。

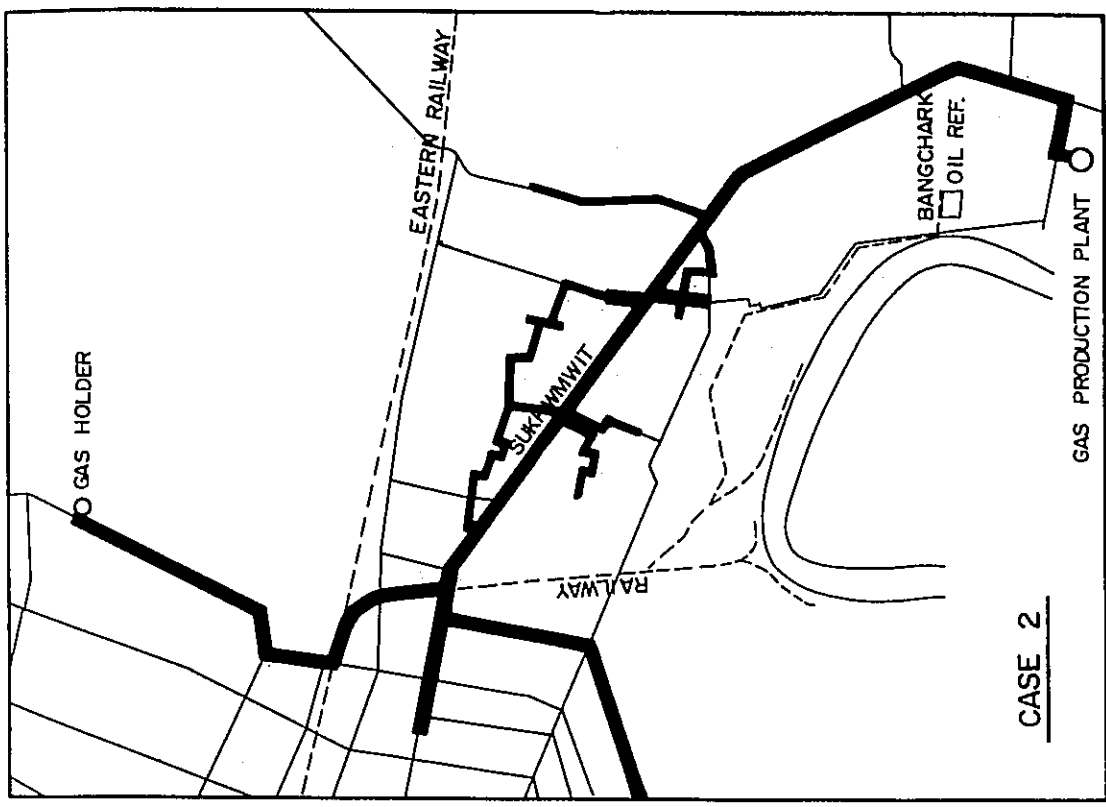
表 3-3-5 工場～供給所間高中圧ラインルート比較表

項 目	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	
概略建設費比	100	109.6	112.9	111.8	
施 工 性	他工作物	一部を除いて少い	連続的にある	少い	一部を除いて少い
	交 通	稍問題がある	問題がある	比較的問題ない	稍問題がある
用地取得の難易	稍困難性あり	困難である	比較的容易	稍困難性あり	
保守管理性	部分的で困難	困難である	比較的容易	稍困難がある	
痛 要	部分的に交通渋滞地域を含む	工期的に見て長期間必要とし、初期短期間のルートとして適合しない	高中圧による総合ループを形成出来る	当面の需要地域から離れている為不利である	

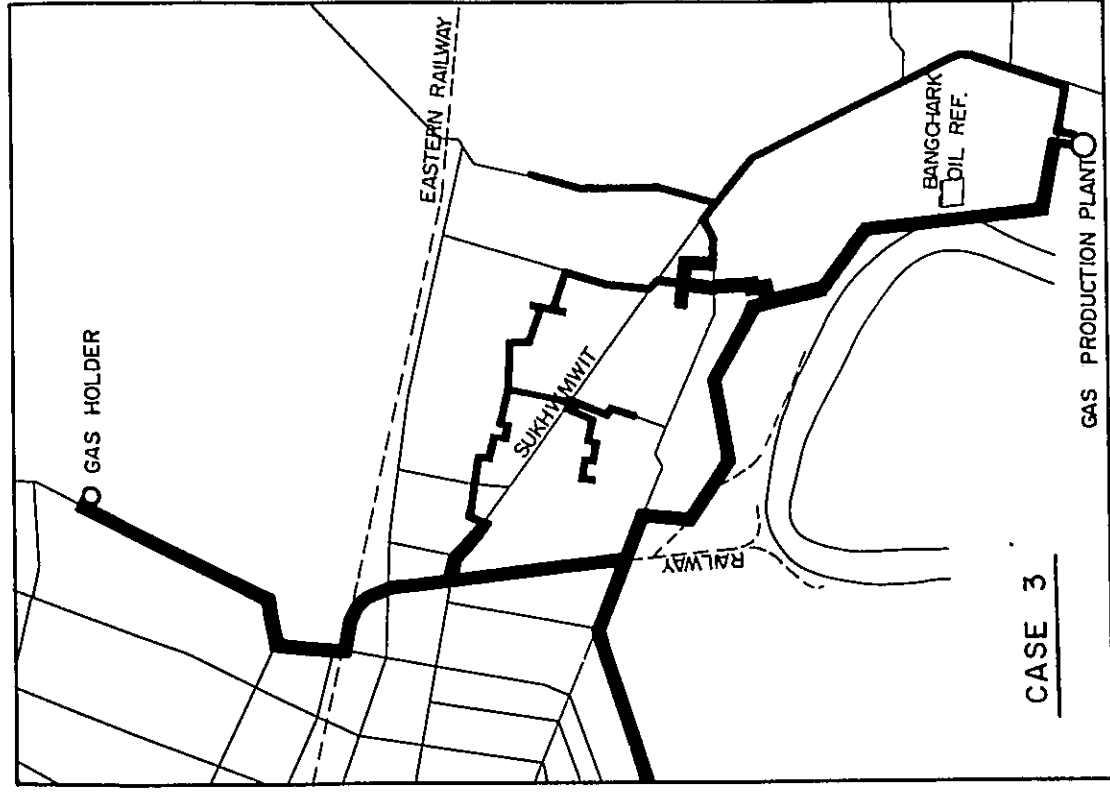
KEY PLAN



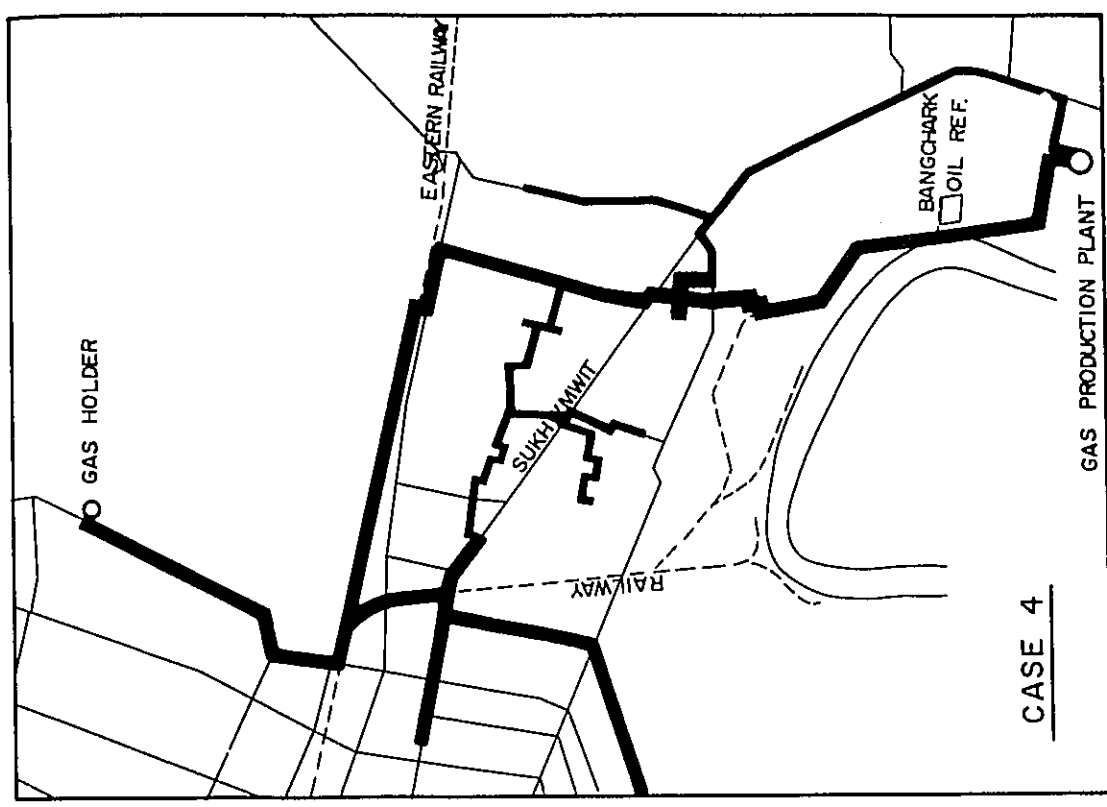
CASE 1



CASE 2



CASE 3



CASE 4

LEGEND



HIGH PRESSURE PIPELINE
MIDDLE

以上の結果を総合すると、初期投資が経済性に富み、且将来必要に応じて、臨港鉄道沿いに一部ライン追加をすることによりケース3の機能保持出来るケース1を最適とした。

(2) 供給所～供給区域の西部および北部

本供給区域は供給所ホルダーの有効利用による供給システムを主体として計画し、尚一部地域は工場よりの高中圧ラインよりの供給の複合した経済的計画とした。

本計画区域は、市街地としての歴史も古く、既設設備も発達した箇所が多く、又東西、南北交通路の連絡網を形成している道路も多い。このような既設設備、交通量の多い

Phahon, Rama 1, Rama 4, Rama 6, Samsen等のRoadを極力回避することが経済的にも、保守管理上にも有利と言える。従って本地域におけるルート調査も本主眼点より実施し、適切な道路を選定して、2つのルートを選び、このルートの適否を、Ⅲ-3-3-0において検討することとした。

Ⅲ-3-3-0 低圧導管網の検討

ガス供給計画に当って、ガス供給方式、供給圧力ガスホルダーの建設位置、ガバナーの設置数と設置場所および地区毎に供給すべきガス量 (m^3/H) から低圧導管網の計画を行なう。

低圧導管は、本管(管径100mm以上)、支管(80mm以下)に区別する。これらの本支管は、道路に平行に埋設されるがバンコクにおける地下埋設物の占用規定の情報入手ができなかったため、ほかの地下埋設物の埋設位置との関係を考慮して下表のようなガス管理設標準位置を定めた。

道 路 形 状	埋 設 位 置	
	巾員 1.0 m 未満	巾員 1.0 m 以上
歩車道の区分がない道路	片 側 占 用	両 側 占 用
歩車道の区分がある道路	両 側 占 用	両 側 占 用

本支管埋設の深さは、車道敷に埋設する場合は現場状況によっては、浅く埋設をしなければならない場合もあるが、路面荷重、他埋設物工事による被害などを考えると、なるべく深い方がよい。

また、巾員 1.0 m 以下の車道には、道路の片側に埋設するようにしたが本支管の維持管理上、埋設位置を道路方向が東西の場合には道路と需要家の敷地などの境界線から 1.0 m の離れて東側に埋設し、南北方向では南側に埋設する。

低圧導管の管径決定には、次式の POLE の輸送量公式を用いた。

$$Q = K \sqrt{\frac{D^5 H}{SL}}$$

Q = 輸送量 Nm^3/H

K = 係数 0.7055

D = 管の内径 cm

H = 圧力差 mm 水柱

S = ガス比重 (空気を1とする)

L = 管の長さ m

当供給区域での低圧導管網は、網の目のように複雑に連絡しているため、計算が複雑極まるのでコンピューターによる最適導管網自動設計システムであるNODESを使用した。

なお、道路調査結果において注目される点を次に記す。

(1) ヤナワ地区での歩道巾員は0.8～1.0mと狭く他の埋設物も多いため埋設位置の確保は困難である。このため、低圧支管のループ状配管の方法を採用する必要がある。

(2) 全般的に裏道の中員は狭く、未整備であるため道路境界が明確でない。埋設に当っては、公私道の区分も含めて公図の利用、道路管理者との打合せ協議が必要である。

(3) 大口径管(300mm以上)は、8m以上の巾員の道路に埋設すべきであるが、ガバナー用地が確保されると推定されるところはおおむね狭い裏道沿いが多い。ガバナーの出管である大口径管のルートは2～3路線選定を行なった上でガバナー用地の選定、確保をすべきである。

(4) ほかの埋設物がかなり多い為、ガスマ埋設に当っては、既設埋設物を正確に把握する上で、試掘調査を徹底的に実施しなければならない。

Ⅲ-3-3-7 供給管の検討

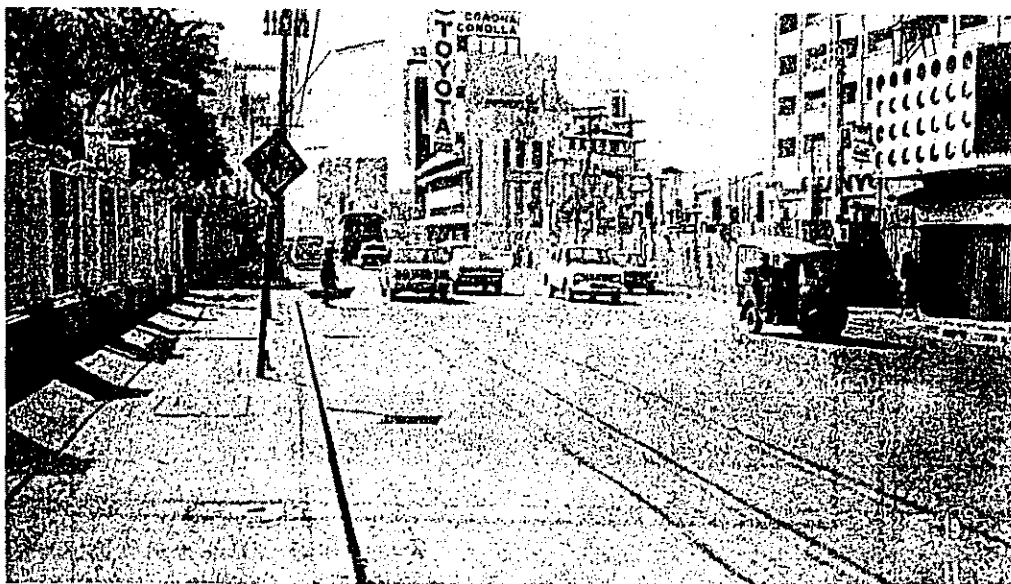
需要家にガスを供給するには、道路に埋設されたガス低圧本支管から、その需要家へ供給管を分岐して、必要な量を十分にしかも安全に供給するガス装置でなければならない。

需要家装置の配管例を図3-3-24に示す。

供給管の管径決定は、その需要家のガス使用量によって決められるが、道路に埋設されるため重車輛による影響、土質などを考慮し管径を太くし維持管理の処置をほどこすべきである。一般住宅では25mm管以上とする。

本支管からの分岐方法としては、本支管を切断して取出す方法、本管に穿孔して取出す方法、本支管にソケットなどを溶接して取出す方法などがあるが、工事費の削減を考えて溶接取出し方法図3-3-24とする。

また、供給管は原則として需要家1件に1本を分岐するようにする。バンコクにおいてはアパートの建設が数多く見られるが、これらの集合住宅への供給管は維持管理面から1本の配管とした方がよい。これにより全需要家件数に対して供給管本数(供給管率)は少なくな

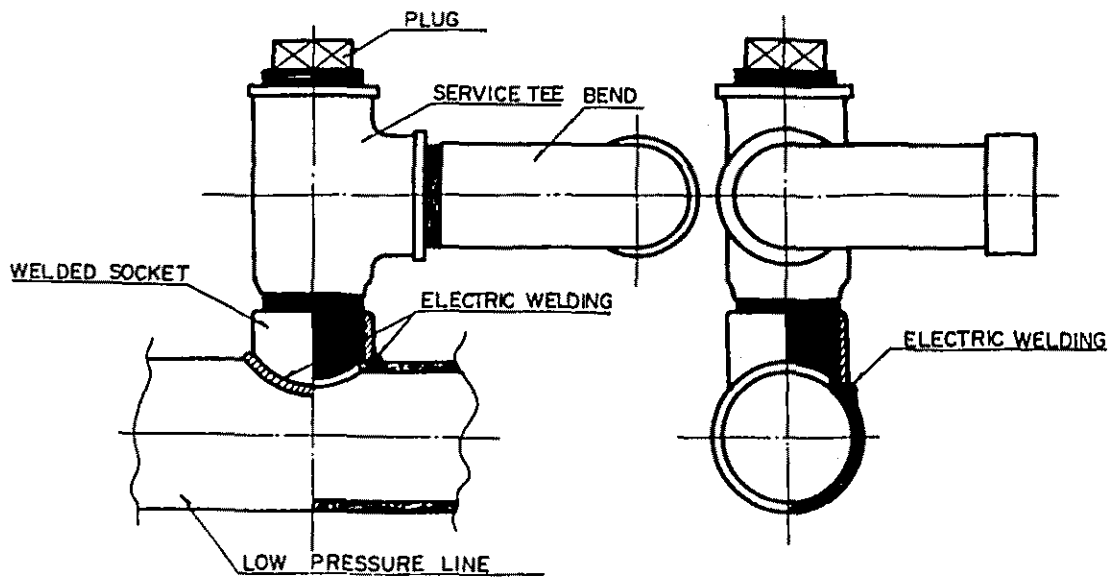
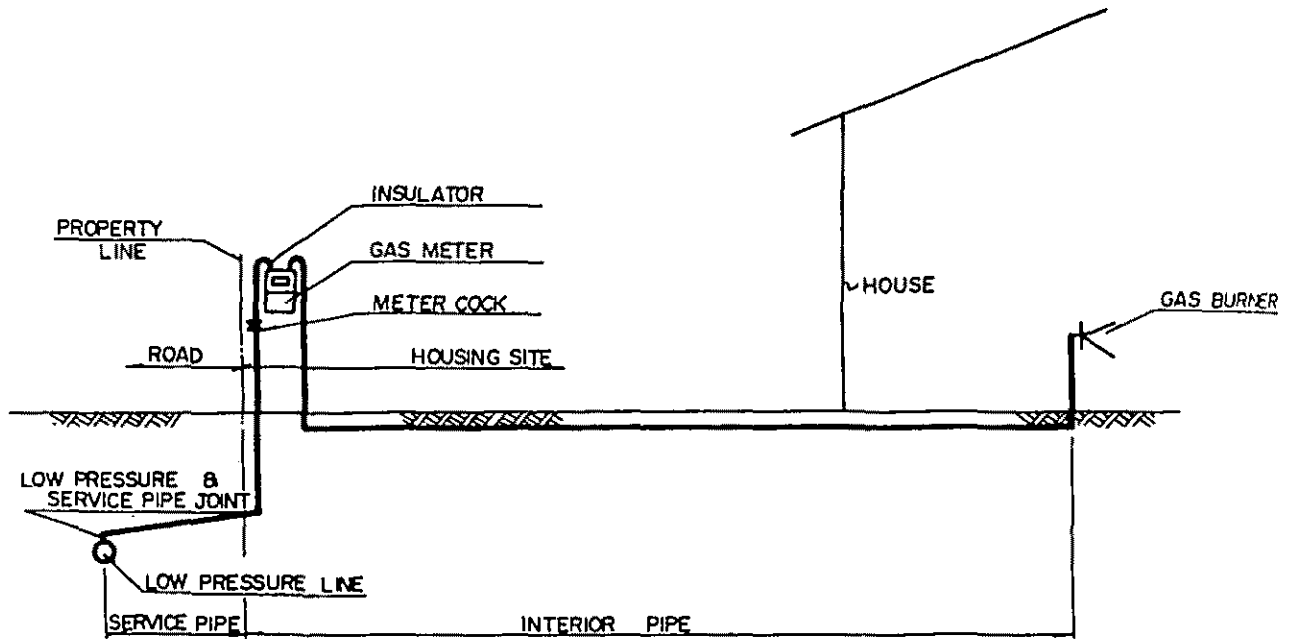


SURAWONG ROAD



SOI THONGLOからみた裏道

图 3-3-24 Typical Service & Interior Piping, Detail of Jointing



る。当供給区域の需要家の詳細調査は期間的にできなかつたため、東京ガスの例から供給管本数を推定した。

また、供給管の投資額算出のための1件当りの平均延長は、標準地区における平板測量図(200m×200mを4地区測量)から集計した。

Ⅲ-3-3-8 内管・ガスメーター

道路と需要家の敷地境界からガス栓までが内管であり、ガスメーターはこの間に設置する。

この装置の計画に際して基準となるものは、その需要家のガス使用量である。この使用量はガス器具数と各器具の時間別使用状態から決定される。

バンコクにおける器具調査結果によると、ガス器具保有数は平均1.2台/件であるが、その需要家でのガス使用量は、ガス器具の保有数全部が同時に使用されるものとした。

内管の管径決定は、ガス栓出口での圧力を基準とし、低圧導管の流量計算式(前出)によって算出される。

内管の配管方法として、敷地内配管はなるべく埋込み配管とし、屋内では逆に埋込み配管は避ける。

バンコクの一般住宅ではこの配管方法を採用することができるが商店、兼用住宅等の既設鉄筋建物にあっては体裁を考慮する必要があり、スラブ内埋込みか、天上裏配管となるであろう。

ガスメーターの大きさは、ガス使用量から決めるが、必要最小限である $2\text{ m}^3/\text{H}$ 通過のメーターとした。ガスメーターの設置場所は、維持管理上から屋内設置が望ましいが検針時の難易を考慮し水道・電気的各メーターが道路に近い敷地内か電柱設置になっているため、ガスメーターもこれらのメーターの近くに設置する。ただし、冠水などをさけるため高い位置に取付ける必要がある。

一般的に、供給管とガスメーターを除き内管は需要家の敷地または建物内に配管するのであるから需要家財産とすべき性格がある。今回の諸資料および情報入手の結果を判断すると、所得額に対してガス設備費の支出が、かなりの需要家において困難な負担と判断されるので、都市ガス需要者の負担を軽減せしめる為ガスメーターならびに内管設備費は、ガス公社負担とした。

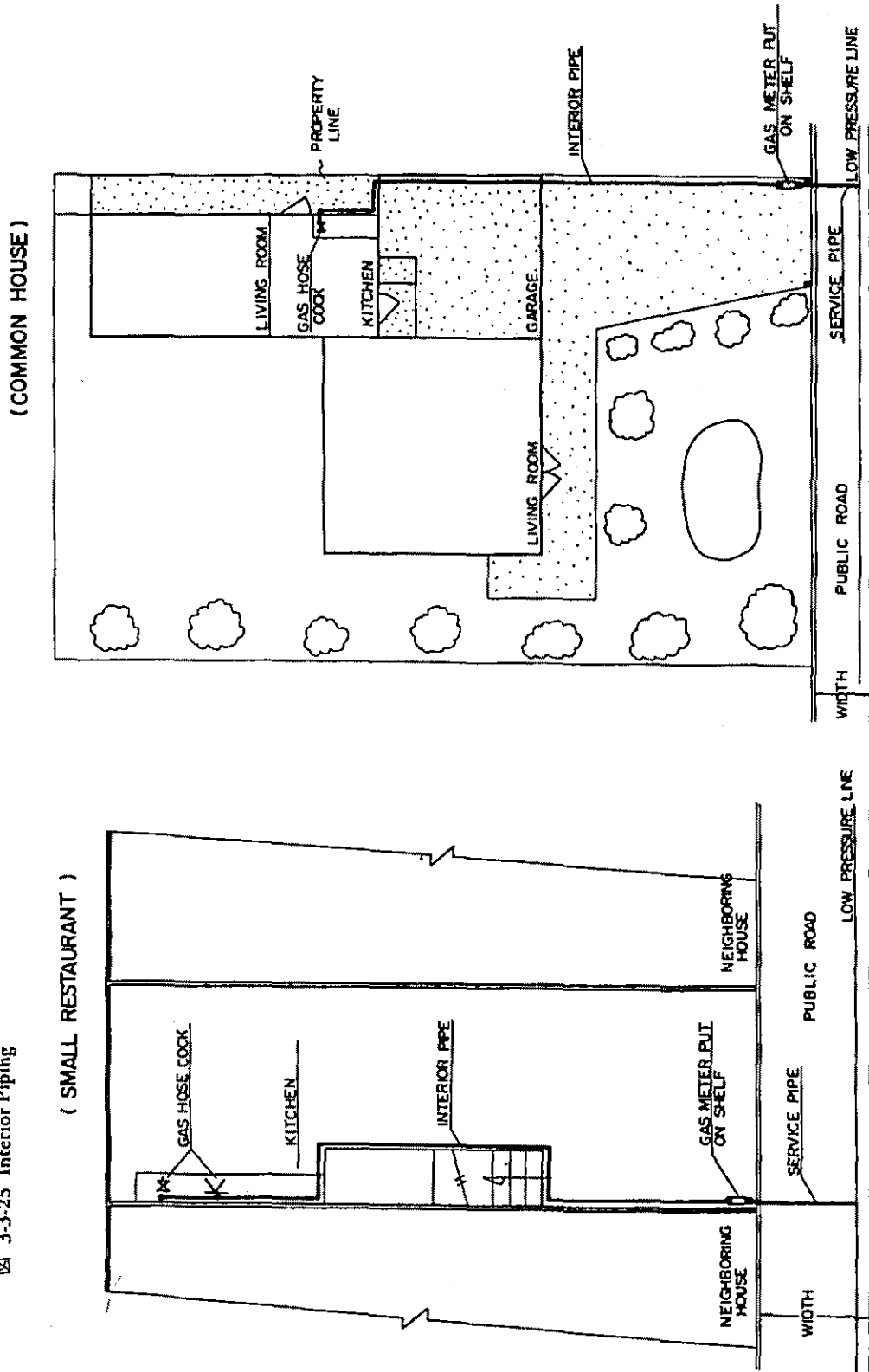
内管工事費は、平板測量地区から現地調査に基づいて延長を推定し試算した。その結果一般住宅における平均延長は、約10mである。

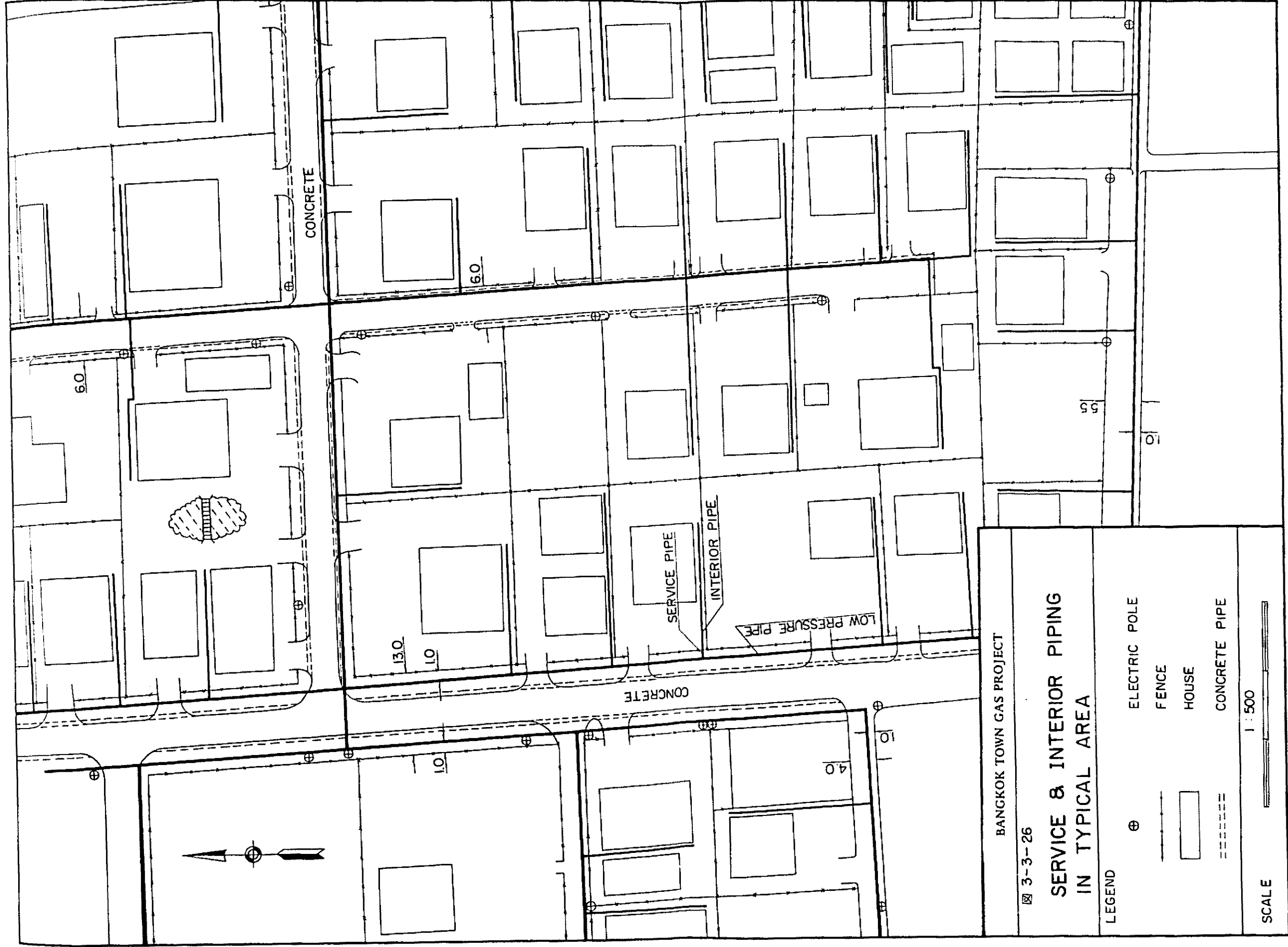
なお、供給管・内管の実測図を図3-3-25に、標準地区における供給管・内管の配管を図3-3-26に、ガスメーターおよびガス栓を図3-3-27に示す。

Ⅲ-3-3-9 高・中圧導管網のケーススタディー

前述(2-6)のごとくガス製造設備は、24時間稼動の場合もっとも建設費が小である

图 3-3-25 Interior Piping





BANGKOK TOWN GAS PROJECT

图 3-3-26

**SERVICE & INTERIOR PIPING
IN TYPICAL AREA**

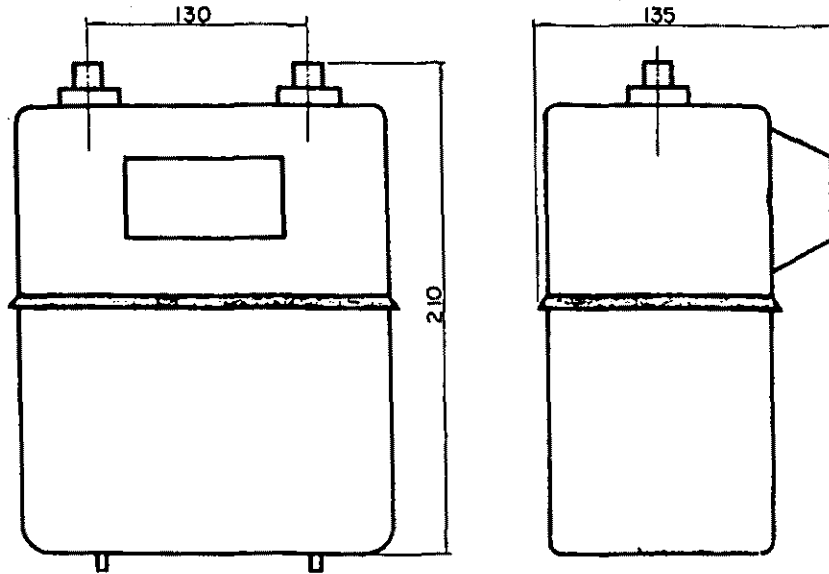
LEGEND

- ⊕ ELECTRIC POLE
- FENCE
- ▭ HOUSE
- CONCRETE PIPE

SCALE 1 : 500

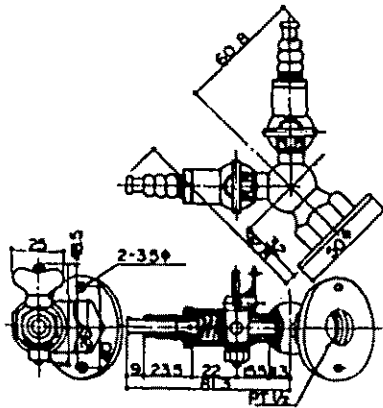
图 3-3-27 Gas Meter, Typical Hose Cock

GAS METER (MAX. FLOW RATE 2.0 m³/h)

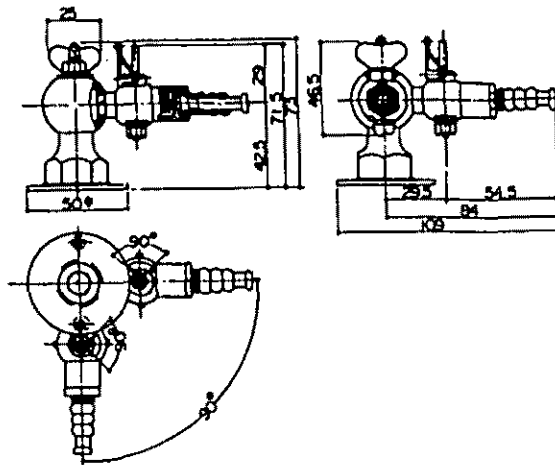


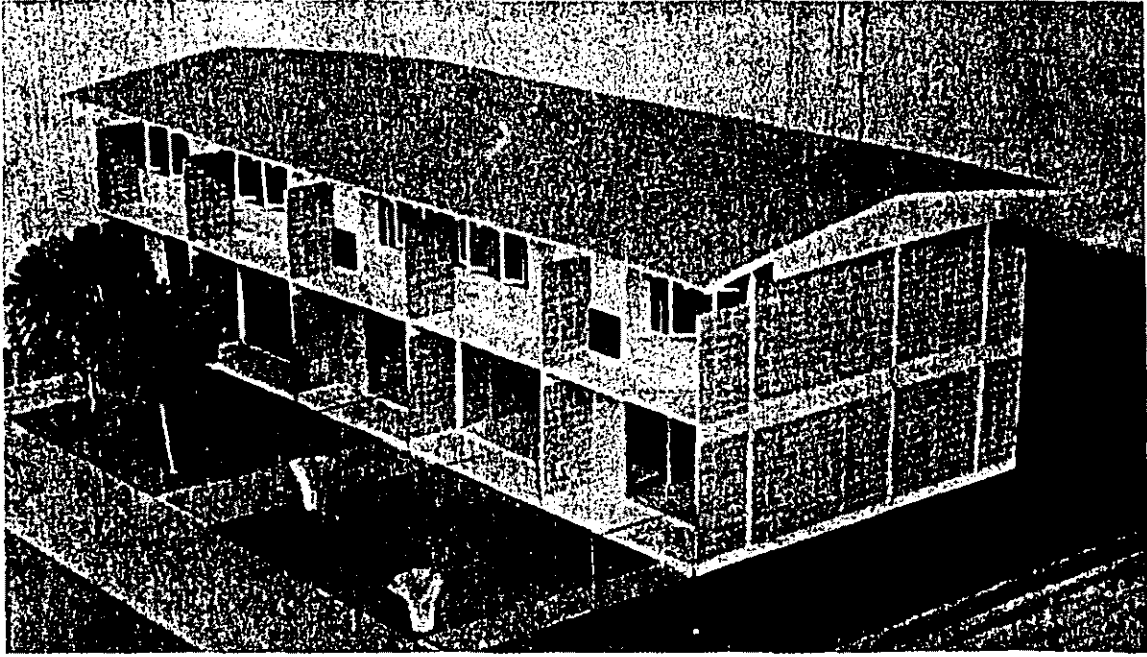
TYPICAL HOSE COCK

Y-TYPE DOUBLE HOSE COCK

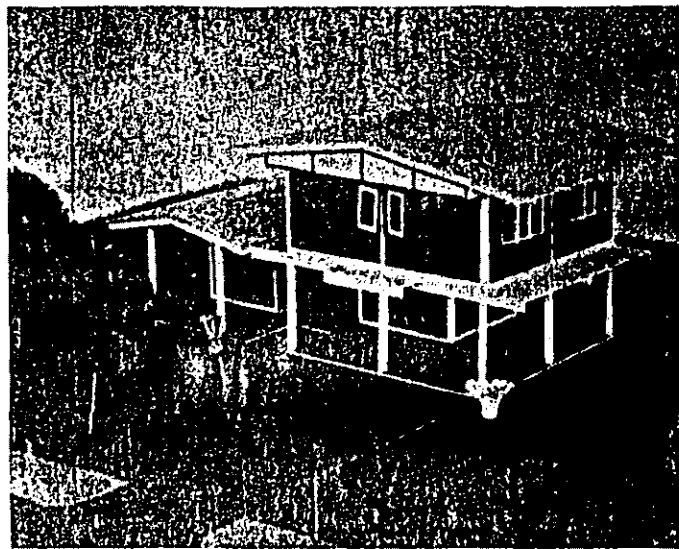


L-TYPE DOUBLE HOSE COCK

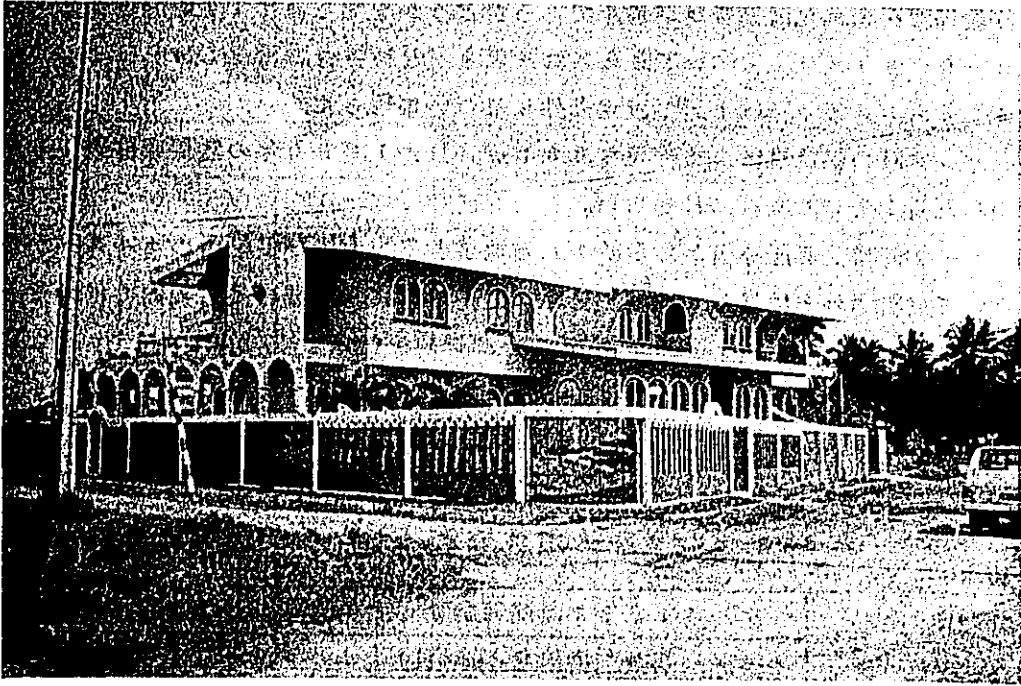




商店兼用住宅



一般住宅



高級住宅（ブラカノン地区）

が供給設備費を含めた総建設費が最小であるかどうかを知る為に17時間稼働と対比して前述(8-3-5)ルートについてケーススタディーを行った。

尚各ケーススタディーは下記の設定条件に基づいて行った。

(1) ピーク時の供給量は、1件当り $0.89m^3/H$ に1990年の需要家件数197,500件を乗じた値77,000 m^3/H とした。

(2) ピーク時に、高圧導管から供給される地域と工場および供給所のホルダーから中圧導管によって供給される地域の8地域に分け、ケース毎に8地域の供給範囲(供給量)を加減する方法を用いた。

その結果、ケース別供給量および供給ホルダーの設置場所、設置基数は表8-3-6のようになった。

表 8-3-6 ケース別供給量，ホルダー設置基数

	ケース1 (24時間稼働)		ケース2 (17時間稼働)	
	ホルダー基数	供給量 (m^3/H)	ホルダー基数	供給量 (m^3/H)
工場ホルダー	1	12,900	1	14,300
供給所ホルダー	3	38,600	1	14,700
高圧導管		25,500		48,000
計	4	77,000	2	77,000

(導管網解析結果)

コンピューターによる解析の結果管径別延長は、次表のとおりとなった。

圧力 管径	高 圧		中 圧		合 計	
	ケース1	ケース2	ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
600mm			660		660	
500			7,260		7,260	
450	10,200	13,320			10,200	13,320
400			5,840	4,450	5,840	4,450
300	360	9,420	13,520	12,760	13,880	22,180
250	2,620	4,750			2,620	4,750
200	3,400	2,430	12,010	14,090	15,410	16,520
150	4,170	4,830	30,360	26,140	34,530	30,970
100	4,320	7,570	5,360	5,390	9,680	12,960
計	34,070	42,320	75,010	62,830	100,080	105,150

この延長による供給設備費に、製造設備も含めた総投資額の概算は次のとおりである。

ケ ー ス	供 給 設 備			製造設備	合 計
	高中圧導管	ホルダー	計		
1	418	106	524	330	854
2	379	53	432	430	862

単位 = 10⁶

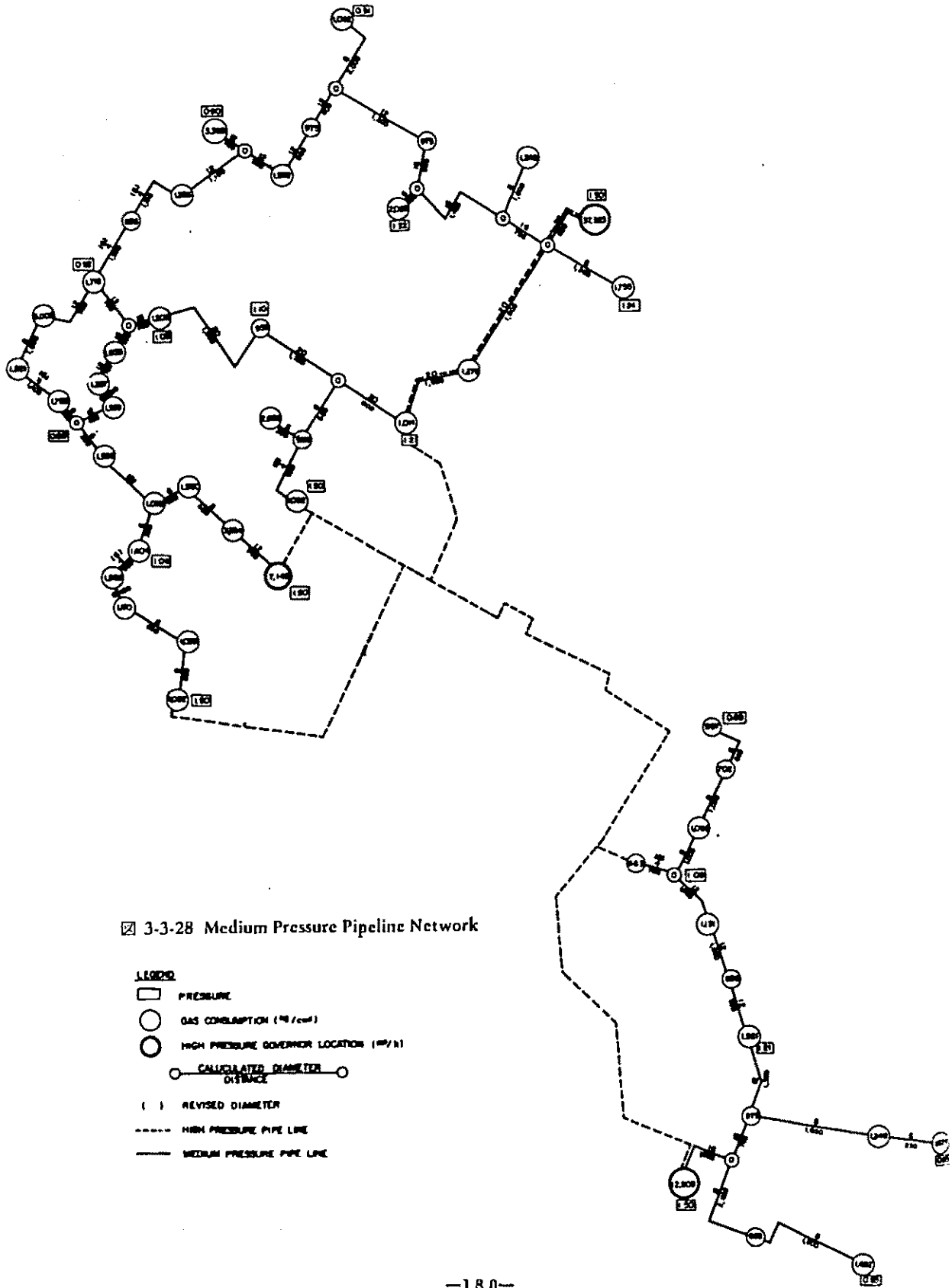
従って経済的なケース1を基本計画とした。尚、各消費ポイントの圧力及び各ポイント間の延長・管径を図3-3-28に示し、各ケースごとの高中圧導管網は図3-3-29(1)~(2)に示した。

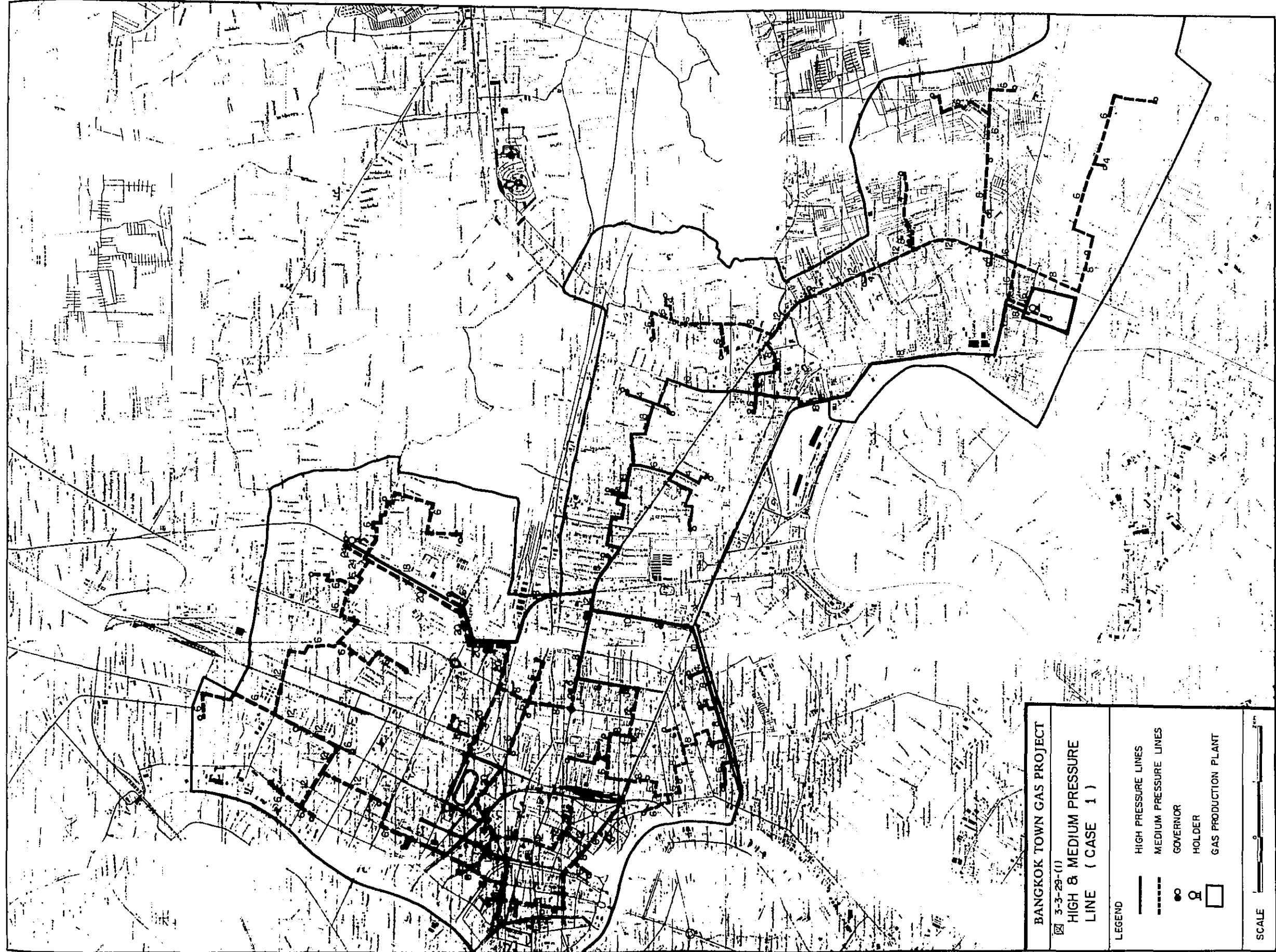
Ⅲ-3-3-10 配管材料及び施工法の検討

Ⅲ-3-3-10-1 配 管 材 料

(1) バ イ プ

タイ国におけるスチールパイプメーカーは現在5社あり、主にBS1387-1967 Steel Tubes and Tubulars Suitable for Screwing to BS21-1957



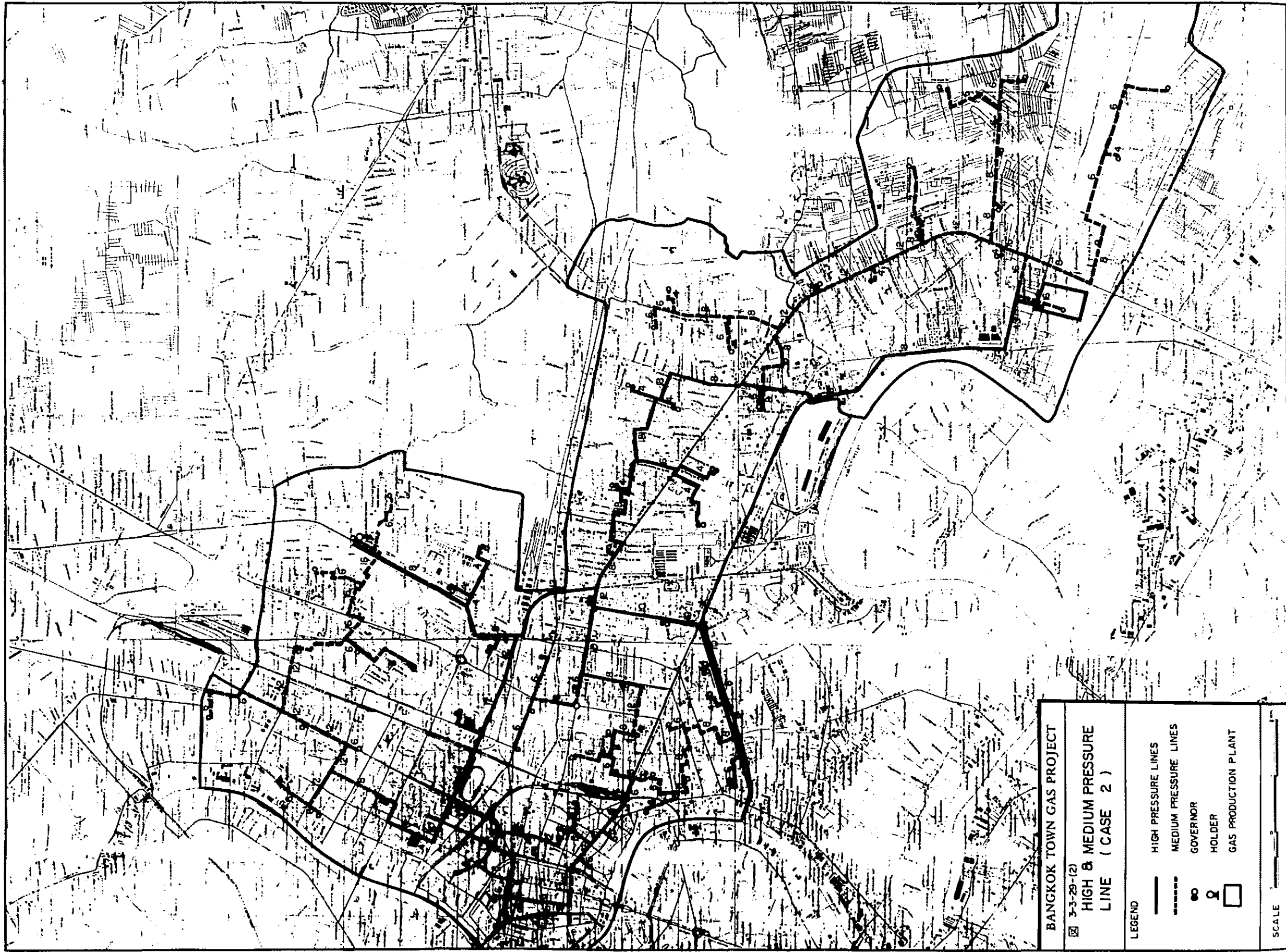


BANGKOK TOWN GAS PROJECT
 3-3-29-(1)
HIGH & MEDIUM PRESSURE LINE (CASE 1)

LEGEND

- HIGH PRESSURE LINES
- - - - MEDIUM PRESSURE LINES
- GOVERNOR
- ⊕ HOLDER
- GAS PRODUCTION PLANT

SCALE 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000



<p>BANGKOK TOWN GAS PROJECT</p> <p>3-3-29-(2)</p> <p>HIGH & MEDIUM PRESSURE LINE (CASE 2)</p>	
<p>— HIGH PRESSURE LINES</p> <p>- - - - - MEDIUM PRESSURE LINES</p> <p>⊙ GOVERNOR</p> <p>⊝ HOLDER</p> <p>□ GAS PRODUCTION PLANT</p>	<p>SCALE</p>

Pipe Threads の規格で、主として水道管用として口径 1/2 インチ～4 インチのパイプを製造している。生産能力は約 7,000～8,000 Ton/Month であるが、現在は稼働率が約 50% である。

従って本ガス供給計画の配管材料として充分供給可能であり低圧本支管、供給管、内管用として使用する。

6 インチ以上の低圧本管については、BS 1387-1987 と同等で大口径まで規定のある ASTM A-120, ASTM A-53 又は API 5L の規格のパイプを採用する。

次に高中圧管であるが、これは API 5L, API 5LX-X42, 又は JIS G3454 の規格のパイプを採用する。

設計圧力による応力の他に上載荷重、温度、不等沈下による応力等を考慮して管厚計算を行い、これら規格の中から最も経済的かつ安全な管厚を選定した。

表 3-3-7 に各ライン別の管種を示す。

表 3-3-7 ライン別の管種

	口 径	規 格	管 端	継手方法	調達方法
高 中 圧 管	2 4in.	API 5LX X42	べベル	溶接継手	輸 入
	4	or API 5L or JIS G3454	エンド		
低 圧 本 支 管	1 2in.	API 5L	べベル	溶接継手	輸 入
	0	or ASTM A-53 or ASTM A-120	エンド		
	4in.	BS 1387	BS 21	ネジ継手	タイ国産
3in.	ネジ				
供 給 管	2in.	BS 1387	BS 21	ネジ継手	タイ国産
内 管	1	BS 1387	ネジ	ネジ継手	タイ国産
	3/4in.		BS 21		
	1/2		ネジ		

(2) パイプフィッティング

パイプフィッティングは、エルボ、ベント、レジューサ、ソケット、ティー等を含む。3 インチ以下のものについてはタイ国産の BS 規格のマリアブルフィッティング、4イ

ンチ以上のものについてはパイプと同等以上の強度をもったスチール製とする。

エルボ及びベントは鋼管を原管としたものを使用する。

(3) バルブ

バルブは高中圧管に設置し、ANSI 150 lb 相当の溶接型ボールバルブとする。

Ⅲ-3-3-10-2 パイプライン施工法

本ガスパイプラインは市内の道路舗装状態、交通状況などから次の項目で分類した。

高中圧パイプライン

◦ 砂利道	.....	昼間施工
◦ コンクリート舗装 $t = 2.5\text{ cm}$	.....	昼間・夜間施工
◦ コンクリート舗装 $t = 1.5\text{ cm}$	.....	昼間・夜間施工
◦ アスコン舗装	.....	昼間・夜間施工
◦ 鉄道沿盛土	.....	昼間施工
◦ Super Highway	.....	昼間施工

低圧管は原則として昼間施工とする

低圧本管パイプライン

◦ 砂利道	}	歩道
◦ コンクリートプレート		
◦ コンクリート舗装 $t = 1.5\text{ cm}$	}	車道
◦ アスコン舗装		
◦ 砂利道		

低圧支管パイプライン

◦ 砂利道	}	歩道
◦ コンクリートプレート		

1) 掘削

全体的に掘削深さは伏越部を除いて2.5 mと浅いので土留は不必要なわけであるが、高中圧管は原則として道路の車道部に埋設される為工事占用中は十分に確保出来ない。従って木矢板かあるいは鋼矢板のいずれかの土留作業が必要である。低圧管については原則として12インチ以上は車道部に10インチ以下は歩道部に埋設する。歩道部に埋設する際の掘削深さは比較的浅く上載荷重も少ないので土留は使用しない。

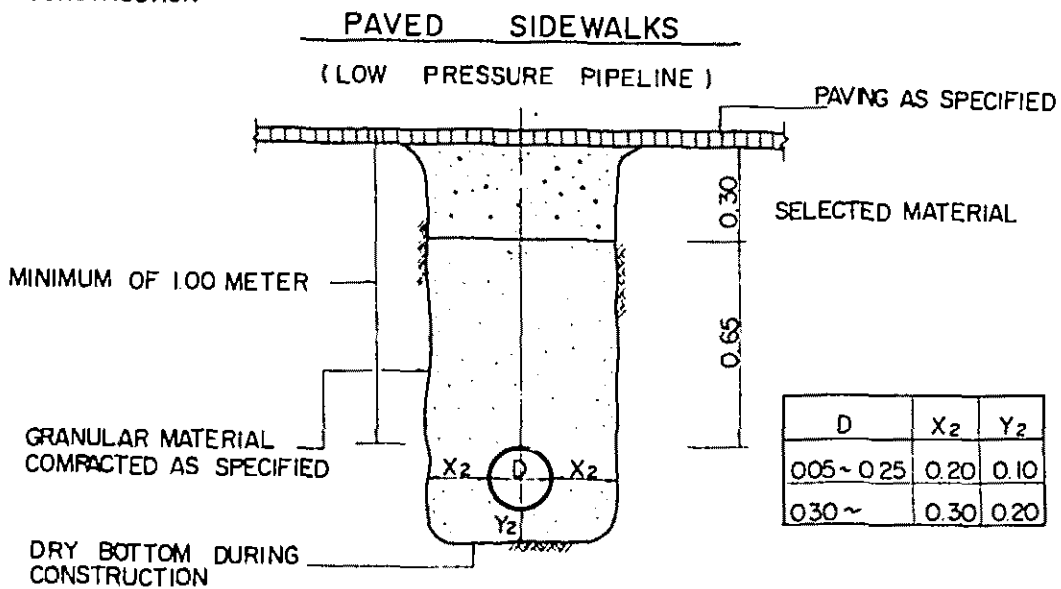
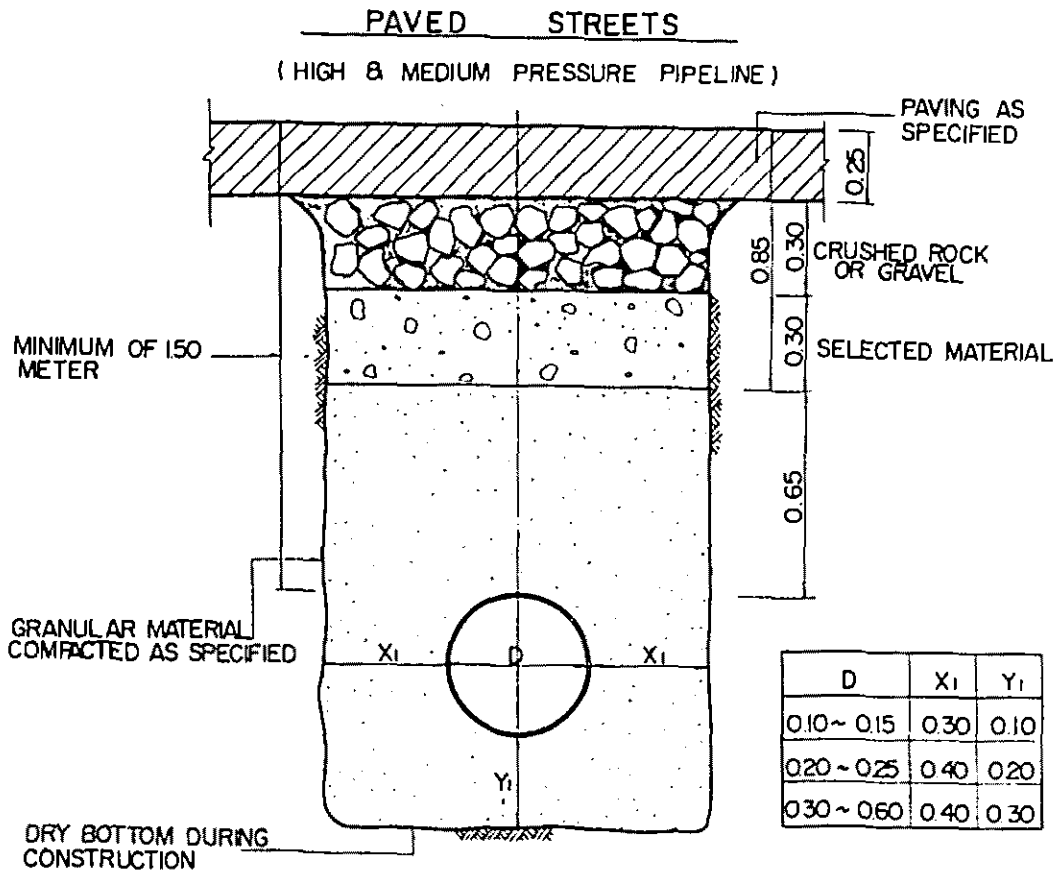
2) 管床

ガスパイプは図3-3-30にあるように10~30 cm厚の細粒砂の上に布設される。パンコクのように地下水位の高い所では排水作業が連続的に行われなかつたりして、パイプの据付や溶接、X線作業に影響を与える。

图 3-3-30 TYPICAL TRENCH SECTION

SCALE 1:20

SHEETING NOT SHOWN



ALL DIMENSIONS IN METERS

このように施工を効率的に進めるために細粒砂による管床を作る必要がある。

3) パイプの接合, 継手部塗覆装, X線検査

接 合

パイプ接合には溶接継手とねじ込み継手の2つがあるが, 4インチ以上のパイプはすべて溶接継手とし3インチ以下のパイプはねじ込み継手とする。

溶接作業は原則としてAPI, ASTM等の基準に適合した方法により, アーク溶接法を使用し溶接工は施工前に技能試験に合格したものでなければならない。

又パイプは工場でbevel加工を原則とする。

継手部塗覆装

現場溶接部分の塗覆装は他の直管部分と同程度のものでなければならない。塗覆装材としてはプラスチックテープを使用する。

X線検査

ガスの漏洩事故はパイプラインの運転, 維持管理上支障を与えるので, X線による透過検査を実施しなければならない。本ガスパイプラインで高中圧管についてはこのX線検査を実施し, 一般道路埋接部については全溶接ヶ所の10%を抜取り検査をする。又主要道路, 鉄道, 河川等の横断ヶ所については100%検査とする。

4) 埋 戻 し

バンコク市内での掘削土は軟弱, 硬質の差はあるにしてもほとんどが粘土であるので十分な表面復旧をするためには有効な締固めが必要である。しかし掘削された粘土は混潤飽和状態にあり, あまり締固めすぎると粘土の含水比が臨界含水比を越えて有効な締固めが出来なくなる。又市内の交通状態を考えると十分な工事占用中の確保は出来ないので, 掘削土を溝のそばに置く事は不可能である。以上により本工事の埋戻し用材料としては細粒川砂を使用する。

又図3-3-30にあるように道路又は歩道の掘削部分はパイプライン建設前と同じ状態に復旧しなければならない。

5) 耐圧試験, 気密試験

耐圧試験

高中圧ガスパイプラインは建設されてから運転する前に全溶接部に異状があるかないかを調べるために管の長さを約1000~2000m程度ごとに区分し, 区分ごとに盲蓋を取付け最高使用圧力の1.5倍の圧力で空気による耐圧試験を行なう。

気密試験

高中低圧ガスパイプラインは耐圧試験と同様に建設されてから運転する前にパイプに漏洩があるかないかを調べるため, 下記の表の如くの圧力と時間で空気による気密試験を行

なう。

種 類	試 験 圧 力	時 間
高 圧 管	M. O. $P \times 1.5$ (1.2 倍)	2 4 ^{hr} 以上
中 圧 管	M. O. $P \times 1.5$ (4.5 倍)	2 4 ^{hr} 以上
低 圧 本 管	M. O. $P \times 1.1$ (0.5 倍)	4 ^{hr} 以上
支 管	水 柱 3 0 0 mm 以上	2 ^{hr} 以上

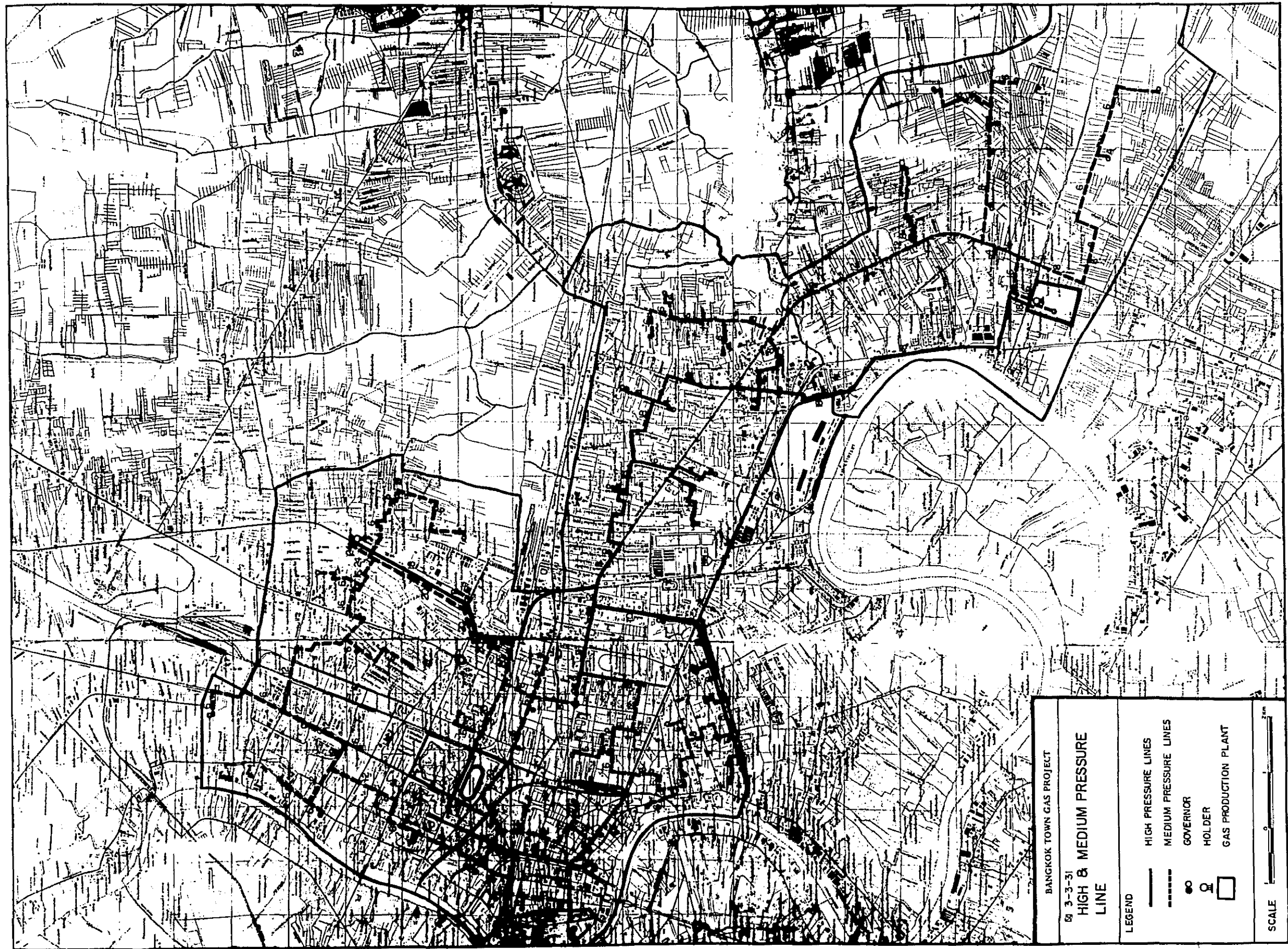
注 M. O. P は最高使用圧力を意味する。

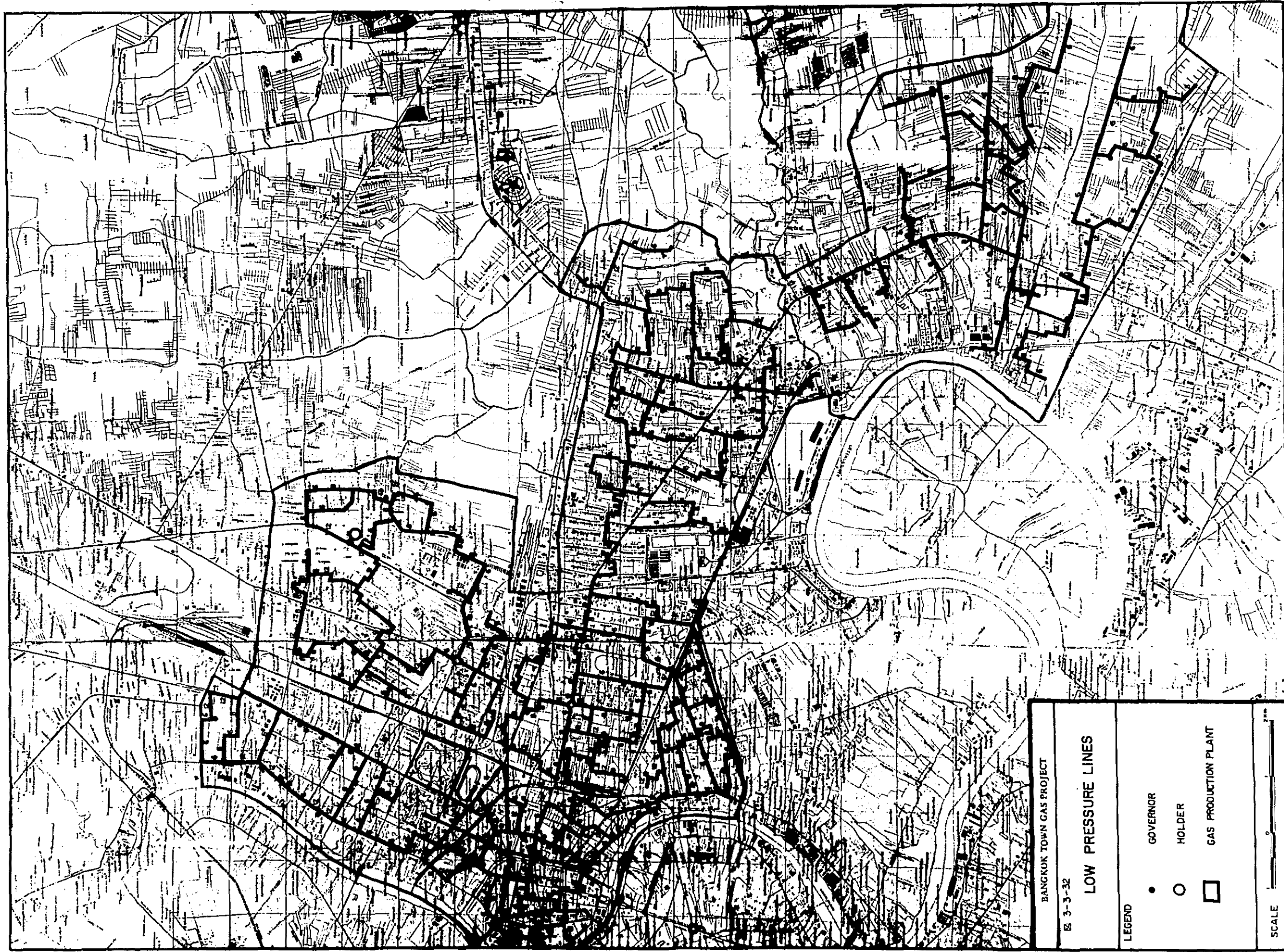
Ⅲ-3-4 供給基本計画

Ⅲ-3-4-1 高・中・低圧導管網，ガスホルダー，ガバナー，供給管，内管

下記の諸供給設備の基本計画図および延長基数等を図表にて示す。

(1) 高・中圧導管網	図	3-3-3 1
(2) 低圧導管網	図	3-3-3 2
(3) 主要道路ガス管理設断面	図	3-3-3 3 (1)~(6)
(4) 供給所配管	図	3-3-3 4
(5) 標準地区の低圧導管網	図	3-3-3 5
(6) 高・中圧管の年度別配管状況	図	3-3-3 6 (1)~(6)
(7) 高・中・低圧導管網延長	表	3-3-8
(8) ガスホルダー，ガバナー設置基数	表	3-3-9
(9) 供給管，内管延長	表	3-3-1 0
(10) ホルダー，ガバナー関係諸表	表	3-3-1 1 (1)~(2)





BANGKOK TOWN GAS PROJECT

83 3-3-32

LOW PRESSURE LINES

LEGEND

• GOVERNOR

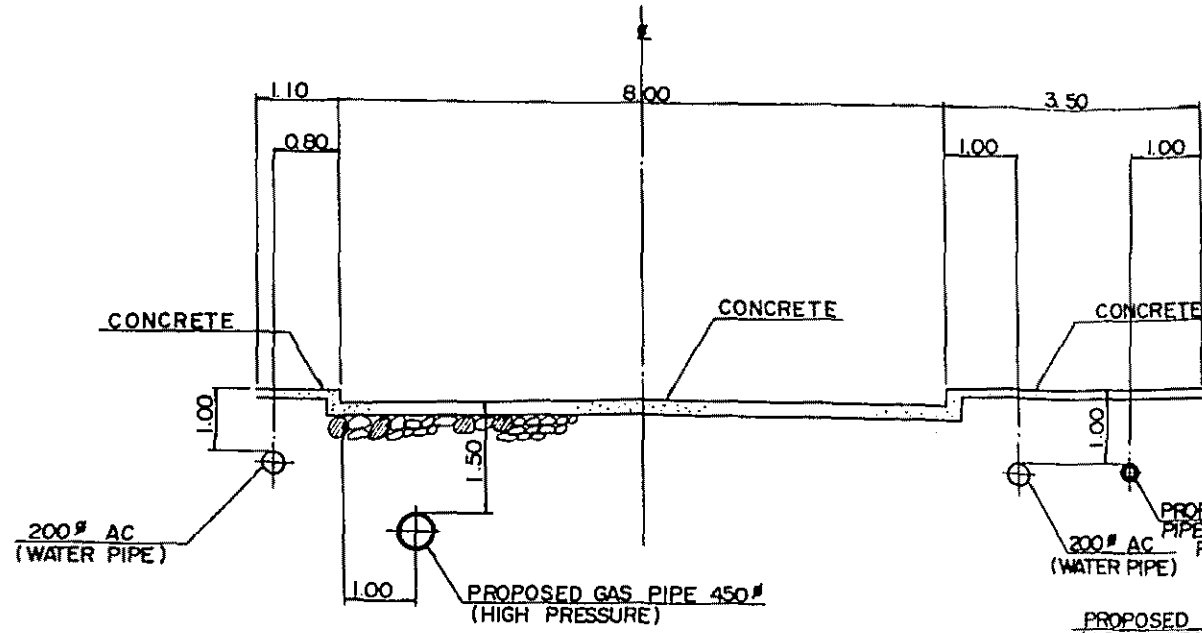
○ HOLDER

□ GAS PRODUCTION PLANT

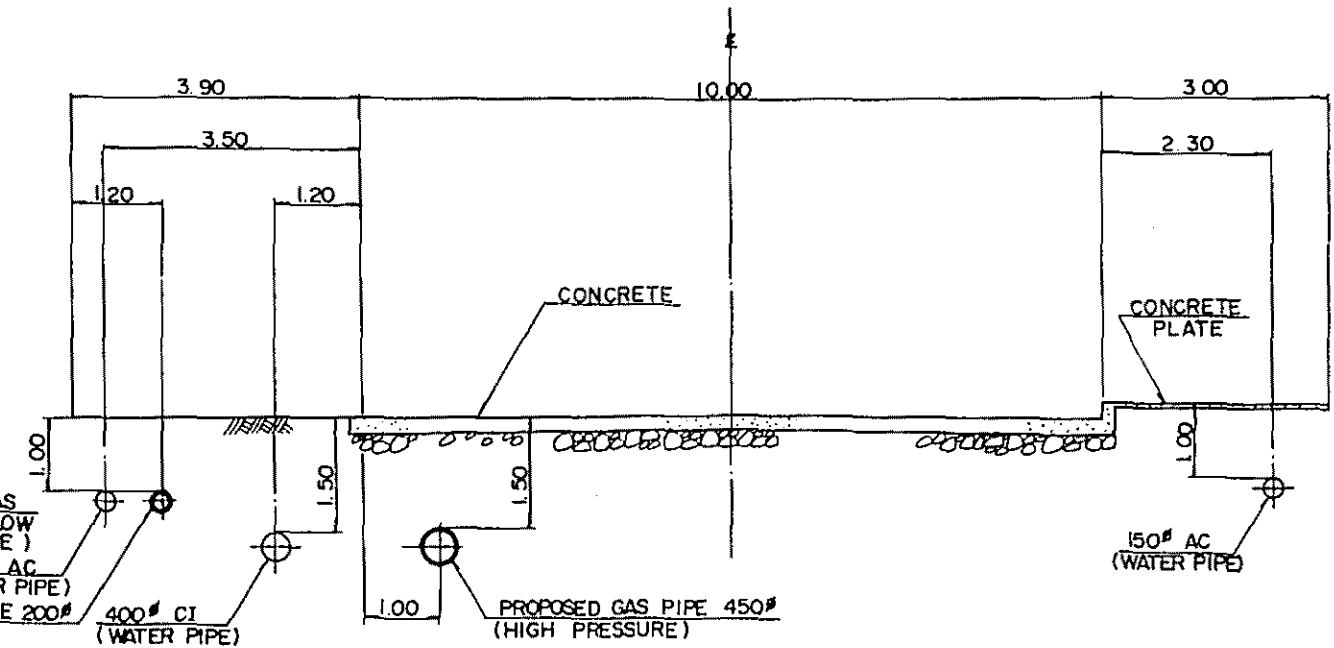
SCALE

CROSS SECTIONS OF MAIN ROADS

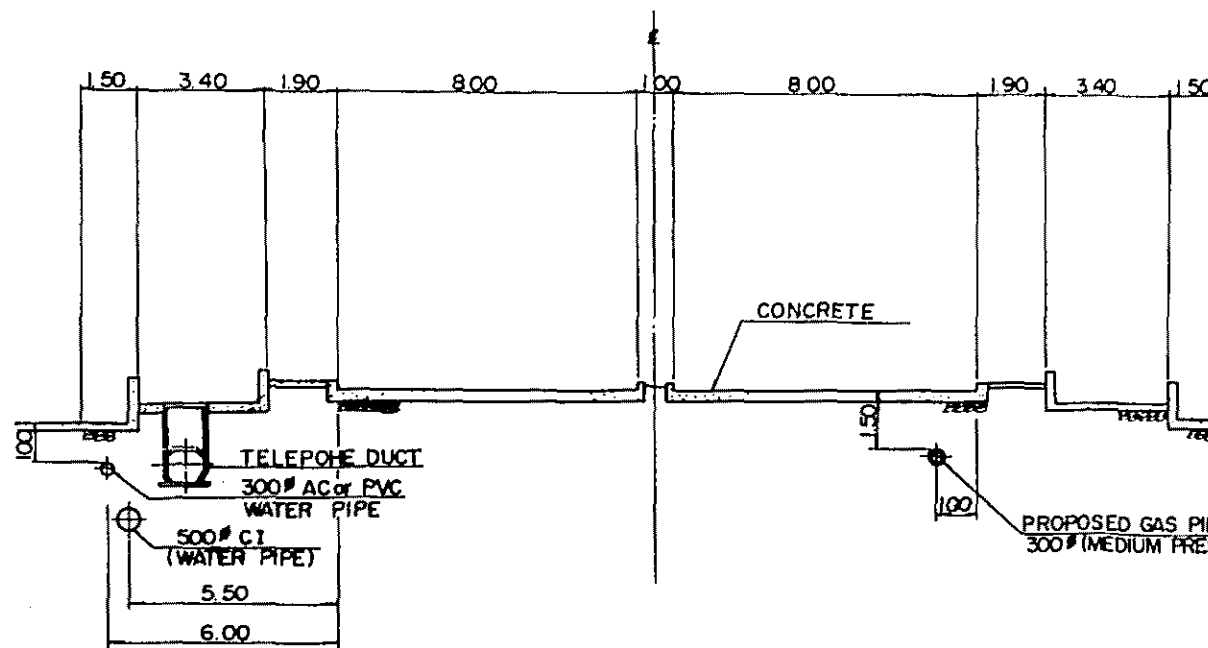
NO.5 (SOI KLUAINAM THAI) S=1:100



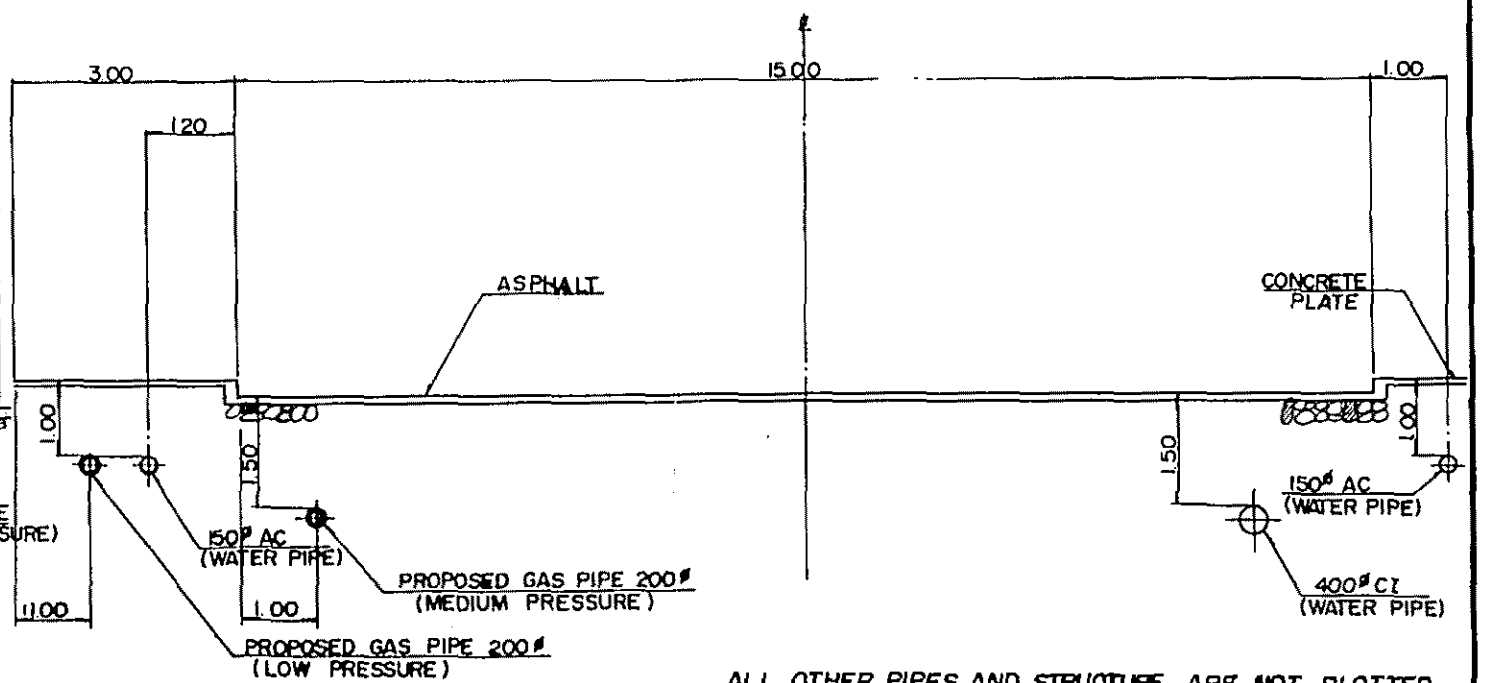
NO.8 (SOI AKKAMAI) S=1:100



NO.3 (SUKUM WIT ROAD) S=1:200



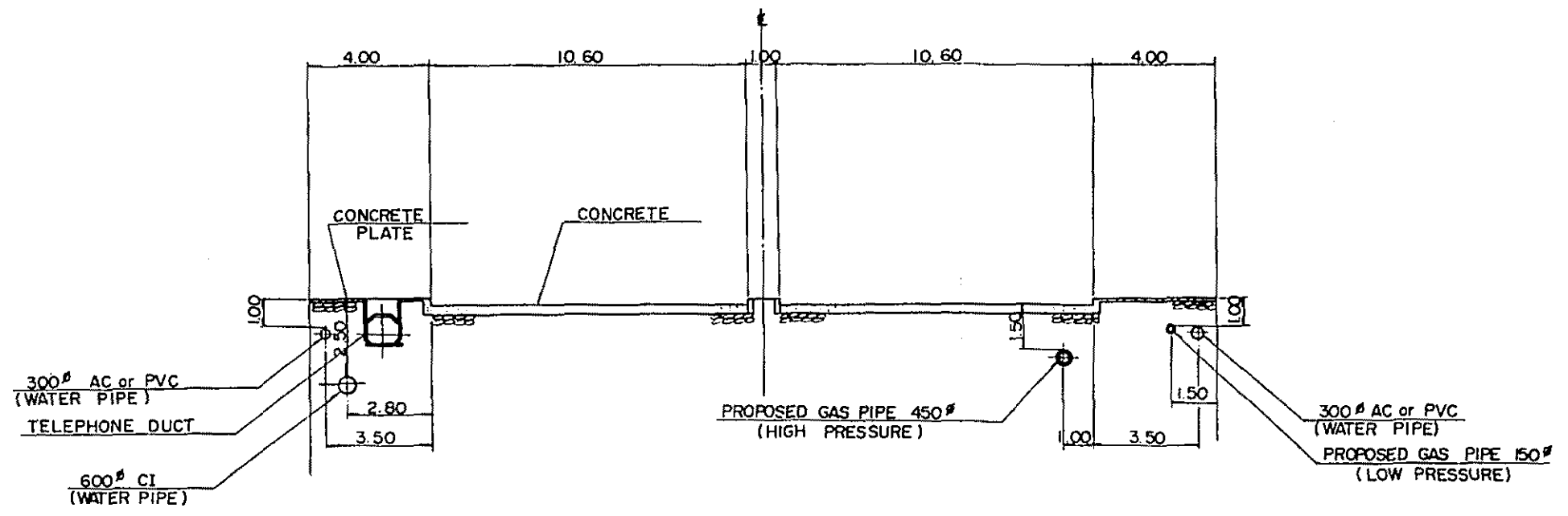
NO.6 (SOI PHRA KHANONG KATPHAO) S=1:100



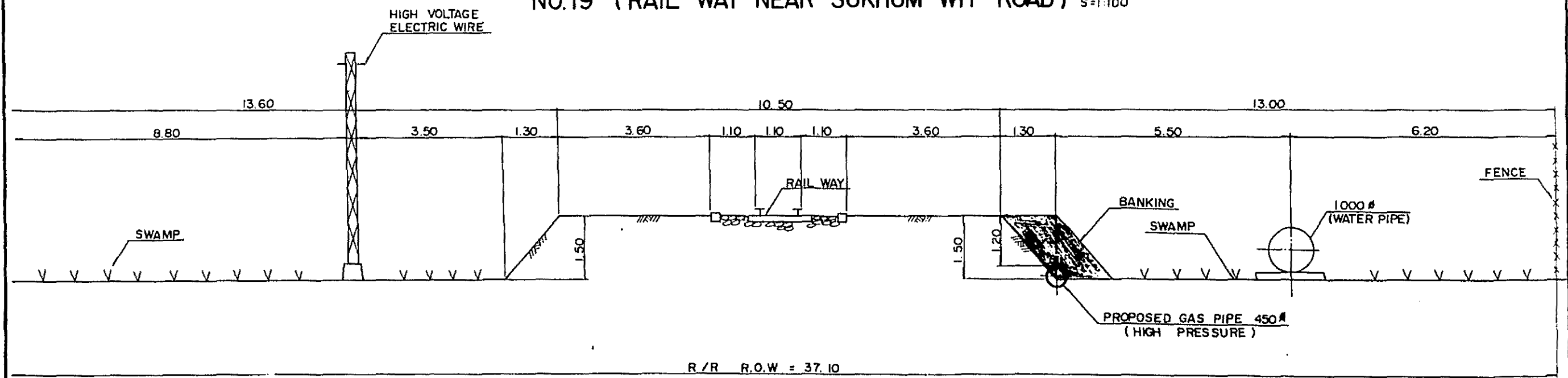
ALL OTHER PIPES AND STRUCTURE ARE NOT PLOTTED IN THIS DRAWING
ALL DIMENSIONS IN METERS

3-3-33-(2) CROSS SECTIONS OF MAIN ROADS

NO.14 (SUKUM WIT ROAD) S=1:200



NO.19 (RAIL WAY NEAR SUKHUM WIT ROAD) S=1:100

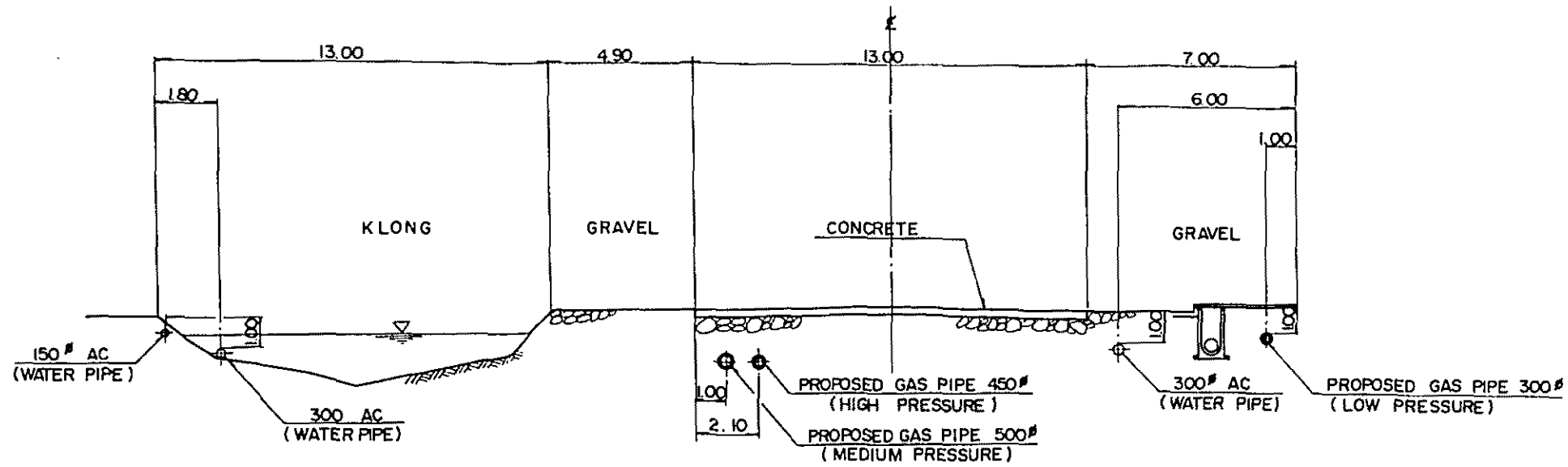


ALL OTHER PIPES AND STRUCTURE ARE NOT PLOTTED IN THIS DRAWING
ALL DIMENSIONS IN METERS

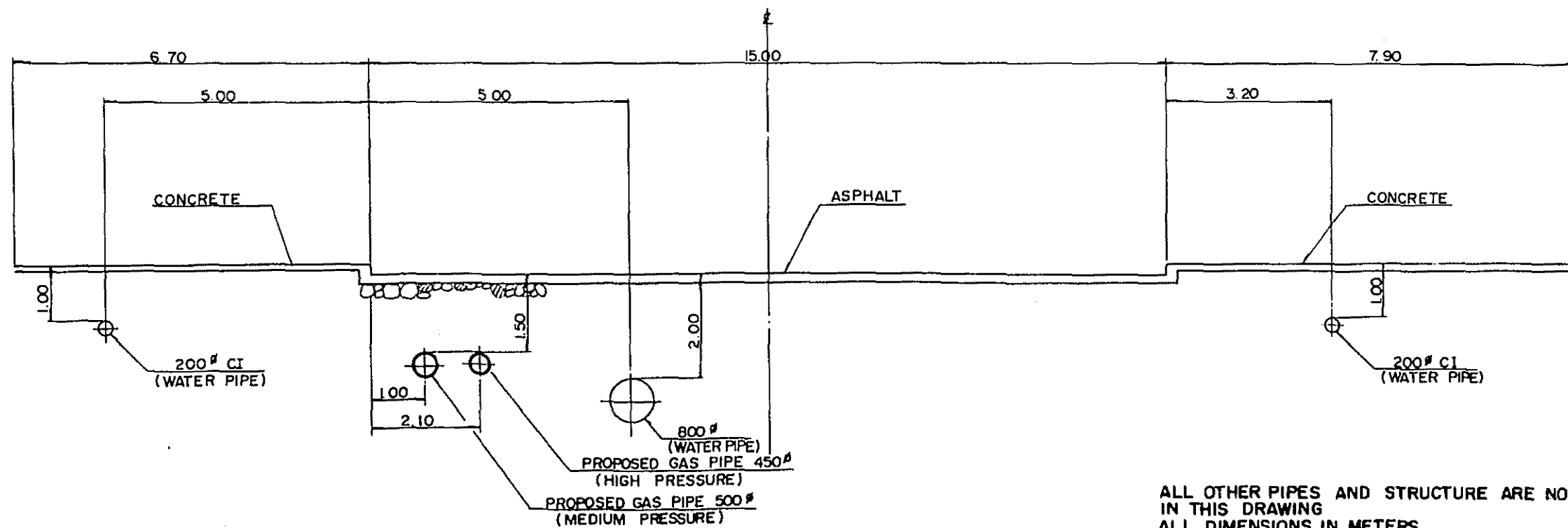
3-3-33-(3)

CROSS SECTIONS OF MAIN ROADS

NO.23 (DIN DAENG ROAD) S=1:200



NO.22 (RATCHAPRAROP ROAD) S=1:100



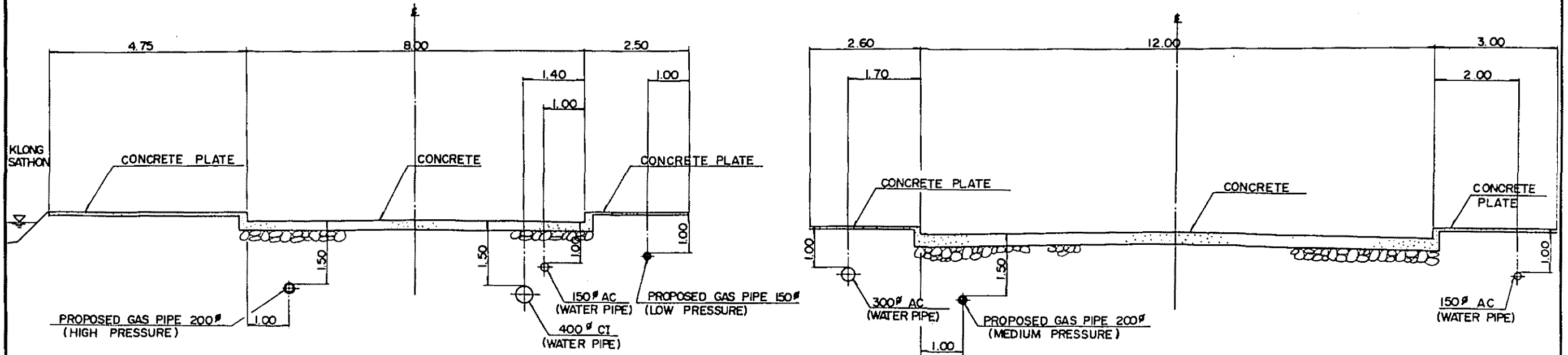
ALL OTHER PIPES AND STRUCTURE ARE NOT PLOTTED
IN THIS DRAWING
ALL DIMENSIONS IN METERS

3-3-33-(4)

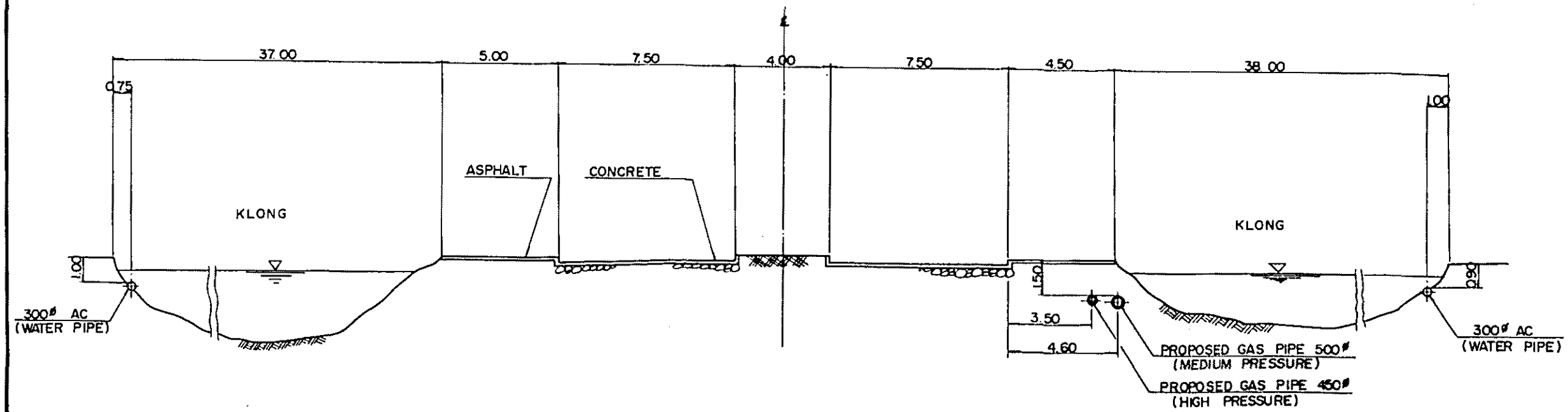
CROSS SECTIONS OF MAIN ROADS

NO. 29 (SATHON NUA ROAD) S=1:100

NO. 31 (SURAWONG ROAD) S=1:100



NO. 24 (SUPER HIGHWAY) S=1:200

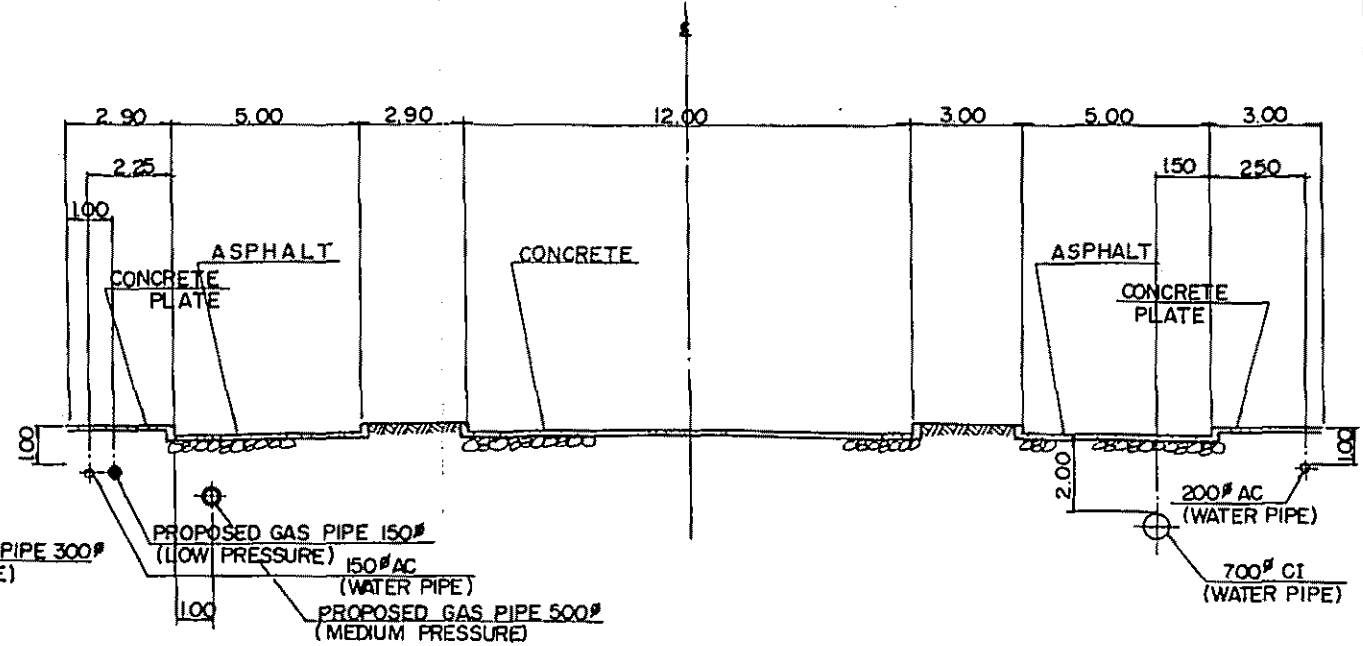
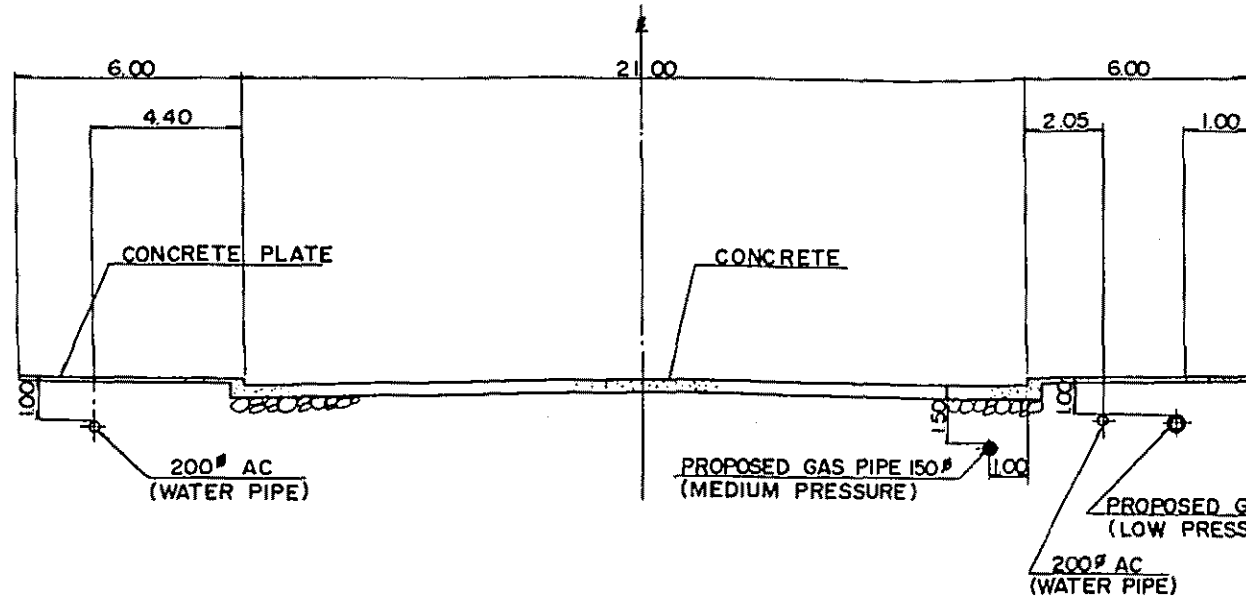


ALL OTHER PIPES AND STRUCTURE ARE NOT PLOTTED
IN THIS DRAWING
ALL DIMENSIONS IN METERS

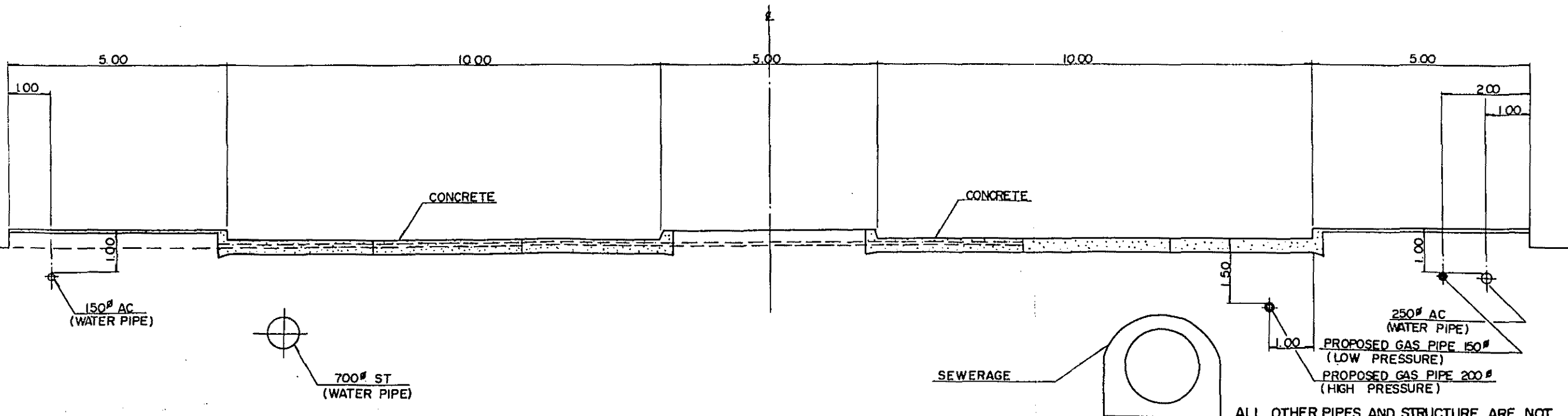
CROSS SECTIONS OF MAIN ROADS

NO. 40 (PHETCHABURI ROAD) S=1:200

NO. 42 (SRI AYUTHAYA ROAD) S=1:200



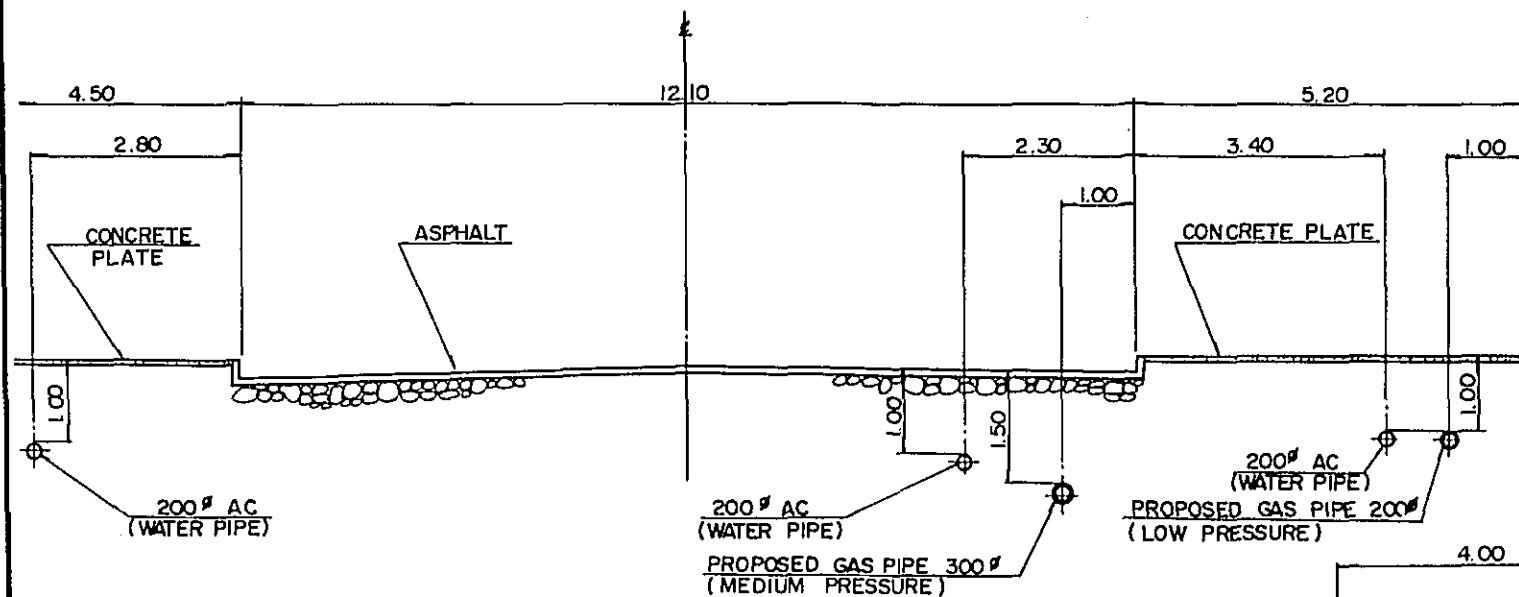
NO. 35 (HENRI DUNANT ROAD) S=1:100



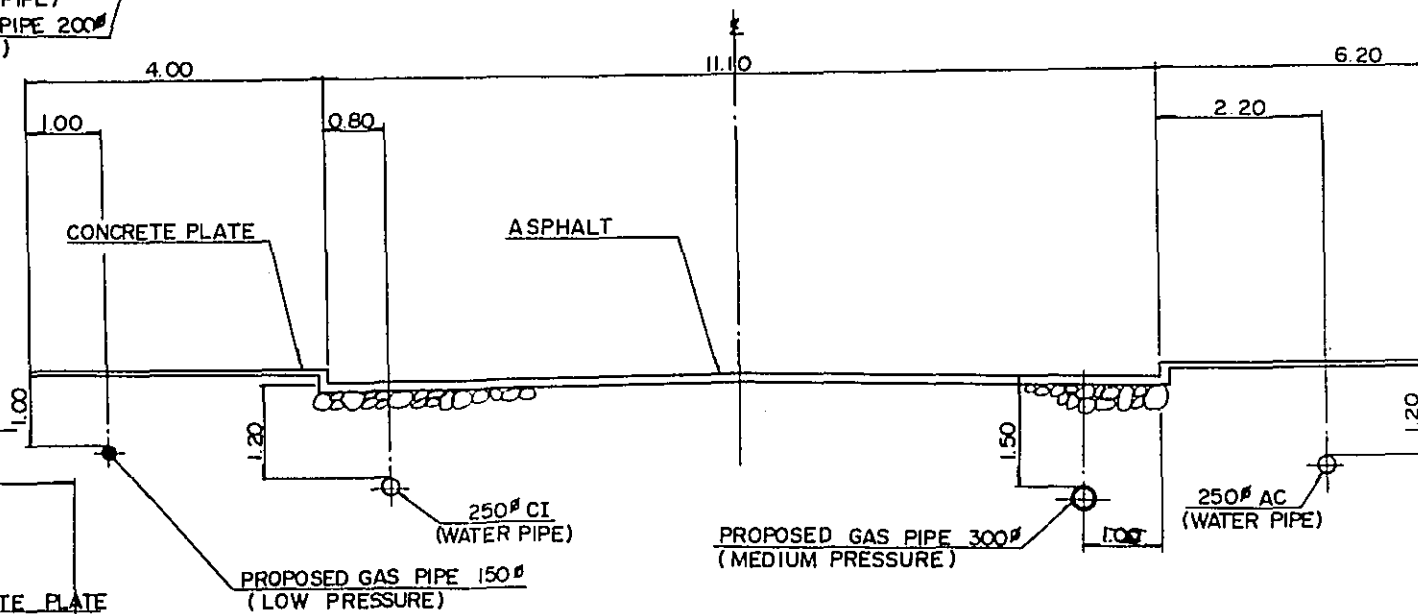
ALL OTHER PIPES AND STRUCTURE ARE NOT PLOTTED IN THIS DRAWING
ALL DIMENSIONS IN METERS

CROSS SECTIONS OF MAIN ROADS

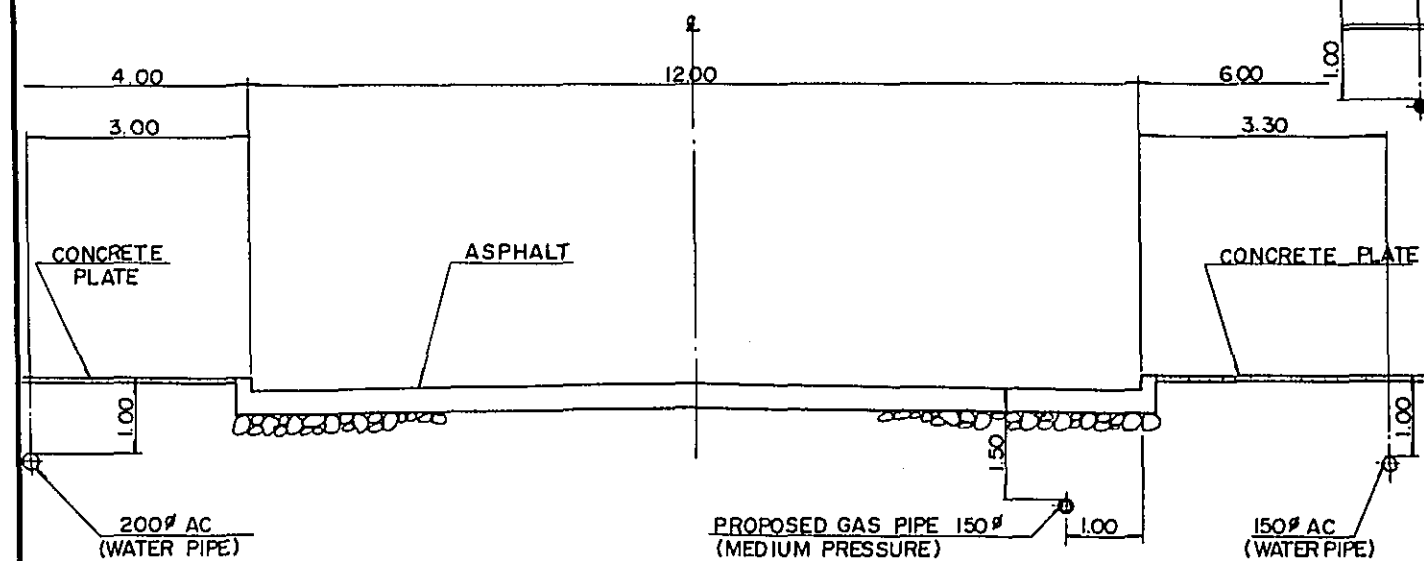
NO.52 (AMNUAI SONGKHRAM) S=1:100



NO.56 (RAMA V ROAD) S=1:100

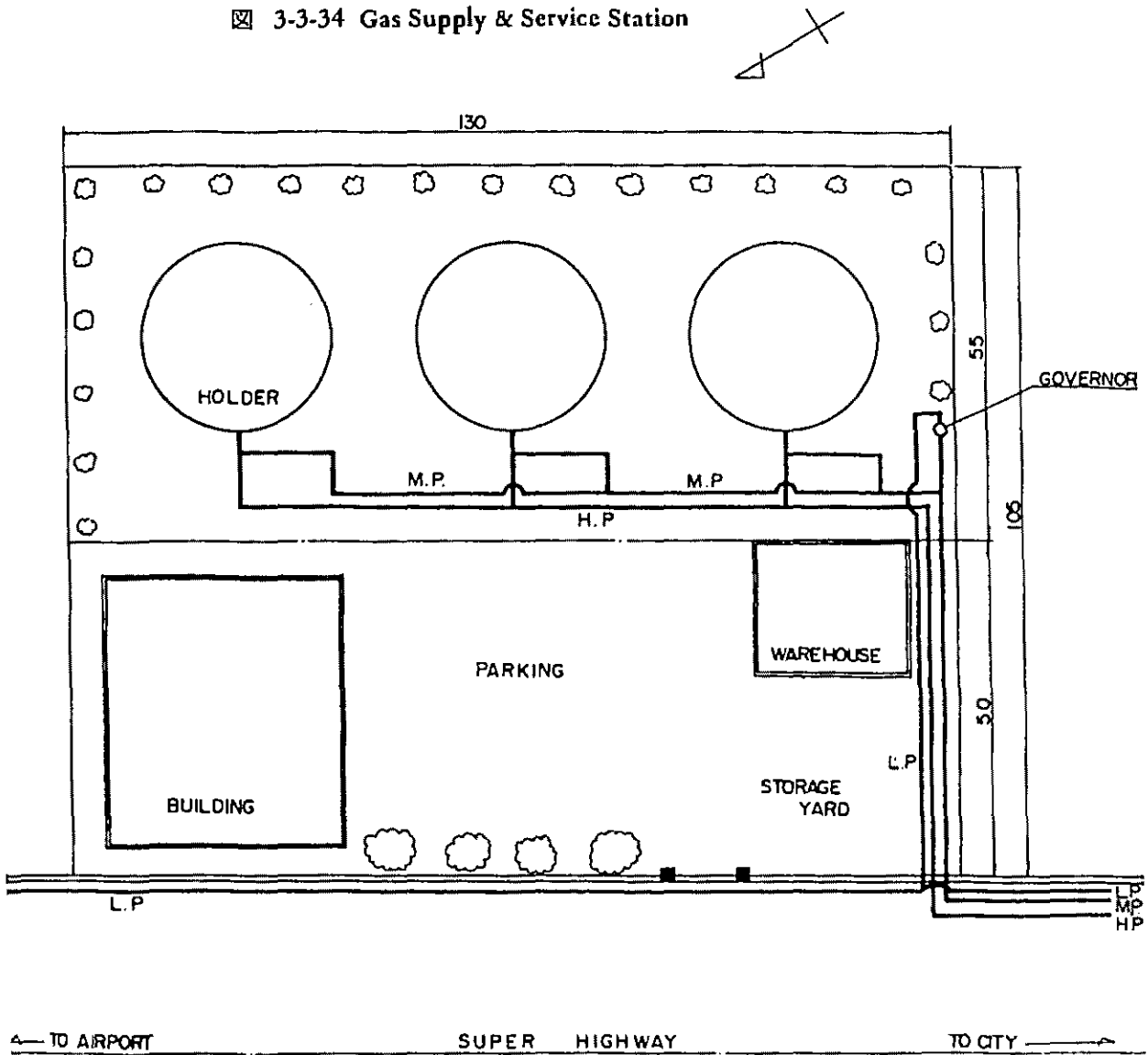


NO.47 (NAKORN RATCHASIMA ROAD) S=1:100

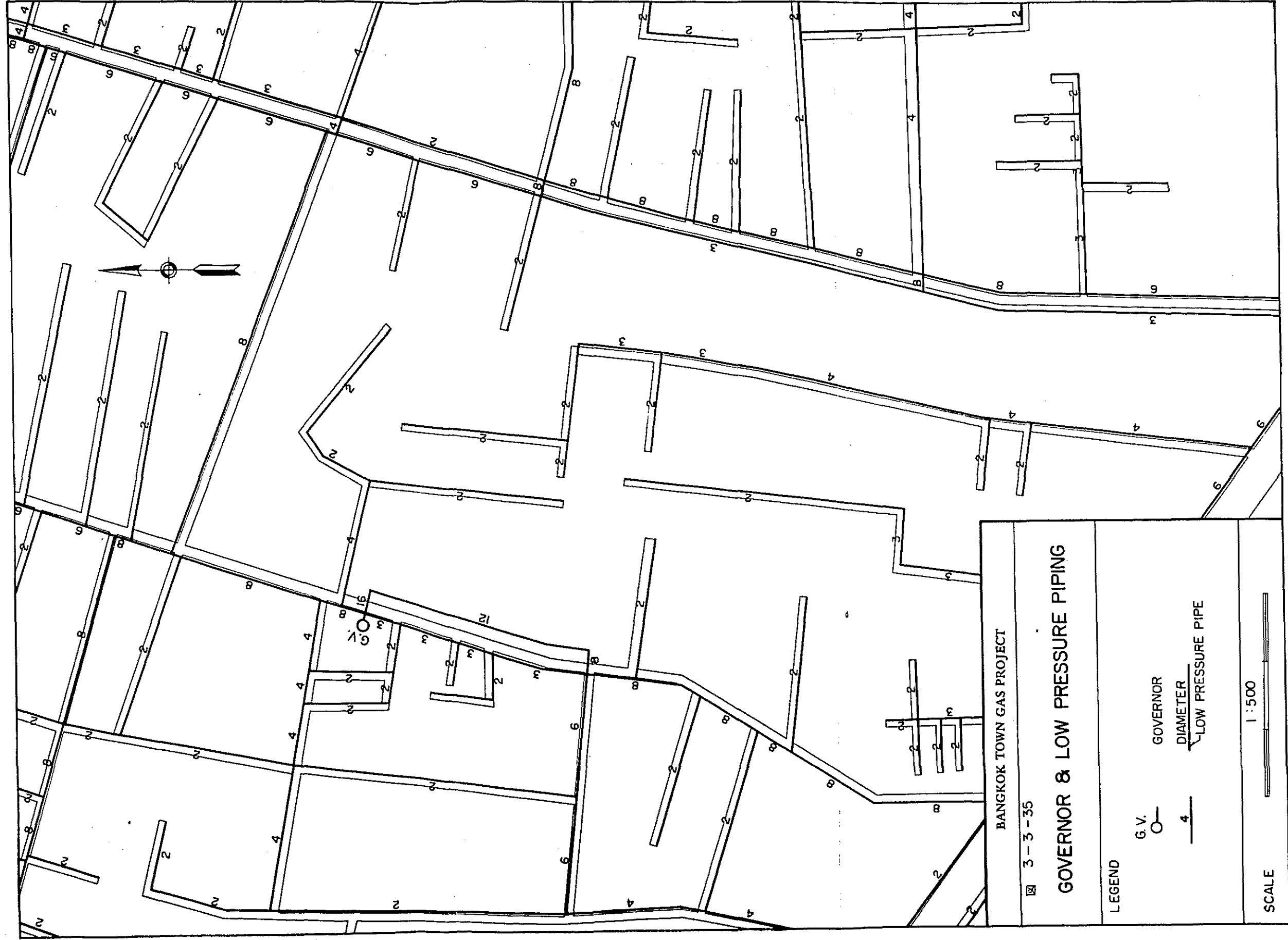


ALL OTHER PIPES AND STRUCTURE ARE NOT PLOTTED
IN THIS DRAWING
ALL DIMENSIONS IN METERS

3-3-34 Gas Supply & Service Station



TOTAL ARER	13, 650 M ²	
SUPPLY STATION	7, 150 M ²	
SERVICE STATION	6, 500 M ²	ALL DIMENSIONS IN METERS



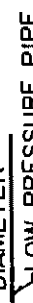


BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-35

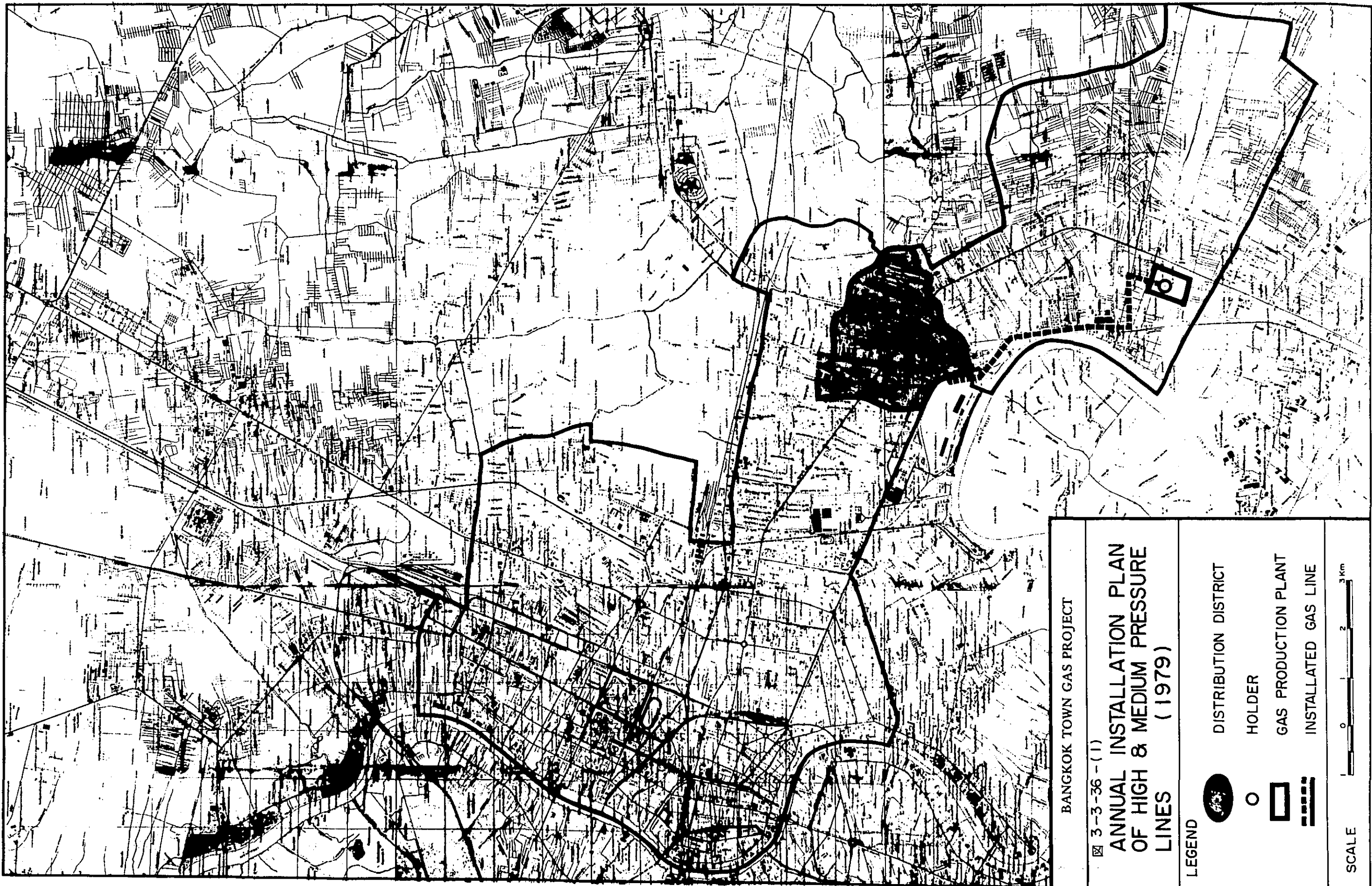
GOVERNOR & LOW PRESSURE PIPING

LEGEND

G.V.  GOVERNOR
 4 DIAMETER
 LOW PRESSURE PIPE



SCALE



BANGKOK TOWN GAS PROJECT


3-3-36-(1)


ANNUAL INSTALLATION PLAN
OF HIGH & MEDIUM PRESSURE
LINES (1979)

LEGEND

 DISTRIBUTION DISTRICT

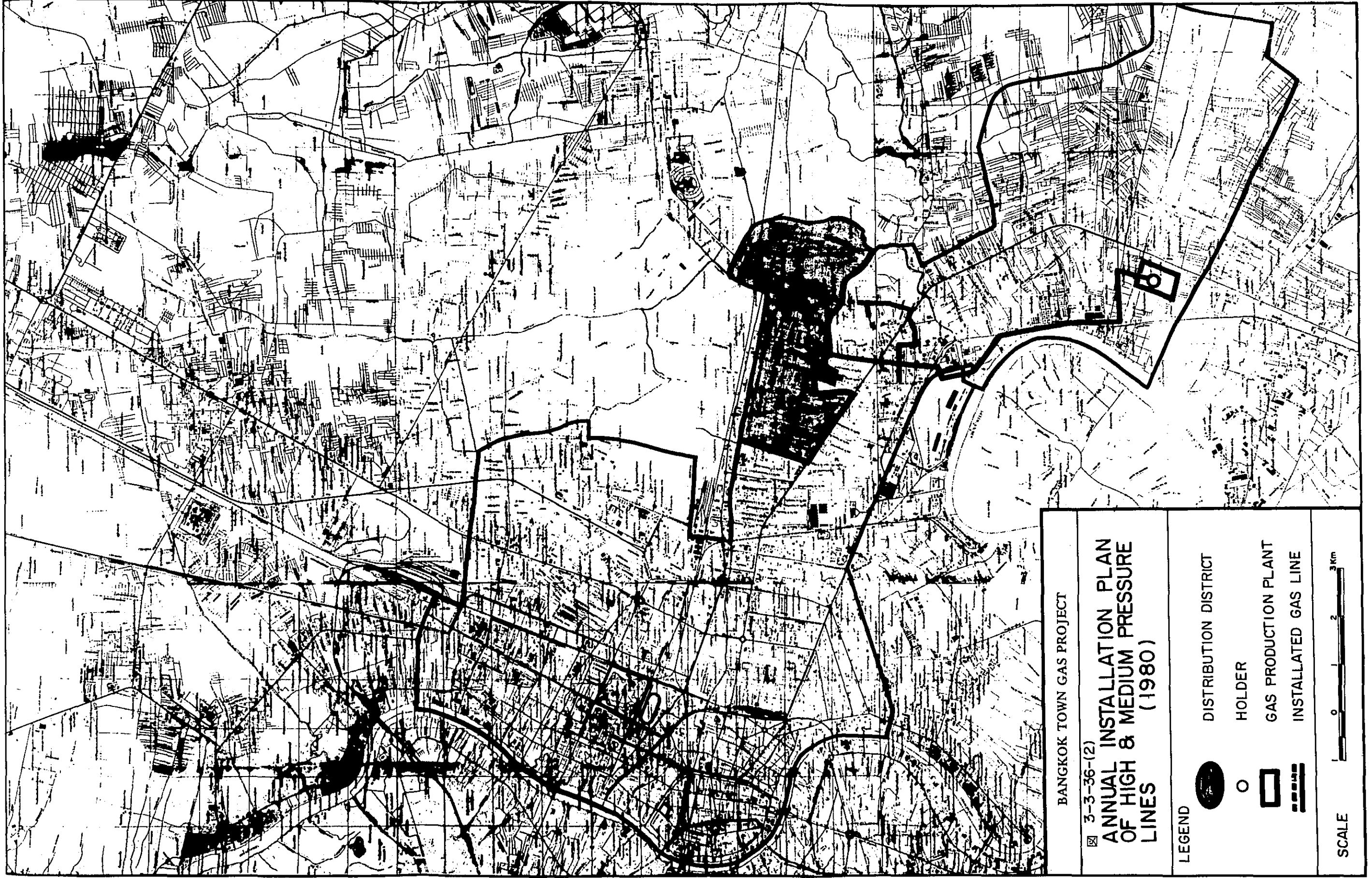
 HOLDER

 GAS PRODUCTION PLANT

 INSTALLED GAS LINE

SCALE





BANGKOK TOWN GAS PROJECT

图 3-3-36-(2)

**ANNUAL INSTALLATION PLAN
OF HIGH & MEDIUM PRESSURE
LINES (1980)**

LEGEND



DISTRIBUTION DISTRICT



HOLDER



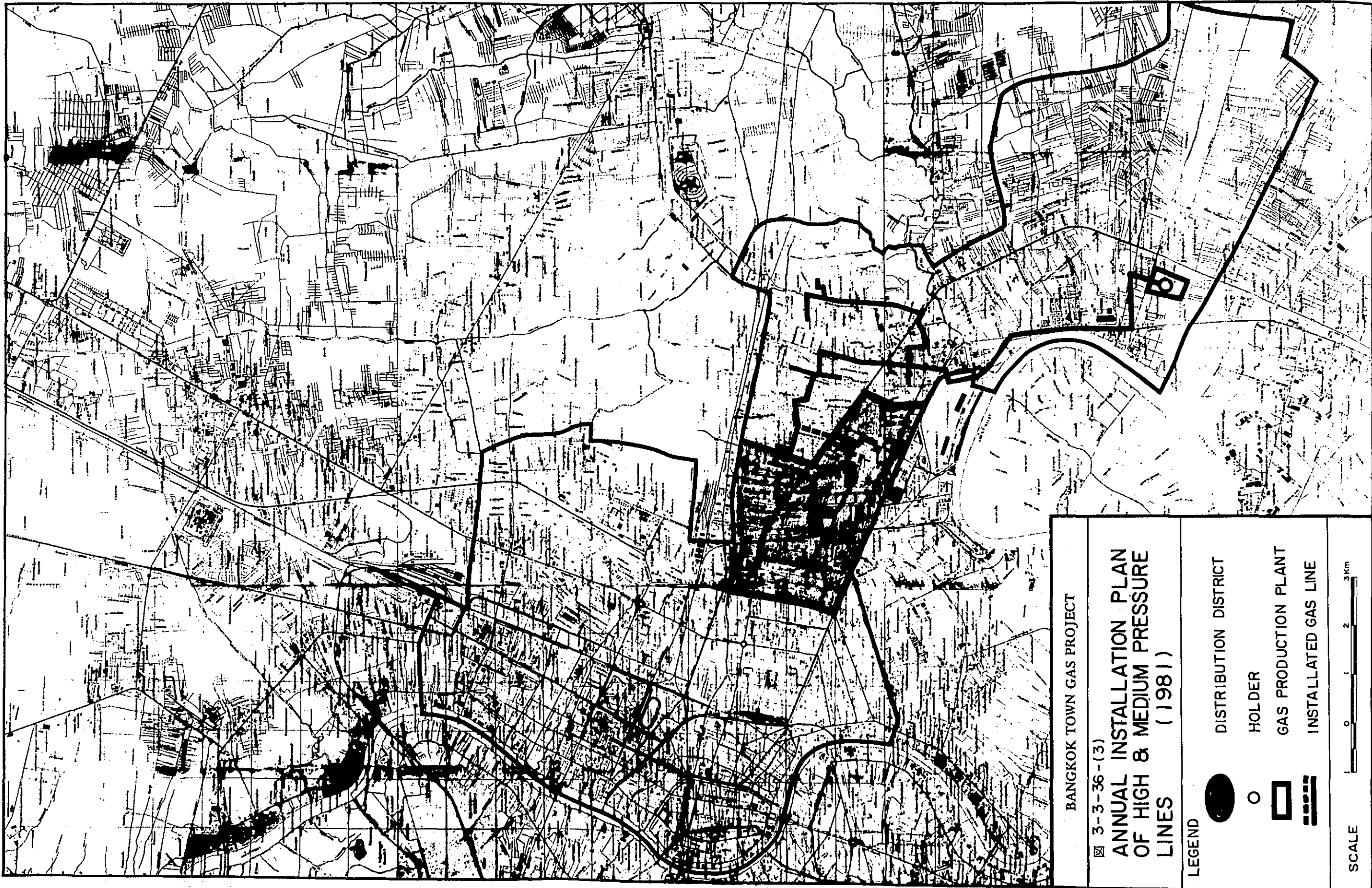
GAS PRODUCTION PLANT



INSTALLED GAS LINE

SCALE





BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-36-(3)

ANNUAL INSTALLATION PLAN
OF HIGH & MEDIUM PRESSURE
LINES (1981)

LEGEND



DISTRIBUTION DISTRICT



HOLDER



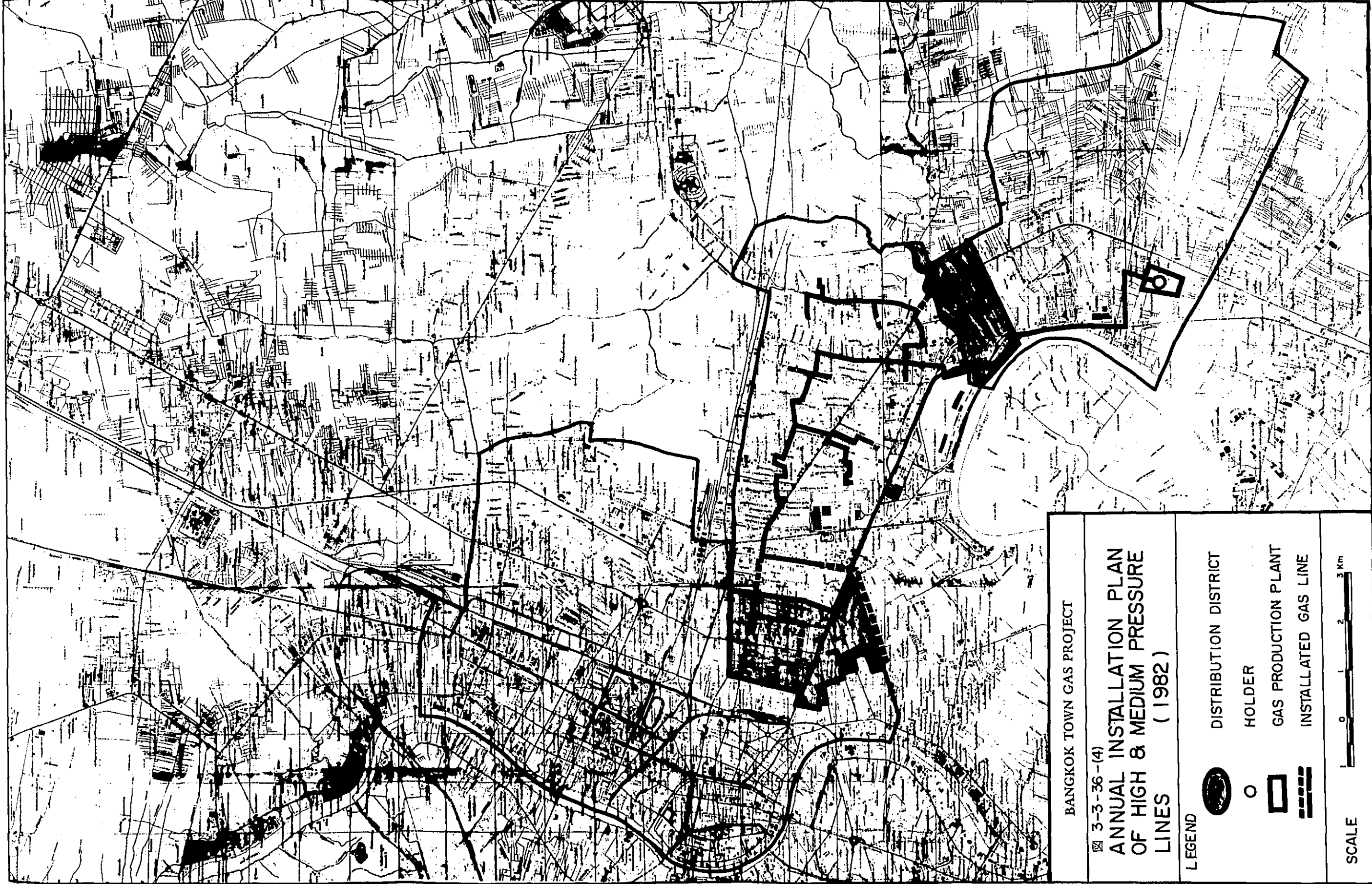
GAS PRODUCTION PLANT



INSTALLED GAS LINE

SCALE









BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-36-(4)

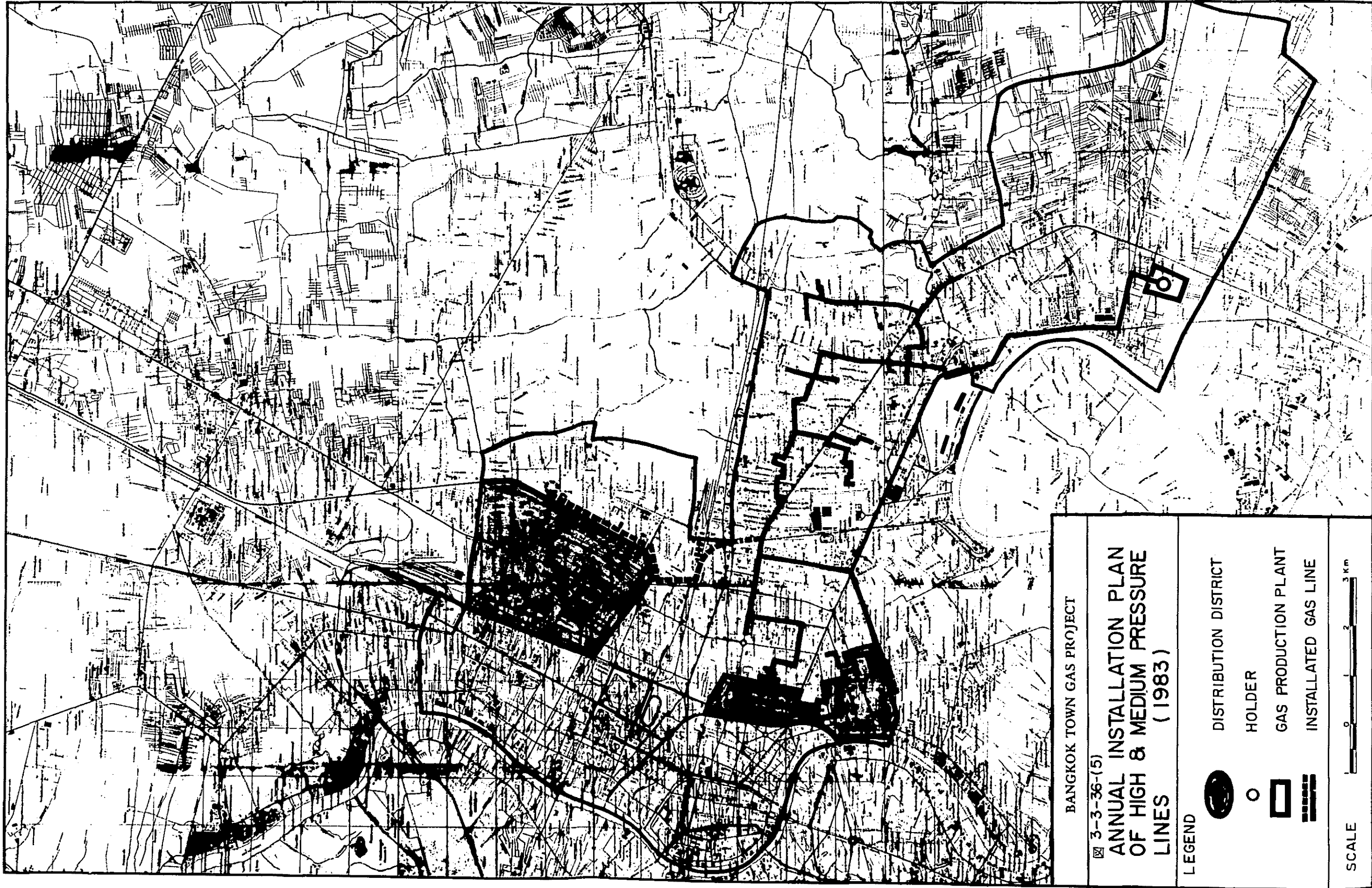
ANNUAL INSTALLATION PLAN
OF HIGH & MEDIUM PRESSURE
LINES (1982)

LEGEND

-  DISTRIBUTION DISTRICT
-  HOLDER
-  GAS PRODUCTION PLANT
-  INSTALLED GAS LINE



SCALE



BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-36-(5)

ANNUAL INSTALLATION PLAN
OF HIGH & MEDIUM PRESSURE
LINES (1983)

LEGEND



DISTRIBUTION DISTRICT



HOLDER



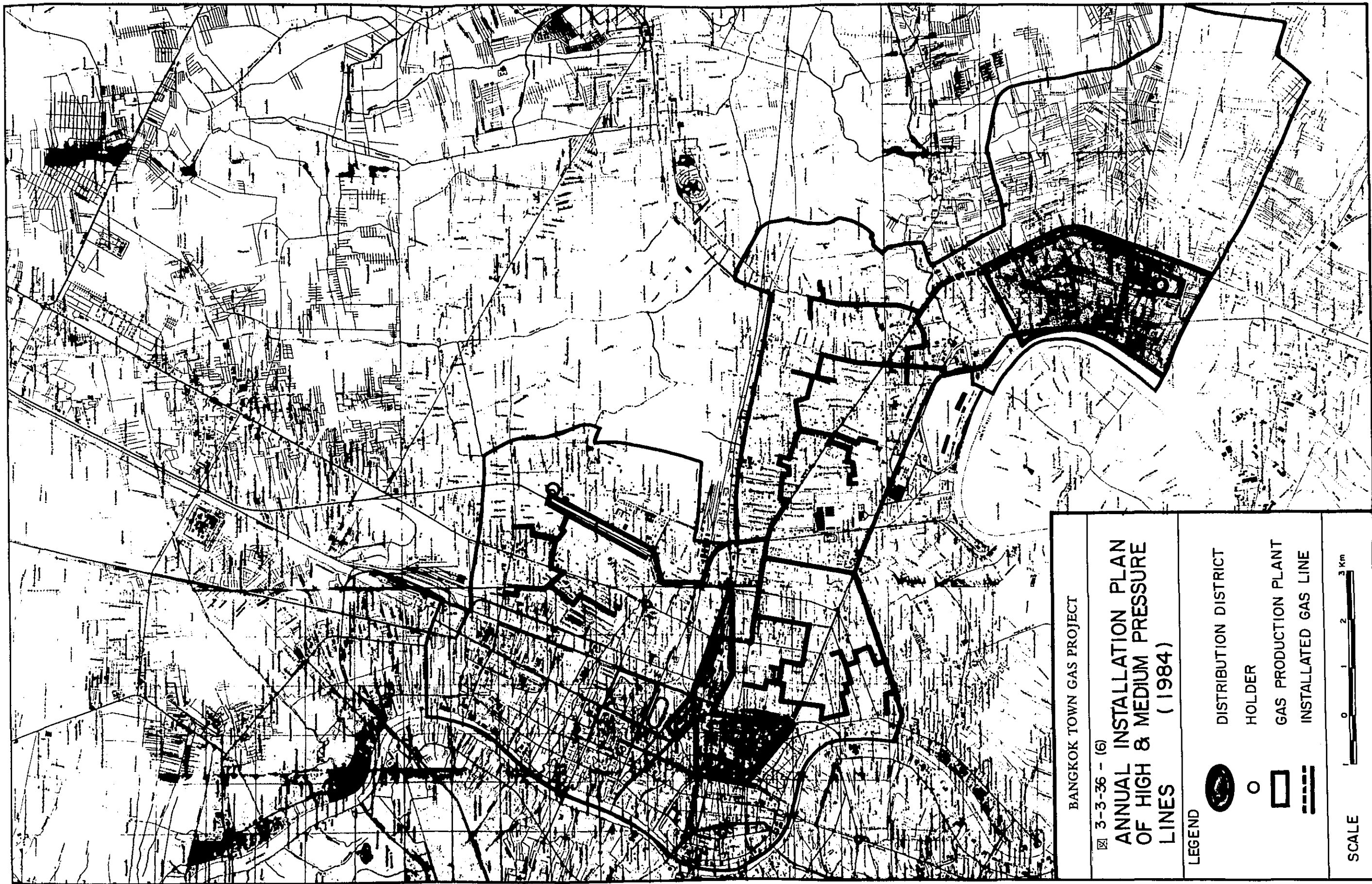
GAS PRODUCTION PLANT



INSTALLED GAS LINE

SCALE









BANGKOK TOWN GAS PROJECT

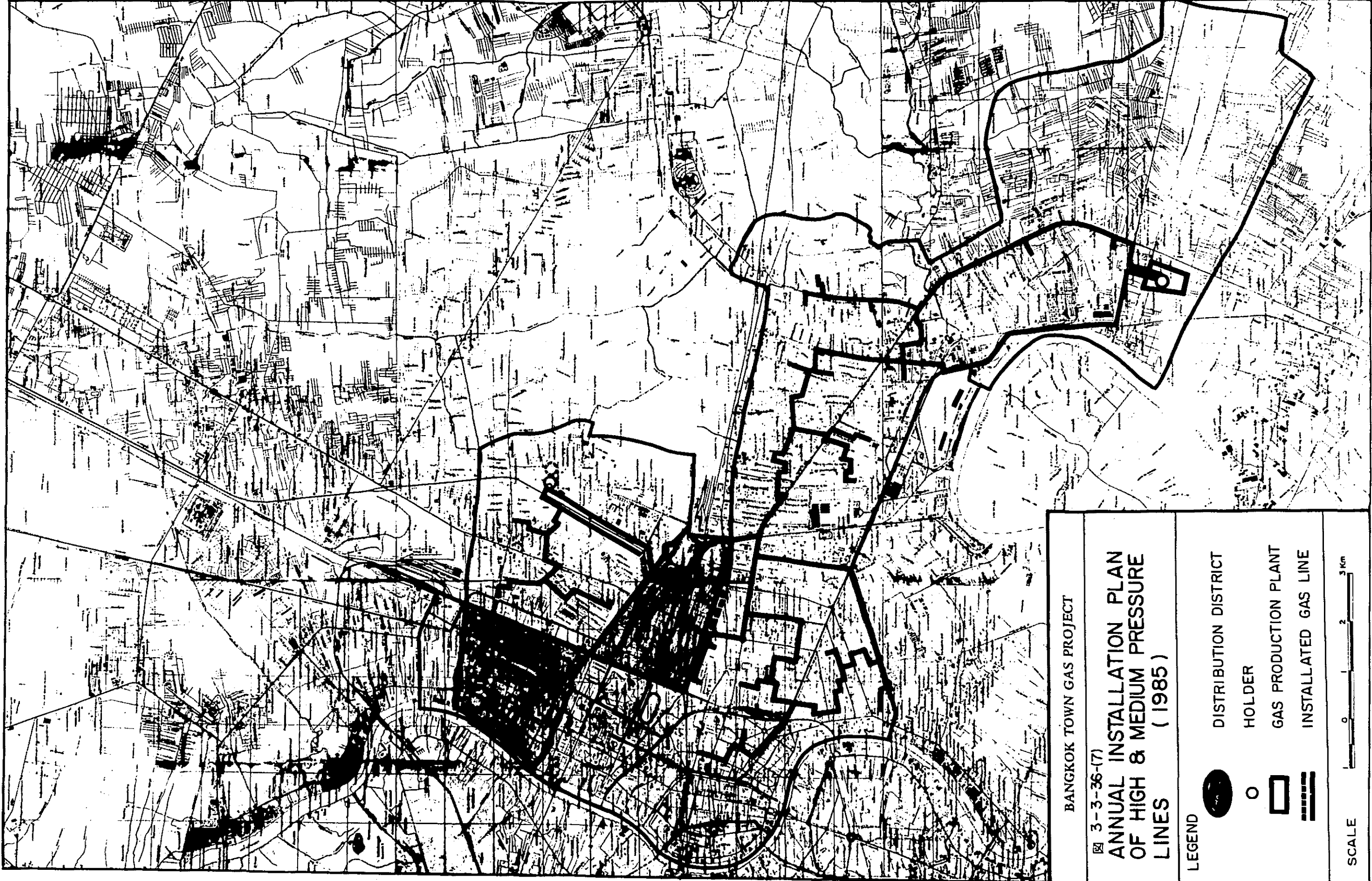
3-3-36 - (6)

**ANNUAL INSTALLATION PLAN
OF HIGH & MEDIUM PRESSURE
LINES (1984)**

LEGEND

-  DISTRIBUTION DISTRICT
-  HOLDER
-  GAS PRODUCTION PLANT
-  INSTALLED GAS LINE

SCALE 







BANGKOK TOWN GAS PROJECT

图 3-3-36-(7)

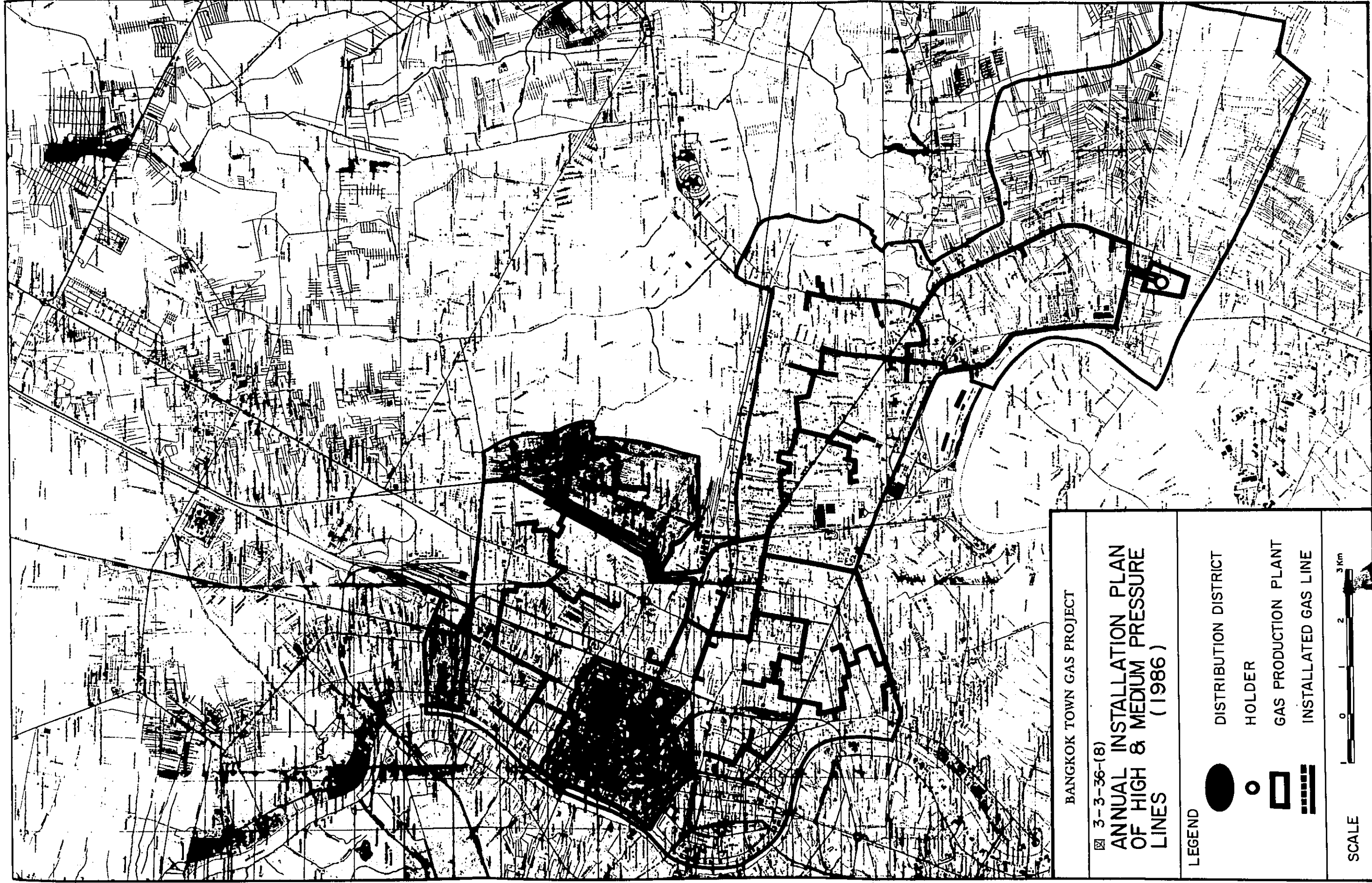
ANNUAL INSTALLATION PLAN
OF HIGH & MEDIUM PRESSURE
LINES (1985)

LEGEND

-  DISTRIBUTION DISTRICT
-  HOLDER
-  GAS PRODUCTION PLANT
-  INSTALLED GAS LINE

SCALE





BANGKOK TOWN GAS PROJECT

☒ 3-3-36-(8)

**ANNUAL INSTALLATION PLAN
OF HIGH & MEDIUM PRESSURE
LINES (1986)**

LEGEND



DISTRIBUTION DISTRICT



HOLDER



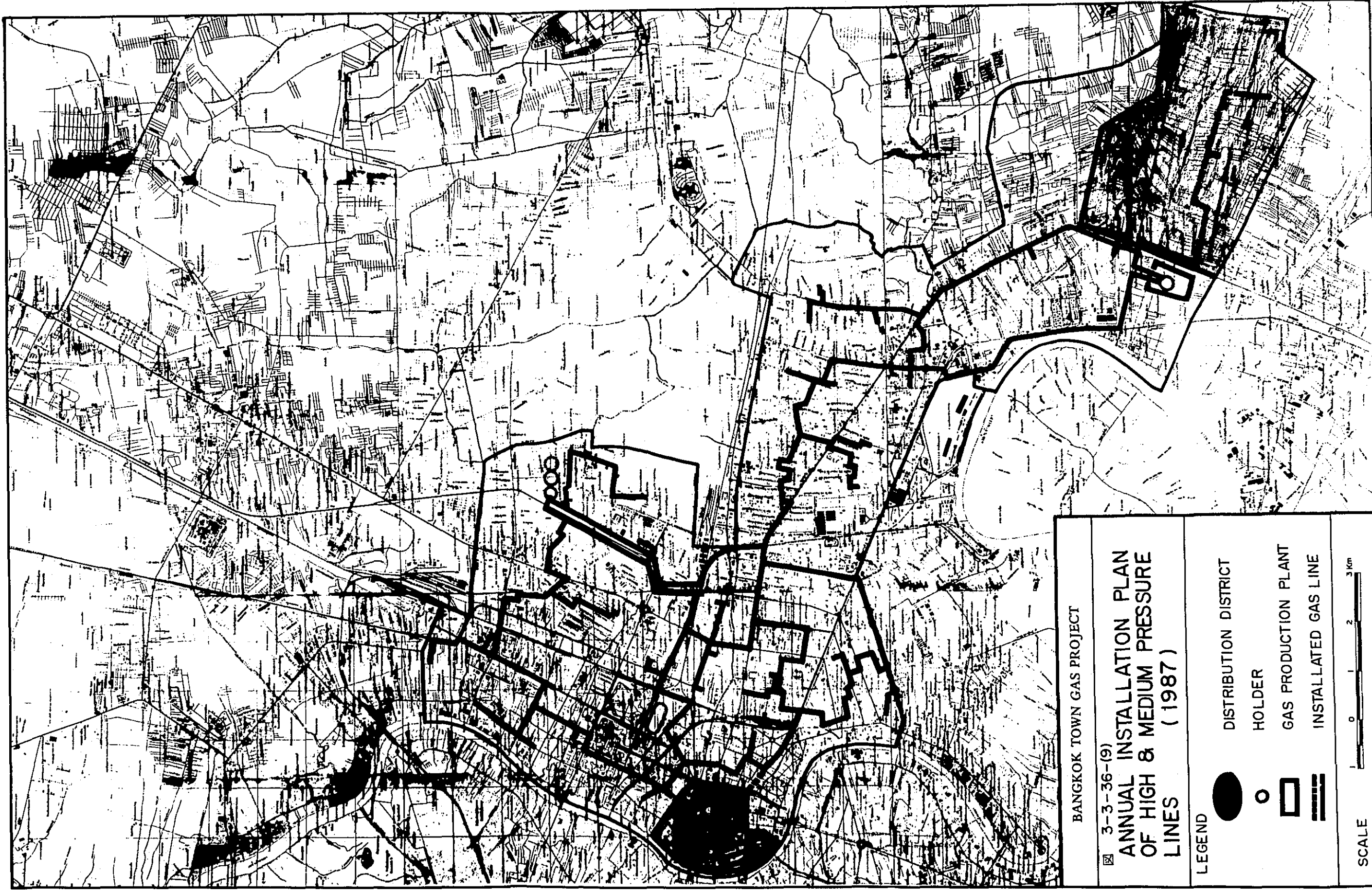
GAS PRODUCTION PLANT



INSTALLED GAS LINE

SCALE









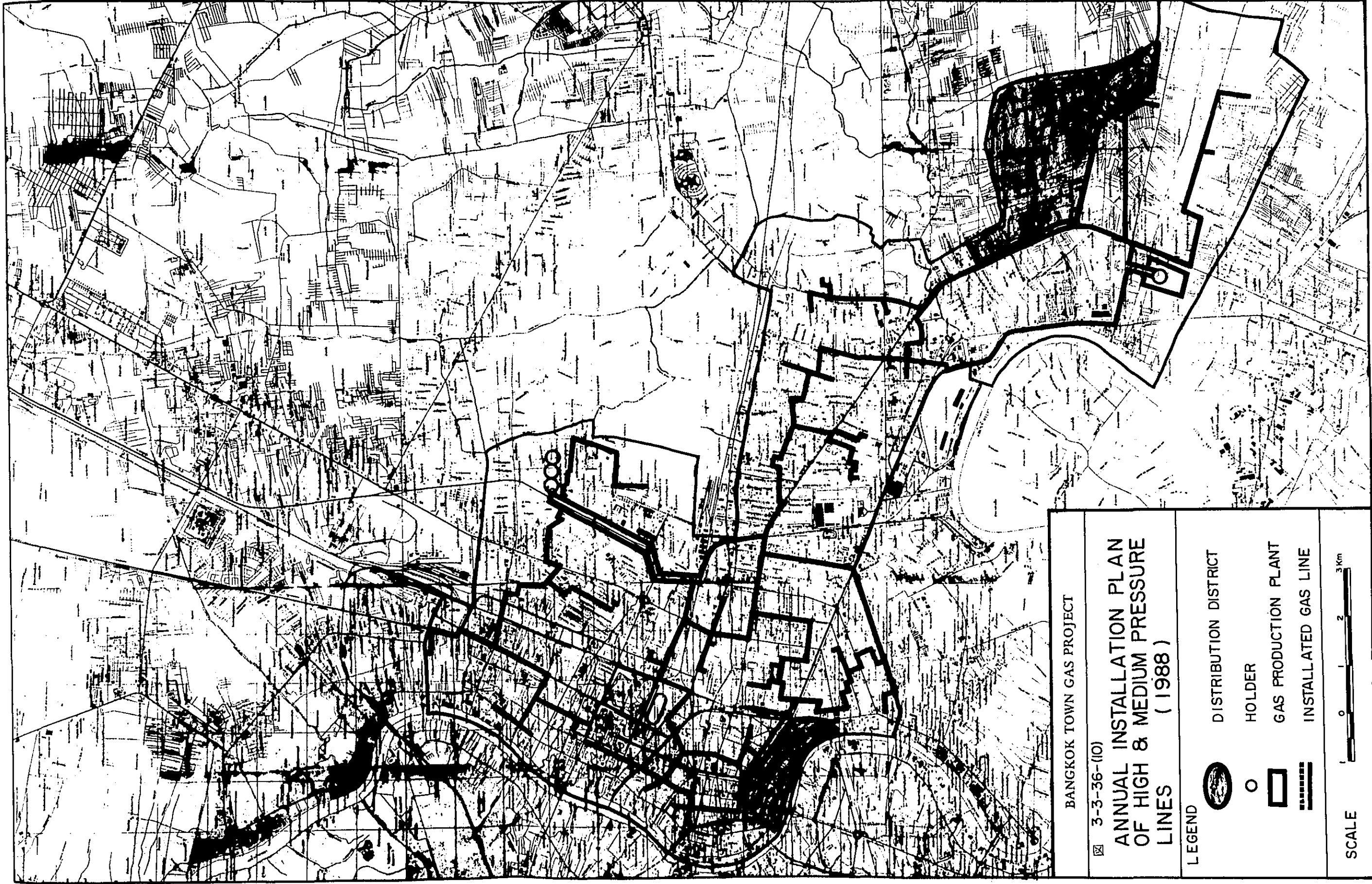
BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-36-(9)
**ANNUAL INSTALLATION PLAN
 OF HIGH & MEDIUM PRESSURE
 LINES (1987)**

LEGEND

-  DISTRIBUTION DISTRICT
-  HOLDER
-  GAS PRODUCTION PLANT
-  INSTALLED GAS LINE

SCALE

BANGKOK TOWN GAS PROJECT

3-3-36-(10)

ANNUAL INSTALLATION PLAN
OF HIGH & MEDIUM PRESSURE
LINES (1988)

LEGEND



DISTRIBUTION DISTRICT



HOLDER



GAS PRODUCTION PLANT



INSTALLED GAS LINE

SCALE



表 3-3-8 Total Length of Pipeline Network by High, Medium and Low Pressures

Unit : m

Pressure & diameter		Year										Total	Dia. mm
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
High & medium-pressure pipelines	600mm					660						660	600
	500					1,900		3,210	2,150			7,260	500
	450	8,750	2,000	2,570		5,880						19,200	450
	400					3,090	1,850		900			5,840	400
	300			360	2,090	90	4,810	3,710	1,850	970		13,880	300
	250			1,250	1,370							2,620	250
	200	1,610	1,020	130	4,650	1,260	930	580		5,030	200	15,410	200
	150	1,760	870	710	2,260	5,700	3,000	2,630	8,560	6,200	2,840	34,530	150
	100	230	1,280	2,710	800		680	430	230	1,900	1,420	9,680	100
	Total	12,350	5,170	7,730	11,170	18,580	11,270	10,560	13,690	14,100	4,460	109,080	Total
Low-pressure pipeline	300	3,130	9,140	3,540	2,590	7,120	7,410	5,660	6,740	6,330	2,290	53,950	300
	200	3,740	5,210	5,460	4,610	6,640	3,590	3,430	5,390	5,050	4,220	47,340	200
	150	6,150	7,740	13,500	18,190	16,460	12,390	13,650	20,310	20,070	11,000	139,460	150
	100	10,250	10,860	19,220	15,690	23,150	17,820	14,840	21,420	21,840	16,070	171,160	100
	80	10,970	17,380	14,190	11,640	23,970	21,580	13,560	27,500	36,210	17,150	194,150	80
	50	32,910	52,130	42,570	34,930	71,910	64,740	40,670	82,510	108,640	51,440	582,450	50
	Total	67,150	102,460	98,480	87,650	149,250	127,530	92,810	163,870	198,140	102,170	1,188,510	Total
Grand total	79,500	107,630	106,210	98,820	167,830	138,800	102,370	177,560	212,240	106,630	1,297,590	Grand Total	

表 3-3-9 Number of Gas Holders and Governors

Item \ Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Gas holder	1				1		1		1		4
Governor	10	6	10	14	14	9	9	8	12	6	98

表 3-3-10 Total Length of Service Piping and Interior Piping

Item \ Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Service piping	10,190	12,740	18,750	35,310	45,320	44,770	44,770	41,500	37,310	42,590	15,290	10,920	359,460
Interior piping	179,200	245,000	216,300	283,240	560,250	359,160	437,880	478,800	332,100	360,360	176,400	136,920	4,114,150
Total	189,390	257,740	235,050	318,550	605,570	403,930	482,650	520,300	269,410	402,950	191,690	147,840	4,473,610

Note: Length of a Service Piping is 2.6 m

表 3-3-11-(1) ガスホルダー容量

設置場所	基数(基)	容量(Nm ³)	球内径(m)	幾何容積(m ³)
工場	1	60,000	26.7	10,000
供給所	3	60,000	26.7	10,000

供給所ホルダー用地面積 7,150 m²

表 3-3-11-(2) ガバナー基数

設置場所	高圧ガバナー	中圧ガバナー	計
工場	3	1	4
供給所	9	1	10
地区	16	68	84
計	28	70	98

(注) 工場と供給所での高圧ガバナーは、中圧供給用である。

Ⅲ-3-4-2 特殊施工部

Ⅲ-3-4-2-1 鉄道、道路横断

鉄道横断は図 3-3-37 に示すように原則として 800 中の鉄筋コンクリート管を使用した推進工法により施工し鞘管を押込んだ後にガス管を引込むものとした。

又鞘管の土被りは最小 2.5 m とする。

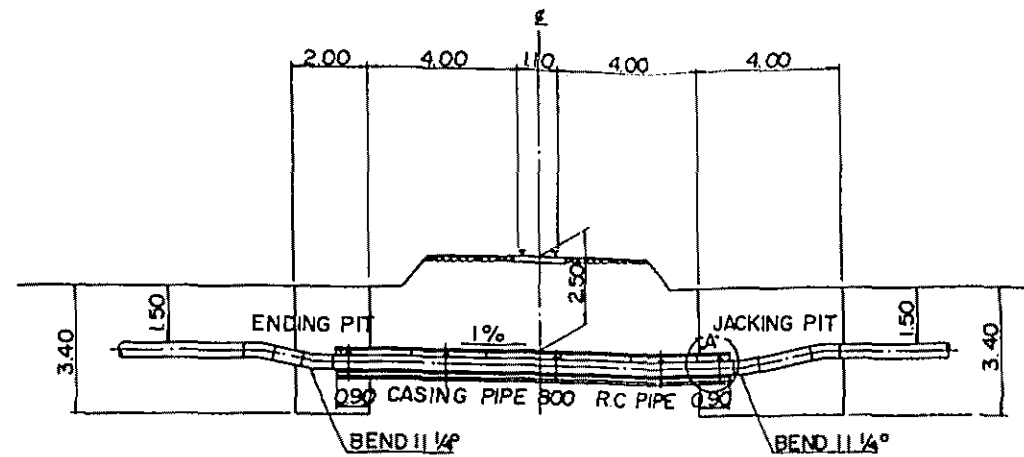
道路横断は一般的に開削横断、推進横断、架空横断と三つに分けられるが、本計画では開削と推進の二つを考え交通量の多い主要道路を横断する場合は原則として図 3-3-38 に示すように推進横断とする。

開削横断をする場合は鞘管を使用せず、土被りは最小 2.0 m とし場合によっては覆工板を使用し自動車の交通を確保する。

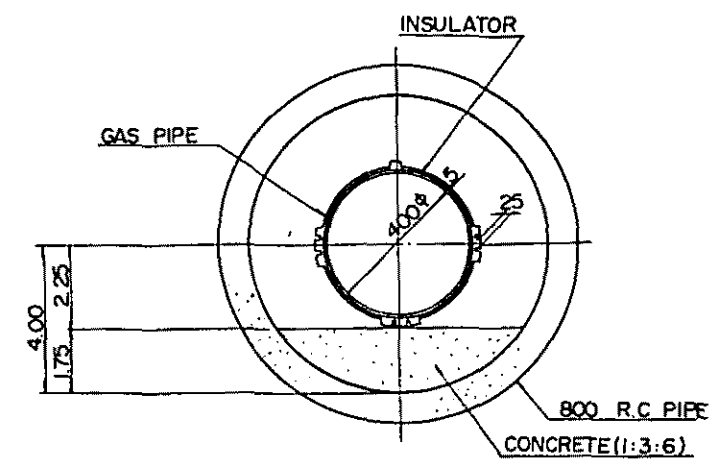
Ⅲ-3-4-2-2 河川横断 (Khlong 横断)

バンコク市内に数多くある Khlong 横断は図 3-3-39 に示すように架空横断を原則とし、パイプは最小 M. S. L. + 5.8 m の位置に設置する。又市内の橋のほとんどはコンクリート構造で老朽化し、水道、電々等の管が既に添加されているのでガス管を添加する余裕はない。従ってガス管の独立橋で横断し、トラス等の補剛材は使用しない構造とする。

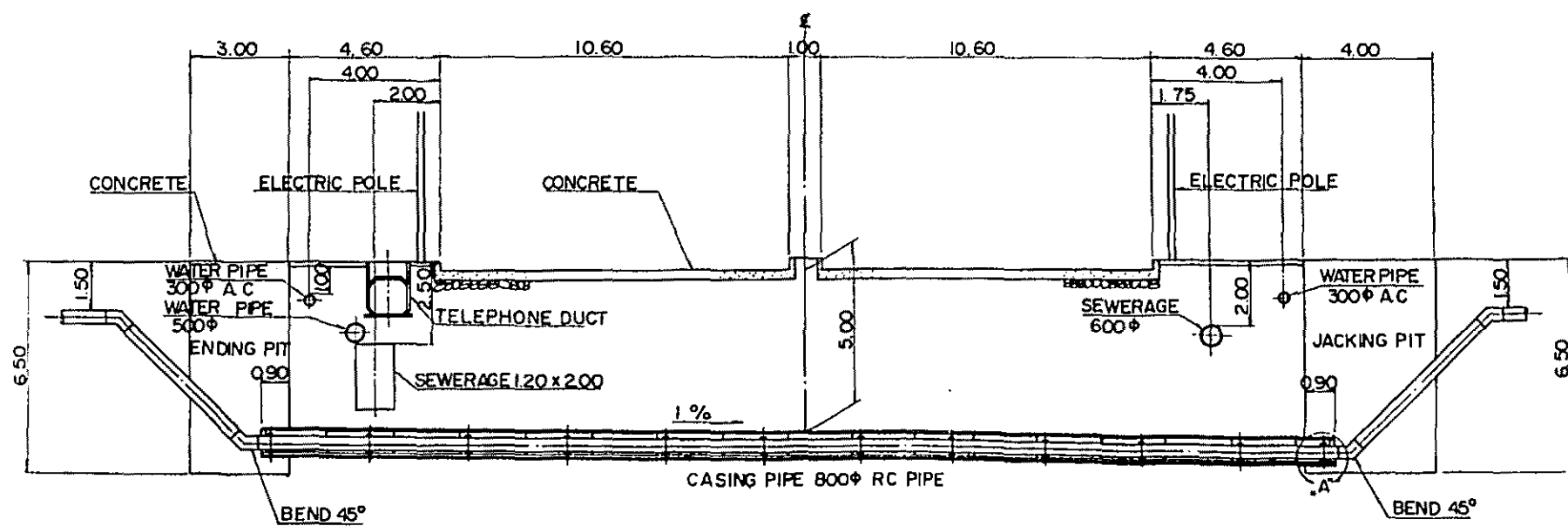
3-3-37 TYPICAL SECTIONAL VIEW OF RAILWAY CROSSING SCALE 1:200



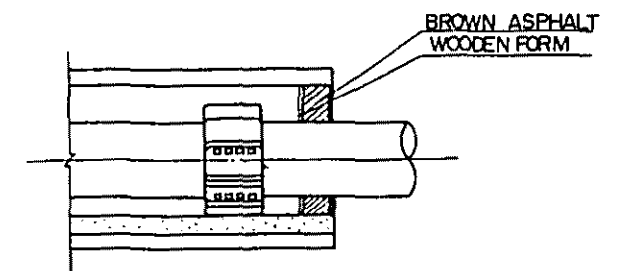
R.C PIPE DETAIL VIEW SCALE 1:20



3-3-38 TYPICAL SECTIONAL VIEW OF ROAD CROSSING (SUKHUMVIT ROAD) SCALE 1:200

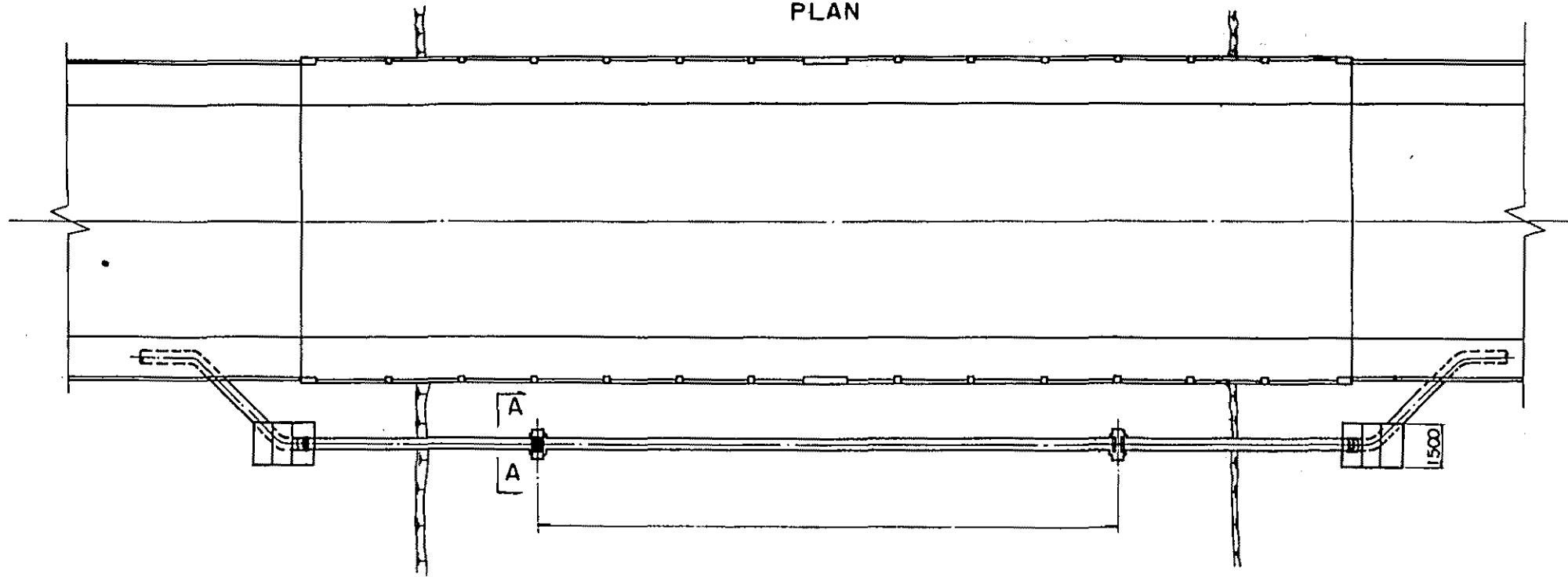


"A" DETAIL VIEW

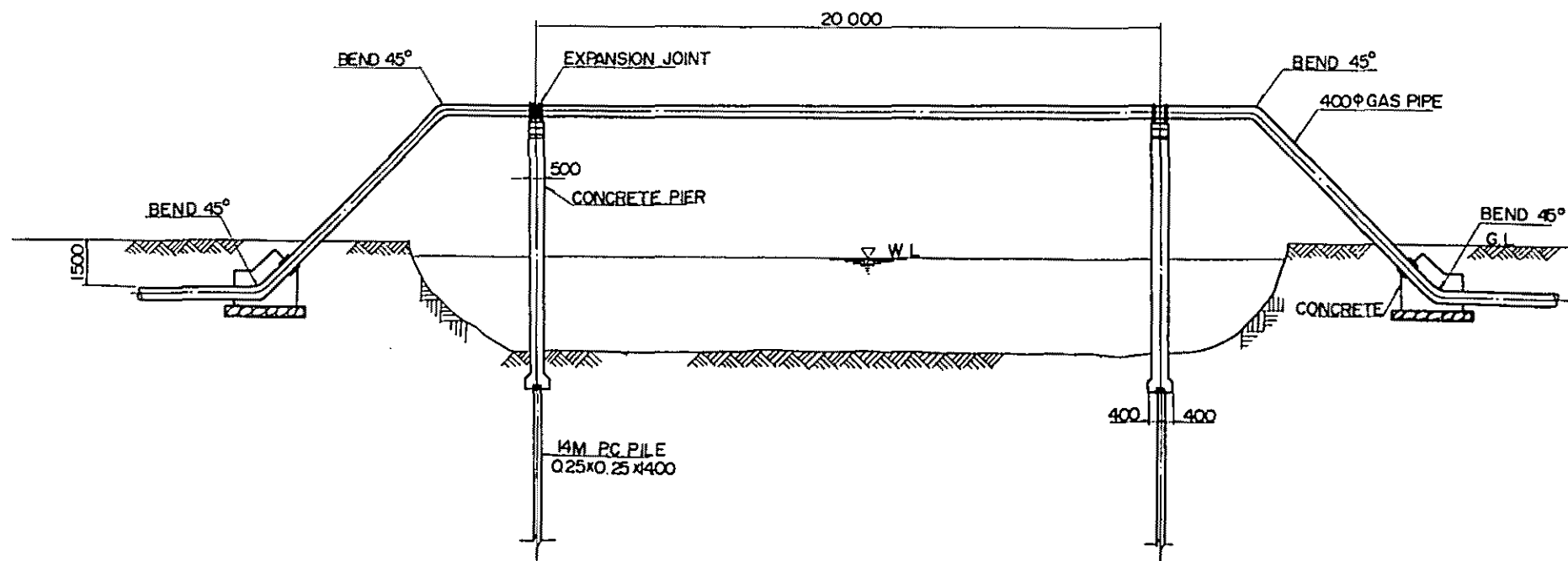


3-3-39 TYPICAL KHLONG CROSSING (L=20m) SCALE 1:200

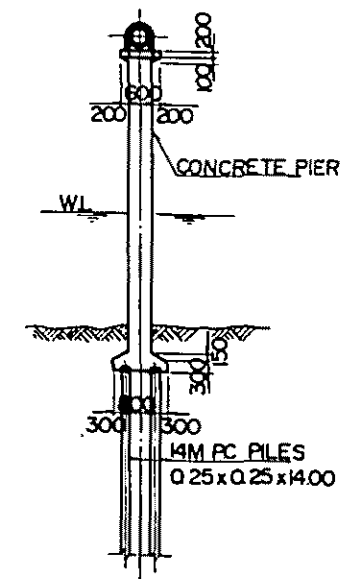
PLAN



PROFILE SCALE 1:200



SECTION A - A SCALE 1:200



橋脚を必要とする場合は河川敷内に少なくとも2本以上設置し、船の航行に支障のないようにする。又その構造は鉄筋コンクリートとP.C杭（プレストレストコンクリート杭）の一体のものとし、P.C杭はGL-1 5.0 mにある硬い粘土層まで打込むものとする。

バンコクにおける空中管体の温度差は約40℃と大きな値であるので原則として伸縮継手を1ヶ所設け、その伸び量を吸収する。

Ⅲ-8-4-2-8 バルブ設置工事

バルブは高中圧管に設置し図3-3-40に示すように鉄筋コンクリート構造とし維持管理が容易なように人の出入りの出来るマンホール型とする。

Ⅲ-8-4-3 塗覆装と防食設備

本来電気防食はそれ単独でも防食の目的は達せられ、また絶縁性被覆である塗覆装も鋼面との間に間隙がなく湿気の内容を許さない限りそれ自体で防食の機能を果し得るものである。

しかしながら塗覆装を欠いた電気防食は莫大な電気設備と莫大な電流の存在とによって種々の障害が出てくるので、適用電流を可能な限り減少させることが必要である。

また一方塗覆装はパイプラインのような地下埋設物においては機械的損傷を皆無にすることは難しく、その損傷個所の微小面積の部分に腐食電流が集中し、孔食による打撃を受けることとなる。従ってガス供給配管の腐食防止対策としては、電流を減少させその分布を合理的にする作用をもつ塗覆装と、この塗覆装の欠陥部のみを電流によって防食する電気防食とを併用して、相互補完の役割を果させる方式が最も効率的でありまた経済的である。

Ⅲ-8-4-3-1 塗 覆 装

(1) 塗覆装方式の選定

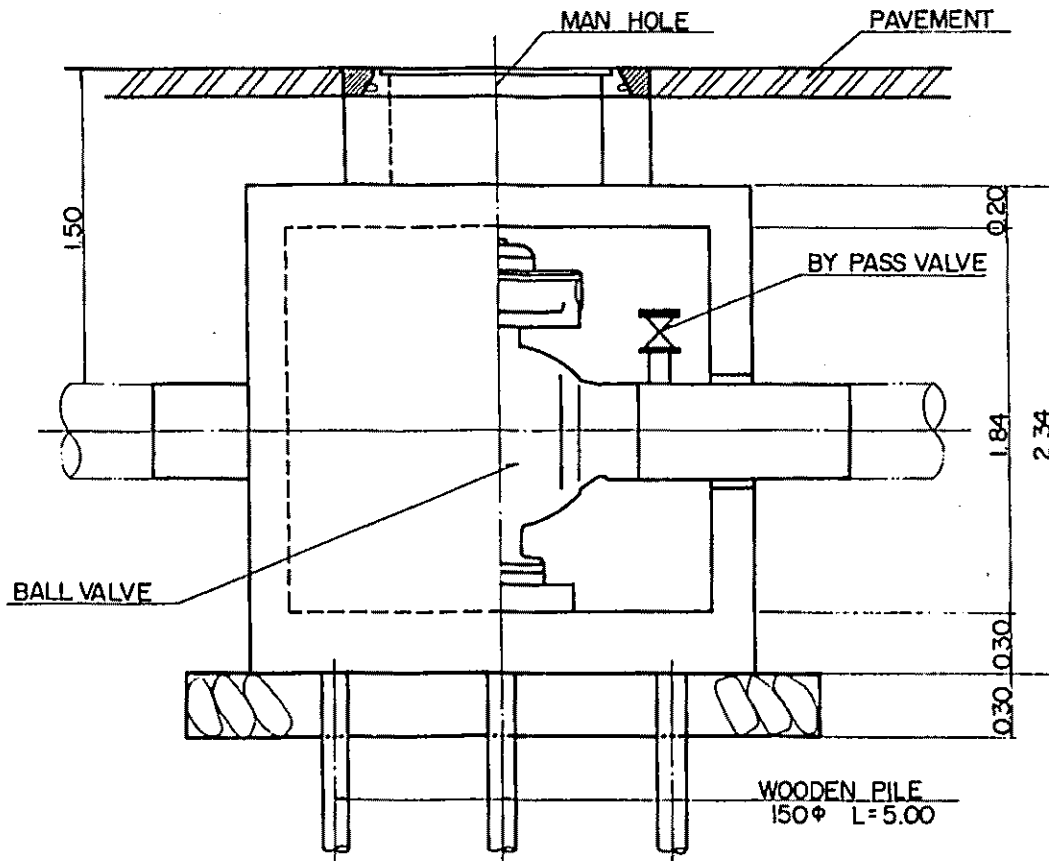
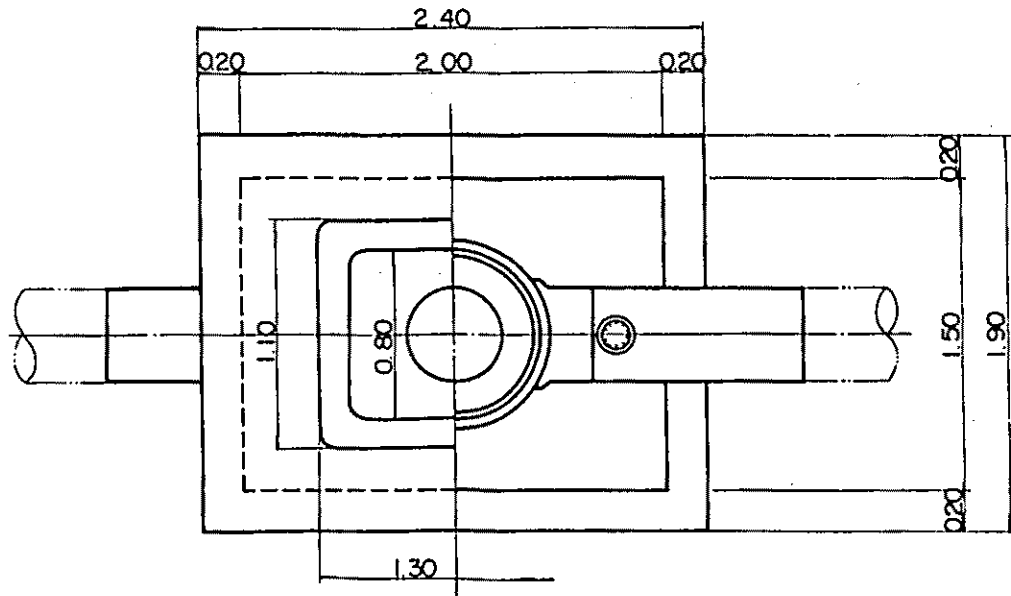
パイプラインの塗覆装にとってその必要な条件は次の通りである。

- | | | |
|------------------|---|-------|
| 1. 良好な絶縁抵抗値（耐水性） | } | 物理的特性 |
| 2. 十分な密着性 | | |
| 3. 十分な強度と硬度 | | |
| 4. 適度の可撓性 | | |
| 5. 耐候性 | } | 化学的特性 |
| 6. 耐久性 | | |
| 7. 耐酸性 | | |
| 8. 耐アルカリ性 | | |
| 9. 耐溶剤性 | | |

以上の諸条件に適合し、またパイプライン用の塗覆装として実績のある方式としては次の4方式が考えられる。

3-3-40

VALVE PIT ($14\phi \sim 20\phi$) S=1:30



ALL DIMENSIONS IN METERS

1. アスファルトガラスマットビニロンクロス被覆
2. コールタールエナメルガラスクロス被覆
3. プラスチック被覆
4. プラスチックテープ被覆

ここでこれら4方式の諸特性の比較を表3-3-12に示す。

アスファルトガラスマットビニロンクロス被覆は図3-3-41からもわかるように吸水性が大きく、経年による塗膜抵抗の低下が大きいため、バンコクのような水位の高い環境では適当でない。

次にコールタールエナメルガラスクロス被覆であるが、工場における製造過程で悪臭を発生するという問題があり、またコストの面で高くなり適当でない。

プラスチック被覆鋼管は近代的な工場で量産されているためその品質により高い信頼性と均質性がある。

またプラスチックテープ被覆もプラスチック被覆に比べ、若干耐損傷抵抗性で劣るが、ほぼ同等の性能をもっており、更にプラスチックテープによる被覆を採用した場合は、タイ国内で塗覆装作業を行うことができる。

また経済的にも輸入関税が免除されるとすれば両者に大きな優劣はない。

従ってプラスチックテープ被覆またはプラスチック被覆を採用する。ただし鋼管がタイ国内で調達できる小口径管については当然プラスチックテープ被覆となる。

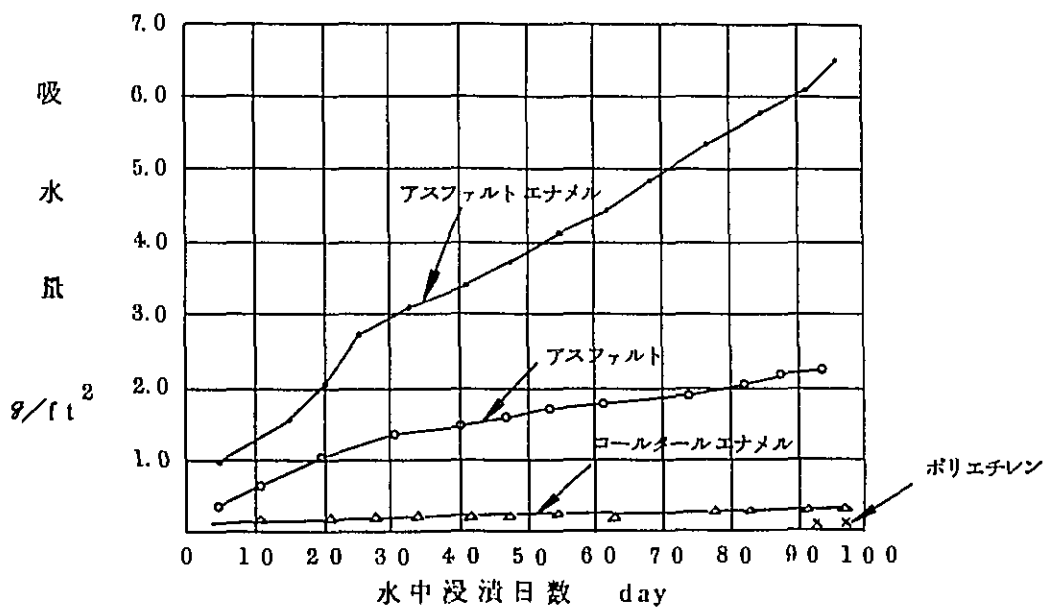


表 3-3-41 各塗覆装の吸水性

項 目		アスファルト系 (AS, GMV巻)	コールタールエナメル (CCE2GL巻)	プラスチックテープ	プラスチック 被覆
物理的 特性	絶縁抵抗値	$\Omega\text{-m}^2$ 2.2×10^6 $\sim 4.0 \times 10^8$	$\Omega\text{-m}^2$ 7.0×10^8 $\sim 3.4 \times 10^9$	$\Omega\text{-m}^2$ 2.5×10^{11} $\sim 8.0 \times 10^{11}$	$\Omega\text{-m}^2$ 2.5×10^{11} $\sim 8.0 \times 10^{11}$
	密着性	○	◎	◎	◎
	耐損傷抵抗性	△	◎	○	◎
	耐撓性	◎	◎	◎	◎
化学的 特性	耐弱酸性	◎	◎	◎	◎
	耐強酸性	△	△	◎	◎
	耐弱アルカリ性	○	○	◎	◎
	耐強アルカリ性	×	△	◎	◎
	耐有機溶剤性	×	×	◎	◎
経 済 性		○	△	◎	◎
作 業 性	作業上の問題	◎	×	◎	◎
	現地継手部の 防食法	◎	△	◎	◎

◎…優, ○…良, △…可, ×…不可

表 8-8-12 塗覆装の諸特性比較

(2) 塗覆装の構成

プラスチックテープ塗覆装は布設現場で溶接等の配管作業と併行して行う場合と、工場であらかじめテーピングした鋼管を運搬して据付ける場合があるが、本計画は都市内の配管でもあり、また品質の保証、作業の能率化という点からも、工場におけるテーピングとする。

一方、プラスチック被覆鋼管は、ポリエチレン、ポリプロピレンコポリマー等のポリオレフィン系熱可塑性樹脂を押出法により製造するものである。図3-3-42にプラスチックテープ塗覆装及びプラスチック塗覆装の構成を示す。

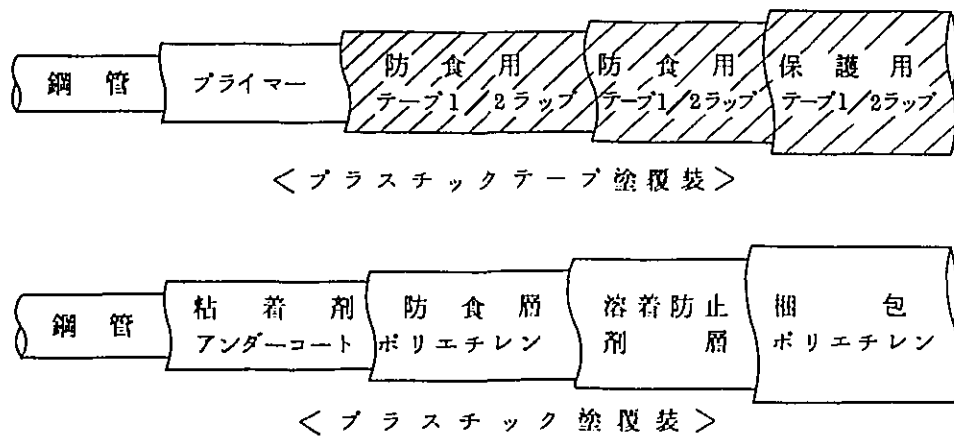


図 3-3-42 塗覆装の構成

Ⅲ-3-4-3-2 電気防食

(1) 電気防食方式の選定

電気防食の方法としては一般的に

1. 流電陽極法
2. 外部電源法
3. 選択排流法

があるが、バンコクには現在電化鉄道がなく、また近い将来にも実存する可能性が薄いことから選択排流法を除いた2方式について検討することにする。

表3-3-13は2方式についての一般的な比較である。

表 3-8-13 電気防食法の比較

	長 所	短 所
流 電 陽 極 法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 簡便である。 2. 短距離のパイプラインでは安価である。 3. 他の埋設金属体への干渉がほとんどない。 4. 過防食の恐れがない。 5. 管路の塗膜抵抗が十分に高ければ長距離でも効果が充分得られる。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 塗覆装の悪いパイプラインでは効果範囲が狭い。 2. 長距離のパイプラインではやや高価になる。 3. 塗覆装の悪いパイプラインでは消耗が多いため、ある期間毎に補充する必要がある。 4. 平常の管理個所が多くなり、煩わしい。
外 部 電 源 法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 効果範囲が広い。 2. 長距離のパイプラインには数が少なくてすむ。 3. 電極の消耗が遅いので平常の管理が容易である。 4. 電圧、電流の調整が容易である。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 初期投資がやや大きい。 2. 強力なため他の埋設金属体への干渉について充分検討を必要とする。 3. 電源のない場合は電池、発電機などを必要とする。 4. 過防食になることがよくある。

今回のバンコク都市ガス供給計画では、高中圧管、低圧本支管、供給管で約 1,000 Km と非常な長距離であり、またガス供給計画が全くの新規事業であることから、開発年次毎に大きなブロックで地区的に集中して工事を行えることが特徴である。従って本計画では外部電源方式を採用する。

他の埋設金属体への干渉に関しては、前項、他施設状況で記述されているように、水道では鋼管、プレストレスコンクリート管又はアスベストセメント管が使用されており、地下電話ケーブルは通常アスベストセメント管、送電線はほとんど架空配線、下水道はコンクリート製函を使用している。また建築物の基礎として使われているパイルもほとんどプレストレスコンクリート製である。従って埋設金属体は水道に使われている鋼管がその主なものであり、実施設計の段階で充分調査、検討すれば決定的な短所とはならない。

また電源は対象地域がバンコク都市内であり、容易に入手でき、過防食に対しては、設置後、充分なる保守管理を行えば克服できると考えられる。以上のように外部電源方式の短所として言われる項目は重大な障害とはならず、本計画では経済的にも有利である外部電源法を採用することとする。

(2) 防食範囲

本計画では図 3-3-43 に示すような範囲に電気防食を適用する。この図はいわゆる管軸方向の絶縁区分を表わしているが、当然この範囲内での金属製ケーシング、橋梁、架台等との電氣的絶縁、いわゆる管周方向からの絶縁をも確立しておかねばならない。

(3) 防食面積及び防食電流

前記の塗覆装を採用すると防食電流密度は $0.2\text{mA}/\text{m}^2$ が適切であり、防食面積及び防食電流は下表の通りとなる。

	高中圧管	低圧本支管	供給管	計
防食面積	95,800 m^2	385,000 m^2	54,800 m^2	535,600 m^2
防食電流	19.2 A	77.0 A	11.0 A	107.2 A

(4) 防食装置

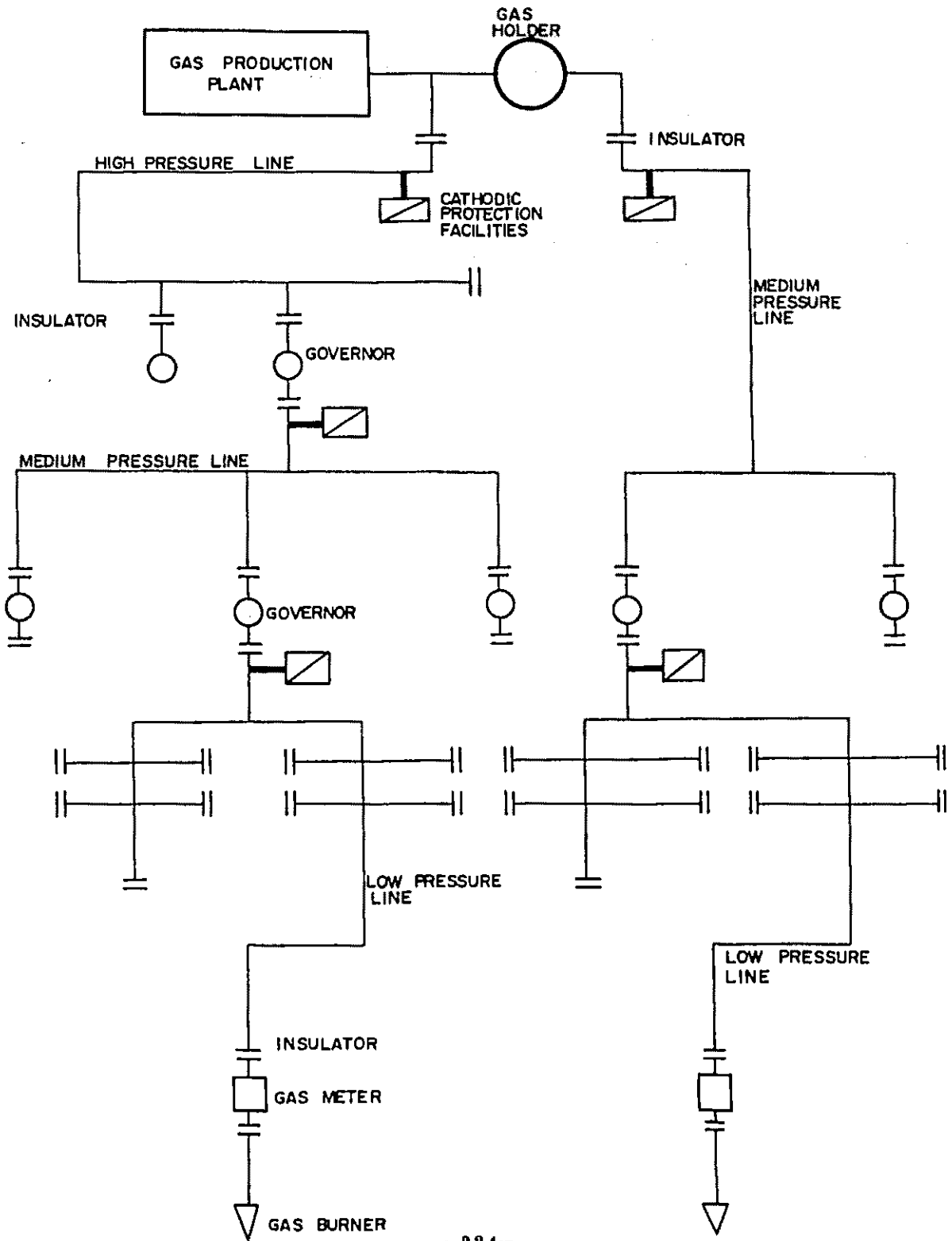
防食装置は主に直流電源装置、電極装置、排流端子、配線配管、接続箱、測定装置及び絶縁フランジと保護装置からなっている。

防食装置の設置台数は防食電流に 50% 程度の余裕を見、年次別供給地区の位置も考慮して算出した。

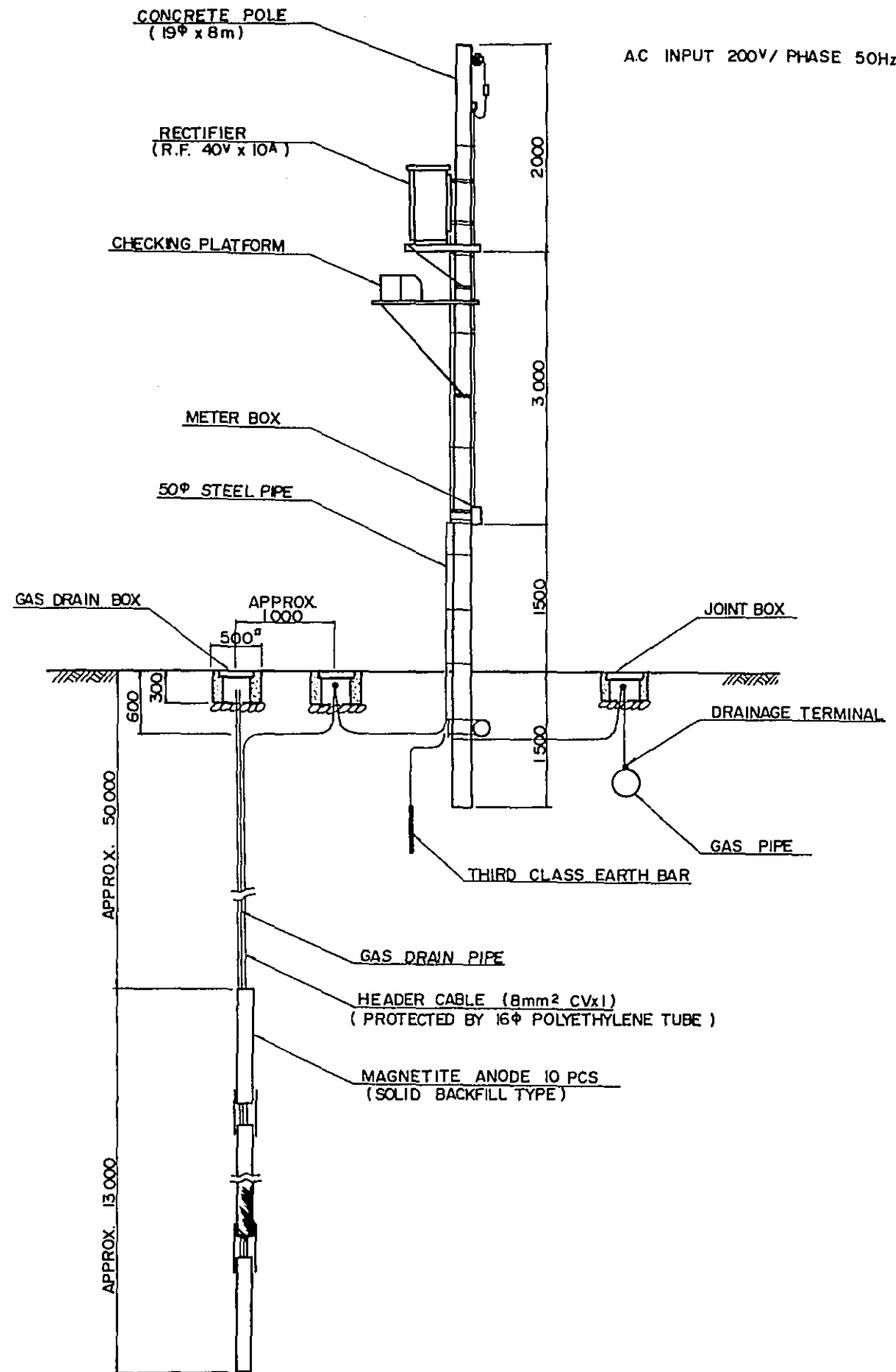
高中圧管を対象として計 4 台、低圧本支管及びガスメーターまでを対象として全供給範囲内で 15 台設置し合計 19 台設置する。

防食装置の概略図を図 3-3-44 に示す。

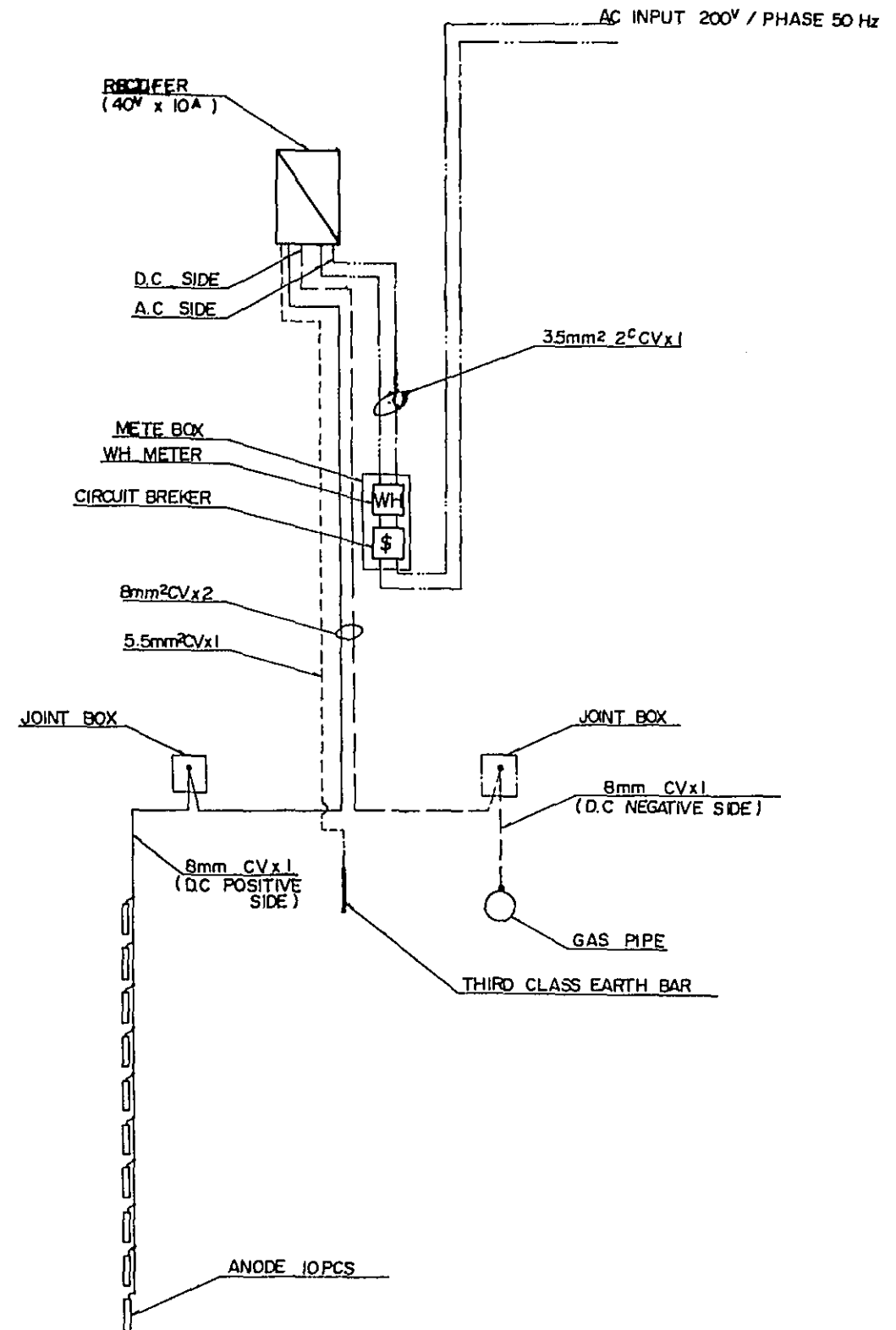
☒ 3-3-43 Cathodic Protection System



3-3-44 INSTALLATION OF IMPRESSED CURRENT SYSTEM



WIRING



Ⅲ-8-5 建設費

この供給設備の建設費に含まれる項目は次のものである。

高 中 圧 管	低 圧 本 支 管	供 給 管、内 管
土木工事費 土留 掘削 砂埋戻 残土処理 水替 舗装撤去復旧 既設構造物補修	土木工事費 土留 掘削 砂埋戻 残土処理 水替 舗装撤去復旧 既設構造物補修	材料費 直管 パイプフッティング ガスメーター 施工費 設計施工管理費
配管工事費 鋼管材料 塗覆装 運搬、配列 吊下、据付 溶 接 X線透過検査 ピククリーニング 耐圧気密試験	配管工事費 鋼管材料 塗覆装 運搬、配列 吊下、据付 溶接、ネジ接続 気密試験	
設計施工管理費	設計施工管理費	

特 殊 工 事	ホ ル ダ ー	そ の 他
電気防食設備費	材料費	営業所用建物費
ガバナー設備費	鋼板	保安・維持管理用車輛費
	付属品	
バルブ設備費	施工費	土地購入費
道路・鉄道・水路横断	ホルダー基礎	(ガバナー・ホルダー・営業
工事費	ホルダー本体	所用)
設計施工管理費	土地購入費	
	設計施工管理費	

標準的な建設費として、昼間施工分に関して、口径別1m当りの高中圧管布設費用(特殊工事設計管理費を除いた1974年現在価格で示している)を土木工事費、配管工事費に分けて、また材料費、施工費に分けて図3-3-45-(1)~(2)に示している。

同様に低圧管についても図3-3-46-(1)、(2)に示す。

また標準的な一般住宅での内管の費用を内管延長を横軸にとり、1件当り費用として図3-3-47に示す。

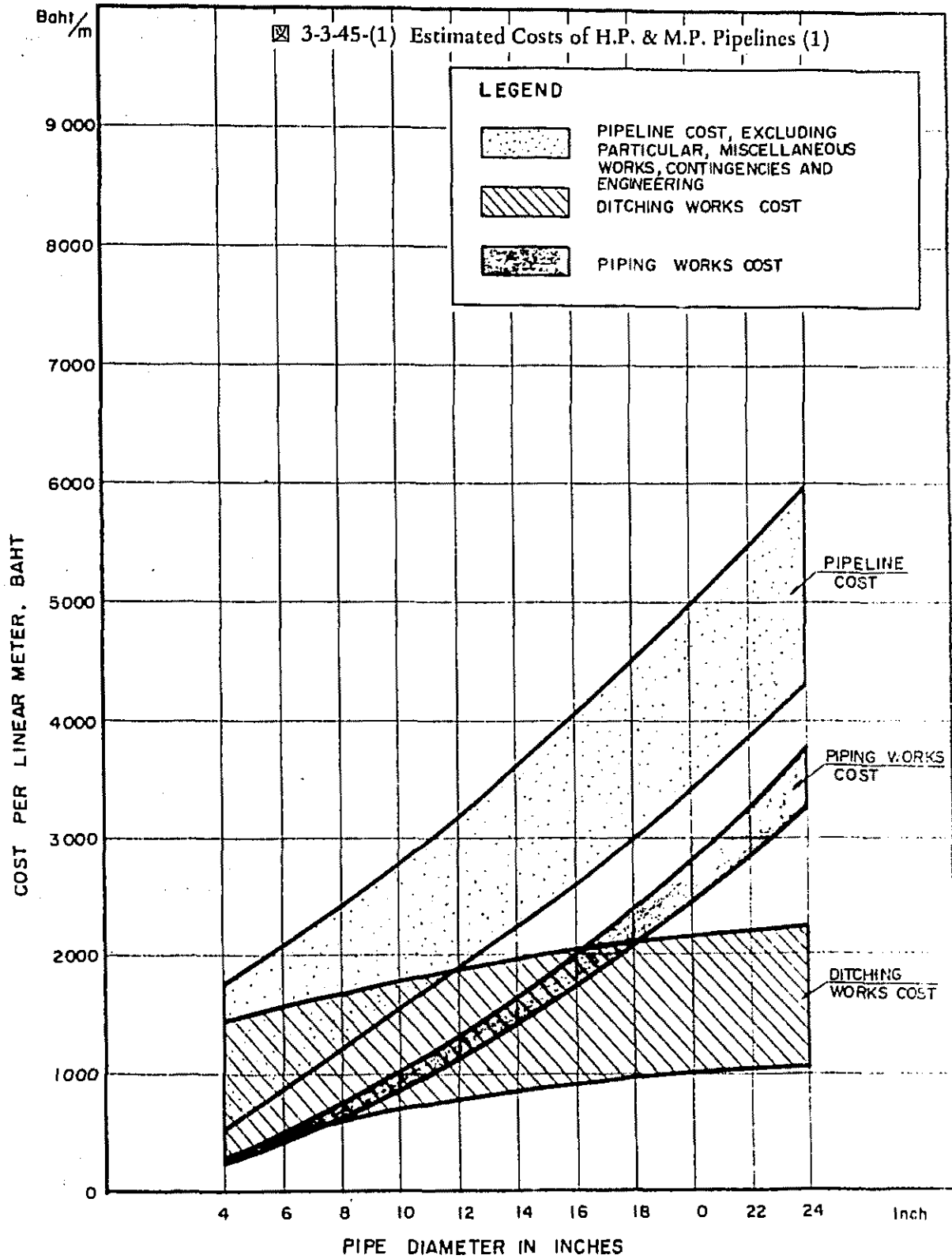
表3-3-14は供給設備関係の建設費を年次別に示したものである。

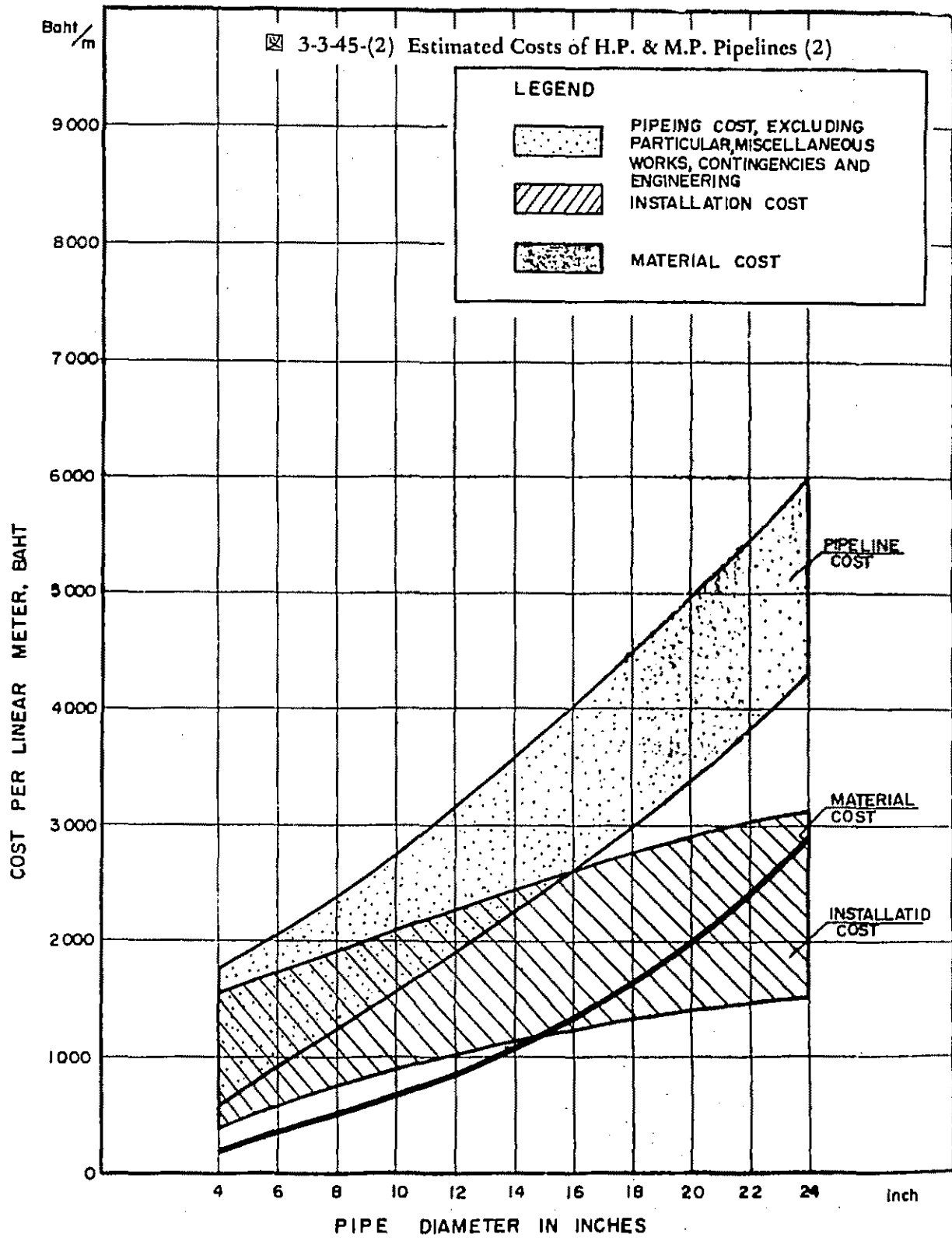
Ⅲ-4 ガス器具の調整

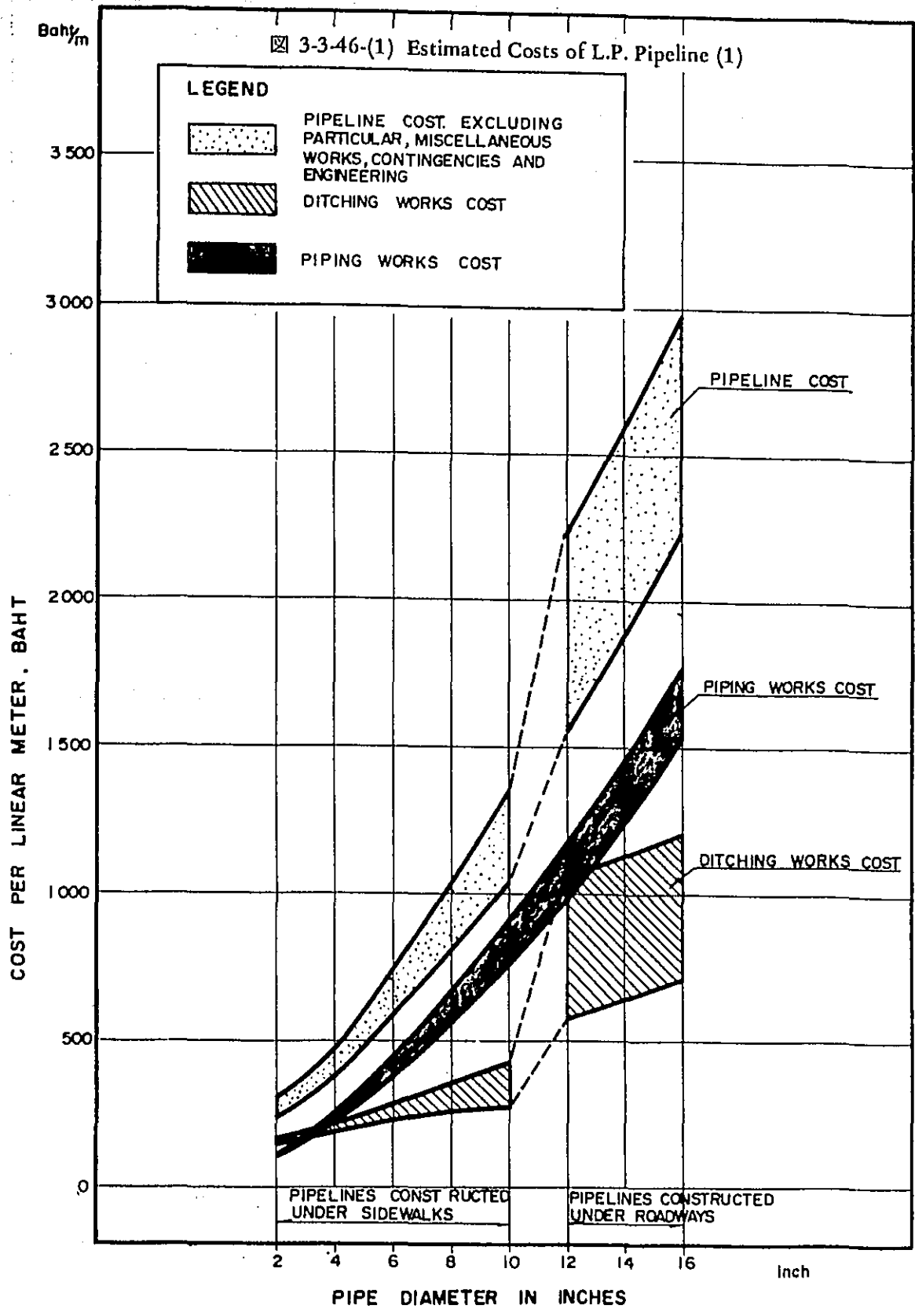
Ⅲ-4-1 ガスの燃焼性と器具の融通性

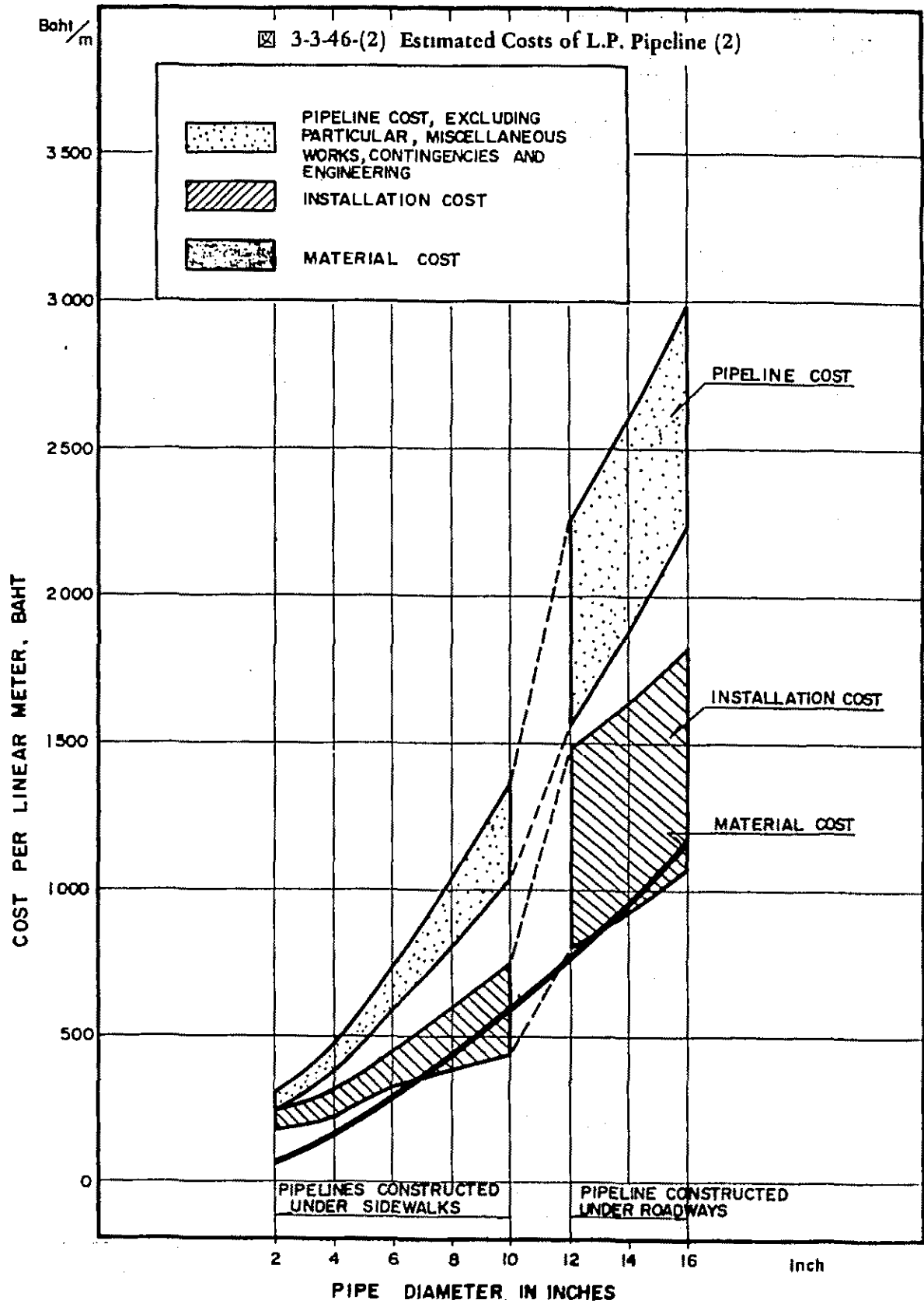
Ⅲ-4-1-1 ガスの性質

本計画における都市ガスと現在使用されているLPGについて基礎的特性を比較すると、表3-4-1のとおりである。このように相互の特性は大きく相違しているので、その特性の差異に応じたガスの燃焼法を考える必要がある。









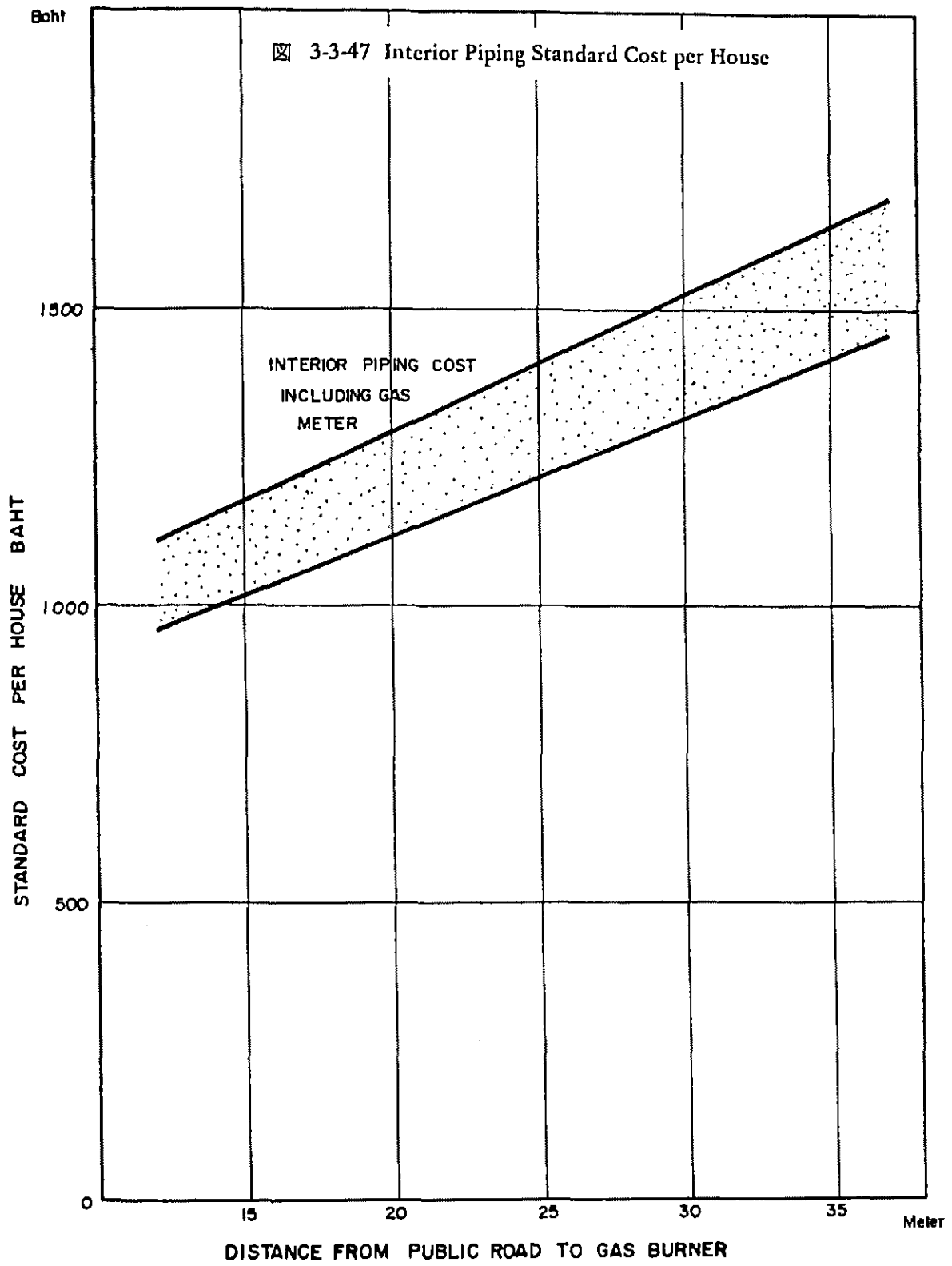


表 3-3-14 供給設備建設費

金額は1974年度価格 単位: ×10³ Baht

項目	年次	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	計
高中圧管		40521	14628	27,113	47,577	77,593	89,557	43,303	46,422	37,519	7,091	0	0	417,864
低圧管		40321	69,753	62,022	50,866	91,905	79,254	59,582	99,063	107,639	57,265	0	0	721,390
特殊工事 電防ケーブル (特殊横断 ケーブル)		5,937	3,372	5,578	8,753	11,591	7,025	8,954	8,377	7,009	5,820	1,469	10,49	75,594
供給管		2260	2823	4,159	7,826	10,045	9,928	9,919	9,195	8,266	9,435	3,384	2,417	79,657
内管		9594	12,594	14,573	24,153	36,301	30,628	32,717	32,260	26,393	29,630	14,178	11,355	274,376
ホルダ-		26,430	0	0	0	26,430	0	29,430	0	26,430	0	0	0	105,720
その他 建物 (車輛 土地)		3,865	1,039	5,615	2,603	2,728	1,727	1,410	1,987	1,866	1,923	460	350	75,573
計		134,928	104,209	169,060	147,898	256,533	198,719	182,315	194,904	215,182	111,764	19,491	15,171	1,750,174

表 3-4-1 都市ガスおよびLPGの基礎的特性

項 目	都 市 ガ ス	L P G
発熱量 (Gross, Kcal/Nm ³)	5,000 Kcal/m ³	27,000 Kcal/m ³ (B20%, B80%)
比重 (air = 1)	0.6	1.0
理論空気量 (m ³ /m ³)	4.5	2.7
燃焼速度 (cm/s)	6.0	3.8
燃焼限界 (%)	5 ~ 35	1.8 ~ 9.5
Wobbe Index (WI)	6,500	10,600
Combustion Potential (CP)	7.0	3.2
標準ガス圧力 (mmAq)	100	280

III-4-1-2 ガスの互換性

ガス器具は、それぞれある範囲の燃焼性をもつガスならば、その組成、発熱量、比重などが相違しても安定に燃焼させることができる。このガスの燃焼性を表現するには種々の方法があるが、一般的にはWobbe Index (WI)とCombustion Potential (CP)の2要素で示すDerburg法を用いる。WIは器具のInputに関する指数、CPはガスの燃焼速度に関する指数である。Derburg法ではこのWIとCPを図3-4-1のように直角座標にとり各種のガスの値をプロットし、あらかじめ定められたある範囲の器具の融通性の範囲内(斜線部分)に入るかどうかを判定する。このようにDerburg法ではガスとガス器具の関連を図上で判定できる。

本計画における都市ガスとLPGはガスそのものに互換性はないが、器具については、調査の結果、都市ガス用器具の融通性の範囲(図3-4-1)と同じ範囲をもつもの、すなわち都市ガスでも使用できるバーナを備えている器具もかなりあることがわかった。

(注) WI, CPは次式で示される。

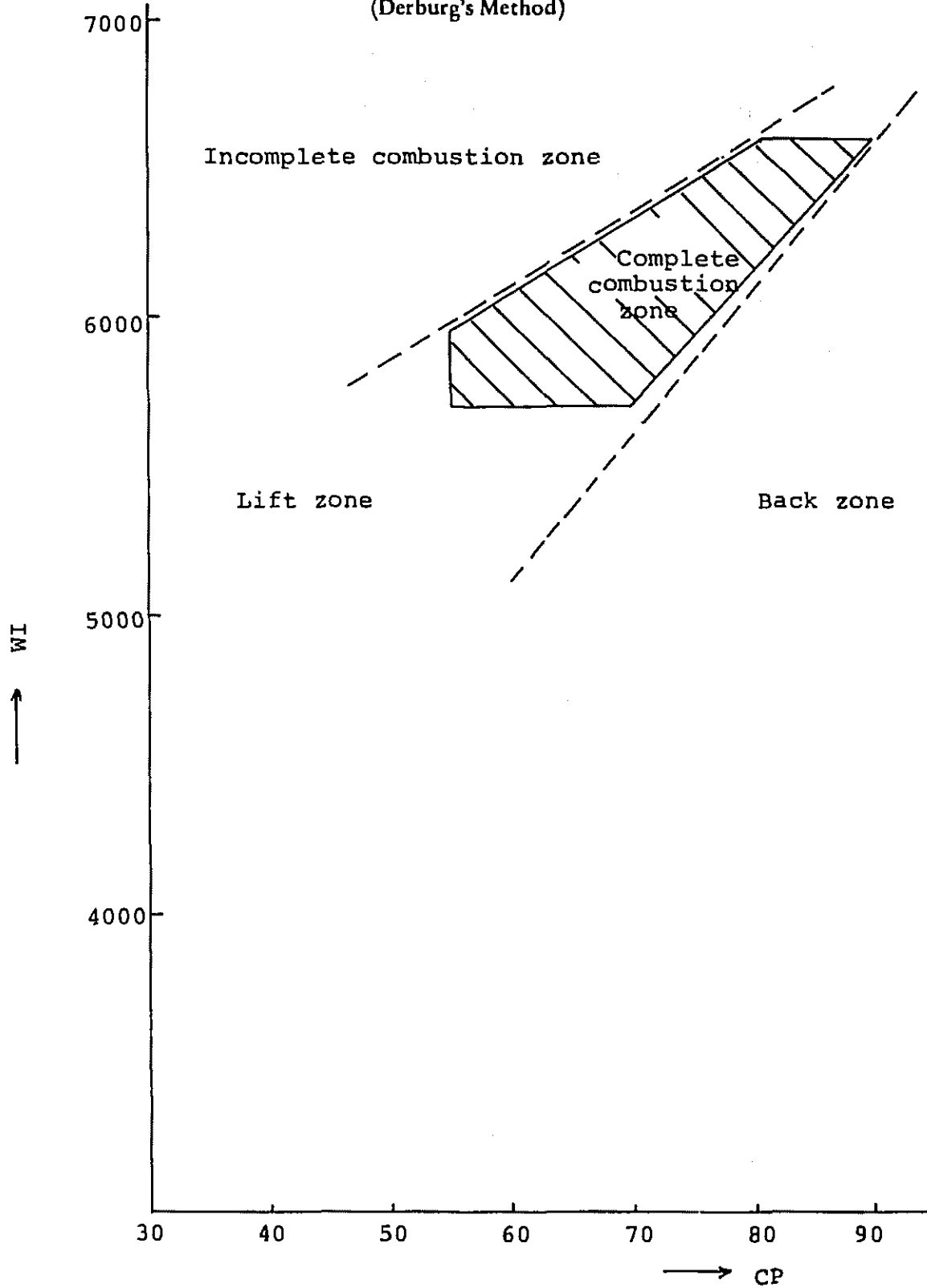
$$WI = \frac{H}{\sqrt{d}}$$

WI : Wobbe Index

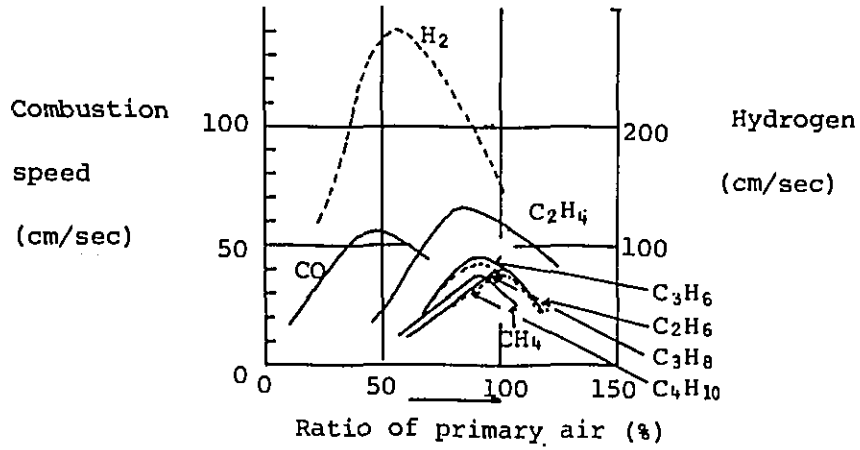
H : ガスの発熱量 Kcal/m³

d : ガスの比重

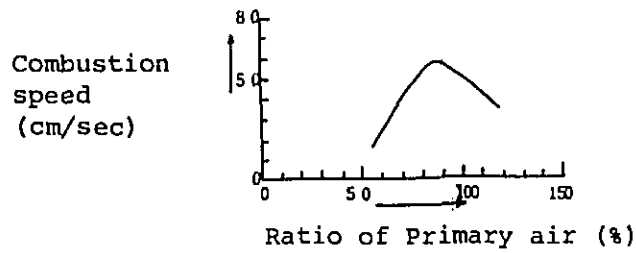
☒ 3-4-1 Range of Adaptability of Town Gas (5,000 Kcal/m³) Burners to Gases (Derburg's Method)



☒ 3-4-2 Combustion Speed of Component Gases



☒ 3-4-3 Combustion Speed of Gas with 5,000 Kcal/Nm³ (an example)



$$CP = \frac{H_2 \% + 0.8 (CO + C_m H_n) \% + 0.8 CH_4 \% + 0.4 C_4 H_{10} + 0.0 CH_4}{\sqrt{d}}$$

CP : Combustion Potential

H₂, CO, C_mH_n, CH₄ : 各成分ガスの容積比率

d : ガスの比重

Ⅲ-4-1-3 ガスの燃焼度

ガスの燃焼速度は図 3-4-2, 3-4-3 に示すようにガスの種類, 組成に応じてその値が変わってくる。また同じガスでも一次空気の混合割合によって変わり, 最高燃焼速度を示す点は理論空気量の 80~100% を供給した場合である。都市ガスの燃焼速度は約 60 cm/s であるが LPG は 38 cm/s と遅い。一般に燃焼速度の遅いガスはリフト (炎が炎口から浮き上がる現象) を生じやすい。(図 3-4-4 参照)

実際のガス器具では一次空気率が 50~80% で設計されているが, ガスをバーナーの炎口で安定した炎で燃焼させるためには, 炎口からのガスの噴出速度とそのガスの燃焼速度とが平衡関係にあるようにしなければならない。

従って燃焼速度の遅いガスでは炎口の面積を大きくとり噴出速度を下げ, また速いガスでは炎口の面積を小さくとり噴出速度を上げてやる必要がある。

(注: 炎口については図 3-4-5 参照) このようなことから次項に述べる各種のガスに適した炎口負荷が設定されている。

図 3-4-4 ガスの噴出速度と燃焼速度の関係

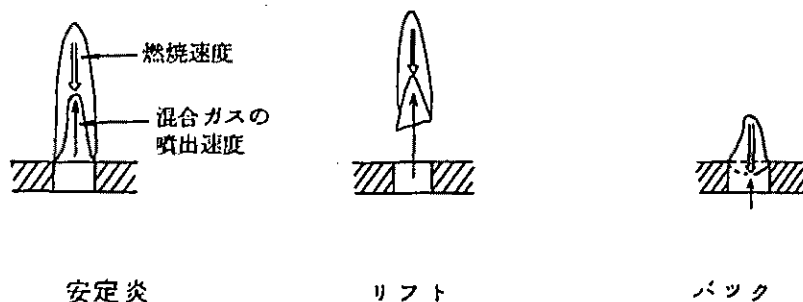
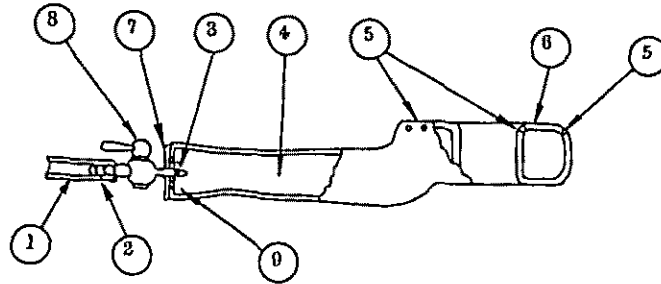


図 3-4-5 ガスバーナの各部の名称



- ① ゴムホース
- ② ホースエンド
- ③ ノズル
- ④ 混合管 (mixing tube)
- ⑤ 炎口 (flame port)
- ⑥ バーナヘッド
- ⑦ エアレギュレーター
- ⑧ コック
- ⑨ エアポート

Ⅲ-4-1-4 炎口負荷

バーナ炎口の単位面積当りガス燃焼量を炎口負荷といい次式で示される。

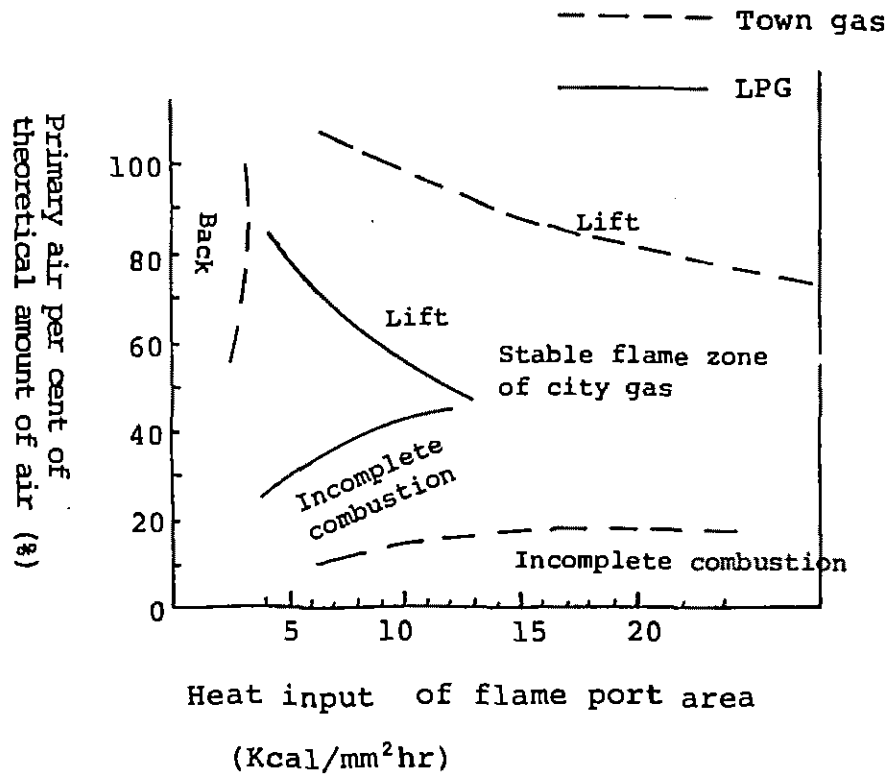
$$\text{炎口負荷 (Kcal/m}^2\text{h)} = \frac{\text{インプット (Kcal/h)}}{\text{炎口面積 (m}^2\text{)}}$$

ブンゼンバーナの炎口負荷の標準値は都市ガスの場合 7~20 Kcal/m²h、LPG の場合 4~10 Kcal/m²h であるが、炎口の形状、口径、深さまたは一次空気率等によっても変わってくる。

図 3-4-6 は都市ガスと LPG を代表的なブンゼンバーナで燃焼させた場合の炎口負荷と一次空気率の関係を示した燃焼特性図である。

この図からもわかるように都市ガスは LPG にくらべて非常に広範囲な安定燃焼域をもっている。また都市ガスと LPG の炎口負荷は 7~10 Kcal/m²h の範囲でオーバーラップしている。この共通範囲で設計されているバーナについては相互に融通性をもつといえる。ただし、バーナの混合管や一次空気口等の設計が正しく行われていることが前提となる。

3-4-6 Combustion Characteristic of
Bunsen Burner



なお、同一の炎口構造で各種のガスに対して融通性をもつユニバーサルバーナ（次頁参照）があるが、この場合には炎口に対するこれらの問題はすべて解決される。

Ⅲ-4-1-5 ユニバーサルバーナ

ユニバーサルバーナとは燃焼速度の速いガスでバックせず、遅いガスでリフトしないような炎口構造をもつもので、ガスの特性が大巾に転換された場合でも相互に融通性をもち、ノズルの調整とエア・レギュレーターの調整を行なうだけで一定のインプットを完全燃焼することができるものをいう。

ユニバーサルバーナの代表的なものとして、水平炎口式ユニバーサルバーナがあげられるが、この構造は図B-4-7に示すようにリング状のバーナヘッドの上部周囲に巾4～5mmの凹状の溝を設け、その溝の中に水平方向に炎口が設けられている。燃焼速度の速いガスではこの炎口において炎が形成されるが、燃焼速度の遅いガスでは溝部全面で炎が形成され相対的に炎口負荷を下げ、リフトの防止を図るようになっている。



図 B-4-7 ユニバーサルバーナの炎口部

Ⅲ-4-2 器具調整の方法

LPG器具を都市ガスへ切替える際には次の3つのケースが考えられ、それに応じて調整の方法も変わってくる。

- (1) バーナヘッドが相互に融通性をもっている場合
 - a) ノズルの調整とエアレギュレーターの調整でよいもの
 - b) a)に加えてマニホールドの取替を要するもの
- (2) バーナヘッドが相互に融通性をもたない場合
 - a) バーナヘッドの取替
 - b) a)に加えてマニホールドの取替を要するもの
- (3) 器具全体の取替を要するもの

以上のいずれの場合にも、次に示すことが原則として満たされ器具の機能と安全が保持されなければならない。

- (1) 切替え前後の器具のインプットは変わらないこと。
- (2) バーナの燃焼状態が良好であること。
- (3) バーナのターンダウンレシオ（最大燃焼量：最小燃焼量）が十分であること。

Ⅲ-4-2-1 バーナノズルの調整

ノズルの調整を行なうだけで都市ガスでもそのまま使用可能となるバーナは次の2つの場合である。

- (1) 炎口負荷が都市ガスとの共通範囲に入り、融通性をもっているバーナをもつもの
- (2) ユニバーサルバーナをもつもの。

これ以外のバーナについては原則として取替えが必要となる。バーナのインプットすなわち、ノズルの孔径に関係するものとしては、ガスの発熱量、比重および圧力があげられる。ガスの発熱量はLPGの27,000 Kcal/m³に対し、都市ガスは5,000 Kcal/m³、比重はLPGの1.0 (air=1)に対し、都市ガスは0.8、圧力はLPG 280 mmAqに対し、都市ガスは100 mmAqであるので、LPG器具のノズルをそのままにして都市ガスで使用したとすれば次のインプットは約20%に低下して使用不能となる。

$$I = KS \sqrt{\frac{H}{d}}$$

I：インプット

K：定数

S：ノズルの面積

H：ガスの発熱量

d：比重

ガス器具のインプットを従来通り保持するためには前式からノズル径を2.9倍に拡大してやらなければならない。

Ⅲ-4-2-2 マニホールドの調整

タイ国産の複数バーナを有するレンジ等の器具はガスの接続口から各バーナーに至る間のマニホールドがLPG専用で設計されているため、5～10 mmと非常に細いが、ガスの切替えに伴ないガスの流量が5.4倍に増えるので、マニホールドをそのまま使用すれば管摩擦抵抗は9.2倍になり、インプットの保持が困難となるのでマニホールドの交替が必要である。

Ⅲ-4-2-3 エアレギュレーター調整

バーナの一次空気口はLPG器具の場合、一般的に大きくとられているので都市ガスに切替えの際には、その開口度を絞ってやり、バック現象が起らないようにしなければならない。LPG器具には、エアレギュレーターの付属していない器具が多いが、この場合には新たに取り付けなければならない。

以上、器具調整法の共通事項について述べたが、次に器種ごとの調整法について述べる。

Ⅲ-4-3 各器具の実状とその調整法

Ⅲ-4-3-1 鋳物製一口コンロ

鋳物製一口コンロはすべてタイ国産品が占めている。メーカーは3社あり、種類は5種以上ある。

器具のインプットは1,500~3,000 Kcal/h, 炎口負荷は5.8~9.7 Kcal/m²hの範囲にある。このうち炎口負荷が7 Kcal/m²以上で設計されていて、都市ガスに対する融通性をもつバーナについてはノズル調整とエア・レギュレーターの調整により使用可能である。このものは全体の約80%を占めている。図3-4-8~10はLPG用コンロを都市ガスで燃焼させた場合の燃焼特性を示したもので、図3-4-8のように良好燃焼域が広い場合には融通性をもつといえる。この場合、消火音の条件等も同時に満足されなければならない。図3-4-9~10のような特性を示す場合にはその良好燃焼域も狭く実用にならないといえる。

Ⅲ-4-3-2 鋳物製二重・三重コンロ

これらのコンロは主に商業用に使用されている。すべてタイ国産品で、メーカーは3社ほどある。各社製品ともインプットは4,000~7,000 Kcal/h前後、炎口負荷は平均4.5 Kcal/m²hで都市ガスとの共通範囲を大巾に下回っているのでバーナ取替が必要となる。なお、一部の需要家で五徳(Burner grate)を高くして燃焼室をひろげ、ガス圧を400~500 mmAq程度まで上げて使用しているケースがあるが、このような場合には若干のインプットアップも可能で、これによるCO/CO₂の制約条件も満足できることが多く、従ってノズル調整で切替えが可能となる。

Ⅲ-4-3-3 テーブルコンロ

テーブル型の一ロ~三ロコンロはタイ国産のものが各々数種類あり、バーナは円孔バーナを使用し、自動点火装置(Piezo electric sperker)を備えている。インプットは一ロでは2,500 Kcal/h, 二ロでは一方が3,300 Kcal/h, 他方が2,500 Kcal/h前後の組合せとなっている。炎口負荷は3~8 Kcal/m²hの範囲にある。炎口負荷が7 Kcal/m²h未満のものについてはバーナの取替えを行なうが、その比率は一ロコンロ, 二ロコンロ共約30%である。

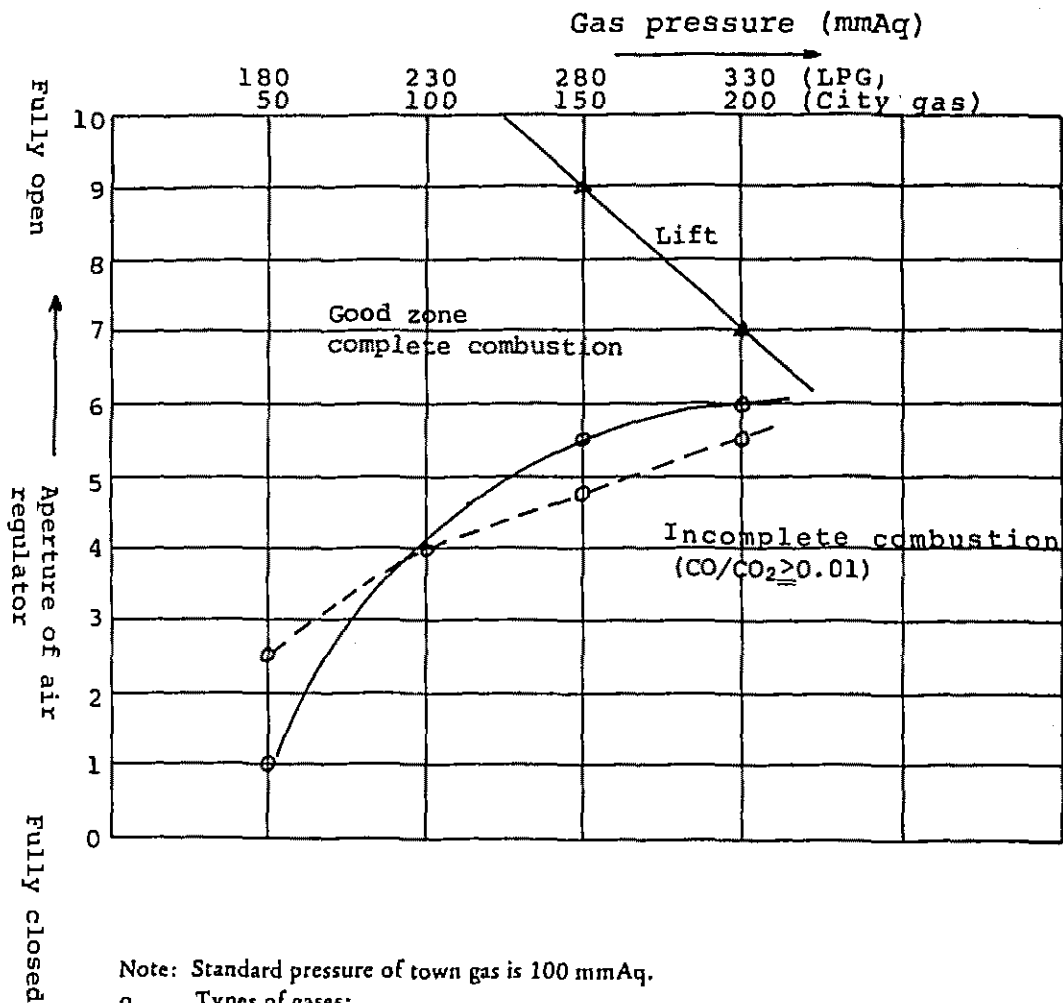
輸入品は種類も多く、約70%はユニバーサルバーナ又はそれに準ずるバーナを使用していると考え、全体としては約30%程度がバーナ取替の対象になるものと推定される。

Ⅲ-4-3-4 レンジ

(1) トップバーナ

輸入品はほとんどがユニバーサルバーナを使用しているのでノズル調整で処理できる。タイ国産品は円孔バーナを使用しているが、テーブルコンロと同様炎口負荷も大きく融通性をもっており、また五徳(Burner grate)の高さも35~60 mmと高く燃焼室にも余裕があるので若干のインプットアップも可能であるので、これもノズル調整で処理できる。

☒ 3-4-8 An Example of Combustion Characteristics of Cast Iron Made Stove (1)

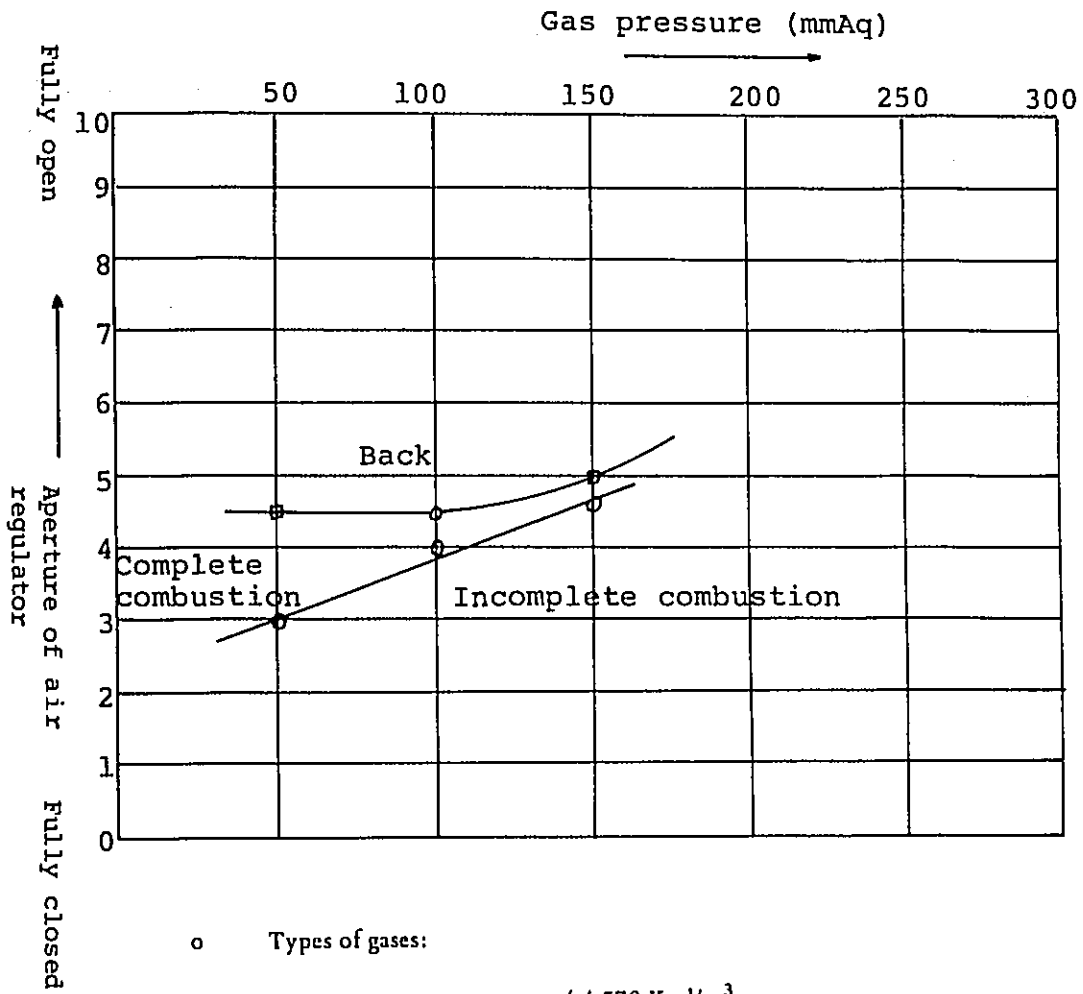


Note: Standard pressure of town gas is 100 mmAq.

- o Types of gases:
 - LPG – (11,800 Kcal/kg, specific gravity: 2.0)
 - Town gas – (5,000 Kcal/kg, specific gravity: 0.64, WI: 6,300, CP: 70)
- o Parameters of burners
 - Number of flame ports: 3.1 mm dia x 40
2.5 mm dia x 9 } 346 mm²

{	LPG	Nozzle:	0.85 mm dia
		Gas volume:	0.19 kg/hr. (280mmAq)
		Flame port loading:	6.5 Kcal/mm ² hr
{	City gas	Nozzle:	2.1 mm dia
		Gas volume:	0.56 m ³ /hr (100mmAq)
		Flame port loading:	8.1 Kcal/mm ² hr

☒ 3-4-9 An Example of Combustion Characteristics of Cast Iron Made Stove (2)



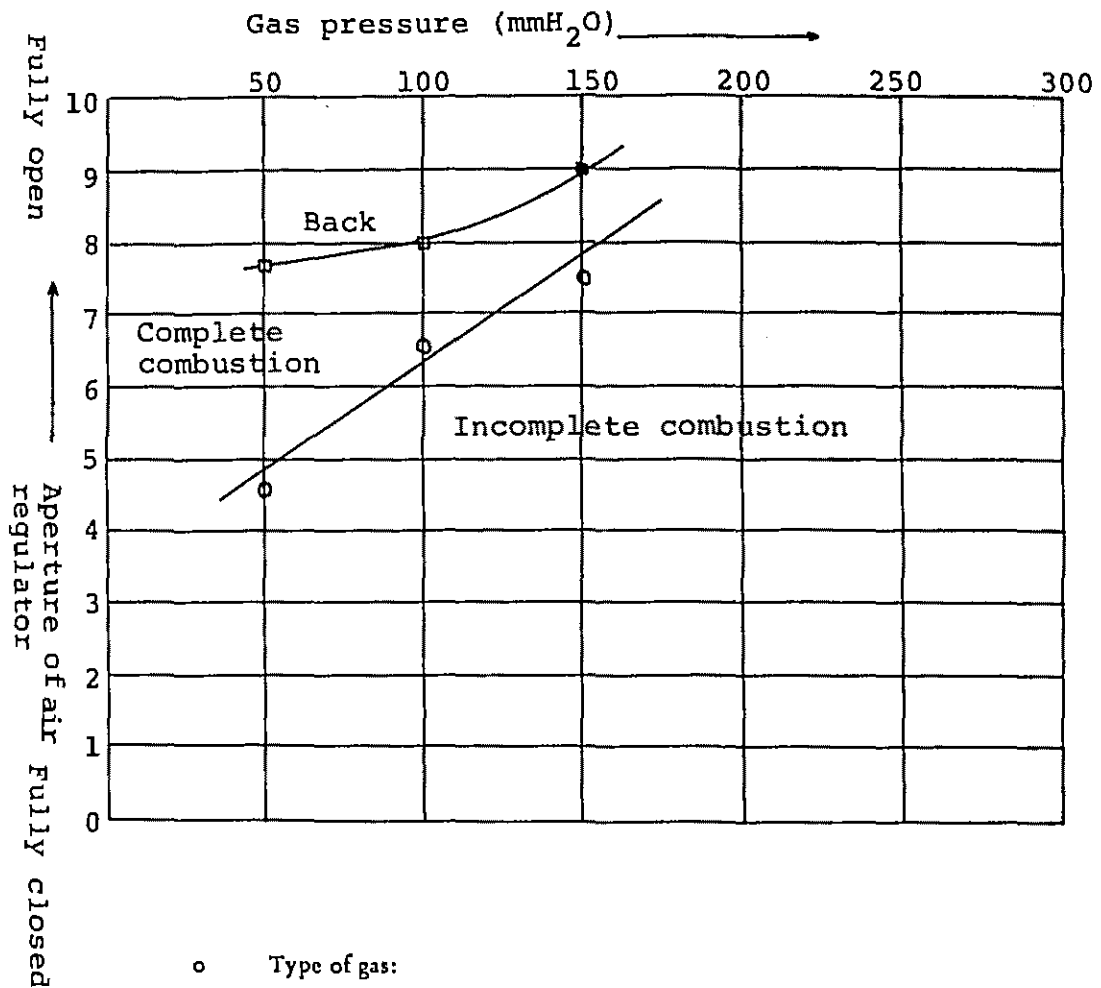
o Types of gases:

Town gas	{	4,570 Kcal/m ³	
		Specific gravity:	0.54
		WI:	6,220
		CP:	86

o Parameters of burners:

{	Area of flame port:	353 m ²
	Nozzle:	2.1 mm dia
	Gas volume:	0.56 m ³ /hr. (100 mmAq)
	Flame port loading:	7.2 Kcal/mm ² hr

3-4-10 An Example of Combustion Characteristics of Cast Iron Made Stove (3)



o Type of gas:

Town gas	{	5,510 Kcal/m ³	
		Specific gravity:	0.62
		WI:	6,980
		CP:	75

o Parameters of burners:

Area of flame port:	353 mm ²
Nozzle:	2.1 mm dia
Gas volume:	0.51 m ³ /hr (100 mmAq)
Flame port loading:	7.9 Kcal/mm ² hr

パイロットバーナを有するものについては点火機能保持のためオリフィスまたはノズル調整を行なう必要がある。

(2) オープン・グリルバーナ

輸入品のレンジはオープン・グリル等を有しているが、これらのバーナはユニバーサルバーナまたは円孔パイプバーナのものが多い。オープン、グリルバーナは一般的に長く、ソフトな炎が要求されるので、一次空気率を40～50%に下げ、炎口負荷も10Kcal/m²h前後に設計されている。また燃焼室も十分広いので、ノズル調整により切替えが可能である。

(3) マニホールド

家庭用レンジの場合はトップバーナが3～4ケとオープンを1ケ有しているものが多いが、これらの同時使用率は小さいので現在のマニホールド(13mmφ前後)の管径のままでも都市ガスに切替えても容量的には十分である。

ただ、ガスの接続口は現在10mmφのものを13mmφに交換してやる必要がある。

タイ国産の商業用大型レンジはLPG専用に設計されているため、マニホールドの管径が5～10mmφと細く、都市ガスに切替えた場合、インプット不足をきたすので、この部分を約2～3倍の口径のマニホールドと交換する必要がある。なお、輸入品の大型レンジについても天然ガス用として設計されているものが殆んどで、これらについても同じく交換する必要がある。

Ⅲ-4-3-5 湯沸器

シャワー、バス用として使用されている湯沸器はすべて輸入品が使用されている。特にドイツ製のものが多く、次にフランス、日本製等で大きさはインプットで160Kcal/h程度のもが多い。これらは1台当り8～10本のブンゼン式扇形バーナを備えているが、各一次空気口は開放でエアレギュレータをもたず、従って一次空気の調整が不能でバック現象などに対応できないバーナ構造であるのでバーナ部分を取替えを必要とする。

Ⅲ-4-3-6 ボイラ

サウナ・トルコ風呂等の熱源としてガスボイラが一部で使用されている。インプットが20,000～100,000Kcal/h前後の輸入品(米国ほか)で、バーナは高圧ブンゼン方式のラインバーナまたは小型ではリングバーナが用いられている。高圧ブンゼンバーナは後述のハイプレッシャーバーナと同様の理由からバーナ部分の取替えを必要とする。

Ⅲ-4-8-7 赤外線バーナ

魚焼器等に組み込まれている赤外線バーナ(別名:Schwankバーナ)は日本、ドイツの両国から輸入され使用されている。このバーナは炎口部分がセミラックプレートで作られている二次空気を必要としない全一次空気式バーナである。従ってLPGと都市ガスの燃焼速度

の差がそのまま燃焼状態に顕著に表われ、相互に融通性がなく取替が必要である。また赤外線バーナはガス圧の変動をきらうので常に圧力調整器でその入口圧を一定（都市ガスの場合 80 mmAq）に保持しなければならない。LPGの場合にはシリンダー出口に設けられているガス圧調整器で兼用しているが、都市ガスの場合には新たに専用の調整器を設ける必要がある。

Ⅲ-4-3-8 自動炊飯器

自動炊飯器は日本製がごく少数使用されている。自動炊飯器は炊飯鍋の温度変化を検知して自動炊飯を行なう非常にデリケートな器具である関係で、バーナの燃焼状態もかなり厳しい制限を受けるので都市ガス用に設計されたバーナに取替えるものとする。

自動炊飯器は自動炊飯機構、自動点火装置、保温装置等を有しているので器具構造も複雑で調整のための分解、組立には特に高度の技術を必要とする器具である。

Ⅲ-4-3-9 ハイプレッシャーバーナ

LPGは常温で $2.2 \sim 4.0 \text{ kg/cm}^2$ (20~38°C, gauge) と高い蒸気圧を有するので、その圧力を有効に利用したハイプレッシャーバーナがかなり使用されている。ハイプレッシャーバーナでは $0.35 \sim 1.4 \text{ kg/cm}^2$ のガス圧のLPGをノズルから噴出させることにより、圧力のエネルギーを速度のエネルギーに変換し、それによりノズル周囲に強力な負圧を発生させ、ガスの燃焼に必要な空気をほとんど一次空気として吸引させることができるのでバーナの熱負荷も大きくとれ、また高圧であるためバーナのターンダウンレシオも大きくとれ、従って火力調節も広範囲に行なうことができる。

都市ガスにてこのバーナを使用するためには、ガスブースターによってガス圧を供給圧の50~80倍に昇圧しなければならない。これは使用需要家が多いこと、ガスブースターのメンテナンス等のことを考えると望ましい方法ではない。従って、このバーナはすべて新しい低圧用バーナに取替えることにする。

Ⅲ-4-3-10 工業用器具

本計画地域内には工業用需要家はほとんどないが、市内のLPG Retail Shopではガラス加工用バーナ、酸素併用バーナ、高圧ブensenバーナ等を販売しているところがある。これらの器具はいずれもガス・空気ミキサーの比率調節、あるいはバーナ内圧の調整等を行なえばそのまま使用可能である。

実際の工業用器具の調整に当っては、需要発生時点において需要家個々の加熱工程に応じた十分な技術的検討を行なうことが必要である。従って本計画では一応調査の対象から外すことにした。

Ⅲ-4-4 器具数の推定

器具調整計画における要員数、所要調整部品数等の算定基礎となる器具数の推定に当たっては、先ず需要家調査（家庭用282件、商業用ほか58件）により需要家1件当りの所有器具数を求め（表3-4-2）これに計画需要家件数を乗じて総器具数を算出した（表3-4-3）。

但し、家庭用については全需要家のうちLPG以外の燃料からの転換及び都市ガス用器具への買替えが10%あるものとし、その分は都市ガス用器具が当初より用いられるものとした。商業用ほかについては他燃料からの転換はないものと仮定した。

また、実施時期までに器具数は年率3%の割合で増加して行くものとした。

器具の品名別内訳数については、最近のガス器具生産、輸入台数（表3-4-4）の構成比率を用いて算出した。この比率は将来、器具の耐用年数（5～15年）に伴なり買替え時には生活の高度化や食生活の多様化により多少変わってくると予想されるが、現時点における構成比率を使用することとした。なお、表3-4-3において炊飯器だけは前述（第1節）の普及率を見込んで上乘せしたが、この分については当初より都市ガス用が普及するものとして、実際には器具調整の対象にはならないものとする。

表3-4-3に示す器具数は器具の一部調整を行なうものとバーナ取替を要すものに分類できるが、この内訳を表3-4-5に示す。

表 3-4-2 器具所有数調査結果

単位：台

器具名 地区名	(1) 家庭用							(2) 商業用					計	
	調査件数	七輪・一口コンロ	二口コンロ	レンジ	ライスクッカー	ウォーターヒーター	計	調査件数	二重・三重七輪	二口レンジ	ハイプレッシャーバーナー	ハイプレッシャーレンジ		ボイラ湯沸器・その他
Phra Khanong	55	25	23	5	-	2	55	17	13	7	10	1	-	31
Bong Khen	41	27	19	4	-	-	50	3	2	1	-	-	-	3
Samphanthawong	18	6	12	-	-	-	18	2	3	-	-	-	-	3
Bang Rak	14	7	0	1	-	1	15	2	-	-	4	2	-	0
Phra Nakhon	15	11	4	-	-	-	15	1	2	-	-	-	-	2
Phomprap	14	7	8	-	-	-	15	2	5	-	-	-	-	5
Yannawa	19	11	9	2	2	3	27	7	4	4	-	-	-	8
Pathum Wan	20	12	10	1	-	1	24	3	4	-	2	-	2	8
Dusit	47	30	28	-	-	3	61	0	0	3	-	-	-	0
Phraya Tai	39	24	15	1	-	-	40	12	9	3	6	2	2	22
計	282	160	134	14	2	10	320	55	48	18	22	5	4	07
(比率)		(50)	(42)	(4)	(1)	(3)	(100)		(49)	(19)	(23)	(5)	(4)	(100)
1件当たり台数							1.2							1.8

(3) ホテル(室数200前後)の所有器具数 調査件数2件

ホテル① 10口レンジ(オープン付)1, 0口レンジ(オープン付)1, 2口レンジ3, オープン2, 一口テーブルコンロ22, ホットプレート1, ハイプレッシャーバーナー28 計58台。

ホテル② 0口レンジ(オープン・ホットプレート付)2, 4口レンジ(オープン付)1, パン釜1, ブロイラー1, 煮釜6, 2口・3口テーブルコンロ0。計17台。

(4) トルコ・サウナの所有器具数 調査件数1件

ボイラ2, レンジ2, 計4台。

表 3-4-3 器具数一覧表

器具名	1件当り器具数	器具総数	年度内										'79,1	'80,2	'81,3	'82,4	'83,5	'84,6	'85,7	'86,8	'87,9	'88,10	'89,11	'90,12			
			記																								
純増需要案件数		197300 (177600)	5600 (5100)	7000 (6300)	10300 (9300)	19300 (17400)	24900 (22400)	24600 (22100)	24500 (22000)	22800 (20500)	20500 (18500)	23400 (21000)	8400 (7600)	6000 (5400)													
家庭用																											
純増需要案件数		848 (848)	25 (*)	33 (*)	46 (*)	87 (*)	111 (*)	103 (*)	105 (*)	99 (*)	85 (*)	101 (*)	28 (*)	25 (*)													
商業用																											
純増需要案件数		294630	7100	9040	14220	26440	35080	35020	36540	35080	32500	36320	14200	10400													
器具数																											
家庭用																											
商業用																											
純増需要案件数		2162	55	74	107	205	266	255	268	260	231	281	83	77													
器具数																											
家庭用																											
商業用																											

次頁へ続く

(前頁より続き)

		0	7	19	10	27	30	15	18	15	20		
純増需要案件数		([○])	([○])	([○])	([○])	([○])	([○])	([○])	([○])	([○])	([○])		
ホテル	大型レンジ	28	34	94	97	141	194	84	103	88	121	-	
	オープン・プロイラー	14	17	47	49	71	97	42	52	44	61	-	
	ハイブリッドジャー バーナ	3435	118	327	337	494	677	291	360	309	424	-	
	パンがま・蒸かす その他	984	34	94	97	141	194	84	103	88	121	-	
	一般器具	3435	118	327	337	494	677	291	360	309	424	-	
	小計	9332	321	889	917	1341	1839	792	978	838	1151	-	
サウナ・トルコ	純増需要案件数	37	2	4	5	8	5	6	5	1	-	-	
		(37)	([○])	([○])	([○])	([○])	([○])	([○])	([○])	([○])	([○])	-	
	ボイラー	91	3	10	13	11	14	17	15	3	-	-	
	レンジ	91	3	10	13	11	14	17	15	3	-	-	
	小計	182	6	20	26	22	28	34	30	6	-	-	
計	需要案件数	198367	7041	10369	10411	25046	24744	24326	22922	20601	23521	8428	6025
		(178007)	(5133)	(9389)	(17511)	(22546)	(22244)	(22126)	(20622)	(18601)	(21121)	(7628)	(5425)
	器具数	309300	7431	15236	27588	36709	37742	37634	36348	33665	39752	14283	10477

(注) ○ 需要案件数欄の () 内数字は器具調整が必要な需要案件数を示す。

○ ライスツッカー欄の () 内数字は普及計画に基づく器具数を示す。() 外数字は調整を要する器具数を示す。なお () 内数字は器具数・計に含まず。

表 3-4-4 ガス器具の生産・輸入台数

単位：台/年

器具名		タイ国産品	輸 入 品	合 計
家 庭 用	鋳物製七輪	80,000	—	80,000 (55%)
	一口テーブルコンロ	25,000	17,000	42,000 (29)
	二口テーブルコンロ	8,000	5,000	13,000 (10)
	三口テーブルコンロ	—	4,000	4,000 (3)
	レンジ	—	2,000	2,000 (1.5)
	ライスクッカー	—	1,100	1,100 (0.8)
	ウォーターヒーター	—	1,000	1,000 (0.7)
	計	113,000	30,100	143,100 (100)
商 業 用	鋳物製二重七輪	34,000	—	34,000 (63)
	・ 三重七輪	4,000	—	4,000 (7)
	・ スリット型 二重七輪	6,000	—	6,000 (11)
	ハイプレッシャーバーナ	7,000	—	7,000 (13)
	三重大型リングバーナ	5,000	—	5,000 (9)
	大型レンジ	2,000	neg	2,000 (4)
	ハイプレッシャーレンジ	200	—	200 (0.3)
	赤外線バーナ	—	400	400 (0.7)
	ボイラ	—	neg	— (—)
	計	53,700	400	54,100 (100%)
合 計		166,700 (85%)	30,500 (15%)	197,200 (100%)

(注) 上表は器具メーカー5社の発表数字を合計したもので輸出数は含んでいない(輸出は若干数)。輸入台数は統計による。1973年度分。

Ⅲ-4-5 器具調整に要する人員

器具調整要員算定のファクターとしては次のようなことがあげられる。

- 1) 需要家件数と取付器具数
- 2) 器具の調整，取替作業，点火試験に要する時間
- 3) 需要家までの移動時間，応待，手待時間
- 4) 使用器具の事前詳細調査時間
- 5) 不在率

調整に要する所要 man hour をらびに要員数は表 3-4-6 に示すとおりである。なおこの数字は調整に要する直接要員のみで，事務処理担当者，技術担当者等間接要員は含んでいない。

Ⅲ-4-6 器具調整に要する費用

器具調整に必要な費用としては次のようなものがあげられる。

- 1) 調整部品費
- 2) 人件費
- 3) 調整用工具・計器・車輛等
- 4) 諸雑費

所要費用は表 3-4-7 に示すとおりである。

表 3-4-5 調整器具数内訳

単位：台

器具名		項目	器具総数	調整または取替の数			
				調整を要す器具	比率	バーナ取替を要す器具	比率
家庭用	鋳物製コンロ		150,280	47,800	30	111,480	70
	一口テーブルコンロ		85,830	60,030	70	25,800	30
	二口		20,800	20,020	70	8,070	30
	三口		9,820	7,820	80	2,000	20
	レンジ		4,800	4,800	100	—	—
	ライスクッカー		2,400	—	—	2,400	100
	ウォーターヒーター		2,400	—	—	2,400	100
小計		204,030	141,460	48	153,170	52	
商業用	鋳物製二重コンロ		1,333	—	—	1,333	100
	・ 三重コンロ		150	—	—	150	100
	・ スリット型コンロ		238	—	—	238	100
	ハイプレッシャーバーナ		284	—	—	284	100
	三重大型リングバーナ		28	28	100	—	—
	大型レンジ		85	85	100	—	—
	ハイプレッシャーレンジ		19	—	—	19	100
赤外線バーナ		19	—	—	19	100	
小計		2,102	113	5	2,040	95	
ホテル	大型レンジ		984	984	100	—	—
	オーブンプロイラー		404	404	100	—	—
	ハイプレッシャーバーナ		3,435	—	—	3,435	100
	パンがま、煮がまその他		984	984	100	—	—
	一般器具		3,435	2,404	70	1,031	30
小計		9,332	4,800	52	4,460	48	
サウナル・コ	ボイラー		91	—	—	91	100
	レンジ		91	91	100	—	—
	小計		182	91	50	91	50
計		300,300	140,530	48	150,770	52	

表 3-4-6 年度別器具調整所要 man-hour および所要人員 単位: man-hour

	内 訳												
	'70	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	
総 計	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
man-hour	18076	21432	30504	52048	67524	69295	68858	60708	62140	72040	23888	17541	
人 員 (人)	44	12	17	29	37	38	38	37	34	39	13	10	

(注) 所要人員算出は $1.8 + 8 \text{ man-hour}$ 当り 1 人として行った。($\therefore 22D/M \times 12M/Y \times 7H/D$)
 第 1 年度のみは工期の関係で + 20 man-hour 当り 1 人とした。

表 3-4-7 年度別器具調整費用 (1974年價格)

単位: 1,000Baht

	内 容											
	1979	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
総計	49,949	1,083	3,080	4,489	6,445	6,854	5,751	5,664	5,112	5,909	1,787	1343
調整部品費	37,752	1,188	2,239	3,517	4,820	5,249	4,396	4,409	3,918	4,713	1,342	989
人件費	6,427	245	347	592	755	775	775	755	694	796	265	204
工具車輛	3,470	100	300	200	040	400	350	300	300	200	100	100
諸雑費	2,300	150	200	180	230	230	230	200	200	200	80	50

第 IV 章

組 織

第Ⅳ章 組 織

Ⅳ-1 事業体の形態

タイ国における公共事業には、電気・上下水道・電話等がある。全て政府或いは市が事業主体となっており、諸種の租税課金の免除、料金の政府認可等様々な優遇措置がとられている。公共性の高い事業については、国民生活に動揺を与えない事を配慮すべきであり、欧米諸国でもこの方式がとられている。

今回の都市ガス計画は、単に首都圏での供給とはいふものの、全国的に民生用エネルギーの配分を変える影響力を持ち、しかも、タイ国最大の都市、全人口の10%の生活に密着し、公共福祉に寄与する計画である。従って、料金の安定化・供給の安定化諸設備の保守保安等について法制面の裏付けが不可欠であるとともに、経営面では、長期無利子資金の導入・諸税の減免等が必要であり、事業基盤を確立するまでは、公営企業体が好ましい事業主体と考える。当計画は、新規の設備事業であり、投資が先行し、利潤還元が長期に亘る為、民間資本にとっては投資がしにくい面もあり、民間経営による経営効率化を考慮しつつ、政府直営事業体（公社）が運営すべきである。

Ⅳ-2 組 織

都市ガス事業としての業務には、大別して、製造・供給・事務管理の三種類の部門がある。今回の計画にあつては、計画局・管理局・営業局・製造局の4局を置き、局の中に2～4課を設置した。

事務管理部門は、庶務・勤労・経理・資材等の業務であり、どの様な事業にも類似職種が見られ、要員配置・組織運営も問題は無いと考える。

営業局の業務は、導管敷設からガス料金の回収まで広範なものであり、導管工事の設計・施工、器具調査・調整、点火試験、検針、集金、器具修理、内管検査等需要家に直結した業務である。

製造局の業務は、ガスの製造、製造装置の建設・保全等、製造全般に係る業務となる。

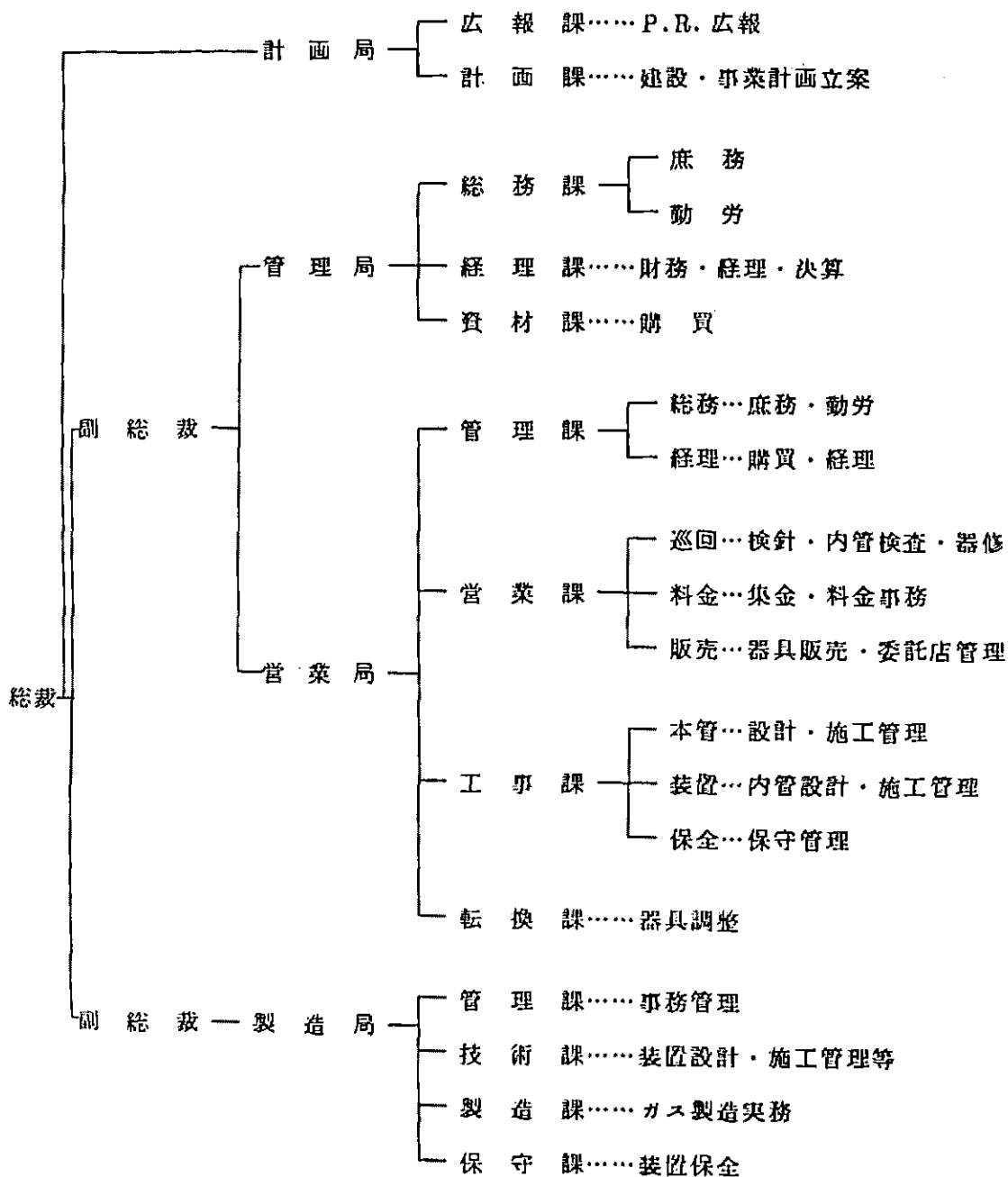
需要関係の情報が、製造費・製造方法の決定に影響を与えるばかりでなく、事業全体の動向をも左右するものであり、計画局の業務は両部門の統括的業務を持つことになる。

当計画の規模は、年毎に拡大していくため、組織もそれに応じた拡大を計るべきであり、最終の全体を図4-2-1とするとともに次の様な段階で組織するものとした。

第1期 1980年以前

事業規模が小さく要員も少ない為、事務管理部門は一ヶ所とし、全体を工場内に置

圖 4 - 2 - 1 全 體 組 織 圖



く。

第2期 1981・82年

製造局を工場内に、営業局・管理局は供給所内に置く。

第3期 1983年以降

計画局・管理局を独立させる。

勤務時間等については、次の様に運営する。

各局とも、一日8時間、週40時間勤務とするが製造局製造課は交替職場として4組の要員を配置し24時間稼働に対処するものとする。また、営業局には、漏洩等不慮の事故にそなえ、組織とは別に3名の要員による宿直・日直制度を設けるとともに製造局には、緊急時に自衛消防隊を編成する。

要員数の算定は、表4-2-1によって行ない、年次別、職制別の数値は、表-2-2となった。

1988年には758人であるが、この要員数は、タイ国における公社、例えばM.W.W.A.（需要家件数30万件、要員5,600人）M.E.A.（42万件、8,000人）T.O.T.（18万件、5,100人）と比較して少ないものである。タイ国における初の都市ガス事業であり、各職種とも未経験の分野であろうから、教育期間を長くとり、他国からの指導者の導入が必要と考えられる。

表 4 - 2 - 1 要 員 算 定 基 準

管 理 職	10人毎に1人
営 業 局	
巡 回	検針員は需要家 3,000 件毎に1人 内管検査・器具修理は 4,800 件毎に1人
料 金	集金は, 2,000 件毎に1人の普通集金 普通集金 5人毎に1人の特別集金 普通集金 20人毎に1人の集金班長 普通集金 50人毎に1人の集金主任 料金事務は最低4人とし, 以後 10,000 件毎に1人増
販 売	需要家 10,000 件毎に1人
本 管	技術員は, 施工 30,000 m 毎に1人 作業職は, 施工 10,000 m 毎に1人
装 置	技術員・作業職とも新設件数 2,000 件毎に1人
保 全	技術員は 3人, 作業職は施工完了 50,000 m 毎に1人
転 換	器具別調整時間から算出した。
製 造 局	
技 術	電気・化学・機械・計測部門毎に最低 2人
製 造	製造・供給等装置毎に 1組 2人とし, 以上後設備増強の都度増員する。
保 守	装置毎に最低 2人
事務管理関係	最低 4人とし, 以後ガス販売量 10 百万 m ³ 毎に 1人増

表4-2-2 年次別・職種別要員表

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
需要件数 カス販売費	(5,600) 1,007	9,100 6,769	17,700 13,666	32,600 25,559	54,700 44,572	79,500 67,120	104,200 90,557	127,800 113,559	149,500 137,916	171,400 162,871	187,300 177,702	194,500 184,264	197,500# 187,002千円
総 裁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
副 総 裁	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
計 画 局					6	7	7	8	8	9	14	15	15
管 理 局	総 務 課	8	8	9	10	8	12	16	21	25	27	28	28
	庶 務 課	5	5	5	6	8	9	10	14	16	16	16	16
管 理 局	経 理 課	6	6	7	8	6	9	12	15	21	23	24	24
	資 材 課	11	11	10	11	6	9	12	15	18	21	24	24
管 理 局	管 理 課	4	4	4	5	14	18	22	26	31	36	39	39
	総 務 課					9	12	15	18	21	24	26	28
管 理 局	管 理 課	6	8	12	20	33	48	63	78	91	104	117	123
	巡 回 課	8	11	17	29	46	65	85	103	120	138	153	159
管 理 局	管 理 課	2	2	3	4	6	9	11	14	17	19	21	22
	業 務 課	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
管 理 局	工 事 課	7	7	11	18	24	26	26	24	24	18	9	5
	保 全 課	7	10	13	17	20	23	26	30	33	36	36	36
管 理 局	管 理 課	48	48	49	36	46	47	47	46	43	48	18	13
	管 理 課	4	4	17	18	20	22	23	25	28	31	31	31
管 理 局	技 術 課	12	12	13	14	15	15	17	18	19	19	19	19
	製 造 課	56	56	61	61	69	69	80	89	97	106	106	106
管 理 局	保 守 課	23	23	23	23	28	29	36	42	49	55	58	59
	合 計	232	240	280	306	390	455	532	606	677	758	747	737

第 V 章

經濟分析

第V章 経 済 分 析

当計画の投資額は、表5-1-1の如く、10年間では、総額約20億バーツ（1974年価格）にも及ぶ大規模な計画であり、現在実施中の上下水道計画・電力計画・電話拡張計画等他の首都圏整備計画に比肩しうる計画と云える。当計画は、導管によりガスを各家庭に供給し、直接的には市民生活の向上をもたらす効果と共に、間接的には、建設工事に伴う経済効果・技術向上効果など測り知れない影響をタイ国に与えるものと期待される。しかしながら、ガス事業は水道・電気等と同様、市民生活に密接な関係を持つ為に、極端にコストの負担を消費者に転嫁してはならず、同時にタイ国政府の目標として掲げる「各公共事業体の経済的独立性」をも確保しなければならない。

独立採算性の精神に関しては、タイ国電力事業法第2章18節に次の様に証っている。

The selling prices under (9) shall be fixed at reasonable rates so as to procure sufficient income to:

- (a) Cover necessary operating expenses including interest, depreciation, gratuities and pensions, provident fund or other benefits for the welfare of workers and their families and bonuses;
- (b) Meet repayment of indebtedness to the extent that such repayments exceed the provision for depreciation, and to meet increases in the cost of replacement of assets;
- (c) Provide for reserves and to finance a substantial portion of the cost of necessary expansion and investment.

この原則の上に立って、当計画は、初期段階こそ政府の援助を必要とするが、徐々に企業力を蓄え、出来るだけ早期に経済的独立をはからなければならない。

V-1 収支見通しの前提条件

V-1-1 販売単価

1974年におけるバンコック市のLPG小売価格及び近隣諸国の小売価格を勘案し、1979年度の都市ガス販売価格を3.53B/m³とした。なお、公共料金である為、価格上昇は、他の項目より低めに3年毎に10%と見込んだ。

V-1-2 建設費

製造・供給関係の建設費の上昇は、毎年5%と見込んだ。なお、投資額を外貨・内貨で調達するものとし、次の様に分割した。

外貨部分は、輸入資機材購入・外国請負業者のエンジニアリング・管理費に使用し、外国からの低利の借款によるものとした。内貨部分は、建設に必要とする国産資機材購入に使用し、その内長期資金需要に関しては、外国からの借款を仰ぐものとした。

V-1-3 経費

V-1-3-1 人件費

公務員・石油精製工場労働者等の給与から1974年度値を次の様に想定し、上昇率を年率5%見込んだ。

管理職	5,500B/月
事務・技術職	2,000
作業職	1,700
雑役	1,000

V-1-3-2 減価償却費

タイ国の歳入法規には、特に減価償却の方法についての規定が無いため、各公共企業が行なっている方法を参考に、次のとおりとし、投資の次年度から償却するものとした。

ガス製造設備	残存10%	20年 定額償却
ガスホルダー	10	30
ガス導管	10	30
ガスメーター	0	10
建物	10	40
車輛	0	10
土地	0	0

V-1-3-3 原材料費

LPG・重油の国際価格を勘案し、次の様に想定した。毎年5%の上昇を見込んだ。

オ フ ガ ス (1)	2.31B/m ³
" (2)	1.04B/m ³
ナ フ サ	1,400.7B/kl
L P G	3,000.0B/t

表 5-1-1. Equipment Investment Schedule

(10³ baht)

			1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Total	
For supply	High and medium pressure pipe Low pressure Gas holder Engineering	Foreign funds	41598	24726	28984	39616	70006	45410	49799	43068	49958	19947	2032	1451									416595	
		Domestic funds	53091	33135	40783	58531	108602	73968	85173	77344	94203	39494	4224	3167										671715
		Total	128770	100304	109277	137351	243609	186918	170831	183580	204921	100259	13298	9498										1588566
	Gas meter	Foreign funds	2293	2866	4218	7944	10196	10074	10074	9337	8395	9582	5733	5323	4218	7994	10196	10074	10074	9337	8395	9582	155855	
		Domestic funds	2927	3841	5935	11737	15817	16409	17230	16768	15830	18972	11918	11619	9668	19118	25765	26729	28066	27313	25785	30903	342350	
	Buildings	Domestic funds			23520	33095																		23520 33095
	Land	Domestic funds	792	739	31235	1690	1488	1267	950	1267	1426	950												41804
		Foreign funds	1011	997	43951	2497	2308	2064	1625	2275	2689	1881												61291
	Vehicles	Foreign funds	3073	300	860	913	1240	460	460	720	440	973	460	350	0	860	913	1240	460	460	720	440	973	16315
		Domestic funds	3922	402	1210	1349	1924	749	787	1293	830	1926	956	764	1971	2197	3133	1221	1282	2106	1351	3138	32511	
Total	Foreign funds	46964	27892	34062	48473	81442	55944	60333	53125	58793	30502	8225	7124	5078	8857	11436	10534	10534	10057	8835	10555	588765		
	Domestic funds	59940	37378	47928	71617	126343	91126	103190	95405	110863	60392	17098	15550	11639	21315	28898	27950	29348	29419	27136	34041	1046576		
For production	Facilities and equipment	Foreign funds	66617	6303	17796	27468	17622		29742	22434	19405	17622											225009	
		Domestic funds	85022	8447	25041	40583	27338		50869	40288	36591	34890											349069	
		Total	101321	8435	22247	34512	21750		44507	28250	24353	21750												307125
	Buildings	Domestic funds	8430			1703			1320															11453
		Domestic funds	10759			2516			2258															15533
	Land	Domestic funds	11000																					11000
		Domestic funds	14039																					14039
	Total	Foreign funds	66617	6303	17796	27468	17622		29742	22434	19405	17622												225009
		Domestic funds	85022	8447	25041	40583	27338		50869	40288	36591	34890												349063
	Grand Total	Foreign funds	113581	34195	51858	75941	99064	55944	90075	75559	78198	48124	8225	7124	5078	8857	11436	10534	10534	10057	8835	10555	813774	
Domestic funds		144962	45825	72969	112200	153681	91126	154059	135693	147454	95282	17098	15550	11639	21315	28898	27950	29348	29419	27136	34041	1395645		
Total		255679	112644	191307	184113	278283	198719	228142	223154	239535	133514	19491	15171	5078	8857	11436	10534	10534	10057	8835	10555	2155638		
		Foreign funds	144962	45825	72969	112200	153681	91126	154059	135693	147454	95282	17098	15550	11639	21315	28898	27950	29348	29419	27136	34041	1395645	
		Domestic funds	181357	105129	196219	159819	278027	232566	236142	265059	304225	169066	23421	17566									2168596	
		Total	326319	150954	269188	272019	431708	323692	390201	400752	451679	264348	40519	33116	11639	21315	28898	27950	29348	29419	27136	34041	3564241	

Notes: (1) Numerals in the upper major column are based on the 1974 prices.
(2) Numerals in the lower major column are based on the annual interest increase of 5 per cent.

表 5-1-2. Detail of Construction Cost for Production

Item \ Year		1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Total
Gas Making Plant	Foreign funds	8,970		7,349	7,349	7,349		7,349	7,349	7,349	7,349	60,413
	Domestic funds	11,448		10,341	10,858	11,401		12,569	13,198	13,858	14,550	98,223
Compressor	Foreign funds	3,122		1,580	1,580	1,580		1,580	1,580	1,580	1,580	14,182
	Domestic funds	3,985		2,223	2,334	2,451		2,702	2,837	2,979	3,138	22,630
Gas Cooler	Foreign funds	8,200		6,731	6,731	6,731		6,731	6,731	6,731	6,731	55,317
	Domestic funds	10,465		9,471	9,945	10,442		11,512	12,088	12,692	13,327	89,942
Electric Facility	Foreign funds	1,626		1,220	1,220	1,220		1,220	1,220	1,220	1,220	10,166
	Domestic funds	2,075		1,717	1,803	1,893		2,087	2,191	2,301	2,416	16,483
Cooling Tower	Foreign funds	3,373	3,833		3,833			3,833	3,833			18,705
	Domestic funds	4,305	5,137		5,663			6,556	6,883			28,544
Relief Holder	Foreign funds	1,027	1,167		1,167			1,167	1,167			5,695
	Domestic funds	1,311	1,564		1,724			1,996	2,096			8,691
Others	Foreign funds	21,053			2,533							23,586
	Domestic funds	26,870			3,742							30,612
Cooling Tower	Foreign funds	2,090			250							2,340
	Domestic funds	2,667			369							3,036
Relief Holder	Foreign funds	2,380	1,190		1,190			1,190		1,190		7,140
	Domestic funds	3,038	1,595		1,758			2,035		2,244		10,670
Others	Foreign funds	612	306		306			306		306		1,836
	Domestic funds	781	410		452			523		577		2,743
Total	Foreign funds	4,048						4,048				8,096
	Domestic funds	5,166						6,924				12,090
Total	Foreign funds	5,293						5,293				10,586
	Domestic funds	6,755						9,053				15,808
Total	Foreign funds	18,593	1,280	3,716	5,832	3,542		6,591	4,521	4,135	3,542	51,752
	Domestic funds	23,730	1,715	5,229	8,617	5,495		11,273	8,119	7,797	7,013	78,988
Total	Foreign funds	20,934	659	1,651	2,521	1,328		5,199	1,849	1,842	1,328	37,311
	Domestic funds	26,718	883	2,323	3,725	2,060		8,892	3,321	3,473	2,629	54,024
Total	Foreign funds	66,617	6,303	17,796	27,468	17,622		29,742	22,434	19,405	17,622	225,009
	Domestic funds	85,022	8,447	25,041	40,583	27,338		50,869	40,288	36,591	34,890	349,069
Total	Foreign funds	34,704	2,132	4,451	7,044	4,128		14,765	5,816	4,948	4,128	82,116
	Domestic funds	44,292	2,857	6,263	10,407	6,404		25,253	10,445	9,330	8,173	123,424
Total	Foreign funds	101,321	8,435	22,247	34,512	21,750		44,507	28,250	24,353	21,750	307,125
	Domestic funds	129,314	11,304	31,304	50,990	33,742		76,122	50,733	45,921	43,063	472,493

表 5-1-3. Detail of Construction Cost for Supply

Item	Year	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1970	Total
High and Medium Pressure Lines	Foreign funds	18,184 23,208	4,878 6,537	9,045 12,727	18,621 27,512	29,138 45,203	20,604 33,562	17,040 29,144	13,590 24,406	10,747 20,265	1,626 3,220			143,473 225,784
	Domestic funds	28,337 36,166	9,750 13,066	18,068 25,423	28,956 42,781	48,395 75,077	48,953 79,739	26,263 44,919	32,832 58,962	26,772 50,483	6,065 12,008			274,391 438,624
Low Pressure Lines	Foreign funds	9,365 11,952	17,070 22,875	15,661 22,036	14,492 21,411	21,341 33,107	17,757 28,924	15,175 25,954	22,151 39,780	22,809 43,010	12,390 24,531			168,211 273,580
	Domestic funds	30,956 39,509	52,683 70,600	46,361 65,235	42,494 62,783	70,564 109,468	61,497 100,172	44,407 75,951	74,512 133,813	84,830 159,960	44,875 88,849			553,179 906,340
Special Works (Cathodic Protection, Valves, Governer)	Foreign funds	3,486 4,449	2,180 2,921	3,587 5,047	5,358 7,916	7,699 11,944	5,597 9,117	5,927 10,137	5,797 10,411	5,044 9,511	4,526 8,961	1,469 3,053	1,049 2,290	51,719 85,757
	Domestic funds	2,451 3,128	1,192 1,598	1,991 2,802	3,395 5,016	3,892 6,038	2,028 3,304	3,027 5,177	2,580 4,633	2,025 3,818	1,294 2,562			23,875 38,076
Holders	Foreign funds	10,107 12,900				10,107 15,679		10,107 17,287		10,107 19,058				40,428 64,924
	Domestic funds	16,323 20,833				16,323 25,322		16,323 27,918		16,323 30,779				65,292 104,852
Supply Pipes	Foreign funds	108 138	135 181	198 279	373 551	478 741	473 770	472 807	438 786	394 743	450 891	161 335	115 251	3,795 6,473
	Domestic funds	2,152 2,746	2,688 3,602	3,961 5,573	7,453 11,011	9,567 14,841	9,455 15,401	9,447 16,158	8,757 15,726	7,872 14,844	8,985 17,790	3,223 6,700	2,302 5,025	75,862 129,417
Interior Pipes	Foreign funds	348 444	463 621	493 694	772 1,141	1,243 1,928	979 1,595	1,078 1,844	1,092 1,961	857 1,616	955 1,891	402 836	287 626	8,969 15,197
	Domestic funds	6,953 8,874	9,265 12,416	9,862 13,877	15,437 22,808	24,862 38,569	19,575 31,886	21,565 36,883	21,831 39,205	17,141 32,322	19,093 37,803	8,043 16,721	5,745 12,541	179,372 303,905
Total	Foreign funds	41,598 53,091	24,726 33,135	28,984 40,783	39,616 58,531	70,006 108,602	45,410 73,968	49,799 85,173	43,068 77,344	49,958 94,203	19,947 39,494	2,032 4,224	1,451 3,167	416,595 671,715
	Domestic funds	87,172 111,256	75,578 101,282	80,243 112,910	97,735 144,899	173,603 269,315	141,508 230,502	121,032 207,006	140,512 252,339	154,963 292,206	80,312 159,012	11,266 23,421	8,047 17,566	1,171,971 1,921,214
	Total	128,770 164,347	100,304 134,417	109,227 153,693	137,351 202,930	243,609 377,917	186,918 304,470	170,831 292,179	183,580 329,683	204,921 386,409	100,259 198,506	13,298 27,645	9,498 20,733	1,588,566 2,592,929

V-1-3-4 電 力 費

現行の電力料金が、8年毎に10%上昇するものとした。

V-1-3-5 修 繕 費

0.18 B/m²を見込んだ。

V-1-3-6 租 税 課 金

タイ国の各公共企業体が適用されている優遇処置を参考に、全ての租税が免除されるものとした。

但し、累積赤字が消えた時点から、法人税を純益の80%計上した。

V-1-3-7 その他諸経費

売上高に対して8%を見込んだ。

V-1-3-8 支 払 利 息

外貨部分に対する外国よりの借款は、3.25%、7年据置25年償還とした。

内貨部分の内、外国よりの長期借款については、0.5%、5年据置35年償還とした。

経常収支のバランスをとる為の短期資金は、タイ国内の金融を期待し、利息を8.0%とした。

V-2 収 支 見 通 し

前項の条件による収支見通しは、表5-2-1のとおりである。5ケースの収支見通しとなっているが、これは、国内資材投資の調達を、タイ国政府資金と海外資金に求め、その比率を変えた結果である。タイ国政府資金については、資本金と同様の扱いとし、金利0%、配当も0%と想定した。

10年間の内部留保等を比較すると次のとおりであり、当然ながら、タイ国政府資金が多ければ多い程、収支は良いものとなっている。

表5-2-1は、20年間の収支見通しとなっているが、需要量をはじめ諸計画値を10年間で想定しており、10年間の収支が黒字であれば、当計画の採算がとれると云える。

10年以降については、区域拡張等事業規模の拡大が必要となるであろうから、利益金をその投資に対する準備金と考えるべきであろう。

前記数値のとおり、タイ国政府出資が全く得られなければ、短期収支は10年後でも黒字転換にならず、少なくとも25%は必要である。又、金額を出資する事もタイ国経済にとって大きな負担となるであろう。例え25%の出資であっても、別表のとおり法人税として、7.2%分は環元されており、さらに利払後利益の投資に対する割合では28.4%も確保できる。

単位：10⁶ 円

項目 \ 出資比率	0%	25	50	75	100
売上高	2,834.2	2,834.2	2,834.2	2,834.2	2,834.2
経費	2,150.7	2,150.7	2,150.7	2,150.7	2,150.7
営業利益	683.5	683.5	683.5	683.5	683.5
支払利息	705.1	582.6	858.1	183.8	22.4
利払後利益	▲ 21.6	150.9	825.4	500.2	661.1
法人税	0	38.4	79.6	133.9	192.0
税引後利益	▲ 21.6	112.5	245.8	366.8	469.1
売上高利益率	▲ 0.8%	4.0	8.7	12.9	16.6
短期の黒字転換	7年目	7	6	5	4
内部留保確保	11年目	9	8	7	6

政府出資比率25%での売上高利益率は4%であるが、新規事業としては充分と考えられる。ちなみに他の公共事業における1973年度の売上高利益率は次のとおりである。

E. G. A. T. 26%, T. O. T. 49%, M. W. W. A. ▲3%。

従って、25%の政府出資であっても、短期収支は7年目で黒字転換がはかれ内部留保は9年目に確保される為、独立採算の原則は守られる事業である。

前述のとおり、当収支見通しの前提である販売単価は、3.58円/m²がスタート値となっているが、政府出資が多ければ多い程、販売単価を引き下げる事が可能となる。政府出資が100%得られた場合であって、11年目から内部留保を確保する為には、販売単価を2.77円/m²まで引き下げられる。この価格での収支見通しは、表5-2-2のとおりである。

表 5-2-1. Profit and Loss Statement (without Government Investment)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sales:																				
Gas	3.6	23.9	48.2	99.2	173.1	260.6	386.8	485.8	589.1	764.7	834.3	865.1	963.8	963.8	963.8	1,062.8	1,062.8	1,062.8	1,168.4	1,168.4
Coke	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	3.6	23.9	48.2	99.2	173.1	260.6	386.8	485.0	589.1	764.7	834.3	865.1	963.8	963.8	963.8	1,062.8	1,062.8	1,062.8	1,168.4	1,168.4
Expenses:																				
Raw materials	1.3	9.1	19.2	37.8	69.2	109.6	155.7	205.3	262.1	325.6	374.0	407.6	434.7	456.4	479.2	503.2	528.3	554.7	582.5	611.6
Labor cost	8.6	9.2	11.3	12.9	16.8	20.0	24.2	28.7	33.5	39.0	40.3	42.4	43.7	45.9	48.1	50.6	53.1	55.8	58.6	61.5
Other expenses	0.3	2.1	4.2	8.2	14.3	21.6	30.7	39.3	46.8	58.5	64.0	66.4	71.6	71.6	71.6	76.3	76.3	76.3	81.4	81.4
Adjustment of equipments	2.3	1.9	3.9	5.8	8.8	9.6	8.5	8.8	8.3	10.1	3.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cost depreciation	0.0	11.7	16.6	24.1	33.9	48.5	59.3	73.4	87.4	102.7	112.7	114.1	115.5	116.0	116.8	117.9	119.0	120.1	121.3	122.3
Total	12.5	34.0	55.2	88.8	143.0	209.2	278.5	355.5	438.1	535.9	594.2	633.0	665.5	689.9	715.7	748.0	776.8	807.0	843.8	876.9
Operating profit	-8.9	-10.1	-7.0	10.4	30.1	51.4	108.3	129.5	151.0	228.8	240.1	232.1	298.3	273.9	248.0	314.8	286.0	255.8	324.6	291.5
Non-operating profit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Interest payable	0.0	17.2	26.8	43.3	58.0	80.6	97.2	112.1	126.9	143.2	143.1	129.6	118.0	100.9	85.0	70.1	50.8	32.2	14.1	-8.9
Balance of profit	-8.9	-27.3	-33.7	-32.8	-27.9	-29.2	11.1	17.5	24.1	85.6	97.0	102.5	180.3	173.0	163.1	244.7	235.2	223.7	310.5	300.4
Profit from works awarded	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Profit from equipments sold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Profit from incidental business	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Profit before tax	-8.9	-27.3	-33.7	-32.8	-27.9	-29.2	11.1	17.5	24.1	85.6	97.0	102.5	180.3	173.0	163.1	244.7	235.2	223.7	310.5	300.4
Corporate tax	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.7	54.1	51.9	48.9	73.4	70.6	67.1	93.2	90.1
Profit after tax	-8.9	-27.3	-33.7	-32.8	-27.9	-29.2	11.1	17.5	24.1	85.6	97.0	71.7	126.2	121.1	114.1	171.3	164.7	156.6	217.4	210.3
Dividends	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Net profit	-8.9	-27.3	-33.7	-32.8	-27.9	-29.2	11.1	17.5	24.1	85.6	97.0	71.7	126.2	121.1	114.1	171.3	164.7	156.6	217.4	210.3
Fixed assets	0.0	314.6	449.0	694.0	932.2	1,315.4	1,579.7	1,896.5	1,109.9	2,558.9	2,710.6	2,637.0	2,554.5	2,450.2	2,354.7	2,265.6	2,174.6	2,083.8	1,991.9	1,896.7
(Direct)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(Indirect)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(Others)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(land)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Short-term deposits	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	32.0	103.3	188.8	340.2	501.8	626.8	796.5	946.6	1,080.3	1,265.8	1,441.4	1,609.3	1,838.6	2,061.4
Amount of investment	326.3	151.0	269.2	272.0	431.7	323.7	390.2	400.8	451.7	264.3	40.5	33.1	11.6	21.3	28.9	27.9	29.3	29.4	27.1	34.0
Total	326.3	465.6	718.1	966.0	1,363.9	1,639.1	2,001.9	2,400.6	2,850.4	3,163.4	3,252.9	3,296.9	3,362.6	3,418.1	3,463.9	3,559.4	3,645.3	3,722.5	3,857.6	3,992.1
Borrowings	335.2	501.8	788.1	1,068.8	1,494.6	1,799.0	2,150.7	2,531.9	2,957.6	3,185.1	3,177.6	3,149.8	3,089.4	3,023.7	2,955.4	2,879.6	2,800.9	2,721.5	2,639.2	2,563.4
Current liabilities	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Paid-in capital	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(Capital increase)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Internal reserves	-8.9	-36.2	-69.9	-102.8	-130.7	-159.9	-148.8	-131.3	-107.2	-21.6	75.3	147.1	273.3	394.4	508.5	679.8	844.5	1,001.0	1,218.4	1,428.7
(Net profit)	-8.9	-27.3	-33.7	-32.8	-27.9	-29.2	11.1	17.5	24.1	85.6	97.0	71.7	126.2	121.1	114.1	171.3	164.7	156.6	217.4	210.3
Total	326.3	465.6	718.1	966.0	1,363.9	1,639.1	2,001.9	2,400.6	2,850.4	3,163.4	3,252.9	3,296.9	3,362.6	3,418.1	3,463.9	3,559.4	3,645.3	3,722.5	3,857.6	3,992.1

Profit and Loss Statement (Government Investment: 25%)

		1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sales:	Gas	3.6	23.9	48.2	99.2	173.1	260.6	386.8	485.0	589.1	764.7	834.3	865.1	963.8	963.8	963.8	1,062.8	1,062.8	1,062.8	1,168.4	1,168.4
	Coke	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	3.6	23.9	48.2	99.2	173.1	260.6	386.8	485.0	589.1	764.7	834.3	865.1	963.8	963.8	963.8	1,062.8	1,062.8	1,062.8	1,168.4	1,168.4
Expenses:	Raw materials	1.3	9.1	19.2	37.8	69.2	109.6	155.7	205.3	262.1	325.6	374.0	407.6	434.7	456.4	479.2	503.2	528.3	554.7	582.5	611.6
	Labor cost	8.6	9.2	11.3	12.9	16.8	20.0	24.2	28.7	33.5	39.0	40.3	42.4	43.7	45.9	48.1	50.6	53.1	55.8	58.6	61.5
	Other expenses	0.3	2.1	4.2	8.2	14.3	21.6	30.7	39.3	46.8	58.5	64.0	66.4	71.6	71.6	71.6	76.3	76.3	76.3	81.4	81.4
	Adjustment of equipments	2.3	1.9	3.9	5.8	8.8	9.6	8.5	8.8	8.3	10.1	3.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cost depreciation	0.0	11.7	16.6	24.1	33.9	48.5	59.3	73.4	87.4	102.7	112.7	114.1	115.5	116.0	116.8	117.9	119.0	120.1	121.3	122.3
	Total	12.5	34.0	55.2	88.8	143.0	209.2	278.5	355.5	438.1	535.9	594.2	633.0	665.5	689.9	715.7	748.0	776.8	807.0	843.8	876.9
	Operating profit	-8.9	-10.1	-7.0	10.4	30.1	51.4	108.3	129.5	151.0	228.8	240.1	232.1	298.3	273.9	248.0	314.8	286.0	255.8	324.6	291.5
	Non-operating profit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Interest payable	0.0	14.3	21.9	34.8	46.3	63.4	74.8	84.0	92.3	100.8	96.0	81.7	67.0	46.9	37.7	9.3	-13.6	-36.0	-58.1	-85.4
	Balance of profit	-8.9	-24.1	-28.9	-24.4	-16.2	-12.0	33.5	45.5	58.7	128.0	144.1	150.4	231.3	227.0	220.3	305.5	299.6	291.9	382.8	377.0
	Profit from works awarded	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Profit from equipments sold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Profit from incidental business	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Profit before tax	-8.9	-24.3	-28.9	-24.4	-16.2	-12.0	33.5	45.5	58.7	128.0	144.1	150.4	231.3	227.0	220.3	305.5	299.6	291.9	382.8	377.0
	Corporate tax	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.4	43.2	45.1	69.4	68.1	66.1	91.6	89.9	87.6	114.8	113.1
	Profit after tax	-8.9	-24.3	-28.9	-24.4	-16.2	-12.0	33.5	45.5	58.7	89.6	100.8	105.3	161.9	158.9	154.2	213.8	209.7	204.3	267.9	263.9
	Dividends	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Net profit	-8.9	-24.3	-28.9	-24.4	-16.2	-12.0	33.5	45.5	58.7	89.6	100.8	105.3	161.9	158.9	154.2	213.8	209.7	204.3	267.9	263.9
	Fixed assets	0.0	314.6	449.0	694.0	932.2	1,315.4	1,579.7	1,896.5	2,209.9	2,558.9	2,710.6	2,637.0	2,554.5	2,450.2	2,354.7	2,265.6	2,174.6	2,083.8	1,991.9	1,896.7
	(Direct)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(Indirect)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(Others)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(land)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Short-term deposits	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	16.3	103.0	205.7	330.4	446.3	620.0	788.5	1,005.6	1,207.6	1,396.7	1,640.0	1,876.1	2,107.3	2,402.6	2,694.4
	Amount of investment	326.3	151.0	269.2	272.0	431.7	323.7	390.2	400.8	451.7	264.3	40.5	33.1	11.6	21.3	28.9	27.9	29.3	29.4	27.1	34.0
	Total	326.3	465.6	718.1	966.0	1,363.9	1,655.3	2,072.9	2,503.0	2,992.0	3,269.5	3,371.1	3,458.6	3,571.8	3,679.1	3,780.2	3,933.6	4,080.1	4,220.5	4,421.7	4,625.2
	Borrowings	289.9	427.2	659.6	891.9	1,236.4	1,481.7	1,806.7	2,125.1	2,479.3	2,648.0	2,642.9	2,620.7	2,572.1	2,520.4	2,467.3	2,406.8	2,343.6	2,279.7	2,212.9	2,152.6
	Current liabilities	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Paid-in capital	45.3	71.6	120.7	160.6	230.1	288.3	347.3	413.6	489.6	531.9	537.8	542.1	542.1	542.1	542.1	542.1	542.1	542.1	542.1	542.1
	(Capital increase)	45.3	26.3	49.1	40.0	69.5	58.1	59.0	66.3	76.1	42.3	5.9	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Internal reserves	-8.9	-33.2	-62.1	-86.5	-102.6	-114.6	-81.1	-35.6	23.1	89.6	190.4	295.7	457.6	616.6	770.8	984.6	1,194.3	1,398.6	1,666.6	1,930.4
	(Net profit)	-8.9	-24.3	-28.9	-24.4	-16.2	-12.0	33.5	45.5	58.7	89.6	100.8	105.3	161.9	158.9	154.2	213.8	209.7	204.3	267.9	263.9
	Total	326.3	465.6	718.1	966.0	1,363.9	1,655.3	2,072.9	2,503.0	2,992.0	3,269.5	3,371.1	3,458.6	3,571.8	3,679.1	3,780.2	3,933.6	4,080.1	4,220.5	4,421.7	4,625.2

Profit and Loss Statement (Government Investment: 50%)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sales:																				
Gas	3.6	23.9	48.2	99.2	173.1	260.6	386.8	485.0	589.1	764.7	834.3	865.1	963.8	963.8	963.8	1,062.8	1,062.8	1,062.8	1,168.4	1,168.4
Coke	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	3.6	23.9	48.2	99.2	173.1	260.6	386.8	485.0	589.1	764.7	834.3	865.1	963.8	963.8	963.8	1,062.8	1,062.8	1,062.8	1,168.4	1,168.4
Expenses:																				
Raw materials	1.3	9.1	19.2	37.8	69.2	109.6	155.7	205.3	262.1	325.6	374.0	407.6	434.7	456.4	479.2	503.2	528.3	554.7	582.5	611.6
Labor cost	8.6	9.2	11.3	12.9	16.8	20.0	24.2	28.7	33.5	39.0	40.3	42.4	43.7	45.9	48.1	50.6	53.1	55.8	58.6	61.5
Other expenses	0.3	2.1	4.2	8.2	14.3	21.6	30.7	39.3	46.8	58.5	64.0	66.4	71.6	71.6	71.6	76.3	76.3	76.3	81.4	81.4
Adjustment of equipments	2.3	1.9	3.9	5.8	8.8	9.6	8.5	8.8	8.3	10.1	3.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cost depreciation	0.0	11.7	16.6	24.1	33.9	48.5	59.3	73.4	87.4	102.7	112.7	114.1	115.5	116.0	116.8	117.9	119.0	120.1	121.3	122.3
Total	12.5	34.0	55.2	88.8	143.0	209.2	278.5	355.5	438.1	535.9	594.2	633.0	665.5	689.9	715.7	748.0	776.8	807.0	843.8	876.9
Operating profit	-8.9	-10.1	-7.0	10.4	30.1	51.4	108.3	129.5	151.0	228.8	240.1	232.1	298.3	273.9	248.0	314.8	286.0	255.8	324.6	291.5
Non-operating profit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Interest payable	0.0	11.3	17.0	26.3	34.5	46.2	52.5	56.0	57.6	56.7	43.9	26.2	7.9	-15.7	-38.6	-60.9	-88.0	-114.9	-141.6	-173.8
Balance of profit	-8.9	-21.4	-24.0	-15.9	-4.4	5.2	55.9	73.5	93.4	172.1	196.2	206.0	290.4	289.6	286.7	375.7	374.0	370.7	466.2	465.3
Profit from works awarded	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Profit from equipments sold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Profit from incidental business	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Profit before tax	-8.9	-21.4	-24.0	-15.9	-4.4	5.2	55.9	73.5	93.4	172.1	196.2	206.0	290.4	289.6	286.7	375.7	374.0	370.7	466.2	465.3
Corporate tax	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	51.6	58.9	61.8	87.1	86.9	86.0	112.7	112.2	111.2	139.9	139.6
Profit after tax	-8.9	-21.4	-24.0	-15.9	-4.4	5.2	55.9	73.5	65.4	120.5	137.3	144.2	203.3	202.7	200.7	263.0	261.8	259.5	326.4	325.7
Dividends	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Net profit	-8.9	-21.4	-24.0	-15.9	-4.4	5.2	55.9	73.5	65.4	120.5	137.3	144.2	203.3	202.7	200.7	263.0	261.8	259.5	326.4	325.7
Fixed assets	0.0	314.6	449.0	694.0	932.2	1,315.4	1,579.7	1,896.5	2,209.9	2,558.9	2,710.6	2,637.0	2,554.5	2,450.2	2,354.7	2,265.6	2,174.6	2,083.8	1,991.9	1,896.7
(Direct)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(indirect)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(Others)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(Land)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Short-term deposits	-0.0	-0.0	0.0	0.0	11.7	62.8	174.0	308.2	324.1	392.8	611.3	828.5	1,098.9	1,358.7	1,609.4	1,917.2	2,221.0	2,522.8	2,892.0	3,261.2
Amount of investment	326.3	151.0	269.2	272.0	431.7	323.7	390.2	400.8	451.7	264.3	40.5	33.1	11.6	21.3	28.9	27.9	29.3	29.4	27.1	34.0
Total	326.3	465.6	718.1	966.0	1,375.6	1,701.9	2,143.9	2,605.5	2,985.7	3,216.0	3,362.4	3,498.6	3,665.1	3,830.2	3,992.9	4,210.8	4,424.9	4,636.0	4,911.1	5,192.0
Borrowings	244.6	352.6	531.0	714.9	989.9	1,194.7	1,462.8	1,718.3	1,941.0	2,031.8	2,029.1	2,012.4	1,975.5	1,937.9	1,900.0	1,854.9	1,807.1	1,758.7	1,707.5	1,662.6
Current liabilities	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Paid-in capital	90.7	143.2	241.4	321.3	460.3	576.6	694.6	827.2	979.3	1,063.8	1,075.5	1,084.3	1,084.3	1,084.3	1,084.3	1,084.3	1,084.3	1,084.3	1,084.3	1,084.3
(Capital increase)	90.7	52.6	98.1	79.9	139.0	116.3	118.1	132.5	152.1	84.5	11.7	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Internal reserves	-8.9	-30.3	-54.3	-70.1	-74.6	-69.4	-13.5	60.0	65.4	120.5	257.8	402.0	605.3	808.0	1,008.7	1,271.7	1,533.5	1,793.0	2,119.3	2,445.1
(Net profit)	-8.9	-21.4	-24.0	-15.9	-4.4	5.2	55.9	73.5	65.4	120.5	137.3	144.2	203.3	202.7	200.7	263.0	261.8	259.5	326.4	325.7
Total	326.3	465.6	718.1	966.0	1,375.6	1,701.9	2,143.9	2,605.5	2,985.7	3,216.0	3,362.4	3,498.6	3,665.1	3,830.2	3,992.9	4,210.8	4,424.9	4,636.0	4,911.1	5,192.0

Profit and Loss Statement (Government Investment: 75%)

		1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sales:	Gas	3.6	23.9	48.2	99.2	173.1	260.6	386.8	485.0	589.1	764.7	834.3	865.1	963.8	963.8	963.8	1,062.8	1,062.8	1,062.8	1,168.4	1,168.4
	Coke	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	3.6	23.9	48.2	99.2	173.1	260.6	386.8	485.0	589.1	764.7	834.3	865.1	963.8	963.8	963.8	1,062.8	1,062.8	1,062.8	1,168.4	1,168.4
Expenses:	Raw materials	1.3	9.1	19.2	37.8	69.2	109.6	155.7	205.3	262.1	325.6	374.0	407.6	434.7	456.4	479.2	503.2	528.3	554.7	582.5	611.6
	Labor cost	8.6	9.2	11.3	12.9	16.8	20.0	24.2	28.7	33.5	39.0	40.3	42.4	43.7	45.9	48.1	50.6	53.1	55.8	58.6	61.5
	Other expenses	0.3	2.1	4.2	8.2	14.3	21.6	30.7	39.3	46.8	58.5	64.0	66.4	71.6	71.6	71.6	76.3	76.3	76.3	81.4	81.4
	Adjustment of equipments	2.3	1.9	3.9	5.8	8.8	9.6	8.5	8.8	8.3	10.1	3.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cost depreciation	0.0	11.7	16.6	24.1	33.9	48.5	59.3	73.4	87.4	102.7	112.7	114.1	115.5	116.0	116.8	117.9	119.0	120.1	121.3	122.3
	Total	12.5	34.0	55.2	88.8	143.0	209.2	278.5	355.5	438.1	535.9	594.2	633.0	665.5	689.9	715.7	748.0	776.8	807.0	843.8	876.9
	Operating profit	-8.9	-10.1	-7.0	10.4	30.1	51.4	108.3	129.5	151.0	228.8	240.1	232.1	298.3	273.9	248.0	314.8	286.0	255.8	324.6	291.5
	Non-operating profit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Interest payable	0.0	8.4	12.1	17.9	22.8	29.0	30.1	27.9	21.9	13.2	-4.7	-25.6	-47.3	-74.1	-100.5	-126.5	-157.5	-188.5	-219.5	-256.4
	Balance of profit	-8.9	-18.4	-19.1	-7.4	7.3	22.4	78.3	101.6	129.1	215.5	244.8	257.8	345.5	348.0	348.5	441.3	443.5	444.3	544.2	547.9
	Profit from works awarded	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Profit from equipments sold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Profit from incidental business	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Profit before tax	-8.9	-18.4	-19.1	-7.4	7.3	22.4	78.3	101.6	129.1	215.5	244.8	257.8	345.5	348.0	348.5	441.3	443.5	444.3	544.2	547.9
	Corporate tax	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5	38.7	64.7	73.4	77.3	103.7	104.4	104.6	132.4	133.1	133.3	163.3	164.4
	Profit after tax	-8.9	-18.4	-19.1	-7.4	7.3	22.4	78.3	71.1	90.4	150.9	171.4	180.4	241.9	243.6	244.0	308.9	310.5	311.0	380.9	383.5
	Dividends	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Net profit	-8.9	-18.4	-19.1	-7.4	7.3	22.4	78.3	71.1	90.4	150.9	171.4	180.4	241.9	243.6	244.0	308.9	310.5	311.0	380.9	383.5
	Fixed assets	0.0	314.6	449.0	694.0	932.2	1,315.4	1,579.7	1,896.5	2,209.9	2,558.9	2,710.6	2,637.0	2,554.5	2,450.2	2,354.7	2,265.6	2,174.6	2,083.8	1,991.9	1,896.7
	(Direct)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(Indirect)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(Others)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(Land)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Short-term deposits	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	39.8	109.4	244.9	271.9	295.3	350.9	611.7	875.1	1,195.9	1,510.6	1,819.8	2,188.9	2,556.8	2,925.6	3,364.9	3,807.4
	Amount of investment	326.3	151.0	269.2	272.0	431.7	323.7	390.2	400.8	451.7	264.3	40.5	33.1	11.6	21.3	28.9	27.9	29.3	29.4	27.1	34.0
	Total	326.3	465.6	718.1	966.0	1,403.7	1,748.5	2,214.9	2,569.2	2,956.8	3,174.2	3,362.8	3,545.2	3,762.1	3,982.1	4,203.3	4,482.5	4,760.7	5,038.8	5,383.9	5,738.1
	Borrowings	199.2	278.1	402.5	538.0	759.8	907.7	1,118.8	1,257.4	1,397.6	1,427.6	1,427.3	1,416.1	1,391.1	1,367.5	1,344.7	1,315.0	1,282.7	1,249.8	1,214.1	1,184.7
	Current liabilities	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Paid-in capital	136.0	214.9	362.0	481.9	690.4	864.8	1,041.9	1,240.7	1,468.9	1,595.7	1,613.3	1,626.4	1,626.4	1,626.4	1,626.4	1,626.4	1,626.4	1,626.4	1,626.4	1,626.4
	(Capital increase)	136.0	78.8	147.2	119.9	208.5	174.4	177.1	198.8	228.2	126.8	17.6	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Internal reserves	-8.9	-27.3	-46.4	-53.8	-46.5	-24.1	54.1	71.1	90.4	150.9	322.2	502.7	744.5	988.2	1,232.2	1,541.1	1,851.5	2,162.5	2,543.4	2,927.0
	(Net profit)	-8.9	-18.4	-19.1	-7.4	7.3	22.4	78.3	71.1	90.4	150.9	171.4	180.4	241.9	243.6	244.0	308.9	310.5	311.0	380.9	383.5
	Total	326.3	465.6	718.1	966.0	1,403.7	1,748.5	2,214.9	2,569.2	2,956.8	3,174.2	3,362.8	3,545.2	3,762.1	3,982.1	4,203.3	4,482.5	4,760.7	5,038.8	5,383.9	5,738.1

Profit and Loss Statement (Government Investment: 100%)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sales:																				
Gas	3.6	23.9	48.2	99.2	173.1	260.6	386.8	485.0	589.1	764.7	834.3	865.1	963.8	963.8	963.8	1,062.8	1,062.8	1,062.8	1,168.4	1,168.4
Coke	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	3.6	23.9	48.2	99.2	173.1	260.6	386.8	485.0	589.1	764.7	834.3	865.1	963.8	963.8	963.8	1,062.8	1,062.8	1,062.8	1,168.4	1,168.4
Expenses:																				
Raw materials	1.3	9.1	19.2	37.8	69.2	109.6	155.7	205.3	262.1	325.6	374.0	407.6	434.7	456.4	479.2	503.2	528.3	554.7	582.5	611.6
Labor cost	8.6	9.2	11.3	12.9	16.8	20.0	24.2	28.7	33.5	39.0	40.3	42.4	43.7	45.9	48.1	50.6	53.1	55.8	58.6	61.5
Other expenses	0.3	2.1	4.2	8.2	14.3	21.6	30.7	39.3	46.8	58.5	64.0	66.4	71.6	71.6	71.6	76.3	76.3	76.3	81.4	81.4
Adjustment of equipments	2.3	1.9	3.9	5.8	8.8	9.6	8.5	8.8	8.3	10.1	3.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cost depreciation	0.0	11.7	16.6	24.1	33.9	48.5	59.3	73.4	87.4	102.7	112.7	114.1	115.5	116.0	115.8	117.9	119.0	120.1	121.3	122.3
Total	12.5	34.0	55.2	88.8	143.0	209.2	278.5	355.5	438.1	535.9	594.2	633.0	665.5	689.9	715.7	748.0	776.8	807.0	843.8	876.9
Operating profit	-8.9	-10.1	-7.0	10.4	30.1	51.4	108.3	129.5	151.0	228.8	240.1	232.1	298.3	273.9	248.0	314.8	286.0	255.8	324.6	291.5
Non-operating profit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Interest payable	0.0	5.4	7.2	9.4	11.0	11.8	7.7	1.6	-9.0	-22.7	-44.2	-67.9	-92.3	-121.9	-151.1	-180.2	-214.4	-248.8	-283.5	-324.1
Balance of profit	-8.9	-15.5	-14.2	1.1	19.0	39.6	100.6	127.9	160.0	251.5	284.2	300.0	390.6	395.8	399.2	495.0	500.4	504.6	608.1	615.7
Profit from works awarded	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Profit from equipments sold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Profit from incidental business	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Profit before tax	-8.9	-15.5	-14.2	1.1	19.0	39.6	100.6	127.9	160.0	251.5	284.2	300.0	390.6	395.8	399.2	495.0	500.4	504.6	608.1	615.7
Corporate tax	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.2	38.4	48.0	75.4	85.3	90.0	117.2	118.7	119.8	148.5	150.1	151.4	182.4	184.7
Profit after tax	-8.9	-15.5	-14.2	1.1	19.0	39.6	70.4	89.5	112.0	176.0	199.0	210.0	273.4	277.0	279.4	346.5	350.3	353.2	425.7	431.0
Dividends	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Net profit	-8.9	-15.5	-14.2	1.1	19.0	39.6	70.4	89.5	112.0	176.0	199.0	210.0	273.4	277.0	279.4	346.5	350.3	353.2	425.7	431.0
Fixed assets	0.0	314.6	449.0	694.0	932.2	1,315.4	1,579.7	1,896.5	2,209.9	2,558.9	2,710.6	2,637.0	2,554.5	2,450.2	2,354.7	2,265.6	2,174.6	2,083.8	1,991.9	1,896.7
(Direct)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(Indirect)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(Others)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(Land)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Short-term deposits	-0.0	-0.0	0.0	14.9	67.8	155.9	243.5	259.7	272.4	371.1	663.6	966.5	1,330.7	1,692.7	2,052.5	2,474.6	2,897.8	3,324.4	3,823.9	4,329.3
Amount of investment	326.3	151.0	269.2	272.0	431.7	323.7	390.2	400.8	451.7	264.3	40.5	33.1	11.6	21.3	28.9	27.9	29.3	29.4	27.1	34.0
Total	326.3	465.6	718.1	981.0	1,431.7	1,795.0	2,213.4	2,557.0	2,934.0	3,194.4	3,414.7	3,636.6	3,896.8	4,164.2	4,436.1	4,768.2	5,101.7	5,437.6	5,843.0	6,260.1
Borrowings	153.2	203.5	274.0	376.0	529.6	620.8	753.7	813.1	863.4	863.4	863.4	857.8	844.6	834.9	827.4	813.1	796.3	778.9	758.6	744.7
Current liabilities	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Paid-in capital	181.4	286.5	482.7	642.5	920.6	1,153.1	1,389.3	1,654.3	1,958.5	2,127.6	2,151.0	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6
(Capital increase)	181.4	105.1	196.2	159.8	278.0	232.6	236.1	265.1	304.2	169.1	23.4	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Internal reserves	-8.9	-24.4	-38.6	-37.5	-18.5	21.1	70.4	89.5	112.0	203.3	400.2	610.2	883.6	1,160.7	1,440.1	1,786.6	2,136.9	2,490.1	2,915.8	3,346.8
(Net profit)	-8.9	-15.5	-14.2	1.1	19.0	39.6	70.4	89.5	112.0	176.0	199.0	210.0	273.4	277.0	279.4	346.5	350.3	353.2	425.7	431.0
Total	326.3	465.6	718.1	981.0	1,431.7	1,795.0	2,213.4	2,557.0	2,934.0	3,194.4	3,414.7	3,636.6	3,896.8	4,164.2	4,436.1	4,768.2	5,101.7	5,437.6	5,843.0	6,260.1

表 5-2-2. Profit and Loss Statement (Selling Unit Price: 2.77 baht/m³ Government Investment)

		1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sales:	Gas	2.8	18.8	37.9	77.9	135.8	204.5	303.5	380.6	462.3	600.0	654.7	678.8	756.3	756.3	834.0	834.0	834.0	916.9	916.9	
	Coke	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Total	2.8	18.8	37.9	77.9	135.8	204.5	303.5	380.6	462.3	600.0	654.7	678.8	756.3	756.3	834.0	834.0	834.0	916.9	916.9	
Expenses:	Raw materials	1.3	9.1	19.2	37.8	69.2	109.6	155.7	205.3	262.1	325.6	374.0	407.6	434.7	456.4	479.2	503.2	528.3	554.7	582.5	611.6
	Labor cost	8.6	9.2	11.3	12.9	16.8	20.0	24.2	28.7	33.5	39.0	40.3	42.4	43.7	45.9	48.1	50.6	53.1	55.8	58.6	61.5
	Other expenses	0.3	1.9	3.9	7.6	13.2	19.9	28.2	36.2	43.0	53.6	58.6	60.8	65.3	65.3	65.3	69.4	69.4	69.4	73.9	73.9
	Adjustment of equipments	2.3	1.9	3.9	5.8	8.8	9.6	8.5	8.8	8.3	10.1	3.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cost depreciation	0.0	11.7	16.6	24.1	33.9	48.5	59.3	73.4	87.4	102.7	112.7	114.1	115.5	116.0	116.8	117.9	119.0	120.1	121.3	122.3
	Total	12.4	33.8	54.9	88.2	141.9	107.5	176.0	352.4	434.3	531.0	588.8	627.4	659.3	683.6	709.5	741.1	769.9	800.1	836.2	869.3
	Operating profit	-9.1	-15.0	-17.0	-10.3	-6.1	-3.0	27.6	28.2	28.0	69.1	65.9	51.4	97.0	72.6	46.8	92.9	64.1	33.9	80.6	47.5
	Non-operating profit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Interest payable	0.0	5.5	7.7	10.7	14.1	18.0	18.8	18.3	16.3	13.6	4.5	-8.1	-19.1	-33.3	-46.3	-58.2	-73.2	-87.3	-100.5	-117.2
	Balance of profit	-9.7	-20.5	-24.7	-21.0	-20.2	-21.0	8.8	9.9	11.7	55.5	61.3	59.6	116.1	105.9	93.1	151.1	137.3	121.1	181.1	164.7
	Profit from works awarded	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Profit from equipments sold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Profit from incidental business	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Profit before tax	-9.7	-20.5	-24.7	-21.0	-20.2	-21.0	8.8	9.9	11.7	55.5	61.3	59.6	116.1	105.9	93.1	151.1	137.3	121.1	181.1	164.7
	Corporate tax	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9	34.8	31.8	27.9	45.3	41.2	36.3	54.3	49.4
	Profit after tax	-9.7	-20.5	-24.7	-21.0	-20.2	-21.0	8.8	9.9	11.7	55.5	61.3	41.7	81.3	74.2	65.2	105.8	96.1	84.8	126.8	115.3
	Dividends	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Net profit	-9.7	-20.5	-24.7	-21.0	-20.2	-21.0	8.8	9.9	11.7	55.5	61.3	41.7	81.3	74.2	65.2	105.8	96.1	84.8	126.8	115.3
	Fixed assets	0.0	314.6	449.0	694.0	932.2	1,315.4	1,579.7	1,896.5	2,209.5	2,558.9	2,710.6	2,637.0	2,554.5	2,450.2	2,354.7	2,265.6	2,174.6	2,083.8	1,991.9	1,896.7
	(Direct)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	(Indirect)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	(Others)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	(Land)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Short-term deposits	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	17.7	85.9	163.4	254.8	402.4	561.4	696.1	868.1	1,027.2	1,172.8	1,354.1	1,523.1	1,681.2	1,881.9	2,071.6
	Amount of investment	326.3	151.0	269.2	272.0	431.7	323.7	390.2	400.8	451.7	264.3	40.5	33.1	11.6	21.3	28.9	27.9	29.3	29.4	27.1	34.0
	Total	326.3	465.6	718.1	966.0	1,363.9	1,656.8	2,055.8	2,460.7	2,916.4	3,225.7	3,312.5	3,366.2	3,434.2	3,498.7	3,556.3	3,647.7	3,727.0	3,794.4	3,900.9	4,002.4
	Borrowings	154.6	209.3	290.3	399.4	539.4	620.8	774.8	904.7	1,044.5	1,129.3	1,131.3	1,125.7	1,112.5	1,102.8	1,095.3	1,080.9	1,064.1	1,046.8	1,026.5	1,012.6
	Current liabilities	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Paid-in capital	181.4	286.5	482.7	642.5	920.6	1,153.1	1,389.3	1,654.3	1,958.5	2,127.6	2,151.0	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6	2,168.6
	(Capital increase)	181.4	105.1	196.2	159.8	278.0	232.6	236.1	265.1	304.2	169.1	23.4	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Internal reserves	-9.7	-30.2	-54.9	-75.9	-96.1	-117.1	-108.3	-98.4	-86.7	-31.2	30.1	71.9	153.1	227.3	292.5	398.2	494.3	579.1	705.9	821.2
	(Net profit)	-9.7	-20.5	-24.7	-21.0	-20.0	-21.0	8.8	9.9	11.7	55.5	61.3	41.7	81.3	74.2	65.2	105.8	96.1	84.8	126.8	115.3
	Total	326.3	465.6	718.1	966.0	1,363.9	1,656.8	2,055.8	2,460.7	2,916.4	3,225.7	3,312.5	3,366.2	3,434.2	3,498.7	3,556.3	3,647.7	3,727.0	3,794.4	3,900.9	4,002.4

	10年間	11年間
売上金	2,224.1 (10 ⁴ B)	2,878.8 (10 ⁴ B)
経費	2,132.4	2,721.2
営業利益	91.7	157.6
支払利息	122.9	127.5
利払後利益	▲ 31.2	30.1
法人税	0	17.9
税引後利益	▲ 31.2	12.2
売上高利益率	▲ 1.4 (%)	0.4 (%)
短期の黒字転換	7年目	
内部留保確保	11年目	

V-3 資金調達方法

資金調達源としては、外国よりの借款、国内金融機関からの借入れ、資本金の払込等の方法が考えられるが、今回の検討にあたり、外貨分については、国際金融機関からの借款を期待した。内貨分の調達は、一部外国よりの借款によるが、極力剰余金、その他国内融通可能資金を考慮している。

V-3-1 国庫よりの資本金出資

ガス公共事業体発足にあたり、国庫よりの投資を期待するものであり、ガス供給システムの如く、初期投資金額が巨額で、かつ資金回収に長期を要する場合には、どうしても国家による資金援助が必要とされよう。ちなみにタイ国公共事業体の国庫出資額の資本額中に占める割合を例示すると、

EGAT	100%	
TOT	22	
MWWA	38	である。

V-3-2 外国よりの借款

国際金融機関からの借款については、タイ国は巾広く受け入れており、政府債務及び政府保証債務の内訳の実績は次頁の如くである。

借 款 先	主たるプロジェクト	借 款 残 高	金 利	期 間
世界銀行 (I B R D)	電力, 灌漑, 道路等	190,587 (千米ドル)	5.5~7.25 ^(%)	8~30 ^(年)
アジア開発銀行 (A D B)	電力, 産業金融公社	8,995	6.7/8~7.5	10~22
米国々際開発局 (A I D)	電力, 灌漑, テレコミ等	38,108	2~4	20~40
米国輸出入銀行	電力, 通信衛星	7,067	5.5~6	9~14
米国開発借款基金 (D L F)	電力, 浚渫船	12,338	5~5.5	17~21
西独復興金融公庫	電力, 鉄道, テレコミ等	56,089	2~6	10~20
カナダ政府	教育	988	無利子	40
デンマーク政府	小規模開発計画	109	"	25
日本輸出入銀行	電話, 鉄道, 沿岸港湾等	27,010	5.75	15~18
海外経済協力基金	電力, 橋梁	10,348	4.5	20
そ の 他	電力等	7,810	5~6	11~12

最近, タイ国政府は Ban Chao Nen 水力発電計画第1期工事実施のために, 金利年8.25%, 7年据置25年返還の条件で協定を締結しており, これは当ガス供給計画経済計算の前提と一致している。

V-3-3 内国資金調達

タイ国は従来より, 低金利政策を基本としており, civil and commercial code により貸出金利の最高限度を設定している。ガス事業体に対しては国家の支援のもとに, 国内金融機関より, 短期必要資金が融資可能と考えた。

V-3-4 調達資金額推移

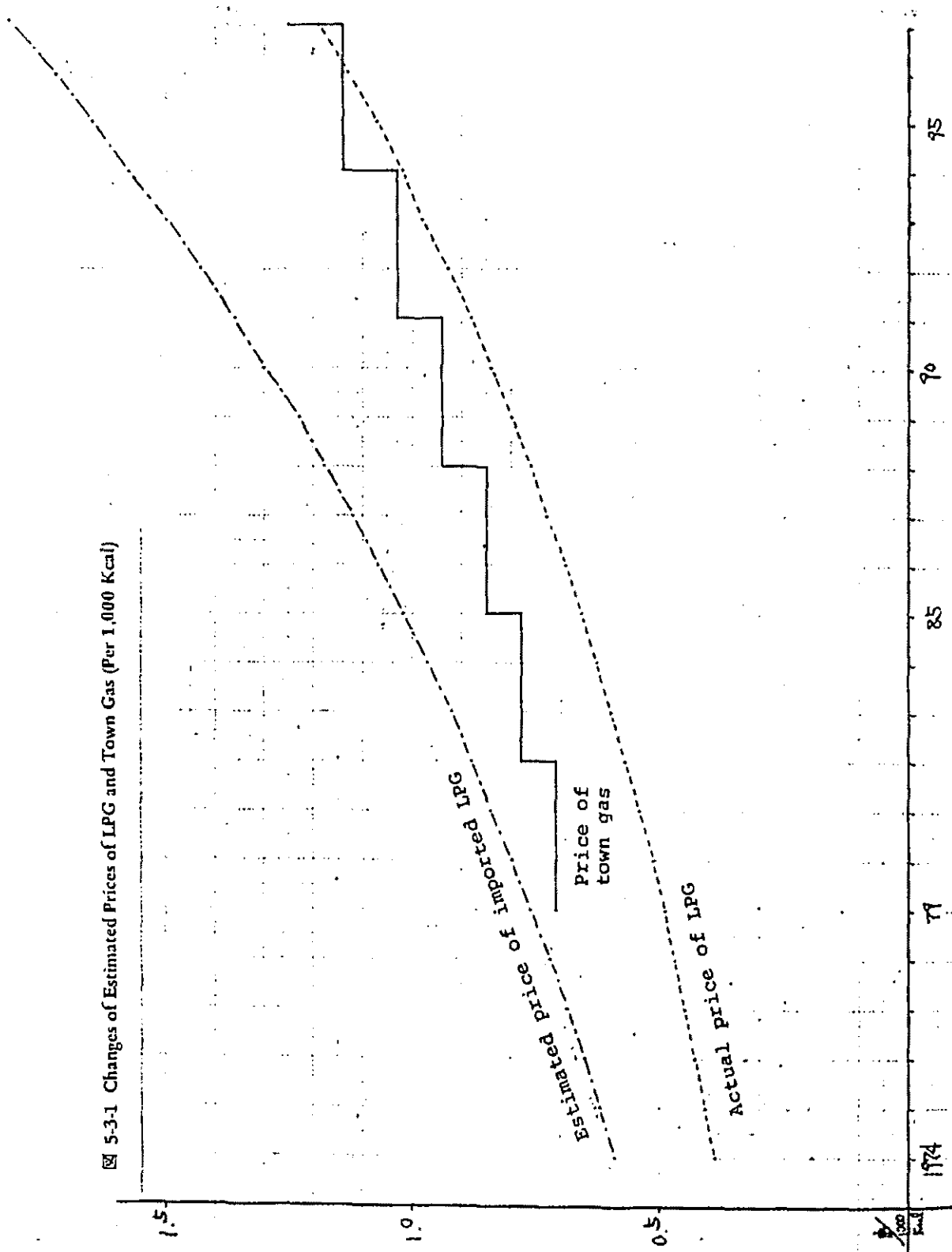
前述の収支見通しの内, 政府出資を25%とした場合の調達必要額は, 表5-3-1のとおりである。

表 5-3-1 Fund Plan

(10⁶ baht)

Year	Gov't investment		Foreign funds		Domestic funds (long term)		Domestic funds (short term)		Total		Internal reserve
	Amount of investment	Cumulative amount	Amount of loan	Cumulative amount	Amount of loan	Cumulative amount	Amount of loan	Cumulative amount	Amount funded	Cumulative amount	
1979	45.3		145.0		136.0		8.9		335.2		△ 8.9
80	26.3	71.6	45.8	190.8	78.8	214.9	12.6	21.6	163.5	498.9	△ 33.2
81	49.1	120.7	73.0	263.8	147.2	362.0	12.2	33.8	281.5	780.3	△ 62.1
82	40.0	160.6	112.2	376.0	119.9	481.9	0.2	34.0	272.3	1,052.5	△ 86.5
83	69.5	230.1	153.7	529.6	208.5	690.4	△ 17.7	16.3	414.0	1,466.4	△ 102.6
84	58.1	288.3	91.1	620.8	170.5	861.0	△ 32.6	△ 16.3	287.1	1,753.8	△ 114.6
85	59.0	347.3	154.1	774.8	171.0	1,031.9	△ 86.7	△ 103.0	297.4	2,051.0	△ 81.1
86	66.3	413.6	129.9	904.7	188.5	1,220.4	△ 102.8	△ 205.7	281.9	2,333.0	△ 35.6
87	76.1	489.6	139.8	1,044.5	214.4	1,434.8	△ 124.7	△ 330.4	305.6	2,638.5	23.1
88	42.3	531.9	84.7	1,129.3	84.0	1,518.7	△ 162.0	△ 446.3	194.8	2,733.6	89.6
89	5.9	537.8	2.1	1,131.3	△ 7.1	1,511.6	△ 173.8	△ 620.0	△ 172.9	2,560.7	190.4
90	4.4	542.1	△ 5.6	1,125.7	△ 16.6	1,495.0	△ 168.4	△ 788.5	△ 186.2	2,374.3	295.7
91		542.1	△ 13.2	1,112.5	△ 35.4	1,459.6	△ 217.2	△ 1,005.6	△ 265.8	2,108.6	457.6
92		542.1	△ 9.7	1,102.8	△ 42.0	1,417.6	△ 202.0	△ 1,207.6	△ 253.7	1,854.9	616.6
93		542.1	△ 7.5	1,095.3	△ 45.6	1,372.0	△ 189.1	△ 1,396.7	△ 242.2	1,612.7	770.8
94		542.1	△ 14.4	1,080.9	△ 46.1	1,325.9	△ 243.3	△ 1,640.0	△ 303.8	1,308.9	984.6
95		542.1	△ 16.8	1,062.2	△ 46.5	1,279.4	△ 236.1	△ 1,876.1	△ 299.4	1,009.6	1,194.3
96		542.1	△ 17.4	1,046.8	△ 46.5	1,233.0	△ 231.2	△ 2,107.3	△ 295.1	714.6	1,398.6
97		542.1	△ 20.3	1,026.5	△ 46.5	1,186.5	△ 295.3	△ 2,402.6	△ 362.1	352.5	1,666.6
98		542.1	△ 13.9	1,012.6	△ 46.5	1,140.0	△ 291.8	△ 2,694.4	352.2	0.3	1,930.4

图 5-3-1 Changes of Estimated Prices of LPG and Town Gas (Per 1,000 Kcal)



V-4 他燃料との競合力

現在のタイ国では、LPGの小売価格は4.58 B/Kgであり、1973年から1974年にかけての石油危機前後にあっても、変動していない。これは、政府指導価格として、低位に押えられている為であり、中間業者による不満が高まっている状況にある。タイ国の物価・人件費が近隣諸国に比較して低く、中間マージンが少ないとは云っても、原油価格の異常な高騰を勘案すると、この小売価格を今後維持する事が難しいと考えられる。

前述(第2章3, 4)のとおり、近年のLPG消費量は急激に増加しているが、国内生産だけで供給量がまかなわれている。1964年に石油精製工場が稼働して以来、LPGの生産量は、全石油製品の0.3%から、1973年には3.3%にまで上昇しており、既に収率は、ほぼ限度にきていると推察される。現在の精製能力は、三工場で105千バレル/日であるが、1973年の原油輸入量は8.887千kelにも達しており、工場の稼働率は93%とフル操業になっている。工場の定修を勘案すると、これ以上の精製は不可能である。しかも、LPGの消費量増加率が石油製品消費量のそれに比較して、格段の差があるので、石油精製工場の増強・増設により対処するのではなく、結局、2~3年後には輸入LPGに頼る事になると考察される。

世界市場のLPG価格は、中東におけるメジャーからの販売価格(FOB価格)が120 \$/tとなっており、フレート代を加えると、タイ国(バンコック近辺)でのCIF価格は、135~140 \$/t (2,700~2,800 B/t)と推定される。

現在のLPG価格は、卸・小売商を通してあり、各々の経費約0.7 B/Kg, 1.5 B/Kgが、精製工場からの販売価格に加算されている。輸入品の場合には、関税・基地費・輸入業者マージンが、精製工場価格に置きかわるものと考えられる。

従って、輸入品LPGの小売価格は、次の様に想定される。

C I F 価格	2.75 B/Kg	
関 税	0.83	(30%)
輸入業者事業税	0.28	(7%)
輸入業者マージン	0.30	(11%)
基 地 費	0.60	(5万t/年を想定・約1億バーツ)
卸 商 経 費	0.70	
小 売 商 経 費	1.50	
合 計	7.05	

当計画のガス供給初年度(1979年)における想定輸入LPG価格を予測する事は、極めて困難であるが、当収支見通しにおける前提条件と同様に、年率5%で上昇すると仮定す

ると、 8.77 B/Kg となる。国内生産のLPG価格は、一般的に輸入価格に引きよせられるものであり、1979年におけるタイ国内のLPG価格と想定されるのである。

一方、当収支見通しの前提条件である都市ガス価格 8.58 B/Kg は、LPGに換算すると 8.87 B/Kg となり、約5%低い価格である。

現在バンコックでは、LPG業者が各需要家にボンベ保証金(約100~800B/基)を付加しているが、当計画では、各需要家内の内管についても事業者負担となっており、これらを勘案すれば、 3.58 B/m は十分に競合力のある価格である。

LPG・都市ガスの価格推移の想定は、図8-3-1のとおりである。

V-5 タイ国経済に及ぼす影響

1960年代のタイ国経済は、2回に及ぶ経済発展5カ年計画に象徴される意欲的な成長政策をとり、急激な経済発展を続けてきた。タイ国政府は1971年10月第8次5カ年計画に着手しているが、石油危機等による世界的な不況は、タイ国にとっても例外ではなく、この経済不況を打開し、安定的経済成長を取り戻す為には政府企業による強力な社会開発投資が必要と考えられる。

この様な認識のもとにガス事業を考察すると、次の如き経済効果が認められる。

V-5-1 雇用促進効果

当計画は、10年間にわたり、1974年価格で総額20億バーツの投資規模をもつ大計画であり、この建設工事は大部分タイ国業者により施工される。また、当計画はタイ国々産品の優先的使用をモットーに検討されており、外資インフレーションを伴わずして投資計画を推進し得る利点があり、タイ国の投資計画中最大の一つにランクされ、従来の投資効果以上の相乗効果を期待できよう。

V-5-2 工業化促進効果

発展途上国経済はリーディングセクターの導入により、関連産業が誘発されるケースが多い。1000Kmにも及ぶガス導管網、それに付随するメーター等の需要が、タイ国に新しい産業を呼び起すであろう。

V-5-3 技術水準の向上

ガス供給システムの建設、操業、運営、保全等、外国より技術・経験を導入し、技術関連の実務を通じて得られる新経験はタイ国技術水準の引き上げに貢献しよう。

V-5-4 民生用エネルギーの地域再配分

都市ガス供給システムの導入により、首都圏内の、かなりのLPG需要家は都市ガスに転換するものと考えられる。この余剰LPGは首都圏周辺あるいは、その他の地域に転用して、より広域人口のエネルギー需要に応ずる体制が整えられよう。

V-5-5 エネルギーの安定供給，安全性向上による国民生活の安定

タイ国首都圏の家庭燃料の主流はLPG・木炭である。今後木炭資源は益々枯渇し，LPGは交通の悪化及び人件費の高騰等によって流通コストが高くなる傾向にある。もしポンベによる流通量が増大した場合には，交通渋滞はおろか爆発事故等の危険をも増大させる事になる。都市ガスは，木炭に比し取り扱い容易であり，清潔である。又LPGに比較すると，シリンダーの取替等の煩雑さがなく，又各需要家に多量なエネルギーポテンシャルを貯える必要なく安全である。長期的に見て，都市ガス供給システムは最も低コストで，安定して燃料を各家庭に供給する流通システムである。

V-6 経済性分析

当計画は，前述のとおり，当事業単独のものとしての採算性がある事は立証されたが，社会経済的にも当計画を推進する事が妥当であるかどうかについては，又別の判断が要請される。それが，I. F. R. (Internal Financial Return), I. E. R. (Internal Economic Return) 分析である。

I. F. R. は，当計画自体の収益性を借入金利等の利率と対比させるものであり，I. E. R. は，当計画実施による社会全般に与えるメリットも含めて経済性を検討するものである。ともに次式によって与えられる*i* (％) の大きさを判断される。

$$\sum \frac{\text{年間投資額}}{(1+i)^{n-1}} = \sum \frac{\text{年間収入額}}{(1+i)^n} - \sum \frac{\text{年間経費}}{(1+i)^n} + \frac{\text{最終年残存簿価}}{(1+i)^n}$$

I. F. R. は，前述の投資額に含まれている建設業者等の事業税を控除するとともに，諸経費の内，減価償却費・支払利息を控除した数値で算出する。結果は，表5-8-1のとおり，8.1％であった。国内金融機関の貸出金利と同等であるとともに，海外からの借入金金利に比較すると若干高めであり，当計画に投資する事が不利とは云えない。しかも，当計画では，投資額・諸経費については毎年5％のインフレを見込んでいるにもかかわらず，収入単価は，公共事業ということで他の物価より低めの「3年毎に10％アップ」と考えており，他事業に比較して低い数値である事はやむをえない。ちなみに，収入単価についても毎年5％上昇させると仮定した場合のI. F. R. は14.1％となり，充分満足のいく事業である。

一方，I. E. R. は，諸税を含んだ投資額及び法人税を含む諸経費に加え，収入額に，社会的メリットを数値化し，それを含めて算出される。当計画による社会的メリットを，次の項目について勘案した。

(1) LPG輸入量の削減

都市ガス販売量をLPG換算し、その量が、輸入削減に寄与するものとした。単価は、LPGのCIF価格(1974年2750B/1)が毎年5%上昇するものとした。

(2) LPG運搬経費の減少

① LPG運搬トラック

15kgポンペを40本/台運搬するトラックを1台10万Bと考え、取得価額の10%を経費減少額と見込んだ。

② LPG運搬トラック用運転手

上記トラックの運転手給料を月1,000Bと見込んだ。

③ LPG運搬トラック用ガソリン

上記トラックが、40本運ぶのに50Km走り、ガソリン1ℓ当り5Km走るものとした。尚、ガソリンは3.5B/ℓとし、年5%上昇するものとした。

(3) LPGポンペ量削減

15kgポンペが約5kgの鋼材を使用しており、都市ガス転換によって5,000B/1の鉄が削減できるものとした。

この様にして見込んだ社会的なメリットは、表5-0-2のとおり総額約80億Bに上る。この他にも前述(5章-5)のとおり、雇用促進効果、工業化促進効果等が考えられるが、数量化が難かしい為除外してあり、それらをも含めれば、莫大な社会的効果がある事業と云える。

I. E. R. の結果は、別表5-0-4のとおり18.0%であった。I. F. R. に比較して、かなり高めの数値であるが、タイ国にとって新しい事業であり、エネルギー構造を変える大きな要素をもっている事を考えると、社会経済に与える影響は甚大である事は納得がいくし、それだけの効果はあると考えられる。

表 5-6-1. I.F.R. (Without Tax)

Premise

1. Town gas selling price 3.53 B/M3 (= 8.37 B/kg) (at 1979)
2. Increase rate of selling price 10% per 3rd year
3. Inflation Include

	Investment	Revenue	Expence	Scrap Value
1975	322.8	3.6	12.5	
1980	149.3	23.5	22.3	
1981	267.1	48.2	38.6	
1982	269.1	99.2	64.7	
1983	426.7	173.1	109.1	
1984	319.4	260.6	160.7	
1985	385.8	386.8	219.2	
1986	396.4	485.0	282.1	
1987	446.5	589.1	350.7	
1988	262.0	764.7	433.2	
1989	40.3	834.3	481.5	
1990	33.0	865.1	518.9	
1991	11.6	963.8	550.0	
1992	21.3	963.8	573.9	
1993	28.9	963.8	598.9	
1994	28.0	1,062.8	630.1	
1995	29.3	1,062.8	657.8	
1996	29.4	1,062.8	686.9	
1997	27.1	1,168.4	722.5	
1998	34.0	1,168.4	754.6	1,837.7
Total	3,528.0	12,950.2	7,868.2	

I.F.R. (without tax) is 8.10%

表 5-6-2. LPG Import Quantity

	(A) LPG Consumption	(B) Import LPG	(C) Town Gas Sales Volume	(D) Convert LPG	(E) LPG Price	(F) Import Amount	(G) Saving by town Gas	(H) Saving Rate
1974	180,000				2,750			
1979	240,881	60,881	1,007	425	3,510	213,692	1,492	0.7
1980	255,333	75,333	6,769	2,854	3,685	277,602	10,517	3.4
1981	270,653	90,653	15,666	5,761	3,870	350,827	22,295	6.4
1982	286,893	106,893	25,559	10,775	4,063	434,306	43,779	10.1
1983	304,106	124,106	44,572	18,791	4,266	529,436	80,162	15.1
1984	322,353	142,353	67,120	28,297	4,479	637,599	126,742	19.9
1985	341,694	161,694	90,557	38,177	4,703	760,447	179,546	23.6
1986	362,195	182,195	113,559	47,875	4,939	899,861	236,455	26.3
1987	383,927	203,927	137,916	58,143	5,186	1,057,565	301,530	28.5
1988	406,963	226,963	162,871	68,664	5,445	1,235,814	373,875	30.3
1989	431,380	251,380	177,702	74,916	5,717	1,437,139	428,295	29.8
1990	457,263	277,263	184,264	77,683	6,003	1,664,410	466,331	28.0
1991	484,699	304,699	187,002	78,837	6,303	1,920,518	496,910	25.9
1992	513,781	333,781	187,002	78,837	6,618	2,208,963	521,743	23.6
1993	544,608	364,608	187,002	78,837	6,949	2,533,661	547,838	21.6
1994	577,284	397,284	187,002	78,837	7,297	2,898,981	575,274	19.8
1995	611,921	431,921	187,002	78,837	7,661	3,308,947	603,970	18.3
1996	648,637	468,637	187,002	78,837	8,044	3,769,716	634,165	16.8
1997	687,555	507,555	187,002	78,837	8,447	4,287,317	665,936	15.5
1998	728,808	548,808	187,002	78,837	8,869	4,867,378	699,205	14.4
Total	8,860,934	5,260,934	2,521,578	1,063,057		35,294,179	7,016,060	19.9
Notes	unit: ton calculation: $(A)_n = 180,000$ $\times (1 + 0.06)^n$	unit: ton calculation: $(B)_n = (A)_n -$ 180,000	unit: $10^3 m^3$	unit: ton calculation: $(D)_n = (C)_n \times$ 5,000/11,860 $\div 1,000$	unit: B/ton calculation: 1974: 2,750 B/ton CIF Price (E) = $2,750 \times (1 +$ $0.05)^n$	unit: $10^3 B$ calculation: $(F) = (B) \times$ (E)	unit: $10^3 B$ calculation: $(G) = (D) \times$ (E)	unit: % calculation: $(H) = (G)/$ (F)

表 5-6-3. Intangible Benefit

	Town Gas Sales Volume	Town Gas Consumer	Saving LPG Import	Saving LPG Transportation (1)	Saving LPG Transportation (2)	Saving LPG Transportation (3)	Saving LPG Transportation Total	Saving LPG Cylinder	Grand Total
1979	1,007	5.6	1.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.9	2.5
1980	6,769	9.1	10.3	0.2	0.3	0.4	0.9	5.4	16.6
1981	13,666	17.7	21.9	0.5	0.6	0.8	1.9	6.8	30.6
1982	25,559	32.6	43.1	0.8	1.3	1.6	3.8	12.3	59.2
1983	44,572	54.7	78.9	1.7	2.4	2.9	7.0	20.6	106.5
1984	67,120	79.5	124.3	2.7	3.8	4.6	11.1	25.7	161.1
1985	90,557	104.2	176.2	3.8	5.4	6.5	15.7	28.1	220.0
1986	113,559	127.8	232.1	5.0	7.1	8.6	20.7	28.9	281.7
1987	137,916	149.5	296.0	6.4	9.1	10.9	26.4	32.2	354.6
1988	162,871	171.4	367.1	7.9	11.3	13.5	32.7	34.6	434.4
1989	177,702	187.3	420.7	9.1	12.9	15.5	37.5	21.6	479.8
1990	184,264	194.5	458.1	9.9	14.1	16.9	40.9	10.0	509.0
1991	187,002	197.5	488.2	10.5	14.3	18.0	42.8	4.4	535.4
1992	187,002	197.5	512.5	11.1	15.0	18.9	45.0	0	557.5
1993	187,002	197.5	538.2	11.6	15.8	19.8	47.2	0	585.4
1994	187,002	197.5	565.2	12.2	16.5	20.8	49.5	0	614.7
1995	187,002	197.5	593.4	12.8	17.4	21.9	52.1	0	645.5
1996	187,002	197.5	623.1	13.5	18.2	23.0	54.7	0	677.8
1997	187,002	197.5	654.2	14.1	19.2	24.1	57.4	0	711.6
1998	187,002	197.5	686.9	14.8	20.1	25.3	60.2	0	747.1
Total	2,521,578	197.5	6,891.9	148.7	204.8	254.1	607.6	231.5	7,731.0
Notes	unit: 10^3 m^3	unit: 10^3	unit: 10^6 B (Saving LPG) (Off G. Price $\times 0.1$) $(2.31 \times (1 + 0.05)^n \div 1.1 + 1.64 \times (1 + 0.05)^n \div 1.1)$	unit: 10^6 B calculation: Gasolin T.G $10^6 \text{ m}^3 = \text{LPG}$ 422 ton $422 \text{ ton} \div 15 \text{ kg} = 28,100$ 700 cars $700 \times 50 \text{ km} \div 5 \text{ km/l} \times 3.5 \text{ B} = 24.6 \times 10^3 \text{ B}$ $\times (1 + 0.05)^n$	unit: 10^6 B calculation: Car T.G $10^6 \text{ m}^3 = 700 \text{ cars}$ $700 \div 200 \text{ days} = 3.5 \text{ cars/year}$ $(1 \times 10^5) \text{ B/}$ car $\times 0.1 \text{ cost/}$ year = $0.035 \times 10^6 \text{ B} \times (1 + 0.05)^n$	unit: 10^6 B calculation: Driver T.G $10^6 \text{ m}^3 = 700 \text{ cars}$ $700 \div 200 = 3.5 \text{ cars/year}$ $3.5 \times (12 \times 10^3) \text{ B/driver} = (42 \times 10^3) \text{ B/driver} \times (1 + 0.05)^n$	unit: 10^6 B	unit: 10^6 B calculation: LPG 15 kg/cylinder = 5 kg weight iron = 5,000 B/ton $T.G 10^6 \text{ m}^3 = 28.1 \times 10^3 \text{ cylinder} = 0.7 \times 10.6 \text{ B} \times (1 + 0.05)^n$	unit: 10^6 B

表 5-6-4. I.F.R. (With Tax)

Premise

1. Town gas selling price 3.53 B/M3 (=8.37 B/kg) (at 1979)
2. Increase rate of selling price 10% per 3rd year
3. Inflation Include

	Investment	Revenue	Expence	Scrap Value
1979	326.3	6.1	12.5	
1980	151.0	40.5	22.3	
1981	269.2	78.8	39.3	
1982	272.0	158.4	75.1	
1983	431.7	279.6	128.2	
1984	323.7	421.7	190.7	
1985	390.2	606.8	269.5	
1986	400.8	766.7	343.0	
1987	451.7	943.7	422.2	
1988	264.3	1,199.1	532.7	
1989	40.5	1,314.1	587.3	
1990	33.1	1,374.1	622.8	
1991	11.6	1,499.2	674.1	
1992	21.3	1,521.2	690.9	
1993	28.9	1,549.2	708.4	
1994	27.5	1,677.5	759.9	
1995	29.3	1,708.3	779.3	
1996	29.4	1,740.6	799.7	
1997	27.1	1,880.0	856.3	
1998	34.0	1,915.5	878.7	1,896.7
Total	3,564.0	20,681.2	9,393.0	

I.E.R. (with tax) is 18.93%

第 VI 章

勸告

第Ⅵ章 勸 告

Ⅵ-1 ガス事業に関する規制及び法規

都市ガスは、電気、水道等と並んで市民生活上大切なユティリティである。であるから、設備が安全であることは無論のこと、需要家へは燃焼性のよい、熱量の一定な、良質のガスを絶やすことなく送り続けることが大切である。そのために種々のガス事業に対する規制及び法規が必要で、外国のこの種の規制、法規を参考にして、制定すべきである。

Ⅵ-1-1 ガス事業法

国家が制定し、都市ガス企業体も遵守しなければならない法律である。

この法律の目的は次のようなものである。

- a) ガス使用者の利益の保護
- b) ガス事業の健全な発達
- c) 公共の安全の確保
- d) 公害の防止

Ⅵ-1-2 供給規程

都市ガス事業は、市民生活に必需の都市ガスの供給を地域独占するものであるところから、消費者は供給の相手方を選択する自由がなく特定の事業者と供給契約を結ばざるを得ない。これでは、使用者にとって不利な契約内容となるおそれがあるので都市ガス事業者は供給条件を供給規程として定め国家の認可を受け、この供給規定を公表する必要がある。

主なる内容は次の通りである。

- a. 使用量の算定方法
- b. 料金表、料金の支払方法
- c. 熱量（標準熱量、最低圧力）
- d. 圧力（最高圧力、最低圧力）
- e. 燃焼性（燃焼速度、ウォッペ指数）
- f. 供給停止の条件
- g. 保安に関する事項

Ⅵ-1-3 都市ガス工作物技術基準

都市ガス事業は保安を確保することは、きわめて重要である。ガス工作物のあるべき状態、こうでなければならぬ状態を規定したのが技術基準であるが、さらにその工作物の工事、維持および運用に関し、事業者がなすべき保全上の義務を規定することより、この目的を一層効果のあるものとする。

VI-1-4 ガス器具対策

バンコク首都圏ガス供給計画の実施にともない。同地域には、都市ガス、LPGが共存してゆくことになるが、これに伴ないガス器具の種類、型式も必然的に多種多様化の方向に向うことが考えられる。

ガスは器具によって効率よく燃焼しはじめて、その効果を発揮するものであるから、構造上欠陥のある器具が市中に出廻ること、都市ガス用器具とLPG用器具とを間違えて、使用する等は、熱効率上、保安上問題がある。であるから国産器具、輸入器具のこれに対応した対策が必要となる。その対策は次の通りである。

- a. 都市ガス用器具、LPG用器具別の検定規準を制定する。
- b. 検定機関を設ける。
- c. 検定合格証を器具に表示し、且つ、都市ガス用か、LPG用かを銘示する。
- d. 合格証の表示のない器具を販売させない。

尚、器具メーカーに対しては、次のような指導が必要である。

- a. 都市ガス燃焼技術の指導
- b. LPG用器具を都市ガス用にも兼用できるようにするための設計変更の指導
- c. パートーのユニバーサル化

このようにすれば将来の器具調整作業がより円滑にすゝむばかりでなく、器具調整費もより安価となる。

VI-2 関係エネルギー対策

VI-2-1 LPG対策

VI-2-1-1 LPGとの共存

LPGと都市ガスは燃料という点では全く同一の範ちゅうに属するが、それ等の流通機構に言及すれば異質のものといえる。

すなわち都市ガスは、ガス供給者がパイプラインを通じて直接需要家に送り届けるものであり、LPGは精油所で生じたLPGをポンベ詰とし車輛運搬により、小売業者が各需要家に配達するものである。

都市ガス企業はそのパイプラインに多額の投資を必要とし人口密集地域に於て採算性があり輸送効率はLPGにまさる。

LPG企業は設備投資は軽微であるが輸送効率は、都市ガスに劣る。しかしLPGは「可搬である」という都市ガスにはない特徴を有している。

昨今のバンコク首都圏に於けるエネルギー消費の急増、交通混雑を考えると、エネルギーの輸送に関しても国家的見地からの政策が必要である。

すなわち人口密集地である首都の中心部はパイプラインにより都市ガスを供給し、パイプライン設備のない首都の周辺地域にLPGを供給することが得策である。

このことは両者の共存にもつながることで国策として推進すべきである。

とは云えLPGは民生用エネルギーの内ですでに大きなシェアを有しており今回の都市ガス供給計画によりこれ等の市場が大きく混乱させられることは避けるべきである。図0-1-1にLPG需要量と、都市ガス需要量(計画量)を示す。図0-1-1によっても明らかな如く都市ガス需要量はLPG需要量に比較して、初期には1%以下で徐々に増加し、最終でも10%にすぎない。したがって、都市ガス供給区域内のLPG業者の配置転換、職業転換は円滑に行なわれよう。

尚、タイ国には、現在LPGボトルの取扱い方法、使用方法等について、何等決った規制がない。幸い、タイ国では今までにLPGによる事故は余り多くないと聞いているが、世界の大勢にしたがって、保安に対する規制処置を制定すべきである。

VI-2-1-2 LPG小売業者対策

バンコク市には約100件のLPG小売業者が存在し、それ等は図0-1-2に示す如き分布となっている。これ等業者は都市ガスが普及するにつれ、影響を受けることが考えられる。

その対策としてLPG小売業者はガス事業のうち次の様な業務を行なうことにより共存がはかれる。

- (1) 都市ガス普及計画にしたがって年々増加する需要家の屋内管工事を行なう。
- (2) ガス器具の販売を行なう。
- (3) 屋内管、ガス器具の修理を行なう。
- (4) 需要家、会社の接点となりサービス業務を行なう。

これ等の各項はLPG小売業者が現在有している技術の有効活用ともなり相互にプラスとなる。

VI-2-2 天然ガス対策

天然ガスは都市ガスの最適原料であり、世界の都市ガスもだんだん天然ガスに代りつつある。

タイ国でも、タイ湾に於て油田の開発が進められ、数本の井戸で試掘が成功し、多量の天然ガスの噴出を見たという情報を入手した。

しかし同戸の位置はバンコク南約800 Km海岸より約150 Kmの洋上にあり、当面都市ガス供給計画の原料とはなりえない。

しかし、将来天然ガス埋蔵量等が確認された場合には、タイ国に於ける天然ガス利用計画の一環として、特にバンコク市の場合は、火力発電所等を含めた一大プロジェクトとして、検討すべきである。

☒ 6-1-1 Relation of LPG and Town Gas

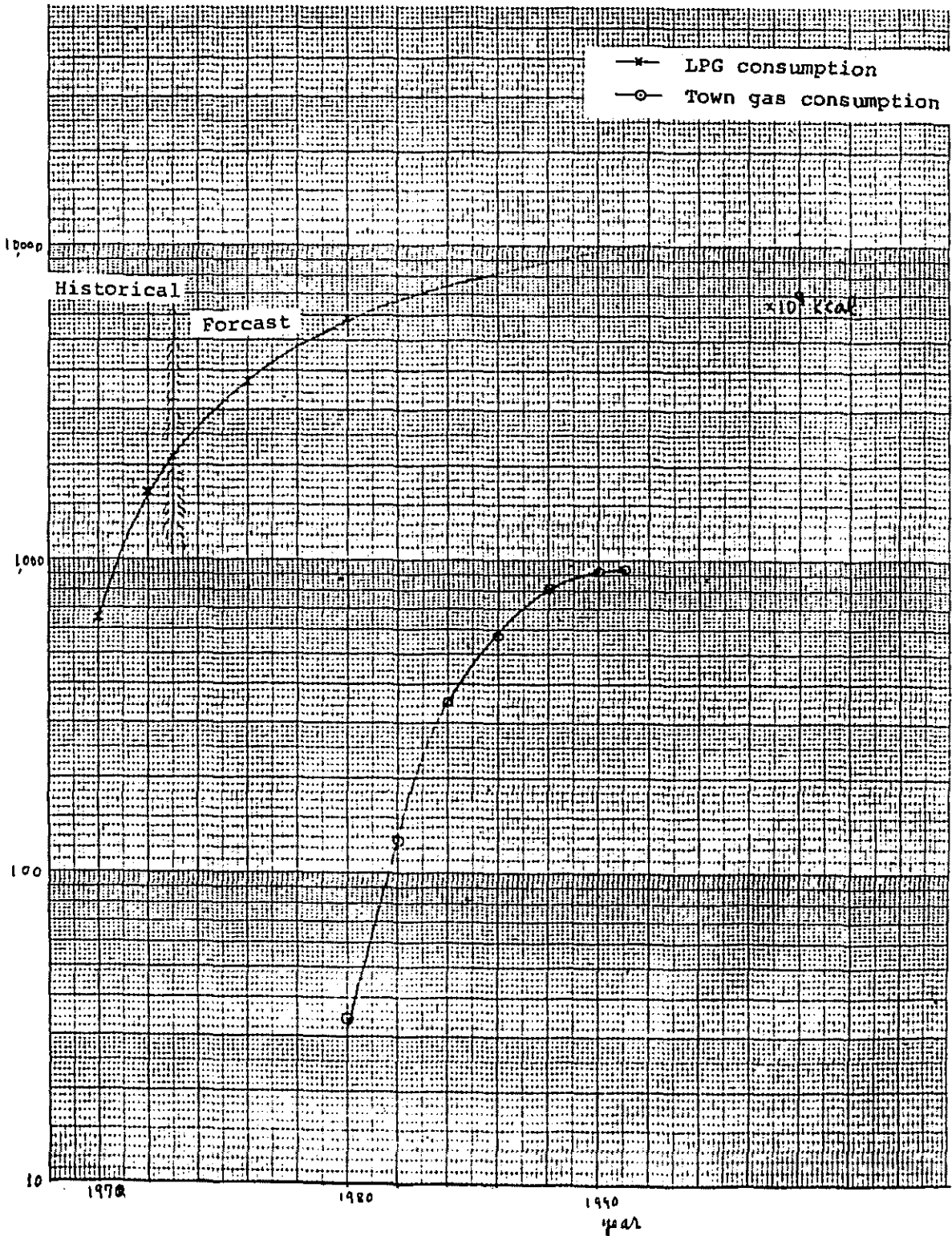
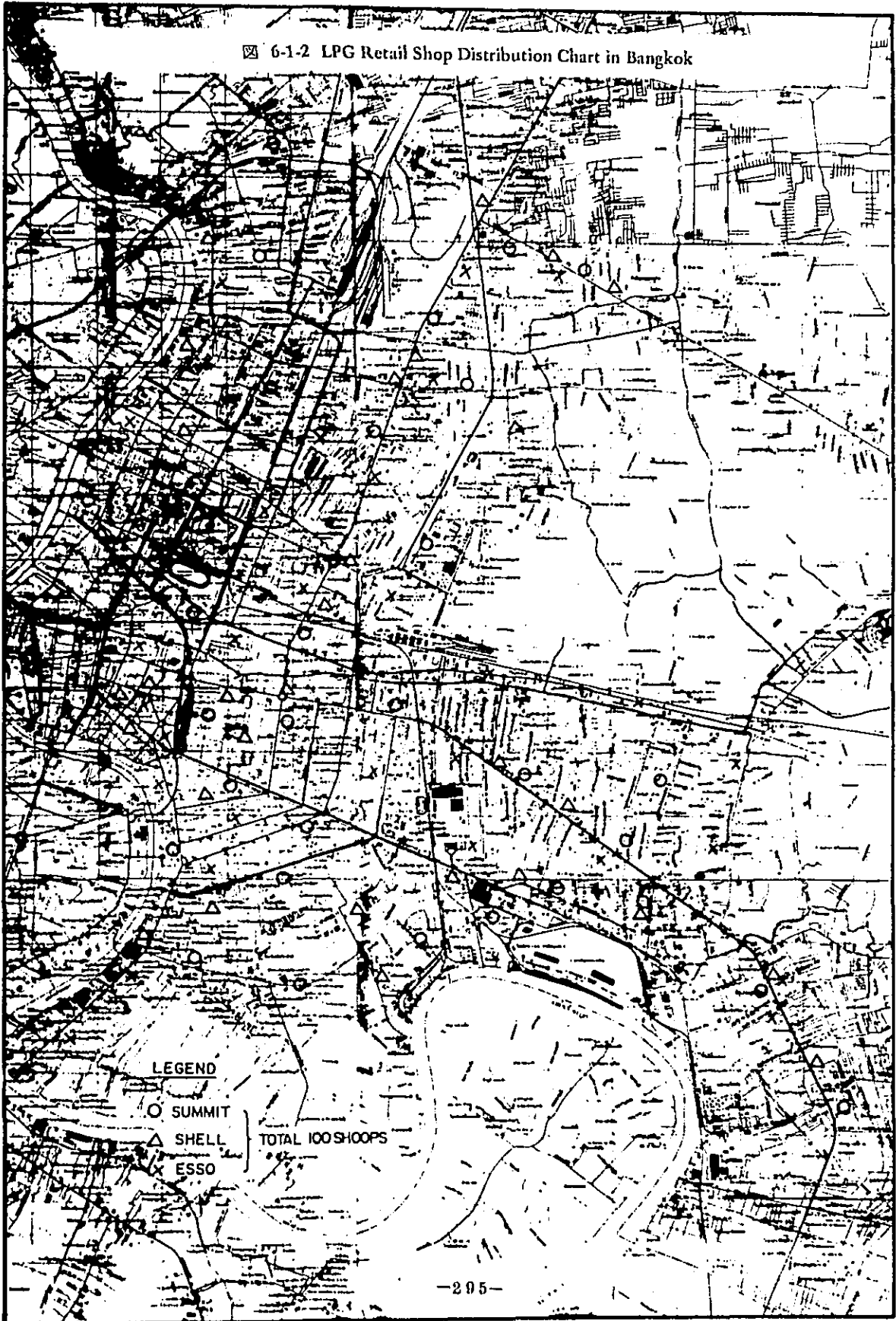


图 6-1-2 LPG Retail Shop Distribution Chart in Bangkok



附 記

付 記

天然ガスによる都市ガス供給の検討

天然ガスは約 $10,000 \text{ Kcal/Nm}^3$ の熱量を有し、メタンを主成分とし通常不純物をほとんど含まないクリーンな、エネルギーであり、最も理想的なガス体燃料である。

天然ガスが都市ガス原料として利用可能な場合、次の諸点を明確にし、最適な都市ガス供給システムを構成するべきである。

- (1) 天然ガスの購入価格
- (2) 天然ガスを導入できる時期
- (3) 天然ガスの品質（組成）
- (4) 天然ガス輸送ルート（都市ガス用受入基地）
- (5) 天然ガスの受入圧力
- (6) 天然ガスの受入可能量

これ等の諸点は現時点では明確になっていないため、次の前提にたち、検討を進めることにする。

- (1) 天然ガスの購入価格は都市ガス原料として使用しうる価格とする。
- (2) 天然ガス受入可能圧力は $10 \text{ Kg/cm}^2 \text{ G}$ 以上とする。
- (3) 天然ガス受入可能量は、最終年度の都市ガス供給量を満足できること。

以上の前提に立てば、天然ガス導入によって、設備投資額・変動費ともに低減が可能である為、天然ガス導入を前提としたケーススタディが必要となる。

1 天然ガス導入によるガス製造工場への影響

下表に示す如く大巾な簡素化が可能である。但し天然ガス導入が1979年以降になった場合は、その間のガス製造設備の検討が必要となる。

装置名	製造プラント	レリーフホルダ	熱調整装置	量節置	ミキシングホルダ	コンプレッサー	ガスクーラー	オフガスホルダ	オフガス受入パイプライン	ナフサタンク ナフサ受入パイプライン	冷水路	深井P	工場用地
影響度	不要	不要	要 ※	要 ※	不要	不要	不要	LPGホルダとして必要 ※	LPG受入として必要 ※	不要	不要	必要、但し規模は縮小	小さくて良い

「天然ガス導入時、ガス製造装置への影響」

※ 天然ガスの熱量が変動する場合に、LPGによる熱量調節が必要である。

天然ガス導入が1979年以降の場合、天然ガス導入時までのガス製造方として次の様なものがある。

- (1) 5,000 K cal ガス製造 (レポート中の方式)
- (2) LPG, + 空気
- (3) OG₁, OG₂, + 空気, LPG
- (4) SNG + LPG

天然ガス導入を前提とすれば、それまでの設備投資は可及的に簡素化することが好ましく、天然ガスへの装置の転換性は、(2), (3)案が最も良く、又設備投資額も安価である。(4)案は他の案に比較し、投資額が約5倍程度と高価でありガス器具の調整が天然ガス導入時に不要となることのみがメリットとなるが全体からみて得策でないと考えらる。

但しこれ等は天然ガス導入がいつになるかによって変動する要素があり、断定できない。

2. パイプラインへの影響

前述した様に、天然ガスは10,000 K cal/Hm³と5,000 K cal/Hm³のガスの約2倍の熱量を有しており、パイプ径、ホルダー容積、ガバナ容積等の減少をはかることができる。

これ等の投資額は単に材料費だけであり5,000 K cal/Nm³の場合に比較して約40%削減できるが、ただしこれ等はパイプライン布設費中に占める割合が30%と小さく全体としては金額の面で大きな削減は期待できない。

3. ガス器具調整への影響

ガス器具の調整は現在のLPGのガスを供給する場合以外は必ず必要となる。

すなわち、

ユニバーサル化されているもの …………… ノズルチップの交換

ユニバーサル化されていないもの …………… バーナーヘッド、及びノズルチップの交換

であり、天然ガス用に、器具を調整することも、5,000 K cal用に調整することも、投資金額、調整台数に影響はない。

さらに天然ガス導入が1979年以降となった場合、ガス製造装置のタイプによっては器具の再調整が必要となる。最初の調整時にユニバーサル化されていない器具は、バーナーヘッドの交換が行なわれ、その際ユニバーサル化されたヘッドを使用することになっている為、天然ガス導入時の再調整はノズルチップの交換のみでも良く非常に簡単である。

4. 天然ガスによる都市ガスシステムに関する再調査の必要性

前述した如く天然ガス導入によって最も大きな影響を受けるのはガス製造工場である。

本節に於ては、ある仮定に基づき定性的な検討を加えたが前述(1)～(6)項の内容によってはガス製造工場の位置、パイプライン網の構成等に大きな変更の可能性があり、これ等を明確にするためには、天然ガス導入を前提とした、現地調査に基づくケーススタディが必要である。

参 考 文 献

- Statistical Summary of Thailand 1974
総理府国家統計局発行
- Statistical Yearbook Thailand 1970-1971
総理府国家統計局発行
- Census of Business Trade and Services 1969-1970
総理府国家統計局発行
- Socio-Economic Survey 1968-1969
総理府国家統計局発行
- Population & Housing Census 1970
総理府国家統計局発行
- タイ国経済概況 1974
バンコク日本人商工会議所発行
- Report of the Improvement Metropolitan Layout 1st edition (Final)
内務省都市計画局発行
- Consumer Price Index and Retail Prices for Bangkok
Metropolis 1973, 1974 (1月~8月) 1985
商務省経済局発行
- National Income of Thailand 1968-1969
1972-1973
国家経済社会開発局発行
- Yearbook of Labour Statistics 1972-1973
内務省労働局発行
- Energy Situation of Thailand 1969 NEA発行
- Electric Power in Thailand 1969, 1970 NEA発行
- Electric Rates, Regulations and Standards of Metropolitan Electricity Authority
The Factory Act 1969, Bangkok Secretarial Office LTD
- Foreign Trade Statistics of Thailand 1973
Department of Customs, Bangkok,
- This is EGAT 1973 EGAT発行
- MWWA Annual Report 1973
- EGAT " " "
- T.O.T. " " "

Monthly Bullentin Oct 1974 Bank of Thailand
 Monthly Review Oct 1974 Bangkok Bank
 タイ国ガス器具輸入統計 1973, 1974 JETRO
 MWWA General Specitication for the Installation of Trunk Mains
 Deep-well Pumping and Subsidence in the Bangkok Area, Edward W, Brand and Titi
 Paveenchana
 The Effect of Deep-well Pumping on Land Subsidence in the Bangkok Area,
 Titi Paveenchana
 Engineering Properties of Bangkok Subsoils, Chai Muktabhant, Pairoje
 Teerawong
 バンコック市内線路網実施設計報告書 国際協力事業団
 タイ国首都圏環状道路計画調査報告書 国際協力事業団
 タイ国首都圏周辺水道建設計画フィジビリティスタディー
 国際協力事業団
 インドネシアのガス事業 1974
 Sewerage Drainage & Flood Protection Systems Bangkokand Thonbari, 1968
 CAMP, DRESSER & McKEE
 Master Plan for Water Supply and Distribution Metropolitan
 Metropolitan Bangkok, CAMP, DRESSER & McKEE
 ガス事業法
 ガス事業統計年報 1974 日本ガス協会発行
 都市ガス工業, 供給編, 製造編, オイルガス編
 日本ガス協会発行
 ガスメーキング, 日本ガス協会, 燃料協会訳
 腐食と電食のハンドブック 日本防食協会発行
 パイプラインの不等沈下の解析と計算法
 青鹿勝乙, 高野護国

