

## 第 6 章 水 源 開 発

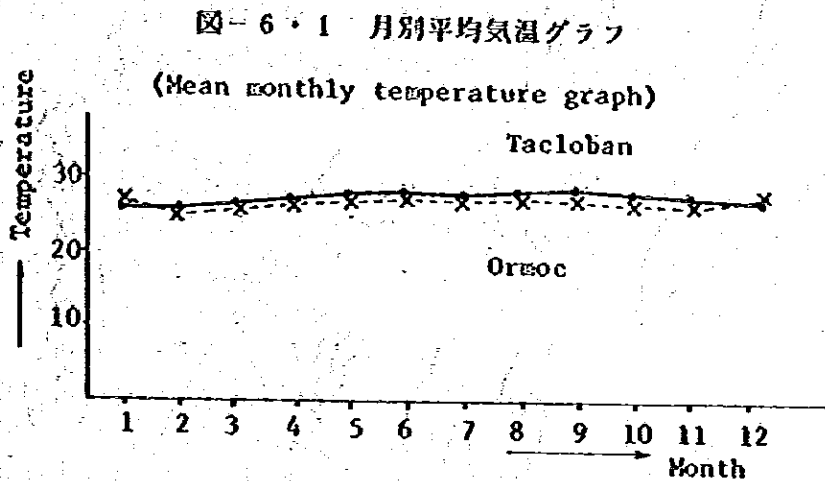


# 第6章 水源開発

## 6-1. 地下水開発

### (1) 気象

調査地はフィリピン列島の中央に位置しており、フィリピンの標準的熱帯性気候を示している。月別平均気温は次図のとおりで、年平均降水量の概略は図-6・2に示すとおりである。



調査目的地である Ormoc 平野部では、2,200mm 前後の降水量を示しているが、Leyte 島中央部を南北に走る山地部では一般の傾向としてかなり増量するとみられ、後出の Bao 川の流量観測記録からみても 4,000mm を超えると推定される。

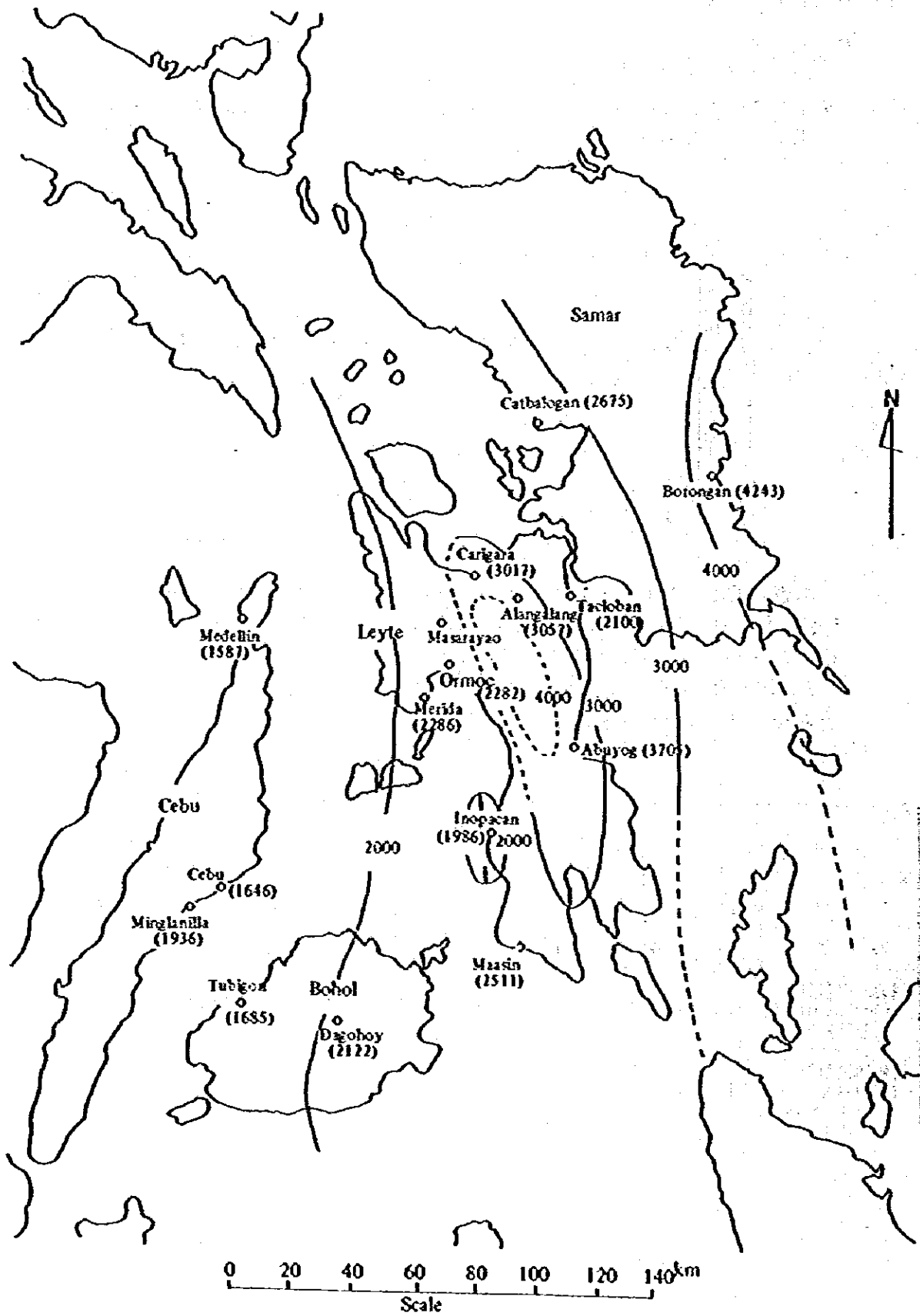
Thorthuaite の経験式を基本とし、それに湿度調整を加え、Ormoc 周辺の、可能蒸発量を試算すれば次表のとおりである。

表-6・1; 可能蒸発量算出表

Ormoc 観測所														
項目	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
気温	°C	26.3	25.8	26.4	27.1	27.5	27.4	27.4	27.5	27.1	27.0	26.9	26.6	26.9
湿度	%	80	80	79	77	80	80	79	79	82	82	82	81	80
試算蒸発量 (Thorthuaite 式 より計算)	mm	130	128	131	140	144	143	143	144	140	140	139	136	1658
可能蒸発量 (試算蒸発量 × 0.89)	mm	113	111	114	122	125	124	124	125	122	122	121	118	1441

(湿度出所: LWUA 資料)

图-6·2 年平均降水量分布图 (mm)



## (2) 地質

### (a) 地形

調査地域は、西、北及び東方を山地に囲まれ南方が海に開けた盆地状の地形を示す。西方山地は海拔200~300mの低い山地でその中に400~500mの山が数峰存在する。

北方山地は海拔100~200mでなだらかな高原状を呈するが、山地の北東部では Leyte 島を縦断するフィリピン断層の存在を示す断層地形がみられ、この部分のみが急斜面となっている。

東方山地は Leyte 山脈の1部で、海拔400m位までは、ゆるやかな斜面を形成しているが、高い部分は急斜面の山地となり1000m以上の峰が多数存在する。400m以下のゆるやかな斜面は扇状地状の地形を示し、川はこの斜面に放射状かつ直線的に分布するが、二、三の大きな川を除いて乾期には水がほとんど存在しないようである。

上記盆地の中を三方の山から流下する水を1本にまとめて Pagsangahan 川が海に注ぐ。低地部の勾配はゆるやかで河口より20km北方にさかのぼっても海拔100mを超えない。低地部は川沿いの低地と1段高い丘陵地或いは台地に区分される。調査地内の地質の概要は地質図(図-6・3)及び地質系統概括表(表-6・2)に示すとおりである。

### (b) 地質構造

前記の地質状況のほか水井戸の地質柱状図、Tongonan 地熱帯の資料、Matlang の深井戸の資料、電気探査資料等を参考にして地下構造を推定した。

西方山地のN,S層と沖積平地との接する箇所は直線的で断層構造を思わせる。電気探査の結果でも、直線的構造の3~4km東方で比抵抗値に著しい不連続が認められる(西方が低く、東方が高い不連続線が南北に延びている)。この結果は次のように解釈される。

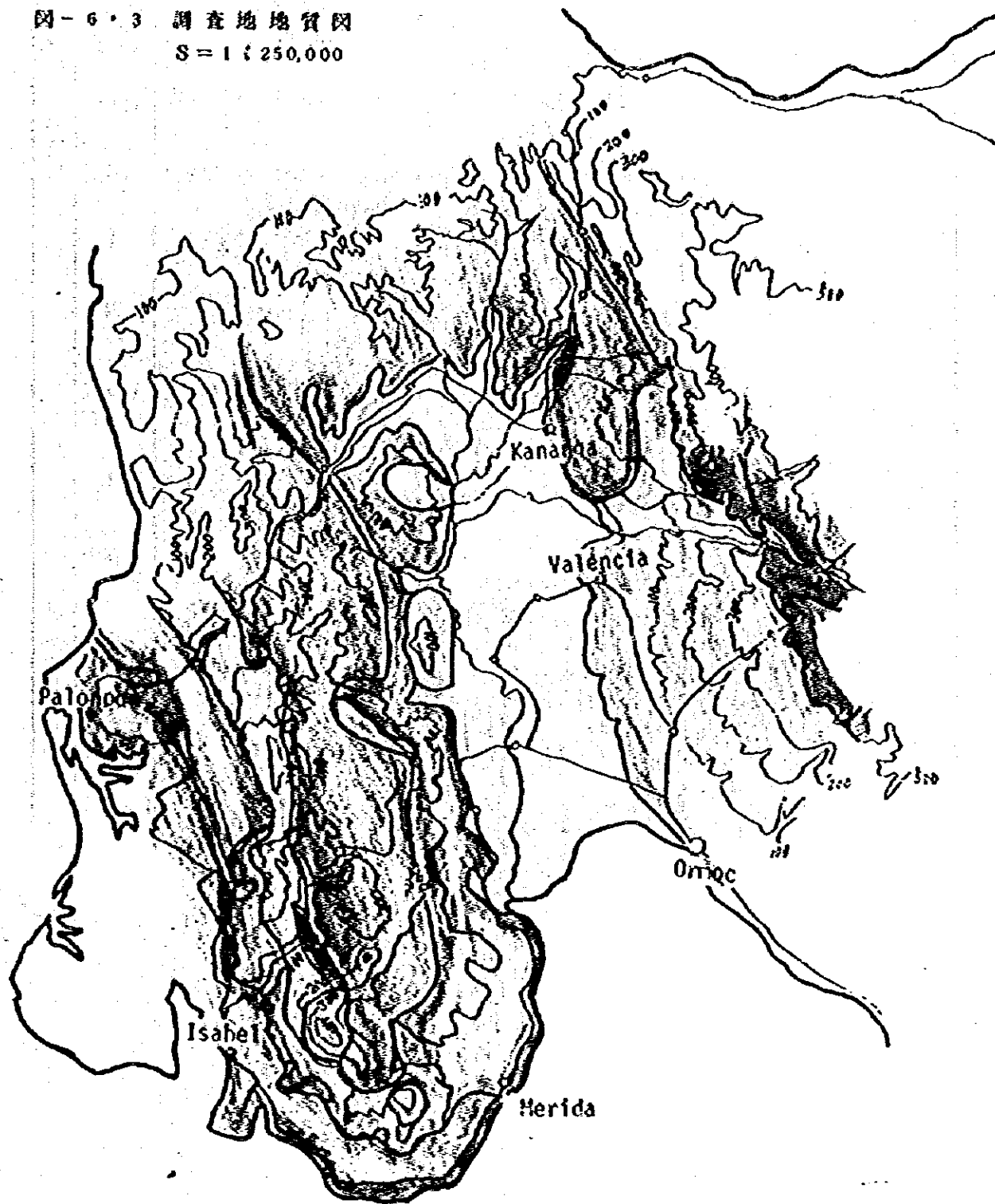
不連続線の東方では、地表は沖積世の堆積物であるが、厚さほうすく下部に、N,S層が分布している。(水井戸の地質柱状図で確認できる)

西方は、断層運動により落ちこんだ部分がさらに川の浸蝕を受け、その箇所に沖積世堆積物が厚く堆積している。その厚さは断層付近で100m以上ある。電気探査の結果の不連続線は沖積世堆積物とN,S層の接する箇所を表わしている。

図-6・4に地下構造推定図を示す。



図-6・3 調査地地質図  
 S = 1 : 250,000



LEGEND

Q1		
N3S	N3V	N3L
N2S		N2L
N1S	N1V	

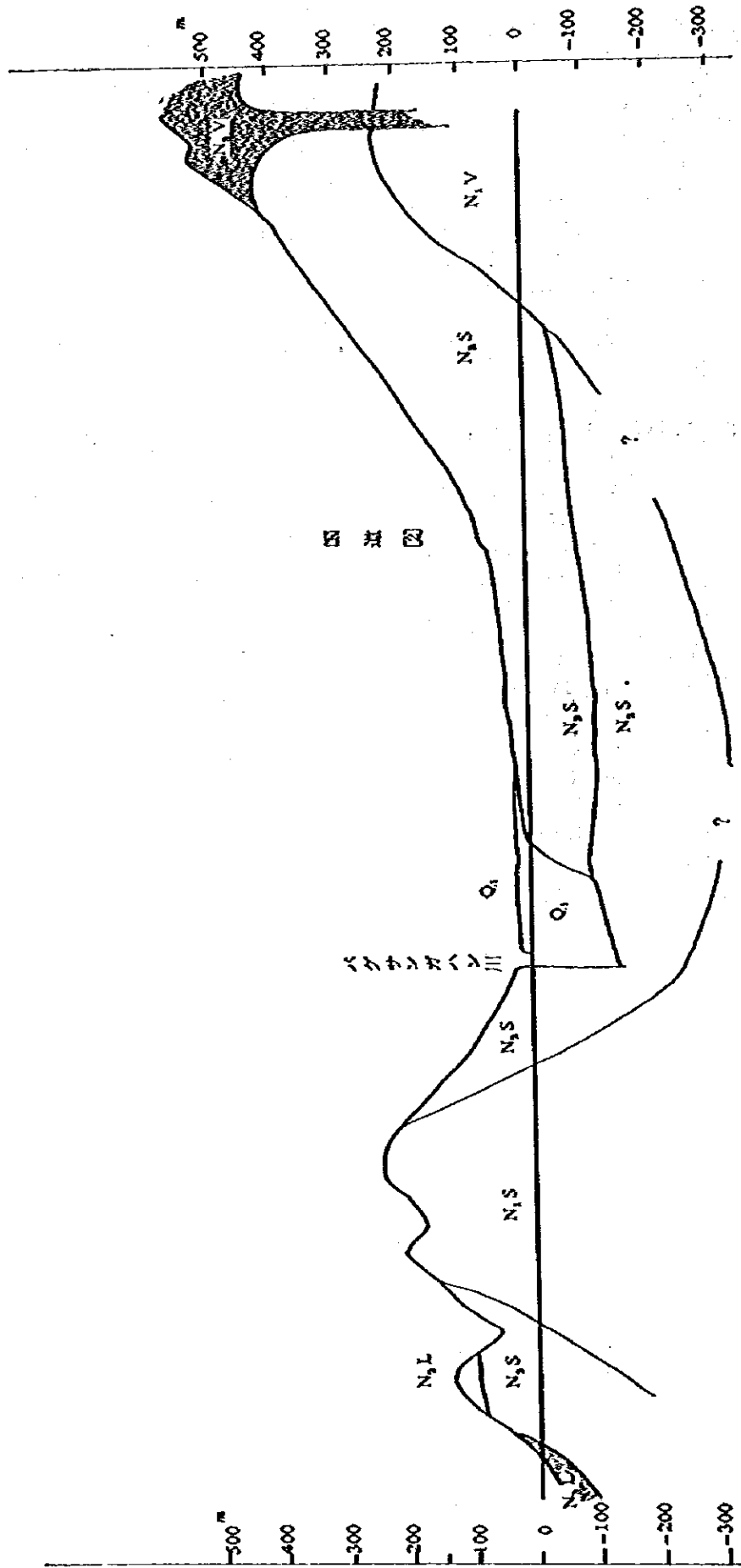




表-6・2 調査地の地質系統概括表

地質時代		岩種	堆積岩	火山岩	石灰岩
第四紀	現世	Q <sub>1</sub>	崖錐, 河川堆積物 未固結。	火山噴出物はない。 温泉沈着物	海中で作られつつある。
	更新世 鮮新世	N <sub>1</sub> S層	後期鮮新世～更新世 集塊岩, 礫岩, 凝灰 岩, 砂岩, 頁岩。 傾斜は大部分の地域 で水平～15度。 層厚は 50 m～400m	N <sub>1</sub> V層 鮮新世～更新世火山 岩, 安山岩, 玄武岩 の熔岩。 火山泥流, 火山礫岩 など。 現在の火山山体を構 成する。	N <sub>1</sub> L層 N <sub>1</sub> S層と同時代。 さんご質 石灰岩。 基底部に少量の砂岩, 頁岩, 礫岩。 傾斜は 3～15度。 層厚は 20 m～100 m。
第三紀	鮮新世 中新世	N <sub>2</sub> S層	後期中新世～鮮新世 初期, 集塊岩, 凝灰 岩, 石灰質砂岩, 礫 岩, 頁岩。 3～5度の傾斜。 Leyte 島北西部では 800 mはある。	欠	N <sub>2</sub> L層 N <sub>2</sub> S層と同時代, さんご質 石灰岩。 一部は結晶質石灰岩, 基底部に頁岩, 砂岩, 礫岩をもつ。傾斜は 5～40度 層厚は不明
	中新世	N <sub>3</sub> S層	初期～中期中新世。 礫質砂岩, 頁岩, 石 灰層をはさむ。 褶曲している。(傾 斜は 40～85度) 層厚は Leyte 島北西 部では 1300 m以上。	N <sub>3</sub> V層 初期～中期中新世火 山岩, 安山岩, 玄武 岩, 石英安山岩熔岩, 集塊岩, 凝灰岩。 地熱帯では 600 mの 厚さを持っている。	欠

图-6·4 加瓦地东西断面地下构造推定图



(c) 水理地質

調査地の西方山地および東方山地の一部に分布するN,S, N,SおよびN,V地層は生成時代も古く、かなり固結しており透水性の低いものとなっている。

それに反して平野部に発達するN,SとQは比較的新しい地層で固結が進んでいないため、多くの空隙を持ち帯水層胚胎の可能性を持っている。

前記のような、地形・地質状況からみて、Ormoc平野部にかなりの地下水盆を形成していると推定され、今回の調査によってその規模を判定しようとした。

(地表水系)

Ormoc平野部をPagsangahan川が貫流する。この上流で分枝するBao川、Te-bangho川、Tubong川以外にめぼしい川は見当らない。これらはすべて東方山地に源を発していることから、東方山頂附近はかなり雨量の多いことを物語っている。

又、平野部東方の台地付近(Simangan - Valencia間)のほとんどの小河川が、水無川(Wadi)であったが、これは、この時期が乾季であったとはいえ、この台地の土質が非常に透水性の良いことを表わしている。

平野部河川の流量測定データ(1951~1970)があり、その内容は次のとおりである。

表-6・3 河川流況表

河川名	基準地点		平水	摘要
	地点名	集水面積		
Baleon	Valencia	19 km <sup>2</sup>	1.05 m <sup>3</sup> /sec	1956~1970年の平均
Bao	Masarayao	65	6.68	1951~1970年の平均
Mas-in	Mas-in	22	1.16	1956~1970年の平均

出所: Philippine Water Resources.

表-6・3の基準地点・集水区域は図-6・5のとおりである。これらは以前農業用水を目的とした観測資料と思われるが、平野部の水収支を計算する場合の基礎資料になると考えられた。



### (3) 既存の水井戸調査

Ormoc 平野部には多数の水井戸が存在しており、それらの資料収集、現場水質検査（導電率と水温、簡易水質検査）と東京での精密水質試験を行った。

#### (a) 既存水井戸の状況

既存水井戸の位置及びそれらの状況はそれぞれ図-6・6、表-6・4に示すとおりで、自噴井が多いこと（69本のうち30本が自噴）、深度は比較的浅く（101 m以上は4本のみ）、孔径が小さいものが多いことが特徴的である。

得られた8本の井戸の地質柱状図を検討したところ、東側台地の井戸に大礫が多く、西側では礫が少なくなり砂・粘土が多くなっている。したがって帯水層賦存の可能性の点からみれば東側台地方面が良好地帯といえる。

#### (b) 導電率と水温

携帯用導電率計（横河SC51）によって各井戸の導電率・水温を測定した結果は表-6・5のとおりである。

##### ① 導電率

測定結果は図-6・7のとおりで、東側台地では200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  より少なく良質であるが西方に向うに従い成分が多くなる傾向にある。このことは東側台地で涵養された地下水が西南方向に流動していることも示している。

図--6・6 既存水井戸位置図(附:静水位線図)

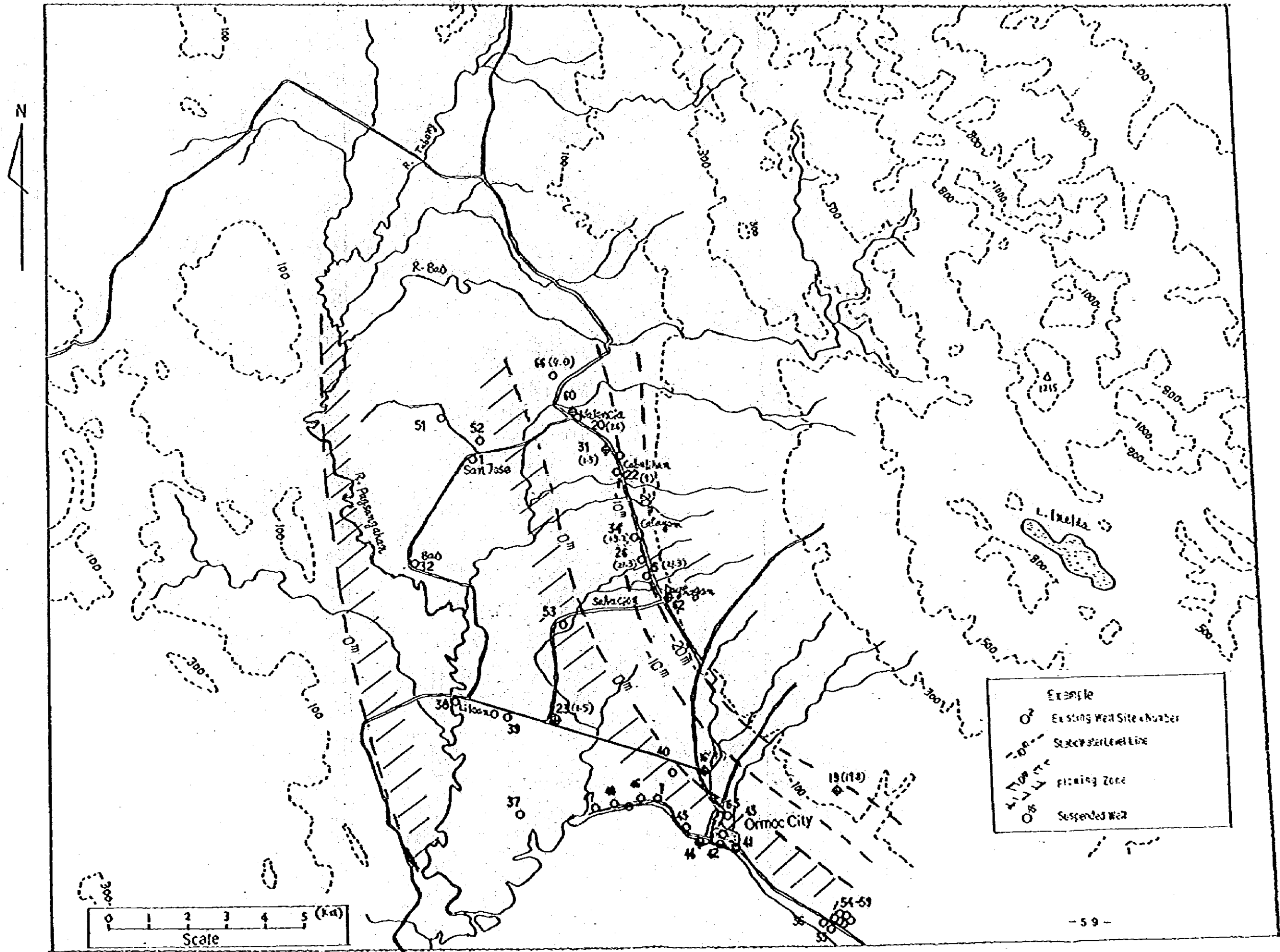




表 6-4 煤 石 灰 土 井 产 量 统 计 表

LWDA Well No.	MPW No.	Location (Barry)	Well Depth (m)	Casing Depth (m)	Y (ft)	SWL (m)	Yield Drawdown (m)	Complete Date	Discharge (m³/d)	Remarks	LWDA Well No.	MPW No.	Location (Barry)	Well Depth (m)	Casing Depth (m)	Y (ft)	SWL (m)	Yield Drawdown (m)	Complete Date	Discharge (m³/d)	Remarks	
1	5279	San Jose	71	67	4	2.1	24	2/2/52	13	7/6/77 flowing	35	1	Ipl	106	106	6	Flowing	8/24/60	1,200			
2		St. Aquilino St.	66				76	8/20/52	100		36	2	Ipl	106	106	6	Flowing	6/15/28 unknown	936			
3	6300	Manding	57	57	6	Flowing	19	6/19/54	27		37	2489	Lao	61		6	Flowing	6/15/28 unknown			Community Property	
4	246071	Martine	26	26	4	2.4	37/1.2	9/7/60	unknown		34		Liluan	33		2	Flowing	18/60	35			
5	246065	Oyhanon	42	42	4	21.3	24/2.7	1/2/60	42		39		Liluan	44		2	Flowing	30/60	43			
6	10180	Liluan	70	60	6	3.0	76	8/2/56	unknown		39		Liluan	60		4	Flowing	5/6/60	138			
7	3467	Liluan	70	67	4	Flowing	57/6	7/14/53	31.6		40		Ormos City	67		6	Flowing	1977	216		not pumping anymore	
8	14186	Zantique	27	25	4 1/2	4.2	19	6/27/57	27		41		Camaling	51		6	Flowing	1928	480			
9	6319	Ipl	100	73	6	Flowing	76/3.0	6/1/54	109		42		Burgas St.	60		6	Flowing	60/60	1928	86		
10		Burgas St.	65	63	4 1/2	Flowing	149/0.6	9/25/52	272		43		Ormos City	51		6	Flowing	60/60	1928	86		
11	3462	Alagna	57				76	2/14/58 unknown			44	9463	Alagna	60		6	Flowing	1928	0		1928	
12	14794	Mach	49	35	4 1/2	4.1		2/21/58 unknown			45		Puica	60		6	Flowing	187/60	240			
13	14794	Maland	4	4	4 1/2			2/21/57 unknown			46	10186	Liluan	54		6	Flowing	9/60	13			
14	20874	Merck	47	45	4	34.6		9/19/58 unknown			44		Liluan	Shallow		3	Flowing	10/60	14			
15	2402	Carigbo	6	5	4 1/2	2.7	57/1.2	7/20/52	unknown		47		Nausan	27		6	Flowing	15/60	22			
16	20873	Capon Comhudo	42	42	4	4.9		4/30/54	0	no use	44		Nausan	134		4	Flowing	5/6/60	1948	936		
17	18764	Nausan	13	12	4	5.8		8/26/57	unknown		49		Puica	60		3	Flowing	83/60	1973	120		
18	2440	Puica	59			Flowing	76	12/11/50	109		50								unknown			
19	14333	Sumanap	48	44	4	19.8		5/26/57	0	abandoned	51		San Jose	6		4	Flowing	1961	5		1961 SWL 1.4m	
20	24750	Valencia	24			7.4		6/28/51	120		52		San Jose	13		1 1/2	Flowing	30/60	1960	43		
21		Maheni St.	43					9/8/52	unknown		53		Nausan	39		2	Flowing	30/60	1960	43		
22	11474	Caballian	15	15	4 1/2	4.0		2/24/57	18		34	1	Ipl	41		12	6.0	4/10/12	1977	677		
23	5434	Liberia	65	65	4	1.5	76/2.1	4/14/52	0	no use	55	2	Ipl	38		12	7.8	4/27/62	1977	695		
24		Nausan	77	27	4 1/2	4.5	113/0.0	10/13/52	unknown		56	3	Ipl	16		12	4.3	11/06/67	1977	1316		
25	5441	Liluan	71	71	6	Flowing	8/6	5/14/52	12		57	4	Ipl	30		12	16.5	7/6/63	1977	1008		
26	246044	Vito Tamirana CAJAYAN	51	32	4	21.3	24/24	1/31/61	19		58	3	Ipl	33		12	Flowing	11/04/22	1977	1674	NOT PUMPING	
27	246231	Nausan	82	72	4	0.9	113/6	1/13/62	unknown		59	4	Ipl	72		12	Flowing	1/00/12	1972	1440	NOT PUMPING	
28		San Vicente St.	41		6	1.5	95/6	8/20/52	unknown		60	206031	Valencia	34		4	6.1		1960	0	no use	
29	11477	San ANTONIO	10		4 1/2				unknown		61									unknown		
30	11478	Lacson Lumbado	16		4 1/2				unknown		62	2463	Oyhanon	34		4	18.0		1928	0	abandoned	
31	24742	Lathubandis	12		4 1/2	1.5	19/0	4/27/6	0	no use	63									unknown		
31'		Lathubandis	Shallow		3				42		64									unknown		
32	5726	Subing Res	30		4	4.3	113/6	12/2/61	107	7/27/77	65		Ormos City	111		6	Flowing	4/00/60	10/4/69	5760		
33	13281	San Juan	9	7	4 1/2	1.2	57/6	4/13/56	unknown		66	8011241	Valencia	9		5	4.0	17/06	12/29/81	24		
34	5351	Crayon	23	23	4	15.2	19/6	11/20/57	18													

19,381 x 20,000 m²/4



表-6.5.5 水井戸水質試験結果表

現場簡易水質試験

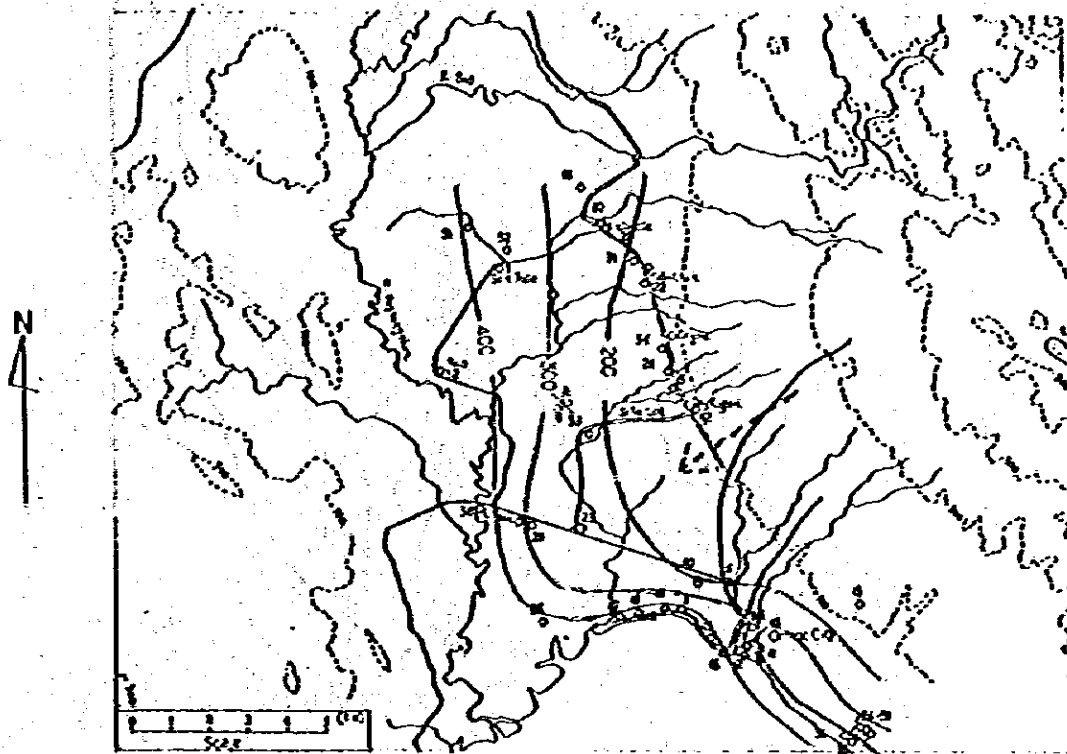
井戸番号	場所	揚水状況	深度 m	揚水量 l/m	水温 °C	電導率 μS/cm	PH	NH <sub>4</sub> ppm	Fe ppm	Cl ppm	備考
1	San Jose	揚	71	9	29.4	436	7.1	0.2	0.7	18	
3	Dayhagan	揚	42		27.0	192	6.3	0.1	0.3	18	
5	Linao	揚	70	570	31.3	455	7.5	0.8	0.5	21	
7	Cebuahan	揚	15		17.8	178					ポンプの水が壊れたため
23	Libertad	揚	65		27.7	677	7.6	0.7	0.5	36	休止中
31	Limbubangan	揚			27.4	137					
32	Sabang Bao	揚	30	74	28.2	470	6.9	4.0	7.5	32	
34	Carayom	揚	23		27.6	153					Sugar Company
35	Ilo	揚	117	834	39.4	1860					
38	Liloun	揚	34	18	28.3	431	7.3	3.0	4.0	25	
39	Liloun	揚	49	30	27.6	366					
39	Liloun	揚		96	28.1	266	7.1	0.8	0.8	18	ポンプの水が壊れたため
40	Ormoc City	揚	66		28.1	187					
41	Caneding	揚	51	333	27.3	206					
42	Burgas St.	揚	60	60	27.4	259					
43	Punta	揚	60	167	29.4	429					
46	Linao	揚	54	9	30.9	763					
46	Linao	揚		5	29.7	4160					318
47	Naungan	揚	28	15	30.6	1412	7.3		0.6	306	
51	San Jose	揚	6	1	29.3	355	6.7		3.0		
53	San Jose	揚	14	30	28.8	349					
53	Nanunagan	揚	39	30	27.1	236	6.9	0.1	0.1	18	Biomass Factory
59	Ilo	揚	72		28.7	306					
60	Valmou	揚	37		27.2	270	5.8	0.3	2.5	57	休止中
63	Ormoc City	揚	111	4,000	28.0	325					

簡易分析

井戸番号	場所	PH	Turbidity	Total N	NH <sub>4</sub> -N ppm	NO <sub>2</sub> -N ppm	NO <sub>3</sub> -N ppm	Fe ppm	Mn ppm	Ca ppm	Mg ppm	Na ppm	K ppm	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ppm	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ppm	Cl <sup>-</sup> ppm	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ppm	CO <sub>2</sub> ppm	備考
1	San Jose	7.2	0	0.389	0.06	0.01	0.069	0.138	0.254	42	11	28.0	6.02	0.16	11	4.3	0	22	
5	Dayhagan	6.6	0	1.152	0.06	0.02	0.002	0.052	0.008	16	7.3	11.6	3.44	N.D.	4.3	2.7	0	20	
7	Linao	7.5	0.5	0.842	0.50	0.04	0.002	0.052	0.017	34	14	31.6	7.70	0.63	10	3.3	0	17	
39	Liloun	7.3	0	0.711	0.09	0.42	0.001	0.380	0.194	12	11	28.0	5.74	0.94	6.7	5.1	0	11	
53	Nanunagan	7.3	0	0.352	0.13	0.03	0.002	0.052	0.008	20	9.7	14.6	3.04	1.57	5.6	3.1	0	17	
60	Valencia	6.1	5	0.424	0.07	0.02	0.014	7.418	0.245	14	10	13.4	2.67	2.67	2.5	3.9	0	11	休止中

(注) ○: 簡易分析も行った井戸

図-6・7 導電率測定結果



② 水 温

水温は調査地の平均気温に近い27~30℃を示しているが、これも東側台地が低く、西南に向かうに従い、高くなる傾向を示し、冷たい山地部の水が滲透し西南方向に流動していることを暗示している。

(c) 水 質

① 現場簡易水質試験

簡易水質検査器により各井戸においてスポット的にPH,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ の各成分の概略値を検査した。これらの結果は表-6・5のとおりである。

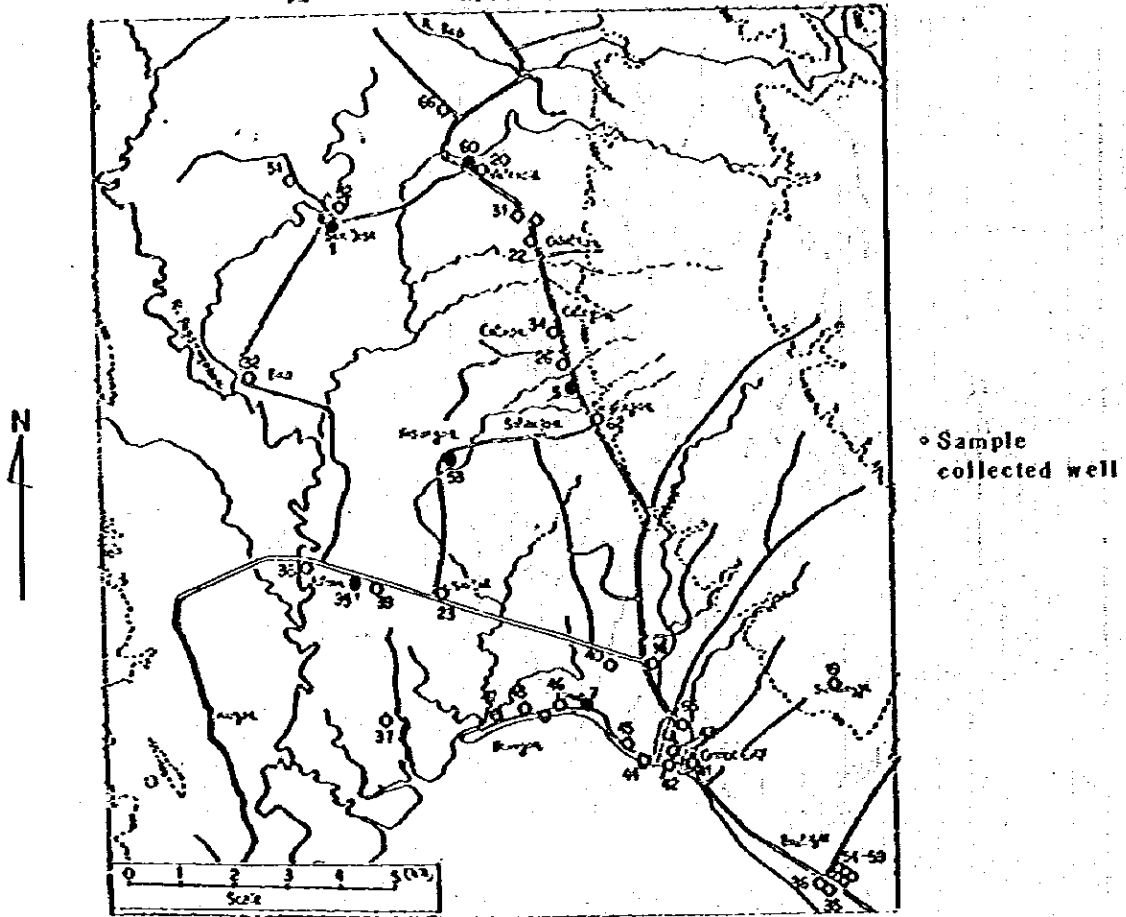
② 精密分析

Ormoc 平野部の代表的な水井戸6本のサンプルを採取し精密分析を行った。その水井戸位置は図-6・8に示し、分析結果は表-6・5のとおりである。

精密分析結果をキーダイヤグラム法によって検討したところNo 1, No 5, No 7, No 53の井戸は浅層性を示し、No 39'井は深層性を示しており、普通に見られる地下水の部類に入っていると思われる。

No 60は休止井のため例外的値を示したと思われる。

図-6・8 精密分析水井戸位置



(4) 既存の電気探査資料の分析

Ormoc 平野部では既に LWUA (調査者は Cebu 市の San Carlos 大学の Water Resources Center) によって広域電気探査が実施されている。今回この報告書を分析することにより調査地の地下地質の堆積状況並びに賦存が推定される帯水層の規模を検討した。

(a) 電気探査の概要

- 測点数合計 ; 151 点
- 測定電極間隔 ;  $AB/2 \times (100 \sim 250 \text{ m})$
- 測定間隔 ; 500 ~ 800 m
- 測定位置は図-6・9のとおりである。

(b) 分析結果

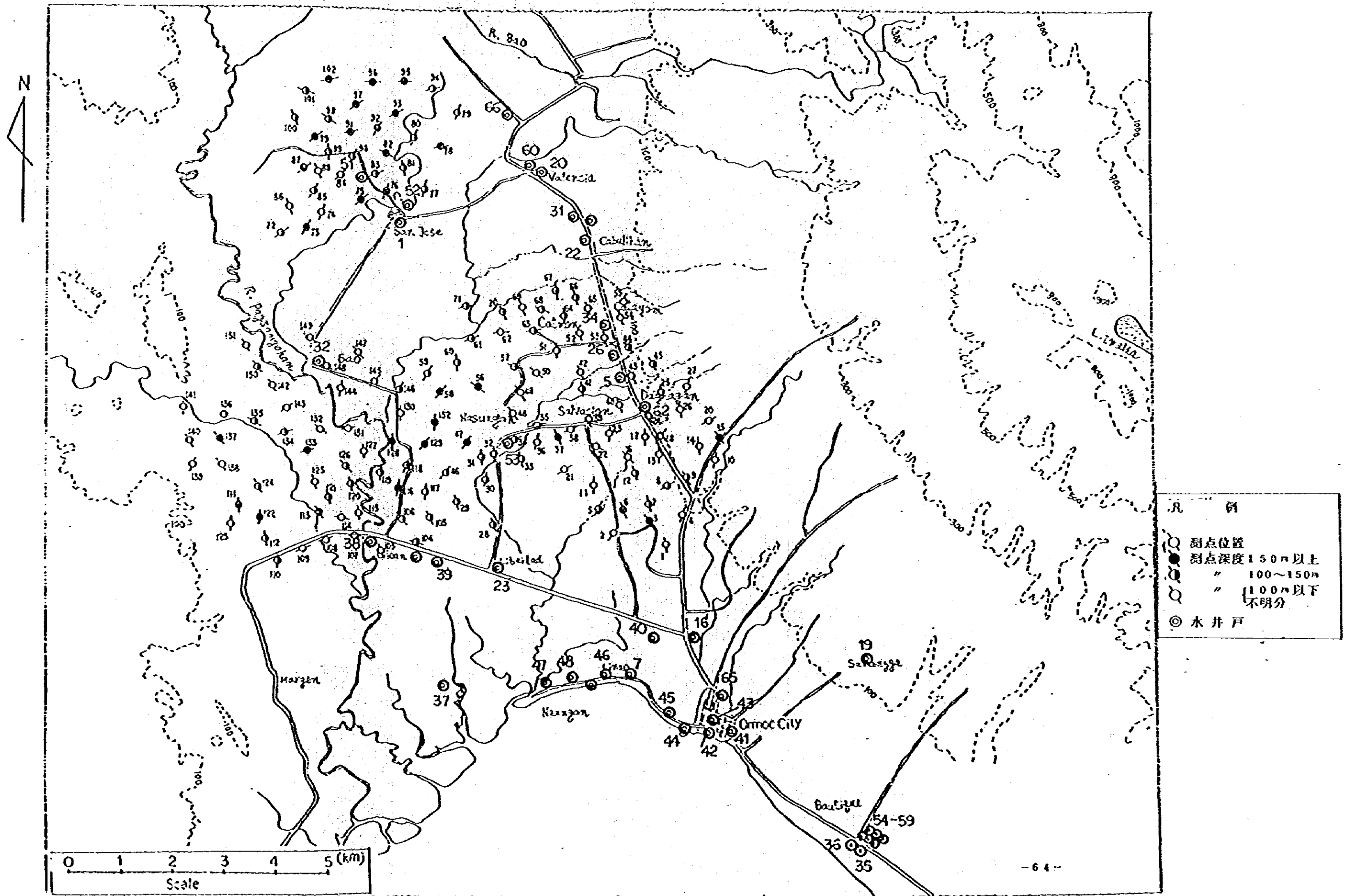
(i) 帯水層の分布

電気探査実施地区の水井戸の導電率から次のように想定される。

表-6・6 帯水層の予想比抵抗値

地区名	水井戸名 (導電率)	水の比抵抗	良好帯水層	帯水層
Dayhagan	No 5 (192) $\mu\text{S/cm}$	52 $\Omega\text{-m}$	156 ~ 312 $\Omega\text{-m}$	52 ~ 156 $\Omega\text{-m}$
Nasungan	No 53 (236)	42	126 ~ 252	42 ~ 126
San Jose	No 1 (436)	23	69 ~ 138	23 ~ 69
Liloan	No 39 (306)	33	99 ~ 198	33 ~ 99

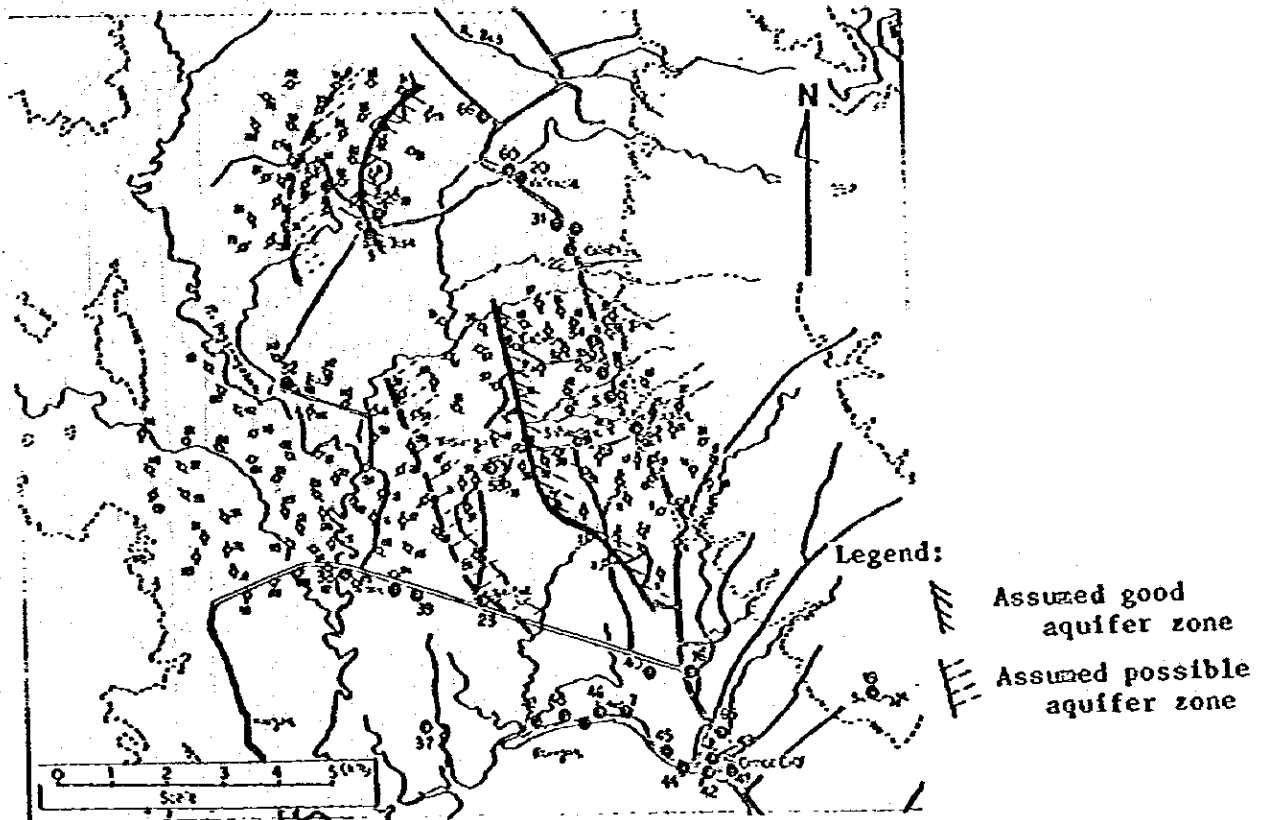
图-6·9 電気探査測点位置図(附:測定深度区分)



地層の堆積状況は単純でないので、表-6・6を絶対視するわけに行かないが、調査地の帯水層の比抵抗の一つの目安を与えるものと考えられる。

既に実施されている電気探査結果を表-6・6に照らして区分すれば、図-6・10のとおりである。

図-6・10 電気探査実施地区



これからみて、Dayhagan地区の国道に沿った広い地域と San Jose 地区の一部に良好と思われる帯水層が分布している。

次いで可能性を持つと想定される地域がそれらの西側に帯状に分布し、更に西方になれば粘土質になり帯水層の可能性は薄くなる。

(2) 帯水層の厚さ

良好と思われる Dayhagan と San Jose 両地区の比抵抗推定断面図は図-6・11(a),(b)のとおりである。これには付近の既存の水井戸の地質柱状図も参考にした。

これから、Dayhagan地区は中に熔岩のような堅い岩盤を挟むようであるが、全般に礫優勢（良好帯水層）の地層が発達していると推定され、その厚さは50～100 mに及んでいる。

San Jose地区は砂優勢（帯水層）の地層が多いようで Dayhagan 地区に比べて良好帯水層の分布区域と厚さが劣るよう考えられる。

図-6・11-(a) 比抵抗推定断面図

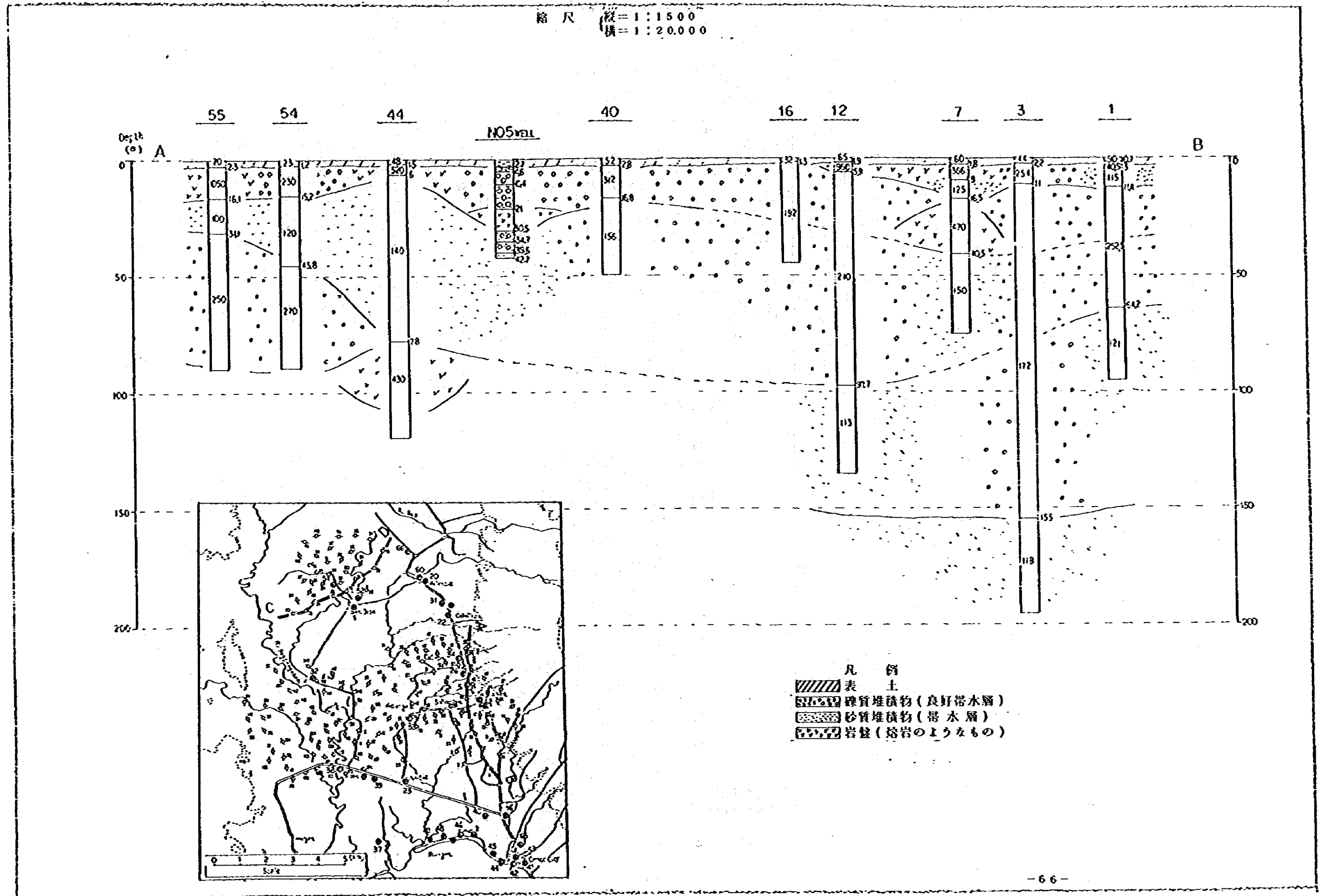
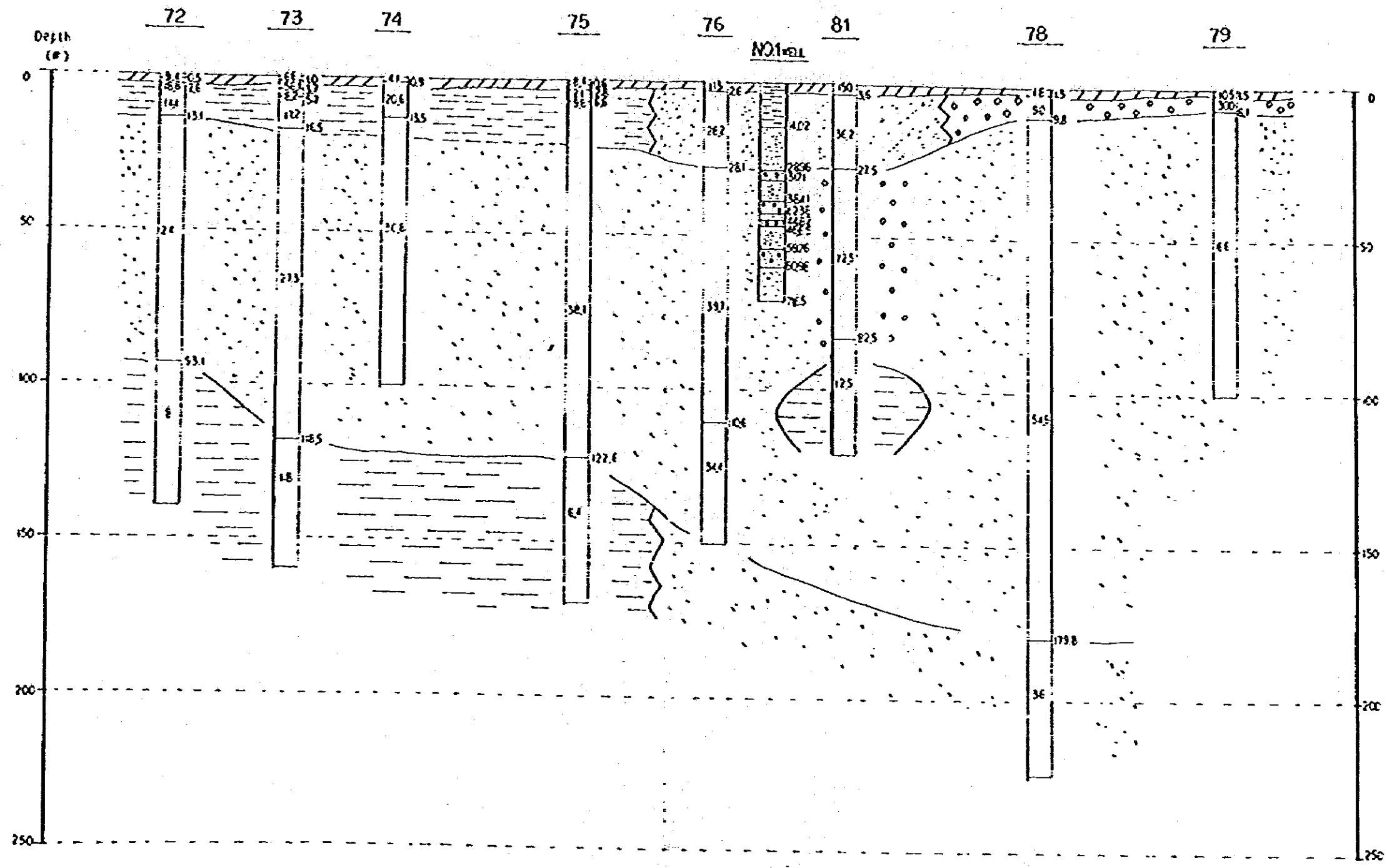






图-6·11-(b) 比低抗推定断面图

縮尺 縱=1:1500  
横=1:20,000



- 凡 例
-  表 土
  -  礫質堆積物 (良好帶水層)
  -  砂質 " (帶水層)
  -  粘土質 " (難帶水層)



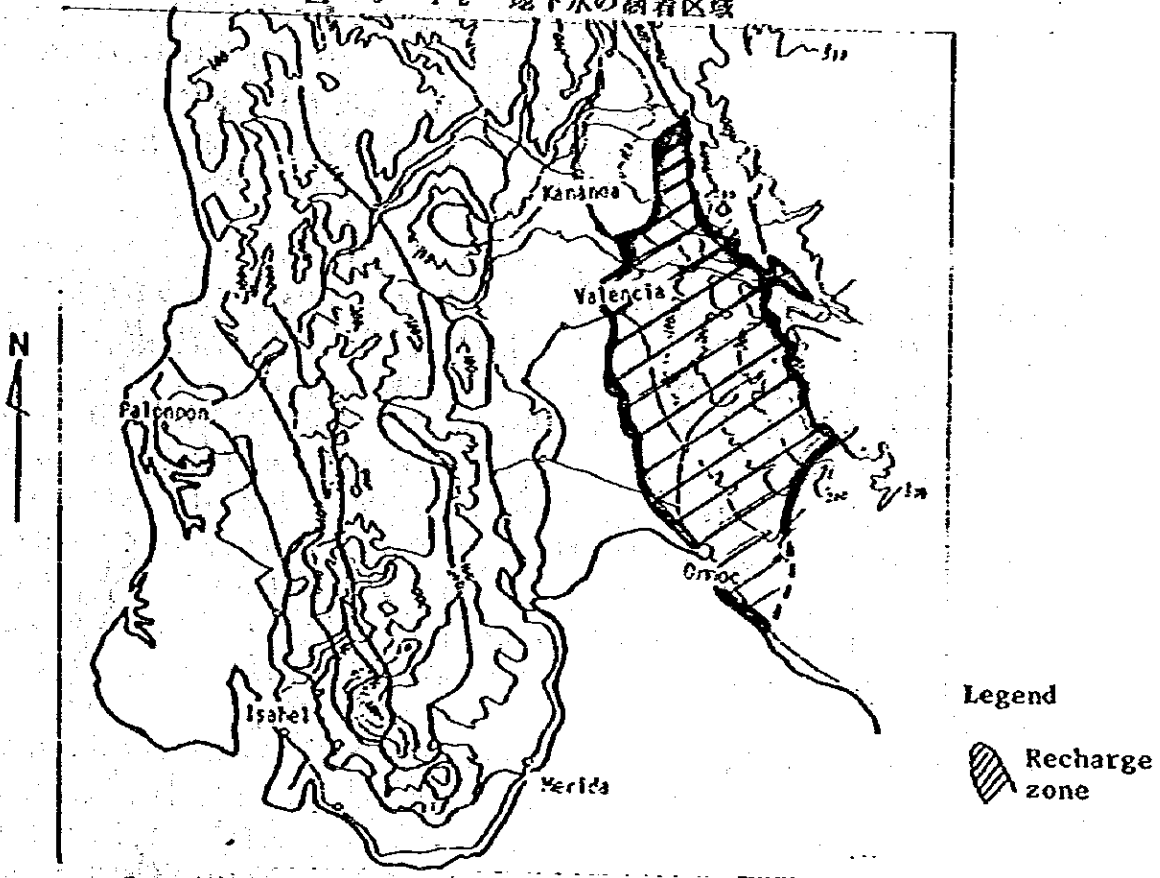


(5) 水収支

(a) 地下水の涵養区域

Ormoc 平野部の地下水は、沖積地から東側の洪積台地にかけて発達する  $Q_1$ ,  $N, S$  の新期の地層によって地下水盆を形成している。しかし  $Q_1$  は粘土質で小規模地下水であるため今回の検討の対象外とし、その下位層の  $N, S$  に胚胎する主要帯水層を目標にした。従って図-6・12のように涵養区域は  $N, S$  の分布区域に限られる。

図-6・12 地下水の涵養区域



その面積は 110  $\text{km}^2$  に及んでいる。

(b) 天水の涵養量

(a) の涵養区域の天水の涵養量 (地下水補給量) は、本地域に近い Baleon 川集水域についての検討結果を採用して次のように算出される。

Baleon 川集水域の地下水補給量

$$= \text{推定降水量 } 3339 \text{ mm} - \text{推定蒸発散量 } 1.153 \text{ mm} - \text{推定河川流出量 } 1.743 \text{ mm} = 443 \text{ mm}$$

涵養区域全域の地下水補給量

$$= 110 \text{ km}^2 \times 443 \text{ mm} \div 365 \text{ 日} \approx 134,000 \text{ m}^3/\text{d}$$

これに安全率 80% をみて

$$134,000 \text{ m}^3/\text{d} \times 0.8 \approx 107,000 \text{ m}^3/\text{d}$$

が天水の涵養量とみることができる。

(c) 水収支

ある地下水盆において涵養量に見合った量を汲むことによって水位の低下を引き起さないで永続して地下水を汲み上げることができる。また塩水侵入・地盤沈下などの防止も達成できる。

Ormoc 平野の地下水盆の水収支は上記の数値を使用して次のようにまとめられる。

地下水の補給量	107.000 m <sup>3</sup> /d	
地下水の排出量 (既存の水井戸総排出量)	20.000 m <sup>3</sup> /d	(表-6・4 参照)

$$\begin{aligned} \text{水収支} &= \text{地下水の補給量} - \text{地下水の排出量} \\ &= 107.000 - 20.000 = \text{⊕} 87.000 \text{ m}^3/\text{d} \end{aligned}$$

これによって調査地の水収支は、87.000 m<sup>3</sup>/d の余剰を持っていることになる。しかしこの計算にはかなりの推定が入っているので絶対視するわけに行かないが、1つの指針を与えるものと考えられる。いづれにしても本プロジェクトの所要水量約 38.300 m<sup>3</sup>/d (2005年) は深井戸によって対応できると推定される。

## (6) 結 論

今回の Ormoc 平野を中心にした地下水調査においては、LWUA より多くの資料提供を頂いた。その分析(資料の不十分な点は日本国内の経験により類推した)と現地調査(地質・水井戸・水質)・精密水質試験により地下水源の数量的解析を行った。それらの結果をまとめれば次のとおりである。

- Ormoc 市付近には Leyte 島西側では唯一の広い沖積低地が発達しており、その集水域は長さ 55 km、幅 45 km に及んでいる。降水量は 2,200 mm/年あり、かなりのものである。付近の地質は西側の山地から東側の山地の一部にかけて本地域の基盤岩である新第三紀中新世の古い地層が分布する。それから平野部にくだるに従い、新第三紀鮮新世から第四紀の比較的新しい地層が発達するようになる。これら新期の地層は固結度が少なく多くの空隙を持つ可能性があり、地下水を包蔵し易い。これらの理由から Ormoc 平野部は地下水盆を形成し得る条件を備えているとみることができる。
- Ormoc 平野部には既存の水井戸が 69 本もあり、飲料水用で孔径の小さいものが多く、深度も 50 m 前後の浅いものが多い(100 m 以上は 4 本)。又、低地部の井戸はほとんど自噴しており、500 l/min 以上のものが 5 本も存在する。また井戸の地質柱状図に多くの砂礫層がみられることなどから、調査地に地下水盆の存在することが認められる。
- 現場簡易水質試験及び 6 本の井戸水精密分析結果によれば導電率 200~400 μs/cm、水温 27~29℃のものが多い。PH は例外を除いて 7 前後を示しフィリピン水質基準に適合する。NH<sub>4</sub><sup>+</sup> は 0.1~4.0 ppm を示す(WHO の基準からは西南の井戸で超えるものがある)。Fe<sup>2+</sup> は 0.1~7.5 ppm あり、平野の西南部で基準を超えるものがある。Cl<sup>-</sup> は 10 ppm 前後を示しているが、海岸部の一部で基準を超えるものがある。総合的にみて、東側台地は良質で西南に向かうに従い悪化する傾向にある。
- 平野部では最近 LWUA により広域電気探査(151 測点)が実施されており、その報告書分析結果では平野の東側で礫優勢堆積物(良好帯水層)が発達していると推定され、西側に向かうに従って砂優勢(帯水層)になり、更に粘土質(鍾帯水層)に推移する傾向を示している。しかし測点間隔も広く概査の域を出ていないし、また東側の部分で測定深度の浅い所もあり、今後の生産井開発段階で深部探査を含めた精査を必要とするように思われる。
- 地下水は天水(雨水)の涵養により補給されるので、その補給量以内に排出量

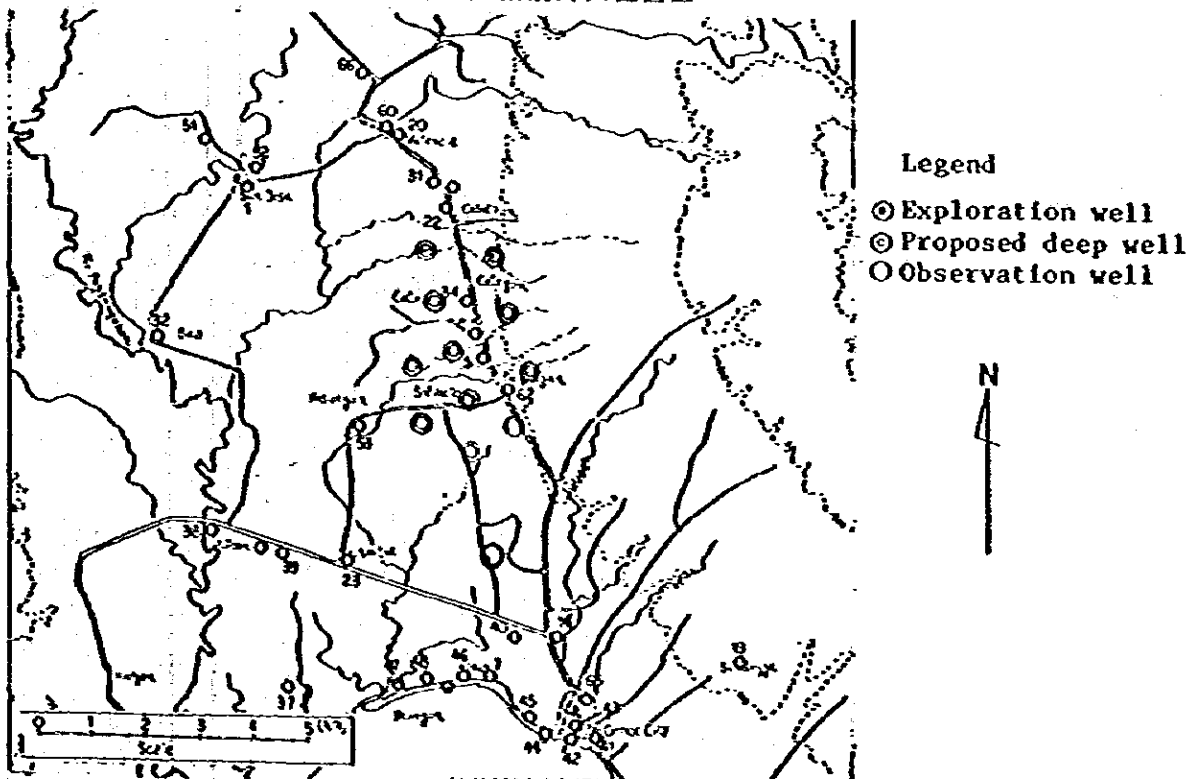
(井戸による揚水量)を保てば公害問題(地盤沈下・海水侵入)は発生しない。

地下水盆の補給量を試算したところ 107,000 m<sup>3</sup>/d で、このうち現在平野部の多くの水井戸から約 20,000 m<sup>3</sup>/d 排出されているので、87,000 m<sup>3</sup>/d の余剰を持っていることになる。したがって本プロジェクトの所要水量 38,300 m<sup>3</sup>/d は深井戸で対応できると想定される。

- 今回の調査によって Ormoc 平野部の地下水盆はかなりの規模であると認められ、良好帯水層の分布区域も予想されたが、最終的には 200 m の調査井 1 本を Dayhagan 地区に掘削して(これは掘削後生産井になる)、電気検層・揚水試験・水質試験を実施し帯水層の能力を確認する必要があると思われる。
- 給水のための深井戸計画については、調査井掘削後でないと 1 本当りの揚水能力は判らないが、現在の見通しでは Dayhagan 地区の 10 本で 40,000 m<sup>3</sup>/d が見込まれる(ほかに予備 1 本を掘削する)。局所的な水位低下の防止(地盤沈下対策)あるいは既存水井戸への影響防止のため新設 既設共に井戸間隔については十分な配慮が必要であり、さらに又海水侵入防止のためにも水位観測井 1 本を掘削し気象との関連にも留意しつつ常時監視する必要がある。
- 地下水開発については次のように想定される。

深井戸掘削計画位置は図-6・13のとおりで、調査井は予定井の中央付近に掘削し井戸間隔は普通の 2 倍近い 500 m 以上とし、既存井戸との距離は 1000 m 以上とする。観測井は新設井から 2 km の位置に設けることとする。

図-6・13 深井戸掘削計画位置図



深井戸掘削については、大障が多いのでパーカッション法が適当と思われる。ストレーナーは多く用意する必要がある。

① 深井戸掘削計画仕様(図-6・14参照)

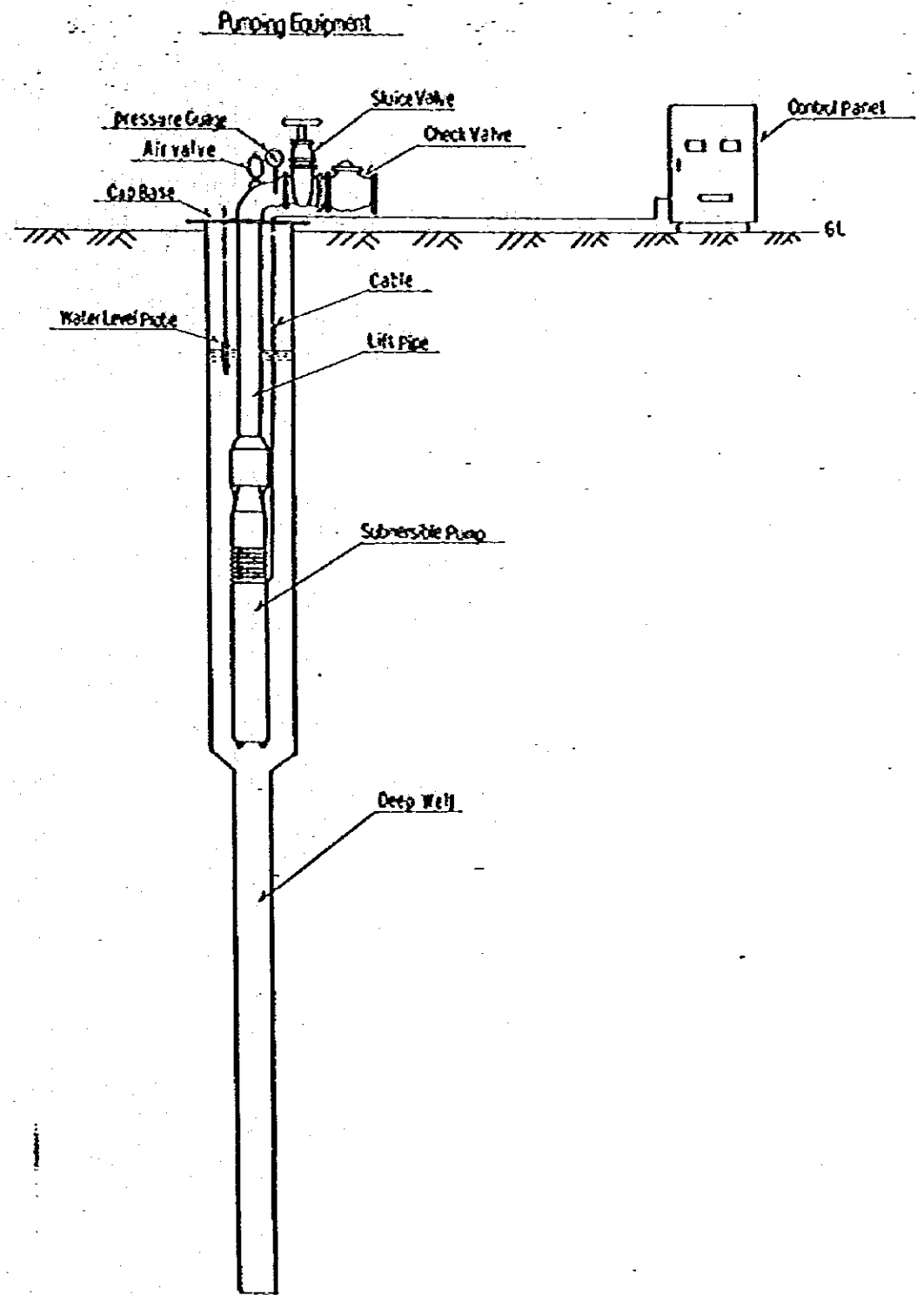
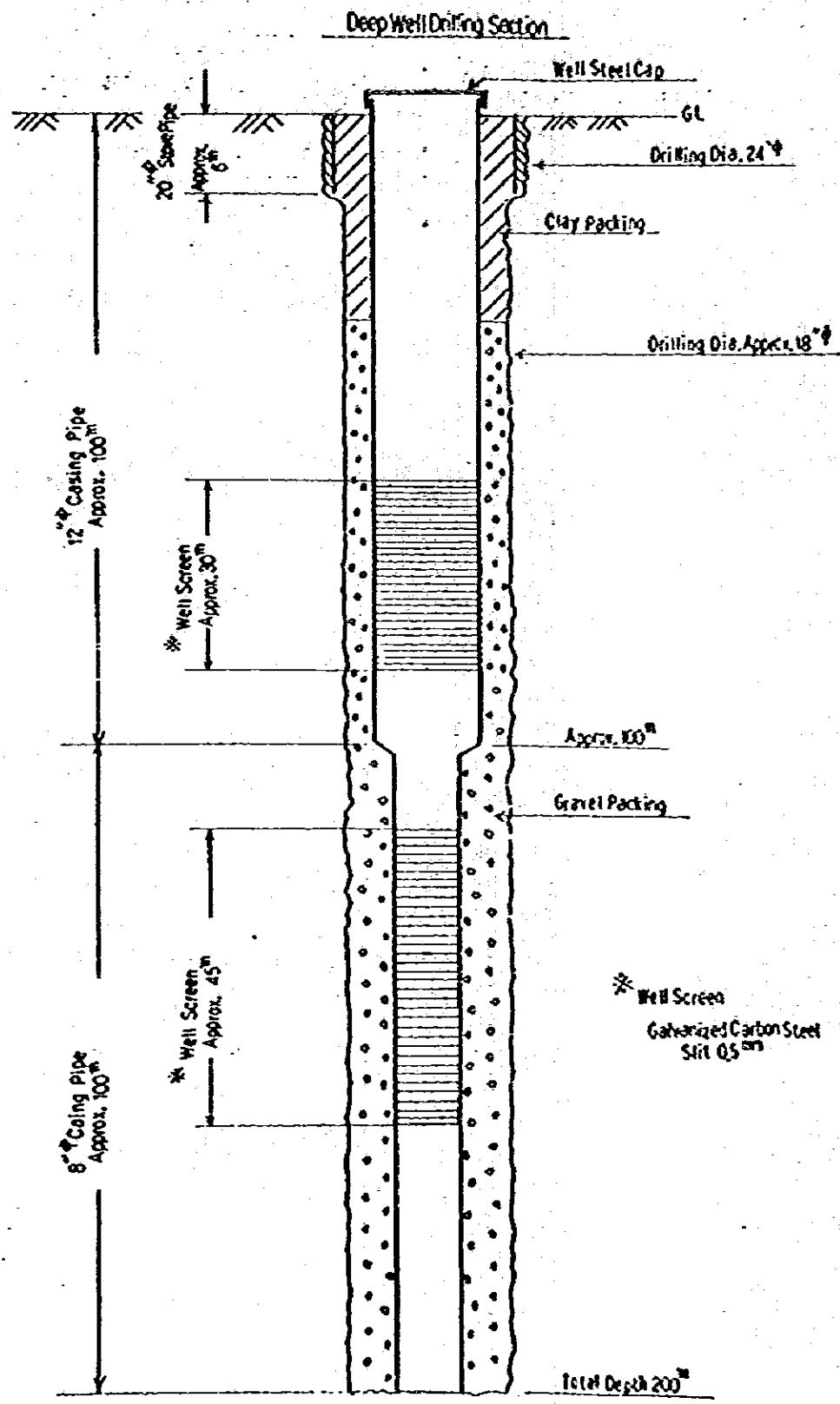
深 度 200 m

掘削口径	約18吋
ケーシング口径	12吋
ストレーナー	約75m
仕上方法	砂利充填
揚水方式	水中ポンプ

② 水位観測井計画

深度 200m×ケーシング口径8吋

圖-6·14 深井戶計圖



## 6-2. 表流水開発

### 6-2-1. 表流水の選定

表流水を住民等のための用水及び Industrial Estate の工場群のための用水水源として考えた場合、その候補として考えられるのは、Leyte 島西部を流れる Manay 川、Quiot 川、それに、Isabel 近くを流れる Dupon 川、更に Leyte 島中央部より Ormoc 湾に流れ込む Pagsangahan 川、その上流の Bao 川があげられる。

一般に水道用（工業用水も含む）水源としてその選定の要因としてあげられるものに給水区域との関連における位置の問題、更に重要な決定要因となる水源の水量、水質とがある。これら種々の決定要因のうち水量の点に関しては、第5章水需要量の項目の中で述べた計画目標年次2005年での計画総給水量38,240 m<sup>3</sup>/日を満足できる水源を選定する必要がある。現地における現場踏査の結果下記の3河川については水源としての水量不足が推測された。

① Manay 川

② Quiot 川

③ Dupon 川

Pagsangahan 川、Bao 川の2河川については、水源としての水量を考えると計画総給水量に対し、十分に満足できる状態にあることが判明した。（6-2-2参照）

したがって、表流水の水源としては、Pagsangahan 川、Bao 川の、2河川を対象河川とし水質検査を行なうものである。

### 6-2-2. Pagsangahan 川の水量

河川流量 Q は、流量観測から、

$$Q = A \times V = 32.6 \text{ m}^2 \times 0.075 \text{ m/sec}$$

(実測)                      (実測)

$$= 2.4 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$= 207,360 \text{ m}^3/\text{日}$$

今、計画給水量（ $Q_p = 38,240 \text{ m}^3/\text{日}$ ）より、必要原水量は、約40,000 m<sup>3</sup>/日とされこれに対して、Pagsangahan 川の流量は、十分な水量をほこり、ここで取水してもその残りは、約167,000 m<sup>3</sup>/日となり、取水点より下流に与える影響は現状では全くないものと判断できる。

### 6-2-3. 水 質

#### a) 水 質

図-6-15に採水位置を表6-7に水質試験結果を示す。

圖-6·15 表梳水採水位置

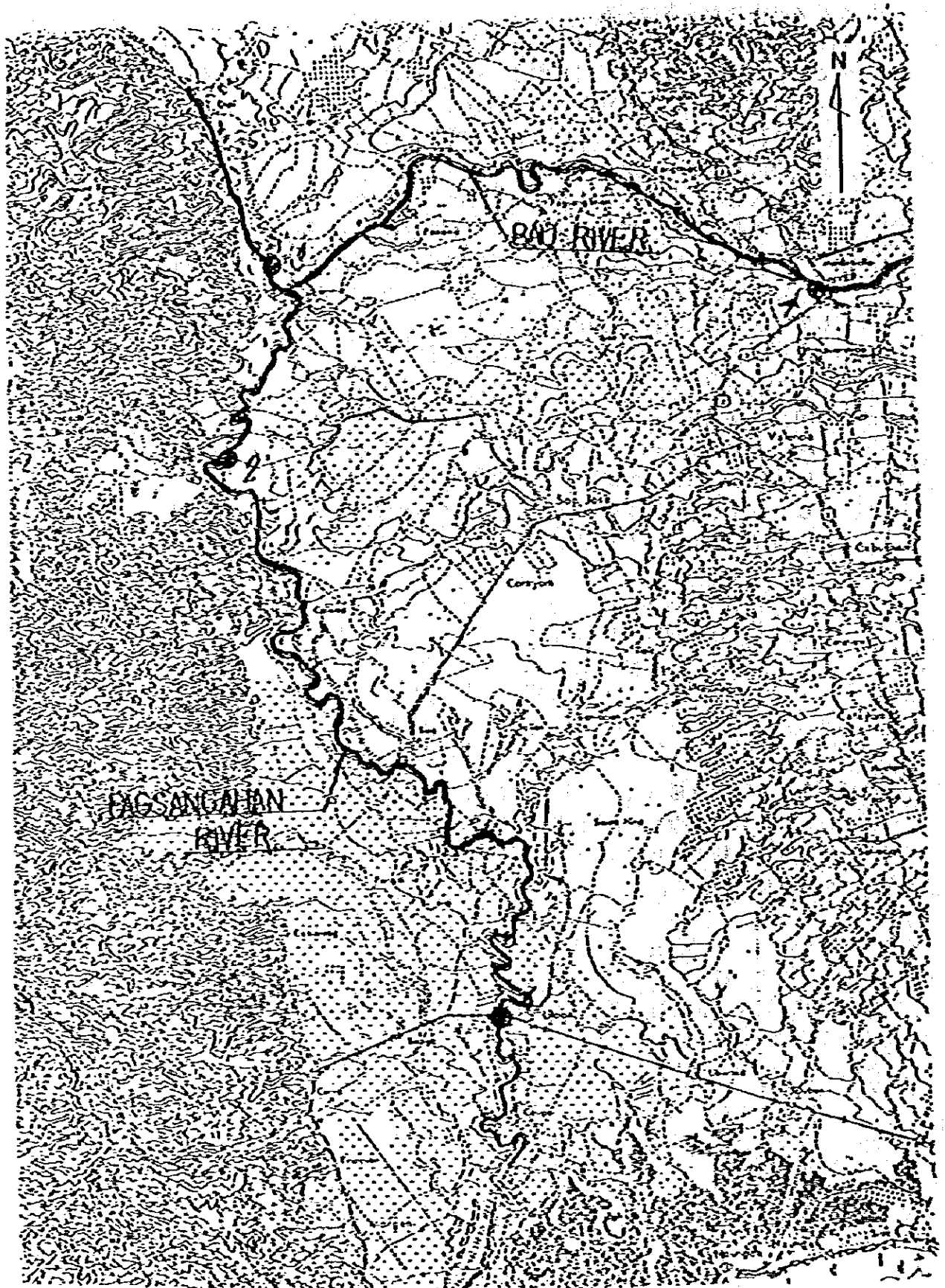


表-6.1 水質分析成績表

番号	試 驗 項 目 名 稱	資 料 番 号				MOH	WHO
		①	②	③	④		
0	Color	2	2	12	27	5	-
1	Odor	non	non	non	non	non	-
2	Turbidity, FTU	2	1.5	9	11	5	-
3	pH	7.2	7.2	7.6	7.2	6.5~8.5	6.5~8.5
4	Alkalinity as CaCO <sub>3</sub>	46	36	111	24	-	-
5	Free Carbon Dioxide, mg/l CO <sub>2</sub>	7	7	10	11	-	-
6	Total Solid, mg/l	208	165	256	511	500	500
7	Total Hardness, mg/l CaCO <sub>3</sub>	81	57	102	108	-	-
7 <sup>1</sup>	Total N	0.467	0.364	0.687	0.365	-	-
8	NH-N, mg/l	0.08	0.05	0.05	0.04	-	-
9	NO <sub>3</sub> -N, mg/l	0.04	0.01	0.26	0.00	-	-
10	NO <sub>2</sub> -N, mg/l	0.037	0.024	0.017	0.005	-	-
11	O-Phosphate, mg/l P	0.022	0.023	0.030	0.037	-	-
12	Coliform Bacteria, No/ml	43	93	4	4	10/100 ml	10,000/100 ml
13	Fe, mg/l	1.10	1.12	0.29	0.64	1.0	0.3
14	Mn, mg/l	0.05	0.14	0.02	0.07	0.5	0.1
15	Cl <sup>-</sup> , mg/l	71	45	14	174	-	-
16	As, mg/l	N.D.	N.D.	N.D.	0.085	0.05	0.2
17	Pb, mg/l	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	0.05	0.1
18	KMnO <sub>4</sub> , mg/l (Potassium Permanganate Expenditures)	5.6	5.3	7.8	7.3	-	-
19	Zn, mg/l	0.012	N.D.	N.D.	0.012	5.0	-
20	Cu, mg/l	0.002	0.002	0.005	0.004	1.0	-



#### (b) 水源の位置

水質分析結果をみると、④地点でヒ素が検出されている。これは Bao 川上流部に  
ある地熱発電所からの排水が原因とおもわれるが MOH<sup>1)</sup> の基準値 0.05 ppm に比  
べ 0.085 ppm と大きく、飲料水の原水としては、不適当と思われる。①②③地点で  
はヒ素は検出されていないが①②地点は、④地点(Bao 川) と同系統の川であり、更  
に地熱発電の稼働が将来は、現在の約 10 倍の量になることを考えると排出量もそれ  
に比例して増加すると考えられ、現在検出されていない①②地点にもヒ素が含まれ  
る危険性があり④地点同様①②地点も飲料水の原水としては、不適当と思われる。  
したがって原水としての取水源は③地点しかなく、以下③地点における水質検査を  
基に水質の評価を行ない飲料水に適するための処理システムを考えるものである。

(注; MOH<sup>1)</sup> = MINISTRY OF HEALTH, Republic of the Phillipines 1978)

#### (c) 水質の評価及び処理システム

MOH の基準値に対して、それを超えているものには、Color, Turbidity, 重金属の  
鉛の 3 点があげられる。アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素を同時に検出しているが  
これは Pagsangahan 川上流の農民が飼育している家畜のし尿の為と考えられる。  
しかし検出されている量は微量でありこれらは塩素消毒により十分に浄化できるも  
のと思われるので処理システムには、別に配慮する必要はない。

した Color, Turbidity, 鉛の 3 点の除去システムについては、各々の検出量 Color  
12 度、Turbidity 9 度、鉛 0.1 ppm 及び立地条件 (敷地面積)、管理システムの簡易  
さを考えれば、緩速ろ過法が適当と思われる。然し表流水の水質は年間変動が大き  
く、ことに洪水時の濁度、細菌の増加が著しいこと、その自浄作用は一般に信じら  
れているのとは反対に静水よりも小さいという特徴があるといわれている。したが  
って表流水を水源とする場合は少なくとも 1 年間各季節につき、各条件における水質  
を見きわめ浄水方式を選定しなければならない。今回の調査では、時間的制約をう  
け各季節毎の水質を分析できず短期間での採水による水質分析のみにつき前記にあ  
げた緩速ろ過システムでは、完全に一年間を通じて一定の浄水を得ることは疑問で  
あると思われる。

#### (d) 導水システム

取水源から Liloan までの導水システムは、地形が平坦であることより、処理後送  
水ポンプにより Liloan まで圧送する形態となる。導水管は、Pagsangahan 川に沿っ  
て農道が発達しており、この農道下に  $\phi$  700 の管を埋設することになる。

### 6-3. 水源の選定

今まで水源として地下水と表流水について述べてきたが水源の選定として重要なこと  
は、水質、水量を共に満足するものでなければならない。地下水については調査により  
Ormoc 平野部で豊富な水量があり、水質的にも今回の調査での水質試験結果から良質な  
ものであることが判明した。一方表流水については水量は、今回の調査時期が雨季期で  
あるにもかかわらず需要量に見合う十分な量が確認された。ただ問題となるのは水質の  
面である。

今回の調査の結果は表-6・7 でありその場合の処理システムは緩速ろ過法であるが  
これは、あくまでも水質試験結果からだけであり水質の年変動を考慮しておらず、水質

の年変動を考慮すれば、一定の水質の水を得るためには、急速ろ過法によらざるを得ないであろう。この方法だと運転管理にかなり高度の技術を必要とし、薬剤（硫酸バンド、PAC）等によるランニングコストのアップにつながり全体的にみて高価となる。

したがって、今回における水源としては、安価に確保でき、かつ、管理面においても容易で一定の水質が得られる地下水を水源として考えることとする。



## 第 7 章 送水ルート検討

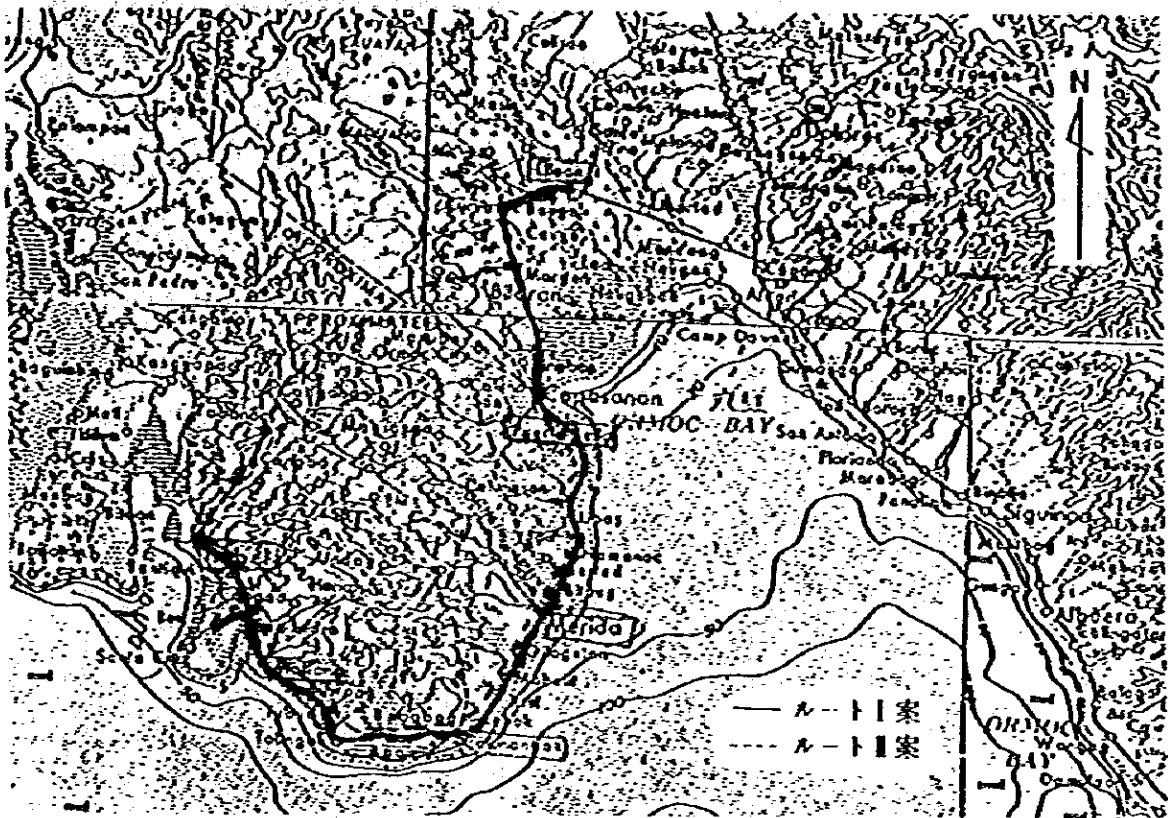


## 第7章 送水ルート of 検討

### 7-1. 代替案の作成 (送水ルートの比較)

送水ルートについては、図-7・1に示す如く2ルートが考えられた。

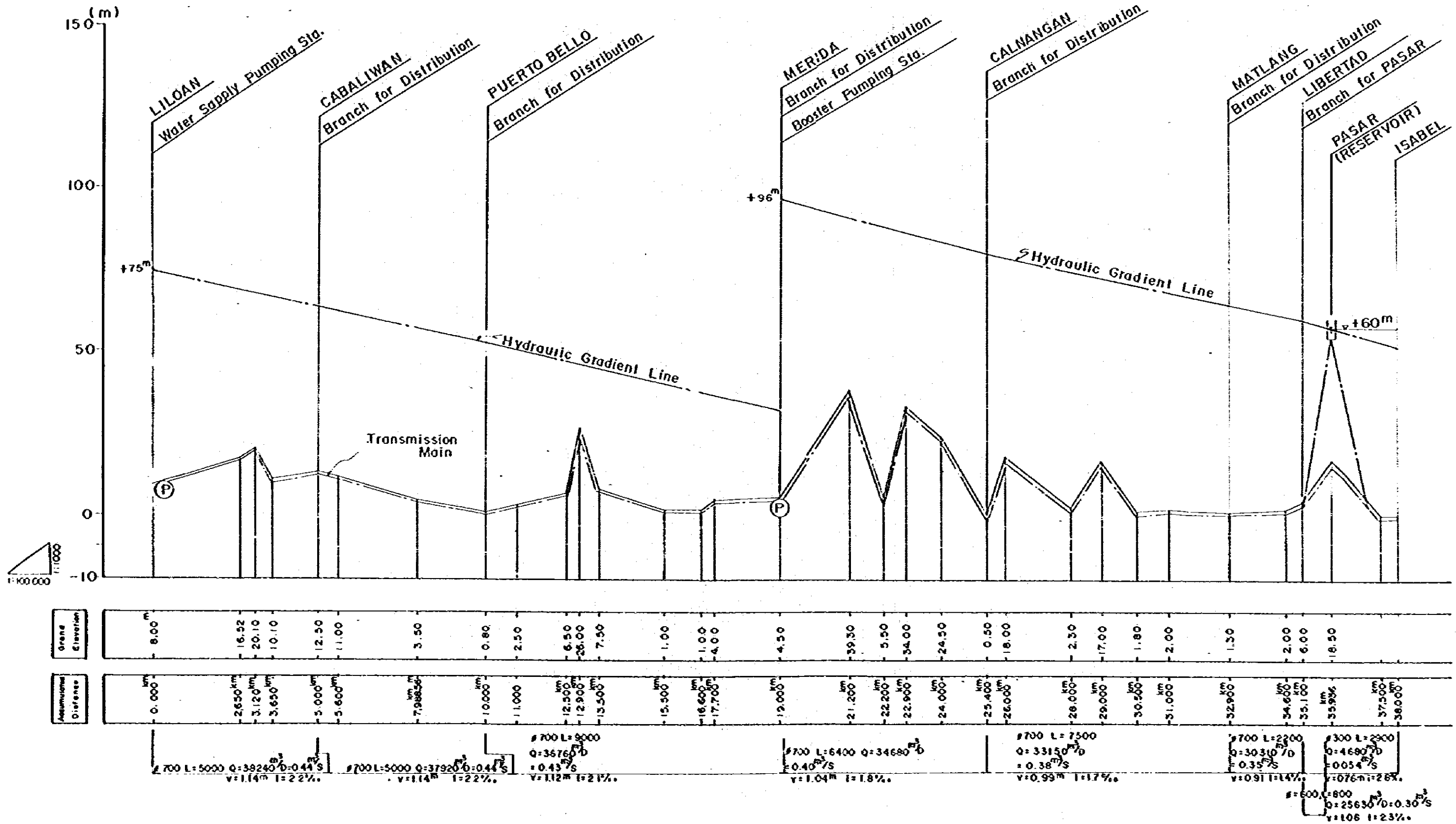
図-7・1 送水ルート比較



ルートIは、Liloan Cabaliwan, Merida, Matlang地区を通る海岸線に沿った国道に、送水管を布設する案で、人口が比較的密集しており、PASARまで送水する間に各区域へ分水できる利点がある。

ルートIIについては、全送水量の約70%を占めるPASAR及びその他の、需用量からして送水管の管径の大きいものを極力短くするために代替案として考えられるものであるが、人口は、ほとんど海岸沿いに密集しているためL.I.E.に送水後更にMatlang, Merida, Cabaliwanまで小口径の送水管を布設する必要がある。以下にルートI、ルートIIに関する管路概略縦断図(図-7・2&7・3)を示し更に主な施設の諸元を述べる。

図-7.2 ルートI 管路概略縦断面図









7-1-1. 各案に対する施設の諸元

A. ルート I

1. 送水ポンプ所

送水ポンプ (60 Hz)

$Q = 26.56 \text{ m}^3/\text{min}$ ,  $H = 67 \text{ m}$

両段込うず巻ポンプ 4台 (うち1台予備) 160 kW

2. 加圧ポンプ所

加圧ポンプ (60 Hz)

$Q = 24.08 \text{ m}^3/\text{min}$   $H = 67 \text{ m}$

両段込うず巻ポンプ 4台 (うち1台予備) 160 kW

3. 送水管

Liloan ~ Cabaliwan 分水点

$\phi 700$   $L = 5000 \text{ m}$

Cabaliwan 分水点 ~ Puerto Bello 分水点

$\phi 700$   $L = 5000 \text{ m}$

Puerto Bello 分水点 ~ メリダ 分水点 (加圧ポンプ所)

$\phi 700$   $L = 9000 \text{ m}$

Merida 分水点 ~ Calnangan 分水点

$\phi 700$   $L = 6400 \text{ m}$

Calnangan 分水点 ~ Matlang 分水点

$\phi 700$   $L = 7500 \text{ m}$

Matlang 分水点 ~ Libertad

$\phi 700$   $L = 2200 \text{ m}$

Libertad ~ PASAR 配水池

$\phi 600$   $L = 800 \text{ m}$

Libertad ~ Isabel

$\phi 300$   $L = 2900 \text{ m}$

B. ルート II

1. 送水ポンプ所

送水ポンプ (60 Hz)

$Q = 26.56 \text{ m}^3/\text{min}$   $H = 90 \text{ m}$

両段込うず巻ポンプ 4台 (うち1台予備) 220 kW

2. 第1加圧ポンプ所

加圧ポンプ (60 Hz)

$Q = 26.56 \text{ m}^3/\text{min}$   $H = 80 \text{ m}$

両段込うず巻ポンプ 4台 (うち1台予備) 190 kW

3. 第2加圧ポンプ所

加圧ポンプ (60 Hz)

$Q = 26.56 \text{ m}^3/\text{min}$   $H = 80 \text{ m}$

両段込うず巻ポンプ 4台 (うち1台予備) 190 kW

4. 第3加圧ポンプ所

加圧ポンプ (60 Hz)

$Q = 2.47 \text{ m}^3/\text{min}$   $H = 30 \text{ m}$

- 片吸込うず巻ポンプ 3台 (うち1台予備) 22kw
5. 第4加圧ポンプ所  
 加圧ポンプ' (60 Hz)  
 $Q = 0.22 \text{ m}^3/\text{min}$        $H = 40 \text{ m}$   
 片吸込うず巻ポンプ 2台 (うち1台予備) 3.7 kw
6. 送水管
- Liloan ~ 第1加圧ポンプ所  
 $\phi 700$        $L = 6200 \text{ m}$
- 第1加圧ポンプ所 ~ 第2加圧ポンプ所  
 $\phi 700$        $L = 900 \text{ m}$
- 第2加圧ポンプ所 ~ 接合井(1)  
 $\phi 700$        $L = 900 \text{ m}$
- 接合井(1) ~ 接合井(2)  
 $\phi 600$        $L = 6300 \text{ m}$
- 接合井(2) ~ 接合井(4)  
 $\phi 500$        $L = 5400 \text{ m}$
- 接合井(4) ~ Isabel 分水点  
 $\phi 500$        $L = 5300 \text{ m}$
- Isabel 分水点 ~ PASAR  
 $\phi 500$        $L = 3700 \text{ m}$
- Libertad ~ Matlang 分水点  
 $\phi 350$        $L = 2200 \text{ m}$
- Matlang 分水点 ~ 第3加圧ポンプ所 (Calnangan 分水点)  
 $\phi 350$        $L = 12900 \text{ m}$
- 第3加圧ポンプ所 ~ Merida 分水点  
 $\phi 300$        $L = 6200 \text{ m}$
- Merida 分水点 ~ 第4加圧ポンプ所 (Puerto Bello 分水点)  
 $\phi 200$        $L = 9000 \text{ m}$
- 第4加圧ポンプ所 ~ Cabaliwan 分水点  
 $\phi 100$        $L = 5080 \text{ m}$

## 7-1-2. 建設事業費

表-7・1 建設事業費

(単位;1000p)

項目	ルートⅡ		ルートⅠ	
	ルートⅡ	ルートⅠ	ルートⅡ	ルートⅠ
主要施設建設費	送水ポンプ施設		10,100	10,100
	第1加圧ポンプ施設		9,000	9,000
	第2加圧ポンプ施設		—	9,000
	第3加圧ポンプ施設		—	500
	第4加圧ポンプ施設		—	300
	接合井		—	200
管路施設建設費	φ 700	L=35100m	66,690	L=8000m 15,200
	φ 600	L=800m	1,280	L=11100m 17,760
	φ 500		—	L=9100m 10,920
	φ 350		—	L=15100m 12,700
	φ 300	L=2900m	2,030	L=6200m 4,340
	φ 200		—	L=9000m 3,180
	φ 100		—	L=5080m 665
	特殊工法(山岳トンネル)		—	L=1300m 20,000
	小計		89,100	113,865
その他	道路新設費		—	L=20000m 25,000
	動力用ライン建設費		—	5,000
計		89,100	143,865	
用地及び補償費		100	1,020	
合計		89,200	144,885	

## 7-2. 最適案の選定

前項に述べた、ルートⅠ案、ルートⅡ案に対する主要施設の建設費から判断すればルートⅠ案が経済的にみて有利と思われる。

ただ、送水ルート決定要因として経済性の他に給水人口及び施工の難易度も加味する必要がある。ルートⅡ案をみると給水対象面積が広い割にはルートⅠ案に比し人口密度が小さく1人当りの送水管建設費がルートⅠ案に比べ非常に高く不経済となり、又、将来の人口予測においてもL.I.Eプロジェクト完成後の人口の増加は大部分が海岸沿いに住む可能性が強いため、給水人口の面からいってもルートⅡ案は得策ではない。

更に施工性の面から考えても、ルートⅡ案については地形が急峻で工事用道路の新設、

あるいは、管布設のための用地買収等の問題が多い。したがって総合的にみてルートⅠ案がルートⅡ案に比較して優れている。よって送水ルートとして、ルートⅠ案を採用する。

## 第8章 施設計画及び工事工程計画



## 第8章 施設計画と工事工程計画

### 8-1. 施設計画

#### 8-1-1 概要

上水道の施設計画は、年次別計画給水量に従い、段階的に施設の拡充をはかるのが一般的であるが、今回の場合は第5章水需要量の項目でのべているように、通水初年度で全計画給水量のほぼ60%、3年後の1987年に約70%、5年後の1989年には85%の需要量となり、短期間に全体施設の建設が必要となる。したがって今回の施設計画についてはPASAR及びその他工業（PHILPHOS, WHARF, LIGHT INDUSTRIESを含む）の拡張計画を踏まえて下記の2ケースの案が考えられる。

Scheme 1 全体施設を通水年度にあわせて一括して建設する案。

Scheme 2 PASAR及びその他工業の拡張計画を考慮して建設する案。

(1987年に必要な計画給水量 $Q_1 = 26,250$  m<sup>3</sup>/日と1988年から2005年にかけて増加するCOMMUNITIESに対する給水量 $Q_2 = 6,430$  m<sup>3</sup>/日との合計 $Q = Q_1 + Q_2 = 32,680$  m<sup>3</sup>/日を給水するための施設を第1期計画として建設し残りの給水量 $Q_3 = 5,560$  m<sup>3</sup>/日にみあった施設を第2期計画して建設する。)

表-8-1 施設計画の比較及び問題点

項目 Scheme	施設規模の比較	問題点
Scheme 1	取水施設—深井戸日本 ( $\phi 300$ H=200) 接合井 2ヶ所 導水施設—導水管 $\phi 600$ “ $\phi 350$ 送水施設—送水管 $\phi 700$ “ $\phi 300$ 送水ポンプ所 加圧ポンプ所	全体的建設費はScheme 2に比べ安い。PASAR及びその他工業の拡張計画が実施されない場合においては施設に無駄が生じ不経済となる可能性がある。
Scheme 2	取水施設—Scheme 1と同じ 導水施設— “ 送水施設—送水管が第一期計画( $\phi 600$ )と第二期計画( $\phi 350$ )とに分かれるだけで送水ポンプ所、加圧ポンプ所の施設規模は、ほとんどScheme 1と同じ。	第一期計画と第二期計画のトータルの建設費はScheme 1に比べ高くなる。 しかしPASAR及びその他工業の拡張計画に伴う段階施工となるための施設の無駄が生じないので、Scheme 1に比べ、得策がある。



以上を踏まえて、以下に両案の施設計画を述べる。

### 8-1-2. 深井戸

井戸の掘削は、地下水調査の結果より Dayhagan 地区で 2005 年の計画給水量 ( $Q = 38,240 \text{ m}^3/\text{日}$ ) を満足するだけの本数を掘削する。今、井戸 1 本当りの揚水量は、 $4,000 \text{ m}^3/\text{日}$  であるため、予備 1 本を含め合計 11 本掘削する。井戸掘削計画仕様は、下記の通りであり井戸の設備図を図-8・1(a), (b) に述べる。

深 度	200 m
ケーシング口径	300 mm
ストレーナー	75 m スクリーン
仕上方法	砂利充填
揚水方式	水中ポンプ

表-8・2 取水ポンプ仕様一覧表

項 目	仕 様		
	Scheme 1	Scheme 2	
		第一期計画	第二期計画
ポンプ形式	深井戸形水中ポンプ	同 左	同 左
台 数	10	8	2
予 備 ポンプ	1	1	0
口 径 (mm)	150	同 左	同 左
全 揚 程 (m)	48 m	・	・
揚 水 量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )	2.70	・	・
周期回転数 (r.p.m)	3600	・	・
電動機出力 (kW)	45	・	・
V Hz P 電圧×周波数×極数	380×60×2	・	・
揚水管長さ (m)	45	・	・
水中ケーブル長さ(m)	55	・	・
井 戸 径 (mm)	300	・	・

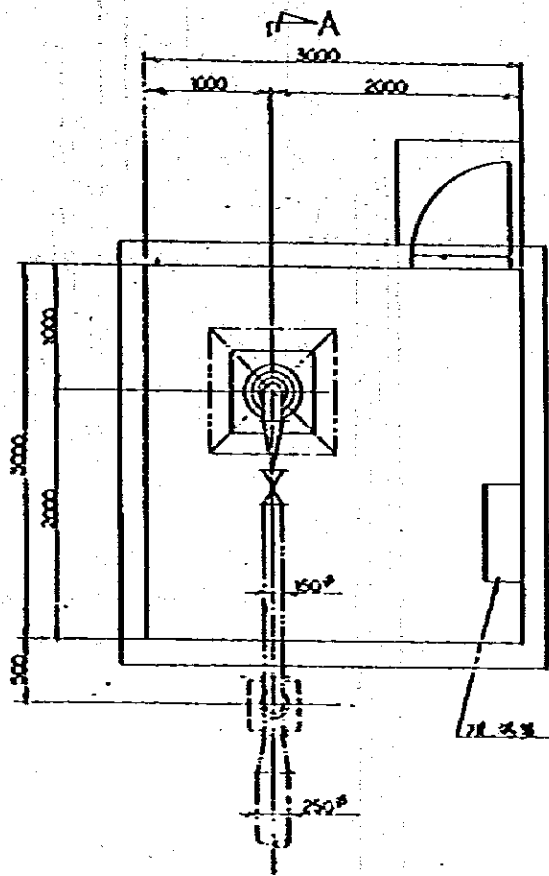
### 8-1-3. 導水方法

深井戸により揚水した水は Liloan に計画する送水ポンプ所まで導水する。導水の方法としては、揚水した水を名々の井戸群の中央部に接合井を設け、接合井より 1 本の管で導水する。

地形的な面をみると Dayhagan 地区は、Liloan に比べ約 40 m 高く高台となっている。

導水管は、 $\phi 500 \text{ mm}$  を使用すると、摩擦損失が大きくなり且つその為の高揚程の接合井 (約 20 m 程度) が必要となり、そのため維持費 (動力費) 及び建設費がかさみ不経済となるので  $\phi 600 \text{ mm}$  とし自然流下により導水する。

図-8・1-(a) ポンプ室平面図 S=1/30





尚、井戸の掘削位置がお互いに離れていること等のため、接合井は2つ構築することとする。

#### 8-1-4. 水中ポンプの運転制御方式

水中ポンプは、接合井水位により自動的に台数制御を行なうものとし、深井戸の水位が異常低下した場合は、その深井戸ポンプ（水中ポンプ）を自動停止させる。尚、水中ポンプは接合井付近に設置する電気室で集中監視を行なうものとする。

#### 8-1-5. 電気室

各々の深井戸への受電及び配電のため電気室を設ける。電気室には水中ポンプ6台中（1台予備）5台分容量の屋内形変圧器及び6台分の制御盤を設置し、各々の深井戸へ別々に送電する。又電気室では、水中ポンプ6台分の集中監視を行なう。更に自家発電装置（ポンプ5台分の容量）を設置し緊急時には自動起動を行うものとする。

図-8・2に電気室設備計西図を示す。

#### 8-1-6. 送水ポンプ所及び加圧ポンプ所

Liloanに送水ポンプ所を、Liloanより19km離れた Merida 付近には、加圧ポンプ所を設置する。

送水ポンプ所及び加圧ポンプ所の規模は、ポンプ台数、制御方法、経済性等、を総合的に検討して決定する必要がある。

今回は以上のことを検討した結果 Scheme 1 については常用ポンプ3台、予備ポンプ1台で計画し、送水ポンプ所、加圧ポンプ所の施設を決める。Scheme 2 については第一期計画では、常用ポンプ3台、予備ポンプ1台、第二期計画では常用ポンプ1台とする。

#### 8-1-7. ポンプ機種を選定

ポンプ機種を選定する場合の条件として下記の事項を考慮して決定する。

I) 計画送水量と水量変動

II) 保守管理

III) 吸込性能

IV) 機場内のおさまり

V) 信頼度

本計画では水量変動に対して揚程変化が小さく、保守点検、分解修理が容易な横軸両段込うず巻きポンプを選定する。

表-8・3にポンプ仕様一覧表をあげる。

表-8・3 ポンプ仕様一覧表

項 目	仕 様		
	Scheme 1	Scheme 2	
		第一期工事	第二期工事
ポンプ形式	横形両吸込うず巻きポンプ	同 左	同 左
台 数	3	3	1
予 備	1	1	
口 径 (吸込mm)	250	250	200
(吐出mm)	150	150	150
全 揚 程 (m)	67	88	63
揚 水 量 (m <sup>3</sup> /min)	8.9	7.6	3.9
ポンプ回転数 (r.p.m)	1750	同 左	同 左
電 動 機 出 力 (kW)	160	180	75
電 圧 (V)	4160	同 左	同 左
周 波 数 (Hz)	60	・	・
極 数 (P)	4	・	・

8-1-8. ポンプ運転制御方式

i) 送水ポンプ所

- a) 3台の送水ポンプは、吐出側の流量計により流量をチェックし自動的に台数制御を行うものとする。
- b) 吸水側受水槽の水位が低水位になった場合は送水ポンプを自動停止させる。
- c) ウォーターハンマーによる負圧対策としては（フライホイール）＋（ワンウェイサージタンク）方式で考える。
- d) 3台の送水ポンプはポンプ室に設けられた電気室で集中制御を行なう。

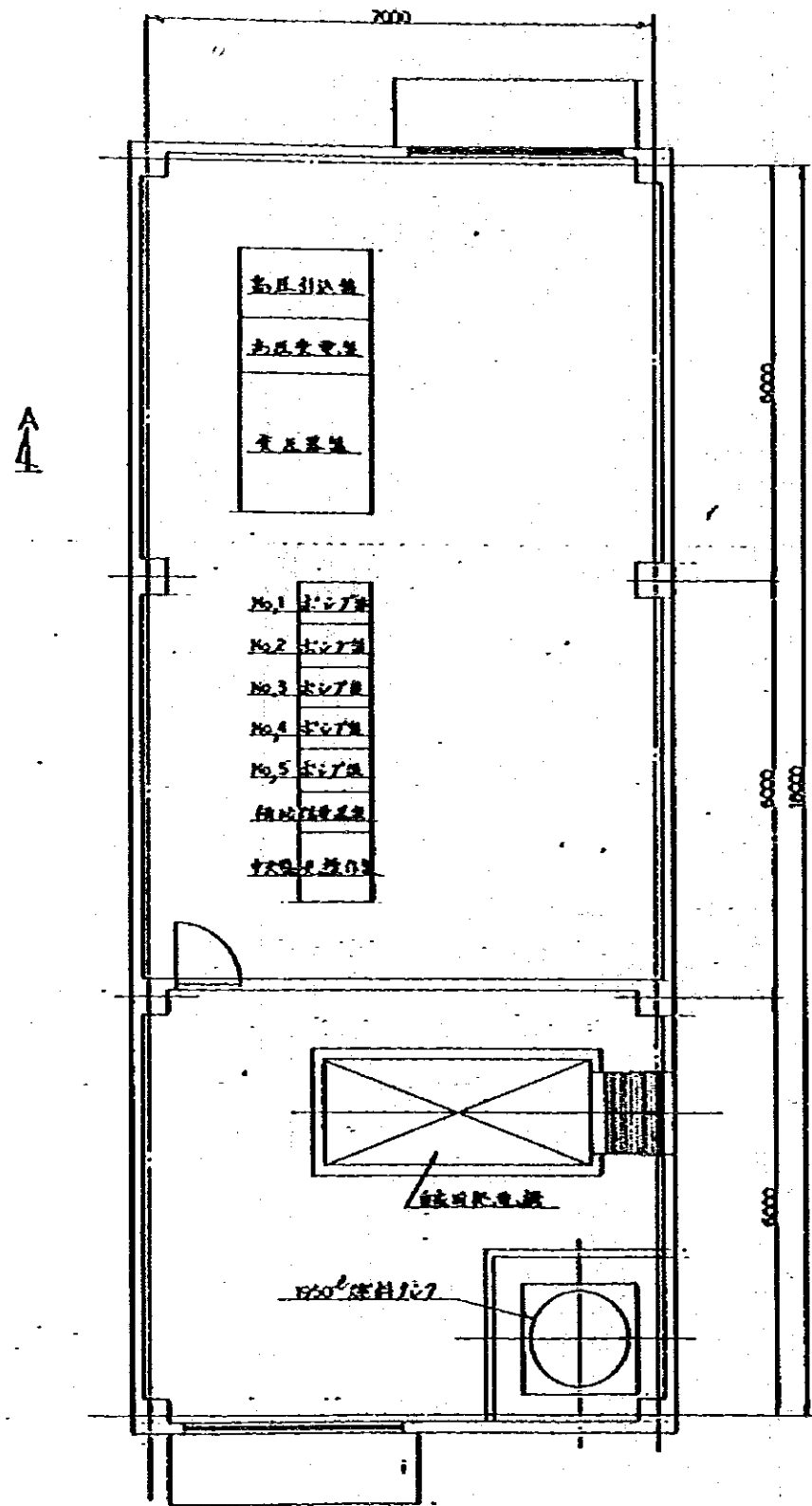
ii) 加圧ポンプ所

- a) 3台の加圧ポンプは吐出側の流量計により流量をチェックし自動的に台数制御を行なうものとする。
- b) ポンプ入口側での圧力が異常に低くなった場合は加圧ポンプを自動停止させる。

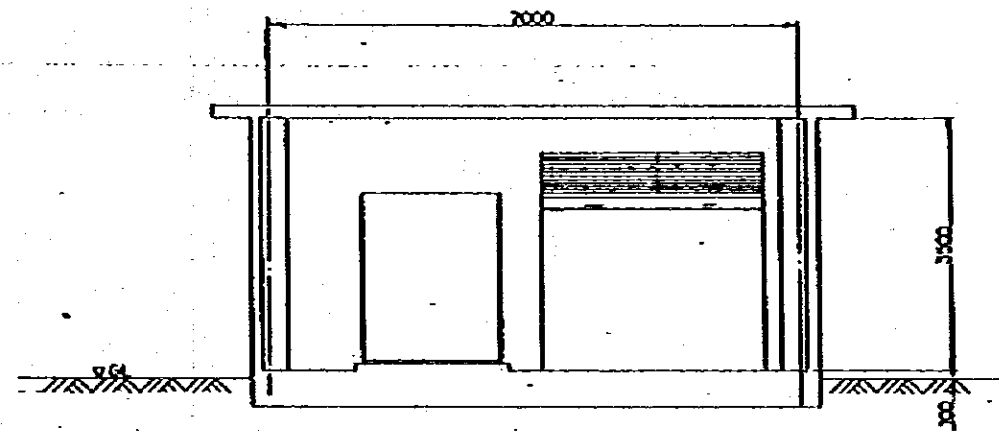
8-1-9. 受電方式

送水ポンプ所、加圧ポンプ所に各々電気室を設け受電を行なう。受電用電源は 60 Hz, 4160 V. モーターの電源は 480 V, 高圧とする。電気室にはポンプ4台分の制御盤を設置し集中監視を行なう。更に自家発電装置（ポンプ3台分の容量）を設け緊急時に自動起動を行なう。図-8・3と図-8・4に送水ポンプ所施設設計図、加圧ポンプ所施設設計図を示す。

图8-2 电气室平面图 S=1/50



A-A 断面图 s=1/50



取木架架场电气室



图-8·3-(b)

A-A 断面图  $s=1/50$

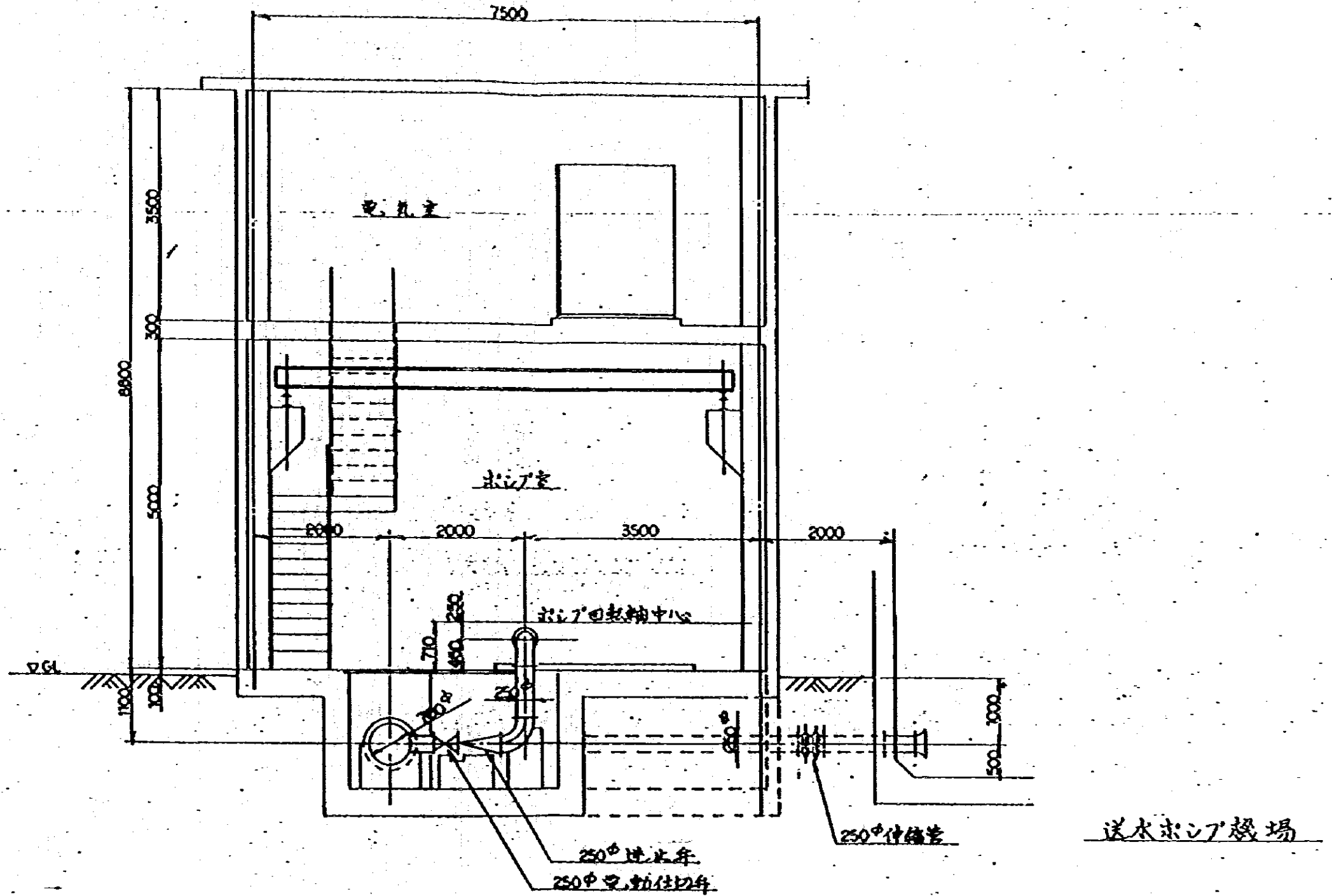
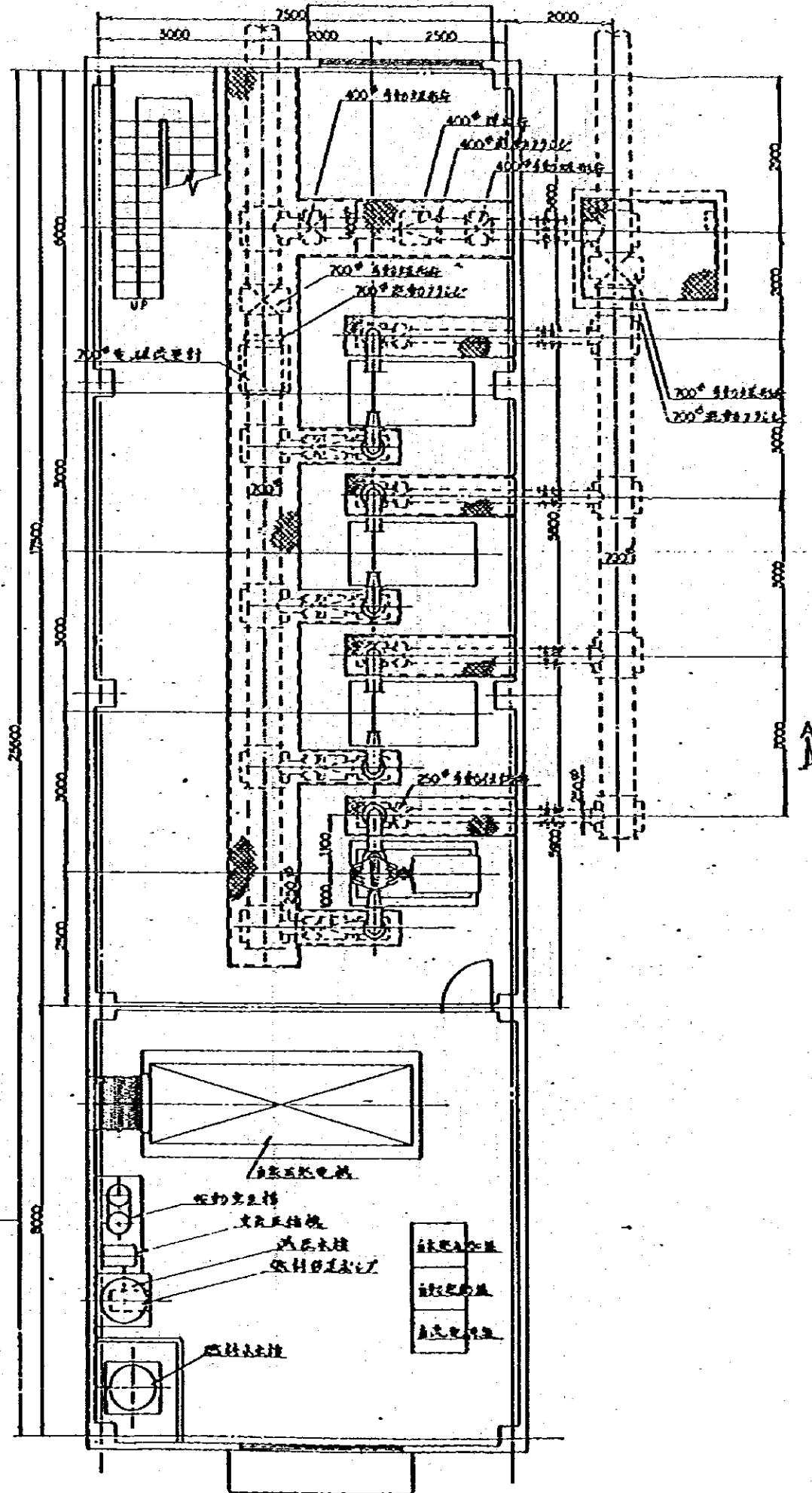


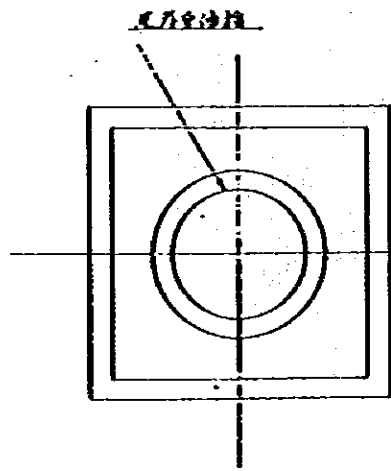
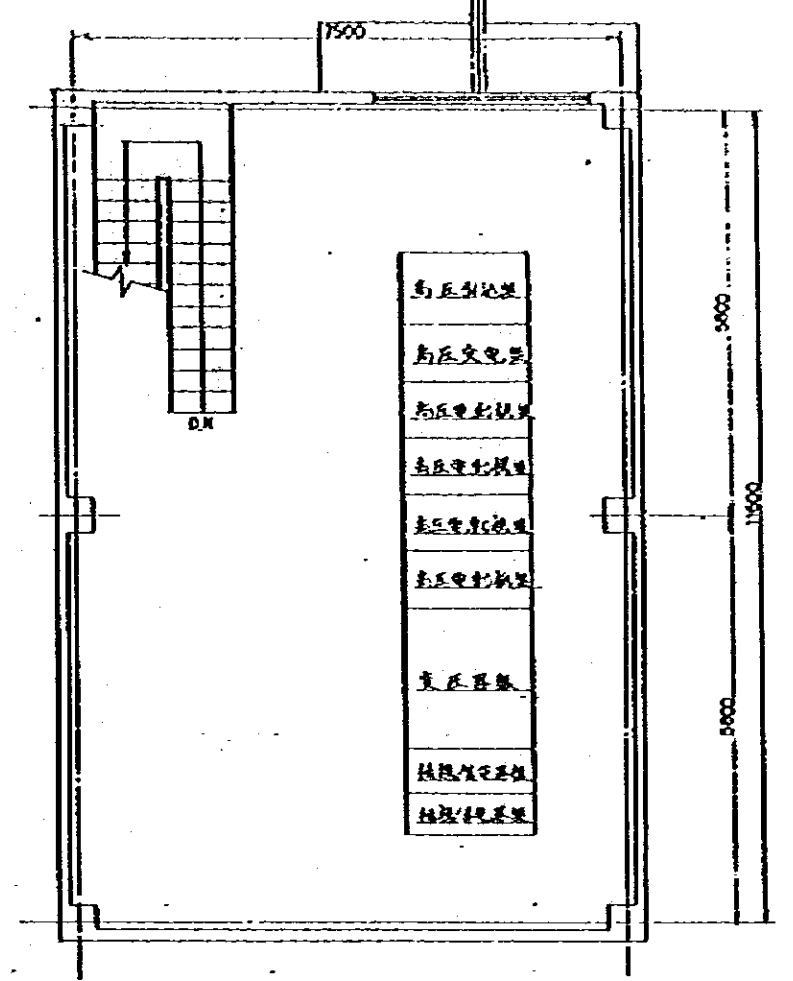


图-8·4-(a)

水泵室平面图 1:50

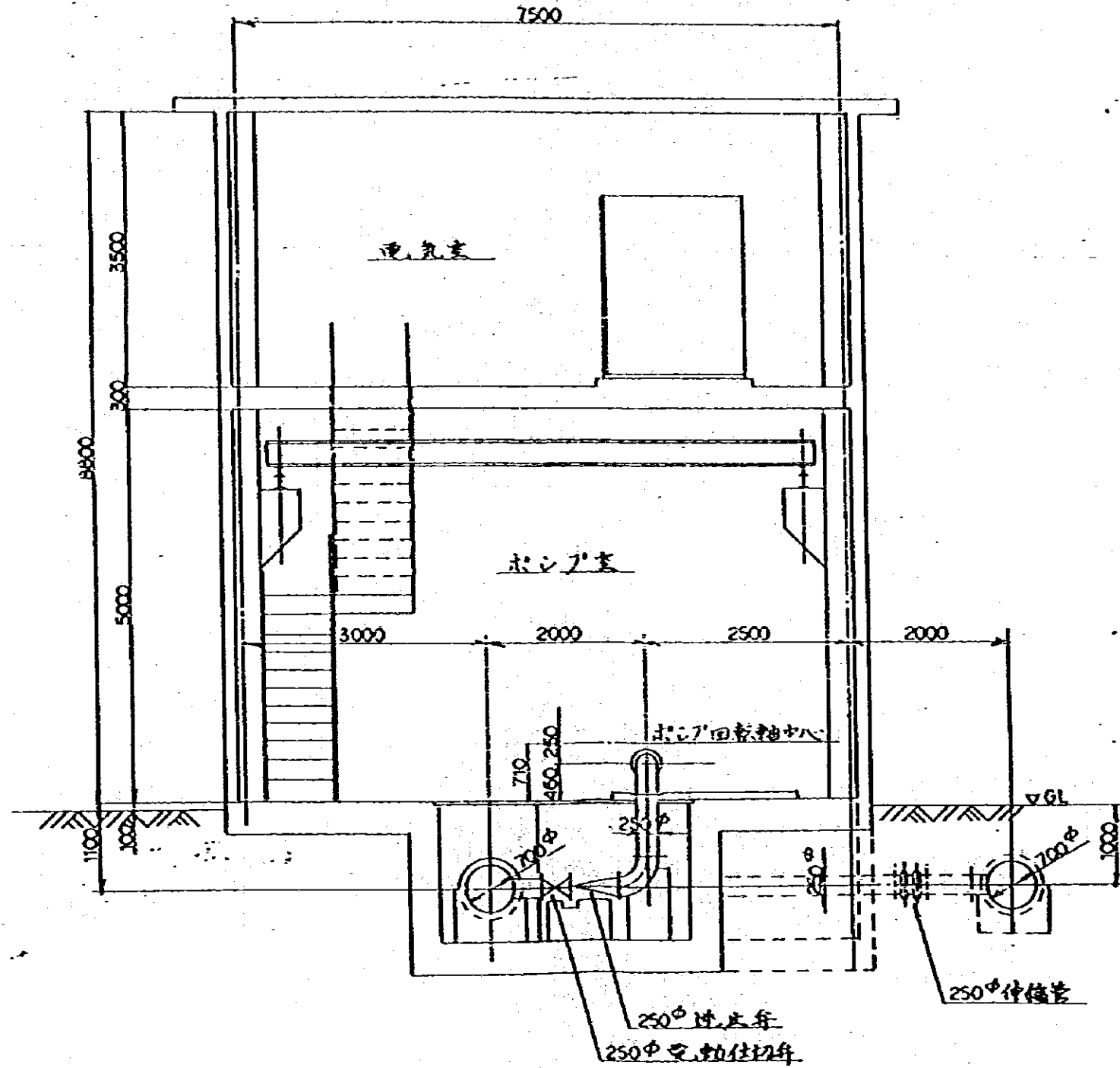


电气室平面图 1:50



加压水泵房

図-8・4-(b) A-A 断面図  $s=1/50$



加圧ポンプ機場

#### 8-1-10. 送水管

送水管の延長は、約36kmにおよび単条管布設 (Scheme 1) と2条管布設 (Scheme 2) を比較した結果、単条管布設 (Scheme 1) が経済的であり、耐久性、耐漏水性及び経済性等を考えて管種 (ダクタイル管又は鋼管) を設定し、管径は $\phi 700$ mmとした。水理計算は Hazen-Williams 式 ( $C = 110$ ) により行なった。

ウォーターハンマーの対策としては (フライホイール) + (ワンウェイサージタンク) 方式とし、ワンウェイサージタンクは、検討の結果、3ヶ所とした。

ワンウェイサージタンクの概略図を図-8・5に示す。

以上の検討結果を図-8・6 (Scheme 1)、図-8・7 (Scheme 2) 及び Scheme 1 に対する Water Hammer Pressure Curve を図-8・7-(a), (b)に示す。

図-8・5 ワンウェイバルブ概略図

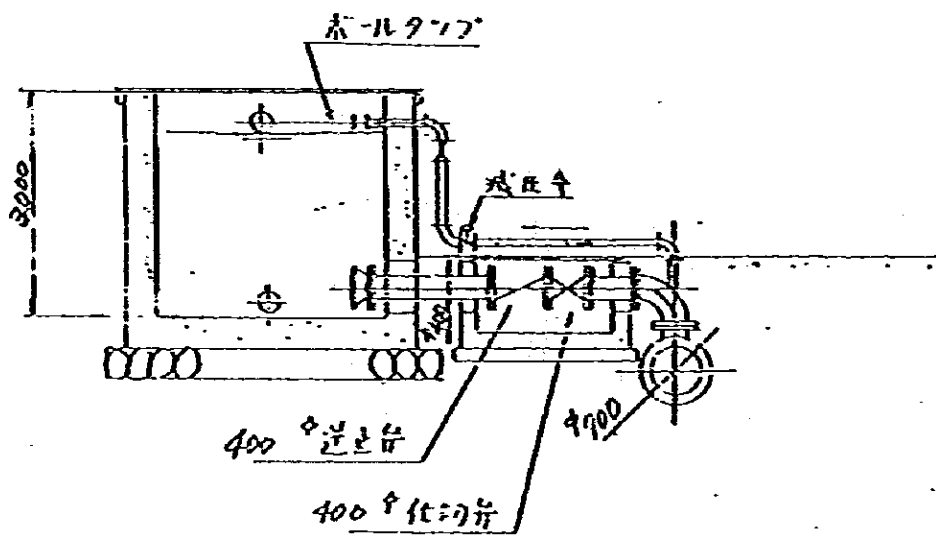
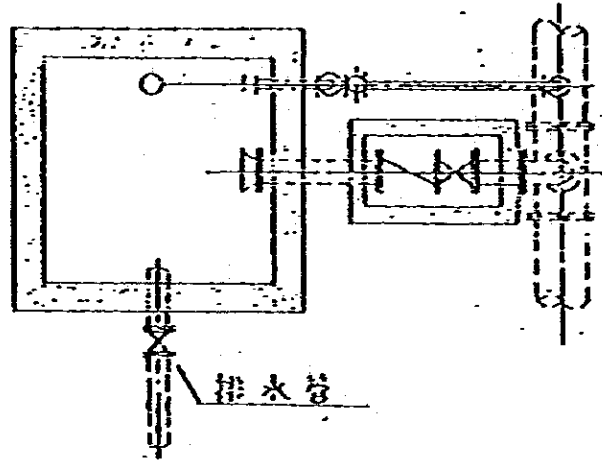
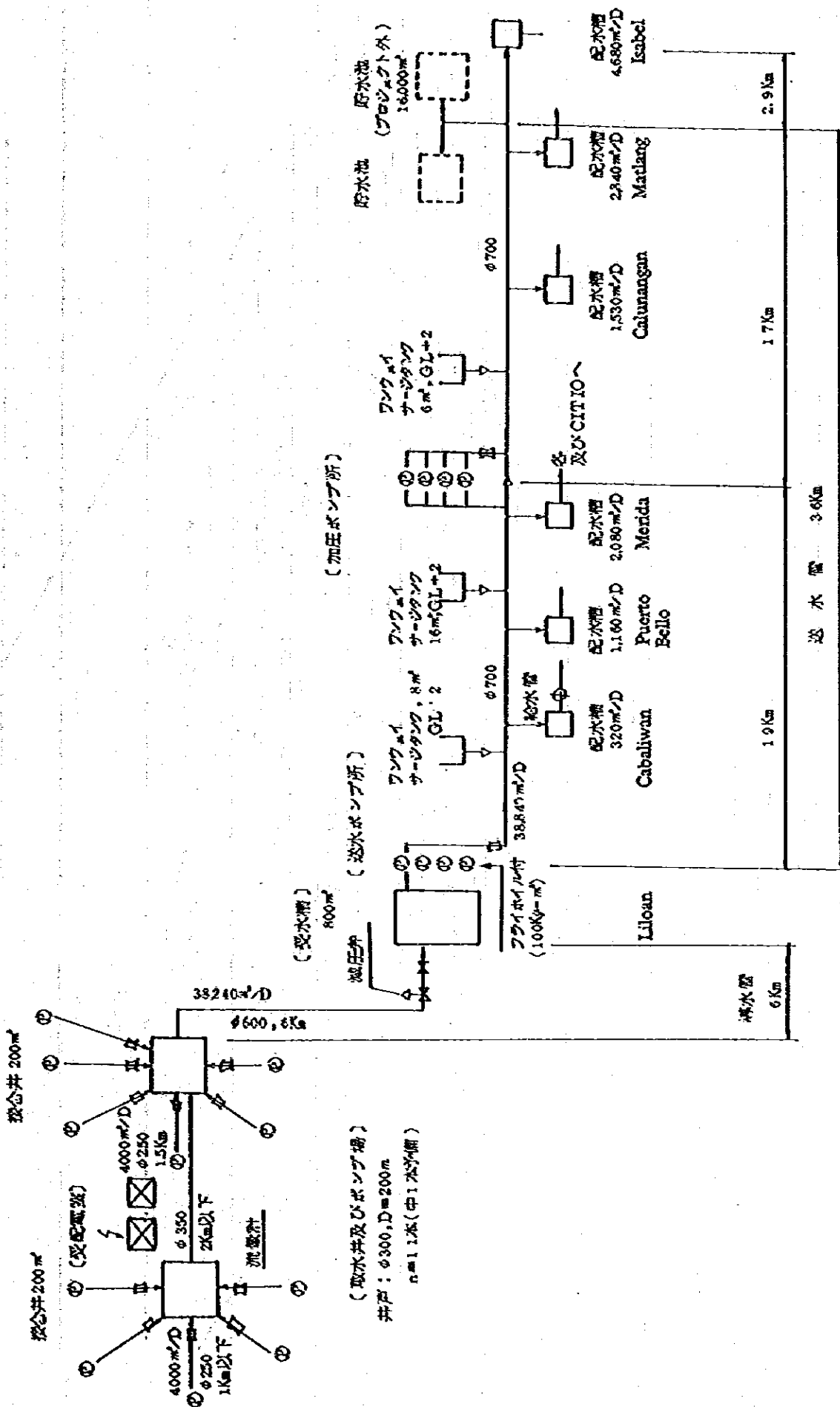


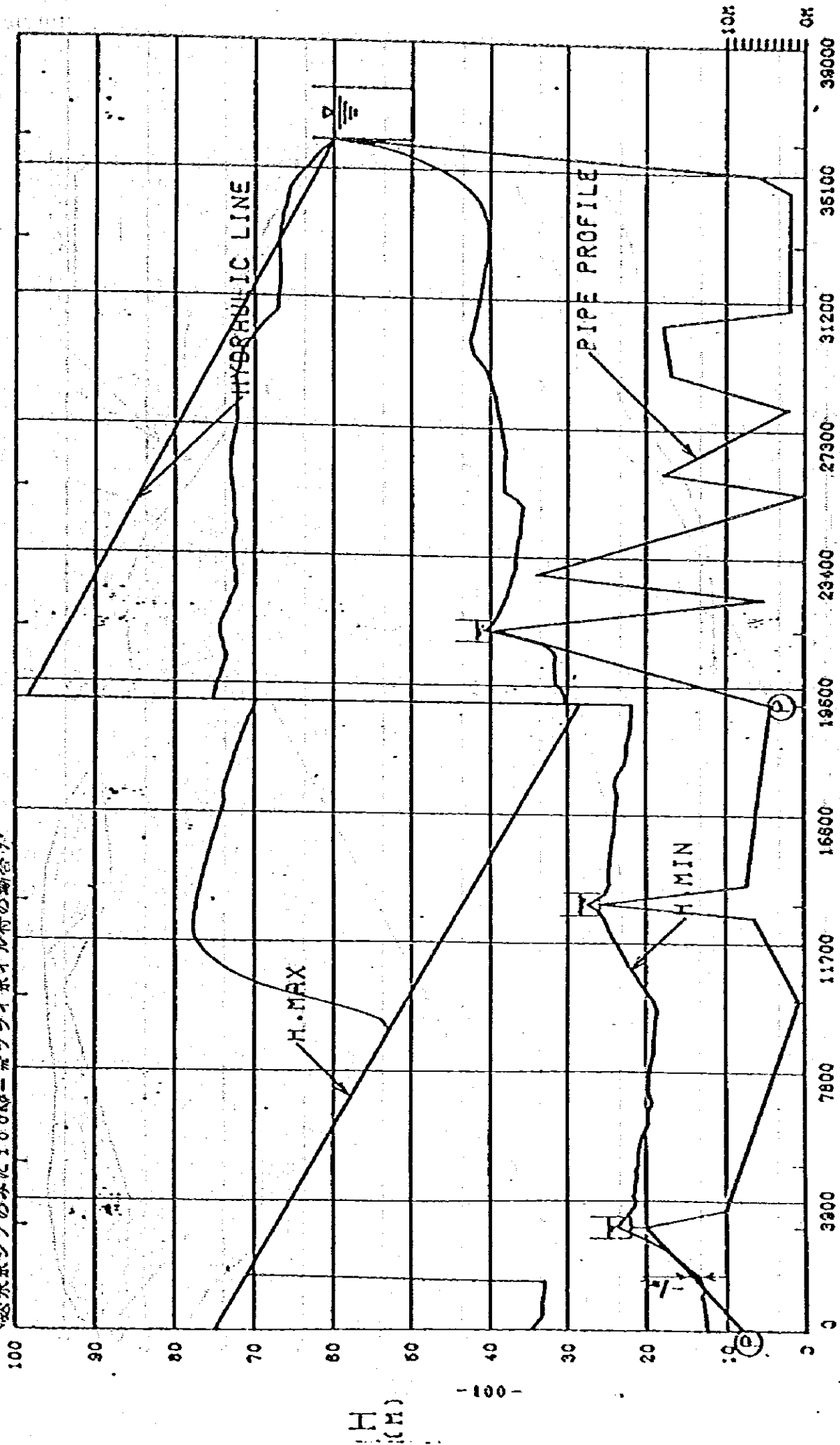
図-8・6 施設系統図 (Scheme 1)





# WATER HAMMER PRESSURE CURVE

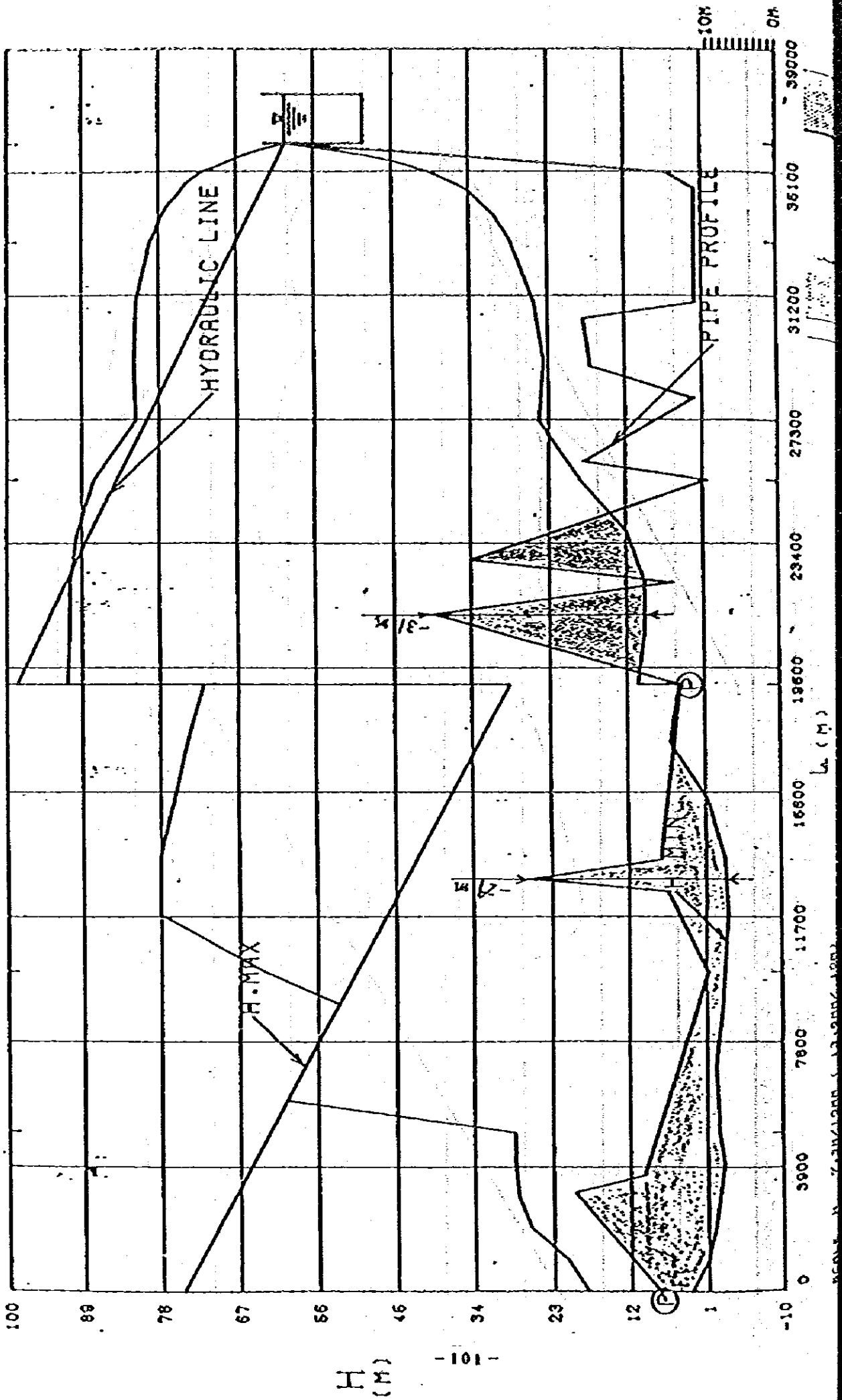
(タービンポンプのみに100kg-ポフライホイール付の場合)  
 (タービンポンプのみに100kg-ポフライホイール付の場合)



SCALE H 6.7H/10KH ( 15.0MM/10M )  
 L 1660.0M/10KH ( 0.1MM/100M )

# WATER HAMMER PRESSURE CURVE

図-8・7-(b) (対策なし)

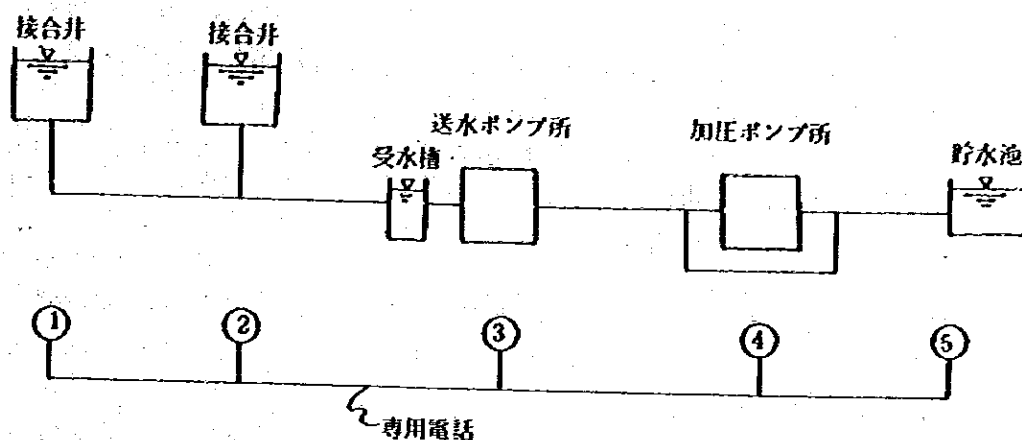




## 8-1-11. ポンプの監視及び運転形態

### 1) 配管系統

図-8・8 配管系統



### 2) ポンプの監視及び運転

- ① ①～⑤には監視員を常時配置し、専用電話連絡により送水の制御を行なう。
- ② 水中ポンプ（深井戸）は、接合井水位により自動運転を行なう。  
異常低水位により自動停止。  
自家発電装置は停電により自動起動する。
- ③ 送水ポンプ及び加圧ポンプの運転は、電話連絡をとりながら運転、停止を行なう。
- ④ 送水ポンプは受水槽規定水位以下で警報を発し、更に異常低下した場合は非常停止（自動停止）を行なうものとする。又、吐出圧異常上昇（加圧ポンプ停止）で警報を発するものとする。
- ⑤ 送水ポンプ；受水槽水位の異常な上昇で警報を発するものとする。通常は一定水位範囲内になる様自動水位調整を行なう
- ⑥ 加圧ポンプ；吸込側管圧力異常低下で、加圧ポンプを非常停止する。

### 3) 運転管理本部の設定

- ① 取水源から配水池（PASAR & OTHERS）までの全送水系を円滑に運転管理するために、監視員が常駐している①～⑤ヶ所の内いずれか1ヶ所に管理本部を設置する必要がある。
- ② 管理本部の設置場所としては、③送水ポンプ所が最適である。  
①②④⑤の情報を③に集中させ、③からそれぞれのところへ適切な運転指令を発する。（電話連絡による）

### 4) 全送水系の停止

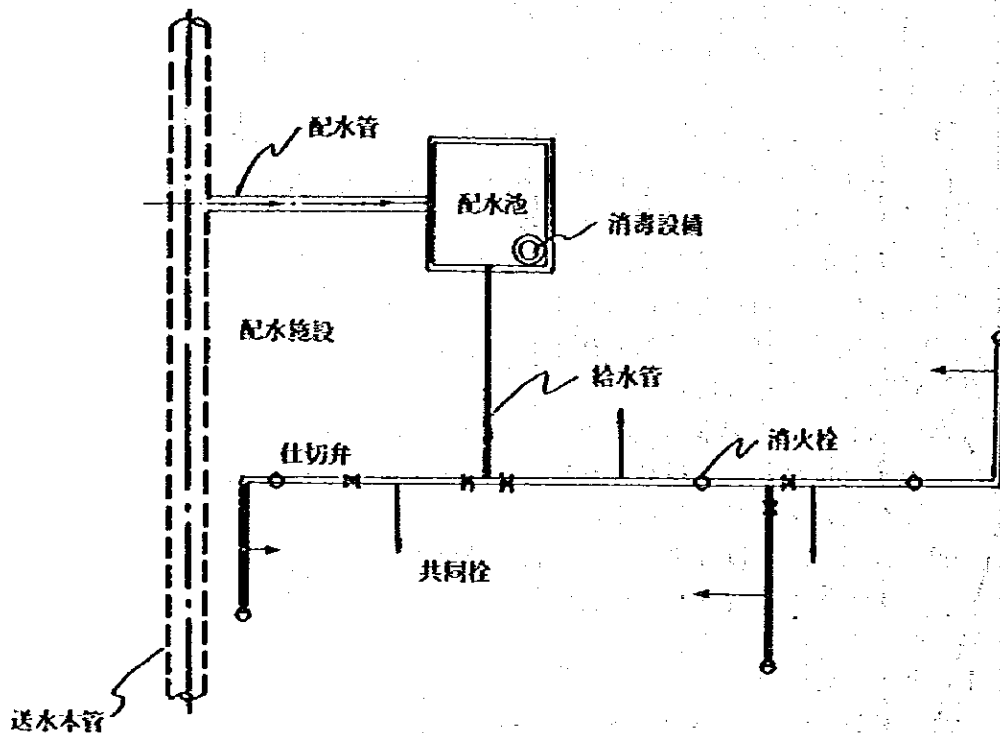
- ① ⑤から配水池（PASAR & OTHERS）高水位につきポンプ1台停止依頼を電話連絡で③送水ポンプ所へ依頼する。
- ② ③から④加圧ポンプ所へポンプ1台停止指令を電話連絡で送る。  
加圧ポンプ1台停止確認後、送水ポンプを1台停止させる。
- ③ 更に⑤配水池（PASAR & OTHERS）水位上昇、④⑥の順序に従い加圧ポンプ及び送水ポンプ停止。（実際には、全台完全停止することはないと考えられる。）

- ④ ③にある受水槽水位上昇  
水位調整弁一閉（自動）
- ⑤ ①、②接合井水位上昇  
水中ポンプ停止（自動）
- 5) 全送水系の起動
  - ① ③送水ポンプ所と⑤配水池 (PASAR & OTHERS)と電話打合後、送水ポンプ起動。
  - ② 送水ポンプ起動確認後、③から④へ電話連絡により加圧ポンプ起動。
  - ③ ③にある受水槽水位低下。  
水位調整弁一閉（自動）
  - ④ ①、②接合井水位低下。  
水中ポンプ起動（自動）

### 8-1-12. 配水施設計画

ここに於ける配水施設とは、配水池、消毒設備、配水管、消火栓、共同栓等である。これらの施設は計画最終年次（2005年）の給水量を基に設計される。但し共同栓に対しては計画初年度（1985年）の給水人口が最大につき1985年の給水量に基づき計画を行なう。標準的な給配水施設を図-8・9に示す。

図-8・9 標準給配水施設



A) 配水池計画

(a) 配水池容量の決定

配水池の容量は次の事項を考慮して決定する。

(1) OPERATIONAL STORAGE

(2) EMERGENCY STORAGE

(3) FIRE-FIGHTING STORAGE

給水区域は給水人口の少ない非市街化区域と給水人口の多い市街化区域に分かれている。各区域の配水池容量は市街化区域では OPERATIONAL STORAGE と FIRE-FIGHTING STORAGE, 非市街化区域では OPERATIONAL STORAGE により決定される。以下に各 STORAGE の容量算定を述べる。

OPERATIONAL STORAGE

LWUA TECHNICAL STANDARDS MANUAL では 1 日最大給水量の 15~30% としている。よって本計画では 15%~30% の平均値に近い 25% (6 時間分) とする。

FIRE-FIGHTING STORAGE

LWUA TECHNICAL STANDARDS MANUAL では人口 100,000 人 以下の場 合 320 CM と規定しているが LWUA METHODOLOGY MANUAL では 1 日最 大給水量の 2 時間分に相当する水量と規定している。従って各区域ごとに適した 水量が算出できること、前者に対して経済的であることから、本計画では 1 日最 大給水量の 2 時間分と決定する。

表-8・4 給水区域別配水池容量

	OPERATIONAL STORAGE			FIRE-FIGHTING STORAGE			TOTAL (CM)
	1日最大給水量 (LPS)	HOURS	STORAGE (CM)	1日最大給水量 (LPS)	HOURS	STORAGE (CM)	
CABALIWAN区域	3,703	6	80	—	—	—	80
PUERTO BELLO区域	13,426	6	290	—	—	—	290
MERIDA区域	24,074	6	520	24,074	2	173	693
CALUNANGAN区域	17,708	6	382	—	—	—	382
MATLANG区域	34,870	6	753	34,870	2	251	1,004
ISABEL区域	54,167	6	1,170	54,167	2	390	1,560

1日最大給水量は計画最終年次の2005年の給水量である。

表-8・5 給水区域別配水池計画

配水池名	容水量 (CM)	配水池内寸法			全体容量 (CM)
		幅	長	高	
CABALIWAN配水池	80	5.5	5.5	3.1	94
PUERTO BELLO配水池	290	10.0	10.0	3.4	340
MERIDA配水池	700	14.0	14.0	4.1	804
CALUNANGAN配水池	390	11.0	11.0	3.7	448
MATLANG配水池	1,010	16.0	16.0	4.5	1,152
ISABEL配水池	1,560	20.0	20.0	4.5	1,800

(b) 配水池の位置及び構造

送水管の水圧（動水圧）を考慮し配水池を出来るだけ高い場所に設置して自然流下方式により配水するものとする。

但し配水管の静水頭が70 m以下、最小動水頭7 mを考慮し位置の決定をする。CABALIWAN区域は山地（標高80 m以上）につき送水圧が不足するので、配水池（CABALIWAN）以降に加圧ポンプを設置した加圧方式により給水する。

配水池はコンクリート構造で地上式とする。

B) 消毒設備計画

LWUA; METHODOLOGY MANUAL では消毒法として塩素消毒をあげている。然し塩素消毒法は①取扱いに危険性がある ②維持管理に難がある ③施設費が高い等の問題点がある。従って本計画では取扱いが容易で、維持管理の容易な且つ安価で、取扱いが安全な「高度さらし粉」による方法とする。

C) 配水管計画

(a) 配水管

配水管口径は、各区域の計画給水量（2005年）にもとづき Hazen-Williams 公式により決定する。

(b) 消火栓

消火栓は、双口消火栓を使用し、その設置間隔は180 mとする (LWUA TECHNICAL STANDARDS MANUAL)

(c) 共同栓

共同栓は、100人に1個宛とし、口径13% (1/2") でメーター付き1栓とする。

表-8・6 町村別人口及び共同栓

区域名	町村名	共同水栓使用人口		共同栓数	
		1985	2000	1985	2000
CABALIWAN区域	CABALIWAN	980	370	10	4
PUERTO BELLO区域	PUERTO BELLO	3,614	1,364	36	14
	CASILDA' CAN-UNZO				
MERIDA区域	LIBAS	3,263	2,080	33	21
	LAMANOC BRGY				
CALUNANGAN区域	MACARIO	2,910	1,731	30	18
	MAHALIT				
	LIBJO				
	CALUNANGAN BENABAYE				
MATLANG区域	APALE	3,790	2,846	38	29
	TOLINGON				
	TUBOD				
	BILWANG MATLANG				
ISABEL 区域	LIBERTAD	6,238	4,685	63	47
	STA. CRUZ				
	STO. ROSARIO				
	SAN ROQUE				
	MAHAYAG				
	MAR EL STO. NINO				
計		20,795	13,076	210	133

(注) 共同栓は100人に1栓とする。

表-8・7 給水管計画における町村別計画最大給水量

区 域	区 域 別 計画給水量	町 村 名	区域内給水量 に対する町村割合	町 村 別 計 画 最大給水量
CABALIWAN区域	(時間最大) LPS) 4.711	CABALIWAN	100 %	4.711
PUERTO BELLO 区域	(時間最大) 17.361	PUERTO BELLO	4.43	7.691
		CASILDA	3.25	5.642
		CAN-UNZO	2.02	4.028
		LIBAS	2.0	4.815 + 22.0 = 26.815
MERIDA区域	(1日最大) 24.074	LAMANOC	1.78	4.285 + 22.0 = 26.285
		BRGY	6.22	14.974 + 22.0 = 36.974
		MACARIO	1.20	2.754
CALUNANGAN区域	(時間最大) 22.951	MAHALIT	1.91	4.384
		LIBJO	1.99	4.567
		CALUNANGAN	2.98	6.839
		BENABAYE	1.92	4.407
		APALE	1.41	4.635 + 22.0 = 26.635
MATLANG区域	(1日最大) 32.870	TOLINGON	1.10	3.616 + 22.0 = 25.616
		TUBOD	5.6	1.841 + 22.0 = 23.841
		BILWANG	2.74	9.006 + 22.0 = 31.006
		MATLANG	4.19	13.772 + 22.0 = 35.772
		LIBERTAD	1.96	10.617 + 22.0 = 32.617
ISABEL区域	(1日最大) 54.167	STA. CRUZ		
		STO. ROSARIO	2.40	13.000 + 22.0 = 35.000
		SAN ROQUE		
		MAHAYAG	1.39	7.529 + 22.0 = 29.529
		MARVEL	2.04	11.050 + 22.0 = 33.050
		STO. NIÑO	2.21	11.971 + 22.0 = 33.971

(注) ・CABALIWAN, PUERTO BELLO, CALUNANGAN区域は時間最大給水量  
 ・MERIDA, MATLANG, ISABEL区域は1日最大給水量に消火水量を加えたものとする(消火水量22LPS)

表-8・8 給水区域別配管数量表

区域名	ø50	ø75	ø100	ø150	ø200	ø250	ø300
CABALIWAN	1,450	700					
PUERTO BELLO	200	2,050	350	2,050			
MERIDA					7,000		
CALUNANGAN	500	800	900	3,200	1,400		
MATLANG				700	6,750	500	
ISABEL					7,150	1,900	200
TOTAL	2,150	3,550	1,250	5,950	22,300	2,400	200

単位; meter

表-8・9 給水区域別仕切弁消火栓数量表

区域名	ø50	ø75	ø100	ø150	ø200	ø250	ø300	消火栓
CABALIWAN	2	3						
PUERTO BELLO	2	3	4	2				
MERIDA					14			39
CALUNANGAN	1	1	1	6				
MATLANG					15			41
ISABEL					11	4		50
TOTAL	5	7	5	8	40	4		130

単位; 個

### 8-2. 工事工程計画

工事工程計画については、1985年通水開始を考慮して、Scheme 1 Scheme 2の全体施設計画にのっとり検討するものとする。

表-8・10に Scheme 1の工程表を、表-8・11に Scheme 2の工程表をあげる。

表-8・10 Scheme 1 (設計及び工事工程表)

年月	1982年												1983年												1984年												1985年	
	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									
項目	10	11	12	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						
開																																						
細																																						
設計																																						
工事発注準備作業																																						
取水施設 (深井戸)																																						
移送水施設																																						
給配水施設																																						
維持管理 施設																																						
水压試験 後片付等																																						







## 第9章 建設費及び維持管理費



## 第9章 建設費及び維持管理費

### 9-1-1. 建設費の算定

前章の施設計画に基づき Scheme 1, Scheme 2 の各々に対して概算建設費を算出した。建設費の内訳は, WELL, TRANSMISSION, DISTRIBUTION, ADMINISTRATION BUILDING, OPERATIONAL CENTER, VEHICLE であり, 更に Engineering Fee 及び Contingencies を加えた。

資材単価及び主要工事単価は, LWUA; METHODOLOGY MANUAL, (WATER SUPPLY FEASIBILITY STUDY OF 12 PROVINCIAL AREAS) を使用し, 輸入製品(ポンプ, 自家発電装置, 電気, 計装, 及び管等)は, 日本国内の1982年度の見積価格にCIF価格及び域内運搬費を加えて算定した。

尚, LWUA, METHODOLOGY MANUAL に記載された単価は, 1979年度の単価につき使用にあたっては, 1982年度単価に換算して用いた。

又, Contingencies は, 建設費に Engineering Fee を加えた価格の5%とした。

### 9-1-2. 全体建設費及び維持管理費

Scheme 1, Scheme 2 の総工事費と年次別工事費, 年次別維持管理費を, 表-9・1~表-9・16に示す。

表-9・1 Scheme 1 建設費

項 目		Construction Cost	摘 要
Basic Construction Cost	Well	23,419,622	
	Transmission	107,911,248	
	Distribution	16,915,067	
	Administration Building	635,000	
	Operational Center	500,000	
小 計		149,380,937	
Engineering Fee		11,950,475	
計		161,331,412	①
Contingencies		8,066,571	①の5% 161,331,412×0.05 ②
Land		1,000,000	③
合 計		170,397,983	①+②+③

尚, この内訳は表-9・3~表-9・6に示す。

表-9・2 Scheme 2 建設費

単位：P

項 目		Construction Cost	構 要
Basic Construction Cost	Well	23,419,622	
	Transmission	129,735,167	
	Distribution	16,915,067	
	Administration Building	635,000	
	Operation Center	500,000	
小 計		171,204,856	
Engineering Fee		13,696,388	
計		184,901,244	①
Contingencies		9,245,062	①の5% $184,901,244 \times 0.05$ ②
Land		1,000,000	③
合 計		195,146,306	①+②+③

尚、この内訳は表-9・10~表-9・13に示す。

表 - 9 - 3 CONSTRUCTION COST (1)

单位: P

	类别	1983				1984				1985			
		LOCAL		AMOUNT	FEC	LOCAL		AMOUNT	FEC	LOCAL		AMOUNT	FEC
		Materials	Labor			Materials	Labor			Materials	Labor		
WELLS	EQUIPMENT	1,159,368	-	4,083,975	565,654	2,318,735	-	12,299,006	19,335,645				
	CIVIL WORKS	961,739	696,267		700,947	1,923,475	1,392,534	1,401,897					
TRANSMISSION	EQUIPMENT	9,004,863	-	43,292,025	19,776,957	18,009,724	-	17,589,087	64,619,223				
	CIVIL WORKS	5,491,154	3,930,526		5,088,525	10,982,309	7,861,053	10,177,050					
DISTRIBUTION	EQUIPMENT	1,260,630	-	5,638,357	1,310,841	2,521,257	-	2,621,681	11,276,710				
	CIVIL WORKS	1,443,422	699,908		923,556	2,886,844	1,399,815	1,847,111					
ADMINISTRATION BUILDING	EQUIPMENT					146,000	-	79,000	635,000				
	CIVIL WORKS					277,000	81,000	52,000					
OPERATIONAL CENTER	EQUIPMENT					84,000	-	153,000	500,000				
	CIVIL WORKS					148,000	79,000	36,000					
VEHICLES	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
TOTAL	EQUIPMENT	11,424,861	-	53,014,357	21,653,452	23,079,718	-	32,741,774	96,366,580	0	0	0	0
	CIVIL WORKS	7,896,318	5,326,701		6,713,028	16,217,628	10,813,402	13,514,058		0	0	0	0

表 - 9 . 4 CONSTRUCTION COST (2)

单位: 千

	项目	1986				1987				1988			
		LOCAL		FEC	AMOUNT	LOCAL		FEC	AMOUNT	LOCAL		FEC	AMOUNT
		Materials	Labor			Materials	Labor			Materials	Labor		
WELLS	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
TRANSMISSION	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
DISTRIBUTION	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
ADMINISTRATION BUILDING	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
OPERATIONAL CENTER	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
VEHICLES	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
TOTAL	EQUIPMENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CIVIL WORKS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



表 - 9 - 5 CONSTRUCTION COST (3)

单位：万

	类别	1989				1990				1997			
		LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT
		Materials	Labor		FEC	Materials		Labor	FEC		Materials	Labor	
WELL	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
TRANSMISSION	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
DISTRIBUTION	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
ADMINISTRATION BUILDING	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
OPERATIONAL CENTER	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
VEHICLES	EQUIPMENT					64,000			66,000		96,000		195,000
	CIVIL WORKS												
TOTAL	EQUIPMENT	0	0	0		64,000			66,000		96,000		195,000
	CIVIL WORKS	0	0	0									

表 - 9 . 6 CONSTRUCTION COST (4)

单位: 千

	类别	2000				2004				2005			
		LOCAL		FEC	AMOUNT	LOCAL		FEC	AMOUNT	LOCAL		FEC	AMOUNT
		Materials	Labor			Materials	Labor			Materials	Labor		
WELL	EQUIPMENT	-	-	1,057,100									
	CIVIL WORKS	26,428	26,427	52,855	1,162,810								
TRANSMISSION	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
DISTRIBUTION	EQUIPMENT	102,540	-	220,020	432,480								
	CIVIL WORKS	59,340	38,220	12,360									
ADMINISTRATION BUILDING	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
OPERATIONAL CENTER	EQUIPMENT	84,000	-	153,000	500,000								
	CIVIL WORKS	148,000	79,000	36,000									
VEHICLES	EQUIPMENT					96,000	-	99,000	195,000				
	CIVIL WORKS					-	-	-					
TOTAL	EQUIPMENT	186,540	-	1,430,120	2,095,290	96,000	-	99,000	195,000	0	0	0	0
	CIVIL WORKS	233,768	143,647	101,215		-	-	-		0	0	0	0

表 - 9 - 7 . ADMINISTRATION, OPERATION & MAINTENANCE (1)

類別	1985				1986				1987								
	LOCAL		AMOUNT	FEC	LOCAL		AMOUNT	FEC	LOCAL		AMOUNT	FEC					
	Materials	Labor			Materials	Labor			Materials	Labor							
STORED MATERIALS	EQUIPMENT	17,458		81,078	63,620		23,020		83,885		106,905		25,857		94,225		120,082
	CIVIL WORKS																
PERSONNEL COST	EQUIPMENT			138,600							184,800						211,200
	CIVIL WORKS		138,600					184,800					211,200				
ELECTRIC ENERGY	EQUIPMENT	2,017,587		2,538,255	520,668		2,388,674		616,431		3,005,105		2,483,207		640,827		3,124,034
	CIVIL WORKS																
CHEMICAL COST	EQUIPMENT	56,546		80,780	24,234		61,607		26,403		88,010		62,860		26,940		89,800
	CIVIL WORKS																
MATERIALS FOR MAINTENANCE AND OTHER EXPENSES	EQUIPMENT	27,576		45,960	18,384		36,360		24,240		60,600		40,842		27,228		68,070
	CIVIL WORKS																
FUEL COST	EQUIPMENT	9,072		22,680	13,608		9,072		13,608		22,680		9,072		13,608		22,680
	CIVIL WORKS																
TOTAL	EQUIPMENT	2,128,239		2,907,353	640,514		2,518,733		764,567		3,468,100		2,621,838		684,363		3,655,866
	CIVIL WORKS		138,600				184,800						211,200				

單位：\$

表 - 9 - 8 ADMINISTRATION, OPERATION & MAINTENANCE (2)

单位: 千

	类别	1988				1989				1990			
		LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT
		Materials	Labor		FEC	Materials		Labor	FEC		Materials	Labor	
STORED MATERIALS	EQUIPMENT	28,855		134,001	34,416		159,828	37,652		137,206		174,858	
	CIVIL WORKS												
PERSONNEL COST	EQUIPMENT			231,000			257,400					283,800	
	CIVIL WORKS		231,000			257,400			283,800				
ELECTRIC ENERGY	EQUIPMENT	2,787,904		3,507,364	3,092,301		3,890,314	3,134,474		772,896		3,907,370	
	CIVIL WORKS												
CHEMICAL COST	EQUIPMENT	64,358		91,940	68,607		98,010	69,944		29,976		99,920	
	CIVIL WORKS												
MATERIALS FOR MAINTENANCE AND OTHER EXPENSES	EQUIPMENT	45,576		75,960	54,360		90,600	59,472		39,648		99,120	
	CIVIL WORKS												
FUEL COST	EQUIPMENT	9,072		22,680	9,072		22,680	9,072		13,608		22,680	
	CIVIL WORKS												
TOTAL	EQUIPMENT	2,935,765		4,062,945	3,258,756		4,518,832	3,310,614		993,334		4,587,248	
	CIVIL WORKS		231,000			257,400			283,800				

表 - 9 - 9 ADMINISTRATION, OPERATION & MAINTENANCE (3)

单位: 千

	项目	1995				2000				2005			
		LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT
		Materials	Labor		FEC	Materials		Labor	FEC		Materials	Labor	
STORED MATERIALS	EQUIPMENT	52,410		190,984	243,394	70,339		256,316	326,655	87,673		319,479	407,352
	CIVIL WORKS												
PERSONNEL COST	EQUIPMENT				382,800				475,200				567,600
	CIVIL WORKS		382,800			475,200				567,600			
ELECTRIC ENERGY	EQUIPMENT	3,276,055		845,433	4,121,488	3,439,220		887,541	4,326,761	3,612,496		932,258	4,544,754
	CIVIL WORKS												
CHEMICAL COST	EQUIPMENT	78,351		33,579	111,930	87,920		37,680	125,600	98,063		42,027	140,090
	CIVIL WORKS												
MATERIALS FOR MAINTENANCE AND OTHER EXPENSES	EQUIPMENT	86,562		57,708	144,270	118,134		78,756	196,890	154,638		103,092	257,730
	CIVIL WORKS												
FUEL COST	EQUIPMENT	9,072		13,608	22,680	15,876		23,814	39,690	15,876		23,814	39,690
	CIVIL WORKS												
TOTAL	EQUIPMENT	3,502,450		1,141,312	5,026,562	3,731,489		1,284,107	5,490,756	3,968,746		1,420,670	5,957,016
	CIVIL WORKS		382,800			475,200				567,600			

表-9-10 CONSTRUCTION COST (1)

単位：千

	種別	1983				1984				1985			
		LOCAL		FEC	AMOUNT	LOCAL		FEC	AMOUNT	LOCAL		FEC	AMOUNT
		Materials	Labor			Materials	Labor			Materials	Labor		
WELLS	EQUIPMENT	973,671	-	3,737,574	6,706,681	1,947,342	-	7,475,149	13,413,363				
	CIVIL WORKS	809,525	588,543	597,368		1,619,050	1,177,085	1,194,737					
TRANSMISSION	EQUIPMENT	7,523,257	-	11,308,411	31,010,779	15,046,515	-	22,616,821	52,021,558				
	CIVIL WORKS	4,598,428	3,342,627	4,298,056		9,196,857	6,685,254	8,476,111					
DISTRIBUTION	EQUIPMENT	1,260,630	-	1,310,841	5,638,357	2,521,259	-	2,621,681	11,276,710				
	CIVIL WORKS	1,443,422	699,908	923,556		2,886,844	1,999,815	1,847,111					
ADMINISTRATION BUILDING	EQUIPMENT					146,000	-	79,000	635,000				
	CIVIL WORKS					277,000	81,000	52,000					
OPERATIONAL CENTER	EQUIPMENT					84,000	-	153,000	500,000				
	CIVIL WORKS					148,000	79,000	36,000					
VEHICLES	EQUIPMENT												
	CIVIL WORKS												
TOTAL	EQUIPMENT	9,757,558	-	16,356,826	43,355,817	19,745,116	-	32,945,651	87,846,631	0	0	0	0
	CIVIL WORKS	6,851,375	4,631,078	5,738,980		14,127,751	9,422,154	11,605,959		0	0	0	0

表-9-11 CONSTRUCTION COST (2)

単位：千円

種別	1986				1987				1988			
	LOCAL		FEC	AMOUNT	LOCAL		FEC	AMOUNT	LOCAL		FEC	AMOUNT
	Materials	Labor			Materials	Labor			Materials	Labor		
WELLS	EQUIPMENT											
	CIVIL WORKS											
TRANSMISSION	EQUIPMENT											
	CIVIL WORKS											
DISTRIBUTION	EQUIPMENT											
	CIVIL WORKS											
ADMINISTRATION BUILDING	EQUIPMENT											
	CIVIL WORKS											
OPERATIONAL CENTER	EQUIPMENT											
	CIVIL WORKS											
VEHICLES	EQUIPMENT											
	CIVIL WORKS											
TOTAL	EQUIPMENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CIVIL WORKS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表-9-12 CONSTRUCTION COST (3)

单位: 千

类别	1989				1990				1997			
	LOCAL		FEC	AMOUNT	LOCAL		FEC	AMOUNT	LOCAL		FEC	AMOUNT
	Materials	Labor			Materials	Labor			Materials	Labor		
WELL	EQUIPMENT	557,088	-	1,651,942								
	CIVIL WORKS	456,638	323,178	310,732	3,299,578							
TRANSMISSION	EQUIPMENT	9,865,077	-	11,132,017								
	CIVIL WORKS	5,896,536	4,065,136	5,744,064	36,702,830							
DISTRIBUTION	EQUIPMENT											
	CIVIL WORKS											
ADMINISTRATION BUILDING	EQUIPMENT											
	CIVIL WORKS											
OPERATIONAL CENTER	EQUIPMENT											
	CIVIL WORKS											
VEHICLES	EQUIPMENT							64,000	-	66,000	66,000	130,000
	CIVIL WORKS							-	-	-	-	-
TOTAL	EQUIPMENT	10,422,165	-	12,783,959				64,000	-	66,000	66,000	130,000
	CIVIL WORKS	6,353,174	4,388,314	6,054,796	40,002,408			-	-	-	-	130,000



表-9.1.3 CONSTRUCTION COST (4)

单位: 千

类别	2000						2004						2005					
	LOCAL			FEC	AMOUNT	LOCAL			FEC	AMOUNT	LOCAL			FEC	AMOUNT			
	Materials	Labor				Materials	Labor				Materials	Labor						
WELLS	EQUIPMENT	-	-	761,112	951,391													
	CIVIL WORKS	47,570	47,570	95,139														
TRANSMISSION	EQUIPMENT																	
	CIVIL WORKS																	
DISTRIBUTION	EQUIPMENT	105,333	-	278,806	523,452													
	CIVIL WORKS	72,773	51,919	14,621														
ADMINISTRATION BUILDING	EQUIPMENT																	
	CIVIL WORKS																	
OPERATIONAL CENTER	EQUIPMENT	84,000	-	153,000	500,000													
	CIVIL WORKS	148,000	79,000	36,000														
VEHICLES	EQUIPMENT													195,000				
	CIVIL WORKS																	
TOTAL	EQUIPMENT	189,333	-	1,192,918	1,974,843									195,000				
	CIVIL WORKS	268,343	178,489	145,760														

表-9.1.4 ADMINISTRATION, OPERATION & MAINTENANCE (1)

單位：P

	類別	1985				1986				1987			
		LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT
		Materials	Labor		FEC	Materials		Labor	FEC		Materials	Labor	
STORED MATERIALS	EQUIPMENT	17,458		63,620	81,078	23,020		83,885	106,905	25,857		94,225	120,082
	CIVIL WORKS												
PERSONNEL COST	EQUIPMENT				138,600				184,800				211,200
	CIVIL WORKS		138,600				184,800				211,200		
ELECTRIC ENERGY	EQUIPMENT	2,470,697		637,599	3,108,296	2,925,788		755,042	3,680,830	3,041,511		784,907	3,826,418
	CIVIL WORKS												
CHEMICAL COST	EQUIPMENT	56,546		24,234	80,780	61,607		26,403	88,010	62,860		26,940	89,800
	CIVIL WORKS												
MATERIALS FOR MAINTENANCE AND OTHER EXPENSES	EQUIPMENT	27,576		18,384	45,960	36,360		24,240	60,600	40,842		27,228	68,070
	CIVIL WORKS												
FUEL COST	EQUIPMENT	9,072		13,608	22,680	9,072		13,608	22,680	9,072		13,608	22,680
	CIVIL WORKS												
TOTAL	EQUIPMENT	2,581,349		757,445	3,477,394	3,055,847		903,178	4,143,825	3,180,142		946,908	4,338,250
	CIVIL WORKS		138,600				184,800				211,200		

表-9-15 ADMINISTRATION, OPERATION & MAINTENANCE (2)

单位: 千

	附 列	1988				1989				1990					
		LOCAL		AMOUNT	FEC	LOCAL		AMOUNT	FEC	LOCAL		AMOUNT	FEC		
		Materials	Labor			Materials	Labor			Materials	Labor				
STORED MATERIALS	EQUIPMENT	28,855		134,001	105,146		34,416		159,828	125,412		37,652		174,858	137,206
	CIVIL WORKS														
PERSONNEL COST	EQUIPMENT			231,000					257,400					283,800	
	CIVIL WORKS														
ELECTRIC ENERGY	EQUIPMENT	3,415,295		4,296,662	881,367		3,788,344		4,765,981	977,637		3,828,444		4,816,429	987,985
	CIVIL WORKS														
CHEMICAL COST	EQUIPMENT	64,358		91,940	27,582		68,607		98,010	29,403		69,944		99,920	29,976
	CIVIL WORKS														
MATERIALS FOR MAINTENANCE AND OTHER EXPENSES	EQUIPMENT	45,576		75,960	30,384		54,360		90,600	36,240		59,472		99,120	39,648
	CIVIL WORKS														
FUEL COST	EQUIPMENT	9,072		22,680	13,608		9,072		22,680	13,608		9,072		22,680	13,608
	CIVIL WORKS														
TOTAL	EQUIPMENT	3,563,156		4,852,243	1,058,087		3,954,799		5,394,499	1,182,300		4,004,584		5,496,807	1,208,423
	CIVIL WORKS			231,000					257,400					283,800	

表-9-16 ADMINISTRATION, OPERATION & MAINTENANCE (3)

单位: 千

	AF 別	1995				2000				2005			
		LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT	LOCAL		AMOUNT
		Materials	Labor		FEC	Materials		Labor	FEC		Materials	Labor	
STORED MATERIALS	EQUIPMENT	52,410		190,984	70,339		256,316	87,673		319,479		407,152	
	CIVIL WORKS			243,394									
PERSONNEL COST	EQUIPMENT			382,800								567,600	
	CIVIL WORKS		382,800			475,200			567,600				
ELECTRIC ENERGY	EQUIPMENT	3,961,929		1,022,493	4,116,158		1,062,234	4,279,719		1,104,644		5,384,163	
	CIVIL WORKS			4,984,362									
CHEMICAL COST	EQUIPMENT	78,351		33,579	87,920		37,680	98,063		42,027		140,090	
	CIVIL WORKS			111,930									
MATERIALS FOR MAINTENANCE AND OTHER EXPENSES	EQUIPMENT	86,562		57,708	118,134		78,756	154,638		103,092		257,730	
	CIVIL WORKS			144,270									
FUEL COST	EQUIPMENT	9,072		13,608	15,876		23,814	15,876		23,814		39,690	
	CIVIL WORKS			22,680									
TOTAL	EQUIPMENT	4,188,324		1,318,312	4,408,427		1,458,800	4,635,969		1,592,856		6,796,425	
	CIVIL WORKS		382,800			475,200			567,600				