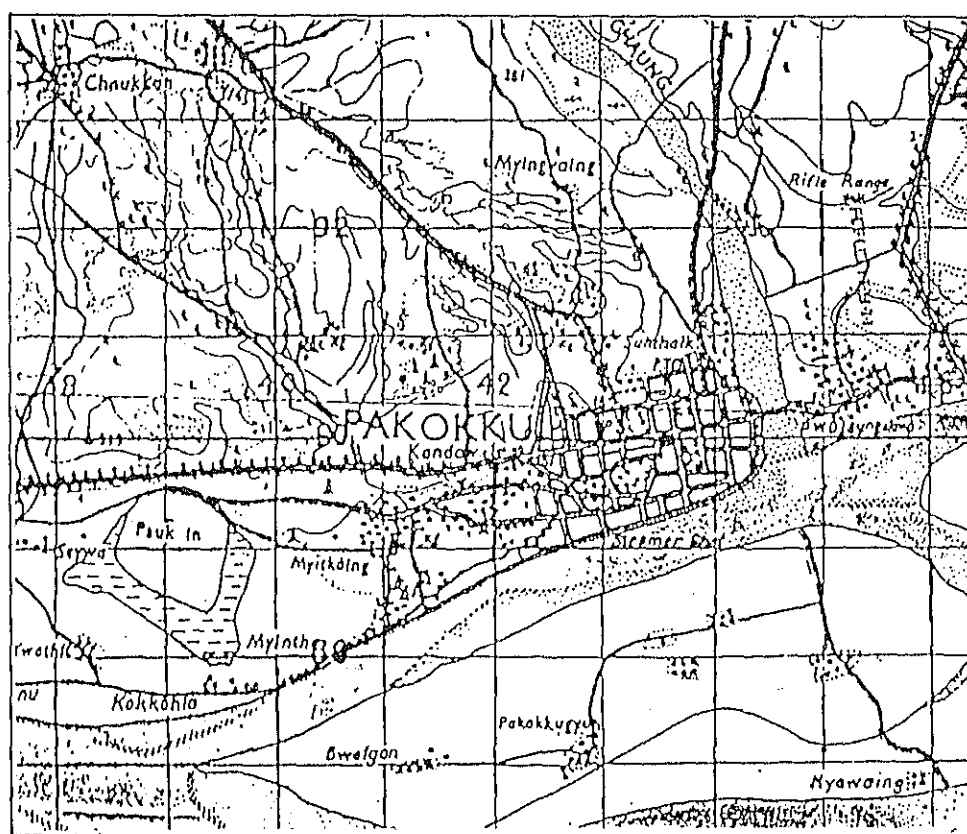
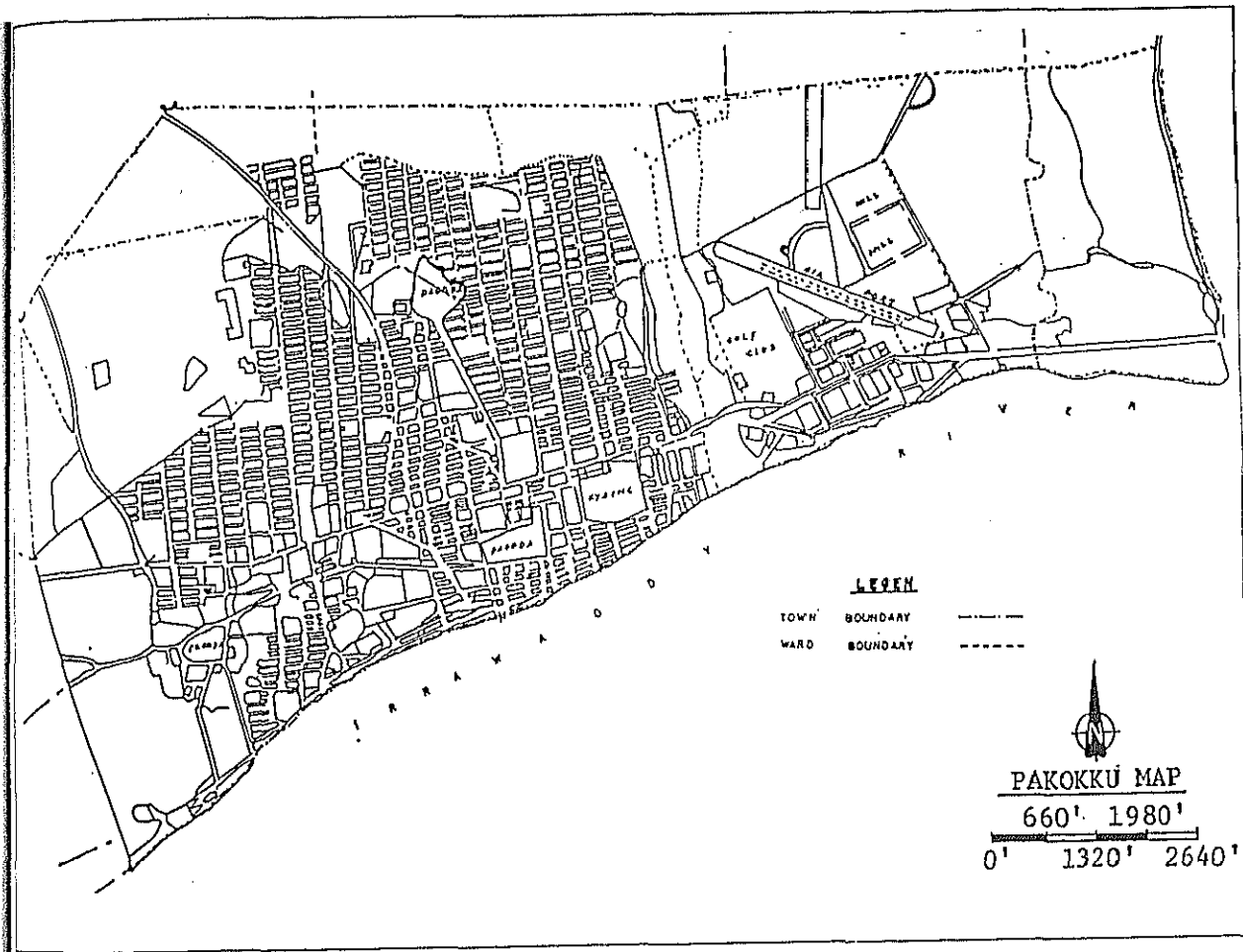


4 . 7 P a k o k k u

4 . 7 . 1	地域の概況	2 0 0
4 . 7 . 2	地下水開発計画	2 0 3
4 . 7 . 3	水道計画の策定	2 1 0





LEGEND

TOWN	BOUNDARY	———
WARD	BOUNDARY	- - - - -



PAKOKKŪ MAP

660' 1980'

0' 1320' 2640'

4.7.1 地域の概況

Pakokku は Rangoon の北方約 500 km、イラワジ河の西岸に位置する。町は 15 の Ward に分けられており面積は約 9.6 km²である。1983 年における人口は 77,100 人で年間人口伸び率は 2.2%である。

ビルマの乾燥地帯に位置し年間を通して気温が高く雨量は少ない。最高気温は 5 月の 43℃であり、最低気温は 12 月の 10℃である。また平均年間降雨量は約 760 mm である。

Pakokku は Magwe Division で最も人口が多く、Division 北部における商業の中心地である。また町には仏僧の学校があり宗教的にも重要な町である。

この町は地理的にビルマ国の西部丘陵地に近接しており、Chin 高原をはじめ各地への玄関口としての役目を果たしている。商業的に流通が盛んなため、周辺村落からの移住が多く、町は過密状態となっている。T.D.C は、これを解決するため町域の拡張を計り現在町の北方にニュータウンを建設中である。

町の電力は町の南西約 30 km の Kyunchang 発電所から供給されており、現在拡張区域への電力供給のために送電線と変圧器が建設されつつある。

主要農産物はごま、綿花、たばこ、ソルガムで米作は作られていない。工業部門では、紡績、搾油、たばこおよび天然ガスを利用した肥料工場がある。

現在、町には水供給システムがない。この地域では Irrawaddy 河の岸壁が切り立っており、特に乾期には水面と陸地との差が 20 m 近くにまでなり Irrawaddy 河の水の利用が困難であるため住民は町内に設けられた、深井戸や掘り抜き井戸から水を確保している。深井戸のほとんどは町の中央部に集中しており、現人口の 30% がここから水を得ている。その他の地区の多くは共同の掘り抜き井戸を利用しているが、水量が十分でない地区では 200 ℓ 当たり 2~3 Kyat の売水に頼っている。

なお Ward 別の人口、面積および用途別土地利用率を Fig. 4.7.1.1 および Fig. 4.5.1.2 に示した。

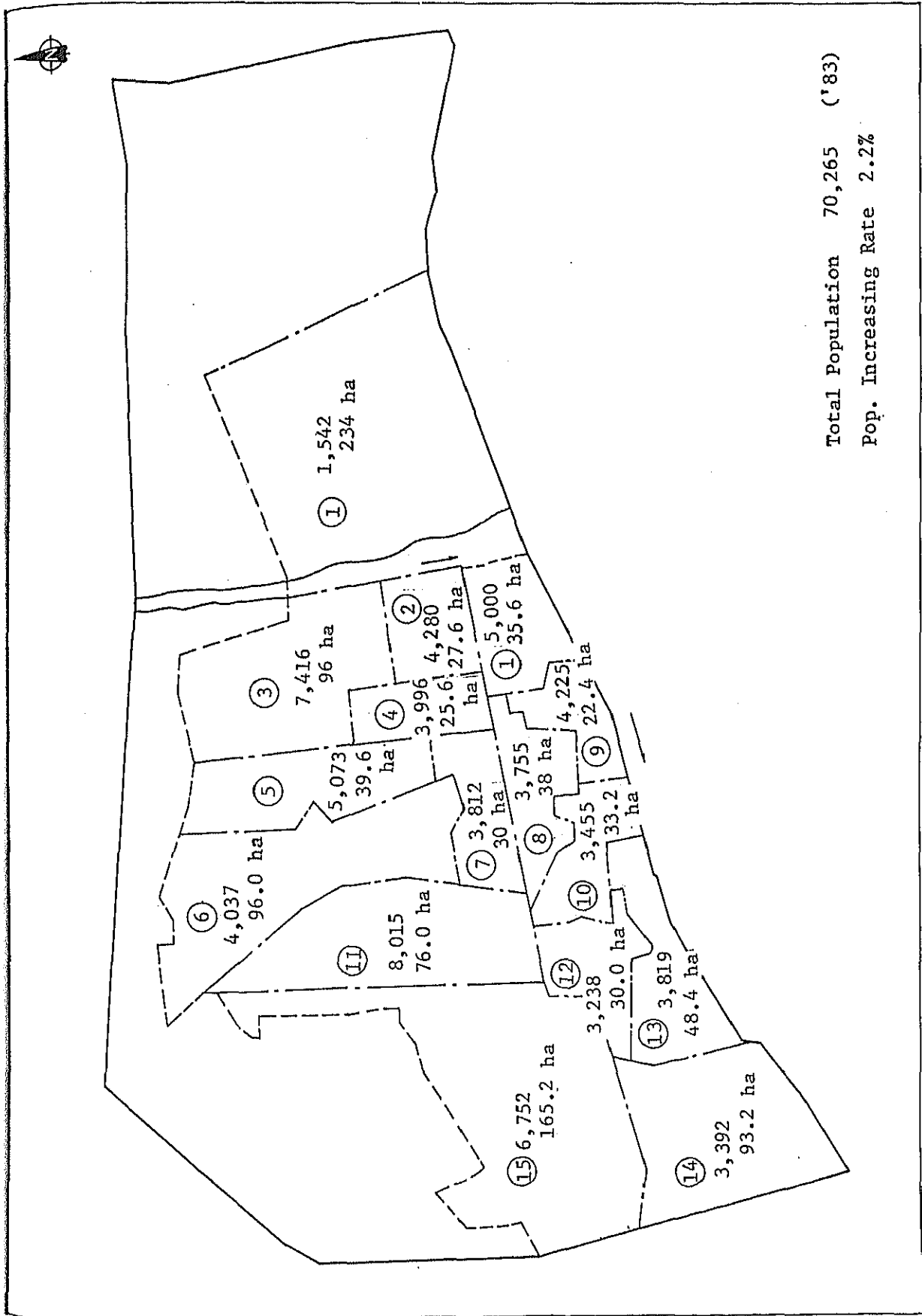
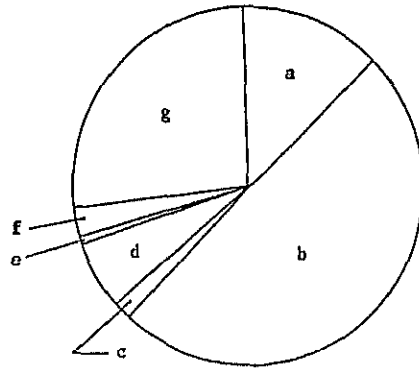


Fig. 4.7.1.1 Ward 別の面積と現在人口



a)	Agricultural Field, etc.	12.94 %
b)	Residential Area	49.66 %
c)	Cemetery, Garden and Park	1.70 %
d)	Religious Center	6.34 %
e)	Commercial Places	0.54 %
f)	Industrial Areas	2.61 %
g)	Government Buildings (Offices, School, Hospital and Government Buildings)	26.21 %

Fig. 4.7.1.2 土地利用率

4.7.2 水源開発計画

1) 水理地質

(1) 地形、地質

Pakokku 地域は東側から南側にかけて Irrawaddy 河に接しており、北側から西側にかけては Irrawaddy 累層からなる丘陵、Pegu 層群からなる山地および始新世層や中世代白亜紀層からなる西側構造帯が分布している。これらの山地に挟まれた地域が Pakokku であり、Minbu Basin に属する。(Fig.4.7.2.1~4.7.2.2)

Pakokku 周辺の Irrawaddy 累層をはじめとする、各層は断層や褶曲によって乱れた状態にあり、Irrawaddy 累層や沖積層は Pegu 層群を不整合に覆っている。沖積層は黄褐色を呈するローム状土、粘土、シルトおよび細~中砂からなり、河床堆積物も含まれる。下位には一般的に Irrawaddy 累層、Pegu 層群が分布している。Irrawaddy 累層は不整合関係で Pegu 層群を覆い Pakokku の北部や北西部でその露頭がみられ、砂れきや粘土で構成されていて珪化木や団塊を含んでいる。

(2) 水理地質

Pakokku 地域の地下水は、沖積層、Irrawaddy 累層および Pegu 層群中に賦存している。沖積層中の帯水層は、地表からおおよそ 5~30 m の間にあり、帯水層の厚さは 2~6 m あるいはそれ以上あるところもみられる。浅層地下水は Hand Dug Well として地下水を採取しているが、乾期には水位が低下して使用不能のところがある。深層地下水は Tube Well として地下水を採取している。これらの各井戸では 210~640 mg/ℓ の溶解塩類が記録されている。

Irrawaddy 累層の帯水層は上部と下部の二層に区分される。上部層は 30~45 m の間にあり、厚さ 18 m 程度である。Pakokku 周辺における Irrawaddy 累層の比湧水量は 75~150 m³/day/m とされており、賦存量は他の帯水層より多く、また溶解塩類も少なく飲料水に適している。

Pegu 層群は半固結~固結状にあり、難帯水層となっているが地下水が賦存するところでは溶解塩類が 4,480 mg/ℓ もあり、採取できたとしても飲料水に適しない。

Fig.4.7.2.3 は Pakokku 地域の代表的な Well Log である。全体に砂層が卓越しており、粘土層の分布が薄い。

Fig.4.7.2.4 は Pakokku 地域の地下水等高線を示したものであるが、緩く Irrawaddy 河に向かって流動している。Fig.4.7.2.5 に N-S 方向および E-W 方向の断面を示した。沖積層が上部は薄く分布しており、その下位の Irrawaddy 累層の上部は砂れきおよび砂層からなり、下部は粘土、砂互層からなっている。なお EL-0 m 付近から下位に Pegu 層群が分布している。

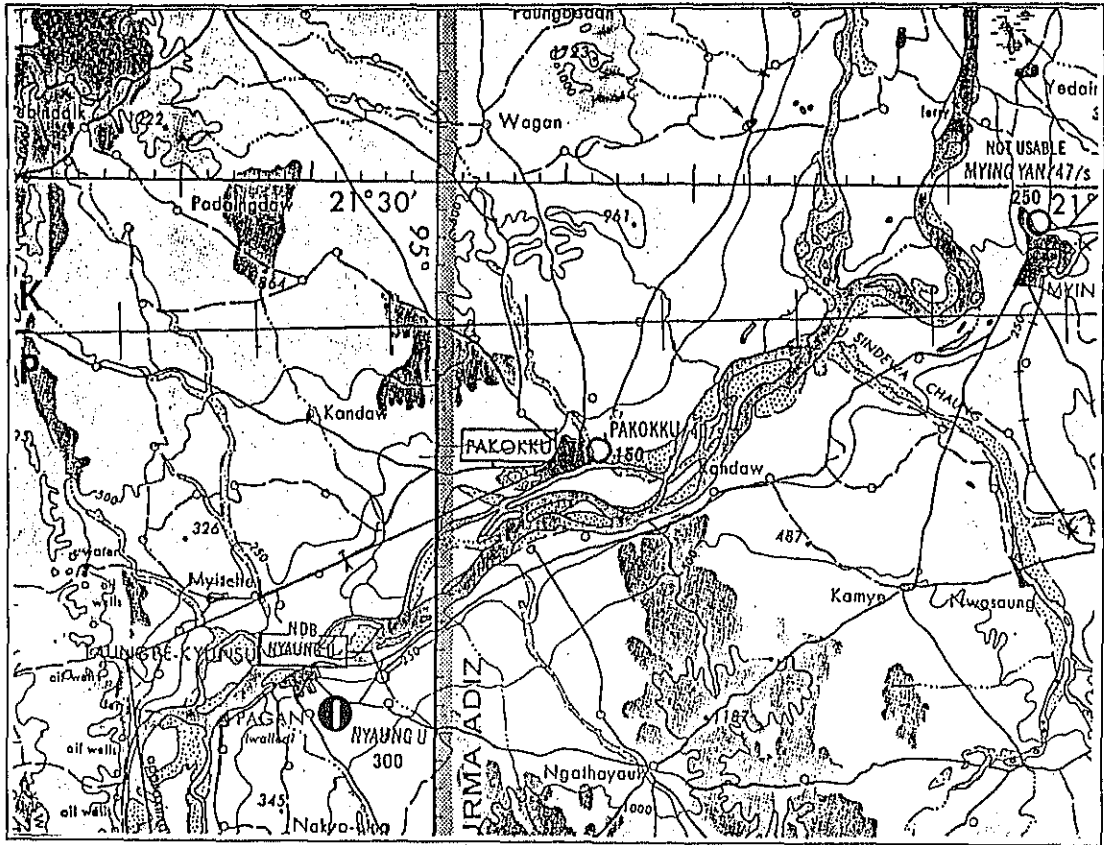


Fig. 4.7.2.1 Pakokku 地域の地形

Scale 1:500,000

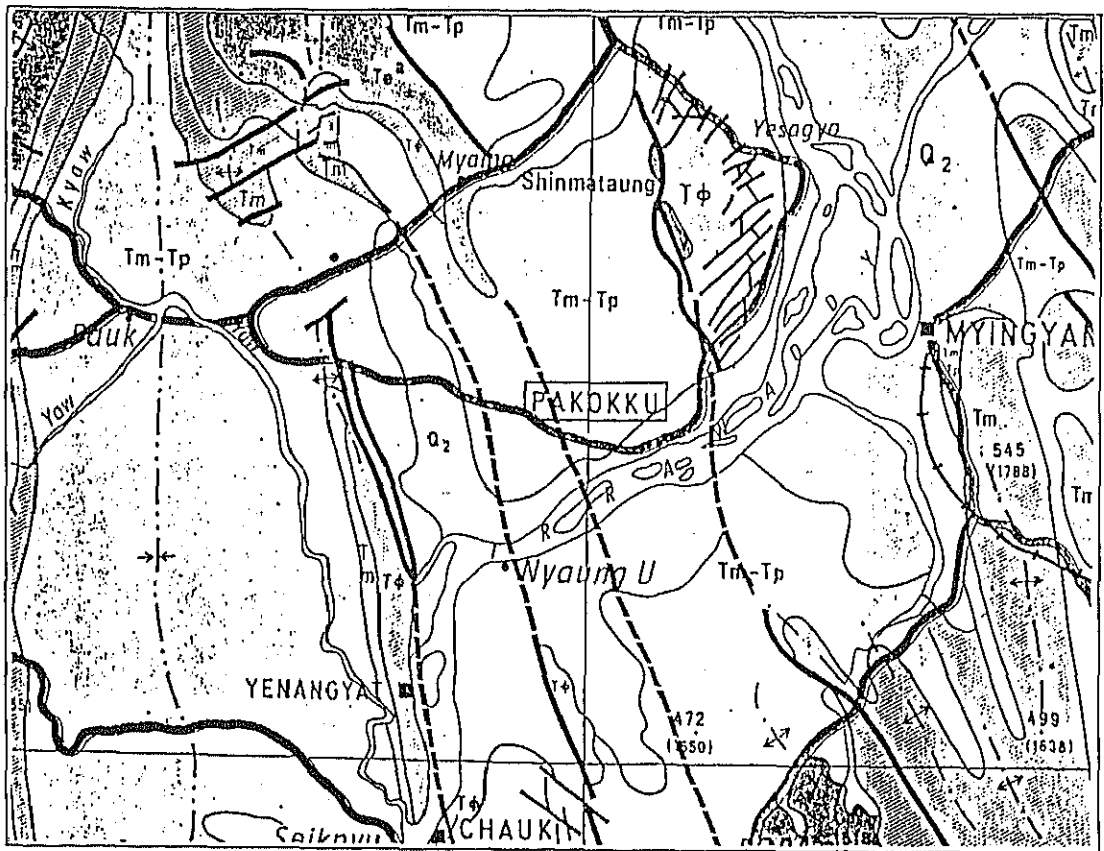


Fig. 4.7.2.2 Pakokku 地域の地質

Scale 1:870,000

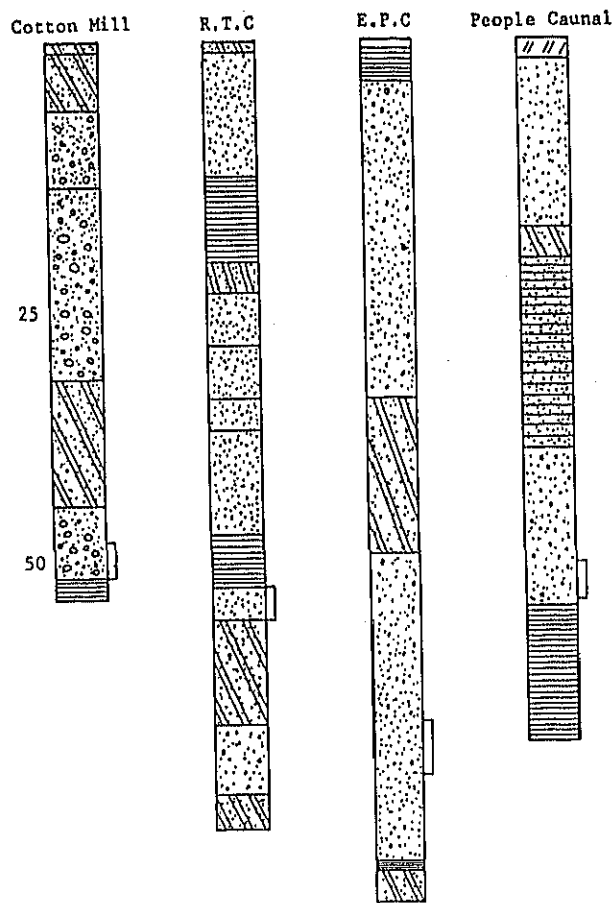


Fig. 4.7.2.3 既存井戸のWell Logs

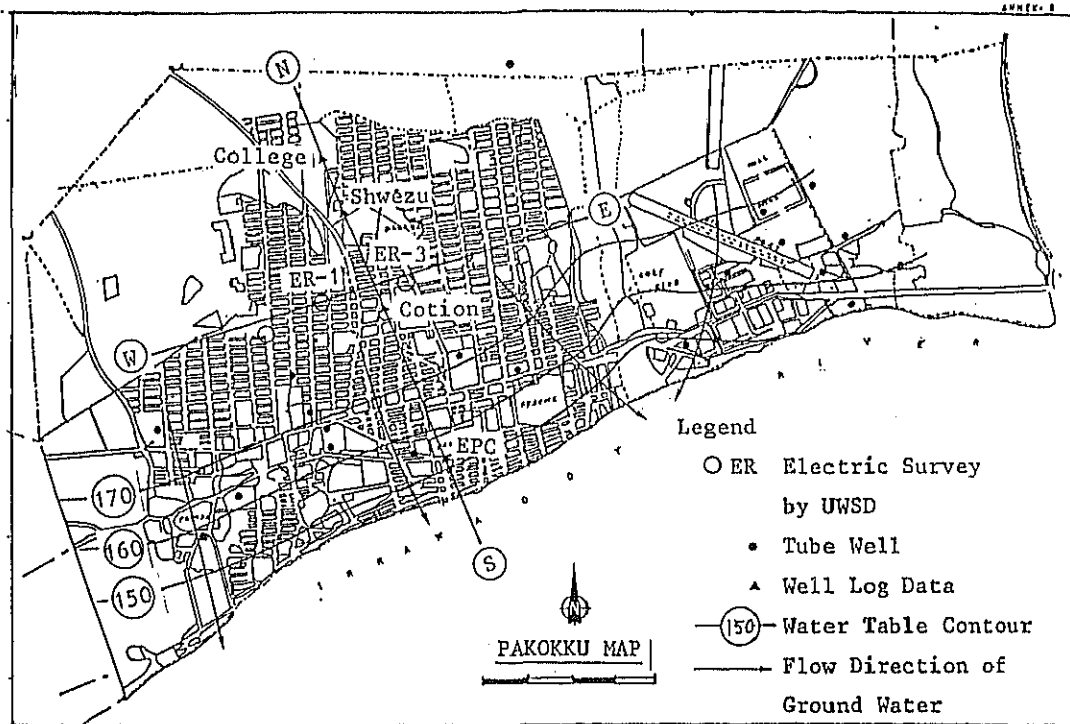


Fig. 4.7.2.4 電気探査点、既存井戸位置および地下水コンタ

Dug Well の静水位はほぼ地形面に沿った状態で分布しているが Tube Well の静水位は EL - 4.5 m 付近にほぼ水平に分布しており、ほぼ Irrawaddy 河の平均水位となっている。また Irrawaddy 河畔の地下水位は Irrawaddy 河の水位によって変動しているものと考えられ高水時には流入し、低水時には流出する。

2) 帯水層

帯水層は Irrawaddy 累層の砂、砂れき層がその主体をなしている。この地域の砂、砂れき層の厚さは 2.0 m 前後が一般的であるが、Fig. 4.7.2.5 の断面図にみるように場所によって性状や厚さが異なっているようである。その分布深度は 2.4 ~ 3.0 m のものと 5.0 m 前後のものがあり、揚水量は前者は小さく後者は大きい。

透水性については資料がないので既存の Well Log より透水係数を求めた。(Table 4.7.2.1 参照)

Pakokku 地域の平均透水係数は $k = 3.5 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ と大きい値を示す。

Table 4.7.2.1 Pakokku 地域の透水係数

Well No.	Aquifer m(cm)	Draw down H-h(cm)	Discharge Q(cm ³ /sec)	Diameter r(cm)	Permeability k(cm/sec)	Old Well No.
E.P.C	976	1,098	22,190	10.16	3.03×10^{-2}	
-	2,135	763	50,000	30.48	3.95×10^{-2}	

なお、計算において影響圏 R を $R = 500 \text{ m}$ と仮定した。

3) 地下水賦存量及び水質

(1) 地下水賦存量

Pakokku 地域における年間降雨量 P、蒸発散量 E は、

$$\text{降雨量 } P = 558.5 \text{ mm}$$

$$\text{蒸発散量 } E = E_p \times 0.7 = 2,009.1 \times 0.7 = 1,406.4 \text{ mm}$$

(Monywa の蒸発散量)

であり、年間を通じてみれば、地下水涵養量は、

$G = P - E = 558.5 - 1,406.4 = -847.9 \text{ mm}$ となり、蒸発散量が降雨量を上廻り、地下水涵養は生じないことになる。また雨期のみを考えても同様なことがいえる。

しかし、当地区の地下水涵養は背後の Irrawaddy 累層からなる丘陵部からと Irrawaddy 河からの涵養とがある。ここで Irrawaddy 河からの涵養を無視し、丘陵部からの涵養のみを考える。また涵養量の多い雨期のみを考える。

Pakokku 地域の雨期の涵養量は 465.7 mm であり、このうち 75% が表面流出し、25% が地下に浸透するものとする、 $P = 465.7 \times 0.25$ より 161.4 mm が浸透すること

になる。また涵養面積を 200 km^2 とすると涵養量は、 $Q = 0.12 \text{ m} \times 200 = 2.4 \times 10^7 \text{ m}^3$ となる。この量の他に Irrawaddy 河からの涵養があるため、地下水補給量は十分にあるものと考えられる。

計画井戸により影響を受ける範囲を対象として帯水層の体積、空隙率から地下水賦存量を求めると、 $V = A \times S \times E$ より $1.94 \times 10^7 \text{ m}^3$ となる。

ただし A ; 対象面積 6.5 km^2
 S ; 帯水層の層厚 20 m
 E ; 空隙率 0.15

この値は地下水補給や流出を無視した値であり、現在の帯水層中に賦存している量である。

(2) 水質

Construction Corporation および Bungalaw では $EC = 1,600 \sim 2,000 \mu\text{s}/\text{cm}$ と比較的高い値を示すが、その他の井戸では $EC = 1,000 \mu\text{s}/\text{cm}$ 以下の良質な状態となっている。PHは約8であり、水温は 31°C と高い。Pakokku 地域のほぼ中央に当たる E.P.C の井戸水の室内水質試験結果を Table 4.7.2.2 に示す。

Table 4.7.2.2 室内水質試験結果

Appearance	clear
Total Solids	480 mg/l
Total hardness	280 mg/l
Permanent hardness	17 mg/l
Calcium hardness	180 mg/l
Total iron	0.15 mg/l
Chloride	16 mg/l
EC	750 $\mu\text{s}/\text{cm}$

このように Pakokku 地域における地下水水質は WHO の基準に抵触するものはほとんどなく飲料水として問題ないものとみてよい。

4) 1井当たりの揚水量、井戸間隔および井戸深度

(1) 1井当たりの揚水量

井戸1本当たりの揚水量は揚水試験によって把握する必要があるが、ここで Thiem の公式を用いて1本当たりの揚水量を推定する。

水位低下量(S)は井戸間隔 600 m (影響圏 300 m) とすると、

$$S = \frac{R}{3000\sqrt{k}}$$

$$R = 300 \text{ m}$$

$k = 3.5 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ より 5.34m となる。

当地域は被圧地下水であることより、揚水量 Q は、

$$\begin{aligned} Q &= \frac{2\pi Dk(H-h)}{2.3 \log R/r} \\ &= \frac{2\pi \times 20 \times 3.5 \times 10^{-4} \times 5.34}{2.3 \log 300 / 0.127} \\ &= 0.0303 \text{m}^3/\text{sec} \doteq 1960 \text{m}^3/18 \text{hr} \text{となる。} \end{aligned}$$

したがって水位降下を考慮し、また地下水涵養量を考慮しても $Q = 1,200 \text{m}^3/18 \text{hr}$ 以上の揚水量が確保できるものと考えられる。

(2) 井戸間隔

井戸間隔は、群井による揚水量の減少ならびに水位低下を防ぎ、また各井戸間において干渉が生じない間隔とする。

当地域では地層、帯水層状況、既設資料による1井当たりの揚水量と水位低下などを考慮し最小井戸間隔を 600m とする。

(3) 井戸深度

井戸深度は、帯水層の賦存下限深度が 100m 前後とされていることから、生産井の平均深度を 100m (砂だめ 6m)とする。

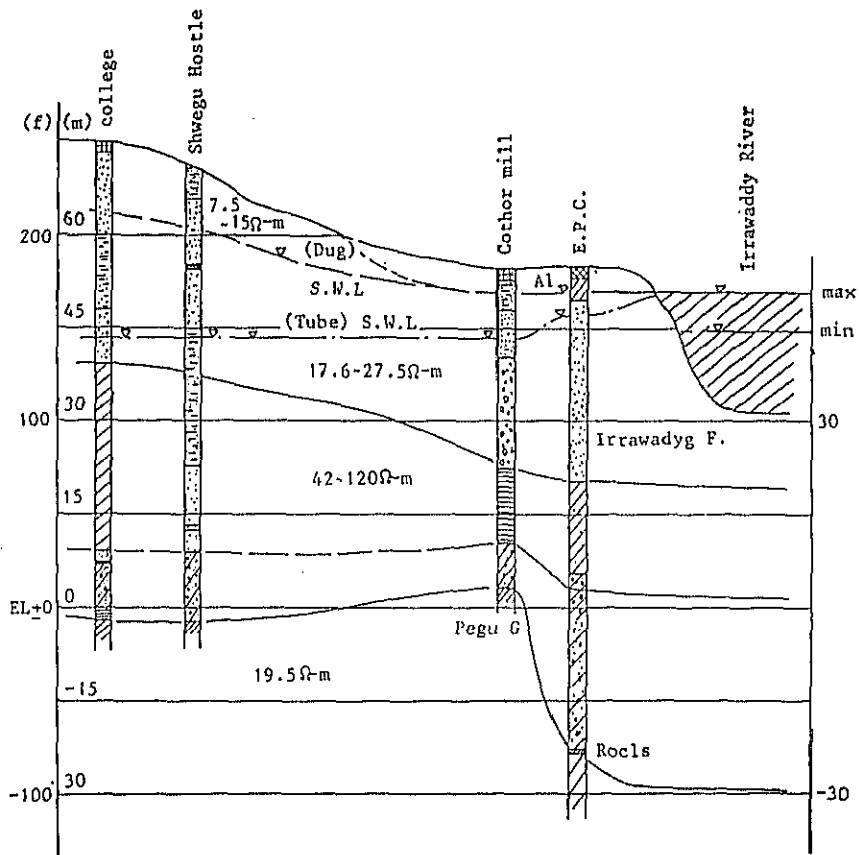
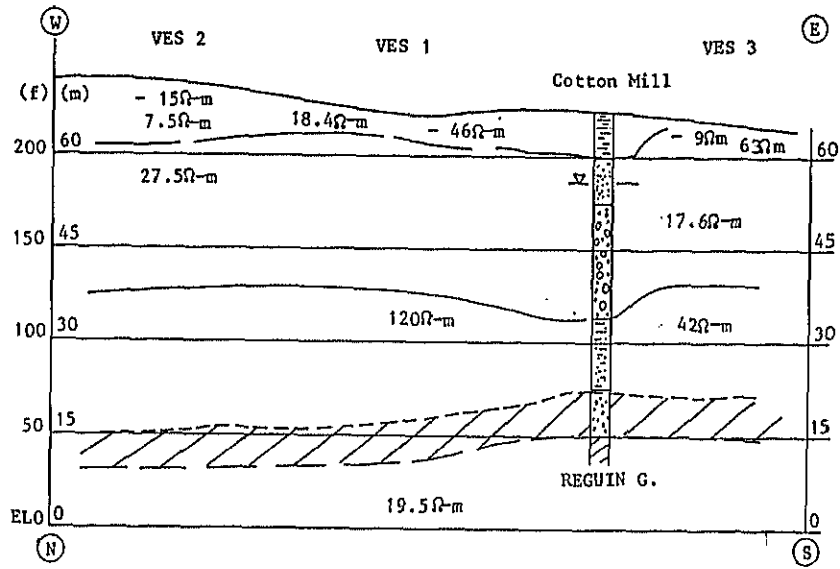


Fig. 4.7.2.5 水理地質縦断図

4. 7. 3 水道計画の策定

1) 計画対象地域

Pakokku の町域は I rrawaddy 河沿いに東西方向へ発達しており、町は北から I rrawaddy 河へ直角方向に流れる Shwe Kyaung 河により東部地区と西部地区とに 2 分される。

東部地区は飛行場、ゴルフコース、工場および諸官庁の用地からなり、それぞれが独自の水供給施設を有している。

一般住民のほとんどは西部地区に居住し、市街は整った区画を形成している。この町は歴史も古く人口も 7 万人を越えるが水供給システムはなく、住民は各所に掘られた多くの掘り抜き井戸や自家井戸に頼っている。

水道計画に当たっては、東部地区を計画対象地域からはずし、西部地区の全域を計画対象とした。(Fig. 4. 7. 3. 1 参照)

2) 計画給水人口

1983 年現在の町の総人口は 71,807 人であり、このうち 1,542 人は東部地区に居住している。従って計画給水人口は 71,807 人から 1,542 人を差し引いた人口すなわち 70,265 人を現在人口として算定する。過去の平均人口増加率は 2.2% であることより計画給水人口 Y は、

$$Y = 70,265(1 + 0.022)^0 = 83,627 \text{ 人より}$$

83,600 人とした。

3) 計画給水量

$$\begin{aligned} \text{計画給水量} &= \text{計画給水人口} \times 1 \text{ 人 1 日最大給水量} \\ &= 83,600 \text{ 人} \times 105 \text{ ㍓/人/日} \\ &= 8,778,000 \text{ ㍓/日} \\ &\approx 8,800 \text{ m}^3/\text{日} \end{aligned}$$

4) 給水ブロックの分割

計画給水区域内には I rrawaddy 河に平行して、北部に丘陵地があり、住民への配水はこの丘陵地を利用し自然流下によることを基本方針とした。またこの丘陵地には 2 つの高地があることからそれぞれの高地に配水池を設けることとして、計画給水区域を Fig. 4. 7. 3. 2 に示すように 2 つのブロックに分割し、独立した配水管網を計画することとした。

各々のブロックの計画諸元は Table 4. 7. 3. 1 のとおりである。

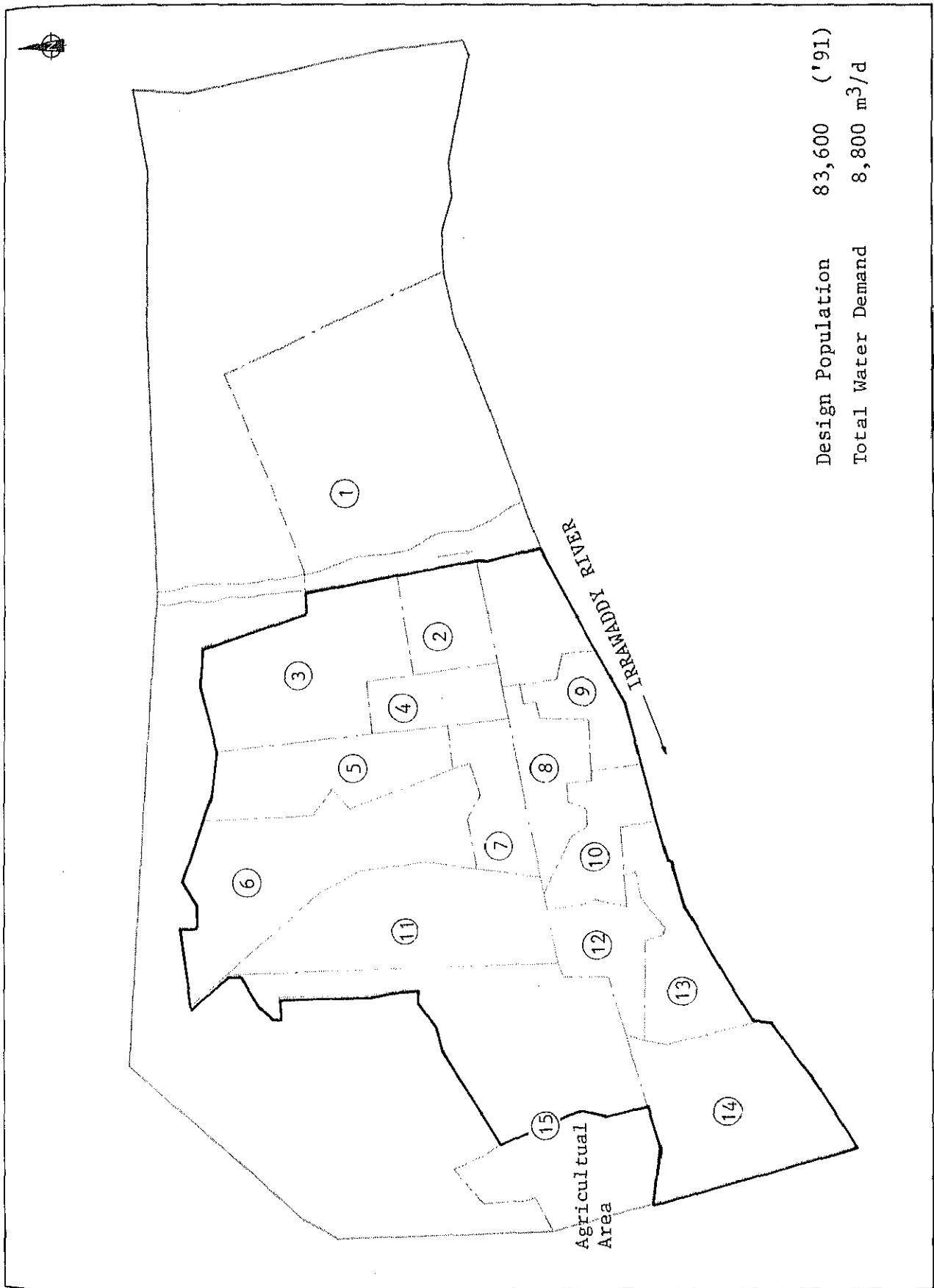


Fig. 4.7.3.1 計画給水区域

Table 4.7.3.1 ブロック毎の計画諸元

	計画給水人口	給水面積	人口密度	計画給水量
A	37,100人	385.4 ha	96.3人/ha	3,900 m ³ /日
B	46,500	381.7	121.8	4,880
計	83,600	767.1	Ave. 109.0	8,780

5) 施設計画

計画給水地域のA・Bブロック共に地域内に配水地に利用出来る丘陵地があることから、基本システム3を適用した。

概略の施設レイアウトはFig.4.7.3.3に示す通りである。

この地区の井戸1本当りでの計画揚水量は前項で述べたとおり、1,200 m³/日である。またブロック毎の計画給水量はA・Bブロック各々3,900 m³/日、4,880 m³/日であることから、必要井戸本数は下記のとおりとなる。

$$\begin{aligned} \text{Aブロック} & \quad 3,900 \div 1,200 = 3.25 \text{本} \quad \text{より} \quad 3 \text{本} \\ \text{Bブロック} & \quad 4,880 \div 1,200 = 4.07 \text{本} \quad \text{より} \quad 4 \text{本} \end{aligned}$$

6) 施設の概要

諸施設の工種別の仕様および数量はTable4.7.3.2に示す。

送水配管および給水配管網はそれぞれ、Fig.4.7.3.4、Fig.4.7.3.5のとおりである。また計画井戸および高架水槽の構造については、4.1.1の参考図に示した。

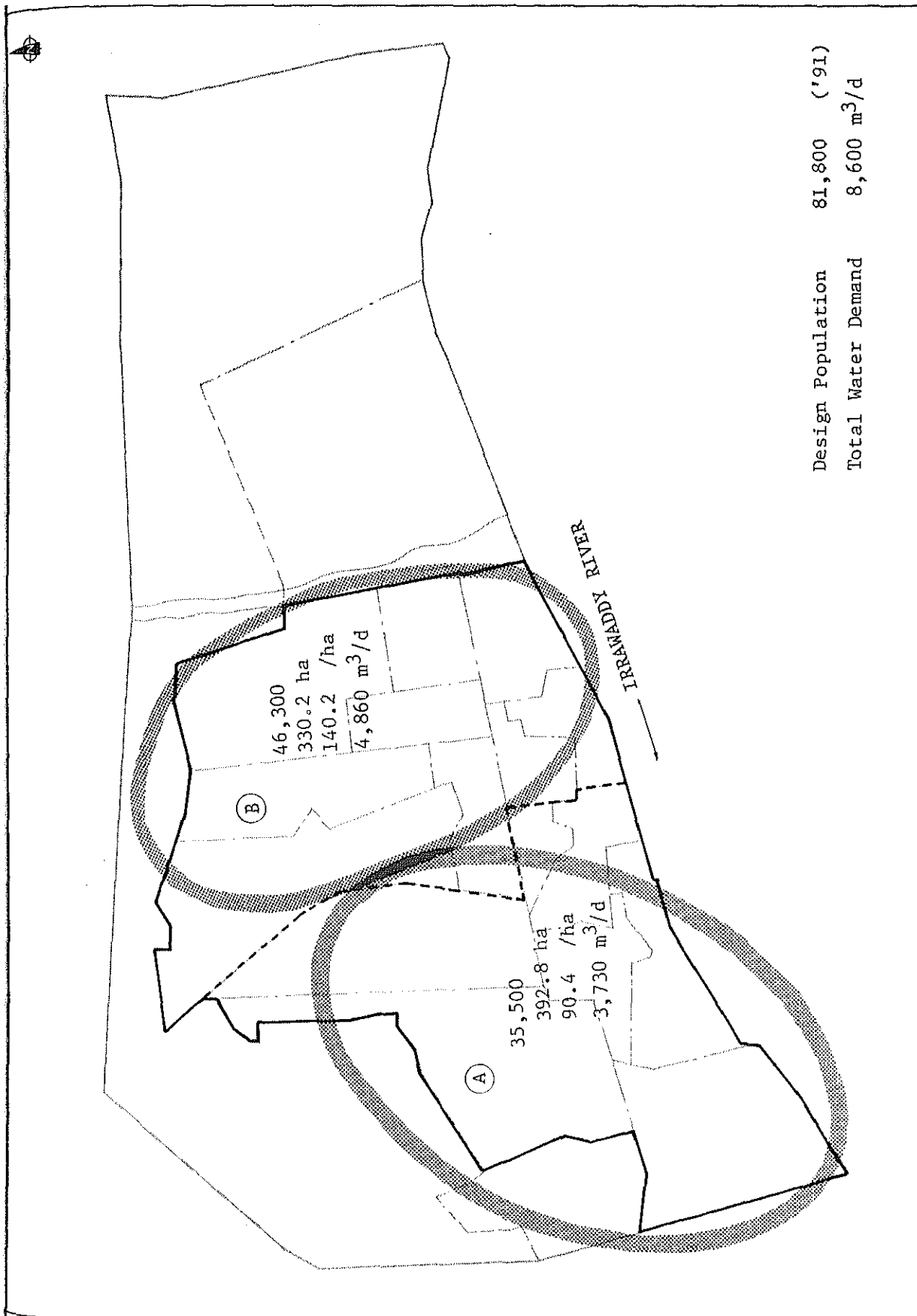


Fig. 4.7.3.2 給水ブロック毎の計画給水人口

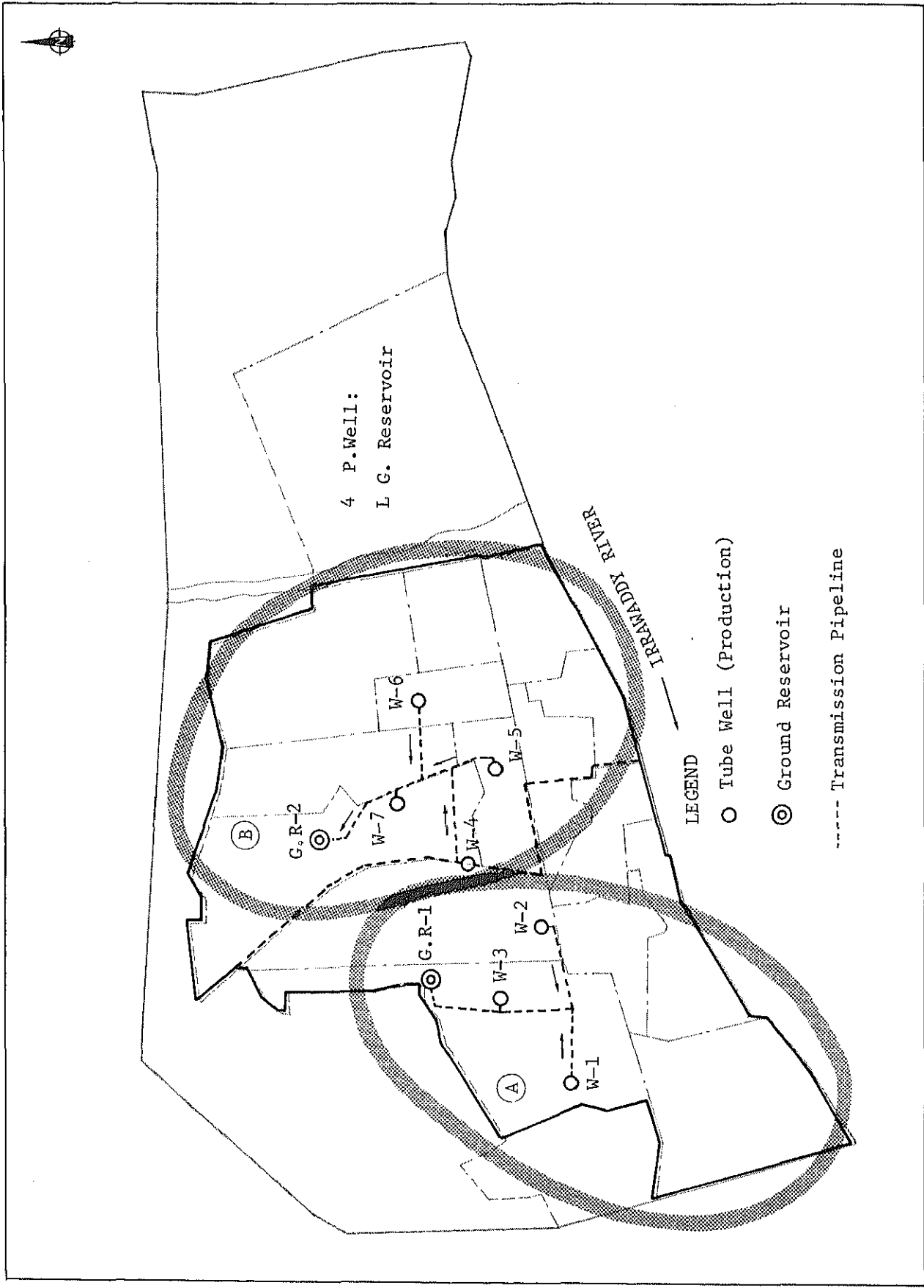


Fig. 4.7.3.3 計画施設のレイアウト

Table 4.7.3.2

計画施設の概要

施設	項目	内 容	数 量	摘 要
取水施設	生産井	計画取水量1,200~1,250m ³ /d φ200mm~φ250mm×106m	7本	ケーシングφ250 H=40m ケーシングφ200 H=42m スクリーンφ200 H=24m
	調査井	φ150mm×H130m	4本	ケーシング H=106m スクリーン H=24m
	観測井	φ100mm×H106m	6本	ケーシング H=96m スクリーン H=10m
	取水ポンプ	φ100mm×1.11m ³ /min×30KW	7基	W-1~W-7
	ポンプ室	レンガ構造 4m×4m	7棟	
導水施設	導水管	φ200mm~φ350mm T型ダクタイル鋳鉄管 3種	3,980m	
		各種異形管	1式	
	仕切弁	φ200mm~φ350mm	8ヶ所	
	空気弁	φ20mm~25mm	6ヶ所	
配水施設	貯水槽	容量 315m ³ 地下式RC構造	1基	GR-1
		容量 410m ³ 地下式RC構造	1基	GR-2
	配水管	φ75mm~φ250mm T型ダクタイル鋳鉄管 3種	27,440m	
		各種異形管	1式	
	仕切弁	φ75mm~φ250mm	71ヶ所	
	空気弁	φ20mm	57ヶ所	
電気施設	変電設備	3φ4W 11KV/0.4 100KVA	1式	
	送電線	0W 22"~60" CV22"×4c 付属品	17.1km 1式	

LEGEND

⊕ Ground Water Reservoir

⊙ Elevated Tank

⊙ Production Well

--- Pipeline

⊕ Valve



I R C A W A D D Y R I V E R

Fig. 4.7.3.4 導水管平面図

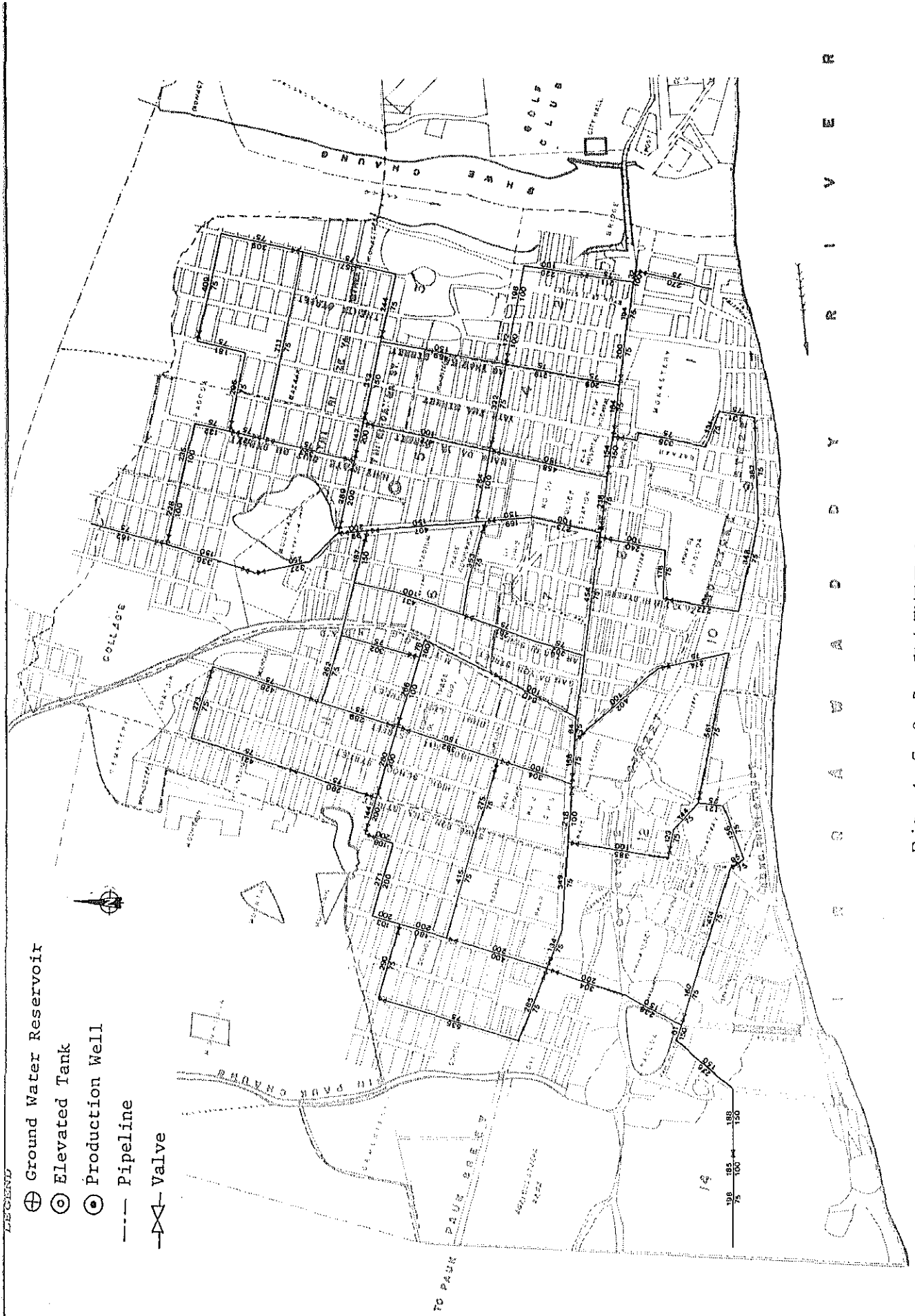


Fig. 4.7.3.5 配水管網平面図

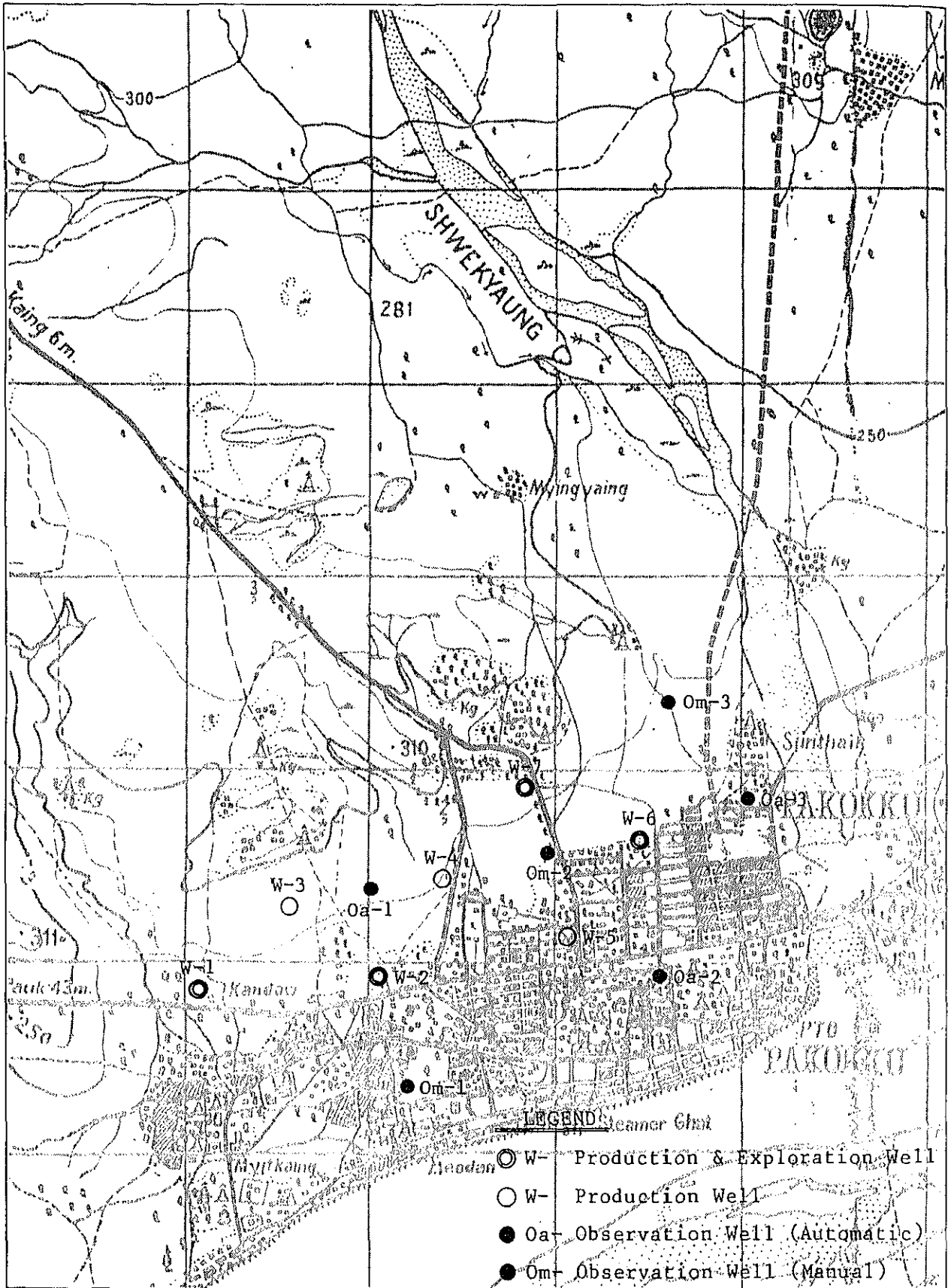
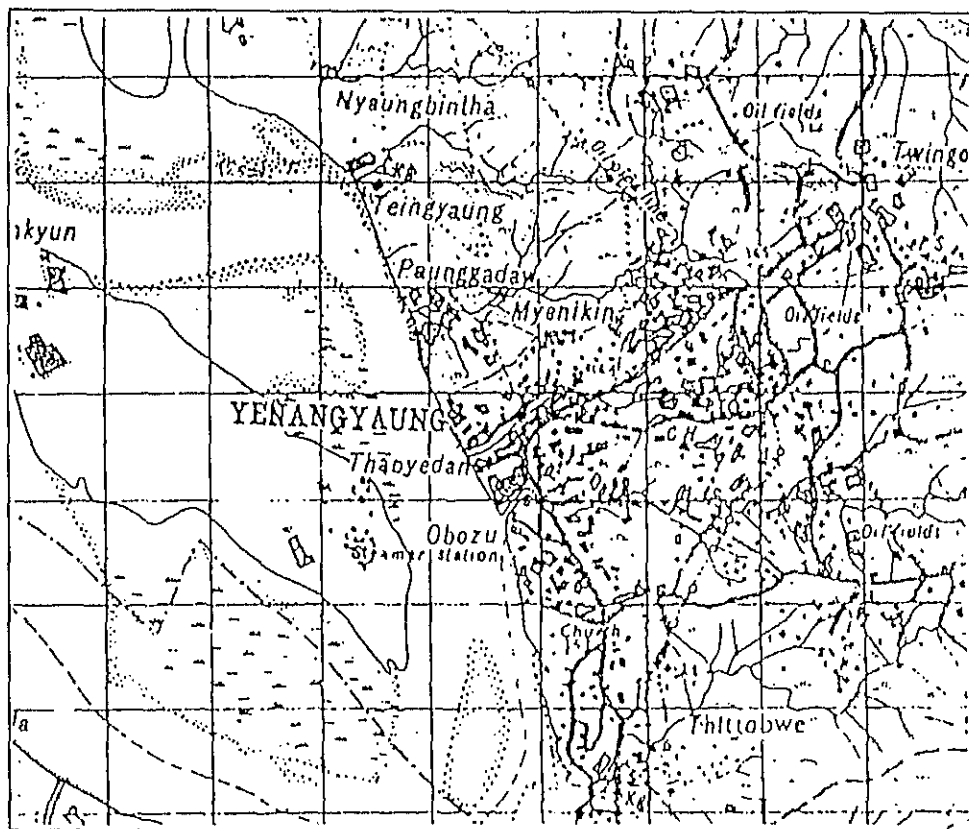


Fig. 4.7.3.6 計画井戸位置図

4 . 8 Y e n a n g y a u n g

4 . 8 . 1	地域の概況	2 2 2
4 . 8 . 2	既存水道施設	2 2 2
4 . 8 . 3	水道計画の策定	2 2 4
4 . 8 . 4	施設計画	2 2 5



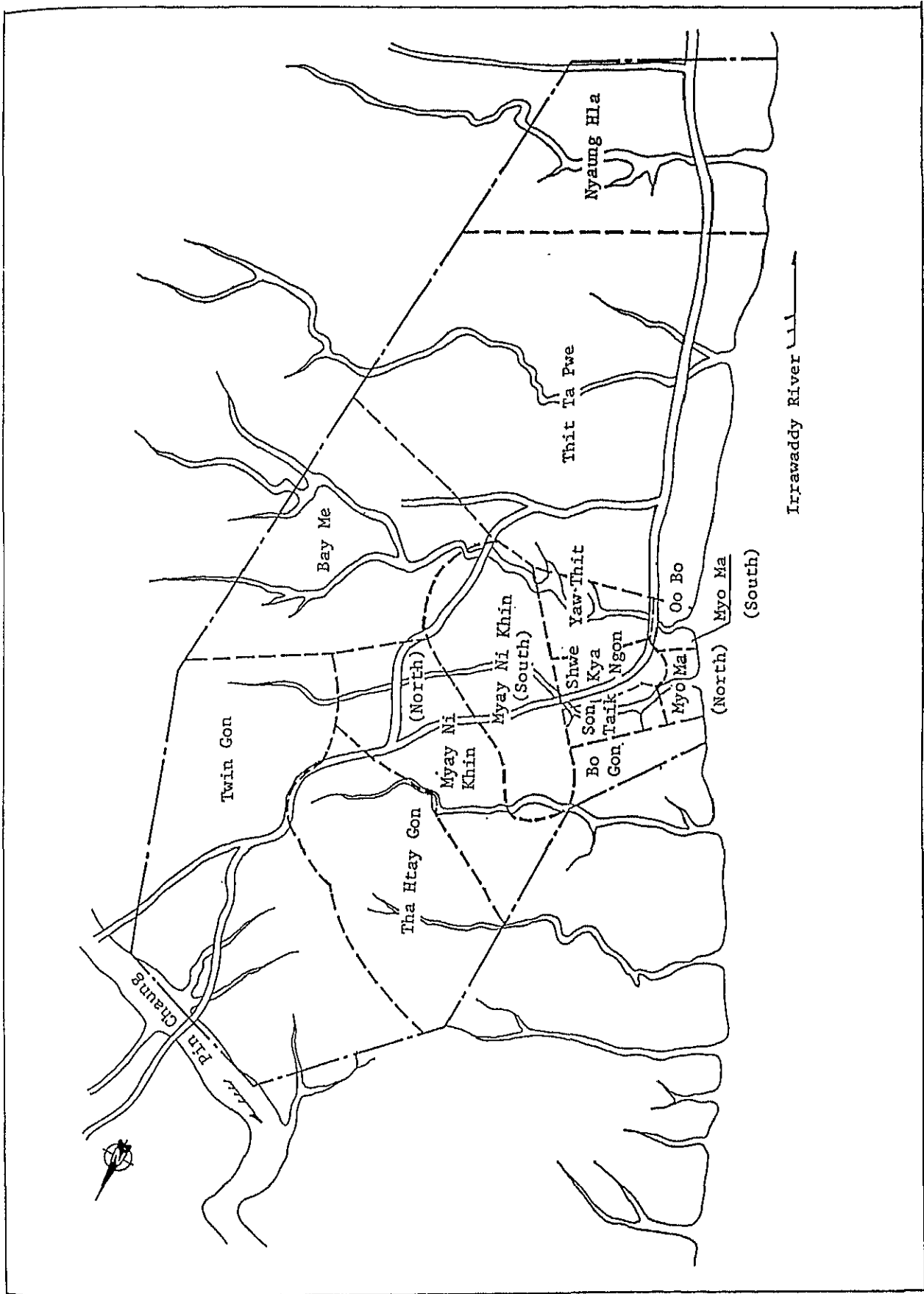


Fig. 4.8.1.1 Ward 位置図

4. 8. 1 地域の概況

Yenangyaung はMagwe の北方約40 kmの Irrawaddy 河東岸にある石油の生産地である。町は回折された丘陵地で高低差が大きく、最大の標高差は70 mを越える。

1983年現在の町の人口は71,475人で、過去10年の平均伸び率は1.6%である。冬の最高気温(12~1月)は33.9℃で4月には43.9℃に上がる(年間の月平均気温は26.7℃~43.℃)。雨量は年間平均で500 mm 程度ときわめて少ない。

この町は、歴史的にも古くから石油産業で生きてきた町で、最近生産量が低下しているとのことであったが、町は水を含めて多くを石油公社(Myianma Oil Corp. MOC)に依存している。農業は、ごま、落花生、豆類である。

町は第2次世界大戦後建設された水道施設を持つが、取水施設および送水ポンプはM.O.Cに依存したものであり、供給水量が制限されているため、住民は慢性的な水不足に悩んでいる。町の中心部では、これを補うために数本の井戸を掘っているが、水は濁っており、塩分濃度も高く、飲料水に適したものとはいえない。

町としては、Pin Chaung 河岸に浸透式集水井を掘り、ポンプ場を建設すれば今の送水管を利用でき、市民に不自由させない程度の給水ができるので、それらの設備の建設を切望している。

4. 8. 2 既存水道施設

Yenangyaung の水道は、第2次大戦直後M.O.Cの水道施設と前後して建設された。T.D.C、M.O.Cの水道施設共に、Irrawaddy 河亜流のPin Chaung 河岸に設けた浸透式井戸を取水源とし、各々別個の送、給水施設により水供給を行うものであった。M.O.Cの施設は老朽化に応じ、独自の資金により維持改修を行う現在も機能しているが、一方、市民給水用のT.D.Cの施設は資金、資材不足のため老朽化に伴った補修ができず、独自の施設による水供給ができない状態となっている。

現在、T.D.Cの施設で使用可能なものは、Pin Chaung 河沿岸から市内高地部にある鋼製のタンクまでの送水本管、鋼製タンク本体および給水地域への配水管路である。したがってT.D.Cは、市民への水供給のためにM.O.Cの送水ポンプから送水本管へ受水し、これを市民へ配水している。しかしながらM.O.Cからの受水可能量は日量400,000 gal.と制限されているため、T.D.Cは給水区域を分割し、各ブロック毎に1日2時間の時間給水を行っている。住民1人1日当たりの平均給水量は、約6 gal. である。なお、T.D.CはM.O.Cに対し水道料金として月48,000 Kyatを支払う義務を負っている。

T.D.Cの既存水供給施設と概略の施設のレイアウトをTable 4.8.2.1とFig. 4.8.2.1にそれぞれ示した。

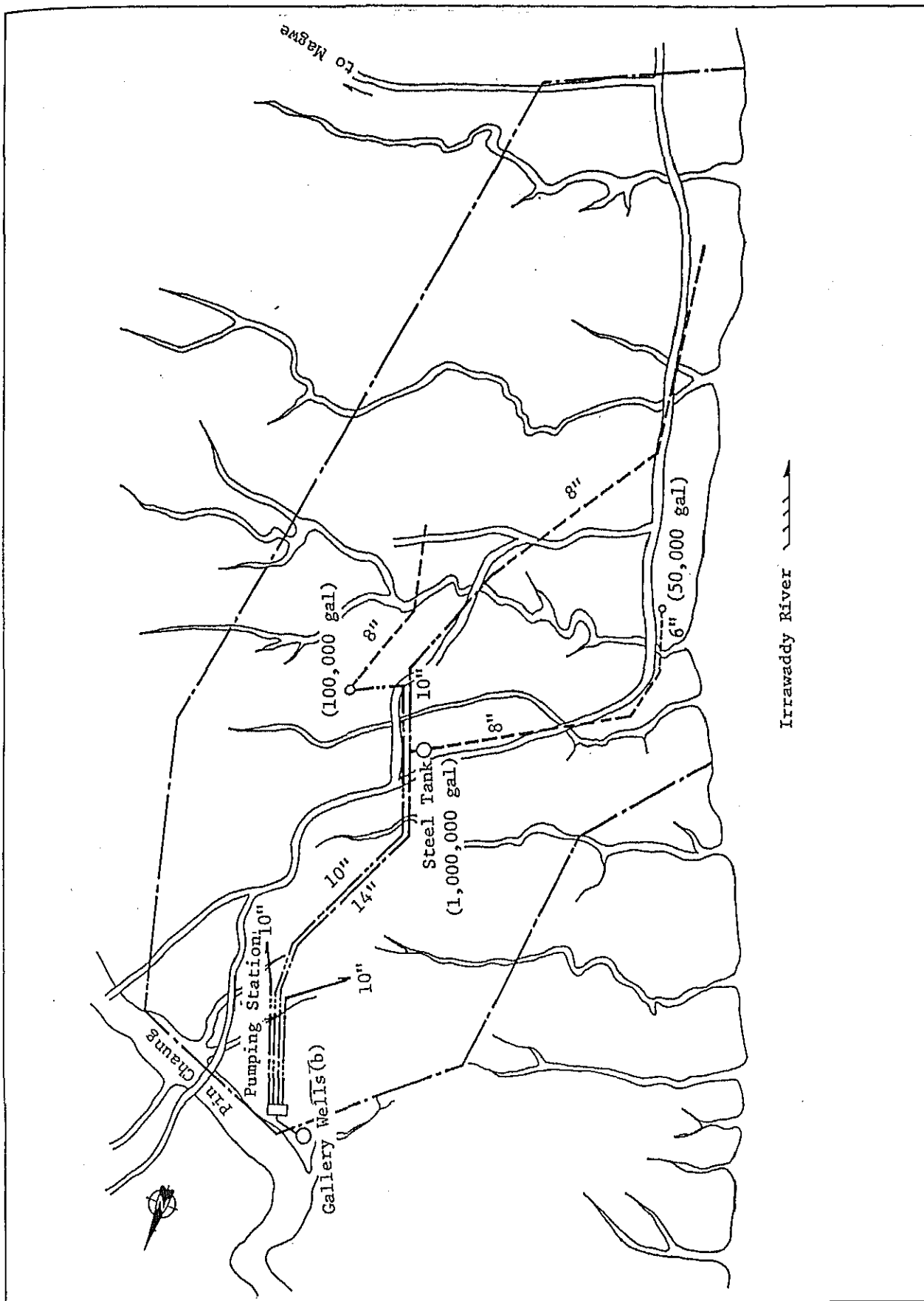


Fig. 4.8.2.1 既存施設位置図

Table 4.8.2.1 既存水供給システムの概要

項目	形式・形状	数量	容 量	所有者
取水施設	浸透式井戸 Φ12' 深20'	6井	250 gal/min/w	M. O. C
送水施設	昇圧ポンプ	4台	3.15m ³ /min×214mH×200kw	M. O. C
	送水管 Φ14"			T. D. C
配水施設	貯水槽 銅製タンク(A)	1基	4,500 m ³	"
	" (B)	1基	230 m ³	"
	配水管 Φ10"			"
	Φ8"			"
	Φ6"			"
	Φ4"			"
	Φ3"			"
	Φ2"			"

4.8.3 水道計画の策定

この町の水供給施設は前述のごとく、取水施設、送水ポンプはM.O.Cの所有であるが、送水管を含む送水施設、配水施設は、T.D.Cの所有である。さらに送水管、貯水槽の容量は、本プロジェクトにおける原単位による計画容量に対しても充分である。

T.D.C独自の水供給システムを建設する場合、浸透式井戸と送水ポンプを設置すればシステムを機能させることができる。

したがって、本施設計画では取水施設としては、M.O.Cの浸透式井戸と同程度のものをPin Chaung 河畔に建設し、また送水施設としては必要量に見合った容量を有する送水ポンプを据え付け、既存の送水パイプとの取り付け管を設置することとした。

Table 4.8.3.1 計画諸元および計画給水量

項 目	内 容	備 考
① 既存人口(1983)	71,475人	
② 年平均人口伸び率	1.6%	
③ 計画人口(1991)	81,200人	
④ 計画1人1日当たり平均給水量	70ℓ	15 gal.
⑤ 計画1人1日当たり最大給水量	105ℓ	④×1.5
⑥ 1日最大計画給水量	8,500 m ³ /日	

4. 8. 4 施設計画

1) 集水井戸の検討

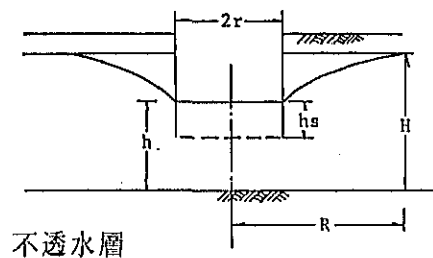
Yenangyaung の集水井は Pin Chaung 河沿いに 6 本(鉄筋コンクリート構造 内径 12 フィート、深さ 20 フィート)が M.O.C によって築造されている。

今回も同様な集水井を築造することとする。

(1) Pin Chaung 河床の透水性

Pin Chaung 河床の透水性を現在の集水井の状況から推定する。集水井は不完全井で、帯水層があまり厚くなく、側壁および井底から湧水があるとすると透水係数は次式で表される。

$$k = \frac{Q \log \frac{R}{r} \cdot \sqrt{\frac{h}{hS + 0.5r}} \cdot \sqrt{4 \frac{h}{2h - h_s}}}{1.36 (H^2 - h^2)} \quad (\text{フォルヒハイマー式})$$



ただし、 $R = 50 \text{ m}$ (流水域まで)、 $r = 1.8 \text{ m}$

$Q = 1.87 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{sec}$ (現在の M.O.C による揚水量)、

$h_s = 1.0$

$H = 13.0 \text{ m}$

$h = 10.0 \text{ m}$ (仮定)

$$k = \frac{1.87 \times 10^{-2} \log 50 / 1.8 \times \sqrt{\frac{10}{1.0 + 0.5 \times 1.8}} \times \sqrt{\frac{10}{2 \times 10 - 1.0}}}{1.36 \times (13.0^2 - 10.0^2)}$$

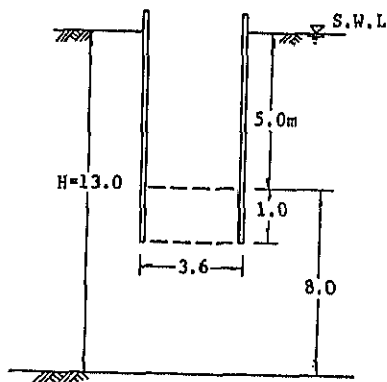
$$= \frac{0.027 \times 2.29 \times 0.85}{93.84} = 5.60 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$$

$$\approx 5.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

以上より Pin Chaung 河床の透水係数を $k = 5.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ とする。

(2) 井戸揚水量

集水井の規模を次のように定め、揚水量を推定する。



不透水層

算定条件

$$k = 5.0 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$$

$$H = 13.0 \text{ m}$$

$$h = 8.0 \text{ m}$$

$$h_s = 1.0 \text{ m}$$

$$r_0 = 1.8 \text{ m}$$

$$R = 335 \text{ m}$$

$$\therefore R = 3,000 \text{ s k}$$

揚水量は透水係数を求めた式を用いる。

$$Q = \frac{\pi k (H^2 - h^2)}{2.3 \log R/r} \cdot \sqrt{\frac{h_s + 0.5 r}{h}} \cdot \sqrt{\frac{2h - h_s}{h}}$$

$$= \frac{3.14 \times 5.0 \times 10^{-4} \times (13.0^2 - 8.0^2)}{2.3 \log 300 / 1.8} \times \sqrt{\frac{1.0 + 0.5 \times 1.8}{8.0}} \times \sqrt{\frac{2 \times 8.0 - 1.0}{8.0}}$$

$$= \frac{0.165}{5.11} \times 0.487 \times 1.17$$

$$= 0.0184 \text{ m}^3/\text{sec} \approx 1,590 \text{ m}^3/\text{day}$$

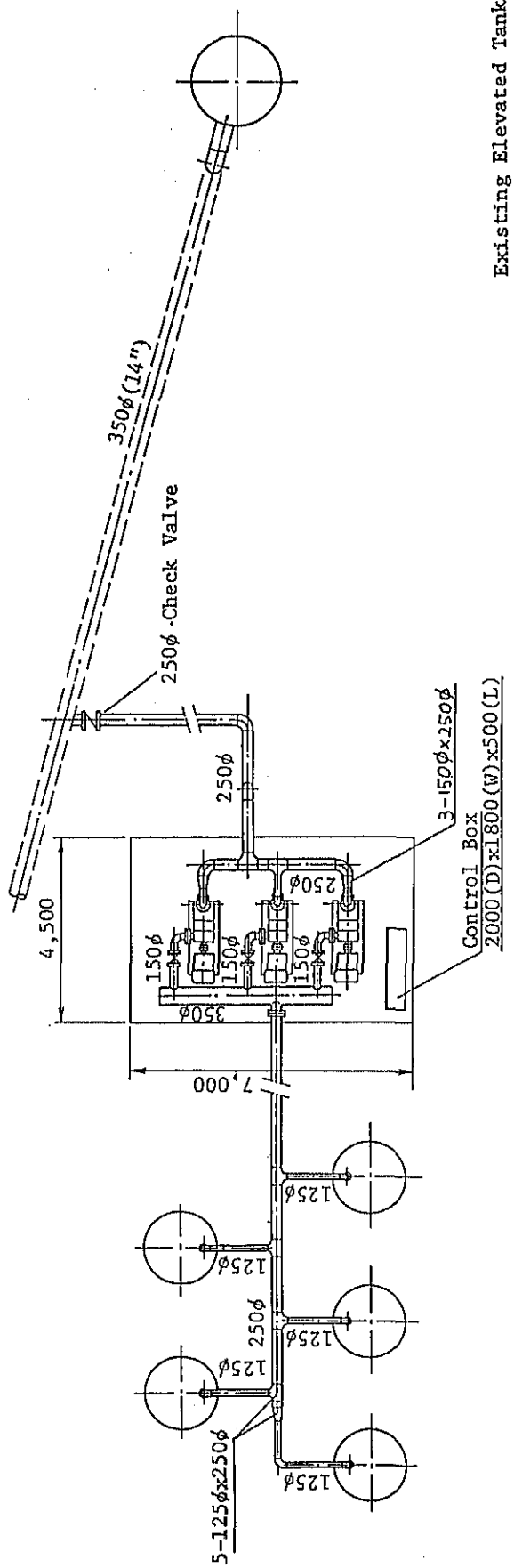
1井当たりの揚水量は1,590 m³/day、1日最大計画給水量7,500 m³/dayを満たすには、7,500 ÷ 1,590 = 4.7基 となり、5基の井戸が必要となる。

2) 施設の概要

本プロジェクトによる取水および送水施設の概略図をFig. 4.8.4.1に示した。またこれに必要な施設の仕様および数量はTable 4.8.4.1に示すとおりである。

Table 4.8.4.1 計画施設の概要

項目	内容	数量	摘要
生産井	満州井戸 Q=1,590m ³ φ3.6m×H6.0m	5基	
取水ポンプ	φ150mm×2.315m ³ /min×55KW	3基	既存の送水管との接続管を含む
ポンプ室	レンガ構造 7.0m×4.5m	1棟	



Existing Elevated Tank

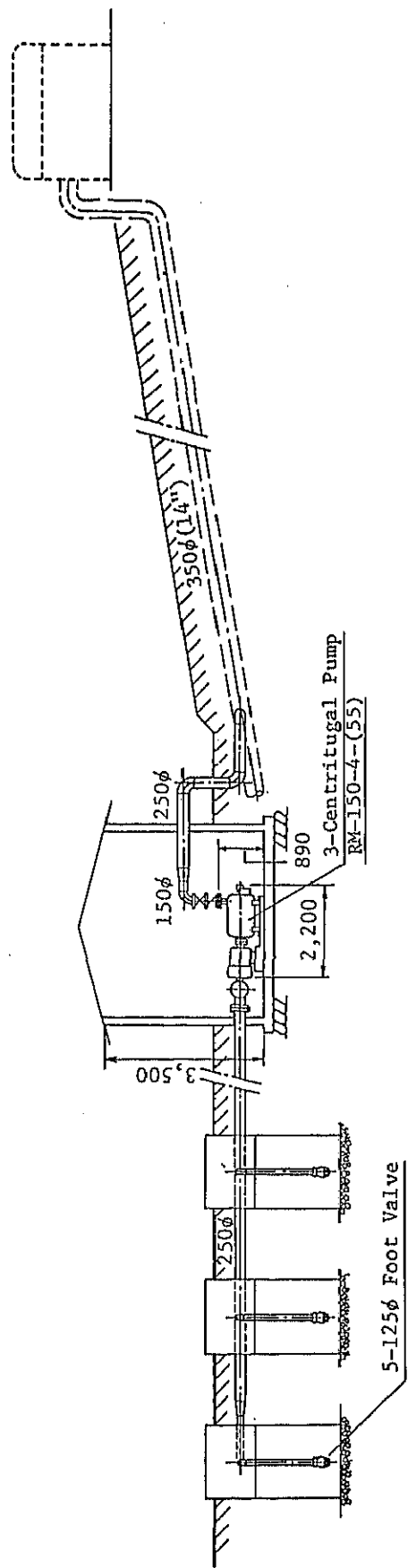
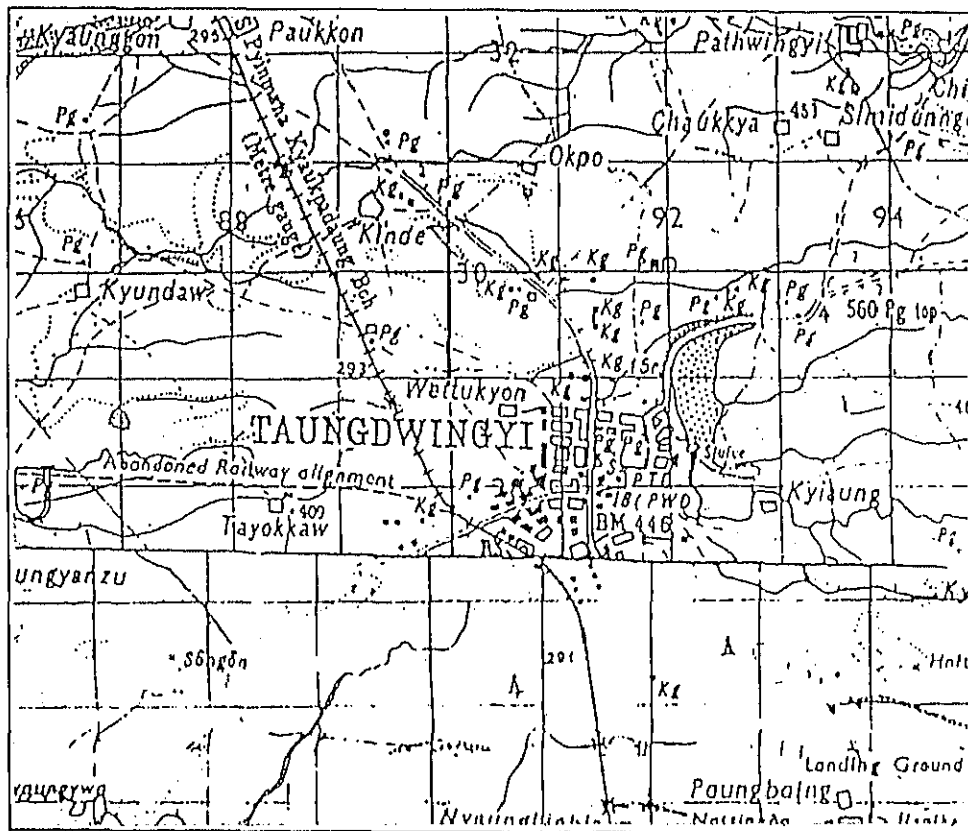


Fig. 4.8.4.1 施設計画図

4 . 9 Taungdwingyi

4 . 9 . 1	地域の概況	2 3 1
4 . 9 . 2	既存水道施設	2 3 1
4 . 9 . 3	地下水開発計画	2 3 4
4 . 9 . 4	水道計画の策定	2 4 6



4.9.1 地域の概況

Taungdwingyi は Irrawaddy 河から約 50 km の内陸の町である。Rangoon の北方 448 km、Magwe からは東南約 48 km に位置する。1983 年現在の人口は約 38,500 人で、過去 10 年の平均年間人口伸び率は 1.6% である。

町の地形はほぼ平坦であり、東北から西南にかけて緩やかに傾斜している。

冬の平均気温は、30～33℃、夏は 37～43.7℃ である。年間降雨量は、10 年平均 959 mm (458 mm～1390 mm) である。

町は、農産物の集散地であり、この地域の主な農産物は、米、とうもろこし、ごま、落花生、豆類等である。

この町には、1952 年に建設された水供給システムがあり、町の一部の公共水栓まで配管で送られているが、今日では、人口も増加し、町民に十分な給水はできていない。

公共水栓にはバルブがついておらず、人々が水を汲んでいない時は、ほとんど垂れ流しの状態であった。

町の中心地には、ポンプ場以外に私有井戸を含め 14 本の Tube Well がある。深さは、24.4 m～73.8 m、水質は EC 1000～1500 の範囲であった。取水量は、2 インチ (50 φ) で 4 m³/Hr、6" (150 φ) で 10～20 m³/Hr 程度である。

町の東には約 1 km² の Kantawgyi 池 (容量 158.6 万トン) があり、住民は生活用水としてこれを使用している。

なお、Ward 別の人口、面積および用途別土地利用率を Fig. 4.9.1.1 および Fig. 4.9.1.2 に示した。

4.9.2 既存水道施設

Taungdwingyi の水道施設は、1952 年に 5,000 人を対象に、3 本の Tube Well を水源として建設された。その後、T.D.C はこの施設を改良・増設して来たが、1981 年に町の 8 割が焼失するという大火に見舞われ、この時ほとんどの施設が被害を受けた。

現在町は復旧中であり、水道施設もこれに伴って復旧されつつある。しかしながらこの施設による飲料水の供給量は、1日約 120,000 gal (約 550 m³) しかないため、市民への水供給は朝 7 時から 8 時までの 1 日 1 時間行なわれているだけである。

既存の水道施設は、3 本の Tube Well より地下水を取水し、これらを 200,000 gal のコンクリート製着水井に集水し、ここからポンプで高架水槽に上げ、ダクタイル铸铁管を通して自然流下により市民へ給水するシステムである。

既存施設の概略図を Fig. 4.9.2.1 に示した。

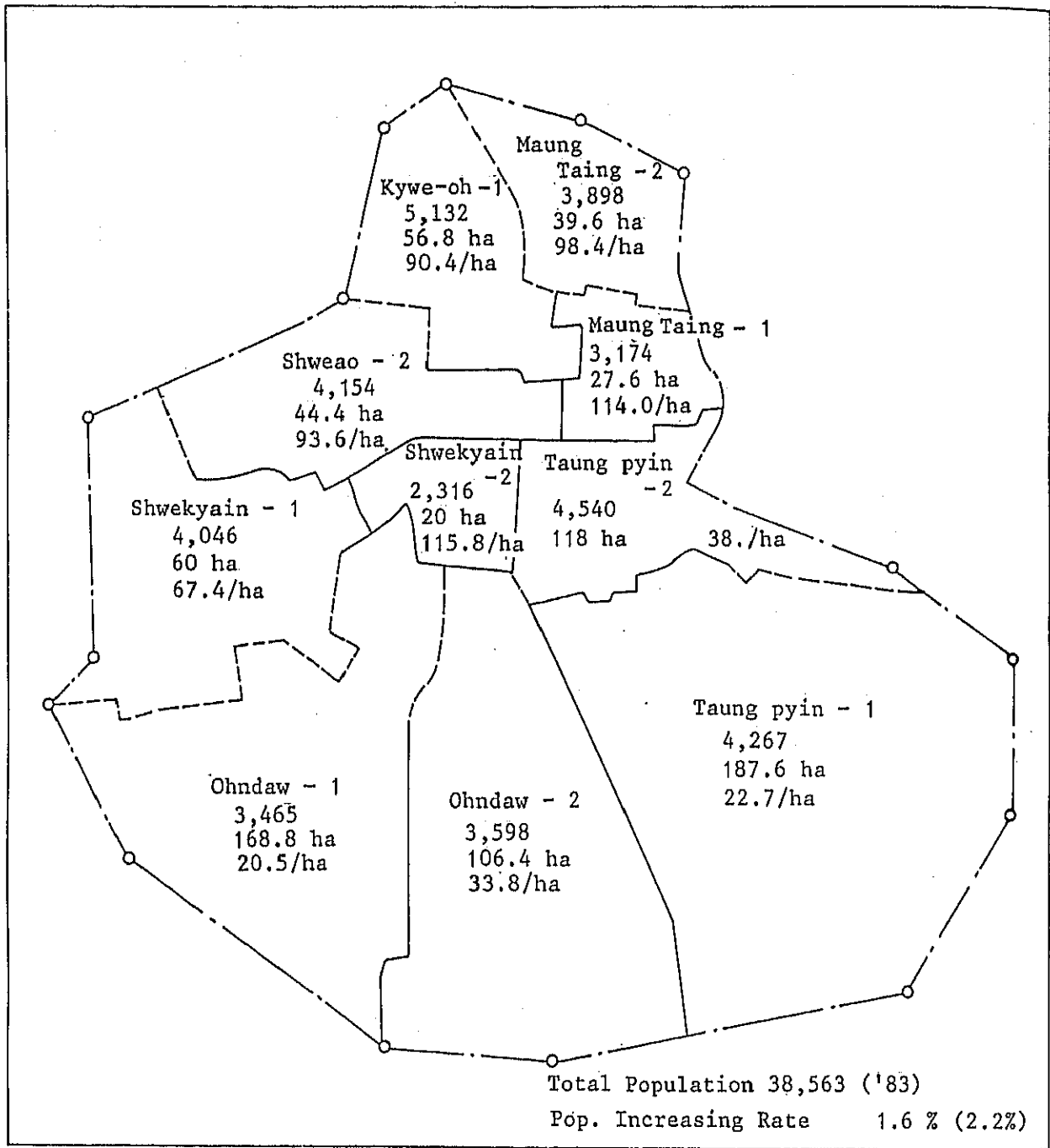
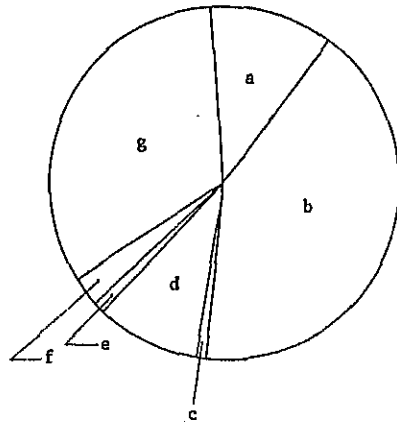


Fig. 4.9.1.1 Ward 別の面積と現在人口



a)	Agricultural Field, etc.	11.11 %
b)	Residential Area	41.67 %
c)	Cemetery, Garden and Park	0.74 %
d)	Religious Center	9.57 %
e)	Commercial Places	0.74 %
f)	Industrial Areas	2.76 %
g)	Government Buildings	33.41 %

(Offices, School, Hospital and Government Buildings)

Fig. 4.9.1.2 土地利用率

4. 9. 3 水源開発計画

1) 水理地質

(1) 地形、地質

Taungdwingyi 地域は、Taungdwingyi 盆地の南東側に位置する。東側約 10km に Pegu Yoma 上昇帯、西側約 20 km に Irrawaddy 累層からなる丘陵や Pegu 層群からなる山地が分布し、丘陵と山地との境界付近に Irrawaddy 河が南流している。(Fig. 4. 9. 3. 1 ~ 4. 9. 3. 2 参照)

Taungdwingyi 盆地は、これらの山地や丘陵 (海拔 300 ~ 600 m) に囲まれ、海拔は 90 ~ 150 m である。周辺の山地は第 3 紀漸新生 ~ 中、下部中新生の Pegu 層群、丘陵は第 3 紀上部中新生 ~ 鮮新生の Irrawaddy 累層からなっている。

これらの各層は、Taungdwingyi 盆地周辺では褶曲をなし、複雑な状態を示している。盆地内は沖積層が分布しているが、全体に薄く、浅所で Irrawaddy 累層が出現する。

沖積低地には Yin 川が盆地のほぼ中央を西流しており、丘陵の狭隘部より約 40 km で Irrawaddy 河と合流する。盆地内は平坦な状態を示すが、Yin 川に向かって極緩傾斜を示し、Yin 川およびその支流は断続的で、蛇行地帯を形成し、雨期の間のみ流水をみるワジとなっている。Taungdwingyi 盆地の地質図を Fig. 4. 9. 3. 3 に示す。盆地の周辺には洪積層や Irrawaddy 累層が分布しているが、Taungdwingyi の東側の Irrawaddy 層群分布地域では緩傾斜をなし浸食谷の発達が顕著である。

Pegu 層群は、砂岩および砂質粘土、頁岩の薄層の互層から構成され、層相の横方向変化が著しい。Irrawaddy 累層は、露頭が著しく乏しいが、砂岩、れき岩および粘土層からなっている。沖積層および洪積層は Irrawaddy 累層と同様、砂、砂れきと粘土の互層からなる。

Taungdwingyi 周辺の地質層序は次の通りである。

累 序	年 代	特 徴
沖 積 層	沖 積 世	表層に分布する。
洪 積 層	洪 積 世	平地に分布するが薄い。
Irrawaddy 累層	上部中新世 ~ 鮮新世	丘陵に分布し、沖積、洪積層の下部に分布する。
Pegu 層群	漸新世 ~ 中・下部中新世	Pegu Yoma 上昇帯に分布する。

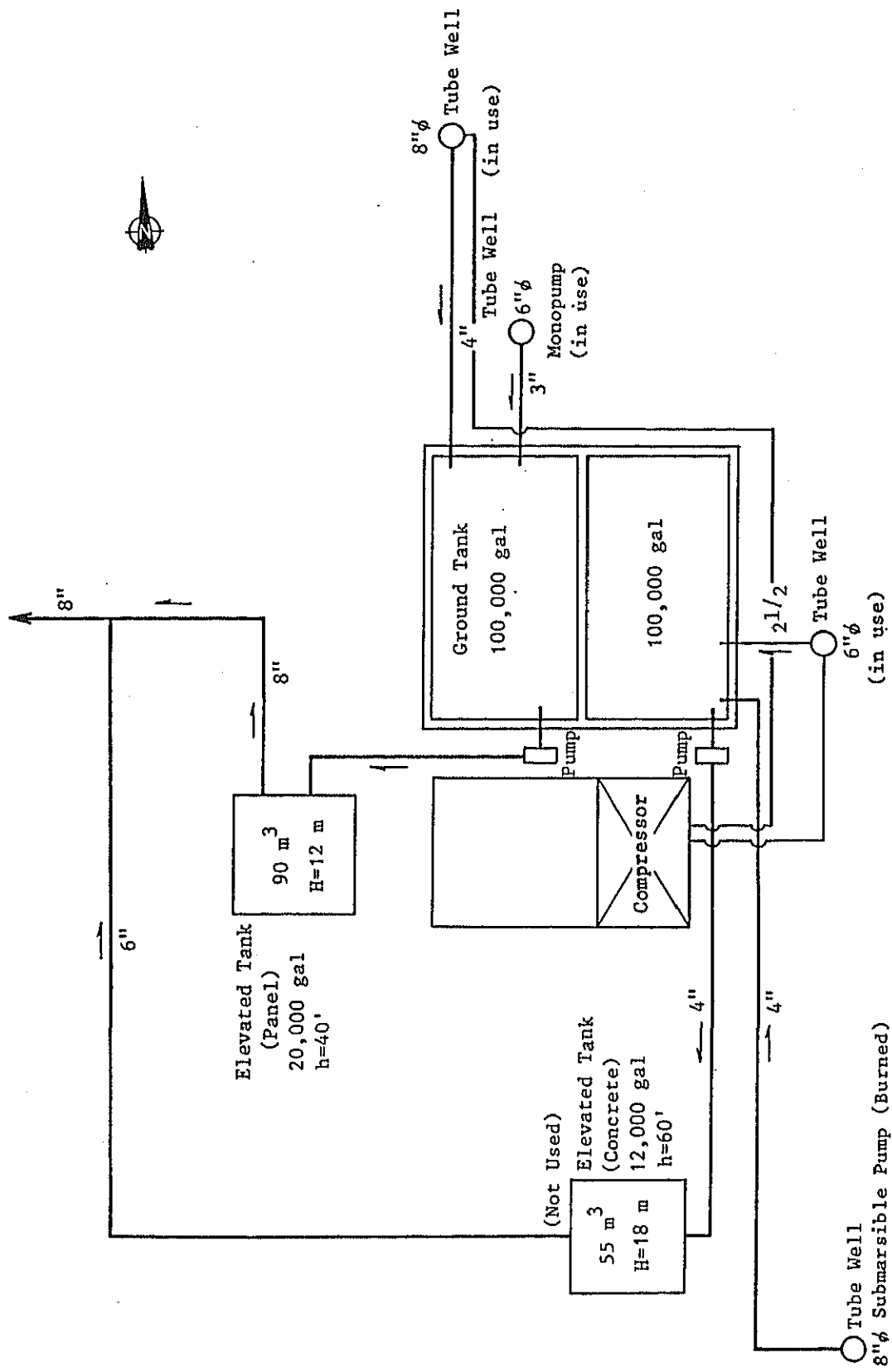


Fig. 4.9.2.1 既存ポンプ場のレイアウト

(2) 水理地質

Taungdwingyi 周辺では、Agricultural Mechanisation Department の Rural Water Supply Division によって多くの村の家庭用水供給 (Domestic Water Supply) のために 85 本の井戸を設置している。川を締切り、河床や、砂洲の中に設けた Hand Dug Well の水は全体的に良質であるが、場所によっては High Sodium や Magnesium を含んでいる。また、水位は、4.5 ~ 7.5 m 前後であるが年間変動が大きく乾期には干上がることも多い。

沖積層から洪積層の帯水層に設けられた Tube Well からの水は Dug Well より良質であるが、Sodium-Magnesium Carbonate を含む水質型のものが優勢である。

また Irrawaddy 累層の帯水層からの水は、固形物の含有量が Dug Well のものより少なく、Calcium-Magnesium Carbonate 型であるとされている。

Taungdwingyi 盆地の最も高い透水係数は $k = 2.0 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ であり、盆地の南部でみられる。一般的な透水係数は $k = 3.0 \times 10^{-2} \sim 2.0 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ を持ち、粗粒 ~ 中粒の Irrawaddy 累層の砂層に似ている。また盆地中央の Yin 川と Sadon 川に挟まれる地区の透水係数は、 $k = 3.0 \sim 6.0 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ であるが、東側の狭い範囲では $k = 1.2 \sim 2.0 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ と小さくなっている。なお、Taungdwingyi 盆地の洪積層の透水係数は $k = 9.2 \times 10^{-3} \sim 2.5 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ が一般的な値である。

また、既存井戸の最大深度は約 90 m であり、帯水層は細砂 ~ 粗砂からなるのが一般的である。

Taungdwingyi 地域の周辺では自噴帯となっており、深度 30 ~ 60 m と 150 m 以上の 2 つの帯水層からなっている。自噴帯における井戸の揚水量は最大 $3.4 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{sec}$ 、最小 $2.8 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{sec}$ である。

今回の井戸設置予定は、Taungdwingyi 地域の東方で Irrawaddy 累層からなる浸食の進んだ丘陵と溜池との間にはさまれた自噴帯である。

T.D.C の所有するポンプ場付近の帯水層は、深度 24 ~ 30 m と 60 ~ 85 m 出あり、雨期の水位は地表面近くまで上がり、あるものは湧水する。Tube Well からの水は普通新鮮であるが、場所によっては塩分を若干含んでいる。

Taungdwingyi 地域における Well Log を Fig. 4.9.3.4 に示す。Well Log によると粘土と砂の互層あるいは粘土混じり砂層であり、難透水層 ~ 不透水層で良好な帯水層とよい。浅層地下水を対象とした Dug Well は 300 以上分布する。深さは約 6 m であり乾期には干上がるものが多いようである。Dug Well からの水は塩分を含み、飲料水として不適当である。

なお、Taungdwingyi 地域の地下水流動は、Pegu Yoma 上昇帯から盆地内へ流下していることを Fig. 4.9.3.5 の水位等高線図に示す。Pegu Yoma 上昇帯に接するところでは等高線が密で、流速が早い、盆地内に入ってからでは緩勾配を示し、流速が遅いようである。

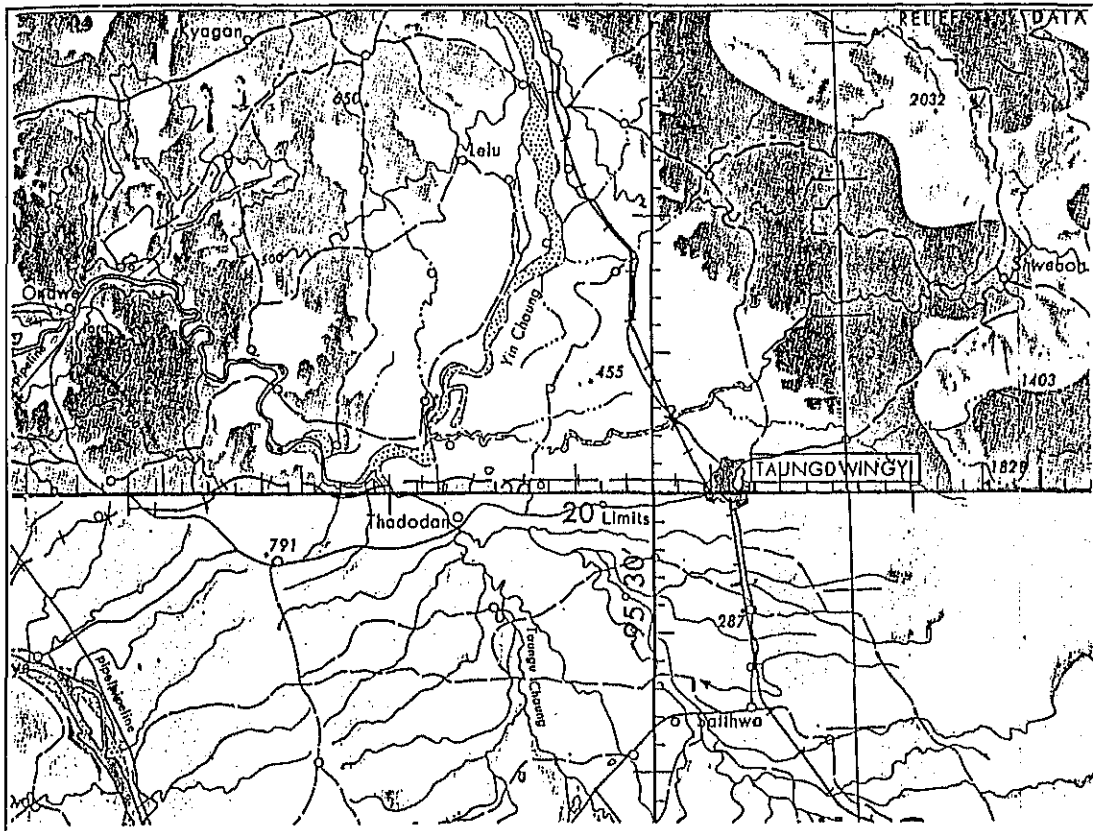


Fig. 4.9.3.1 Taundwingyi 地域の地形

Scale 1:500,000

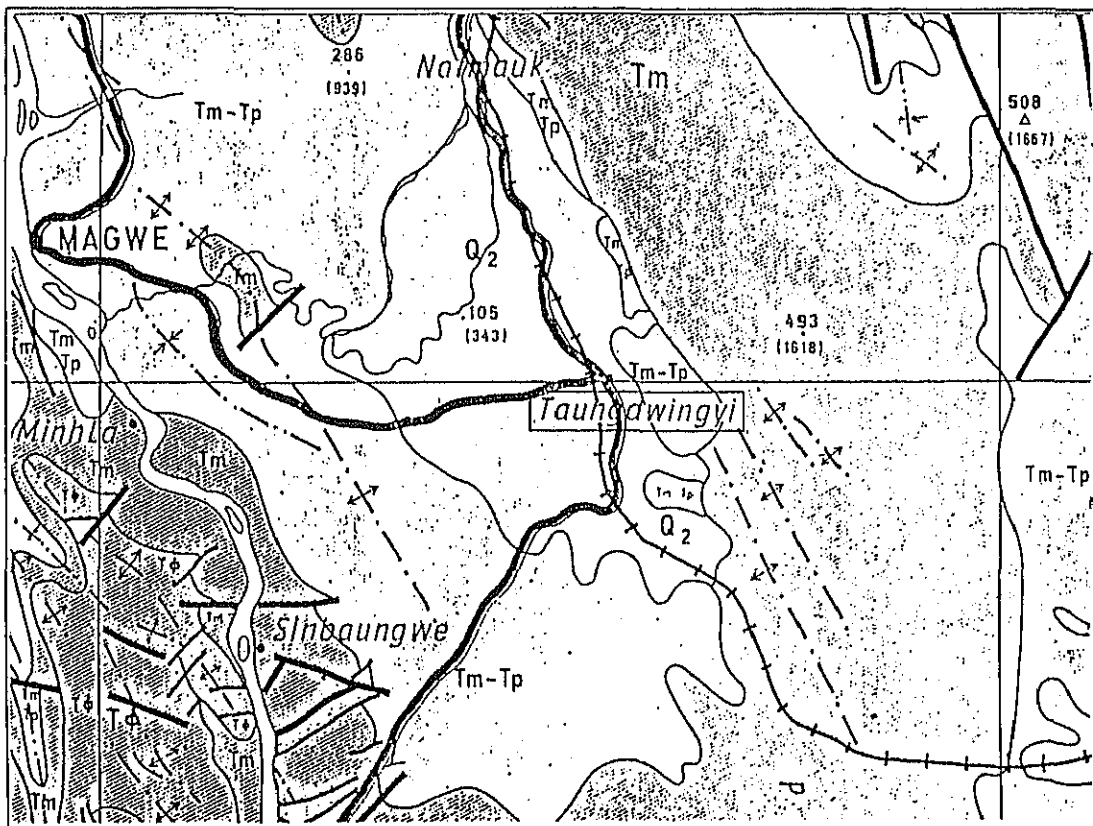


Fig. 4.9.3.2 Taundwingyi 地域の地質

Scale 1:870,000

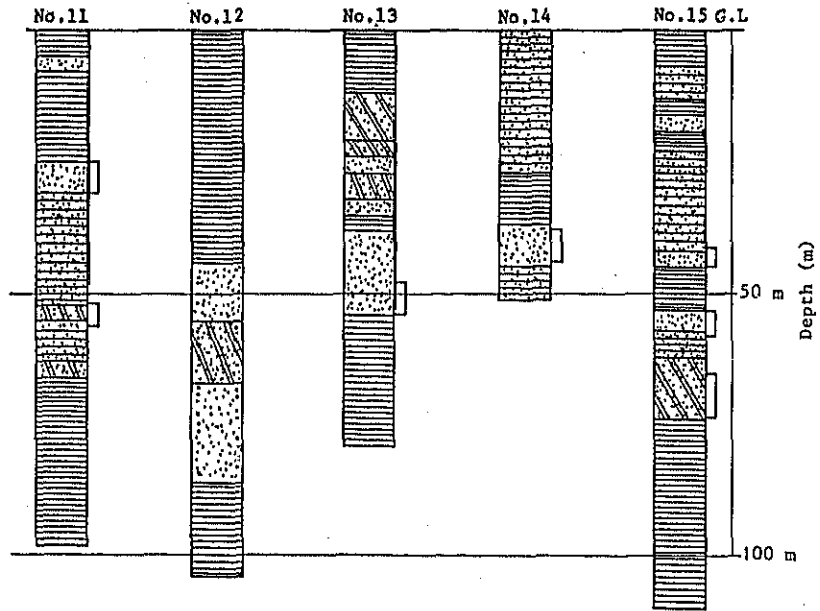


Fig. 4.9.3.3 既存井戸のWell Logs

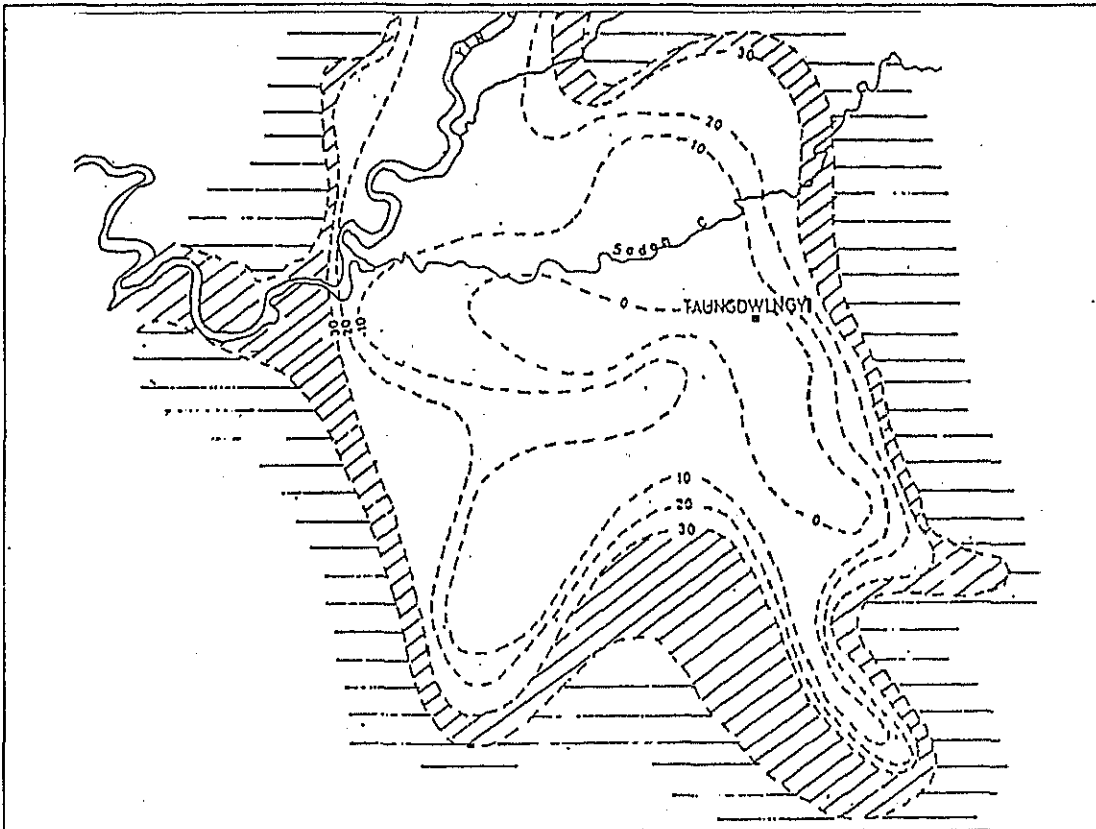


Fig. 4.9.3.4 Taundwingyi の地下水コンター

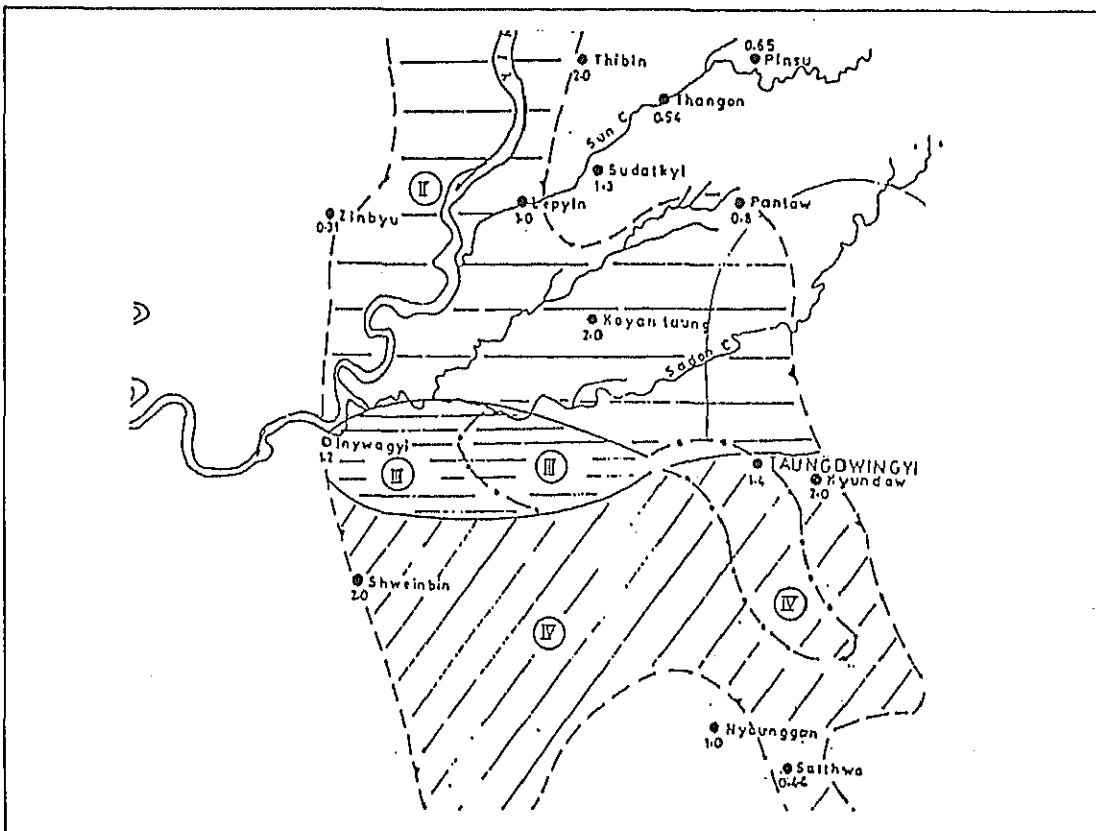


Fig. 4.9.3.5 Taundwingyi の地下水賦存状況

2) 帯水層

(1) 既存資料および既設井戸より

帯水層は、沖積層～洪積層の砂、砂れき層および Irrawaddy 累層の砂、砂れき層である。これらのいずれもが粘土層中に介在した状態にあり、層厚は場所によって異なっている。既存の Well Log (Fig. 4.9.3.3 参照)によれば、砂と粘土の互層であり、砂層では粘土分が混入するケースが多く、純粋な砂層として分布することは少ない。また、帯水層の深度は Well Log をみる限りにおいては一定していないが、全体の傾向として GL-25~30m と 40~50m にあり、一部 70~85m 付近にみられる。

Taungdwingyi の貯水池より東側は自噴帯とされており、Thila Village、Htanpinsu、Pinsi Pagoda では 500~960 gph の湧水があり、帯水層の深度は 40~60m となっている。水温は 27℃ で周辺の井戸より低く、EC も 1,000 前後で新鮮といってよい。

(2) 電気探査

Taungdwingyi 地域における電気探査は、Fig. 4.9.3.7 に示すように Taungdwingyi 地域の東側で 11 点実施した。

結果を Fig. 4.9.3.8 に比抵抗断面図として示すと共に、不透水層としての低比抵抗値を示す深度を低比抵抗等高線図を Fig. 4.9.3.6 に示す。

解析結果から次のことがいえる。

- ① 比抵抗値は全体に低く、透水層としての高比抵抗値を示すものは表層のみである。
透水層～難透水層は表層部に分布し 3~7 $\Omega \cdot m$ を示し、透水層は 7 $\Omega \cdot m$ を示し、場所によって厚さが異なる。
- ② 不透水層は 0.1~1.0 $\Omega \cdot m$ を示し、深部に分布し、若干の起伏を有している。
- ③ 低比抵抗値を示す不透水層の上面標高の状態は、探査地域のほぼ中央を北東～南西方向に延びた尾根となっており、北西側および南東側に向かって次第に標高を下けている。(Fig. 4.9.3.6 参照)
- ④ 電気探査による透水層～難透水層は Ta-6.7.10 地点を除いて厚く分布している。

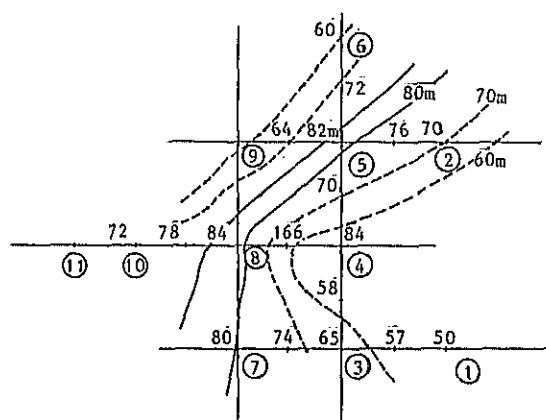
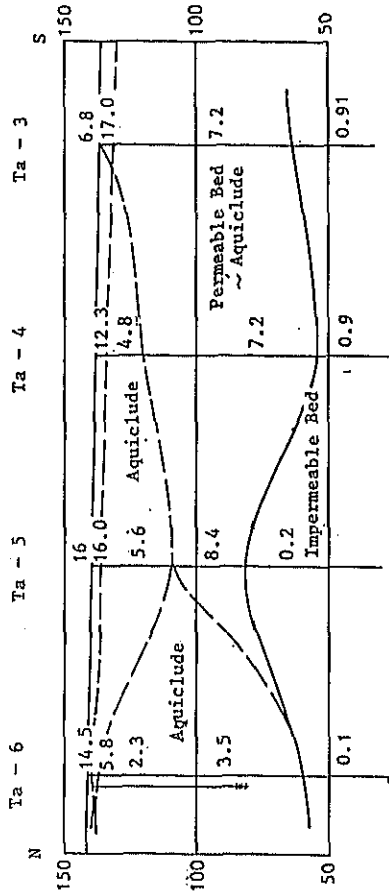
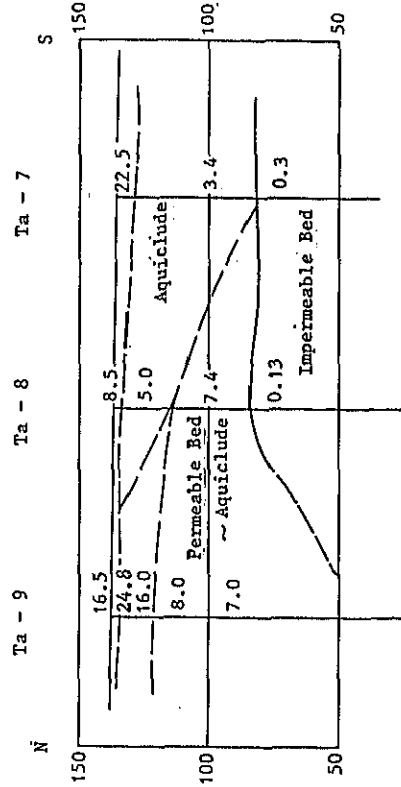


Fig. 4.9.3.6 不透水層コンター

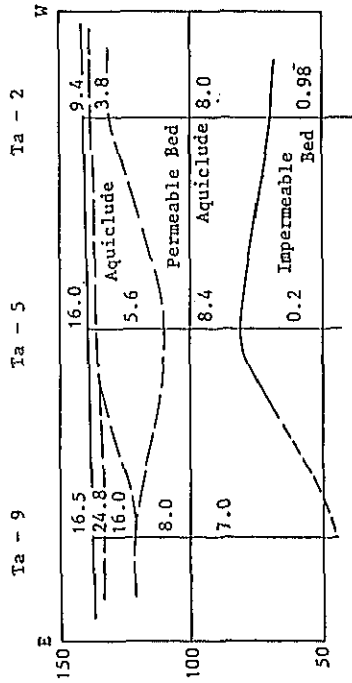
1 - 1



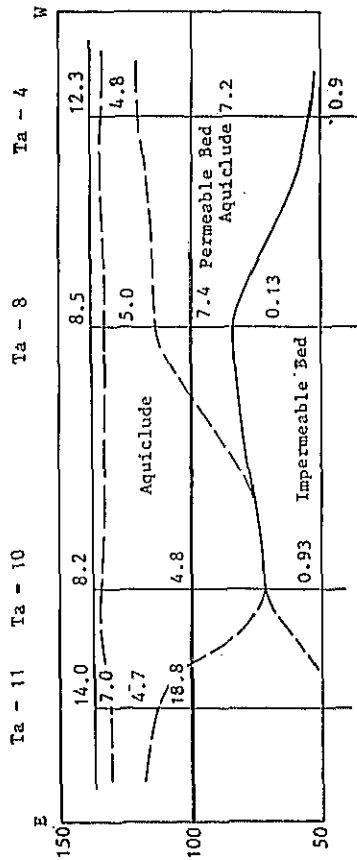
2 - 2



3 - 3



4 - 4



5 - 5

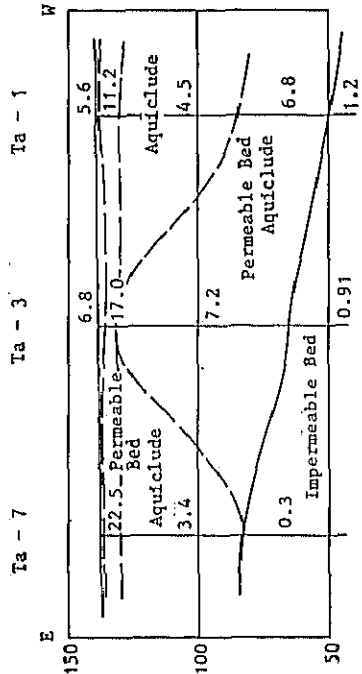


Fig. 4.9.3.7 電気探査位置図

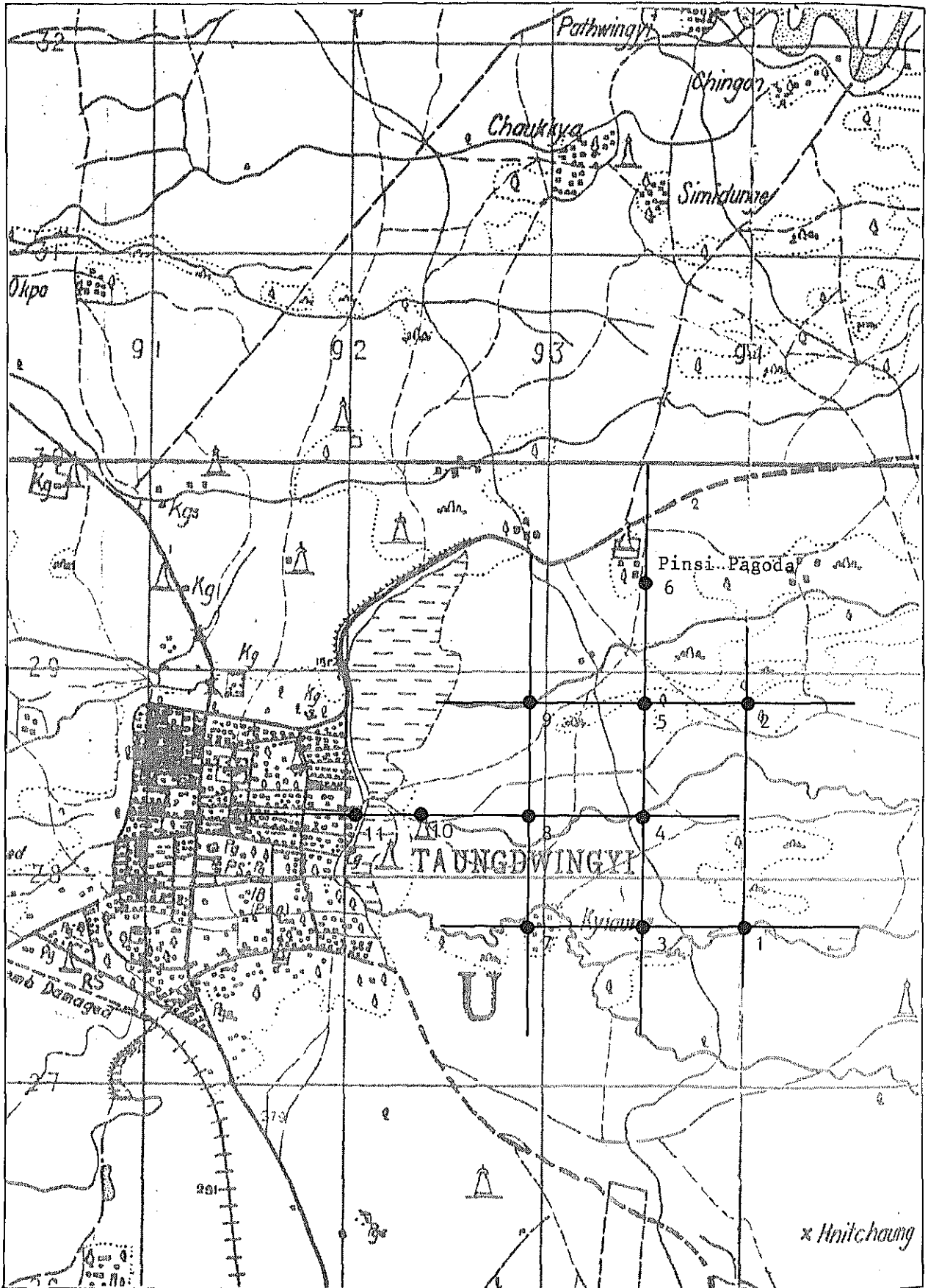


Fig. 4.9.3.8 電気探查位置図

地下水は透水層～難透水層に賦存しているものと考えてよいが、その構成が粘土混じり砂あるいは砂と粘土の互層からなり、水量は多いとはいえない。また、不透水層中に介在する砂、砂れき層中にも地下水が賦存している。なお、当地域の地下水は、表層地下水を除けば、被圧地下水である。

計画井戸予定地の帯水層は、沖積～洪積層と Irrawaddy 累層からなっている。既設の Well Log をみる限りにおいて細粒分(粘土分)が多く、粘土を主体として砂層あるいは粘土と砂の互層からなる部分が帯水層に当たる。

既存資料のうち、Well Log のある井戸より透水係数を求め、Table 4.9.3.1 に示した。

Table 4.9.3.1 Taungdwingyi 地域の透水係数

Well No.	Aquifer m(cm)	Draw down $S_1 - S_2$ (cm)	Discharge Q (m ³ /sec)	Diameter r(cm)	Permeability k(cm/sec)
No. 1	1,220	(2,105)	10,000	15.24	5.44×10^{-3}
No. 3	610	2,135	5,625	15.24	6.04×10^{-3}
No. 4	610	(2,000)	3,750	15.24	4.30×10^{-3}

透水係数の算出は、Thiem の公式によるもので、影響圏(R)を500mと仮定した。

Taungdwingyi 地域における平均透水係数は $k = 5.2 \times 10^{-3}$ cm/sec である。この値は、第三紀の砂層に比べて高く、日本の第三紀の値 ($k = 1.0 \times 10^{-3}$ cm/sec) の約5倍の値に相当し、他の地域の透水係数とほぼ一致している。

3) 地下水賦存量および水質

(1) 地下水賦存量

地下水は、地域の東側では被圧地下水の形態をとっていて、自噴帯となっている。地下水涵養源は Pegu Yoma 上昇帯とそれに接して分布している Irrawaddy 累層からなる丘陵地帯である。ここで自由地下水として地下水供給量を算出する。

Taungdwingyi 地域における年間降雨量P、蒸発散量Eは、

$$\text{降雨量 } P = 39.69 \text{ インチ} = 1,008.1 \text{ mm}$$

$$\text{蒸発散量 } E = E_p \times 0.7 = 2040.9 \times 0.7 = 1,428.6 \text{ mm}$$

(降雨量がほぼ等しい Mandalay の値を用いる)

であり、年間を通じてみれば、地下水滋養量は

$$G = P - E = 1,008.1 - 1,428.6 = -420.5 \text{ mm}$$

となり、蒸発散量が降雨量を上廻り、地下水涵養が生じないことになる。しかし、当地域では雨期と乾期が明瞭であり、雨期中に地下水が涵養されればよいことになる。ここで雨期(5月から10月までの6ヶ月)における地下水涵養量を考える。

降雨量 $P = 36.67 \text{ インチ} = 931.4 \text{ mm}$
 $E = 1,162.8 \times 0.7 = 813.9 \text{ mm}$

したがって、雨期の地下水涵養量は、

$$G = P - E = 931.4 - 813.9 = 117.5 \text{ mm}$$

となる。

地下水涵養域を東側の沖積層からなる平地および Irrawaddy 累層からなる丘陵を対象とし、Pegu Yoma 上昇帯の部分を除くと約 35 km^2 であり、全涵養量は、

$$G = 3.5 \times 10^7 \text{ m}^2 \times 0.117 \text{ m} = 4.1 \times 10^6 \text{ m}^3$$

となる。しかし、このうちの何%かは河川へ流出することから、もつと少ない値となるものと考えられるが、Taungdwingyi 地域の年間揚水量 $Q = 1.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ を補うだけの量はあるものと考えてよい。

次に算定地域を Well Site 影響圏のみとして、帯水層の体積、空隙率から地下水賦存量を求める。

$$V = A \times S \times E$$

A; 対象面積 $5.0 \times 10^6 \text{ m}^2$

S; 帯水層の層厚 30 m

E; 空隙率 10%

したがって、Taungdwingyi 地域の地下水賦存量は、

$$V = 5.0 \times 10^6 \times 30 \times 0.1 \\ = 1.5 \times 10^7 \text{ m}^3 \text{ となる。}$$

この値は、地下水補給や流出を無視した値であり、現在帯水層中に賦存している量である。

(3) 水質

Taungdwingyi 地域内における水質は $EC = 1,200 \sim 1,500 \mu\text{s/cm}$ 、 $PH = 8$ 、水温 29°C を示し、やや溶解塩類が高いようである。一方地域外の湧水帯の水質は $EC = 1,000 \sim 1,100 \mu\text{s/cm}$ 、 $PH = 7.5$ 、水温 27°C であり、地域内に比べ良質となっている。

なお、Taungdwingyi 周辺の EC は東側では小さいが、西にゆくに従って EC は大きくなる傾向にあるが、予定の Well Site は東側の湧水帯にあるため、EC および PH は特に問題ない。

Taungdwingyi 地域における室内試験は 2ヶ所行なった。これらの試験結果を Table 4.9.3.2 に示す。

地域内と地域外(湧水帯)とは、Total Solids、EC、Chlorite の値に差はあるが、いずれも WHO の基準値内にあり飲料水として問題はない。

Table 4.9.3.2 室内水質試験結果

	T. D. C	Pinsi Pagoda
1 Appearance	Clear	Clear
2 Total Solids	820	640
3 Total Hardness	110	136.0
4 Permanent Hardness	4	6.0
5 Calcium Hardness	50	40.0
6 Total Iron	0.05	0.06
7 Chlorite	4	8.0
8 PH	8	7.9
9 EC	1,500	1,000
10 Temp	28	

4) 1井当たり揚水量、井戸間隔および井戸深度

(1) 井戸1本当たりの揚水量

井戸1本当たりの揚水量は、揚水試験によって把握する必要があるが、ここでは Thiem の公式を用いて1本当たりの揚水量を推定する。水位低下量は、井戸間隔500m (影響圏250mm)とすると、 $S = R/3,000$ kより11.78mとなる。

ただし、R; 250m、k; 5×10^{-5} m/sec とする。

ここで当地域の地下水は被圧地下水であることより、揚水量(Q)は、

$$Q = \frac{2\pi Dk(H-k)}{2.3 \log R/r}$$

$$= \frac{2\pi \times 30 \times 5 \times 10^{-5} \times 11.8}{2.3 \log^{250/0.10}}$$

$$= 0.0142 \text{ m}^3/\text{sec} = 920 \text{ m}^3/18 \text{ h}$$

となる。したがって、当地域において700m³/18hは確保できるものと考えられる。

(2) 井戸間隔

井戸間隔は、群井による揚水量の減少ならびに水位低下を防ぎ、また各井戸間において干渉することのない間隔をとるべきである。

当地域では、地層、帯水層の状況、1井当たりの揚水量と低下量を勘案し、最小井戸間隔を500mとした。

(3) 井戸深度

井戸深度は、当地域の帯水層の賦存下部深度が70m前後であるため、生産井の平均深度を76m (砂だめ6m)とする。

4.9.4 水道計画の策定

1) 計画対象区域

居住地域は、北部におけるPyinsiバゴタを中心として発達した旧市街地と、人口増加に伴い開発され、また開発途中の南部地域とに分けられる。前者は人口密度100人/ha程度の高密度地区で、後者は40人/ha程度の低密度地区である。

既存施設による給水地域は北部地区に限られており、その他の地区は自家井戸または買水により飲料水を確保している。

既存配管は、1950年に発生した地震の影響で埋設管からの漏水が激しく修復不可能と判断し、市全域を計画対象地区として新システムを計画することとした。

2) 計画給水人口

現在人口は38,563人で、過去10年間における平均人口増加率は、1.6%である。この増加率は、全国平均2.2%に比べ低い値を示しているが、これはしばしば町をおそう大火による住民の離散によるものと判断される。したがって、この町の計画給水人口を決定するに当たってはT.D.Cメンバーと協議し、将来の人口増加率を2.0%として計画給水人口を決定した。

ここに計画給水人口Yは、 $Y = 38,563(1 + 0.02)^8 = 45,183$ 人より45,200人とした。

3) 計画給水量

$$\begin{aligned} \text{計画給水量} &= \text{計画給水人口} \times 1 \text{人} 1 \text{日最大給水量} \\ &= 45,200 \text{人} \times 105 \text{ℓ/人/日} \\ &= 4,746,000 \text{ℓ/日} \\ &\approx 4,800 \text{m}^3/\text{日} \end{aligned}$$

4) 給水ブロックの分割

計画給水地域は、鉄道、道路、クリークおよび人口分布状況よりFig.4.9.4.1に示すとおり4つの給水ブロックに分割し、計画を行うこととした。

各ブロックの計画諸元はTable 4.9.4.1のとおりである。

Table 4.9.4.1 ブロック毎の計画諸元

	計画給水人口	給水面積※)	人口密度	計画給水量
A	25,500	149.2 ha	184.0 人/ha	2,890 m ³ /日
B	7,200	101.4	71.0	760
C	8,000	188.8	42.4	840
D	2,500	18.6	134.4	260
計	27,500	458.0	Ave. 60.0	4,750

ただし給水面積には農業用地を含まず。

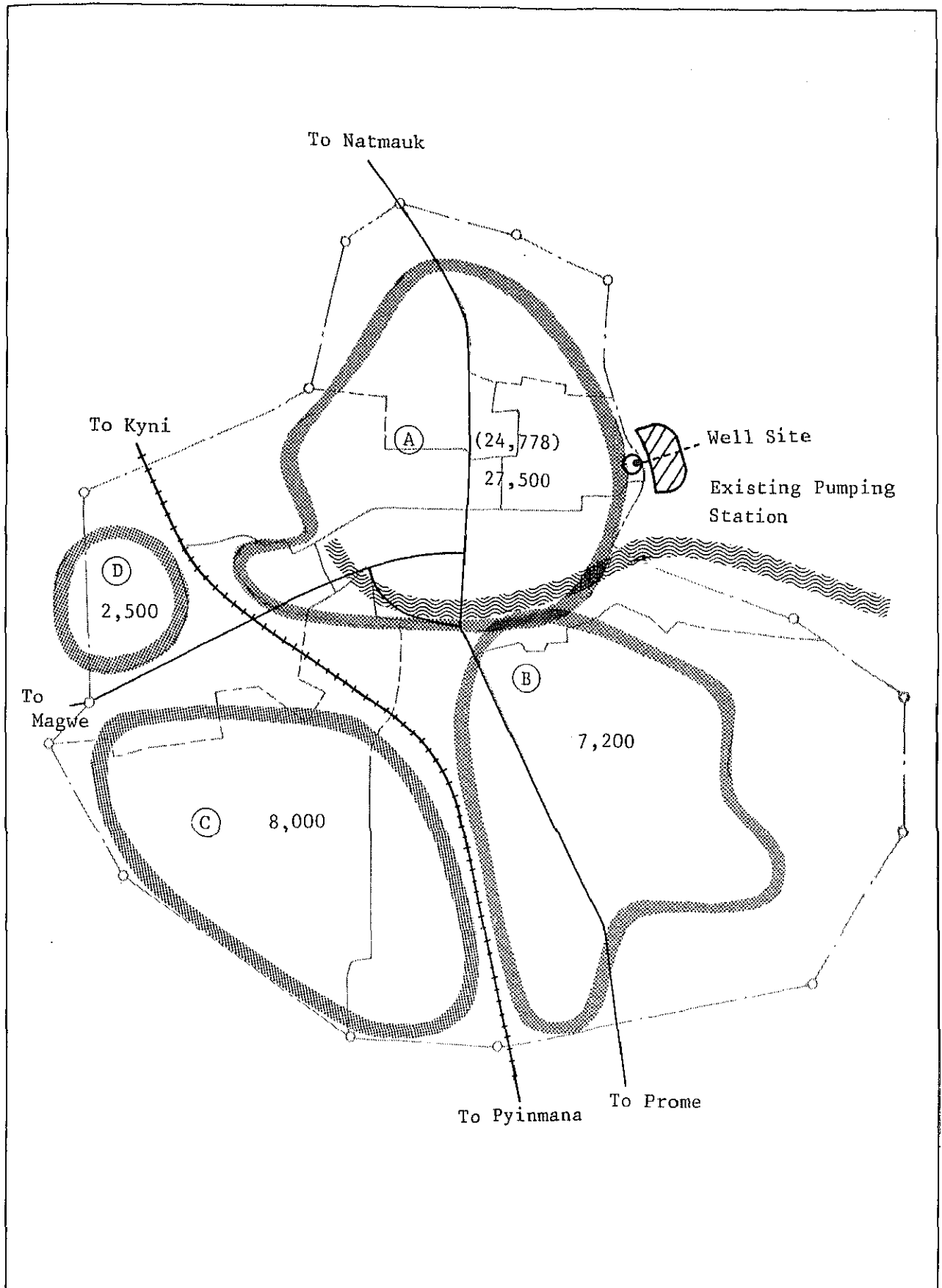


Fig. 4.9.4.1 給水ブロック毎の計画給水人口

5) 施設計画

既存の水道施設は前述のごとくである。このうち深井戸と給水配管を除くすべての施設は容量的に十分であり、構造的にも将来的に耐久性があるものと判断し、新システムにはこれらを最大限に利用することとした。以下に新施設のシステムフローを示す。

(Fig. 4.9.4.2 参照)

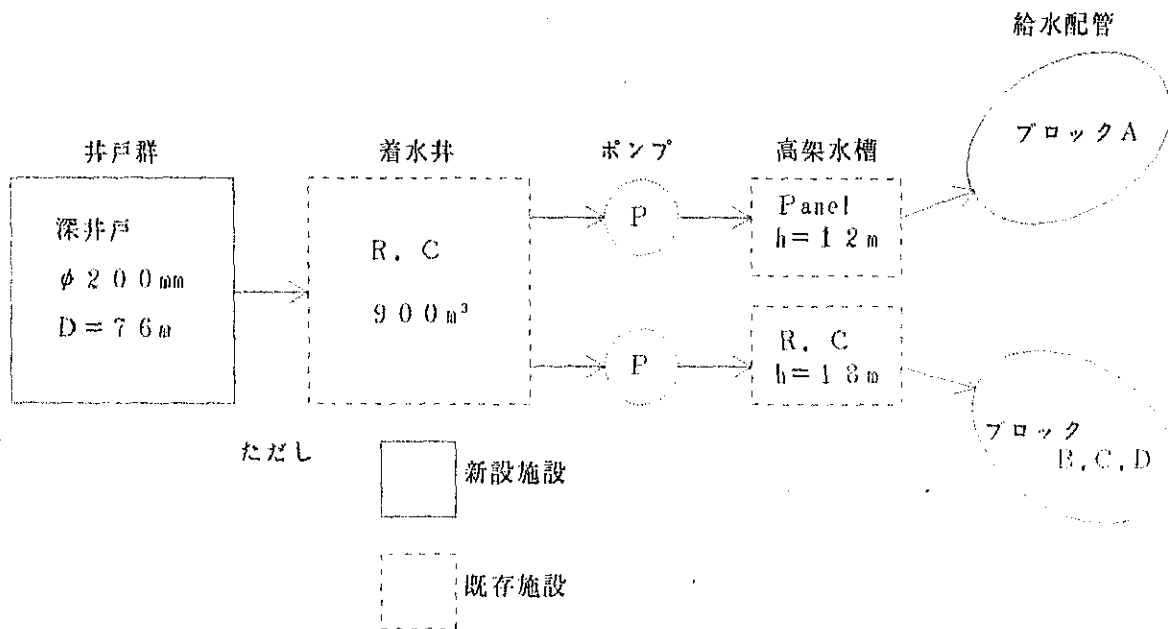


Fig. 4.9.4.2 新施設のシステムフロー

新施設は、市の北東部に新井戸群を設置し、既存の着水井、ポンプおよび高架水槽を経て各ブロックへ給水するシステムである。以下に各施設の計画を述べる。

① 取水施設

4.9.3で述べたとおり、この地区の井戸1本当たりの計画揚水量は $700\text{ m}^3/\text{日}$ であり、1日当たり計画給水量は $4,750\text{ m}^3/\text{日}$ である。従って計画井戸本数 N は、

$$N = 4,750 \div 700 = 6.8 \text{ 本より } 7 \text{ 本とした。}$$

② 着水井

着水井の必要容量を計画1日最大給水量の2時間分とすると必要容量 V は、

$$V = 4,750 \div 24 \times 2 \approx 400\text{ m}^3 \text{ である。}$$

また、既存施設は 900 m^3 の容量を有しており、容量として問題はない。

③ 高架水槽

既存の高架水槽は 90 m^3 の容量を持つパネルタンクと 55 m^3 の容量のコンクリートタンクがある。しかし、これらの高さは前者 12 m 、後者 18 m と異なるため、統合することは困難である。

従って本計画では、高い方のコンクリートタンクからは遠方のブロックB.C.Dに配水し、低い方のパネルタンクからは近くのブロックAにそれぞれ配水することとした。

また、高架水槽の必要容量は1日最大給水量の30分分とすると、

$$\text{パネルタンク} \quad V = 2,890 \div 24 \times 0.5 \approx 60 \text{ m}^3 < 90 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{コンクリートタンク} \quad V &= (760 + 840 + 260) \div 24 \times 0.5 \\ &\approx 39 \text{ m}^3 < 55 \text{ m}^3 \text{ であり、} \end{aligned}$$

既存の高架水槽は、計画容量に対して十分である。

④ 給水配管

既存配管は前述のごとく、漏水が激しいため、すべて新規の配管を計画した。

計画配管のレイアウト、管径および延長は、Fig.4.9.4.3～4とTable 4.9.4.2に示すとおりである。

Table 4.9.4.2

計画施設の概要

施設	項目	内 容	数 量	摘 要
取水施設	生産井	計画取水量700m ³ /d φ200mm×H76m	7本	ケーシング H=56m スクリーン H=20m
	調査井	φ150mm×H90m	3本	ケーシング H=70m スクリーン H=20m
	観測井	φ100mm×H76m	6本	ケーシング H=66m スクリーン H=10m
	取水ポンプ	φ80mm×0.648m ³ /min×11KW	7基	W-1~W-7
	ポンプ室	レンガ構造 4m×4m	7棟	
導水施設	導水管	φ150mm~φ350mm	3,270m	
		T型ダクタイル鋳鉄管 3種 各種異形管		
	仕切弁	φ150mm~φ350mm	6ヶ所	
	空気弁	φ20mm~φ25mm	5ヶ所	
配水施設	配水管	φ75mm~φ250mm	20,230m	
		T型ダクタイル鋳鉄管 3種 各種異形管		
	仕切弁	φ75mm~φ250mm	53ヶ所	
	空気弁	φ20mm	43ヶ所	
電気施設	中継ポンプ	φ200mm×2.440m ³ /min×22KW	1基	
	変電設備	3φ4W 11KV/0.4 100KVA	1式	
	送電線	OW 22"~80" CV8"×4c	18.0km	
		付属品	1式	

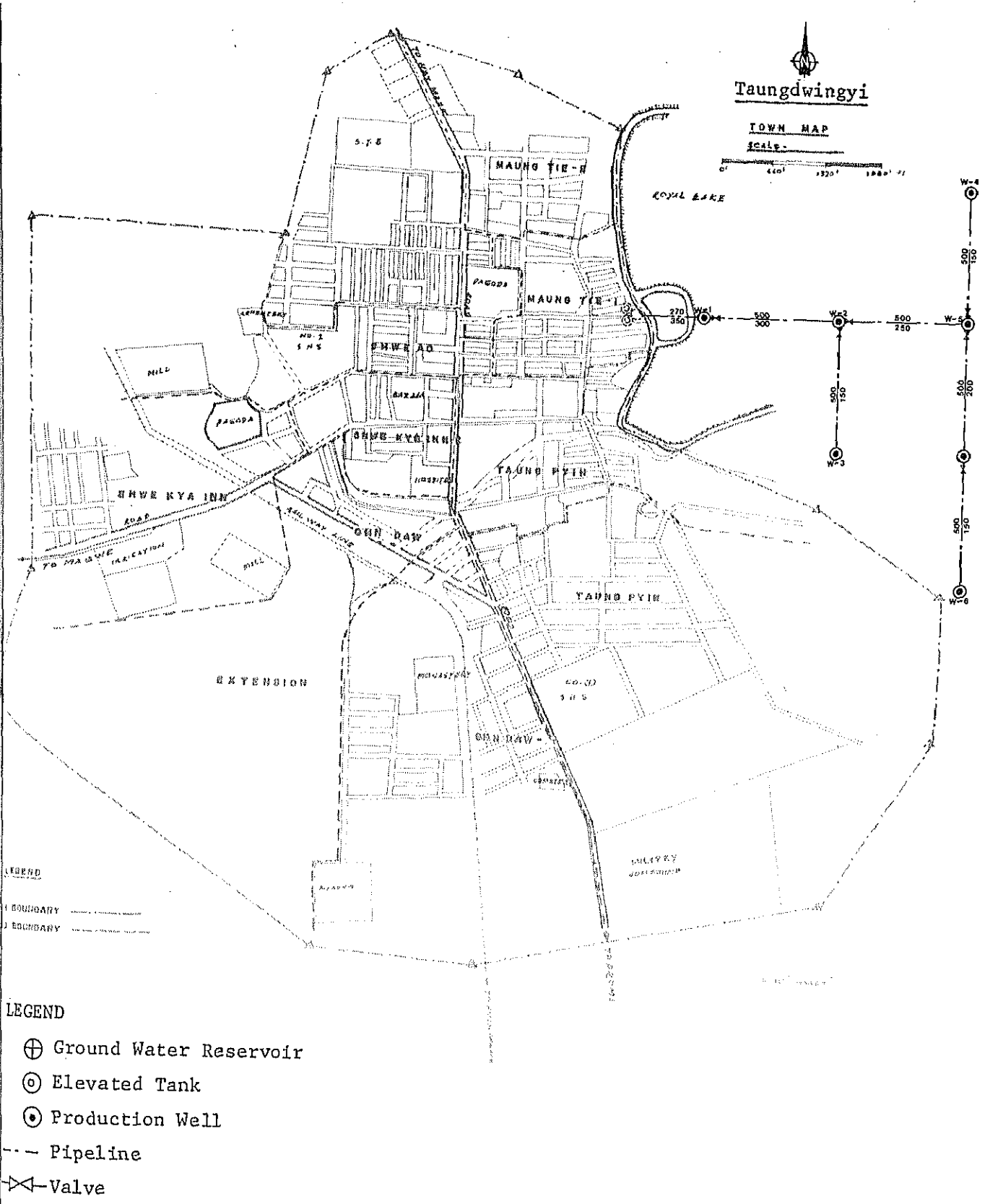


Fig. 4.9.4.3 導水管平面圖

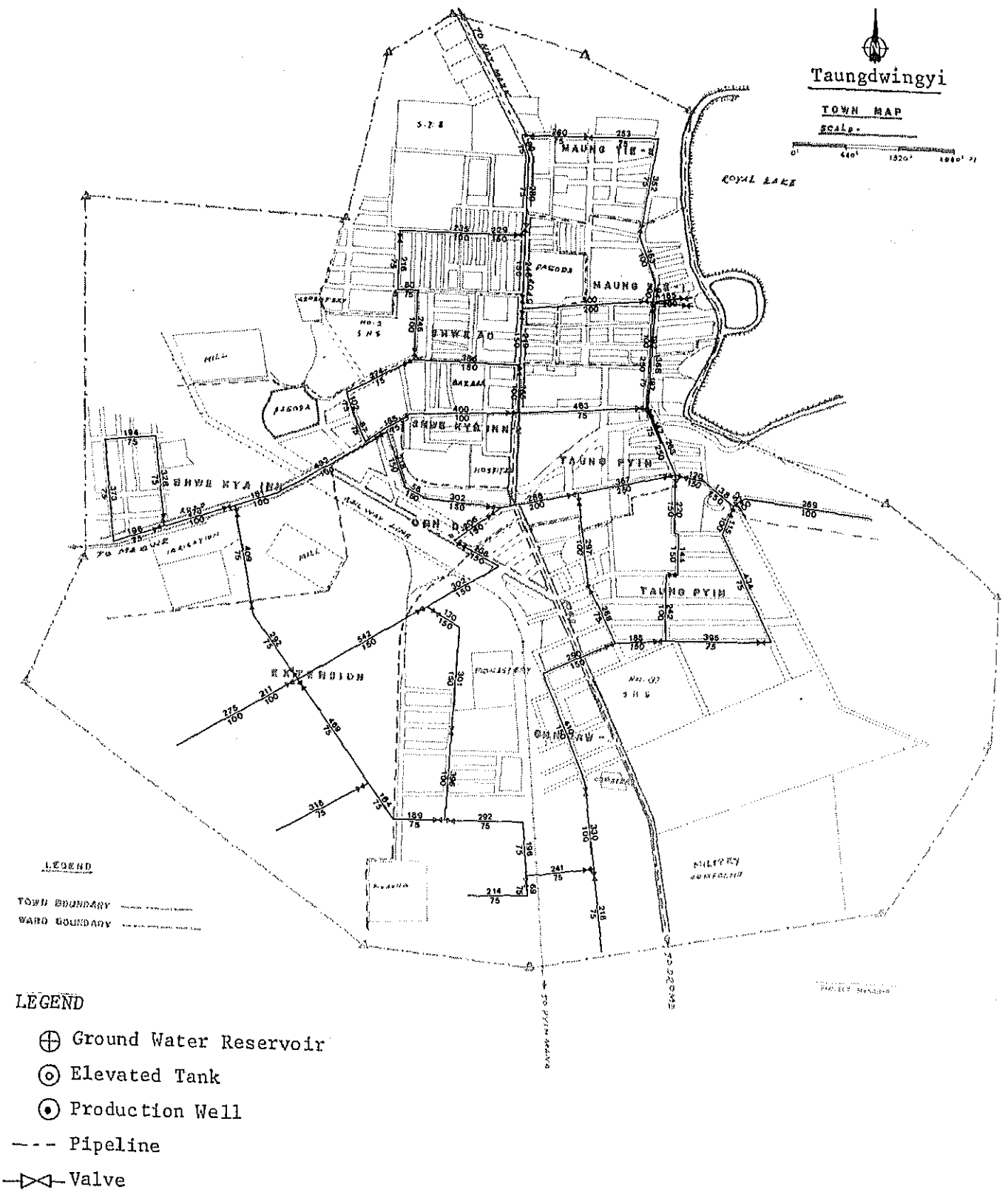


Fig. 4.9.4.4 配水管網平面圖

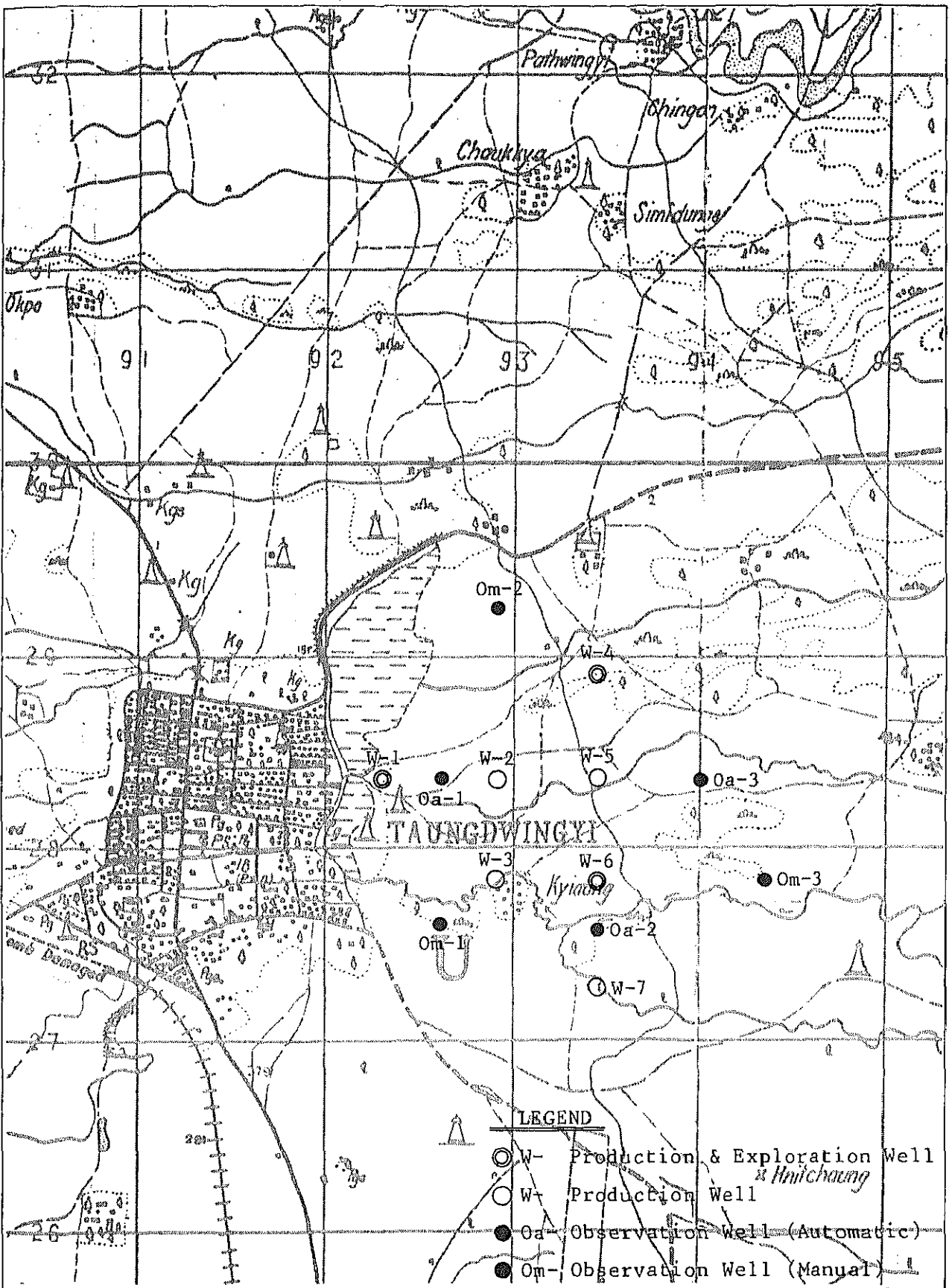


Fig. 4.9.4.5 計画井戸位置図

4 . 1 0 P r o m e および M a g w e

4 . 1 0 . 1 プロジェクトの概要.....2 5 7

4 . 1 0 . 2 工事の進捗状況.....2 5 7

4 . 1 0 . 3 プロジェクトの効果と今後の方針.....2 5 7

4.10.1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは1981年度日本政府が行なった、無償資機材供与により、現在ビルマ政府が実施中の都市水道開発プロジェクトである。

1991年10月の公換公文に基づいて、プロジェクトに必要な資機材のうちの一部が供与され、現在諸施設が建設中であるが、すでに給水エリアの一部には給水が行なわれているにもかかわらず、資機材が不足しているため未だ工事完成の目途が立っていない状況である。従ってビルマ国政府は本プロジェクトを当初の工程に合わせて完成させるべく、日本政府に対し再度追加資機材についての要請をして来た。

4.10.2 工事の進捗状況

本プロジェクトはG.A.Dが担当しており、工事を着手するにあたってG.A.Dは技術指導委員会、実行委員会および運営委員会を組織し、1982/83から1985/86の4個年で工事を完成させる工程表を作成している(Fig. 4.10.2.1参照)。1984年11月現在、工事はほぼ当初の工程どおり進んでいるが、外貨により購入すべき資材のうち配水管とその付属品が不足し配水管工事が手待の状態であり、また国内調達資材による貯水槽工事はセメントおよび鉄筋等の資材は入手できずまだ着手されていない。

4.10.3 プロジェクトの効果と今後の方針

現在、取水施設の大半と給水管埋設工事の一部は完了しており、G.A.Dはこれらを使って給水可能地域には直送方式により給水を開始している。

この給水開始は市民に非常に喜ばれており、特にMagwe地区ではこの吉報を聞きすでに周辺地域からの移入が始まり、1981年の計画時点には4万9千人であった人口は計画目標年の6万1千年を上回る人口となっている。

これらのことから本プロジェクトが地域に与えるインパクトは予想以上に大きく、十分な効果があったことは実証されたといえる。また供与された資機材が有効に利用されているという結果から、このプロジェクトに対する追加資機材の援助は行なわれるべきと判断される。

Table 4.10.3.1 Prome および Magwe 追加資機材

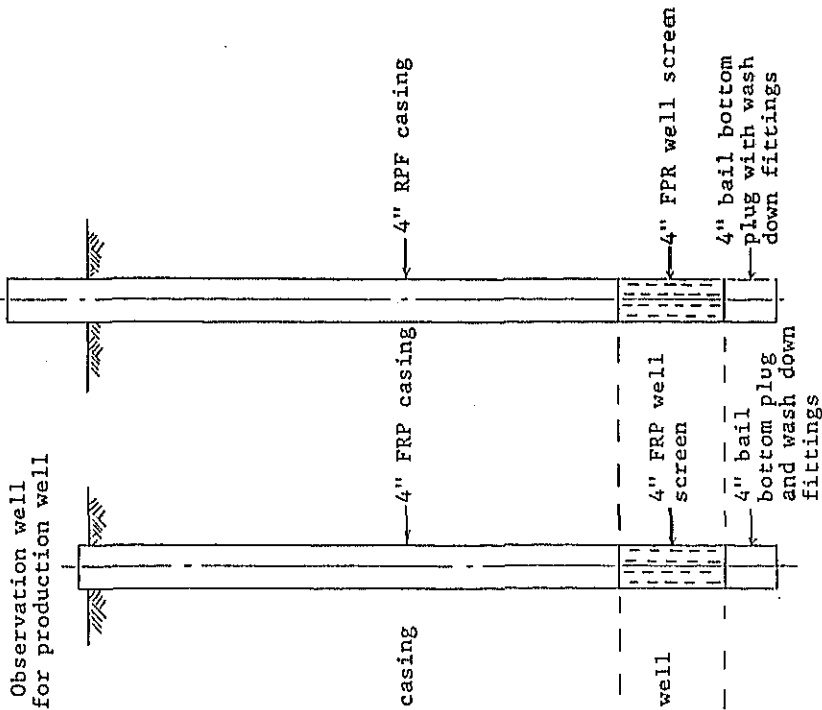
都 市	工 種	仕 様	数 量	摘 要
Prome	ダクタイル鋳鉄管	φ100	11,070m	
	”	φ150	22,780m	
	同上付属品		1 式	
	パネルタンク	160m ³	1 基	配水池
	”	130m ³	1 基	”
	”	55m ³	1 基	高架水槽
	”	25m ³	1 基	”
Magwe	ダクタイル鋳鉄管	φ75	2,500m	
	”	φ100	3,500m	
	”	φ150	5,000m	
	同上付属品		1 式	
	パネルタンク	150m ³	1 基	配水池
	”	55m ³	1 基	”
	”	55m ³	1 基	高架水槽
”	35m ³	1 基	”	

4 . 1 1 参考図

(生産井、調査井、観測井、高架水槽)

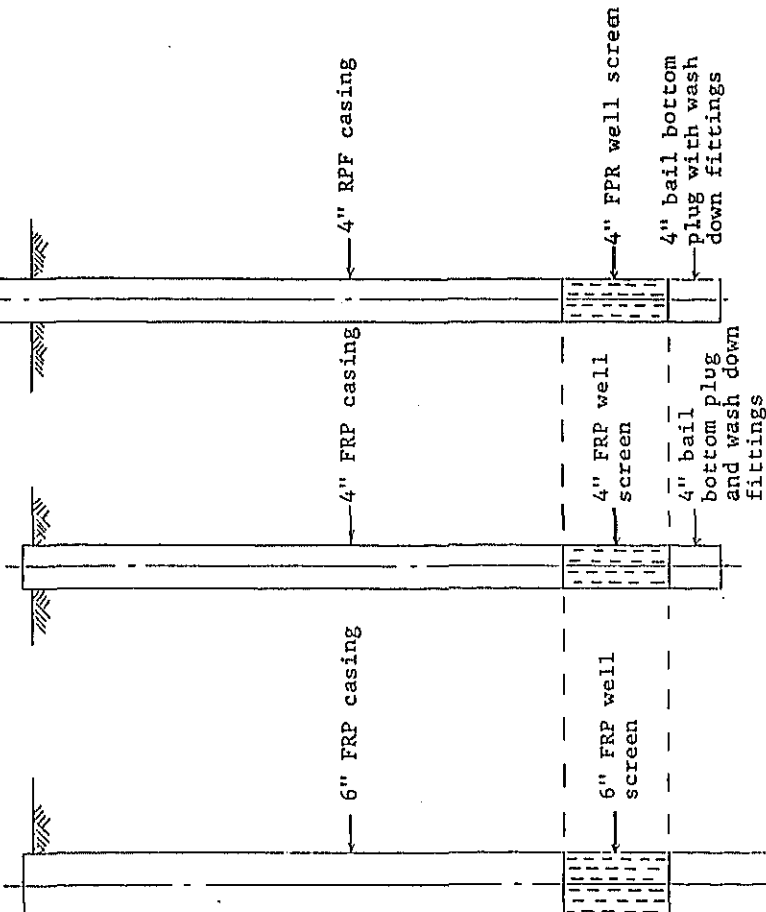
OBSERVATION WELL

Observation well for long term observation of aquifer



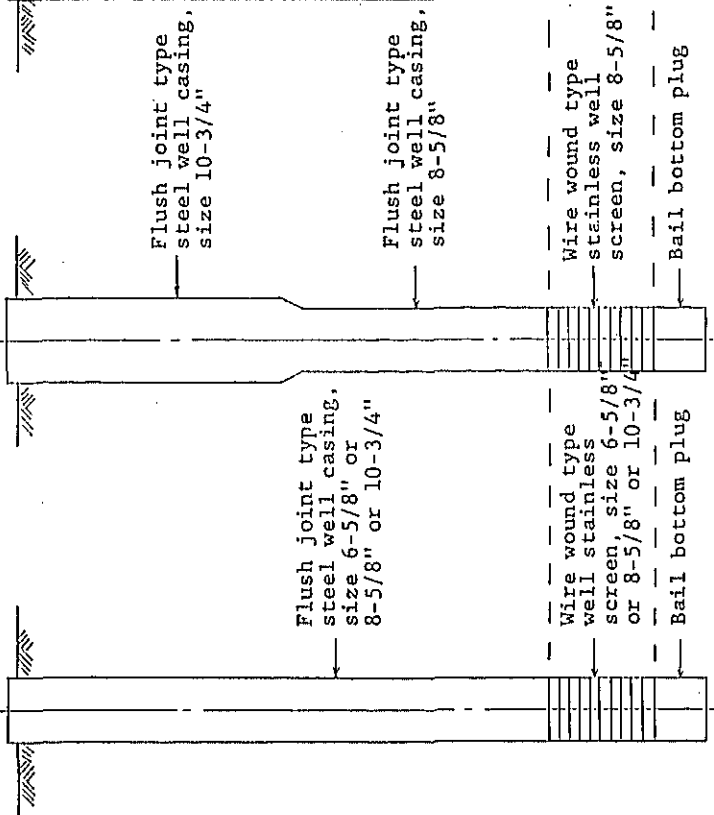
EXPLORATION WELL

Observation well for production well



Type D

Type A, B or C

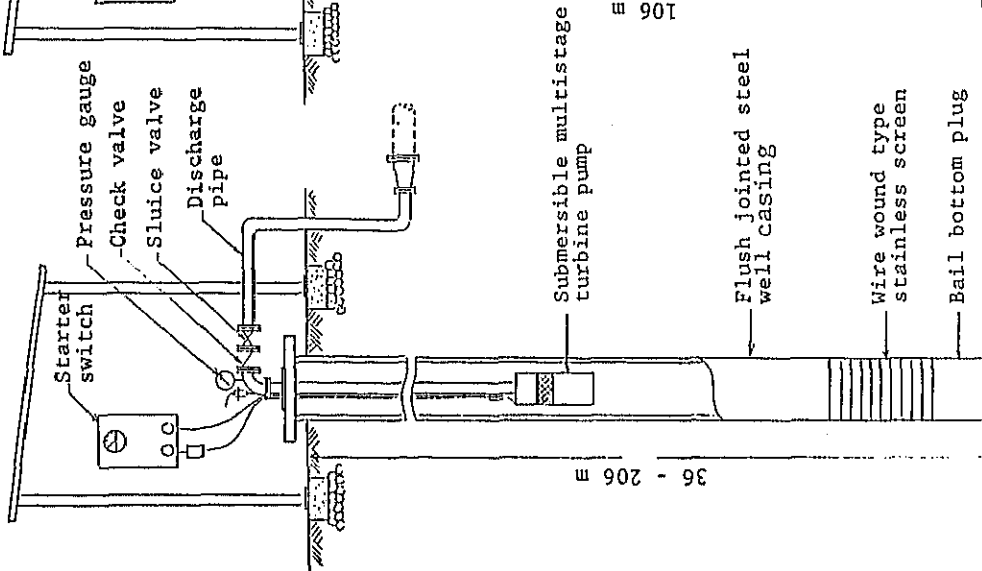


PRODUCTION WELL

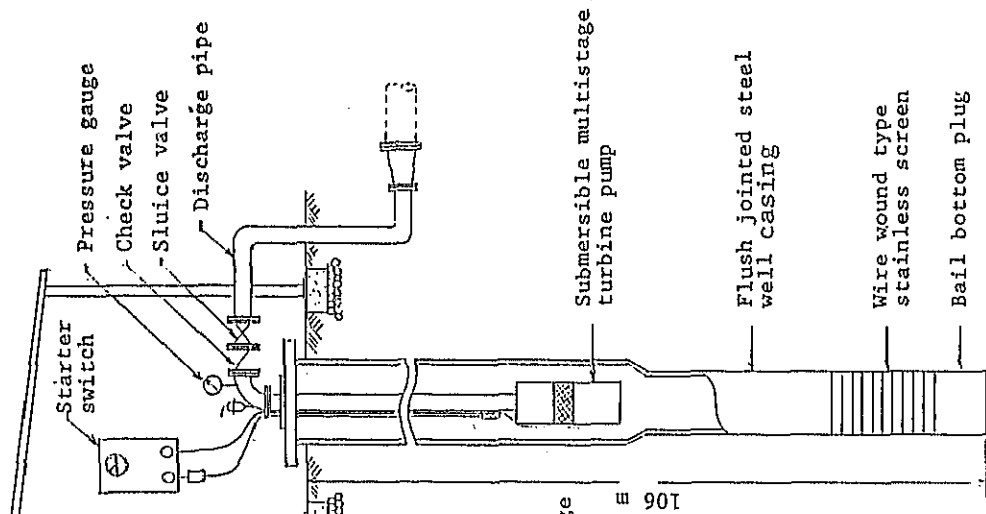
	Well casing	Well screen
Type A	6-5/8"	6-5/8"
Type B	8-5/8"	8-5/8"
Type C	10-3/4"	10-3/4"
Type D	10-3/4" x 8-5/8"	8-5/8"

PRODUCTION WELL

TYPE A, B & C
PRODUCTION WELL

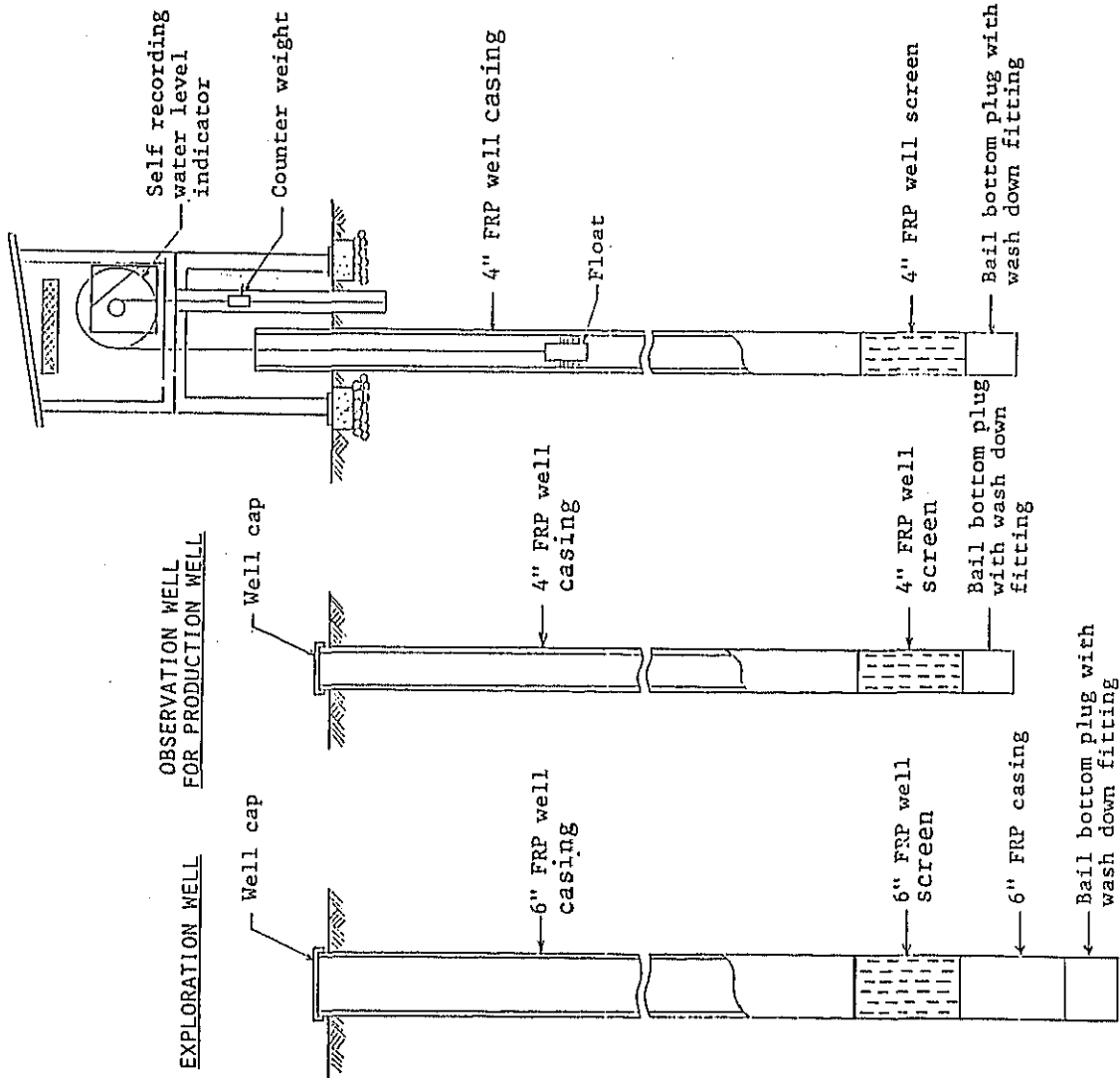


TYPE D
PRODUCTION WELL



	Name of Town	Well size	Depth	No. of well
TYPE A	PYINMANA	6-5/8"	76 m	10
	PYAMEWE	6-5/8"	46 m	15
TYPE B	THAZI	8-5/8"	36 m	5
	SHWESO	8-5/8"	206 m	9
	TAUNGWINGYI	8-5/8"	76 m	7
	YAMETHIN	8-5/8"	176 m	4
TYPE C	MONYWA	10-3/4"	56 m	9
TYPE D	PAKOKKU	10-3/4" x 8-5/8"	106 m	7

OBSERVATION WELL FOR LONG TERM OBSERVATION OF AQUIFER



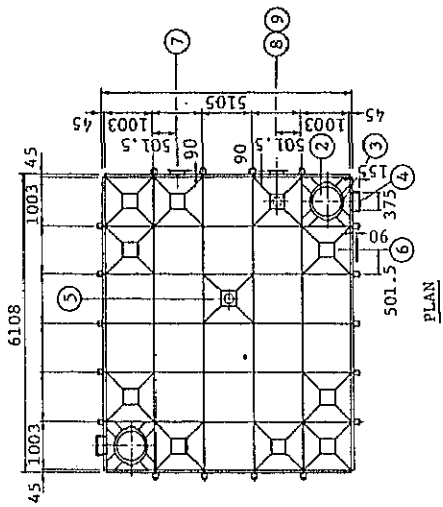
EXPLORATION WELL, SIZE 6"

Town	Depth	No. of well
PYINMANA	90 m	5
PYAWBWE	55 m	8
THAZI	40 m	2
SHWEBO	250 m	5
MONYWA	65 m	5
PAKOKKU	130 m	4
TAUNGDMINGYI	90 m	3
YAMETHIN	220 m	2

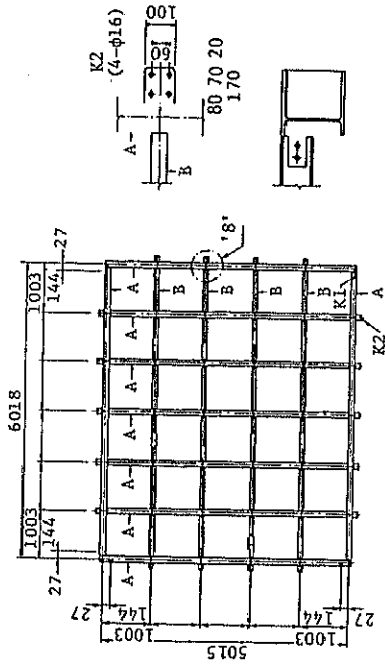
OBSERVATION WELL

Down	Depth	No. of well	
		for production well	for aquifer*
PYINMANA	76 m	4	4
PYAWBWE	46 m	5	4
THAZI	36 m	2	2
SHWEBO	206 m	4	3
MONYWA	56 m	4	4
PAKOKKU	106 m	3	3
TAUNGDMINGYI	76 m	3	3
YAMETHIN	176 m	3	1

*Note: Self recording type water level indicator shall be installed.



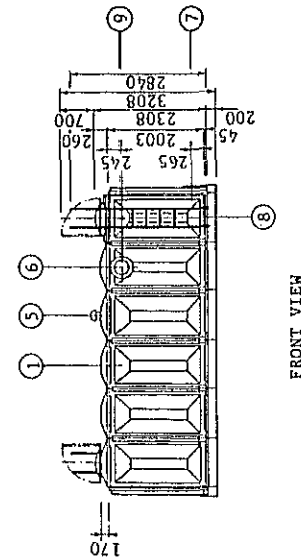
PLAN



DETAIL OF 'a'

STEEL SKID

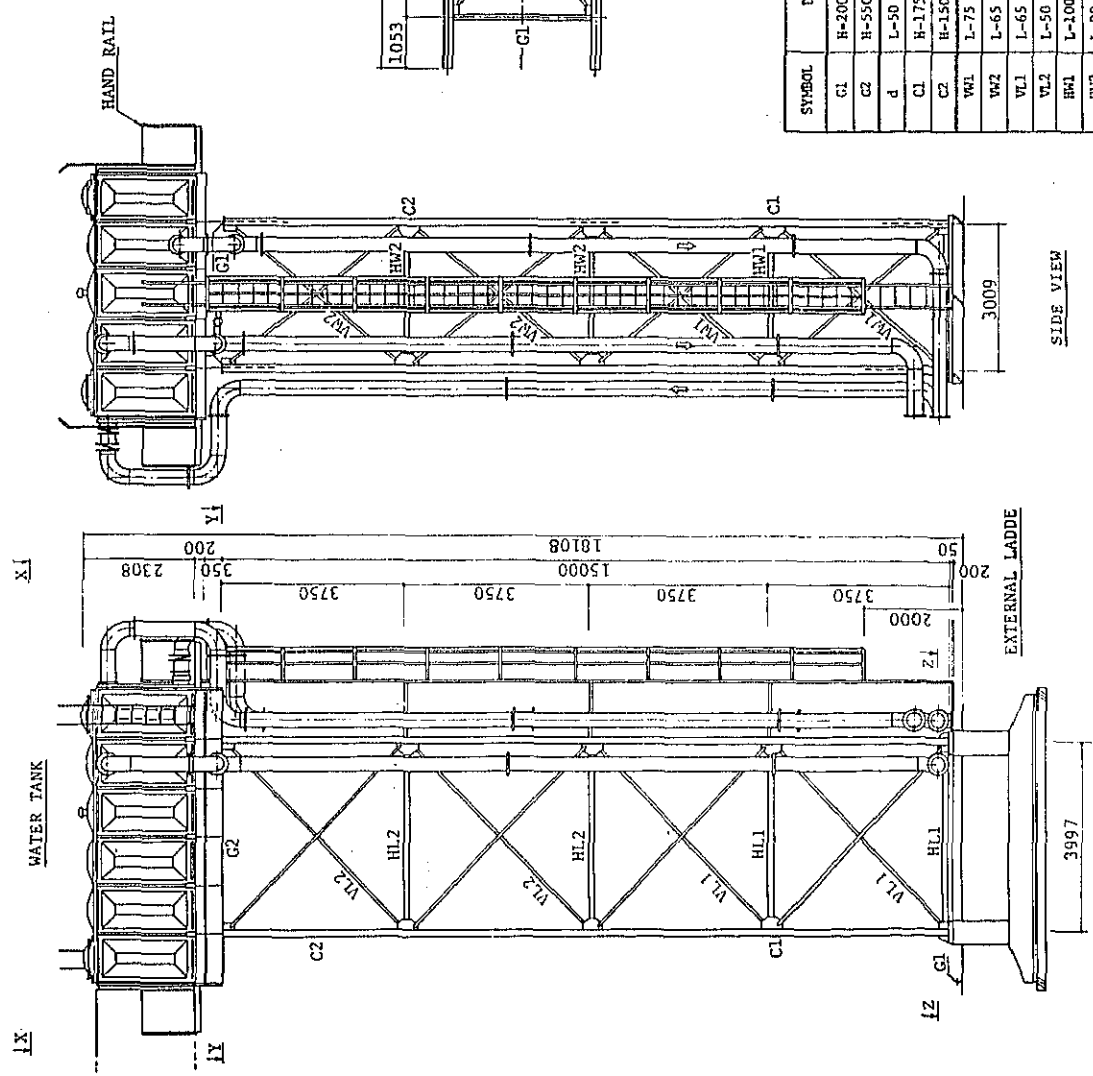
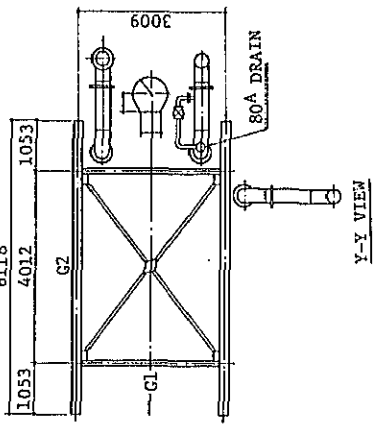
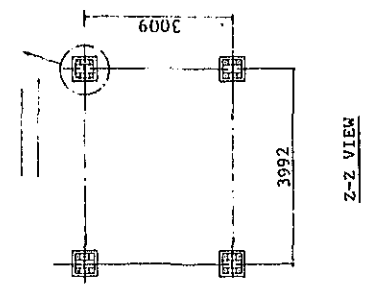
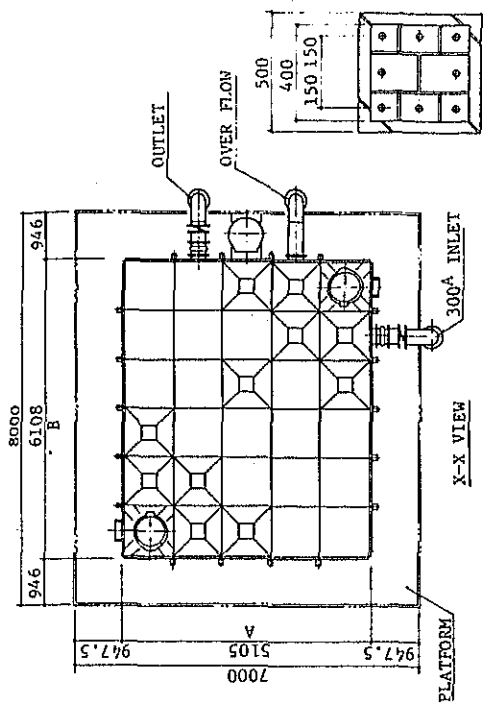
SYMBOL	DIMENSION
A	H-200 x 100 x 55 x 8
B	H - 100 x 50 x 5 x 7
K1	8-φ14 ANCHORSET BOLT HOLES (+M12)
K2	72-φ16 BLOCK SET BOLT HOLES (+M12)



FRONT VIEW

NOTE
 1) BOTTOM PANEL,
 2) ROOF PANEL

NO	NAME	MATERIAL	QTY	REMARKS
9	OVER FLOW 300A	GRF	1	JIS 10 Kgf/cm ² FLANGE
8	DRAINAGE 75A	FC	1	"
7	OUTLET 300A	GRF	1	"
6	INLET 300A	GRF	1	JIS 10 Kgf/cm ² FLANGE
5	AIR VENT 100A	PVC	1	
4	EXTERNAL LAODER	STEEL	2	W 375 x P 300
3	INTERNAL LAODER	PVC	2	W 300 x P 300
2	HAMMOLE	GRF	2	φ600
1	WATER TANK	GRF	1	PANEL COLOR VORT
NC	NAME		MATERIAL QTY	REMARKS



SYMBOL	DIMENSION
G1	H-200 x 100 x 5 ⁵ x 8
G2	H-550 x 175 x 7 x 11
d	L-50 x 50 x 6
C1	H-175 x 175 x 7 ⁵ x 11
C2	H-150 x 150 x 7 x 10
V1.1	L-75 x 75 x 6
V2.1	L-65 x 65 x 6
V1.2	L-65 x 65 x 6
V2.2	L-50 x 50 x 6
H1.1	L-100 x 100 x 7
H2.1	L-90 x 90 x 7
H1.2	L-150 x 150 x 9
H2.2	L-100 x 100 x 7

CITE NAME	CAPACITY	SIZE	Q'TY	TOWER HEIGHT	DIMENSION		
					A	B	C
PYINMANA	38.9 m ³	5.0 x 5.0 x 2.0	1	15 m	5105	5105	2048
	12.9	3.0 x 3.0 x 2.0	2	15	5099	5099	2048
	12.9	3.0 x 3.0 x 2.0	1	15	5099	5099	2048
PYAWAYE	25.2	4.0 x 4.0 x 2.0	1	15	4102	4102	2048
	32.6	4.0 x 5.0 x 2.0	1	15	4122	5105	2048
THAZI	30.4	4.0 x 5.0 x 2.0	1	15	4102	5105	2048
SINWERO	41.8	5.0 x 5.0 x 2.0	1	15	5105	5105	2048
	41.5	5.0 x 5.0 x 2.0	1	15	5105	5105	2048
	43.0	5.0 x 5.0 x 2.0	1	15	5105	5105	2048
MONYTA	30.8	4.0 x 5.0 x 2.0	1	15	4102	5105	2048
	50.5	5.0 x 6.0 x 2.0	1	15	5105	6108	2048

第5章 事業費および事業の実施体制

5.1 事業費の概算

外貨分の主なものとしては、井戸材料としてのケーシング、スクリーン、動力設備としての変圧器、ケーブル、揚水設備としてのポンプ類、配水設備としての管類、高架水槽、さく井機械(予備品含む)、事業遂行上必要となる車輛、海上輸送費および実施設計費である。

内貨分については、資機材のうちビルマ国で産出する、セメント、骨材、砕石、木材等の原材料、労務費、および内陸輸送費等である。

全体工事費は約35億円であり、日本国負担分が68%の約24億円を占め、ビルマ国負担分は32%の約11億円である。

なお、前回実施されたProme、Magweプロジェクトへの追加資材(配管、タンク)3億円を加えると日本国負担分は約38億円となる。

5.2 事業の実施体制

5.2.1 事業実施の方法

本プロジェクトの事業実施に当たっては実施設計を行ない、より確実な仕様と数量を見積もった後、資機材供与を行なうことを前提とした。この場合資機材の供与および事業の実施は次の2段階に分けられる。

第1段階は、

- 1) Prome、Magweプロジェクトに対する不足資機材の供与。
- 2) 実施設計を行うために必要な資機材の供与および調査。
 - ・ Prome、Magweプロジェクトで供与された4台の掘削機に対するスペアパーツおよびツールズ類の供与。
 - ・ 新規対象都市の調査井の実施。
 - ・ 施設建設予定地の測量および地質調査。
- 3) 実施設計を必要としない都市に対する資機材供与。
- 4) 新規対象都市のための掘削機械および建設機械の供与。
- 5) 実施設計等であり、

第2段階は、実施設計の結果、必要とされた資機材の供与および建設工事である。

5. 2. 2 実施設計

ビルマの都市水道開発は、G.A.Dが担当している。G.A.Dは直接の技術スタッフを持たないため、Prome とMagwe のプロジェクトを行うに当たっては、管轄下にあるR.C.D.C(Rangoon City Development Committee) のRangoon Water Supply Project の技術者が実際の作業に当たっている。今回の9都市に対するプロジェクトについても、G.A.DはProme、Magwe プロジェクトと同様の体制を考えている。

G.A.Dの管轄下にはR.C.D.Cの他、M.C.D.C(Mandalay City Development Committee)、Moulmein Township Development Committee 等200を越える都市開発委員会があり、各々が必要に応じた技術者を持っている。しかしながら技術者の総数はアシスタントエンジニアを含めて350人程度であり、新プロジェクトを遂行するには技術者が不足している状態である。保有技術者の中には海外での研修を受けた者もいるが、計画段階から工事実施に至る経験を有する者は少ない。

Prome、Magwe プロジェクトの実実施設計および施工は、ビルマ側の責任において実施され、現在部分的に水供給が開始されているものの、実施設計の内容は基本設計を部分的に変更したものであり、工事内容も十分であるとは言い難い。

G.A.Dは本プロジェクトを実行するに当たり、十分な計画に乗っ取って、機能的にかつ短期間に最大の効果を上げる必要があることから、実施設計に対する日本側の協力を強く要望しており、施工および運営管理についても、長期専門家による指導を要望している。

従って、本プロジェクトの実実施設計は日本側で行なうことを前提として、実施工程表を作成した。

実施設計に必要な作業項目は後述のとおりである。

(1) 調査

(1)-1 地下水調査

一都市2～3本の調査井を実施し、より確実な地下水状況を把握する。

*地層条件(電気探査、密度検層)

*地下水定数(揚水試験)

*水質試験(揚水可能量、深度、ストレーナーの位置、井戸本数)

(1)-2 地形測量

①補測によりタウンマップを修正し、縮尺1/5,000の平面図を作成する。

これには水源予定地を含むこととし、コンターは平地部0.5m、山地部1.0mとする。

②地下水槽予定地の細部測量(縮尺1/200)

(1)-3 土質調査

地下水槽および高架水槽の支持力の計算と基礎形式の決定(標準貫入試験)。

- (1) - 4 支障物件調査
 - 道路、鉄道、河川等と交差する地点の状況調査を行い交差形式を決定する。
- (2) 設計計画
 - 調査結果を基に概略形式および規模を検討し施設設計の基本方針を決定する。
- (3) 施設設計
 - (3) - 1 取水施設
 - ① 井戸形式の決定
 - (径、深度、ストレーナーの位置、グラベルウォール、水中ポンプ等)
 - ② 井戸構造図
 - (3) - 2 導水施設
 - ① 配管設計
 - ② 河川、鉄道等の交差構造物の設計
 - ③ 曲管防護およびウォーターハンマー対策の検討
 - ④ 図面作成(平面図、配管図、その他)
 - (3) - 3 貯水施設(配水池、着水井、高架水槽)
 - ① 形式検討(比較表等)
 - ② 設計条件の決定(荷重、材料強度、土質定数)
 - ③ 基礎工の検討
 - ④ 安定計算
 - ⑤ 構造計算
 - ⑥ 附帯工(配管、仮設)
 - ⑦ 図面作成(一般図、構造図、配筋図、配管図)
 - (3) - 4 配水施設
 - ① 管網計算(マイクロコンピューターによる)
 - ② その他は導水施設に準ずる。
 - (3) - 5 配電施設
 - ① 受電計画
 - ② 変電設備
 - ③ 配電設備
- (4) 仕様書作成
- (5) 数量計算
- (6) 工事算出(資機材費、労務費、費用区分[国内、国外]を含む。)
- (7) 施工計画(工事方法、工事管理、工事工程)
- (8) 維持管理マニュアル

5.2.3 実施工程

前述の事業実施の方法に従い、段階別の建設工程をTable 5.2.3.1とTable 5.2.3.2に示した。

第1段階では、発注のための仕様書の作成期間としてE/N交換後3カ月を予定し、その1カ月後に契約を行なうこととした。契約後資機材の製作、輸送に3カ月を要するものとする、準備工を含めた作業実施の開始はE/N交換から8カ月後となる。実施設計は調査井により計画揚水量を把握し、測量、地質調査の完了した都市から順次実施する。実施設計には6カ月を要する。また新規掘削機は製作に6カ月、海上輸送および建設準備に2.5カ月かかるものとする、契約後約8.5カ月を要し、実施設計用の調査井には使用不可能であるため、本調査井の掘削工事にはProme、Magweプロジェクトで供与した4台の掘削機を使用することとする。また実施設計を必要としない都市についての建設は、ビルマ政府側の実施体制にもよるが工事の規模が小さいことから事業開始後1カ月以内に終わることとした。なお気象条件および保守修理から、井戸建設工事の年間稼動月数を8カ月としその他の工事についても同様とした。

第2段階については、E/N交換後3カ年で建設を完了する計画とした。

5.2.4 実施組織

事業はProme、Magweプロジェクトと同様に技術委員会、実行委員会および運営委員会を設立し、これらが建設工事運営を行う。本事業は都市数が多く、都市の場所が広範囲にわたるため、都市を3ないし4のグループに別けて、グループ別に本部を置きこれが統括することが望ましい。なお工事は早期に完成することが事業の効果を上げる大きな要因であり、機能的に工事を進めるために、施工計画時点から日本人専門家が参画する必要があると考えられる。

Fig. 5.2.4.1に実施組織の参考図を示した。この組織はG.A.Dの下にプロジェクト統括事務所を置きプロジェクトマネージャーが管理し、その下に3つの管理事務所を置く。また、各都市にはそれぞれ建設事務所を置くこととするが、その都市に管理事務所が有る場合には管理事務所がこれを兼任する。各建設事務所の人員構成は下記を基本と考えた。

事務所長	1名
副事務所長	1名
井戸技術者	8名
土木技術者	5名
運転手	3名
人夫	20名

Table 5.1.3.1 1st Stage Work Schedule

Item	Year		Month																																		Remarks										
	physical Y.		Month																																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		35	36								
Preparation of Tender Documents			█																																												
Manufacturing & Transportation of Drilling Rigs						█																																									
Manufacturing & Transportation of Equip. & Mats.						█																																									
Preparatory Works																																															
Drilling work of Exploration wells																																															
Topographical Survey & Soil Test																																															
Detailed Design works																																															
Construction for Yenangyaung Town																																															
Comments																																															
	E/N	Contract																																													
		Tender	Start of Work																																												

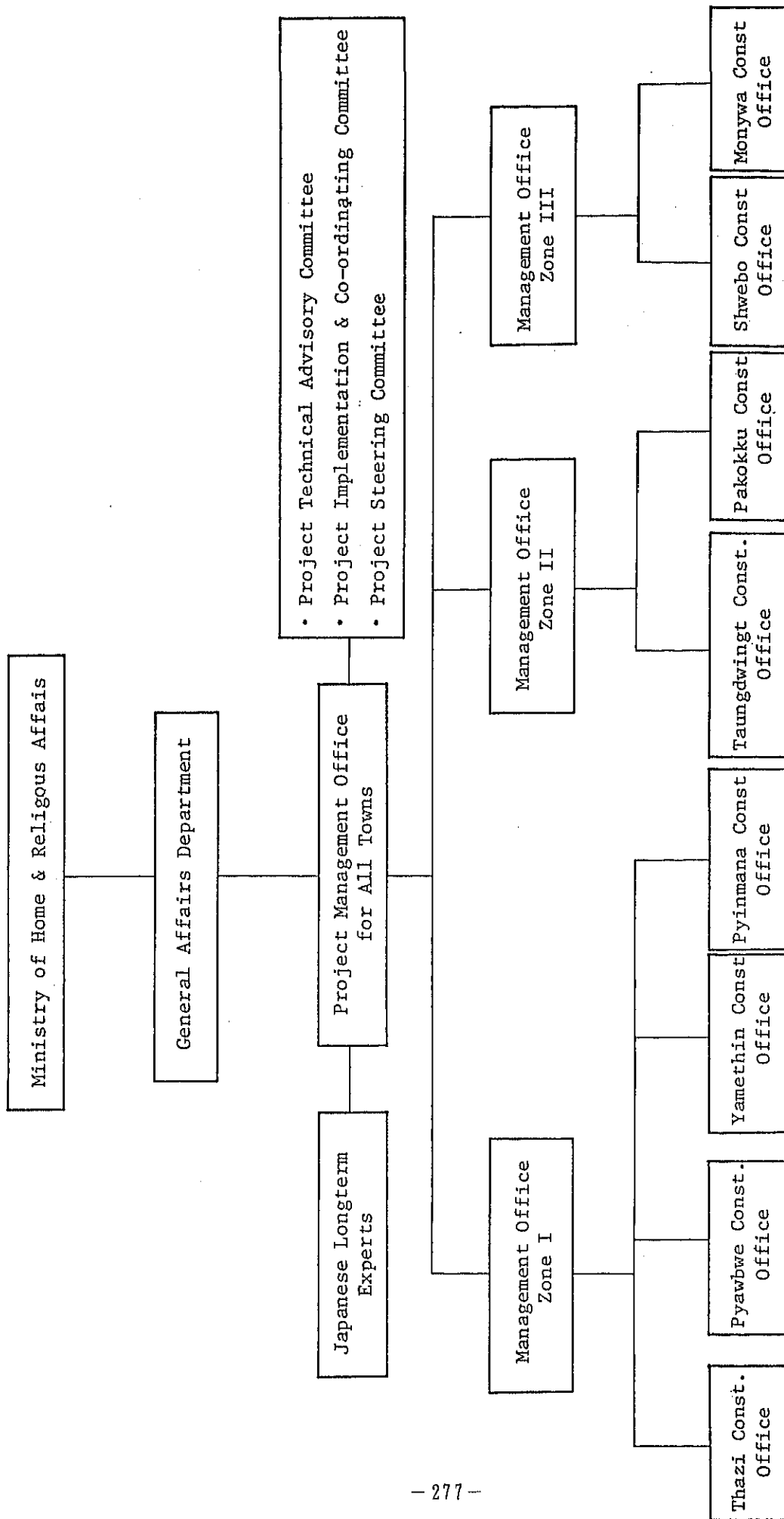


Fig. 5.2.4.1 建設工事機構図

5.3 維持管理体制

本プロジェクトにより、各都市は、既存水道施設を含めて全域に水道管が布設されることになるので、常に住民が安心して飲料水の恩恵を享受できるよう、これを維持管理していくことが必要である。

5.3.1 組織

水道施設の維持管理は、地区開発委員会(地方自治体)が総ての責任を負っており、本プロジェクトも地区開発委員会のもとに、以下の体制で維持管理を実施させる必要がある。

- i) 水道事業の総括を行う水道事業管理者を置く。
- ii) 水道事業管理者のもとに、技術面の維持管理責任者として技術課長を置き、その下に、工務係および給配水係を置く。工務係は水源から貯水槽までを、給配水係は主管、枝管および給水栓までの維持管理をそれぞれ担当させる。また事務面の担当課長を置き、その下に庶務係および会計係を置き、維持管理に伴う事務を担当させる。(Fig. 5.3.1.1)

水道事業の組織および人員配置は次の通りである。また、それぞれの都市の規模から人員配置をTable 5.3.1.1のように設定する。

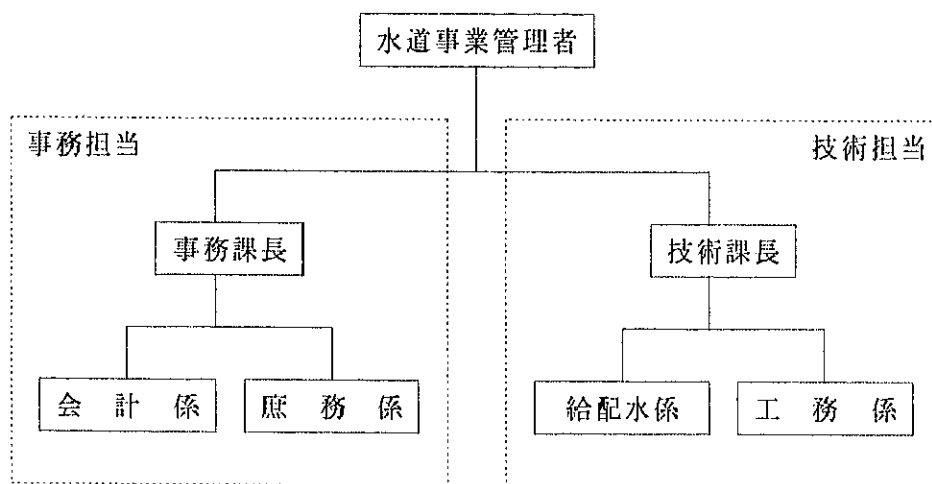


Fig. 5.3.1.1 維持管理組織図

Table 5.3.1.1 水道事業の人員配置計画

職 種	都市名		単 位	P y n m a n a (59,200)	Y a m e t h i n (25,300)	P y a w b w e (28,400)	T h a z i (21,400)	S h w e b o (57,800)	M o n y w a (128,000)	P a k o k k u (81,800)	Y e n a n g y a u n g (81,200)	F a u n g d w i n g y i (45,200)	T o t a l
	階 級												
水道事業管理者			人	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
事務課長			"	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
技術課長			"	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
技術課長補佐			"	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
会 計 係			"	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
給 配 水 係	技 師		"	2	2	2	2	2	3	2	2	2	19
	職 人		"	5	2	2	2	5	9	7	7	5	44
	雇 員		"	5	2	2	2	5	9	7	7	5	44
工 務 係	技 師		"	1	1	1	1	1	2	1	1	1	10
	職 人		"	6	3	3	3	6	11	8	8	6	54
	雇 員		"	4	2	2	2	4	8	6	6	4	38
合 計			"	30	19	19	19	30	49	38	38	30	272

()は計画対象人口

5.3.2 管理

給水施設の管理は、大別して次の3つがあげられる。

- ① 施設管理
- ② 水質管理
- ③ 衛生管理

(1) 施設管理

給水施設が需要に対して十分な機能を保持することが必要であり、常に需要に対する対策が講じられるものとする。

そのため、建設された給水施設の図面、台帳、記録等の整備と保存管理が重要である。これらの資料は、日常の維持管理業務にも必要であるものと同様、事故時および災害時などに適切なる復旧対策を速やかにたてるためにも必要なものである。

本計画の水源は、主として深井戸であるため、日常の揚水量と揚水時および揚水停止時の井戸内水位を記録し、井戸管理を行うことが重要である。

Pipe Lineは、ほとんどが道路下に布設されており、道路交通により管の破損、継手部の逸脱などの恐れがある。また、管破損等による漏水もあり、このような事態を速やかに発見し、対処することとする。

(2) 水質管理

給水施設は、住民に対して常に安全、かつ清潔な水を供給することが最大の目的であり、水質の管理は維持管理上最も重要な要素の一つである。本計画では、ほとんどが水源を井戸としているため、水質の変化は少ないものと思われるが、定期的に水質試験を実施する。

(3) 衛生管理

水質管理の項でも述べた様に、給水施設の目的は、安全で清潔な飲料水を広く住民に供給して、公衆衛生の向上と生活環境の改善に寄与することである。この目的からみても、衛生上の管理は最も基本的で、重要なことである。

適正な維持管理が行なわれないうちは、給水施設の目的を失うというだけでなく、公衆衛生の向上と生活環境の改善をはかるべき給水施設が、かえって消化器系伝染病の媒介の役割を果たすような結果となる。水源のほとんどが深井戸であるため、本計画では塩素滅菌装置は設置しなかったが伝染病が発生した場合には、サリン粉などにより対処することが必要がある。

5.3.3 維持管理費

維持管理費は、地区開発委員会が水道料金収入によりこれを賄うことが原則である。このためには維持管理費およびその他経費の算定を行い、これに基づき水道料金体制（水使用税、水道使用料）を定めなければならない。それぞれの都市における1井当たりおよび全井戸の年間維持管理費の概算は次の通りである。（1985年1月、算定基準1kyat≒30円）

給配水関係の維持管理費は、管理者の人件費、技術担当職員の人件費、取水施設から配水施設までの維持、補修に必要な資機材、事務費およびポンプ運転の電力料金等の合計である。

i) 技術担当職員の人件費

各都市の水道事業の人員配置Table 5.3.1.1から算出される技術担当職員の人件費はTable 5.3.3.1に示す通りである。

ただし、それぞれの職種の年間経費は下記に示す通りとする。

課長	8,400	(kyat/年)
課長補佐	5,400	(kyat/年)
係長	4,000	(kyat/年)
係員(1級)	1,800	(kyat/年)
〃(2級)	1,500	(kyat/年)
雇員	1,300	(kyat/年)

Table 5.3.3.1 技術職員の人件費(Kyat/年)

	課長	課長補佐	係長	係員(1級)	係員(2級)	雇員	計
Pyinmana	(1) 8,400	(2) 10,800	(3) 12,000	(6) 10,800	(5) 7,500	(9) 11,700	(26) 61,200
Yamethin	(1) 8,400	(2) 10,800	(3) 12,000	(3) 5,400	(2) 3,000	(4) 5,200	(15) 44,800
Pyawbwe	(1) 8,400	(2) 10,800	(3) 12,000	(3) 5,400	(2) 3,000	(4) 5,200	(15) 44,800
Thazi	(1) 8,400	(2) 10,800	(3) 12,000	(3) 5,400	(2) 3,000	(4) 5,200	(15) 44,800
Shwebo	(1) 8,400	(2) 10,800	(3) 12,000	(6) 10,800	(5) 7,500	(9) 11,700	(26) 61,200
Monywa	(1) 8,400	(4) 21,600	(5) 20,000	(11) 19,800	(10) 15,000	(17) 22,100	(48) 106,900
Pakokku	(1) 8,400	(2) 10,800	(3) 12,000	(8) 14,400	(7) 10,500	(13) 16,900	(34) 73,000
Yenangyaung	(1) 8,400	(2) 10,800	(3) 12,000	(8) 14,400	(7) 10,500	(13) 16,900	(34) 73,000
Taungdwingyi	(1) 8,400	(2) 10,800	(3) 12,000	(6) 10,800	(5) 7,500	(9) 11,700	(26) 61,200
計	(9) 75,600	(20) 108,000	(29) 116,000	(54) 97,200	(45) 67,500	(82) 106,600	(239) 570,900

ii) 電気料金

Fig. 5.3.3.2 各都市の電気料金

都市名	算式	料金(kyat/年)
Pynmana	※) 126 KW × 18 hrs × 365 days × 0.30 k/kw	248,346
Yamethin	60 "	118,260
Pyawbwe	103 "	203,013
Thazi	70 "	137,970
Shwebo	132 "	260,172
Monywa	259.2 "	510,883
Pakokku	210 "	413,910
Yenangyaung	165 "	325,215
Taungdwingyi	99 "	195,129
計		2,412,898

※ポンプ軸動力を示し夫々以下の通りである。

Pynmana	15 KW × 4台、11 KW × 6台
Yamethin	15 KW × 4台
Pyawbwe	7.5 KW × 2台、5.5 KW × 14台、11 KW × 1台
Thazi	11 KW × 5台、15 KW × 1台
Shwebo	11 KW × 9台、11 KW × 3台
Monywa	22 KW × 4台、18.5 KW × 5台、3.7 KW × 1台、 30 KW × 1台、15 KW × 3台
Pakokku	30 KW × 7台
Yenangyaung	55 KW × 3台
Taungdwingyi	11 KW × 7台、22 KW × 1台

iii) 各都市の水道事業の維持管理費

前述の電気料金、技術担当職員の人件費にその他の費用を加えて各都市における年間の水道事業の維持管理費を算出し、Table 5.3.3.3に示す。

Fig. 5.3.3.3 各都市の年間維持管理費

項目	都市名	(kyat/年)										TOTAL
		Pymana (10本)	Yamathin (4)	Pyawbwe (17)	Thazi (6)	Shwebo (12)	Monywa (14)	Pakokku (7)	Yenangyaung (3)	Taungdinsyi (8)		
電力	電気料金	248,346	118,260	203,013	137,970	260,172	510,883	413,910	325,215	195,129		2,412,898
	Operating and Security	42,219	20,104	34,512	23,455	44,229	86,850	70,365	55,286	33,172		410,192
	小計	290,565	138,364	237,525	161,425	304,401	597,733	484,275	380,501	228,301		2,823,090
運転維持補修費	維持補修費	40,000	16,000	68,000	24,000	48,000	56,000	28,000	12,000	32,000		324,000
	Electrical Component	9,000	4,500	7,500	5,000	9,500	18,000	14,500	11,500	7,000		86,500
	小計	49,000	20,500	75,500	29,000	57,500	74,000	42,500	23,500	39,000		410,500
補修費	Overall Cost	310,432	147,825	253,766	172,463	325,215	638,604	517,388	406,519	243,911		3,016,123
	合計	649,997	306,689	566,791	362,888	687,116	1,310,337	1,044,163	810,520	511,212		6,249,713
	技術担当職員の人件費	61,200	44,800	44,800	44,800	61,200	106,900	73,000	78,000	61,200		570,900
事務費・経費	事務費・経費	100,000	50,000	50,000	50,000	100,000	220,000	140,000	140,000	100,000		950,000
	合計	811,197	401,489	661,591	457,688	848,316	1,637,237	1,257,163	1,023,520	672,412		7,770,613

() 生産井本数

第 6 章 事業評価

事業評価

飲料水供給施設の事業効果は種々の面で発生するが、便益として計算できるものは、住民から徴収される水道料金である。

現在の水道料金は首都圏では家屋のレンタル料に対する割合によって、また水道施設のある地方都市の各戸給水では月あたり約10チャット(約300円)程度とされている。なお調査対象とされた都市における水売りの水価は100galあたり約2チャットである。

本プロジェクトの実施機関であるG.A.Dは、ビルマ国内の物価調整をも担当している部局でもあるが、本施設が完了した時点での水価を、1,000galあたり4チャットとする計画をたてている。

年間の維持管理費と、この水価による水道料金収入との比較をTable 6.1に示したが、この場合約2倍の水道料金収入が期待できる。従って、各都市においてこれらの水道施設の運営が始まれば、これらの収入によって、維持管理のみならず水道施設の拡充および排水施設の整備等が生活環境の改善も可能であると判断される。

Table 6.1 都市別維持管理費と水道料金収入との比較

都市名	維持管理費 チャット/月	料金徴収対象水量 1,000gal/月	水道料金収入 千チャット/月	維持管理に対する 水道料金収入の比率
Pyinmana	67,500	40,920	163,680	242%
Yamethin	33,500	17,820	71,280	213%
Pyawbwe	55,100	19,800	79,200	144%
Thazi	38,200	15,180	60,720	159%
Shwebo	70,700	40,260	161,040	228%
Monywa	136,500	89,100	356,400	261%
Pakokku	104,800	56,760	227,040	217%
Yenangyaung	85,300	56,100	224,400	263%
Taundwinyi	56,100	31,680	126,720	226%
全都市	647,700	367,620	1,470,480	227%

第7章 結論と提言

7. 1 結論

今回実施した基本設計調査は、以下に示す 9 都市の飲料水開発計画について調査、解析と、昭和 56 年の日本政府の無償協力によって現在建設中の Prome、Magwe 2 都市に対する追加資機材援助についての検討である。

- | | | |
|------------|---------------|---------------|
| ① Pyinmana | ② Yamethin | ③ Pyawbwe |
| ④ Thazi | ⑤ Shwebo | ⑥ Monywa |
| ⑦ Pakokku | ⑧ Yenangyaung | ⑨ Taundwingyi |

ビルマ国における地方都市飲料水開発に関する効果は、前述のごとく Prome、Magwe の 2 都市の開発においてすでに実証されており、今回の 9 都市に対しても同様の効果が期待できるものと確信するところである。

調査、解析の結果、上記 9 都市の飲料水開発が整備された場合には、約 53 万人に対して、安全で清潔な飲料水が供給されることとなり、今まで非衛生的な生活用水の使用により発生していた伝染病の大幅な減少が期待され、また各都市の住民の生活の安定と向上、保健衛生環境の改善、さらには各都市の発展に大きく寄与できるものと判断される。

また、Prome、Magwe 2 都市に対しては現在水道施設を建設中であるが、配水用管類および高架水槽を含む貯水槽用資材の不足のため、工事完成の目途が大幅に遅延している。

従って、上記 9 都市の飲料水供給施設の整備が早急に実現され、Prome、Magwe に対する資機材の追加援助による早急な工事完成が望まれる。

7. 2 提言

(1) 総論

前述の様に、本計画は、住民の生活の安定と向上、保健衛生環境の改善その他の面でも非常に多くの効果を発揮できるものと期待される。本計画を実現する上での種々の懸案事項を早急に解決すべく、ビルマ国政府は本計画の実施機関である G.A.D 内に水道局の設立を計画中である。

本プロジェクトを実現するために、ビルマ国政府においては、次の事項について事前に処理されることが必要である。

- ① 生産井、調査井、観測井、ポンプ小屋、貯水槽、高架水槽、ポンプ場および電気施設などの建設用地の買収、補償等
- ② 配水管および送水管の埋設について道路管理者の承認および地主に対する調整
- ③ 先行する調査井掘削のための掘削機および資機材の準備
- ④ 調査井掘削のための仮設道路用地の確保および建設
- ⑤ 建設工事に必要な資機材置場、現場建設用地の確保
- ⑥ 日本から輸入する資機材に対する通関手続きおよび無税処置等の手当

(2) 建設工事期間

本プロジェクトの主な工種は、井戸築造工事、管理設工事、配水池建設工事、高架水槽建設工事および電気工事がある。これらの工事期間においては井戸築造工事がクリティカルパスとなり、その他の工事のほとんどは井戸築造工事とほぼ同時期に完了出来ると判断される。

計画の対象となる地域は、雨期にはかなりの雨量を有するため、建設工事はできる限り乾期に集中出来る様、十分な施工計画を行い工事に当たることが必要であると考えられ、年間稼働月数は8カ月程度とすることが望ましいと判断される。

(3) 実施設計期間

本プロジェクトでは、調査井、地形測量および地質調査を先行させながら実施設計を行う。

E/N締結にあたっては、これらの作業を行う期間を考慮した工程計画を作成する。

(4) 施設の維持管理

水道事業の維持管理の重要性については、第5章の維持管理体制で述べた通りである。水道事業の適正な維持管理を行うためには、経営組織の整備、要員、養成、施設の管理運営はもとより、水道料金の徴収による維持管理費の確保が重要である。

第 8 章 付 録

MINUTES OF DISCUSSION
ON
PRELIMINARY STUDY ON URBAN WATER SUPPLY PROJECT

In response to a request made by the Government of the Socialist Republic of the Union of Burma, Japan International Cooperation Agency (JICA), the official agency responsible for the implementation of economic cooperation program of the Government of Japan, has conducted a preliminary study for the development of urban water supply at the proposed towns in close cooperation with the authorities concerned in the Ministry of Home & Religious Affairs and in the respective towns. (Annex 1)

The study team headed by Dr. Y. Magara, Director, Department of Sanitary Engineering, the Institute of Public Health, Ministry of Health & Welfare, visited Burma from June 18th, 1984 to June 30th, 1984 and completed a series of discussions and site visits with the Burmese team headed by U Tin Htut, Director-General of General Affairs Department (GAD) in the Ministry of Home & Religious Affairs. (A list of members is attached as Annex 2.)

.... 2

Both sides herewith confirm the following points:-

1. The towns we have visited are facing a shortage of water and the people in the respective towns are in a serious situation from the point of view of health and sanitation. (Annex 3).
2. As a consequence of our evaluation on the previous grant aid both for Magwe and Prome, we come to a conclusion that the equipments and materials provided have been effectively utilized or well maintained and the related construction has also been implemented without any major delay. In addition, we consider that it is preferable to include some materials, i.e., distribution mains, fittings and valves, in Phase II of the Japanese Grant Aid which were excluded from Phase I.
3. GAD has given priorities to the proposed eight towns as follows by considering the specific situations of the respective towns:-

- | | |
|-------------|--------------|
| (a) Pakokku | (e) Thazi |
| (b) Monywa | (f) Pyinmana |
| (c) Pyawbwe | (g) Toungoo |
| (d) Shwebo | (h) Pegu. |

However, GAD understands the situation that grant aid may not be carried out according to its list of priority due to the recommendations of the Preliminary Study Team (PST) and/or Japanese Government's budgetary rules on grant aid.

.... 3

4. With regard to Toungoo, GAD proposes to drop it from the Pilot Project due to the fact that there is no immediate water supply problem for the town at present. As for Pegu, it is believed that the construction cost for this town's water supply system would be high. Therefore both sides have agreed that a more detailed study should be carried out rather than as part of the Pilot Project scheme under the Urban Water Supply. GAD proposes that the following three towns, namely, Yenangyaung, Taungdwingyi and Yamethin, should be included in the Pilot Project scheme in place of Toungoo and Pegu. PST understands GAD's proposal due to the water shortage conditions of these towns.

5. For the implementation of the Urban Water Supply Project in Phases II and III, the drilling rigs which were presented for the construction of water supply of Magwe and Prome will be utilized.

6. Terms of Reference for the Basic Design Survey are shown in Annex 4.


.... 4

7. PST will convey the request of GAD based upon intensive surveys and discussions with the people concerned and recommend that the Government of Japan should make efforts in order to provide safe and clean water to the people.

8. PST would like to express its appreciations for the attention and cooperation given to it throughout its stay in Burma.

真柄泰基

(YASUMOTO MAGARA)
Team Leader,
Preliminary Study Team
on Urban Water Supply Project,
JICA.



(U TIN HTUT)
Director-General,
General Affairs Dept
Ministry of Home &
Religious Affairs
Socialist Republic of
the Union of Burma.

Dated Rangoon, June 29th, 1984.