

添付資料－6 水理地質

水源計画対象地域の地下水状況

1 水源開発対象地域

水源開発対象地域はハイズオン市の西約 19km に位置したカムジャン地域の一端であり、東西約 3.0km の地区である。

地下地質や地下水状況を調べるために、LK1;LK6,LK8,LK11,LK15,LK17 の合計 6 本の試験井が掘削された。その試験井のうちのNo6 及びNo8 はベトナム側によって建設され、他は日本国側により建設された。

試験井の諸元を表 1-1 に、試験井の施工位置を図 1-1 に示す。

表 1-1 試験井の諸元

Well No	Construction		Well Depth (m)	Depth Screen Installed (m)	Diameter (mm)		Depth Pump Installed (m)
	Start	Completed			Casing	Screen	
LK1	July 17, 1996	August 30, 1996	83	57-77	273-219	219	29.35
LK6	June 16, 1996	August 25, 1996	100	60-84	273-219	219	30.00
LK8	1997	March 16, 1997	95.5	54-74	130	130	83.46
LK11	July 11, 1996	August 3, 1996	108	70-77 82-94 98-105	273-219	219	29.23
LK15	November 11, 1996	December 12, 1996	110	60-86	273-219	219	30.00
LK17	December 6, 1996	December 24, 1996	110	58-75	273-219	219	30.00

2 水源開発対象地域の水理地質

2-1 地下地質構造

水源開発対象地域は紅河およびその支流によって形成された Bac Bo と呼ばれるデルタの中央部に位置し、上流部のハノイ地域とほぼ地下地質は同じである。その地質層序および水理地質特性の概要を図 2-1 に示す。また試験井の柱状図を基に作成した断面図を図 2-2 に示す。水源開発対象地域の地質層序は地表より次のように区分される。

1) Hai Hung 層

第四紀完新世下部～中部層に相当する。

《上部 (Q_N¹⁻²hh2)》

シルト及び粘土からなり所々腐植物に富む。層厚は 2～6.5m、平均 3.4m。

《下部 (Q_N¹⁻²hh1)》 【qh 帯水層】

細砂よりなる。層厚は 6～15m、平均 11.0m。

2) Vinhphuc 層

第四紀更新世上部層に相当する。

《上部 (Q_mvp2)》

粘土よりなる。層厚は 3～21.5m、平均 8.69m。

《下部 (Q_mvp1)》 【qp2 帯水層】

細砂～粗砂よりなる。層厚は 5.5～22.5m、平均 15.3m。

3) Hanoi 層

第四紀更新世中部層に相当する。

《上部 (Q_{um}hn2)》

粘土よりなる。層厚は 6～19m、平均 8.80m。

《下部 (Q_{um}hn1)》 【qp1 帯水層】

下半部は石英質の砂礫で、上半部は細～粗砂よりなる。層厚は 27～46m、平均 33.8m。

4) Lechi 層 (Q₁lc)

第四紀更新世下部層に相当する。

シルトを混入した砂礫よりなる。層厚は 6～23m、平均 14.4m。

5) Vinhbao 層 (N₂vb)

第三紀鮮新世上部層に相当する。

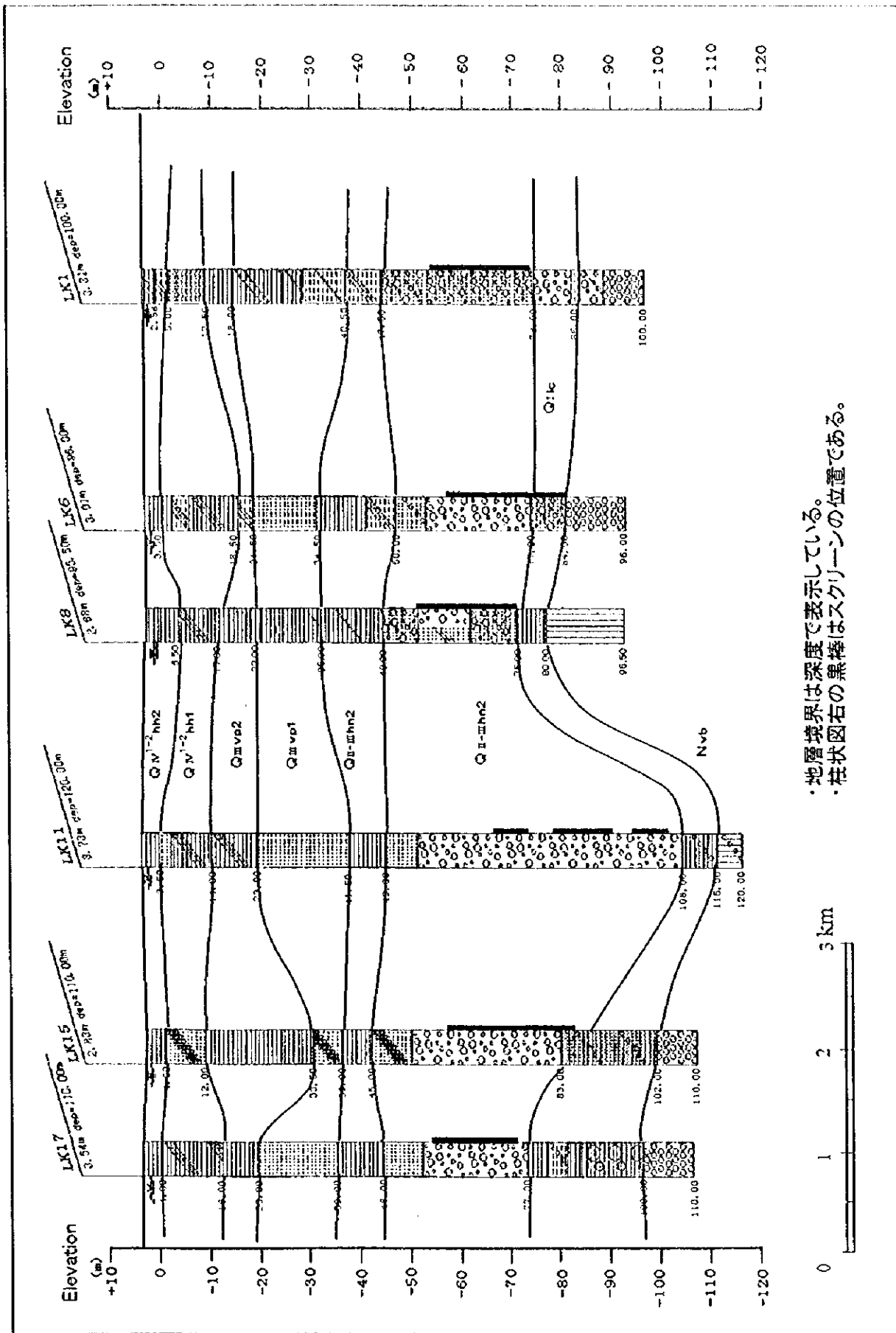
弱固結の礫岩、砂岩、泥岩よりなる。層厚は 6m 以上。既存資料によれば LK17 西方約 2km の LK58-4 で 100m 以上を確認している。

図 2-1 地質層序及び水理地質特性

Geological age			Formation Name	Simbole	Column	Thickness (m)	Hydrogeologic Characteristic
Period	Epoch	Stage					
Quaternary	Holocene	Middle	Hai hung	$Q_N^{1-2}hh2$		2.0~6.5	Silt, Clay layer Aquitlude
		Lower		$Q_N^{1-2}hh1$		6.0~15	Sand layer qh confined aquifer
	Pleistocene	Upper	Vinhphuc	$Q_{m}vp2$		3.0~21.5	Thin clay layer Aquitlude
				$Q_{m}vp1$		5.5~22.5	Sand layer Lower part: Sand, gravel qp2 confined aquifer
		Middle	Hanoi	$Q_{n-m}hn2$		6.0~19.0	Mainly clay layer Aquitlude
				$Q_{n-m}hn1$		27.0~46.0	Most upper part : Sand layer Mainly gravel layer qp1 confined aquifer
				$Q_{n-m}hn0$		6.0~23.0	Clayey sand & gravel or sand & gravel layer
Lower	Lechi	$Q_{1}lc$		6.0~23.0	Clayey sand & gravel or sand & gravel layer		
Neogene	Pliocene	Upper	Vinhbao	Nvb		6.0<	Conglomerate, sand, clay Weakly consolidated

本計画における地下水開発対象層の Hanoi 層下部($Q_{n-m}hn1$)は、BacBo 平野のほぼ全域にわたって連続し、平均層厚 34m の砂礫層からなり、当地域で最有力な帯水層となっている。Hanoi 層の地下水は上部に不透水層の Hanoi 層上部粘土層が存在するため被圧帯水層となっており、ハノイ地域の地下水開発においても主要対象層となっている。その地下水位は、試験井のデータでは地表下 0.8~1.65m である。

しかし、BacBo 平野では地域により、海水を含んで堆積した同棲水により塩分濃度の高く、3000~6000mg/lit にも達する地下水が存在する。計画対象地域付近の地下水水質の分布状況を工業省地質調査所(K2)の資料により図 2-3 に示す。本地下水水質の分布図は蒸発残差量(TDS)によって地下水中の塩分濃度分布域を区分けしている。一般的には海岸付近に塩分濃度の高い地下水が存在し、内陸部では低くなる傾向を示すが、水源開発対象地域の東方約 5Km の地点に TDS 濃度が 1000~3000mg/lit 以上の塩分濃度の高い地域が存在する。ハイゾン町近郊はこの塩分濃度の高い地域の周辺部に相当し、一般的に地下水の塩分濃度が高いため、水源開発地域として塩分濃度の低い地域であるカムジャン地域を選定した。



・地層境界は深度で表示している。
 ・柱状図右の黒棒はスクリーンの位置である。

図2-2 揚水エリアの地質断面図

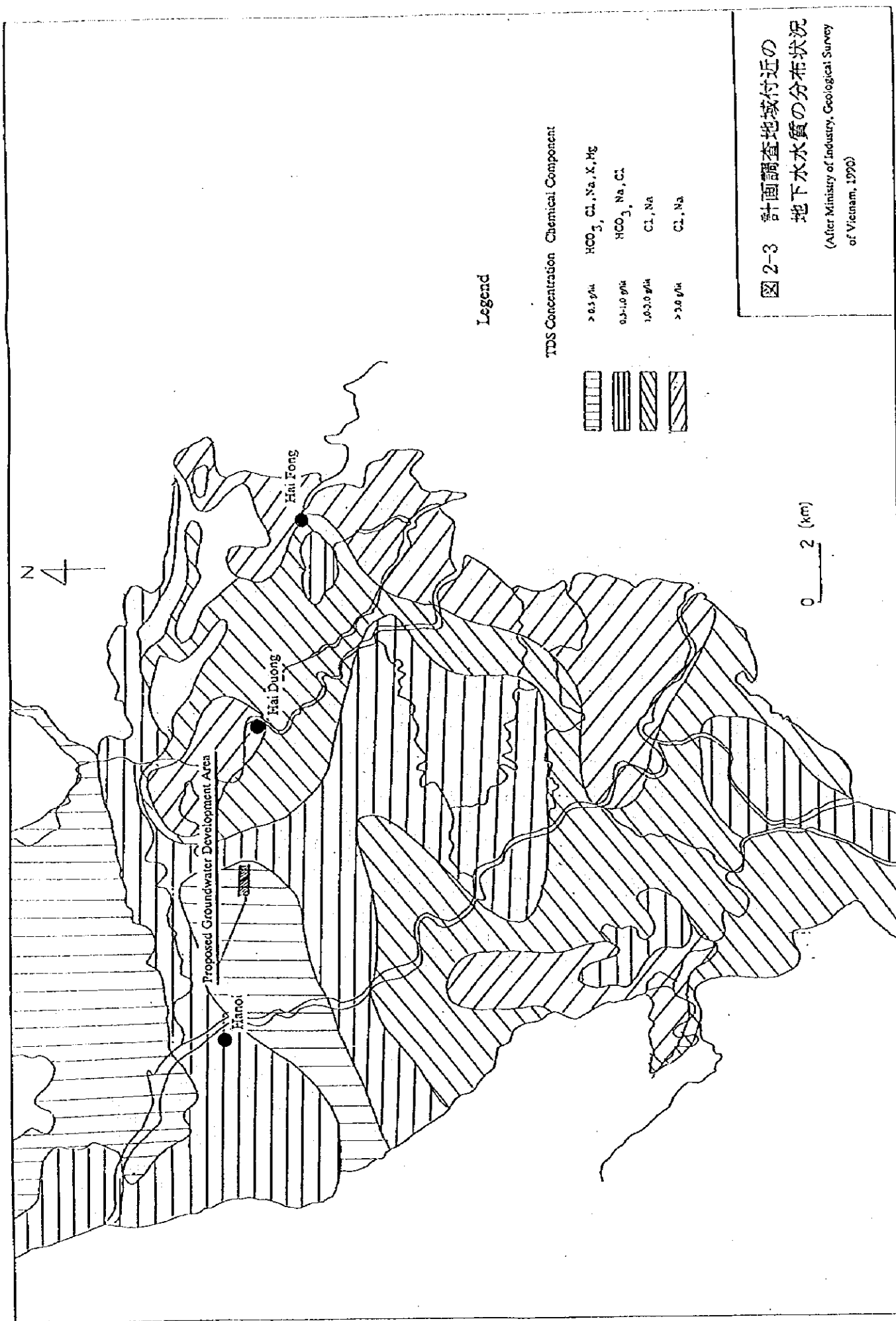


図 2-3 計画調査地域付近の
 地下水水質の分布状況
 (After Ministry of Industry, Geological Survey
 of Vietnam, 1990)

2-2 試験井の揚水試験結果

1) 段階揚水試験の結果

日本の水道施設基準に則り、試験結果を基にして限界揚水量を求め、その70%を安全揚水量とする。その結果を下表に示す。

段階揚水試験の結果表

井戸番号	限界揚水量(l/s)	安全揚水量(l/s)
L K 1	50.5	35.4
L K 6	44.1	30.9
L K 11	60.0	42.0
L K 17	56.0	39.2
平均	52.7	36.9

安全揚水量の平均値は $Q=36.9$ l/s である。井戸の計画ポンプ運転時間は20時間/日であるから、計画井戸一本当たりの安全揚水量は $Q=132.84\text{m}^3/\text{時間}=2,656\text{m}^3/\text{d}$ となる。

2) 連続揚水試験の結果

連続揚水試験は各試験井で段階揚水試験を実施した後、限界揚水量以下に設定した揚水量で実施された。Jacob法により連続揚水試験結果を、Theisの水位上昇法により水位回復試験を解析し、透水量係数(T)および透水係数(k)を求めた。その結果は次の通りである。

連続揚水試験の解析結果表

井戸番号	透水量係数 (T ; m ² /d)			透水係数 (K ; cm/sec)
	Jacob 法	Theis 水位上昇法	平均	
L K 1	4,763	4,763	4,763	1.22×10^{-1}
L K 6	3,394	2,036	2,715	9.14×10^{-2}
L K 11		3,176	3,176	7.98×10^{-2}
L K 15	2,149		2,149	6.55×10^{-2}
L K 17	2,386	2,938	2,662	1.06×10^{-1}
	平均			9.29×10^{-2}

したがって、水源開発地域における平均透水量係数として $T=3,000$ (m²/d)を、この時の平均透水係数として $K=9.0 \times 10^{-2}$ (cm/sec)を採用する。この値を基にして水源開発地域の地下水開発の可能性、影響圏の距離と水位降下量の関係、群井を配置した場合の水位降下量等の各種水理計算を行った。

2-3 地下水の水質

1) 水質試験結果

試験井における水質試験は揚水試験実施中に得られた地下水によって実施された。分析は各孔3~4 試料実施され、主な試験結果は以下に示す通りである。

水質試験結果一覧表

井戸・試料番号	PH	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Fe ⁺⁺ (mg/l)	Mn ⁺⁺ (mg/l)	Number of Authority	
Vietnam Standard	6.5~8.5	250	3.0	0.3	0.1	1	
LK1	1/1		297.4	2.5	38.9	1.70	2
	1/2		318.6	2.1	45.5	2.03	2
	1/3	6.0	315.1	2.3	45.4	1.90	2,3
		5.62	309.6	1.9	42.0	1.81	4
	Ave	5.81	310.2	2.2	43.0	1.86	
LK6	6/1	6.8	272.6	2.20	28.0	3.00	2,3
	6/2		168.0	1.02	29.8	1.81	2
	6/3		136.3	2.20	27.2	1.81	2
		5.5	304.8	1.90	38.0	2.02	4
	Ave	6.15	220.4	1.83	30.9	1.87	
LK8	8/1			38.4	1.40	2	
	8/2			37.3	1.40	2	
	8/3		209.6	1.20	30.5	1.30	2
	Ave		209.6	1.20	35.4	1.37	
LK11	1		157.1	3.6	41.2	1.67	2
	2		145.1	3.8	42.0	2.60	2
	3	6.11	145.1	8.4	40.9	2.50	2,3
		5.7	155.8	1.29	44.88	1.989	5
	Ave	5.9	150.8	4.27	42.3	2.19	
LK15	1	6.01	109.7	0.8	5.1	1.40	2,3
	2				5.3	1.45	2
	3	6.0	109.7	1.01	5.3	1.40	2,3
	Ave	6.0	109.7	0.91	5.23	1.42	
LK17	1	6.3	28.3	0.64	2.2	0.50	2,3,5
	2	6.2	31.9	0.5	2.4	0.70	2,3,5
	3		30.5	0.79	1.8	0.50	2,3
		6.7	24.8	0.84	1.95	0.51	2,3,5
	Ave	6.4	28.9	0.69	2.09	0.55	

Authority: 1.Vietnam Standard for Drinking Water

2.Fainal Report on Results of Detail Ground Water Exploration Step in Camgiang

3.Results of Laboratory test (Nucleus Science and Technology Institute) K2

4.Results of Laboratory test (VIWASE's Laboratory)

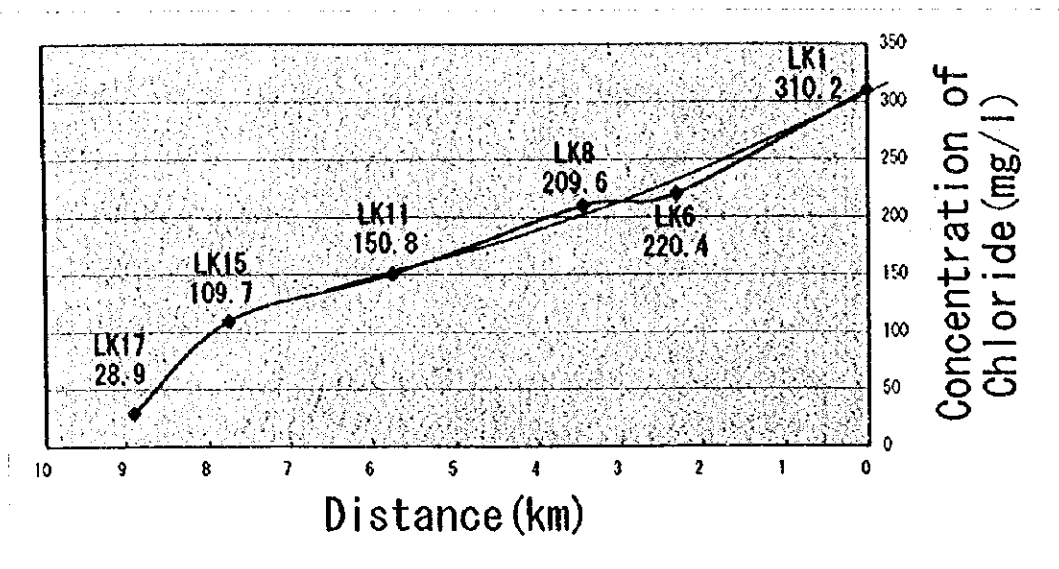
5.Results of Laboratory test (QUATEST's Laboratory)

水質試験結果を見ると pH がやや低く、鉄・マンガンが基準を大きく上回り、一部のアンモニアが若干基準を上回っている。また塩分濃度はハイズオン市寄りの LK1 と LK6 の一部の試料で基準を上回った結果が得られている。

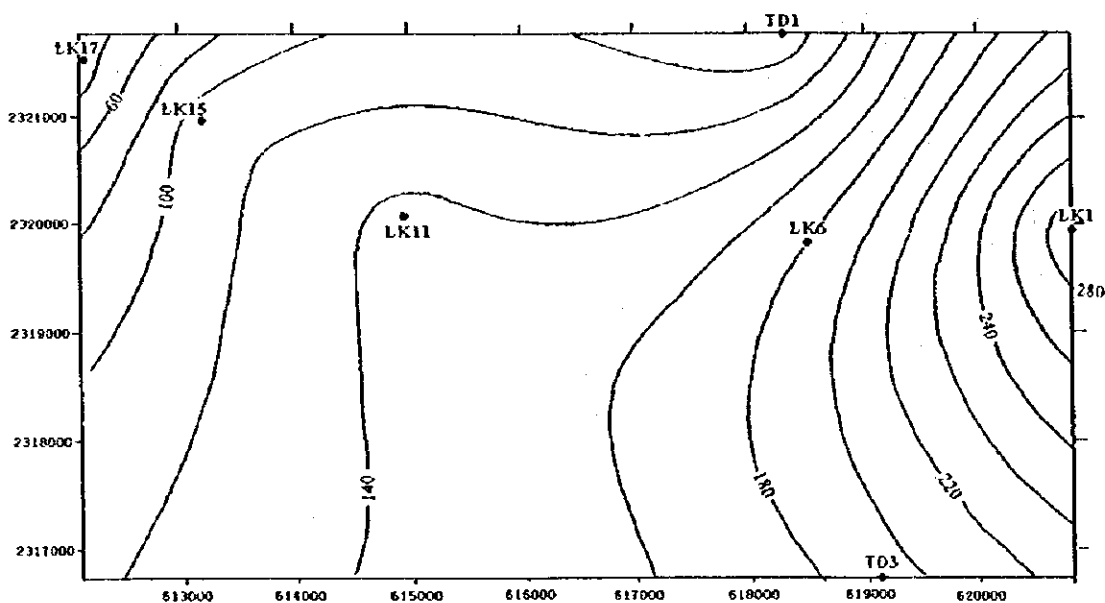
以上の項目で処理困難となる項目は塩分であるため、塩分濃度の低い地区からの取水が望ましい。

2) 塩分の濃度分布

水質試験結果から水源地区東西方向の塩分濃度(平均値)の分布を下图に示す。



この図から判断すると塩分濃度が基準値を越えるのは LK6 地点東方 500~600m 付近と判断される。また南北方向の塩分濃度は以下に示す塩分濃度コンター図によれば、南北方向に同じあるいは低くなる傾向を示している。

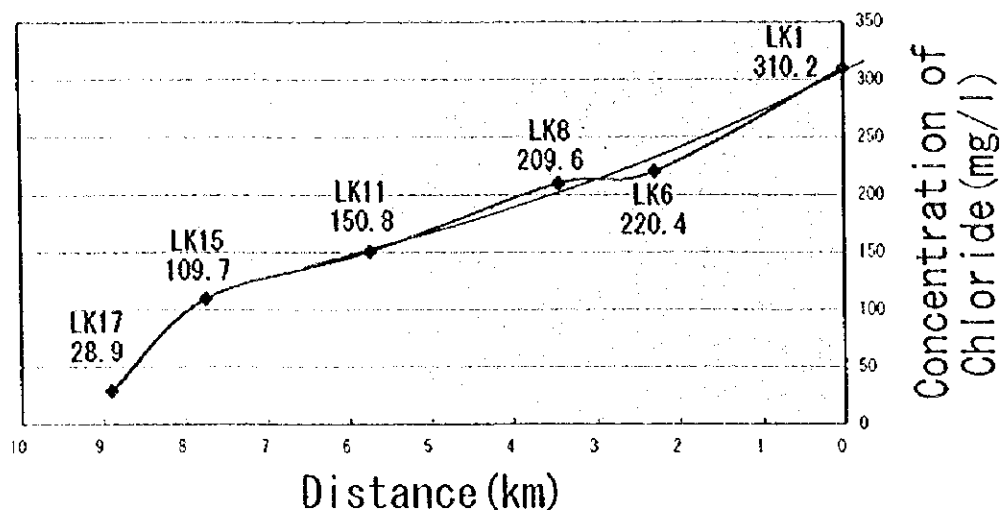


Authority : Final Report on Results of Detail Ground Water Exploration Step in Camgiang

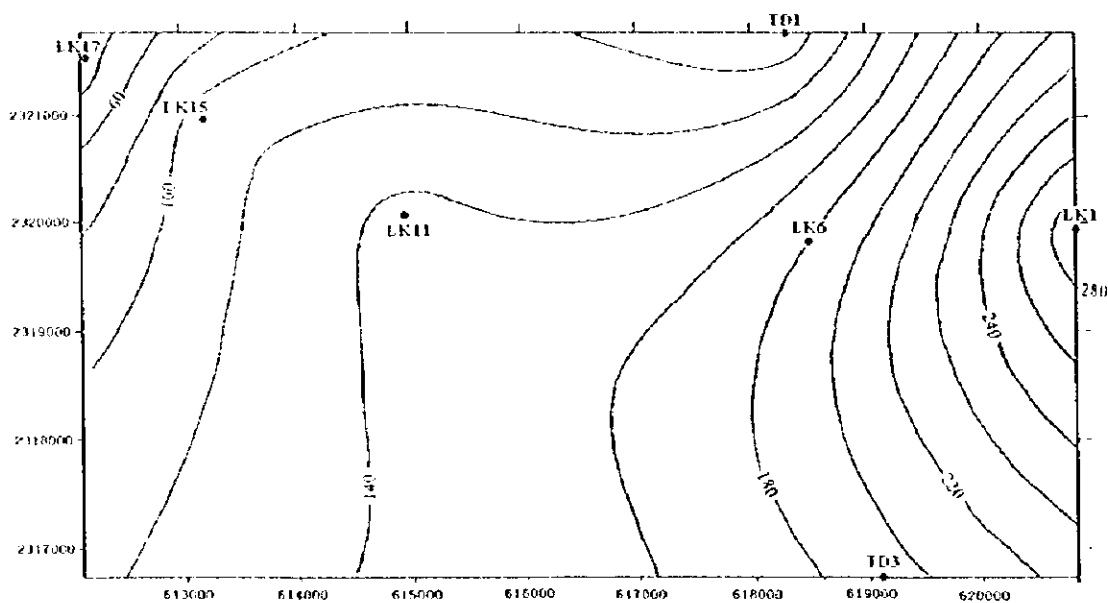
塩分濃度コンター図

2) 塩分の濃度分布

水質試験結果から水源地区東西方向の塩分濃度(平均値)の分布を下图に示す。



この図から判断すると塩分濃度が基準値を越えるのは LK6 地点東方 500~600m 付近と判断される。また南北方向の塩分濃度は以下に示す塩分濃度コンター図によれば、南北方向に同じあるいは低くなる傾向を示している。



Authority : Final Report on Results of Detail Ground Water Exploration Step in Camgiang

塩分濃度コンター図

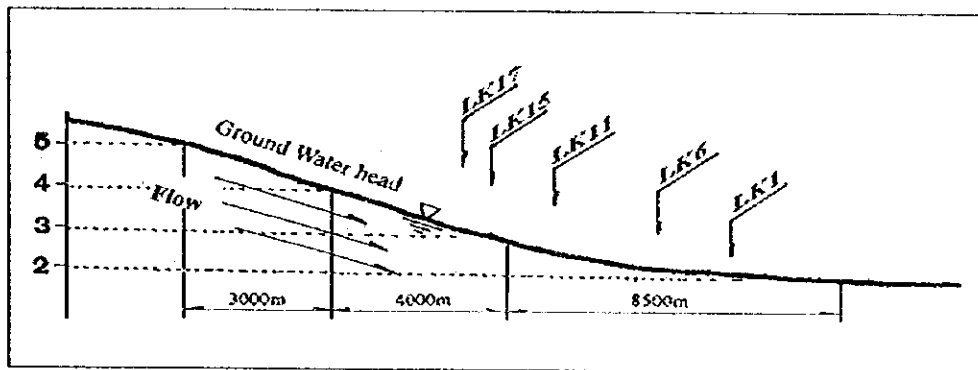
3) 塩水化の検討

揚水井を設置する地点の決定に最も重要となる要素は、本地域の場合、処理困難な塩分の濃度である。

揚水井を塩分濃度の基準値を下回る地点に設定する場合、LK6 から西方が揚水井エリアと考えられる。しかし揚水を開始とともに塩分濃度の高い東側地区の地下水をひいてくることによって塩分濃度が上昇する可能性がある。

① 常時の地下水流下量

Bac Bo 平野の Q_{III} 帯水層マップから水源地区の地下水コンターを読み取ると地下水頭は東南方向に、 $1\text{m}(\Delta h)$ 低下するのに $4000\sim 6000\text{m}(\Delta x)$ の勾配で 傾斜している。下図参照。



ダルシーの法則から幅 1 km 当たりの自然流下量は以下の通りである。

帯水層厚さ： $b = 34 \text{ (m)}$

流量算定幅： $L = 1000 \text{ (m)}$

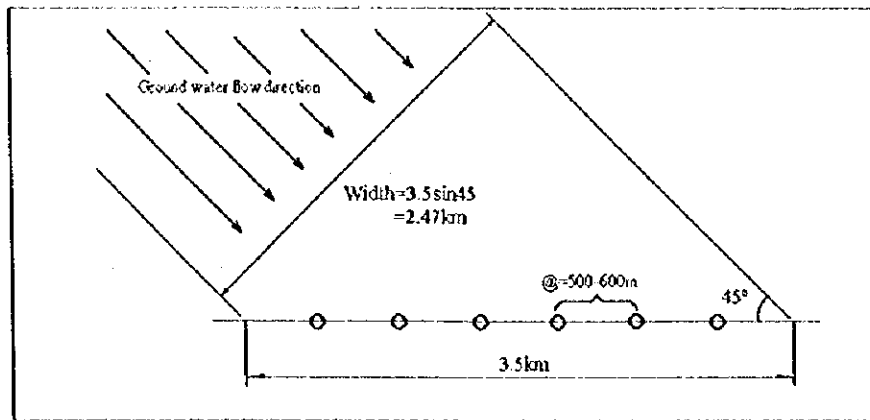
透水係数： $k = 77.8 \text{ (m/d)}$

流量： $Q = L b k \times \Delta h / \Delta x = 34 \times 1000 \times 77.8 \times 1 / 4000 = 661.3 \text{ (m}^3/\text{d)}$

水源開発域を 3.5km とし、地下水流の交差角を 45 度とすると水源地域に流れ込む水流の幅は $3.5\text{km} \times \sin 45^\circ = 2.47\text{km}$ となり、北西方向からの自然流下量は、

$661.3 \times 2.47 = 1633 \text{ (m}^3/\text{d)}$

と計算される。これは計画揚水量 $10,200(\text{m}^3/\text{d})$ の 16% に当たっている。



② 連続揚水試験の結果

前出した水質試験結果表の試料は連続揚水試験中に採取したものである。塩分濃度の経時変化を見ると LK6 を除いてほぼ一定している。LK6 については 298.4----168.0----136.3(mg/l)と低下している。

水源地域の塩分は海浜地区の海水侵入とは異なり、堆積時に取り込まれたものであるため揚水することにより徐々に脱塩してゆく方向にあると考えられる。

以上の点を考慮して揚水による塩分濃度の上昇はないと判断し、水源地区を LK6 から西方に決定した。

3 水源施設計画

(1) 計画井の本数

水道計画の水需要予測から水源計画取水量は 10,200m³/d と設定された。段階揚水試験の解析結果から求められた一井当たりの安全揚水量は 2,200m³/d(安全揚水量の最小値 30.9 l/s×20 時間)である。したがって、水源計画取水量を補うためには、5 本の揚水井が必要となる。ハイゾン省建設局によれば、全体井戸本数の 20%の予備井が必要とあるので、予備井の本数は 1 本となり、合計 6 本の井戸の建設が計画される。

計画井戸本数：6 本(うち 1 本は予備井)

(2) 井戸の影響圏の検討と揚水井の位置

Cooper-Jacob の修正式を用いて、揚水を 20 年続けて約 0.8m 程度の水位降下がある場合の影響圏の範囲を検討した。

Cooper-Jacob の修正式

$$s = 0.183 \frac{Q}{T} \cdot \log \frac{2.25Tt}{r^2 S}$$

s : 水位降下量(m) = 0.8 m

Q : 揚水量(m³/d) = 2200 m³/d

T : 透水量係数(m²/d) = 3000 m²/d

t : 揚水継続時間(Day) = 7300Day(20 year)

r : 影響圏半径(m)

S : 貯留係数 = 1.0×10⁻³

その結果、影響圏半径は 232m と計算される。これより影響圏半径を 250m と設定すると各揚水井の間隔は 500m 以上となる。

計画井の井戸間隔：500m 以上

以上の結果より、水質及び現地状況を踏まえて決定した揚水井設置予定地点を図 3-1 ~ 3-7 示した。

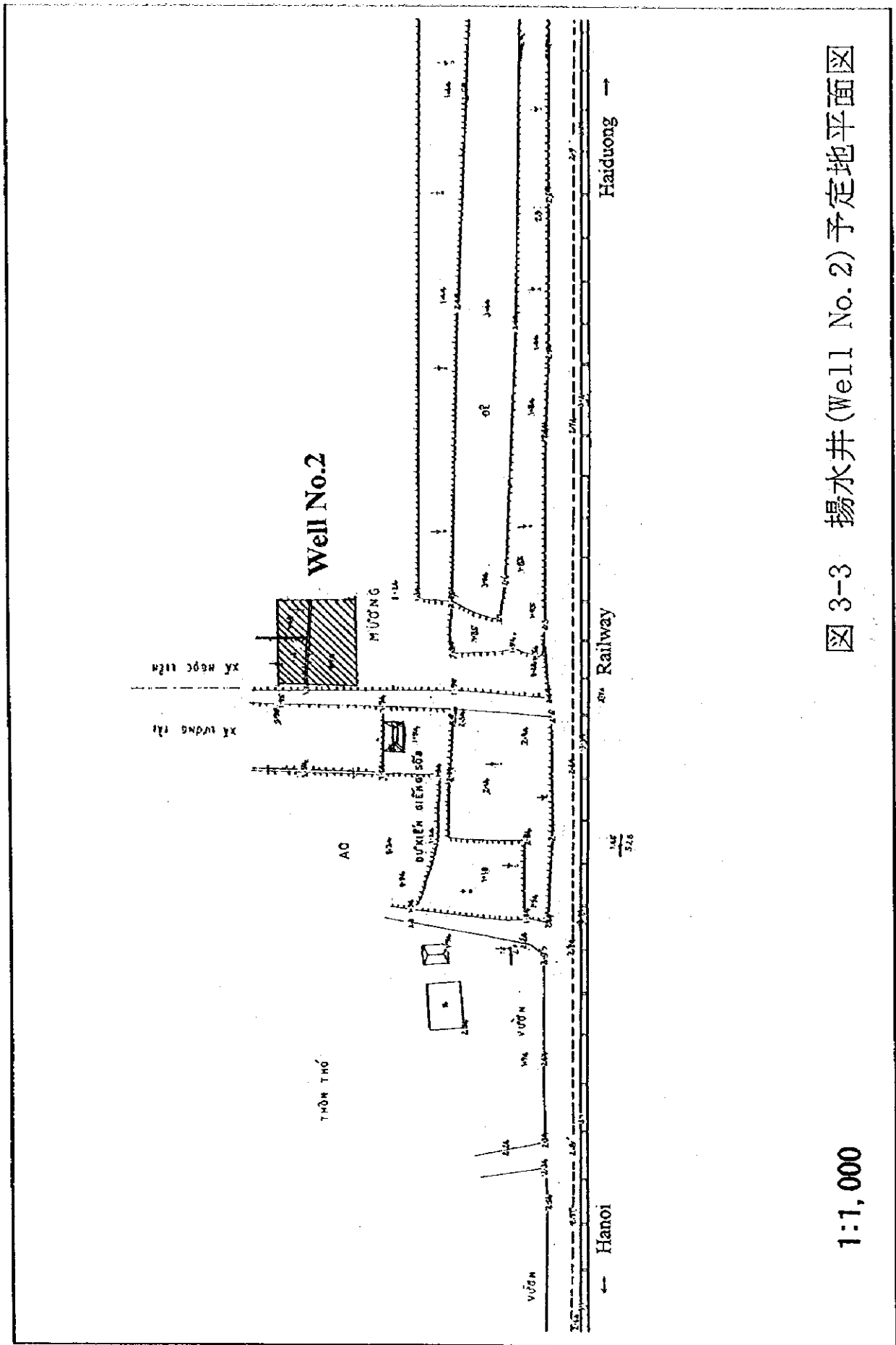


图 3-3 揚水井(Well No. 2) 予定地平面図

1:1,000

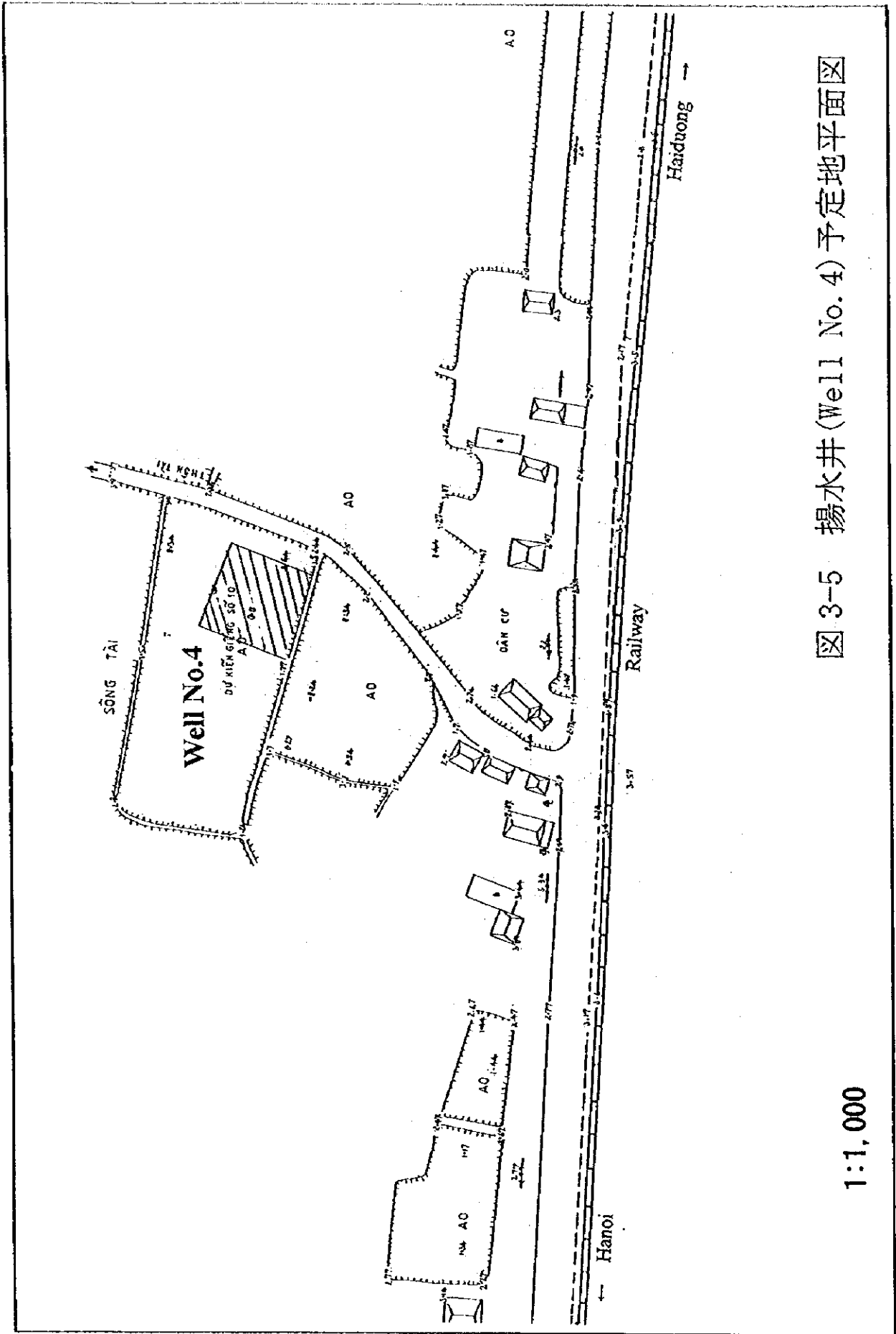


图 3-5 揚水井(Well No. 4) 予定地平面図

1:1,000

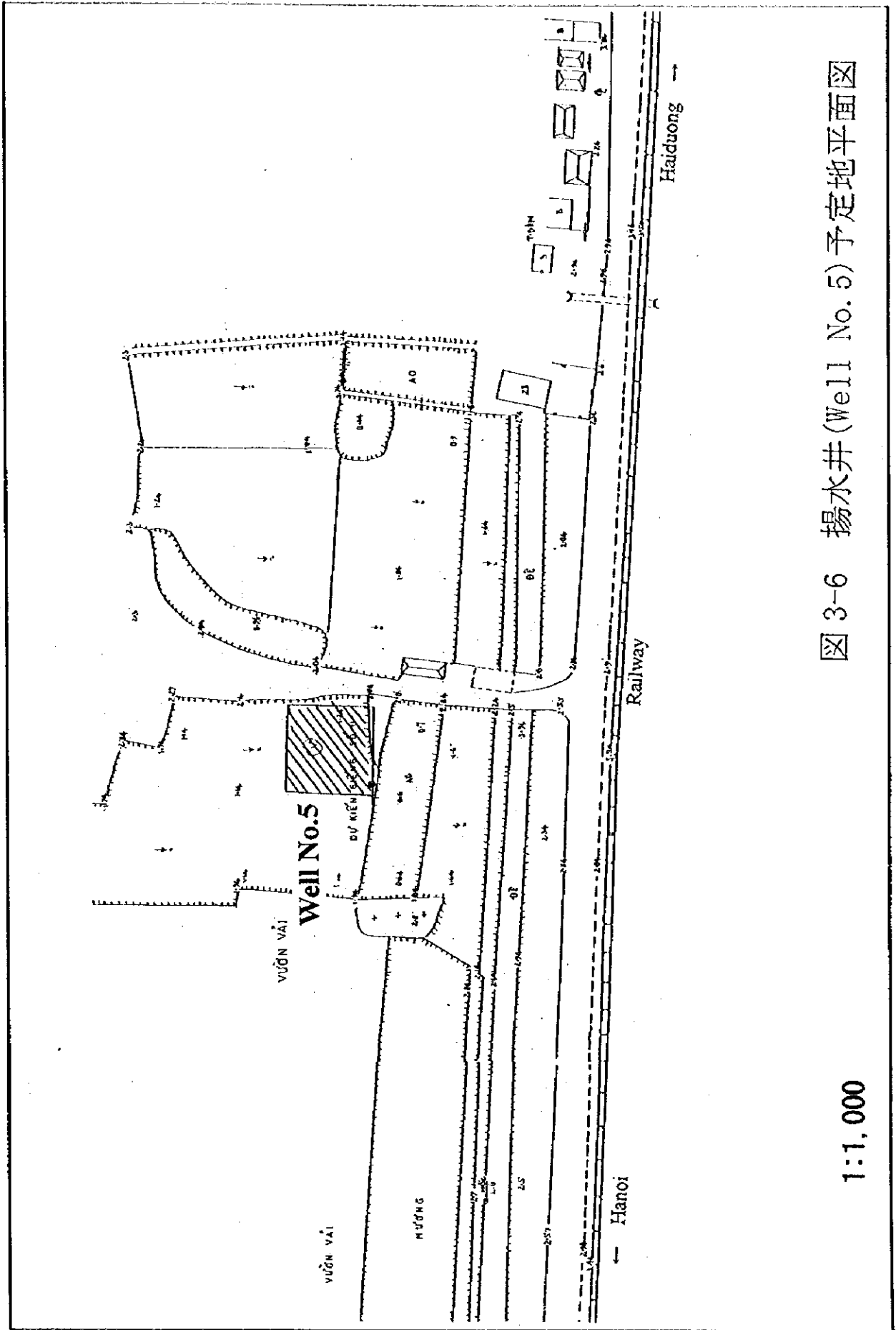


图 3-6 揚水井 (Well No. 5) 予定地平面図

1:1,000

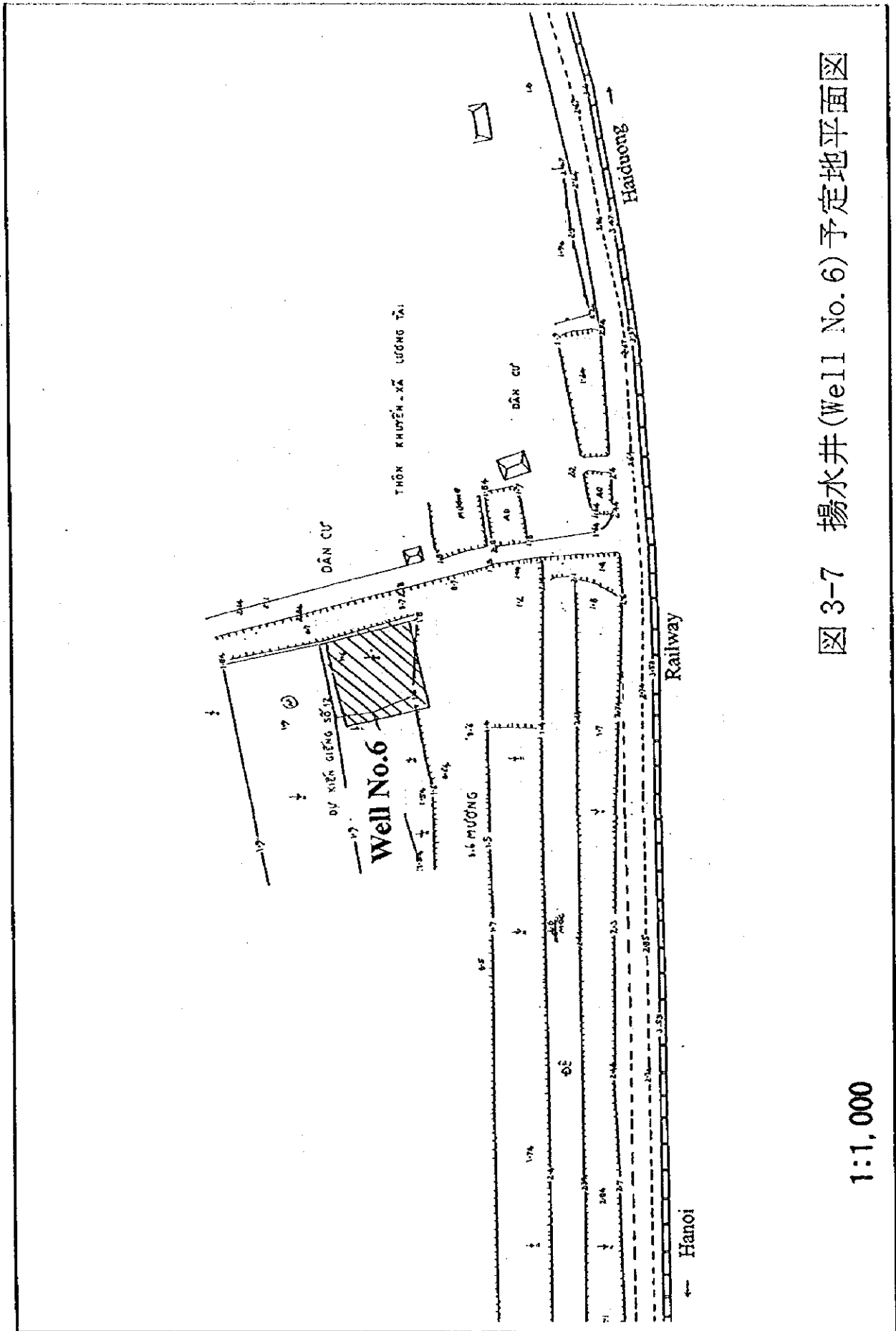
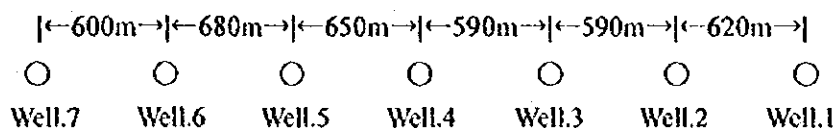


图 3-7 揚水井 (Well No. 6) 予定地平面図

1:1,000

(3) 群井としての水位降下の検討

近接する複数の井戸で同時にくみ上げた場合、井戸周辺の水位は互いに他の井戸の影響を受ける。その結果任意の地点における水位降下は、すべての井戸それぞれが及ぼす水位降下量の総和となる。本計画においては、合計6本の井戸をほぼ直線状に配列するが、将来的にはベトナム側で3本の揚水井を追加掘削し、合計9本(最大稼動時7本)で運営する予定となっているため、隣接7本の井戸を揚水した場合の水位低下量を検討する。



*) No.6~7間の距離は仮、他は概略実測値

7本の揚水井を使用した場合井戸列の中心である Well.4 で水位降下が最大となる。Well.4 における各井戸の影響を前出の Cooper-Jacob の式より求め、その合計と Well.4 の水位降下を加え、全水位降下とする。

Well.4 における水位降下検討表

Well. Number	r (m)	T (m ² /d)	t (Day)	Q (m ³ /d)	S	s _n (m)	Well.4 Drawdown s _n (m)	Total Σ s _n +s ₀ (m)
1	1800	3000	7300	2200	0.001	0.56	4.58	8.27
2	1180					0.61		
3	590					0.69		
4	0					4.58		
5	650					0.68		
6	1330					0.60		
7	1930					0.55		

*) s₀は最大水位低下を示したLK11の実測値を使用。

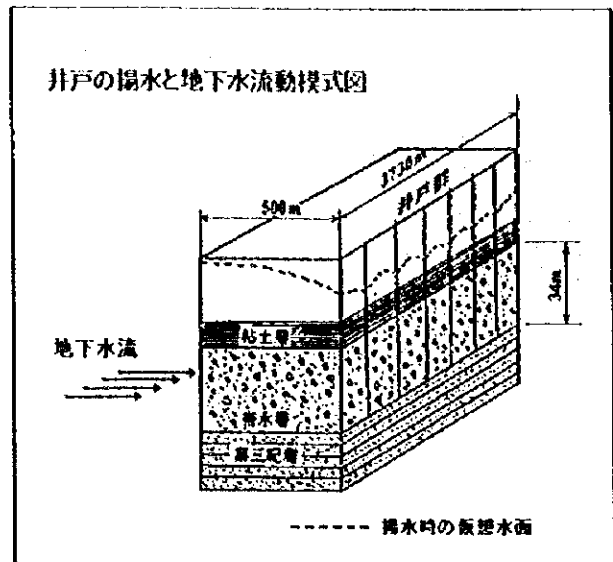
7本揚水時の最大水位降下：8.27m

ポンプの設置深度については上記の値に年間水位変動量と静水位を加えた値以深に設定する必要がある。

(4) 水源開発地域の地下水開発の可能性

水源計画水量(将来稼動 7 井使用時 13,900m³/d)の開発可能性を検討する。

上記水量を直線状に並んだ 7 本の群井より揚水した場合、水位降下が生じるにすぎたが図に示すように井戸群に対し直角に地下水が流入する。水源開発の対象となる Hanoi 層(Q₁₀h₀₁)層の地下水は被圧地下水であるので、その仮想水面が低下する。地下水の影響圏を考慮して約 500m の幅の地下水域を想定し、ダルシーの式を用いて揚水時の地下水の流動量を概略計算する。



$$Q = A \cdot k \cdot (h_2 - h_1) / L \quad \text{-----ダルシーの式}$$

Q: 地下水流動量

A: 断面積(流域幅×平均帯水層厚さ)--3730m×34m

k: 透水係数-----9.0×10⁻² cm/sec=77.8m/day

h₁: 初期水頭(影響圏端部での水位)

h₂: 井戸群の水位降下量

L: 水平距離(検討影響範囲)-----500m

井戸による水位降下は井戸ロスを除いた値を用い、以下のように計算される。

$$\text{井戸群の水位降下量: } s = 8.27 - CQ^2 = 8.27 - 1.18 = 7.09(\text{m})$$

CQ²: 井戸ロス

C=1.31×10⁻³(LK11 段階揚水試験結果を採用)

Q: 30 l/s

これにより井戸群に流入する地下水量を求める。

$$Q = 3730 \times 34 \times 77.8 \times 7.09 / 500 = 139,900 \text{ m}^3/\text{d}$$

井戸群の両側から供給されるためこの 2 倍。すなわち 279,800 m³/d が供給される計算となる。7 井稼動時の計画取水量: 13,700m³/d はこの値の 5%に満たないため、本帯水層は計各種水量を供給する能力を十分有している。

(5) 揚水の水質

水源は LK6～LK11 の間で掘削されるため、基準を超える項目について井戸予定地点の濃度を予測し、5本揚水時の設計濃度を決定する。

Item	Well.1	Well.2	Well.3	Well.4	Well.5	Well.6	Used 5 well	
							Range	Average
PH	5.6						5.5～5.7	5.6
Cl ⁻ mg/l	230	215	200	185	170	160	186～200	193
NH ₄ mg/l	2.6						2.6	
Fe mg/l	28.0	30.8	33.6	36.4	39.2	42.0	33.6～36.4	35.0
Mn mg/l	1.95						1.95	

なおベトナム側で追加建設が予定されている西側エリアは、各項目共水質が良好となってゆいため、7井で揚水した場合は更に水質は良くなると考えられる。

(6) 地盤沈下の検討

揚水による地盤沈下は、水位低下による有効応力の増加によって、粘性土層が圧密するため起こる現象である。

LK6(qp1)とLK6b(qp2)における揚水試験実施時の観測井の水位を表に示す。

Well.No	6	6-1	6-2	6b	6b-1	6b-2	6a	6a-1
Distance (m)	Pumped Well	20.46	40.13	3.01	21.46	41.06	57.66	62.71
Aquifer	qp1	Qp1	qp1	qp2	qp2	qp2	qh	qh
Drawdown (m)	5.17	1.51	0.99	0.58	0.56	0.52	0.00	0.00

Well.No	6	6b	6b-1	6b-2	6a
Distance (m)	3.01	Pumped Well	18.45	37.12	38.05
Aquifer	Qp1	Qp2	qp2	qp2	qh
Drawdown (m)	0.14	8.09	1.29	0.82	0.16

*Authority is Final Report on Results of Detail Ground Water Exploration Step in Camgiang

揚水井LK6の水位降下5.17mに対して3.01m離れた6b観測井のqp2層の水位降下は0.58m。また、qp2層の揚水試験でLK6-2の水位降下0.82mに対して0.93m離れた6a観測井のqh層の水位降下は0.16mという結果が示されている。

以上の結果から、qp1帯水層における揚水では自然水位の低下をほとんど発生させない(20cm以下)と判断される。よって地中応力の増加が発生せず地盤沈下は起こらないと結論される。

添付資料－ 7 維持管理費

添付資料一 7 維持管理費

年間維持管理費

浄水場及び取水・導水施設の維持管理費は人件費、薬品費、電力費、汚泥処分費、車両燃料費および修繕費により構成される。ただし一日平均浄水量(浄水場用水を含む)は、7,850 m³/dとする。年間維持管理費の集計を下表に示す。

(×1000 VND/年)

浄水場維持管理費						
A	B	C	D	E	F	
人件費	薬品費	電力費	汚泥処分費	車両燃料費	修繕費	計
156,000	758,671	1,669,883	124,465	48,355	413,606	3,170,980
4.9 %	23.9 %	52.7 %	3.9 %	1.5 %	13.1 %	100.0 %

A. 人件費

$$\begin{aligned}
 & \text{[浄水施設維持管理人員]} \times \text{[一人あたり平均人件費}^{*1}\text{]} \\
 & = 20 \text{人} \times 600,000\text{VND/月} \times 13 \text{ヶ月}^{*2} \\
 & = \underline{156,000,000\text{VND}}
 \end{aligned}$$

*1 ハイゾン上水道公社、1998年実績

*2 12ヶ月給与+1ヶ月分給与

B. 薬品費

B 1 塩素

$$\begin{aligned}
 & \text{[浄水処理量]} \times (\text{[マンガニ酸化用注入率]} + \text{[消毒用塩素注入率]}) \times \text{[塩素単価]} \\
 & = 7,850\text{m}^3/\text{d} \times 365 \text{日} \times (2.6\text{mg/l} + 2.0\text{mg/l}) \times 10^{-3}\text{kg/g} \times 7,000\text{VND/kg} \\
 & = 92,261,050\text{VND}
 \end{aligned}$$

B 2 消石灰

$$\begin{aligned}
 & \text{[浄水処理量]} \times \text{[消石灰注入率]} \times \text{[消石灰単価]} \\
 & = 7,850\text{m}^3/\text{d} \times 365 \text{日} \times 45\text{mg/l} \times 10^{-3}\text{kg/g} \times 900\text{VND/kg} \\
 & = 116,042,625\text{VND}
 \end{aligned}$$

B 3 PAC

$$\begin{aligned}
 & (\text{[浄水量]} \times \text{[凝集沈殿用 PAC 注入率]} + \text{[排水処理量]} \times \text{[汚泥濃縮用 PAC 注入率]}) \times \text{[PAC 単価]} \\
 & = (7,850\text{m}^3/\text{d} \times 365 \text{日} \times 10\text{mg/l} + 1,259\text{m}^3/\text{d}^{*3} \times 365 \text{日} \times 50\text{mg/l}) \\
 & \quad \times 10^{-3}\text{kg/g} \times 10,660\text{VND/kg} \\
 & = 550,367,805\text{VND}
 \end{aligned}$$

*3 [沈殿排泥] + [洗浄排水]

$$\begin{aligned}
 & = ((\text{[発生汚泥:}919.7\text{kg/d]}/\text{[排泥濃度:}0.12\%=1.2\text{kg/m}^3\text{]}) + (\text{[1池あたり洗浄排水:}82.2\text{m}^3/\text{d}] \times 6 \text{池})) \\
 & = 766.4\text{m}^3/\text{d} + 493.2\text{m}^3/\text{d} = 1,259\text{m}^3/\text{d}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{B 1} + \text{B 2} + \text{B 3} \\
 & = \underline{758,671,480\text{VND}}
 \end{aligned}$$

C. 電力費

電力費の計算は以下によるものとする。

$$\Sigma ([\text{ポンプ/モーター類出力}] \times 0.8^{**} \times [\text{運転台数}] \times [\text{運転時間}] \times [\text{kW あたり単価}])$$

** 0.8: モーターの実動力係数

C 1 井戸ポンプ

$$37\text{kW} \times 0.8 \times 5 \text{台}/1.3(\text{日平均}) \times 24\text{hr} \times 365 \text{日} \times 760\text{VND/kWh} \\ = 821,104,000\text{VND}$$

C 2 配水ポンプ

$$(55\text{kW} \times 0.8 \times 3 \text{台}/1.3(\text{日平均}) + 30\text{kW} \times 0.8 \times 1 \text{台}/1.3(\text{日平均})) \\ \times 24\text{hr} \times 365 \text{日} \times 760\text{VND/kWh} \\ = 798,912,000\text{VND}$$

C 3 汚泥引抜きポンプ

$$11\text{kW} \times 0.8 \times 1 \text{台}/1.3(\text{日平均}) \times 5\text{hr} \times 365 \text{日} \times 760\text{VND/kWh} \\ = 9,388,923\text{VND}$$

C 4 その他 (浄水場での他のモーター類、出力合計:7.6kW)

$$7.6\text{kW} \times 0.8 \times 24\text{hr} \times 365 \text{日} \times 760\text{VND/kWh} \\ = 40,478,208\text{VND}$$

$$C 1 + C 2 + C 3 + C 4$$

$$= \underline{1,669,883,131\text{VND}}$$

D. 汚泥処分費

[汚泥発生量(含水率:80%)] × [単位重量当たり汚泥処分費]

$$= 6.2\text{t/d} \times 365 \text{日} \times 55,000\text{VND/t} \\ = \underline{124,465,000\text{VND}}$$

E. 車両燃料費

[トラック燃料消費量] × [リットル当たり燃料費]

$$= 29.44\text{lit/d}^{**} \times 365 \text{日} \times 4,500\text{VND/lit} \\ = \underline{48,355,200\text{VND}}$$

** 4トントラックで1日4時間運転(20km離れたサイトを2往復)すると仮定し、建設機械等損料算定表(H10年版)より算出した。

F. 修繕費(他費目の総和の15%)

$$(A + B + C + D + E) \times 15\%$$

$$= \underline{413,606,221\text{VND}}$$

単位水量あたり維持管理費

維持管理費の計算結果から単位水量当たり（生産水量あたり、有収水量あたり）の浄水施設維持管理費を算出した。

	生産水量(給水量)	有収水量
年間水量	2,708,300 m ³	2,303,150 m ³
浄水施設年間維持管理費	3,170,980,000 VND	
単位水量あたり維持管理費	1,170 VND/m ³	1,377 VND/m ³

$$\begin{aligned} \text{【年間生産水量】} &= \text{【日平均給水量】} \times 365 \text{ 日} \\ &= 7,420 \text{ m}^3/\text{d} \times 365 \text{ 日} \\ &= 2,708,300 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{【年間有収水量】} &= \text{【一日あたり有収水量（日平均水需要量）*】} \times 365 \text{ 日} \\ &= 6,310 \text{ m}^3/\text{d} \times 365 \text{ 日} \\ &= 2,303,150 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

* 一日あたり有収水量： 日平均水需要量とした。

添付資料－8 水道公社財務状況

ハイゾン水道公社 財務状況

損益計算

(百万 VND)

	1994	1995	1996	1997
収入				
家庭用水道料金収入	2,746	3,556	3,775	4,646
工業用水道料金収入	400	495	500	550
公共用水道料金収入	64	135	165	387
補助金	0	0	0	0
その他収入	0	0	0	0
計	3,210	4,186	4,440	5,583
支出				
減価償却費	413	625	667	700
人件費	390	492	531	1,000
薬品費	720	836	635	763
電力費	1,118	1,350	1,405	1,770
修繕費	160	270	394	500
その他支出	365	535	584	674
計	3,166	4,108	4,216	5,407
損益	44	78	224	176

(出展:ハイゾン上水道公社、財務部)

添付資料－9 施設容量計算

添付資料--9 施設容量計算

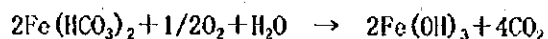
1 井戸設備

井戸ポンプ場を6箇所設け、常用5箇所、予備1箇所とする。取水量は10,200 m³/dとし、5箇所の井戸ポンプでそれをまかなう。運転時間は5台について1日に24時間とする。

ポンプ容量 : 0.0236 m³/s(1.417 m³/min)
ポンプ台数 : 6台(内1台予備)

2 エアレーション設備

この設備は、主に井戸水に含まれる第1鉄の酸化を目的とし、酸化された鉄分を後段の沈殿池やろ過池で捕捉し易い状態にするものである。鉄の酸化は次のように進行する。



本プロジェクトではノズル噴水式を採用する。その理由は次のとおりである。

- a. ノズル噴水式は構造が単純で維持管理が容易である。
- b. ノズル噴水式はベトナムに実績がある。
- c. 大気を直接利用できるため、特に空気を供給する必要がない

ノズル噴水装置の床面積は処理水 1m³/hにつき 0.4m²以上とし、噴射部における動水頭は5mとする。

また、この設備で原水に含まれる遊離炭酸の除去も期待できる。

第1鉄はエアレーションによって即座に酸化されるわけではないためエアレーション後の反応槽で、ある程度の滞留時間を必要とする。この滞留時間は原水によって異なり、一般的に5分から150分と幅がある。この施設の場合、原水中に多量のシリカが含まれるため、エアレーションにより鉄分がコロイダル状になるため、長時間の滞留時間を必要とする。この設備では原水のエアレーション後にアルカリ剤を注入し、原水のpHを上げることで酸化反応時間を短縮する。

エアレーション室のシャワーの下部には砂利を充填し、アンモニア除去効果をねらう。

3 凝集・沈でん池

原水に含まれる第1鉄の濃度が極めて高い。エアレーション設備から除鉄ろ過池へ直接通水すると、ろ過池にかかる負荷が大きいため、凝集沈でん池で負荷を軽減する必要がある。沈でん池の処理方式は、現地における実験により上向流式沈でん池の効果が確認されたのでこれを採用する。

処理水量	: 10,200m ³ /d (7.1m ³ /min)
沈でん池分離面積	: 5m幅×21m長×2池=210m ²
表面負荷	: 7.1m ³ /min/210m ² =33.8mm/min

4 除マンガンろ過設備

砂ろ過装置でマンガンの除去をおこなう。マンガンの除去には塩素が必要であり、最初から効果的な処理を行うにはマンガン砂を充填することが望ましい。しかし、普通の砂ろ材を使用しても、マンガンと塩素を含む水を通していけば、砂は次第にマンガン砂になる。この場合、運転当初はマンガンの除去は完全ではない。マンガン除去に必要な塩素の量は、マンガン1に対して約1.3倍である。このろ過池では、沈でん池をキャリーオーバーした鉄フロックを捕捉するため、マンガン砂の上部にアンスラサイトを充填する。

処理水量	: 10,200m ³ /d (7.1m ³ /min)
ろ過池面積(1池)	: 3.8mW×3.8mL=14.44m ²
全ろ過池面積	: 14.44m ² ×6池=86.6m ²
ろ過速度	: 10,200m ³ /d/86.6m ² =117.8m/d
1池洗浄時ろ過速度	: 117.8m/d×6/5=141.4m/d
逆洗水量	: 14.44m ² ×0.6m/min=8.7m ³ /min
表洗水量	: 14.44m ² ×0.07m/min=1.01m ³ /min

5 配水池設備

中央に仕切り壁を置き、2分割する。

外槽寸法	: 24.9mW×30.3mL×4.7mH
槽有効容量	: 2,400m ³
滞留時間	: 約5.6時間
槽数	: 1槽

6 配水ポンプ設備

配水ポンプは4台設置する。それぞれの内訳は次のとおりである。

ポンプ容量	: 3.55m ³ /min×55m
ポンプ台数	: 3台(内1台予備)
ポンプ容量	: 1.95m ³ /min×55m
ポンプ台数	: 1台

7 塩素注入設備

塩素はマンガン除去のため、ろ過装置の入口に注入される。さらに消毒用としてろ過池の出口に注入される。注入量はそれぞれ次のとおりである。

マンガン除去 : $10,200\text{m}^3/\text{d} \times 2.6\text{mg}/\text{l} = 26.52\text{kg}/\text{d}$
消毒 : $10,200\text{m}^3/\text{d} \times 2.0\text{mg}/\text{l} = 20.4\text{kg}/\text{d}$

全注入量 : 47 kg/d 池

塩素注入器容量 : 2000g/h
注入器台数 : 2台(内1台予備)

8 薬品注入設備

原水 pH 調整(pH を上げる)のための消石灰注入装置、及び凝集沈でん処理の凝集剤として使用する PAC 注入装置がある。

(1) 消石灰注入装置

注入率 : 45mg/l
注入量 : $10,200 \text{ m}^3/\text{d} \times 45\text{mg}/\text{l} = 459 \text{ kg}/\text{d}$ (790lit as 粉体)

注入方法

溶解槽へ粉体状で計量注入し、水と攪拌溶解し、約 0.1%濃度の溶液をつくり注入ポンプを用いて注入点へ移送する。

溶解水量 : 450 m³/d
溶解槽容量 : $2.0\text{m}^3 \times 3.2\text{mL} \times 1.2\text{mL}(\text{有効}) = 7.6\text{m}^3/\text{槽}(24\text{min 分})$
槽数 : 2槽

(2) PAC 注入装置

注入率 : 10mg/l
注入量 : $10,200 \text{ m}^3/\text{d} \times 10\text{mg}/\text{l} = 102 \text{ kg}/\text{d}$ 凝集沈でん用
(75kg/d) 汚泥処理用(後述)

注入方法

約 10%濃度の溶液で注入する。溶解水を満たした溶解槽に粉体を投入し、攪拌機で攪拌して溶液をつくる。溶液は約 10%濃度のまま注入ポンプで注入点へ注入する。

溶解水量 : 1.5 m³/d
溶解槽容量 : $2.0\text{m}^3 \times 3.2\text{mL} \times 1.2\text{mL}(\text{有効}) = 7.6\text{m}^3/\text{槽}(5 \text{ 日分})$
槽数 : 2槽

9 汚泥処理設備

水処理装置で発生する汚泥の量は、

Fe	$10,200 \text{ m}^3/\text{d} \times 35\text{mg}/\text{l} \times 106.8/55.8 = 683.3\text{kg}/\text{d}$
Ca(OH) ²	$10,200 \text{ m}^3/\text{d} \times 45\text{mg}/\text{l} \times 0.8 \times 100.1/74.1 = 496.0\text{kg}/\text{d}$
PAC	$10,200 \text{ m}^3/\text{d} \times 10\text{mg}/\text{l} \times 0.1 \times 156/102 = 15.6\text{kg}/\text{d}$
合計	$683.3\text{kg}/\text{d} + 496.0\text{kg}/\text{d} + 15.6\text{kg}/\text{d} = \underline{1,195\text{kg}/\text{d}}$

排水は次の場所から排出される

a. 凝集沈でん池の排水

沈殿排泥濃度	: 0.12% (1.2 kg/m ³) … 仮定
沈殿汚泥量	: 1,195kg/d
排泥量	: $1,195\text{kg}/\text{d} \div 1.2 \text{ kg}/\text{m}^3 = \underline{996 \text{ m}^3/\text{d}}$ ①

b. ろ過池からの洗浄排水

1池ろ過面積	: $3.8\text{m} \times 3.8\text{m} = 14.44\text{m}^2$
ろ過池数	: 6池
1池洗浄排水	:
池内滞留水	$14.44\text{m}^2 \times 1.0\text{m} = 14.44\text{m}^3$
洗浄水	$14.44\text{m}^2 \times 0.67\text{m}/\text{min} \times 7\text{min} = 67.7\text{m}^3$
合計	82.2m^3

1日に1回各池を洗浄すれば、

1日の全ろ過池排水量	: $82.2 \text{ m}^3 \times 6 = \underline{493 \text{ m}^3}$ ②
------------	---

以上全排水量

①+②=1,489m³ (1500 m³)を1日で処理する。

(1) 汚泥貯留槽

貯留槽 1池を設け、排水を一旦貯留槽へ受け、定量で汚泥濃縮槽へ揚送する。貯留槽の容量は2回分程度の洗浄排水を受け入れられるものとする。

有効容量	: 360m ³
定量送水量	: 1,500 m ³ を20時間で汚泥濃縮槽へ移送すると $1,500 \text{ m}^3 / (20 \times 60)\text{min} = 1.25 \text{ m}^3 / \text{min}$

(2) PAC注入設備(凝集・沈でん池用と兼用)

鉄分の汚泥はそのままでは沈降が困難である。そのため、凝集剤の添加が必要である。排水貯留槽から汚泥濃縮槽へ送水される途中の配管に注入する。凝集剤の注入量は次のとおりである。

(3) 汚泥濃縮槽

排水貯槽から揚送される洗浄排水に含まれる汚泥を濃縮し、汚泥乾燥床へ送るとともに、上澄水は凝集・沈でん池設備へ返送する。

上昇流速	: 7mm/min
処理流量	: 1.25 m ³ /min
最低必要分離面積	: 1.25 m ³ /min / 0.007m/min = <u>178 m²</u>
濃縮槽分離面積	: 10m×10m×2槽 = 200 m ²

(4) 汚泥乾燥床

汚泥濃縮槽から引き抜かれた濃縮汚泥を天日によって乾燥する。濃度を 1%(10kg/m³)と仮定すると、1日の発生汚泥の容積は

$$\{1,195\text{kg/d} + (0.153 \times 75\text{kg/d})\} \times 1/10 \text{ kg/m}^3 = \underline{121 \text{ m}^3}$$

汚泥乾燥床は 7 池に分けて、1 池の容量を排出汚泥量の約 6 日分とする。床面積負荷を 30 kg/m²とすれば、1 池の最低必要床面積は

$$\underline{1,206\text{kg/d} \times 6 \times 1/30 \text{ kg/m}^2 = 241 \text{ m}^2}$$

汚泥濃縮槽に貯えられた汚泥は 2 日に 1 回の割合で引き抜かれ、5~6 時間かけて汚泥乾燥床へ移送される。6 日分の汚泥が一つの乾燥床へ投入されると、その乾燥床への汚泥投入は終了し、次の乾燥床への投入を始める。投入を終了した乾燥床はドレーン、天日乾燥、汚泥搬出を行い、36 日目に再度汚泥投入が開始される。

(5) 汚泥引き抜きポンプ

汚泥引き抜きポンプは 2 台設置する。汚泥濃縮槽に貯えられた 2 日分の汚泥量は

$$121\text{m}^3/\text{d} \times 2\text{d} = 242\text{m}^3$$

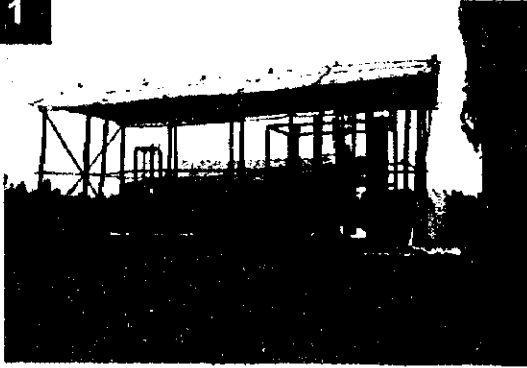
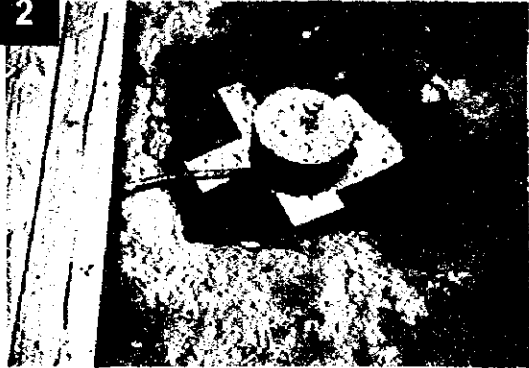
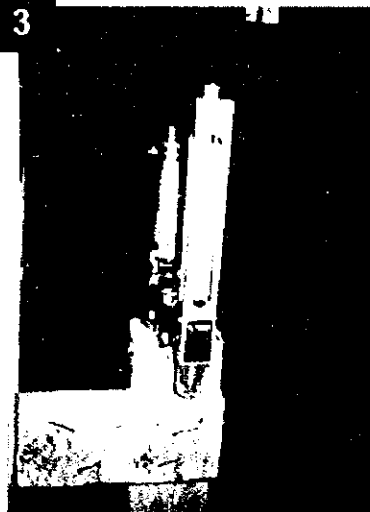
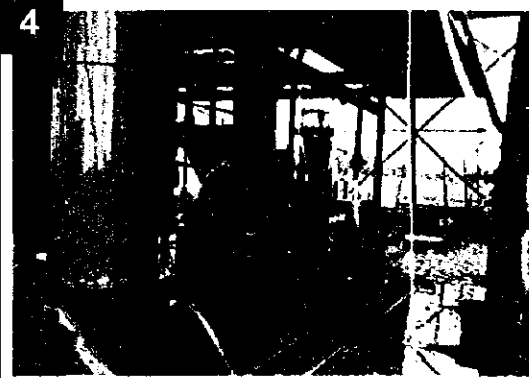


この量を 5 時間で移送すると

$$242\text{m}^3 \times 5\text{h} = 48.4\text{m}^3/\text{h}$$

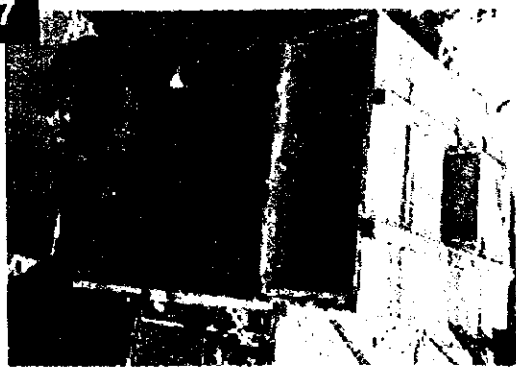

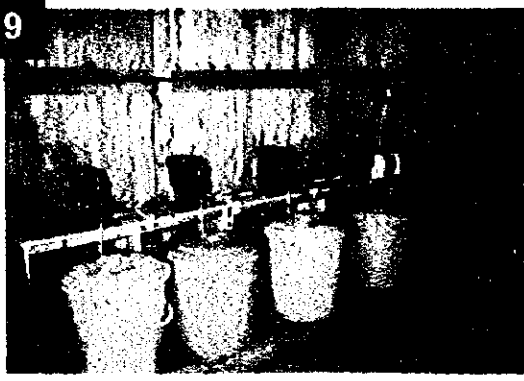
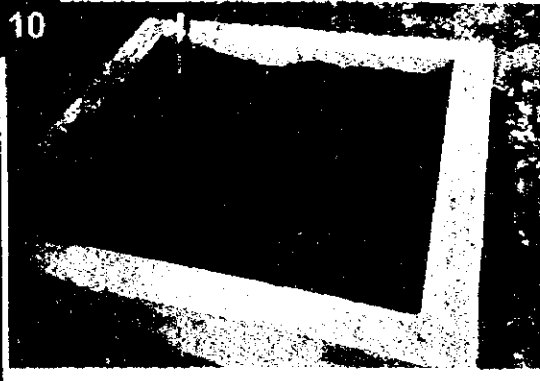
ポンプ容量	: 50m ³ /h × 10 m
ポンプ台数	: 2 台 (内 1 台予備)

添付資料－10 通水試験結果

試験施設写真 (1/2)

<p>1</p> 	<p>2</p> 
<p>【通水試験場全景】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・左側 微生物学的方法 ・右側 物理化学的方法 	<p>【水源井戸】</p>
<p>3</p>  <p>【原水流量計】</p>	<p>4</p>  <p>【物理化学的方法】</p> <p>左より</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エアレーション装置 ・鉄ろ過装置 ・マンガンろ過装置
<p>5</p>  <p>【物理化学的方法】</p> <p>右より</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フロック形成装置 ・沈でん装置 ・エアレーション装置 ・鉄、マンガン2層ろ過装置 	<p>6</p>  <p>【微生物学的方法】</p> <p>エアレーション装置</p>

試験施設写真 (2/2)

<p>7</p> 	<p>8</p>  <p>【ポンプ設備】</p> <p>手前より ・逆洗ポンプ ・中継ポンプ ・中継ポンプ</p>
<p>9</p>  <p>【薬品注入設備】</p> <ul style="list-style-type: none">・塩素・PAC・NaOH	<p>10</p>  <p>【沈でん汚泥の沈降、乾燥実験】</p>

1. 通水試験概要

(1) 目的

水源として提案された地下水開発予定地区に掘削された試験井の水質は極めて特異な水質を示した。試験井は3本掘削されたが、いずれの井戸水も極めて高濃度の鉄(40～50mg/l)、マンガン(1.5～2.5mg/l)、アンモニア(1.5～3.5mg/l)、塩化物(145～320mg/l)を含有することが判明した。従って、鉄、マンガン、アンモニアを安価で安定した方法で除去することを検討するために通水試験を行うこととなった。

(2) 試験方法

昨年8月に実施したジャーテストの結果 pH 調整を行えば凝集剤の添加により鉄の水酸化物の沈殿がみられ、上澄みの鉄分濃度は0.3mg/l以下となることが判明した。したがって、pH 調整、凝集沈殿、急速ろ過を基本的な処理工程と考え、マンガンの除去にはマンガン砂による二層ろ過を検証した。

薬品の使用を必要とせず運転も容易な処理方法である緩速ろ過システムの上記水質成分の除去効果を確認するための試験も行った。

テストの内容は上に述べたとおり物理化学的な方法と微生物的方法を採った。

物理化学的方法

物理化学的な方法として、A-1 から A-5 まで当初予定した通り実施した。その結果 A-2 の処理効果が良好であることが判明した。さらに詳細追加事項の確認のため、多少内容を追加し、RA-2 として再度試験を実施した。

A-1	エアレーション後直ちに急速ろ過を行い、マンガン砂でマンガン除去
A-2	pH調整後、凝集沈殿、急速ろ過(アンストラサイトとマンガン砂の二層ろ過)
A-3	pH調整後、急速ろ過(アンストラサイトとマンガン砂の二層ろ過)
A-4	pH調整、凝集沈殿、エアレーションの後、鉄とマンガンを別々にろ過
A-5	原水を塩素により酸化した後、凝集沈殿と二層ろ過
RA-2	A-2の再確認実験

微生物学的方法

微生物学的方法では、当初 B-1 としてろ過前にエアレーションを行う方法、もしこの結果が良好ならば、B-2 としてエアレーションを省く方法を計画した。ところが、第2ろ過

池のろ速が計画地より過少であったため、B-1 で処理効果が不十分であったため、設備を改良し、MB-1、MB-2 として試験を継続した。

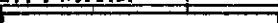













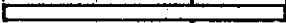




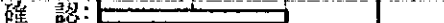





B-1	原水をエアレーション後、相砂による予備ろ過を行った上で緩速ろ過
MB-1	B-1の不良を改良。ろ過速度を調整し、緩速ろ過
MB-1(2)	MB-1でエアレーションの位置を変更

(3) 試験期間

通水試験は、準備作業を平成9年5月に行い、下図に示す通り、試験を6月1日より開始し9月5日に完了した。

試験の日程

予定: 
 実施: 

試験項目	6月			7月			8月			9月
	10	20	30	10	20	31	10	20	31	10
(1) 物理科学的方法										
A-1										
A-2										
A-3										
A-4										
A-5										
(2) 微生物学的方法										
B-1										
B-2										
MB-1										
RA-2							確認: 			

(4) 水源

地下水に高濃度の塩化物を含む水源予定地区の東側に位置する No. 1-6 の水源を外しさらに西側の塩化物濃度が許容範囲内にあると思われる水を水源として水源予定地区を変更することを提案し通水試験と同時に新たな試験井 (No. 15 及び 17) を建設した。通水試験は塩化物濃度が飲料水水質基準値を超える試験井 No. 1、6 を棄却し試験井 No. 11 の水を水源とした。試験に利用した水源の水質は下表に示す通りで、他の水源予定地点の井戸の水質としては最も悪いものとなっている。

項目	(試験水源)					飲料水基準
	No. 1	No. 6	No. 11	No. 15	No. 17	
pH	6.0	5.5	6.1	6.1	6.4	6.5 - 7.8
鉄	45.5	38.0	40.9	5.2	2.3	0.3
マンガン	2	2	2.5	1.4	0.6	0.1
塩化物	318.6	304.8	145.1	109.7	30.2	250.0
アンモニア	2.1	1.9	8.4	0.9	2.1	3.0

原水のラングリア指数は下表に示す通り-2.69で腐食性が強い。

項目	測定値
pH	6.00
Total Hardness (mg/l CaCO ₃)	45.89
Total Alkalinity (mg/l CaCO ₃)	77.83
Chloride (mg/l Cl)	142
Carbon Dioxide Aggressive (mg/l)	126.2
pHs	8.69
Langelier Saturation Index (LSI = pH - pHs)	-2.69

2. 試験施設概要

通水試験の内容が物理化学的方法及び微生物学的方法の2種類について行うため、水処理設備については各々の方法について製作・準備した。その他、薬品注入設備、井戸揚水設備、送水設備、ろ過層洗浄設備、電力供給設備も製作した。各試験設備の内容は以下に示す通りである。

(1) 実験設備 I (物理化学的方法) (図-2.1 参照)

1) エアレーション・反応槽

機能

- ・ 原水に酸素を供給
- ・ 生物反応による アンモニア除去
- ・ 下部反応槽で、鉄の酸化反応

仕様

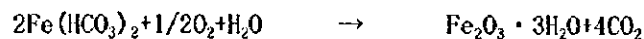
- ・ エアレーション部

1m³/hr 当たり 0.4m² 以上として (施設基準 : 0.4~1.0m²)

$$\pi D^2/4 > 8.5 \times 1/24 \times 0.4$$

$$D > 0.425$$

よって $\Phi 500\text{mm}$ の円筒形とする。



より、鉄(Fe)、1量 に対して酸素(O)、0.14量となる

溶存酸素は上記の3倍程度

- ・ 反応槽

鉄の酸化に必要な時間を 約1時間とする。 (文献によると5~45分とされている)

反応槽の内径を1,000mm、反応槽の有効水深を500mmとすると

滞留時間 : $1.0^2 \times \pi/4 \times 0.5 \times 24/8.5 = 1.11$ 時間

2) 緩速攪拌槽

機能

- ・ 鉄フロックの生成

仕様

- ・ 有効高さ : 3.8m
- ・ 滞留時間 : 20分 とすれば、(施設基準 20~40分)

$$\pi D^2/4 > 8.5 \times (20/1440) / 3.8$$

$$D > 0.199$$

よって、 $\phi 200\text{mm}$ の円筒形とする。

結果、上昇流速は 188mm/min 沈殿しない流速 150mm/min 以上
破壊しない速度 800mm/min 以下

3) 沈殿槽

機能

- 鉄の沈殿除去

仕様

- 上昇流速 : 30mm/min (施設基準 $40\sim 50\text{mm/min}$)

内側の管径を 80mm とすれば (流速 20mm/sec)

$$(D^2 - 0.08^2) \pi / 4 > 8.5 / (24 \times 60 \times 0.03)$$

$$D > 0.501\text{m}$$

よって、 $\phi 500\text{mm}$ の円筒形とする。

また、滞留時間 : 90分 とすれば (施設基準 $90\sim 120\text{分}$)

$$(0.5^2 - 0.08^2) \pi / 4 \times H > 8.5 \times 90 / 1440$$

$$H > 2.75\text{m}$$

よって有効高さ 2.80m とする。

4) 二層ろ過 (Fe・Mn)

機能

- 上層アスチライトにより鉄 (Fe) の除去
- 下層マンガンス砂による Mn の除去

仕様

- ろ過速度 : 120m/d とすれば

$$\pi D^2/4 > 8.5/120 \quad \rightarrow \quad D > 0.30\text{m}$$

よって $\phi 300\text{mm}$ の円筒形とする。

上層はアスチライトを使用し、層厚は 30cm とし、

粒径 1.0mm 、比重 1.4 以上とする。

下層はマンガンス砂を使用し、層厚 70cm とし、粒径 0.6mm 、均等係数 1.7 以下とする。砂利層厚は 20cm とする。

5) 鉄 (Fe) ろ過槽

機能

- ・ 急速砂ろ過による鉄 (Fe) の除去

仕様

- ・ ろ過速度 : 120m/d とすれば、施設基準 120~150m/d

$$\pi D^2/4 > 8.5/120 \quad \rightarrow \quad D > 0.30\text{m}$$

よって $\phi 300\text{mm}$ の円筒形とする。

また、砂層厚は 70cm とし、粒径 1.0mm、砂利層厚は 20cm とする。

(参考 「厚生省監修 水道施設設計指針・解説」日本水道協会)

砂層厚 : 60~70cm、粒径 : 0.6~0.7mm、均等係数 : 1.7 以下、砂利層厚 : 20cm~50cm

6) マンガン (Mn) ろ過槽

機能

- ・ マンガン砂によりマンガン (Mn) を除去する

仕様

- ・ ろ過速度 : 120m/d とすれば

$$\pi D^2/4 > 8.5/120 \quad \rightarrow \quad D > 0.30\text{m}$$

よって、 $\phi 300\text{mm}$ の円筒形とする。

また 砂層厚は 70cm とし 粒径 0.6mm、砂利層厚 20cm とする。

7) エアレーション・鉄 (Fe) ろ過槽

機能

- ・ 原水に酸素を供給
- ・ その後、直ちにろ過を行い、鉄 (Fe) を除去する

仕様

- ・ エアレーション部

1m³/hr 当たり 0.4m² 以上として

$$\pi D^2/4 > 8.5 \times 1/24 \times 0.4 \quad \rightarrow \quad D > 0.425$$

よって、 $\Phi 500\text{mm}$ の円筒形とする。

ろ過槽

ろ過速度 : 120m/d とすれば

$$\pi D^2/4 > 8.5/120 \quad \rightarrow \quad D > 0.30\text{m}$$

よって、 $\phi 300\text{mm}$ の円筒形とする。

また、砂層厚は 1.00m とし、粒径 1.0mm。砂利層厚は 20cm とする。

8) ばっ気槽

機能

- ・ AMO 除去のため酸素の供給
- ・ 鉄 (Fe) の酸化

仕様

- ・ 滞留時間 : 4.0 分
 - ・ $\phi 100\text{mm}$ の円筒形 とすれば
- $$\pi \times 0.100^2/4 \times H > 8.5 \times 4/1440 \quad \rightarrow \quad H > 3.01\text{m}$$
- よって 有効高さを 3.00m とする
- ・ 筒内に散気管を入れてエアレーションを行う

9) 浄水槽

機能

- ・ 処理水の貯留
- ・ ろ過池洗浄用水 (逆洗水) の貯留

仕様

- ・ ろ過池洗浄用水 1 回分の水量は
 $\phi 300\text{mm}$ のろ過面積は 0.071m^2 で逆洗水量は
 $0.071\text{m}^2 \times (0.6 \sim 0.9\text{m/s}) \times (6 \sim 15\text{分}) = 0.26 \sim 0.96\text{m}^3$
- ・ 逆洗 2 回分を確保して約 2m^3 とする。
有効水深を 80cm とする
 $L \times W \times 0.8 = 2.0\text{m}^2$
 $L = 2.00\text{m}$, $W = 1.25\text{m}$

(2) 実験設備 II (生物学的的方法) (図-2.2 参照)

1) エアレーション

機能

- ・ 原水に酸素の供給

仕様

- ・ ばく布式
- ・ 水頭 1.5m
- ・ 段数 5
- ・ 巾 1.0m

2) 緩速ろ過槽 (1)

機能

- ・ 鉄 (Fe)、アンモニア (NH₄)、マンガン (Mn) の除去

仕様

- ・ ろ過速度 30m~100m/d とする

$$W \times L > 8.5/30 \sim 100 = 0.283 \sim 0.085m^2$$

よって、50 x 60cm の長方形とする

砂層厚は 70cm、粒径 3.0mm、砂利層厚は 40cm とする。

(参考 「厚生省監修 水道施設設計指針・解説」 日本水道協会)

砂層厚：70~90cm、粒径：0.3~0.45mm、均等係数：2.0 以下、砂利層厚：40cm~60cm

3) 緩速ろ過槽 (2)

機能

- ・ 鉄 (Fe)、アンモニア (NH₄)、マンガン (Mn) の除去

仕様

- ・ ろ過速度 10m~30m/d とする

$$W \times L > 8.5/10 \sim 30 = 0.85 \sim 0.283m^2$$

よって、60 x 150cm の長方形とする。

砂層厚は 70cm、粒径 0.4mm、砂利層厚は 40cm とする。

(参考 「厚生省監修 水道施設設計指針・解説」 日本水道協会)

砂層厚：70~90cm、粒径：0.3~0.45mm、均等係数：2.0 以下、砂利層厚：40cm~60cm

4) 浄水槽

機能

- ・ 処理水の貯留

仕様

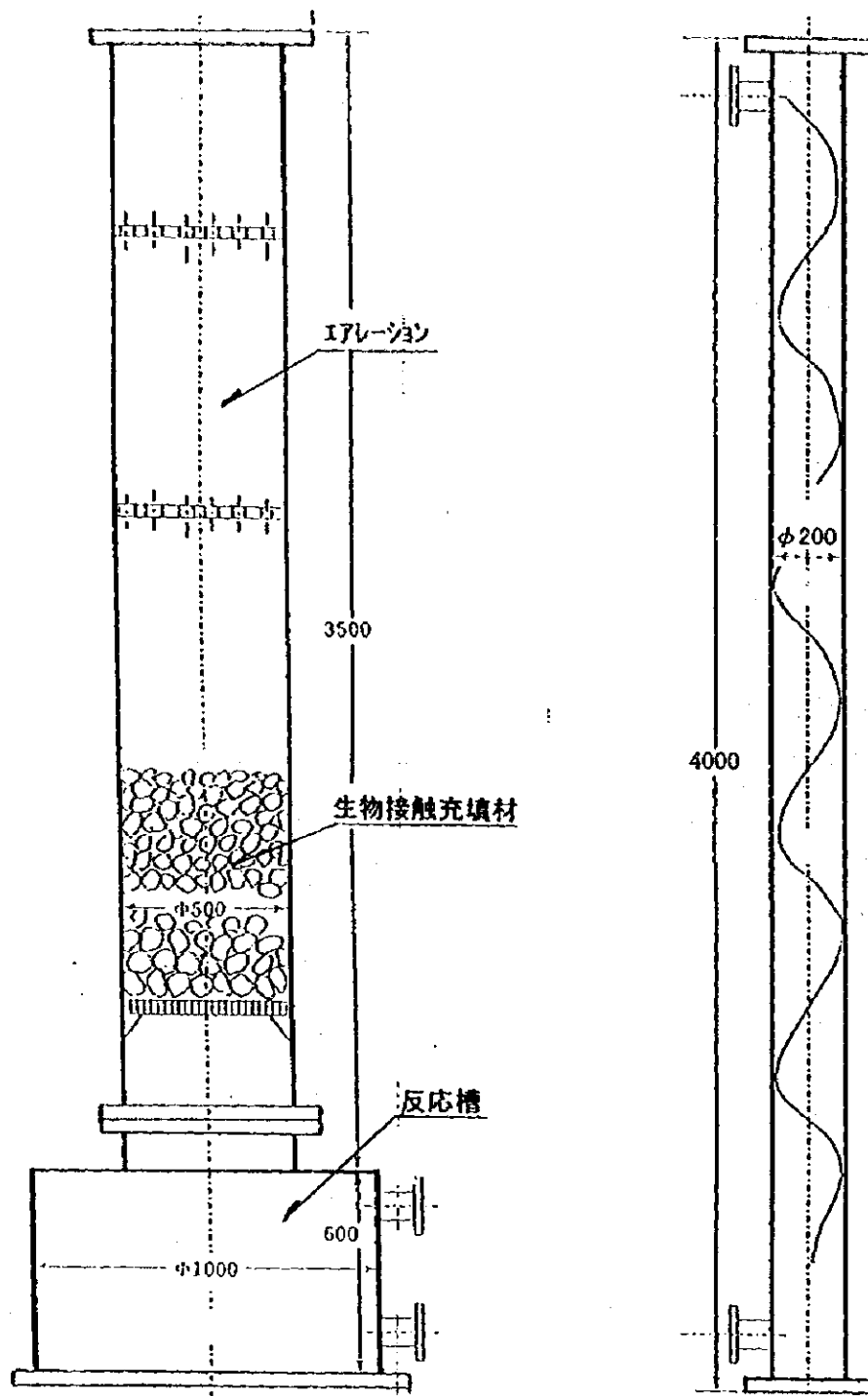
- ・ 約 2m³ とする。
有効水深を 80cm とする
 $L \times W \times 0.8 = 2.0\text{m}^2$
 $L = 2.00\text{m}$, $W = 1.25\text{m}$

(3) 薬品注入設備

- | | | |
|-----------------------------|-----|-------|
| ・ PH調整剤 (NaOH) 注入 | 注入率 | 20ppm |
| ・ 凝集剤 (PAC) 注入 | | 10ppm |
| ・ 酸化剤 (Cl ₂) 注入 | | 6ppm |

(4) その他の施設

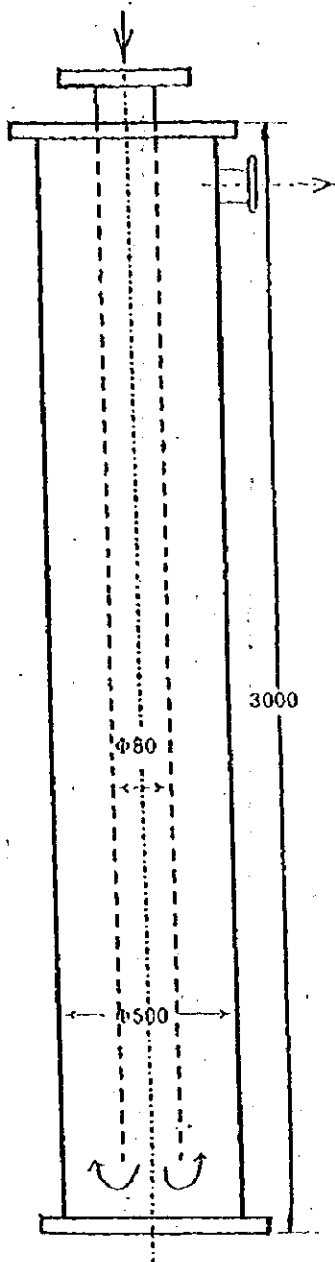
- | | | |
|------------|-------|---------|
| 1) 井戸揚水ポンプ | No1 | 20L/min |
| | No2 | 20L/min |
| 2) 送水ポンプ | No1~4 | 20L/min |
| 3) 逆洗ポンプ | | 70L/min |
| 4) 発電機 | | 10KVA |



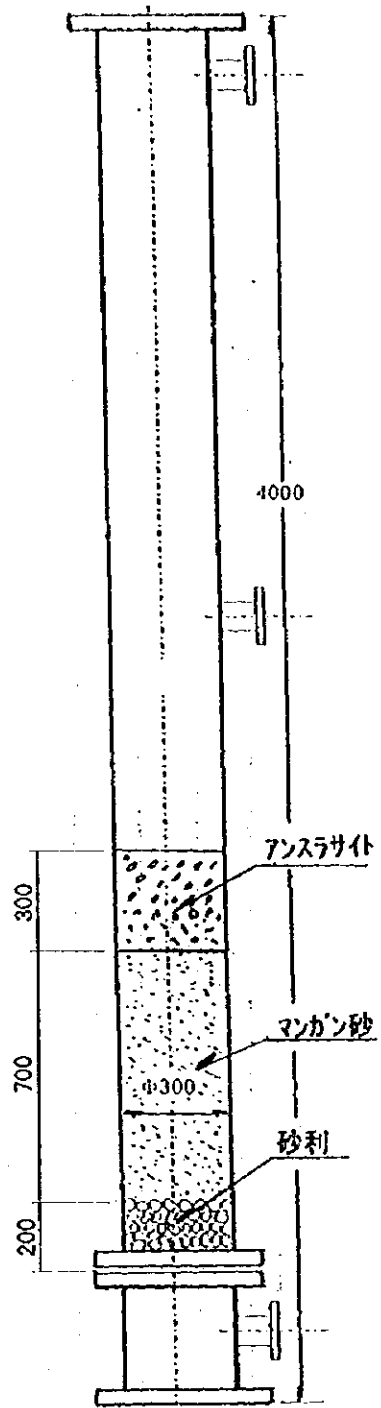
1. エアレーション・反応槽

2. 緩速攪拌槽

図-2.1 試験施設(物理化学的方法) 概念図 (1/5)

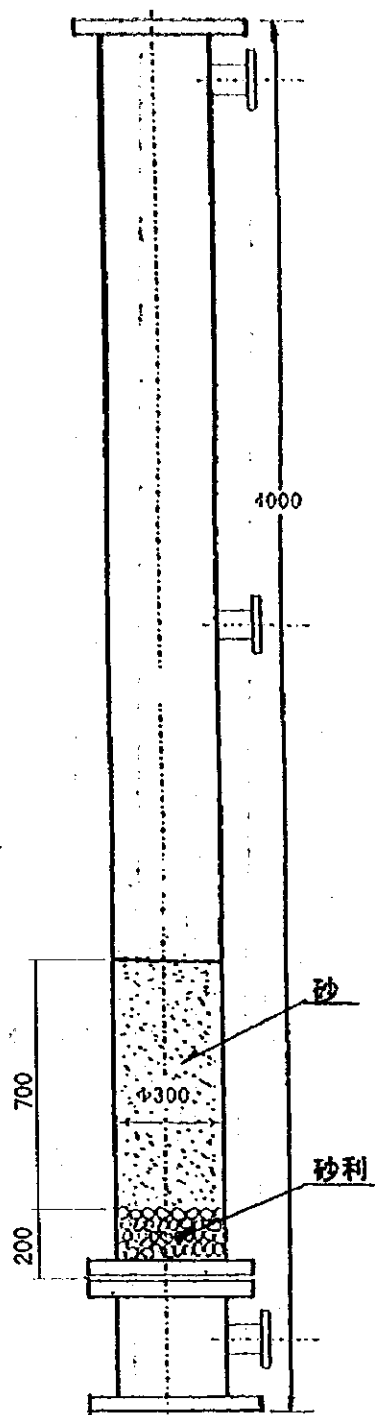


3. 沈殿槽

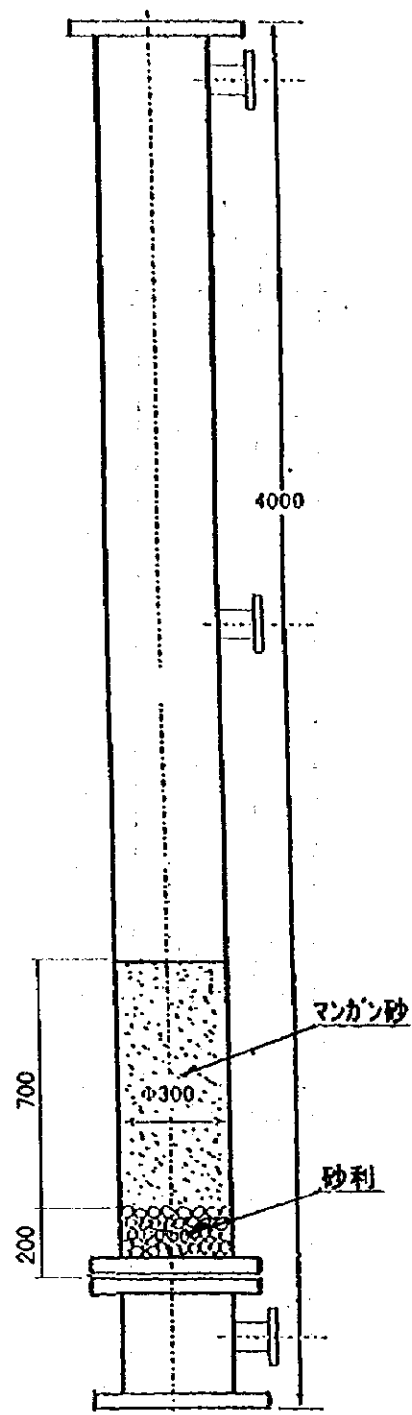


4. 二槽ろ過槽 (Fe, Mn)

図-2.1 試験施設(物理化学的方法) 概念図 (2/5)

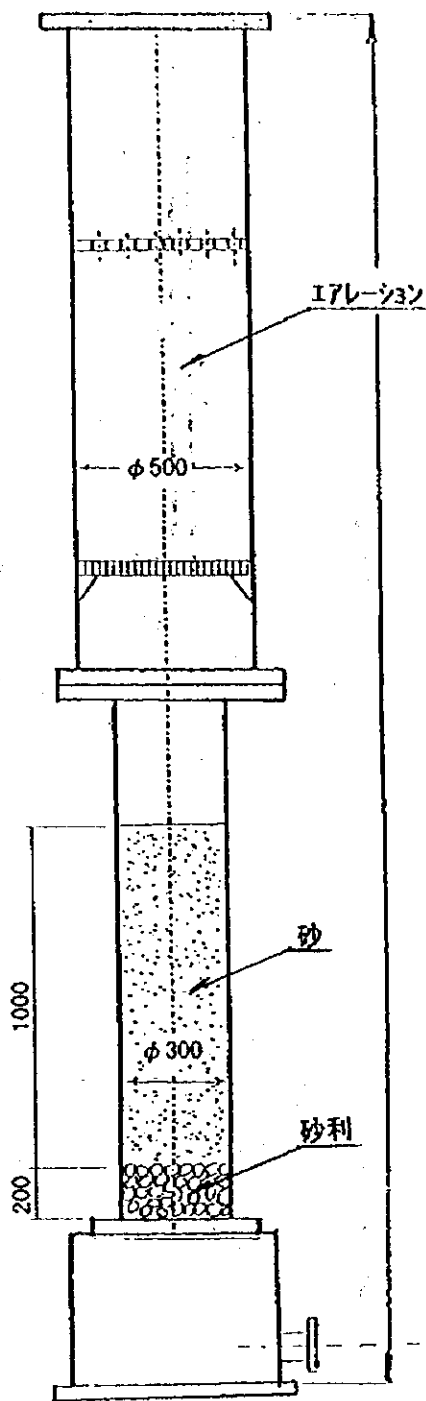


5. 鉄(Fe)ろ過槽

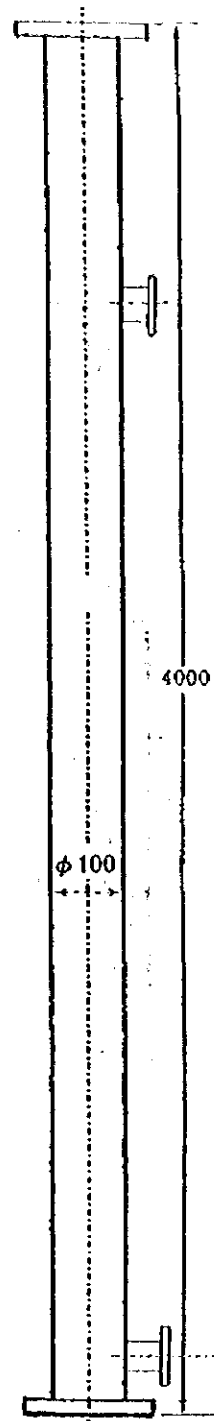


6. マンガン(Mn)ろ過槽

図-2.1 試験施設(物理化学的方法)概念図 (3/5)



7. エアレーション・鉄(Fe)ろ過槽



8. 曝気槽

図-2.1 試験施設(物理化学的方法) 概念図 (4/5)

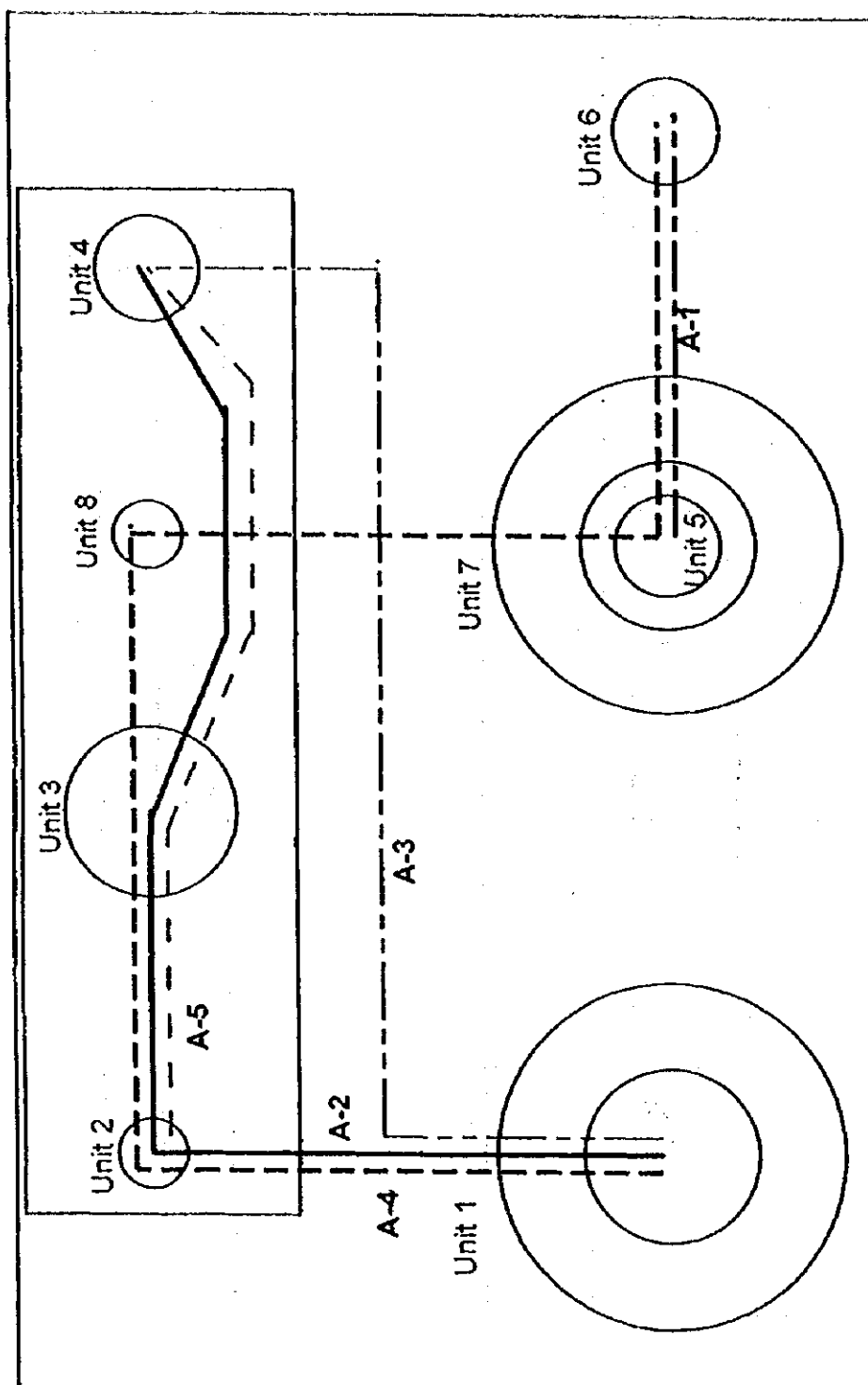
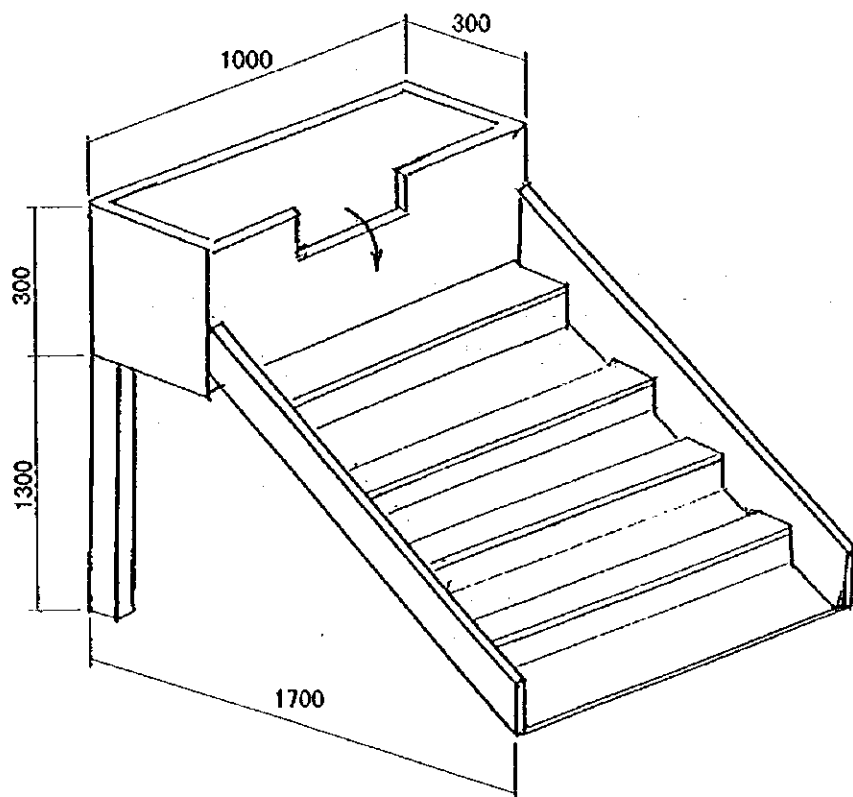
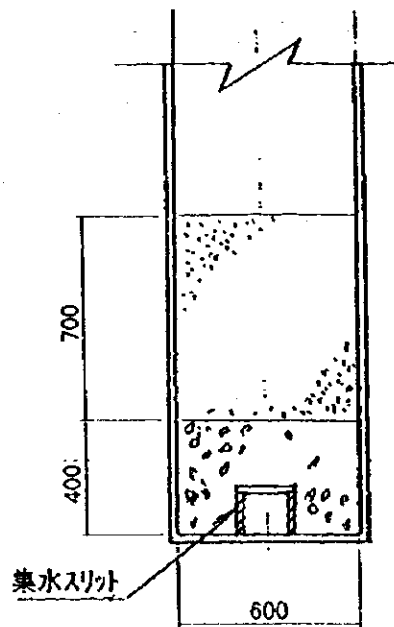
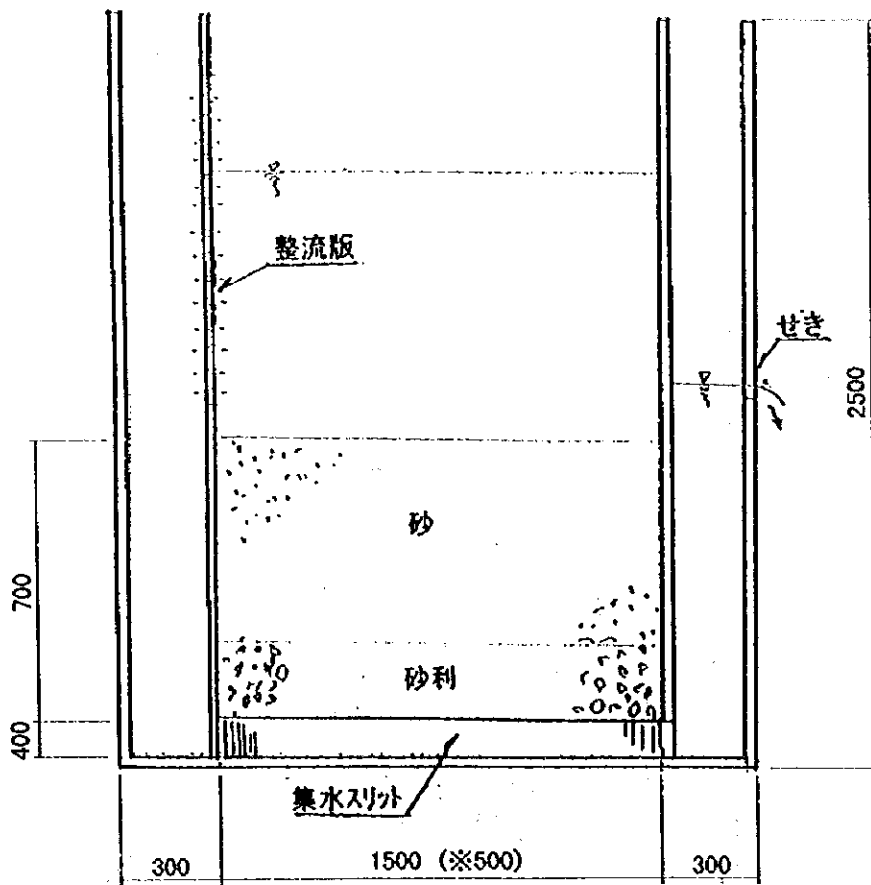


図-2.1 試験施設(物理化学的方法) 概念図 (5/5)



1. エアレーション

図-2.2 試験施設(微生物学的方法) 概念図 (1/2)



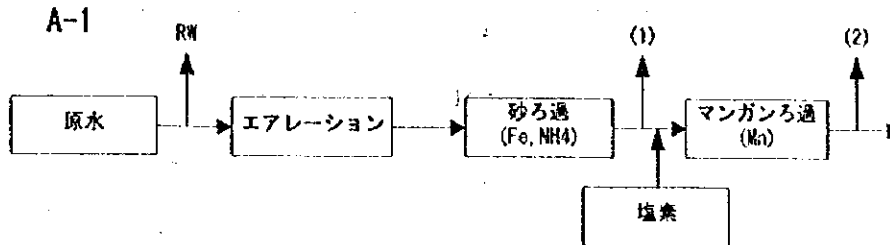
2. 緩速ろ過槽(1) (※2)

図-2.2 試験施設(微生物学的方法) 概念図 (2/2)

3. 試験結果

(1) 物理化学的方法

A-1 : エアレーション後直ちに急速ろ過を行い、マンガン砂でマンガン除去



水質項目		鉄	マンガン	アンモニア
採水地点	RW 原水	52	1.91	2.88
	(1) エアレーション/ろ過	23	1.78	0.61
	(2) マンガンろ過	15	1.62	0.35
塩素要求量		20	2	3

(注) 各含有量の数値(mg/l)は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1及び図-3.1参照

原水の溶存酸素は、0.2～1.5mg/l程度であるが、エアレーションの結果4～5mg/lに上がっている。

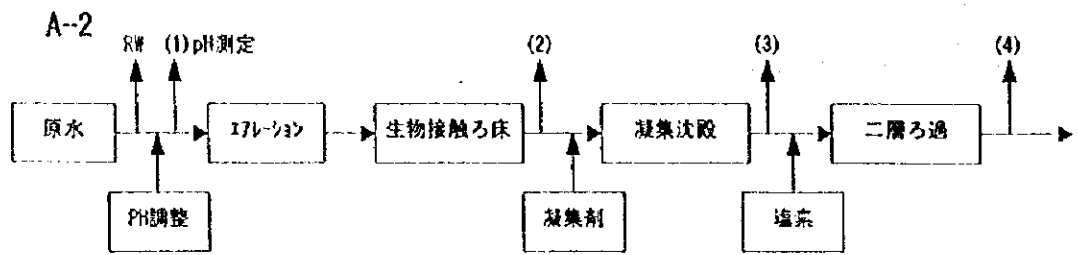
エアレーションの結果、水中の溶存酸素は増加するがこれに比較して鉄の濃度が高すぎるため残りの鉄が、鉄・アンモニアろ過層をキャリーオーバーする。このためマンガンを酸化するための塩素を消費してしまう。この結果マンガンは塩素により酸化されずに水中に残存する。

鉄・マンガン・アンモニアを塩素の注入により除去するには約25mg/lの塩素をさらに注入する必要がある。また、原水のpHは平均6.06、処理水では4.35となり飲料水基準に適合させるためには、アルカリ剤を注入する必要がある。

除去率向上の対策として考えられるのは、以下のいずれかの処置が必要である。

- ① 塩素注入量をさらに30mg/l増やす
- ② 50mg/lの鉄を酸化するための十分なエアレーションを行う
- ③ 鉄の除去のため凝集沈澱過程を追加する

A-2 : pH調整後、凝集沈澱、急速ろ過（アンスラサイトとマンガン砂の二層ろ過）



水質項目		鉄	マンガン	アンモニア	
採水地点	RW	原水	54	1.91	2.90
	(2)	エアレーション/生物接触	36	1.68	0.62
	(3)	凝集沈殿	4.27	1.19	0.13
	(4)	二層ろ過	0.22	0.01	0.00

(注) 各含有量の数値(mg/l)は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1及び図-3.1参照

原水の溶存酸素は0.2~1.5mg/l程度に対しエアレーションの後では4~5mg/lとA-1と同程度である。pH調整の後、エアレーション/生物接触ろ床を通すことにより、平均値で、鉄は約33%、アンモニアは約79%が除去されている。マンガンは殆ど除去されない(約12%)。

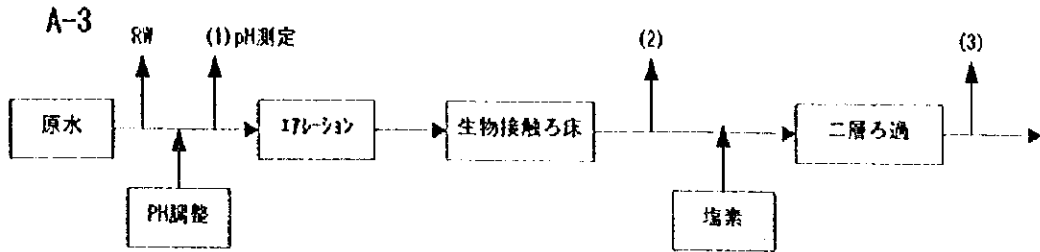
生物接触ろ床の後PACを注入し凝集沈殿過程を経ると、平均値で鉄は約59%、アンモニアは約17%が除去される。しかしマンガンは除去率が低い(約26%)。次に、塩素の注入・アンスラサイト・マンガン砂の二層ろ過による処理では、塩素を平均4mg/l注入し、鉄は7.5%、マンガンは62%が、アンモニアも5%が除去される。

凝集沈殿池での、鉄のフロックの比重は小さく、初期の段階でブランクが形成されない時期には、フロックが流出し次のろ過池で捕捉されることになり、ろ過池の逆洗は8時間毎と頻度は高く、ブランクが厚さ2mほどになれば48時間以上にもなる。沈殿池としてブランク型を採用することは合理的であると思われる。

この試験での塩素注入量は、約4mg/lであり、マンガン・アンモニアの酸化に塩素が消費されたとすると約2.6mg/l必要となる。また残留塩素は0.3~0.5mg/l確認されており、約1mg/lは鉄その他で消費されている。

以上、この処理工程では、処理水の水質は飲料水水質基準値の許容範囲内となり、略所期の目的を達することが出来た。

A-3 : pH調整後、急速ろ過(アンスラサイトとマンガン砂の二層ろ過)



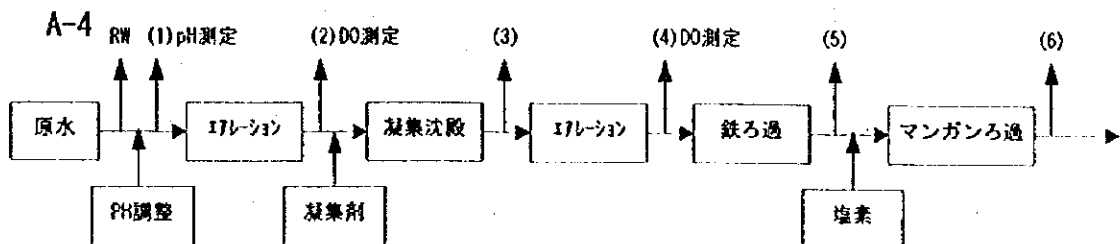
水質項目		鉄	マンガン	アンモニア	
採水地点	RW	原水	47	1.82	3.07
	(2)	エアレーション/生物接触	44	1.83	0.50
	(3)	二層ろ過	30	0.37	0.44

(注) 各含有量の数値(mg/l)は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1及び図-3.1参照

この処理工程では、A-2の工程で、鉄を60%除去した凝集沈殿のプロセスを除いたため処理効果は著しく低下し、全体で、鉄は36%、マンガンは80%の除去となり、マンガンは塩素の注入量の増量により対処出来るとしても、鉄は飲料水水質基準を満たすような水質は得られなかった。

また、鉄の除去は、ろ過池で行われるため、逆洗は2~3回/日となり、この回数から見て10mg/l以上の鉄をろ過池単独で除去することは得策でないと考える。

A-4 : pH調整、凝集沈殿、エアレーションの後、鉄とマンガンを別々にろ過



水質項目		鉄	マンガン	アンモニア	
採水地点	RW	原水	46	1.87	1.79
	(3)	エアレーション/凝集沈殿	3.22	1.09	0.21
	(5)	鉄ろ過	1.70	0.85	0.10
	(6)	マンガンろ過	0.07	0.02	0.01

(注) 各含有量の数値(mg/l)は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1及び図-3.1参照

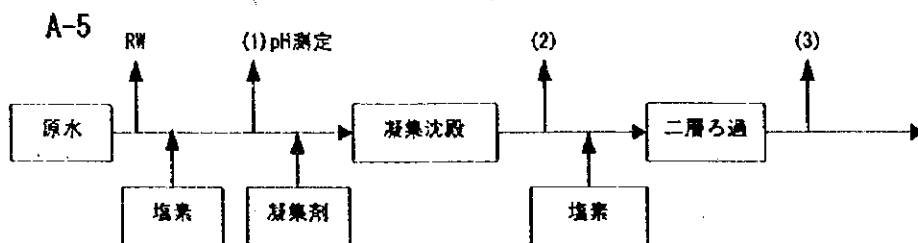
原水の溶存酸素は 0.6~1.5mg/l 程度に対し、エアレーションの後では 4~5mg/l に上がっている。

pH 調整の後、エアレーション・凝集沈殿を行った後では、平均値で、鉄は 91%、アンモニアは 90%が除去されている。マンガンは 42%となり除去率が低い。

砂ろ過により、平均値で、鉄は原水濃度の 3.3%、アンモニアは 6.1%が除去されている。マンガンは 12.8%となり除去率が低い。塩素の注入・マンガン砂ろ過により、平均値で、鉄は原水濃度の 3.5%、アンモニアは 5%が除去されている。マンガンは 42%となり十分に除去されている。

ここで、A-2 と A-4 それぞれの処理水で、鉄分を比較すると、鉄分の除去では A-4 において鉄ろ過池はあまり有効な働きをしていないと思われる。

A-5 : 原水を塩素により酸化した後、凝集沈殿と二層ろ過



水質項目		鉄	マンガン	アンモニア
採水地点	RW 原水	49	1.77	1.47
	(2) 凝集沈殿	36	1.54	0.96
	(3) 二層ろ過	22	1.07	0.64
塩素要求量		29	1.4	5.1

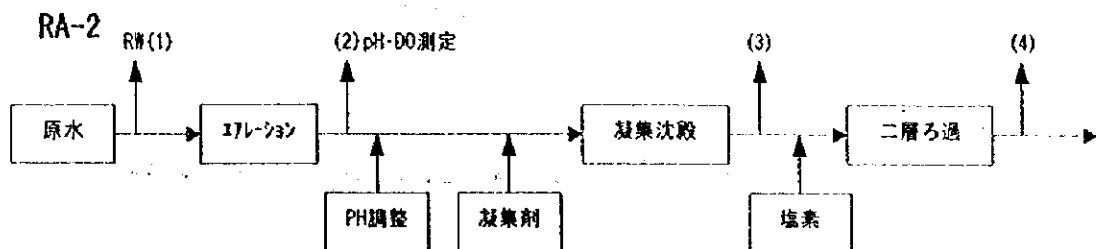
(注) 各含有量の数値(mg/l) は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1及び図-3.1参照

この処理工程では A-2 の工程でのエアレーションを省き、pH 調整の NaOH に替えて約 40mg/l の塩素の注入を行ったが結果は、平均で、鉄は 55%、マンガンは 40%、アンモニアは 56%と除去率が低い。

鉄、マンガン、アンモニアを塩素の注入により除去するためにはさらに約 35mg/l の塩素を注入する必要がある。

また、原水の pH は平均で 6.02、処理水では 5.24 となり飲料水水質基準に適合させる為には、7/1 剤を注入する必要がある。

RA-2 : A-2 の再確認実験



水質項目		鉄	マンガン	アンモニア
採水地点	RW	45	1.73	2.28
	(3)	3.29	1.33	0.14
	(4)	0.08	*0.02	0.01

(注) 各含有量の数値(mg/l) は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1 及び図-3.1 参照

原水の溶存酸素は 0.1~0.7mg/l 程度に対しエアレーションの後では 4~6mg/l と A-2 と同程度である。エアレーション・pH 調整の後、PAC を注入し凝集沈殿過程を経ると、平均値で、鉄は約 91%、アンモニアは約 94% が除去される。しかしマンガンは除去率が低い (23%)。次に、塩素の注入・アスリート・マンガンスの二層ろ過による処理では、塩素を平均 4.3mg/l 注入し、鉄は 7%、マンガンは塩素の注入に比例して略全量、アンモニアも全量が除去される。凝集沈殿池での、鉄のフロックの比重は小さく、初期の段階でフロックが形成されない時期には、フロックが流出し次のろ過池で捕捉されることになり、ろ過池の逆洗は 8 時間毎と頻度は高く、フロックが厚さ 2m ほどになれば 48 時間以上にもなる。沈殿池としてフロック型を採用することは合理的であると思われる。

この試験での塩素注入量は、約 4.3mg/l であり、マンガンの酸化に塩素が消費されたとすると約 2.6mg/l 必要となる。また残留塩素は 0.3~0.5mg/l 確認されており、約 2mg/l は鉄その他で消費されている。マンガンの除去では、塩素の注入量 5mg/l 以上のデータ(異常値を除いた平均値)を集計すると飲料水水質基準の 0.10mg/l を満足する結果となる。

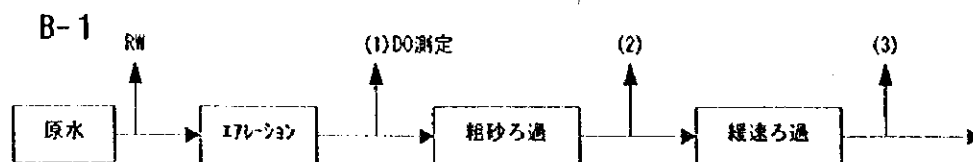
pH 調整の NaOH については、平均 70mg/l の注入となっているが、40mg/l にまで下げ

でも処理に異常がないが、pH 値が 6.0 前後に下がり飲料水基準 のために追加の必要がある。凝集剤の PAC では pH の調整が十分であれば 3～5mg/l の注入で凝集処理が可能である。

以上、この処理工程では、所期の目的を達することが出来た。

(2) 微生物学的方法

B-1：原水をエアレーション後、粗砂による予備ろ過を行った上で緩速ろ過を行う。



① ろ過速度・フィルター (1) =100m/d、フィルター (2) =7.9m/d の場合

水質項目		鉄	マンガン	アンモニア
採水地点	RW 原水	53	1.94	2.49
	(2) エアレーション/砂ろ過	24	1.70	0.23
	(3) 緩速ろ過	3.67	2.21	0.06

(注) 各含有量の数値(mg/l) は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1 及び図-3.1 参照

原水の溶存酸素は 0.2～1.3mg/l 程度であるがエアレーションの結果 4～5mg/l に上がり、この場合でも A 系列の設備と同程度の効果があった。

エアレーションと粗砂ろ過〔フィルター (1)〕の工程により、平均値で、鉄は約 55%、アンモニアは約 91% が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されない。緩速ろ過〔フィルター (2)〕の工程では、平均値で、鉄は約 38%、アンモニアは約 7% が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されないか、または逆に増加している。マンガンについては 2 価のものが卓越するためこの処理方法では殆ど処理することは不可能であると判断される。

また、pH については原水で 6.07、処理水で 4.76 となり飲料水水質基準に適合させる為には、pH 調整を行う必要がある。

② ろ過速度・フィルター (1) =70m/d、フィルター (2) =5.5m/d の場合

採水地点	水質項目		鉄	マンガン	アンモニア
	RW	原水	51	1.89	3.07
(2)	エアレーション/砂ろ過	17	1.72	0.49	
(3)	緩速ろ過	7.12	1.96	0.26	

(注) 各含有量の数値(mg/l) は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1及び図-3.1参照

原水の溶存酸素は 0.2~1.3mg/l 程度であるがエアレーションの結果 4~5mg/l に上がり、この場合でも A 系列の設備と同程度の効果があった。

エアレーションと粗砂ろ過〔フィルター (1)〕の工程により、平均値で、鉄は約 67%、アンモニアは約 84% が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されない。緩速ろ過〔フィルター (2)〕の工程では、平均値で、鉄は約 20%、アンモニアは約 7% が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されないか、または逆に増加しており、①の実験と同様である。

また、pH については原水で 6.05、処理水で 4.80 となり飲料水水質基準に適合させる為には、pH 調整を行う必要がある。

③ ろ過速度・フィルター (1) =30m/d、フィルター (2) =2.4m/d の場合

採水地点	水質項目		鉄	マンガン	アンモニア
	RW	原水	47	1.95	2.55
(2)	エアレーション/砂ろ過	19	1.91	0.66	
(3)	緩速ろ過	8.51	1.93	0.42	

(注) 各含有量の数値(mg/l) は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1及び図-3.1参照

原水の溶存酸素は 0.9~2.1mg/l 程度であるがエアレーションの結果 3~5mg/l に上がり、この場合でも A 系列の設備と同程度の効果があった。

エアレーションと粗砂ろ過〔フィルター (1)〕の工程により、平均値で、鉄は約 60%、アンモニアは約 91% が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されない。緩速ろ過〔フィルター (2)〕の工程では、平均値で、鉄は約 22%、アンモニアは約 9% が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されないか、または逆に増加しており、①の実験と同様である。

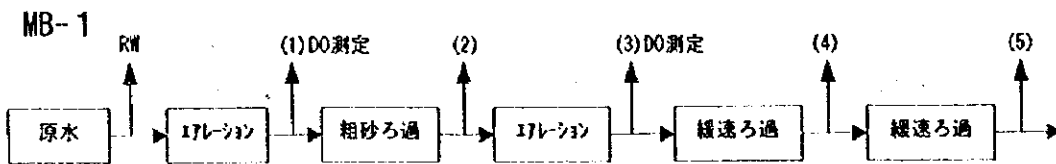
また、pH については原水で 6.01、処理水で 4.68 となり飲料水水質基準に適合させる為に

は、7月調整を行う必要がある。

この三種類のろ過速度の変化を、鉄についてその除去率で比較すると、フィルター(1)では、ろ過速度の違いも多少除去率が良い傾向にあり、フィルター(2)ではろ過速度 8m/d と速いものの除去率が良い。

この結果を考慮し、B-2の試験は中止してMB-1の試験を行うことになった。

MB-1 : B-1の不良を改良。ろ過速度を調整し、緩速ろ過を追加



水質項目		鉄	マンガン	アンモニア
採水地点	RW 原水	46	1.78	2.18
	(2) エアレーション/フィルター(1)	16	1.77	0.62
	(4) フィルター(2)	5.68	1.80	0.20
	(5) フィルター(3)	1.32	1.77	0.09

(注) 各含有量の数値(mg/l)は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1及び図-3.1参照

ろ過速度・フィルター(1) = 70m/d、フィルター(2) = 20m/d、フィルター(3) = 20m/d、に調整し、フィルター(2)の前にエアレーション装置を1個所追加に設置して、実験を再開した。

原水の溶存酸素は、0.1~0.7mg/l程度であるがエアレーションの結果 4~6mg/lに上がり、この場合でもA系列の設備と同程度の効果があった。

エアレーションと粗砂ろ過【フィルター(1)】の工程により、平均値で、鉄は約 65%、アンモニアは約 72%が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されない。

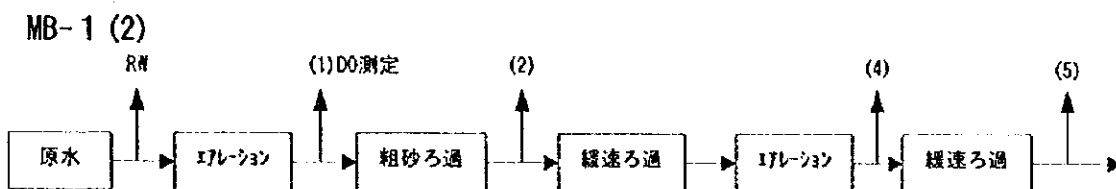
緩速ろ過【フィルター(2)】の工程では、平均値で、鉄は約 22%、アンモニアは約 19%が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されないか、または逆に増加しており、B-1の実

験の結果と同様である。

緩速ろ過【フィルター(3)】の工程では、平均値で、鉄は約 9%、アンモニアは約 5%が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されない。

また、pH については原水で 6.00、処理水で 3.79 となり飲料水水質基準に適合させる為には、pH 調整を行う必要がある。

MB-1(2) : MB-1 でエアレーションの位置を変更



水質項目		鉄	マンガン	アンモニア	
採水地点	RW	原水	47	1.80	2.30
	(2)	エアレーション/フィルター(1)	20	1.83	0.21
	(4)	フィルター(2)	10.61	1.80	0.06
	(5)	フィルター(3)	5.34	1.84	0.03

(注) 各含有量の数値(mg/l)は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。
詳細は表-3.1及び図-3.1参照

ろ過速度・フィルター(1)=105m/d、フィルター(2)=30m/d、フィルター(3)=30m/d、に調整し、フィルター(3)の前にエアレーション装置の追加を移動して、実験を再開した。

原水の溶存酸素は、0.1~0.9mg/l程度であるがエアレーションの結果 3~5mg/lに上がり、この場合でもA系列の設備と同程度の効果があった。

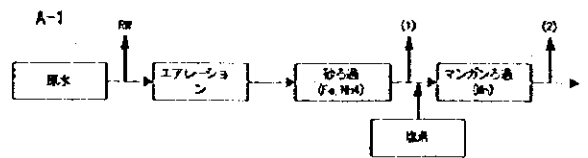
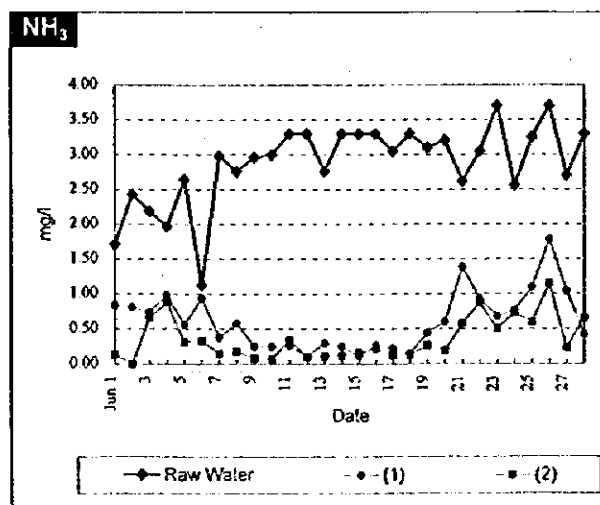
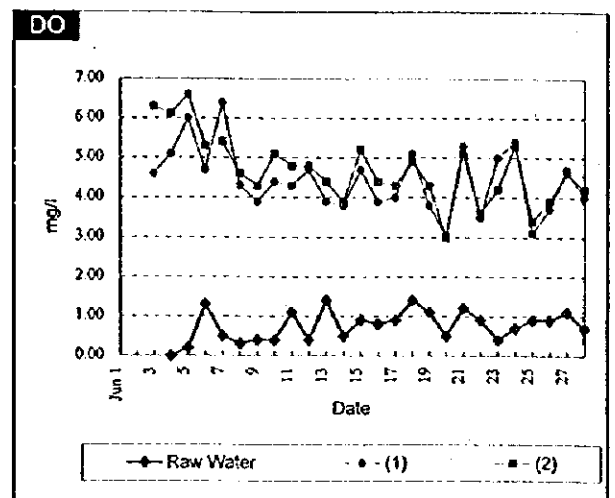
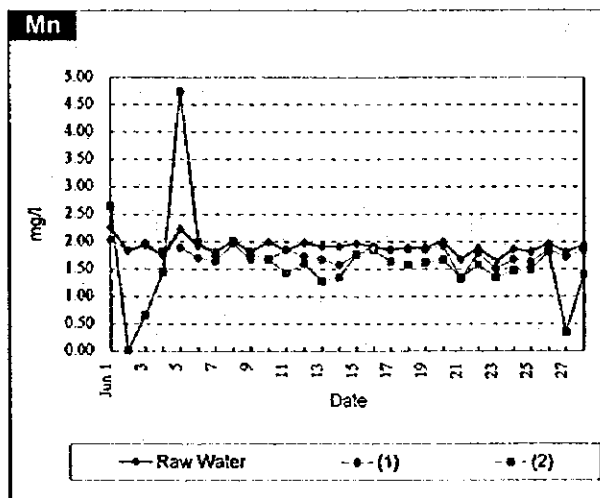
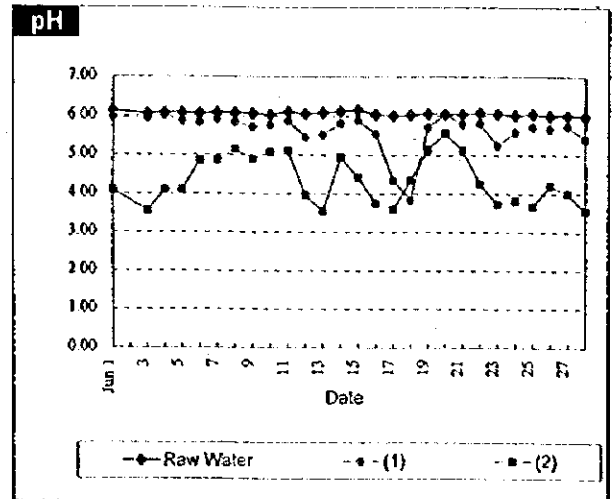
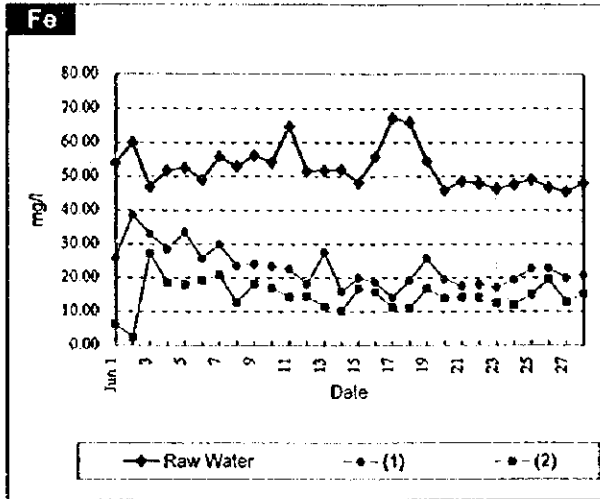
エアレーションと粗砂ろ過【フィルター(1)】の工程により、平均値で、鉄は約 57%、アンモニアは約 91%が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されない。緩速ろ過【フィルター(2)】の工程では、平均値で、鉄は約 20%、アンモニアは約 6%が除去されている。しかしマンガンについては殆ど除去されないか、または逆に増加しており、B-1の実験の結果と同様である。緩速ろ過【フィルター(3)】の工程では、平均値で、鉄は約 11%、アンモニアは殆ど除去されてしまう。しかしマンガンについては殆ど除去されない。

また、pH については原水で 5.87、処理水で 3.59 となり飲料水水質基準に適合させるためには、7/11 調整を行う必要がある。

B-1 の実験に比べ、緩速ろ過速度を 20m/d、30m/d と速めた結果は鉄の除去率が低下している。B-1, MB-1 全体を比較すると、7~10m/d が最適と考えられる。

図-3.1 通水試験結果 (1/9)

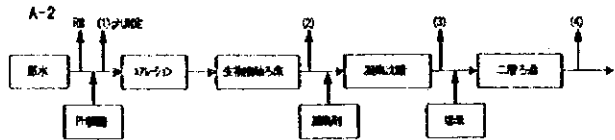
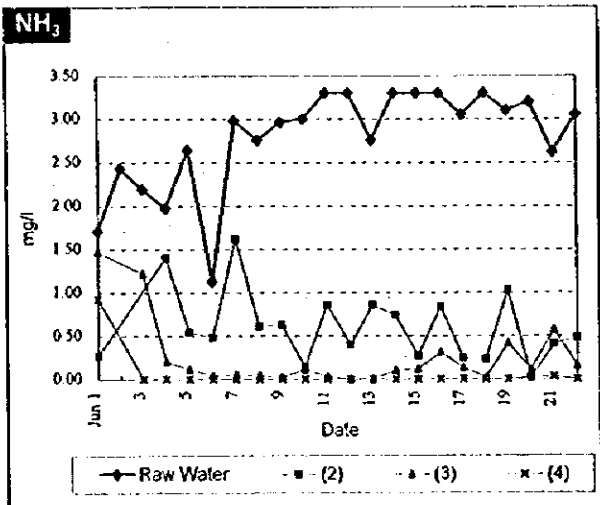
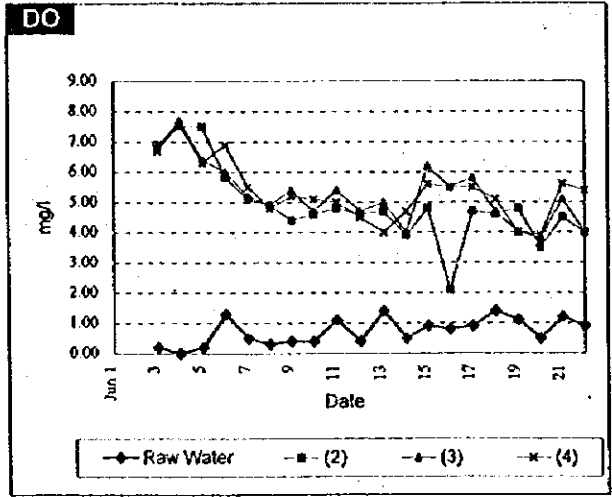
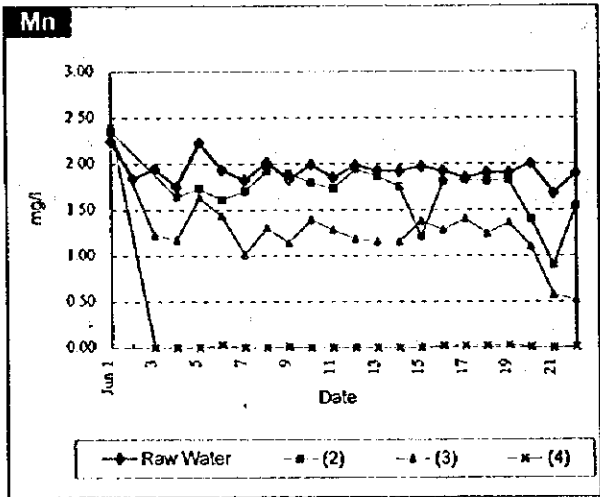
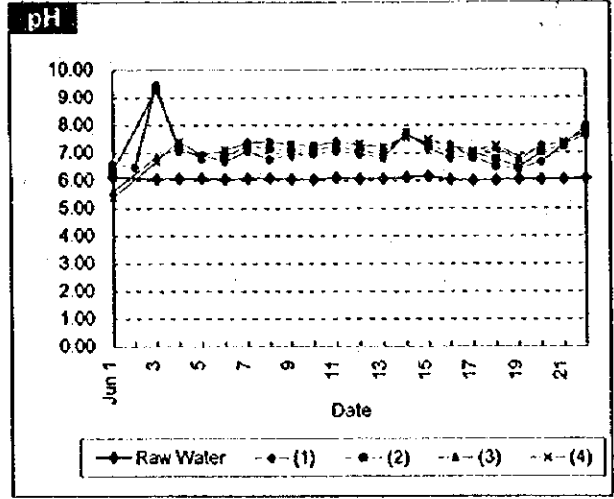
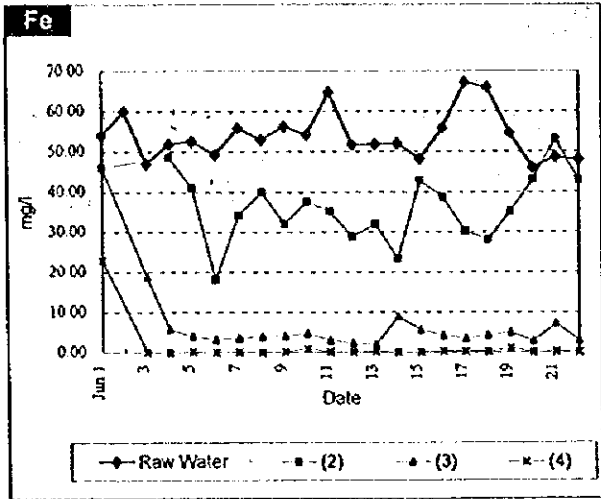
< 試験 A-1 >



通水試験フローおよび採水地点

図-3.1 通水試験結果 (2/9)

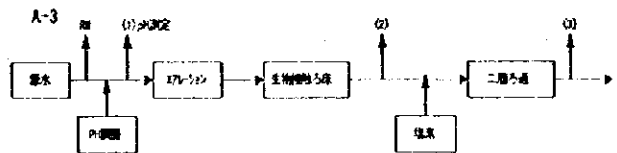
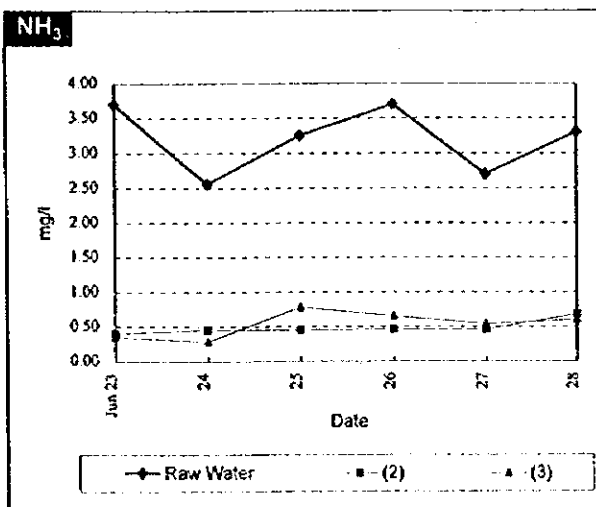
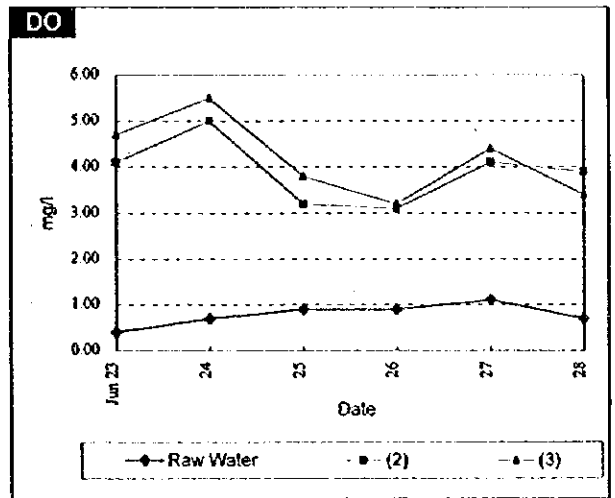
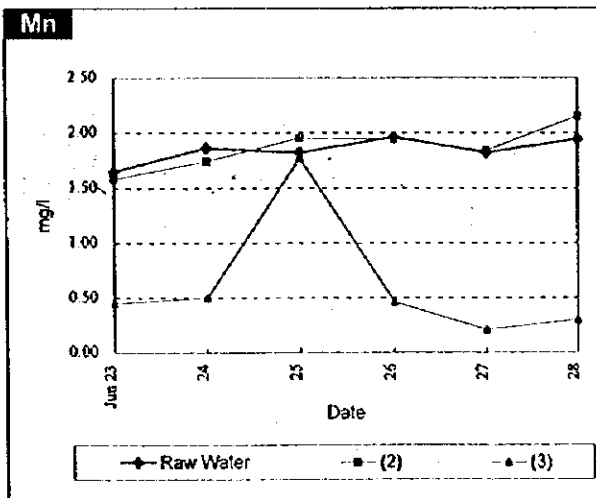
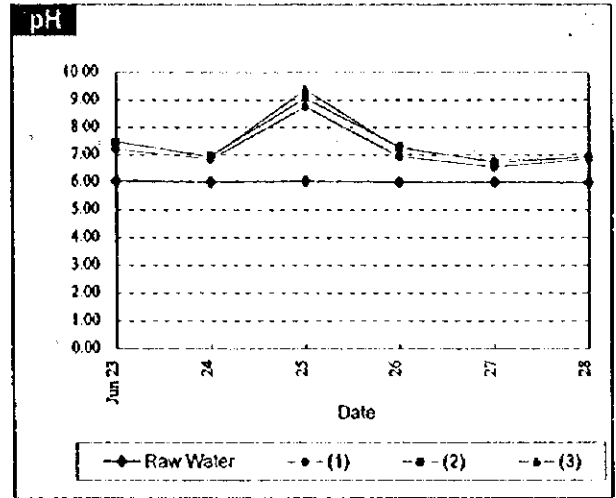
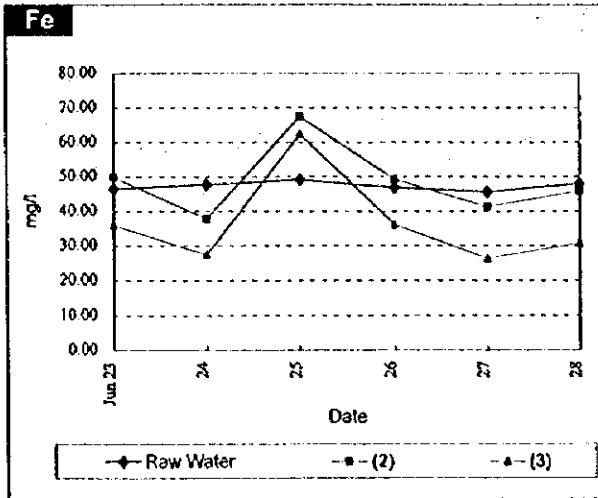
< 試験 A-2 >



通水試験フローおよび採水地点

図-3.1 通水試験結果 (3/9)

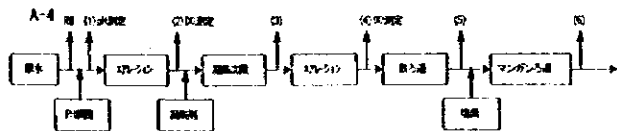
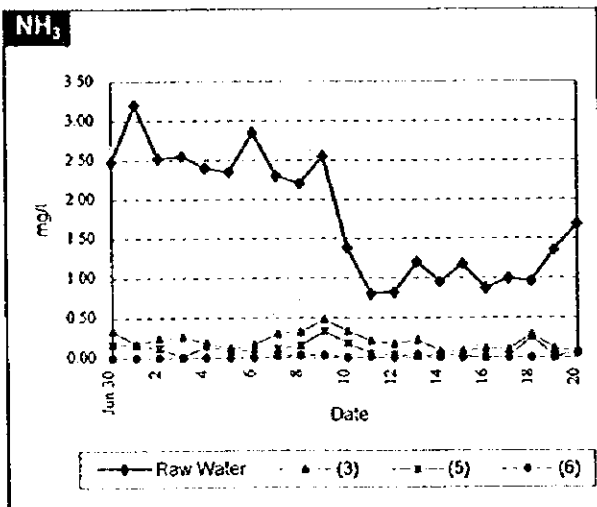
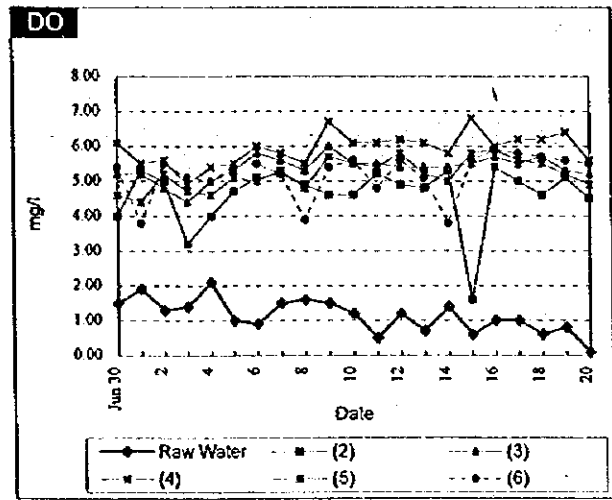
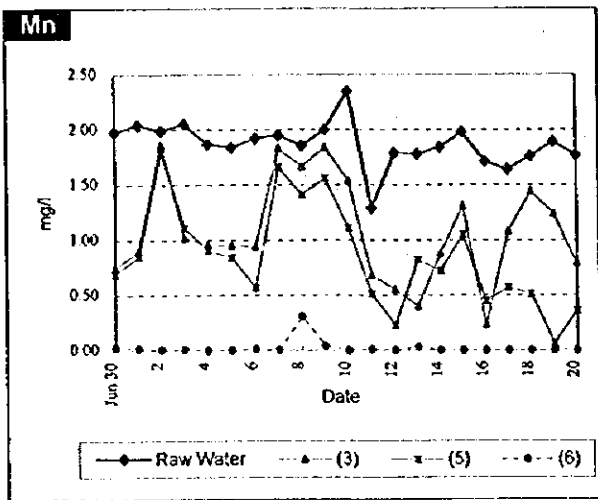
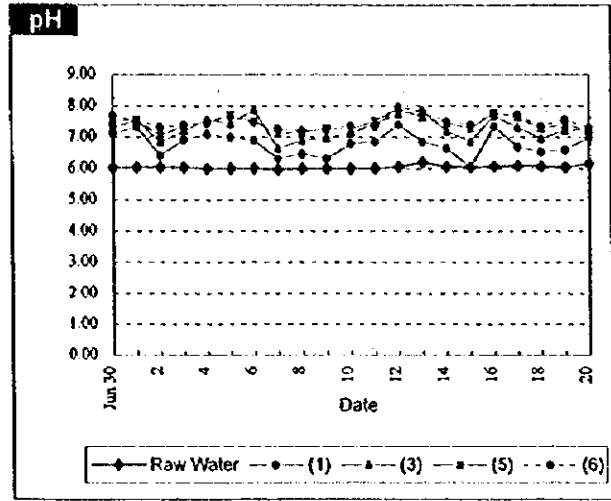
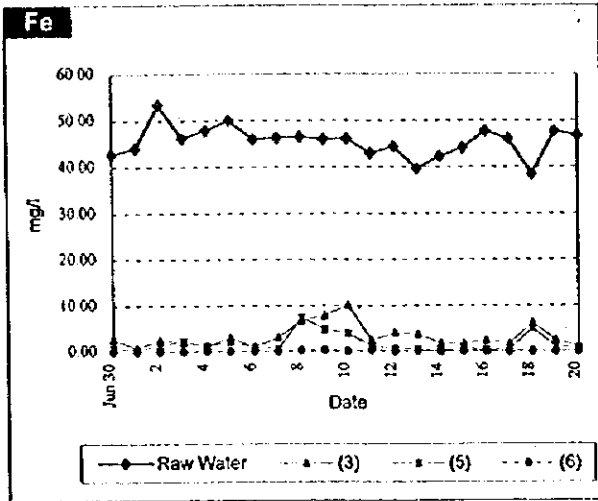
< 試験 A-3 >



通水試験フローおよび採水地点

図-3.1 通水試験結果 (4/9)

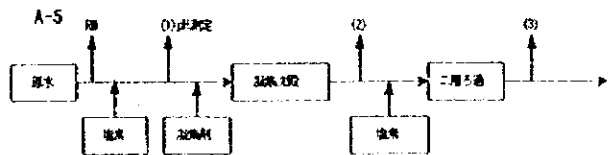
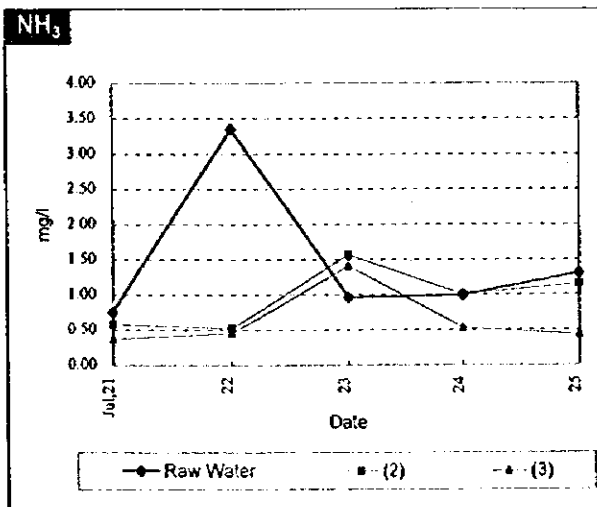
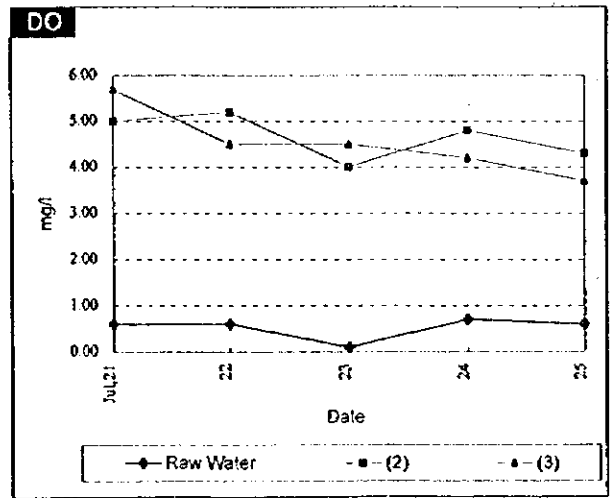
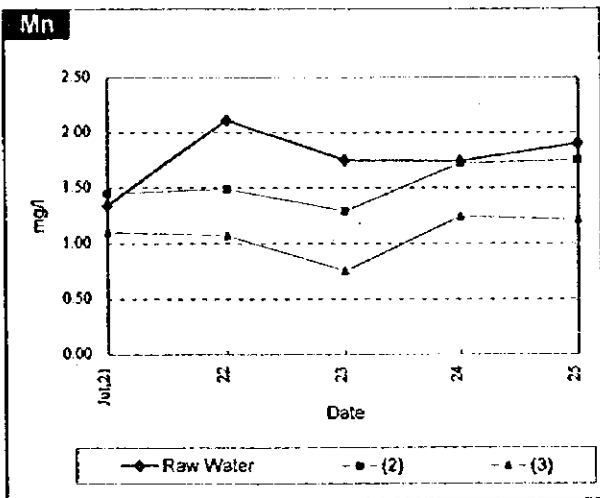
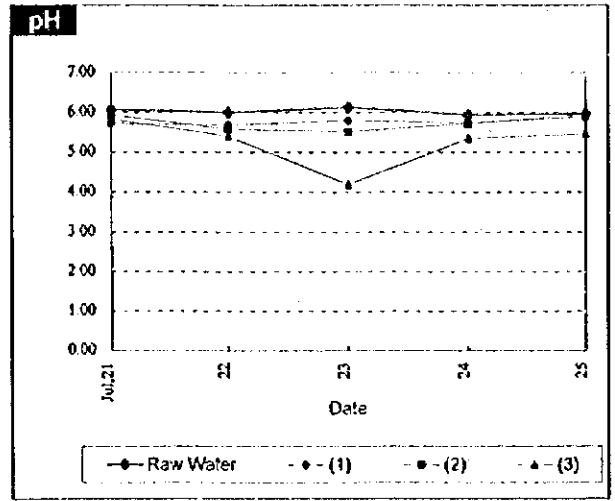
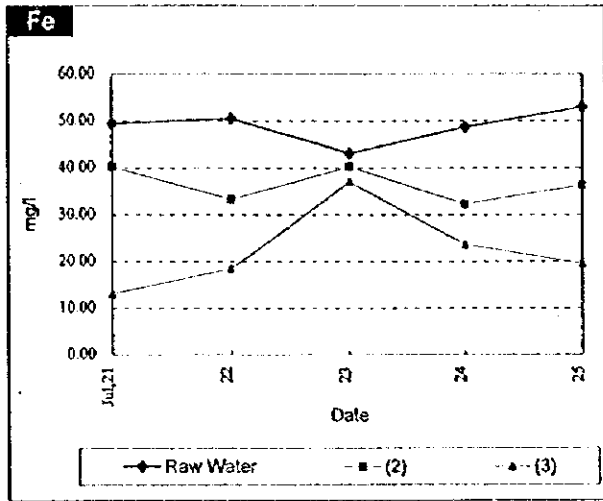
< 試験 A-4 >



通水試験フローおよび採水地点

図-3.1 通水試験結果 (5/9)

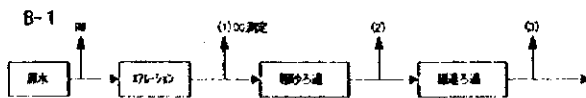
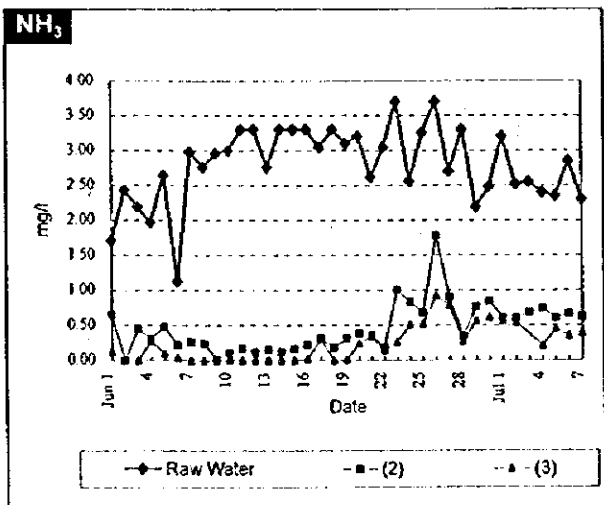
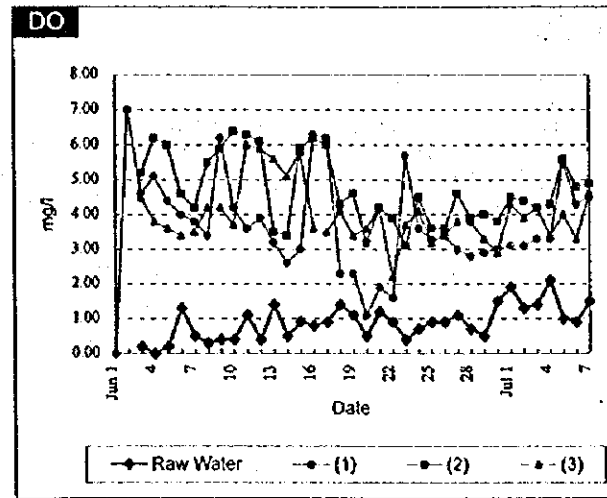
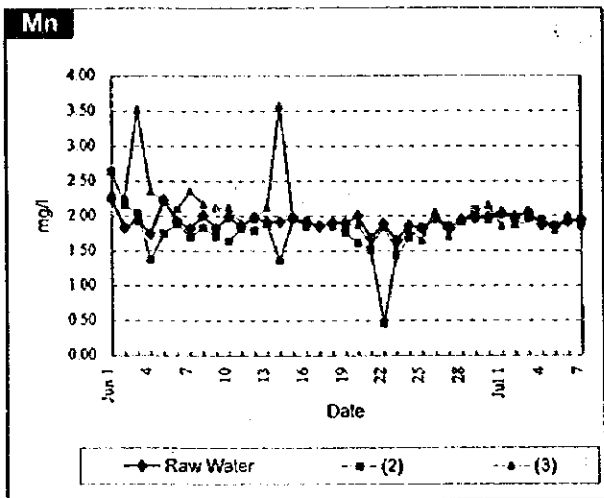
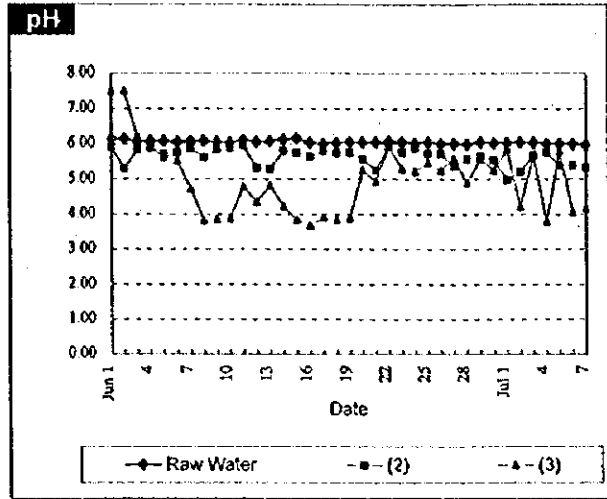
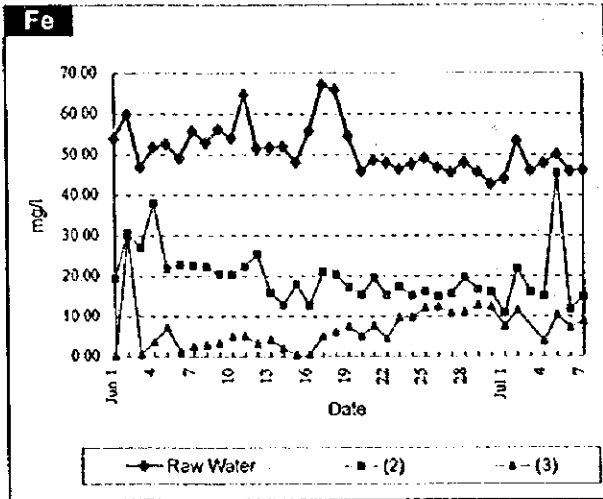
< 試験 A-5 >



通水試験フローおよび採水地点

図-3.1 通水試験結果 (6/9)

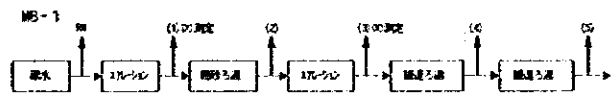
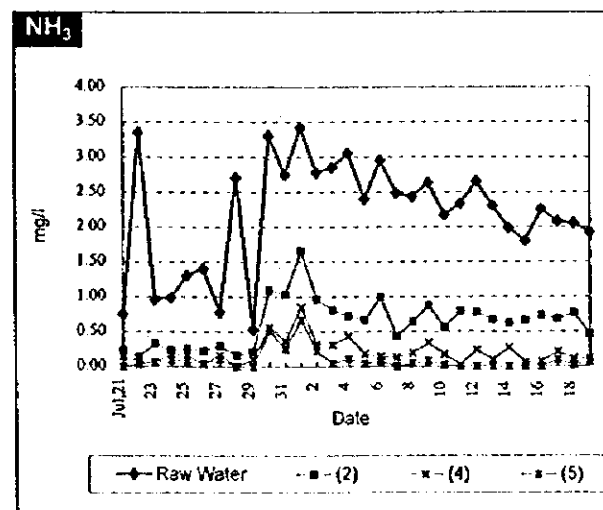
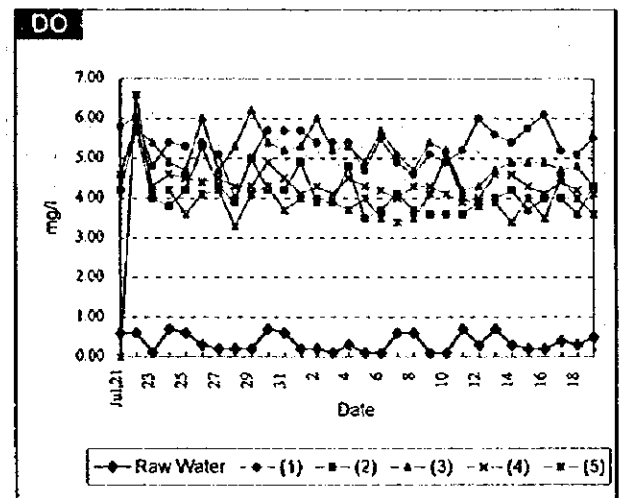
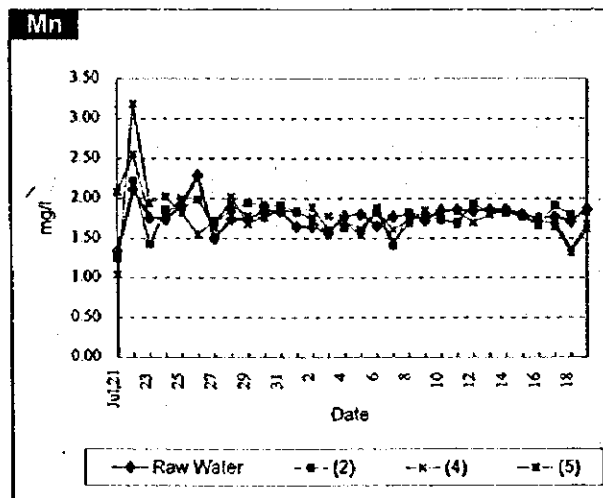
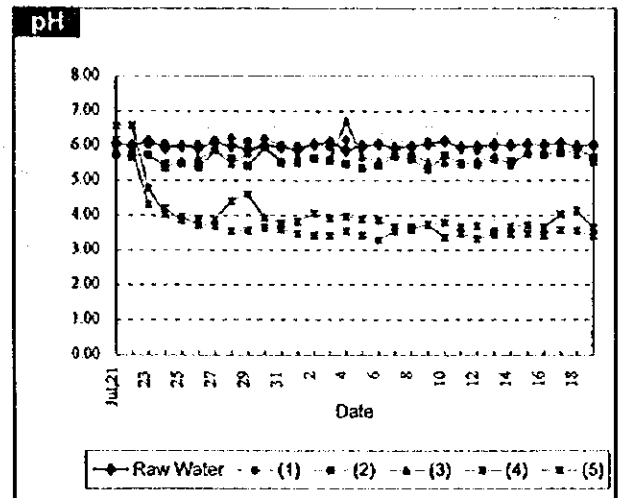
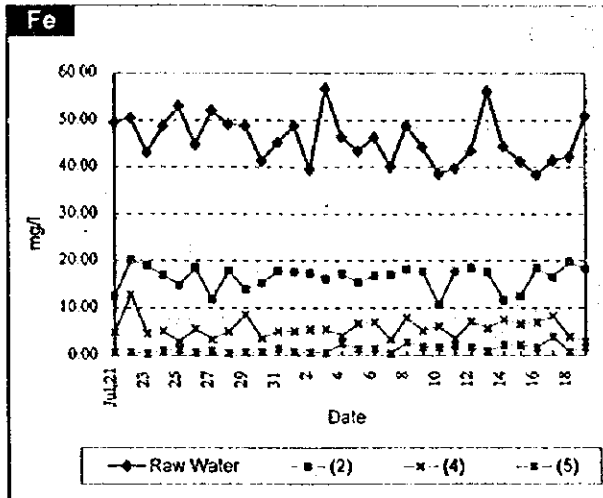
< 試験 B-1 >



通水試験フローおよび採水地点

図-3.1 通水試験結果 (7/9)

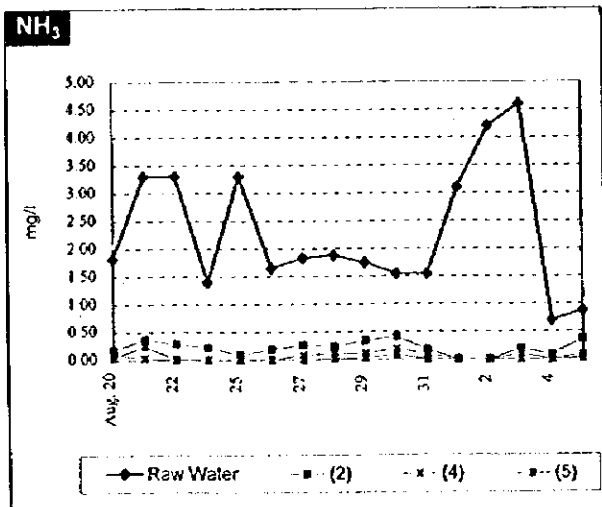
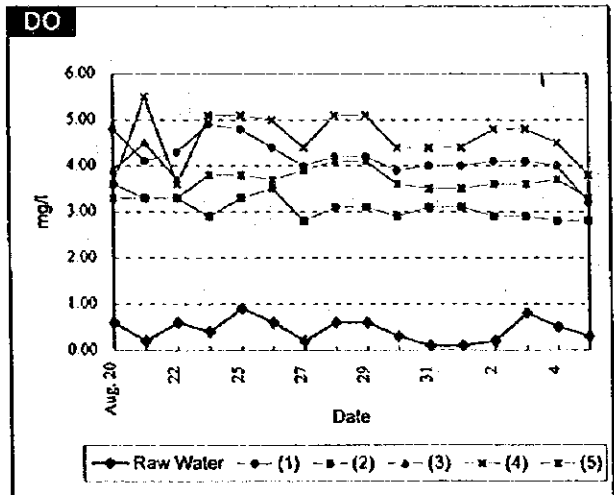
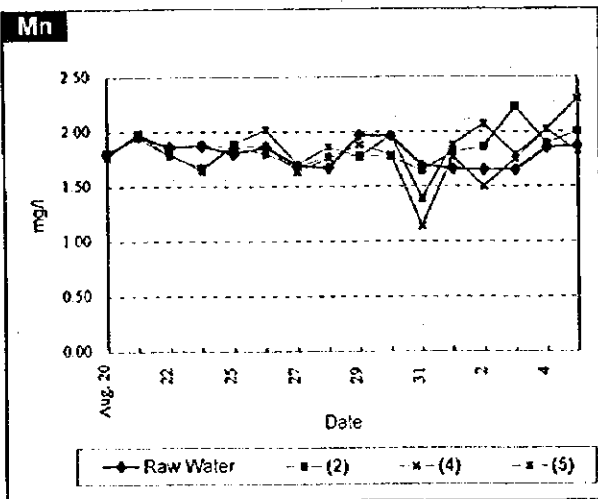
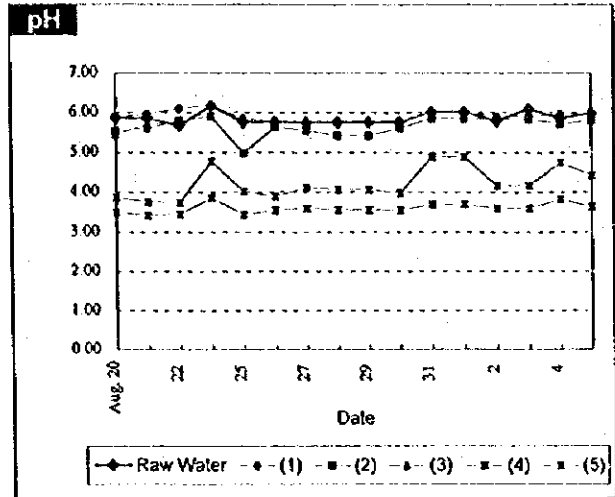
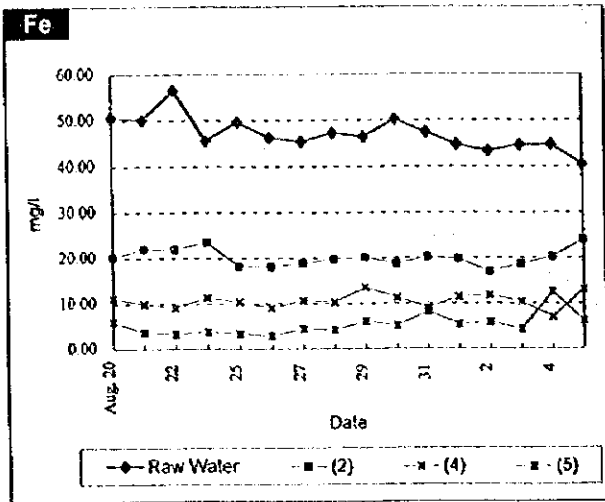
< 試験 MB-1 >



通水試験フローおよび採水地点

図-3.1 通水試験結果 (8/9)

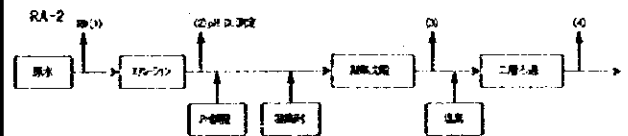
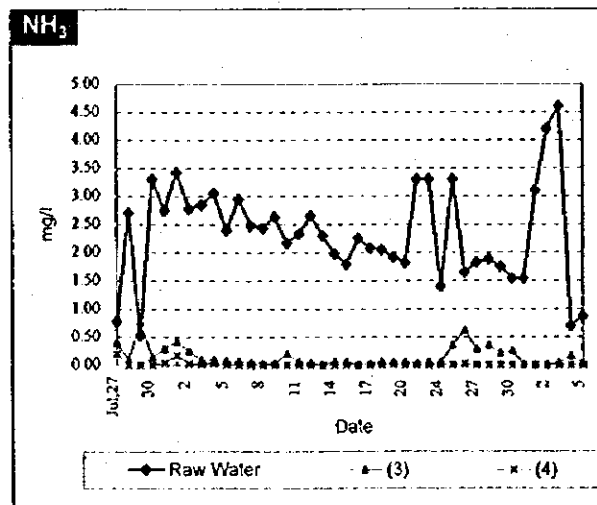
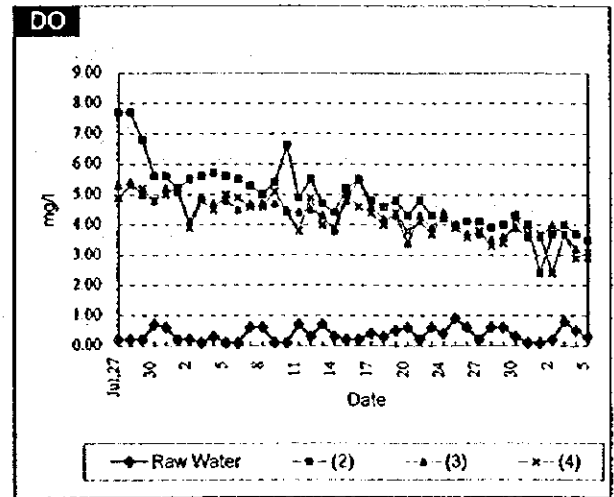
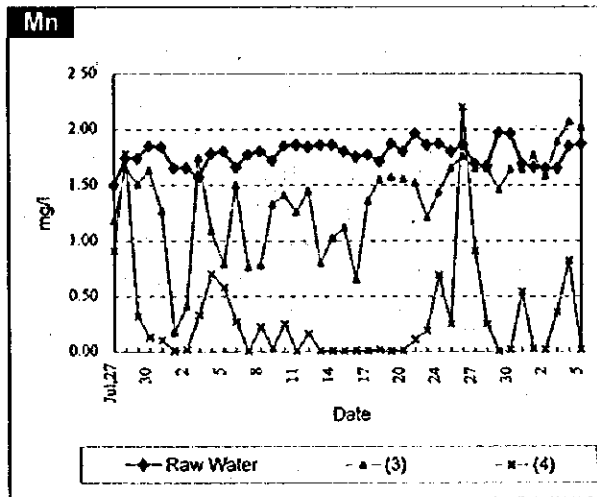
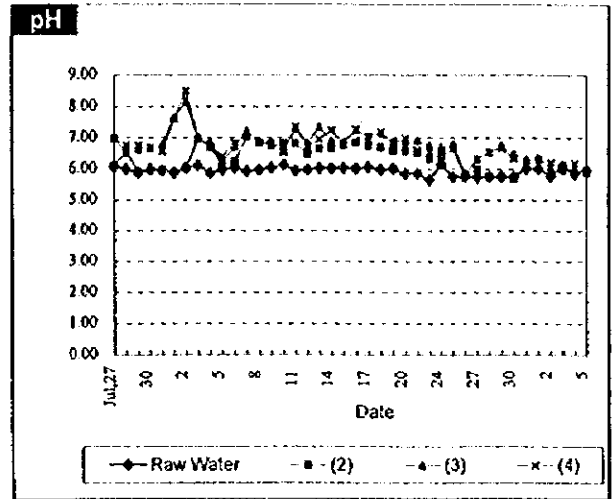
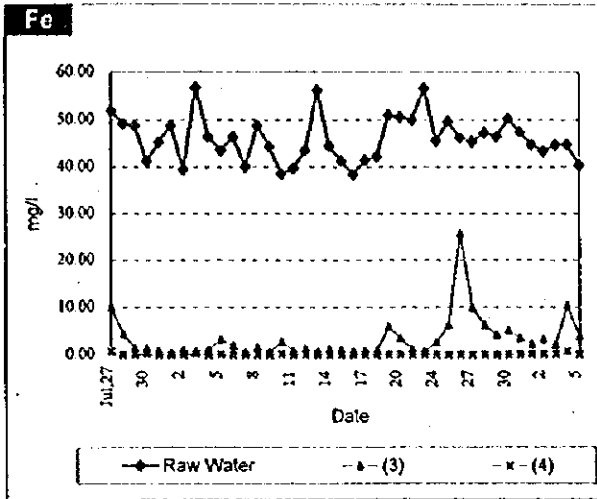
< 試験 MB-1(2) >



通水試験フロアおよび採水地点

図-3.1 通水試験結果 (9/9)

< 試験 RA-2 >



通水試験フローおよび採水地点

表-3.1 通水試験水質データ (1/9)

A-1		(Filtration Rate 120m/day)														
		Jun														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Fe (mg/l)	Raw Water	54.00	60.00	47.00	51.80	52.60	49.20	55.80	53.00	56.20	54.20	64.80	51.60	51.80	52.00	
	(1),	26.00	38.70	33.00	28.50	33.60	25.80	29.90	23.60	24.10	23.40	22.60	18.20	27.60	16.00	
	(2),	6.33	2.40	27.20	18.60	18.00	19.20	20.90	12.70	18.20	17.00	14.30	14.50	11.50	10.20	
Mn (mg/l)	Raw Water	2.25	1.84	1.94	1.75	2.23	1.93	1.82	2.01	1.83	1.99	1.85	1.98	1.92	1.92	
	(1),	2.04	1.85	1.97	1.83	1.90	1.71	1.65	1.97	1.68	1.67	1.86	1.74	1.68	1.58	
	Cl2 mg/l	6.00	51.00	21.00	21.00	6.80	7.11	7.10	7.10	6.50	6.95	7.00	7.00	7.00	7.00	
	(2),	2.64	0.02	0.66	1.45	4.74	2.00	1.79	2.01	1.77	1.68	1.43	1.60	1.28	1.36	
NH3- (mg/l)	Raw Water	1.71	2.43	2.19	1.97	2.64	1.13	2.98	2.76	2.96	3.00	3.30	3.30	2.76	3.30	
	(1),	0.84	0.81	0.74	0.98	0.56	0.94	0.38	0.58	0.25	0.25	0.26	0.11	0.30	0.25	
	Cl2 mg/l	6.00	51.00	21.00	21.00	6.80	7.11	7.10	7.10	6.50	6.95	7.00	7.00	7.00	7.00	
	(2),	0.13	0.00	0.66	0.88	0.31	0.33	0.14	0.18	0.08	0.07	0.34	0.10	0.11	0.12	
PH	Raw Water	6.14	-	6.06	6.08	6.08	6.06	6.08	6.09	6.06	6.04	6.11	6.06	6.08	6.12	
	(1),	5.97	-	5.94	6.02	5.88	5.84	5.92	5.85	5.72	5.78	5.88	5.46	5.52	5.82	
	(2),	4.10	-	3.56	4.10	4.10	4.85	4.87	5.14	4.90	5.08	5.11	3.96	3.55	4.94	
DO (mg/l)	Raw Water	-	-	-	0.00	0.20	1.30	0.50	0.30	0.40	0.40	1.10	0.40	1.40	0.50	
	Aeration	-	-	4.60	5.10	6.00	4.70	6.40	4.30	3.90	4.40	4.30	4.70	3.90	3.80	
	(1),	-	-	6.30	6.12	6.60	5.30	5.40	4.60	4.30	5.10	4.80	4.80	4.40	3.90	
	(2),	-	-	6.30	6.12	6.60	5.30	5.40	4.60	4.30	5.10	4.80	4.80	4.40	3.90	
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	平均
Fe (mg/l)	Raw Water	48.20	55.80	67.20	66.00	54.60	46.00	48.60	48.00	46.50	47.70	49.10	46.80	45.60	48.00	52.58
	(1),	20.00	18.60	14.20	19.20	25.80	19.60	17.60	18.10	17.20	19.50	22.70	22.80	20.00	20.80	23.11
	(2),	16.80	15.70	11.30	11.00	16.80	13.90	14.30	14.10	12.60	12.00	15.10	19.60	12.90	15.20	14.73
Mn (mg/l)	Raw Water	1.97	1.92	1.85	1.90	1.90	2.00	1.68	1.89	1.65	1.86	1.82	1.96	1.82	1.94	1.91
	(1),	1.77	1.92	1.86	1.87	1.86	1.93	1.32	1.80	1.50	1.68	1.63	1.85	1.73	1.85	1.78
	Cl2 mg/l	7.10	7.10	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	13.00	10.53
	(2),	1.77	1.85	1.64	1.58	1.62	1.67	1.34	1.58	1.35	1.47	1.49	1.82	0.35	1.40	1.62
NH3- (mg/l)	Raw Water	3.30	3.30	3.05	3.30	3.10	3.20	2.62	3.05	3.70	2.56	3.25	3.70	2.70	3.30	2.88
	(1),	0.12	0.26	0.22	0.15	0.44	0.60	1.38	0.93	0.68	0.76	1.09	1.78	1.04	0.42	0.61
	Cl2 mg/l	7.10	7.10	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	13.00	10.53
	(2),	0.16	0.22	0.12	0.13	0.26	0.19	0.58	0.87	0.50	0.73	0.59	1.14	0.23	0.65	0.35
PH	Raw Water	6.16	6.04	6.01	6.03	6.06	6.05	6.05	6.08	6.06	6.02	6.05	6.01	6.01	6.00	6.06
	(1),	5.89	5.54	4.34	3.84	5.71	6.05	5.80	5.81	5.25	5.58	5.72	5.67	5.74	5.42	5.63
	(2),	4.42	3.75	3.60	4.35	5.14	5.56	5.13	4.25	3.74	3.81	3.67	4.20	3.99	3.56	4.35
DO (mg/l)	Raw Water	0.90	0.80	0.90	1.40	1.10	0.50	1.20	0.90	0.40	0.70	0.90	0.90	1.10	0.70	0.76
	Aeration	4.70	3.90	4.00	5.10	3.80	3.04	5.30	3.50	5.00	5.40	3.10	3.70	4.70	4.00	4.44
	(1),	5.20	4.40	4.30	4.90	4.30	3.00	5.10	3.60	4.20	5.30	3.40	3.90	4.60	4.20	4.69
	(2),	5.20	4.40	4.30	4.90	4.30	3.00	5.10	3.60	4.20	5.30	3.40	3.90	4.60	4.20	4.69

表-3.1 通水試験水質データ (2/9)

A-2

(Filtration Rate 120m/day)

		Jun											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fe (mg/l)	Raw Water	54.00	60.00	47.00	51.80	52.60	49.20	55.80	53.00	56.20	54.20	64.80	51.60
	NaOH mg/l (1),	20.00	20.00	150.00	130.00	130.00	130.00	162.00	152.00	156.00	161.00	161.00	160.00
	(2),	46.00	-	-	48.60	41.00	18.20	34.20	40.00	32.00	37.60	35.20	28.80
	PAC mg/l (3),	10.00	100.00	34.00	10.00	10.00	5.40	3.20	3.20	3.20	2.90	2.90	3.00
	Cl2 mg/l (4),	45.00	-	18.80	5.80	4.00	3.20	3.60	3.90	4.00	4.75	3.02	2.30
Mn (mg/l)	Raw Water	2.25	1.84	1.94	1.75	2.23	1.93	1.82	2.01	1.83	1.99	1.85	1.98
	NaOH mg/l (1),	20.00	20.00	150.00	130.00	130.00	130.00	162.00	152.00	156.00	161.00	161.00	160.00
	(2),	2.36	-	-	1.64	1.73	1.61	1.70	1.92	1.89	1.79	1.73	1.94
	PAC mg/l (3),	10.00	100.00	34.00	10.00	10.00	5.40	3.20	3.20	3.20	2.90	2.90	3.00
	Cl2 mg/l (4),	2.35	-	1.22	1.17	1.63	1.43	1.01	1.30	1.14	1.39	1.28	1.18
NH3-N (mg/l)	Raw Water	1.71	2.43	2.19	1.97	2.64	1.13	2.98	2.76	2.96	3.00	3.30	3.30
	NaOH mg/l (1),	20.00	20.00	150.00	130.00	130.00	130.00	162.00	152.00	156.00	161.00	161.00	160.00
	(2),	0.27	-	-	1.40	0.54	0.48	1.62	0.81	0.63	0.14	0.86	0.40
	PAC mg/l (3),	10.00	100.00	34.00	10.00	10.00	5.40	3.20	3.20	3.20	2.90	2.90	3.00
	Cl2 mg/l (4),	1.47	-	1.22	0.20	0.11	0.04	0.05	0.04	0.02	0.11	0.03	0.00
PH	Raw Water	6.14	-	6.08	6.08	6.08	6.08	6.08	6.09	6.06	6.04	6.11	6.06
	NaOH mg/l (1),	20.00	20.00	150.00	130.00	130.00	130.00	162.00	152.00	156.00	161.00	161.00	160.00
	(2),	6.60	6.49	9.45	7.06	6.91	6.70	7.05	6.77	6.92	6.97	7.06	6.95
	PAC mg/l (3),	6.36	-	9.28	7.22	6.80	6.88	7.24	7.13	7.12	7.12	7.21	7.07
	Cl2 mg/l (4),	5.61	-	6.86	7.16	6.92	7.07	7.40	7.40	7.30	7.26	7.42	7.25
DO (mg/l)	Raw Water (1),	-	-	0.20	0.00	0.20	1.30	0.50	0.30	0.40	0.40	1.10	0.40
	Aeration (2),	-	-	6.90	7.50	7.50	5.81	5.10	4.90	4.40	4.60	4.80	4.60
	(3),	-	-	6.80	7.70	6.40	6.00	5.20	4.90	5.40	4.70	5.40	4.70
	(4),	-	-	6.70	7.60	6.30	6.90	5.50	4.80	5.20	5.10	5.00	4.50
			Jun										
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	平均	
Fe (mg/l)	Raw Water	51.80	52.00	49.20	55.80	67.20	66.00	54.60	46.00	48.60	48.00	54.07	
	NaOH mg/l (1),	160.00	165.00	151.00	151.00	154.00	154.00	154.00	169.00	183.00	186.00	156.26	
	(2),	32.00	23.40	42.80	38.70	30.20	28.00	35.10	43.00	53.10	42.90	36.04	
	PAC mg/l (3),	3.10	3.10	2.70	2.70	4.00	4.00	4.00	11.00	9.80	10.00	5.17	
	Cl2 mg/l (4),	2.02	9.00	5.60	4.20	3.48	4.17	4.97	2.90	7.20	3.00	4.27	
Mn (mg/l)	Raw Water	1.92	1.92	1.97	1.92	1.85	1.90	1.90	2.00	1.68	1.89	1.91	
	NaOH mg/l (1),	160.00	165.00	151.00	151.00	154.00	154.00	154.00	169.00	183.00	186.00	156.26	
	(2),	1.86	1.75	1.21	1.81	1.82	1.81	1.82	1.40	0.90	1.54	1.68	
	PAC mg/l (3),	3.10	3.10	2.70	2.70	4.00	4.00	4.00	11.00	9.80	10.00	5.17	
	Cl2 mg/l (4),	1.15	1.15	1.38	1.28	1.40	1.24	1.36	1.10	0.57	0.52	1.19	
NH3-N (mg/l)	Raw Water	2.76	3.30	3.30	3.30	3.05	3.30	3.10	3.20	2.62	3.65	2.90	
	NaOH mg/l (1),	160.00	165.00	151.00	151.00	154.00	154.00	154.00	169.00	183.00	186.00	156.26	
	(2),	0.86	0.74	0.27	0.84	0.24	0.23	1.03	0.02	0.41	0.48	0.62	
	PAC mg/l (3),	3.10	3.10	2.70	2.70	4.00	4.00	4.00	11.00	9.80	10.00	5.17	
	Cl2 mg/l (4),	0.00	0.10	0.12	0.31	0.13	0.02	0.42	0.11	0.57	0.15	0.13	
PH	Raw Water	6.08	6.12	6.16	6.04	6.01	6.03	6.06	6.05	6.05	6.08	6.07	
	NaOH mg/l (1),	160.00	165.00	151.00	151.00	154.00	154.00	154.00	169.00	183.00	186.00	156.26	
	(2),	6.82	7.70	7.17	6.81	6.88	6.50	6.41	6.67	7.28	7.61	6.96	
	PAC mg/l (3),	6.96	7.72	7.24	7.03	6.98	6.77	6.48	7.02	7.24	7.93	7.11	
	Cl2 mg/l (4),	7.19	7.62	7.36	7.28	6.84	7.18	6.71	7.25	7.33	7.81	7.25	
DO (mg/l)	Raw Water (1),	1.40	0.50	0.90	0.80	0.90	1.40	1.10	0.50	1.20	0.90	0.75	
	Aeration (2),	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	
	(3),	4.70	3.90	4.80	2.10	4.70	4.60	4.80	3.50	4.50	4.00	4.78	
	(4),	5.00	4.00	6.20	5.50	5.80	4.70	4.00	3.80	5.10	4.00	5.18	
	(4),	4.00	4.70	5.60	5.50	5.50	5.10	4.00	3.90	5.60	5.40	5.27	

表-3.1 通水試験水質データ (3/9)

B-1

		Jun										平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Filtration Rate Filter (1) 100m/day Filter (2) 79m/day												
Fe (mg/l)	Raw Water	5400	6000	4700	5160	5260	4920	5580	5300	5620	5420	5326
	(1)	1950	3060	2700	3600	2160	2280	2260	2230	2050	2040	2406
	(3)	024	2960	060	370	720	125	250	280	328	497	367
Mn (mg/l)	Raw Water	225	184	194	175	223	193	182	201	183	199	194
	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(3)	264	216	204	137	175	189	170	184	171	164	170
NH3- (mg/l)	Raw Water	171	243	219	197	264	113	299	276	298	300	249
	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(3)	065	000	045	031	048	022	026	024	002	011	023
PH	Raw Water	6.14	-	6.06	6.08	6.08	6.08	6.08	6.08	6.06	6.04	6.07
	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(3)	5.90	-	5.84	5.90	5.71	5.78	5.68	5.62	5.84	5.88	5.80
DO (mg/l)	Raw Water	-	-	0.20	0.00	0.20	1.30	0.50	0.30	0.40	0.40	0.44
	Aeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(3)	-	7.00	4.60	5.10	4.40	4.00	3.80	3.40	6.20	4.20	4.44

		Jun																														平均
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30											
Filtration Rate Filter (1) 70m/day Filter (2) 55m/day																																
Fe (mg/l)	Raw Water	64.60	51.60	51.80	52.00	48.20	55.80	67.20	68.00	54.60	48.00	48.60	48.00	48.50	47.70	49.10	46.80	45.60	48.00	45.70	42.80	21.01										
	(1)	22.30	25.40	15.90	12.90	17.80	12.78	21.00	20.40	17.20	15.40	19.50	15.30	17.30	19.20	18.20	14.90	15.60	19.60	18.70	16.06	7.34										
	(3)	5.10	3.20	4.22	2.08	0.40	0.50	5.10	8.14	7.50	5.20	7.65	4.56	9.70	9.80	12.10	12.30	10.80	11.00	12.70	12.40	4.77										
Mn (mg/l)	Raw Water	1.85	1.98	1.92	1.82	1.97	1.92	1.85	1.90	1.90	2.00	1.68	1.89	1.65	1.86	1.82	1.96	1.82	1.94	1.97	1.98	0.84										
	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
	(3)	1.82	1.79	1.68	1.36	1.96	1.85	1.87	1.85	1.76	1.61	1.51	0.46	1.43	1.68	1.84	1.89	1.68	1.91	2.09	1.94	0.76										
NH3- (mg/l)	Raw Water	3.30	3.30	2.76	3.30	3.30	3.30	3.05	3.30	3.10	3.20	2.62	3.06	3.70	2.56	3.25	3.70	2.70	3.30	2.19	2.48	1.35										
	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
	(3)	0.17	0.11	0.15	0.12	0.16	0.22	0.31	0.18	0.31	0.38	0.35	0.19	1.00	0.83	0.68	1.78	0.90	0.34	0.78	0.84	0.37										
PH	Raw Water	6.11	6.06	6.08	6.12	6.18	6.04	6.01	6.03	6.06	6.05	6.05	6.08	6.06	6.02	6.05	6.01	6.01	6.00	6.06	6.03	2.72										
	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
	(3)	5.95	5.32	5.29	5.30	5.78	5.64	5.81	5.75	5.75	5.57	5.26	5.91	5.77	5.88	5.73	5.72	5.38	5.57	5.65	5.54	2.56										
DO (mg/l)	Raw Water	1.10	0.40	1.40	0.50	0.90	0.80	0.90	1.40	1.10	0.50	1.20	0.90	0.40	0.70	0.90	0.90	1.10	0.70	0.50	1.50	0.38										
	Aeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
	(3)	3.60	3.90	3.20	2.60	3.00	6.30	6.20	2.30	2.30	1.10	1.90	1.60	5.70	3.60	3.30	3.40	3.00	2.80	2.90	3.00	1.47										

		Jul									平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Filtration Rate Filter (1) 30m/day Filter (2) 24m/day											
Fe (mg/l)	Raw Water	44.10	53.40	48.20	47.80	50.00	46.00	46.30	45.50	over	47.38
	(1)	10.80	21.80	16.10	15.10	45.50	11.80	14.90	17.80	17.20	19.00
	(3)	7.52	11.58	*	3.95	10.40	7.30	8.90	8.40	10.05	8.51
Mn (mg/l)	Raw Water	2.04	1.99	2.05	1.87	1.84	1.92	1.95	1.86	2.00	1.95
	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(3)	2.02	1.95	1.98	1.94	1.88	1.95	1.91	1.90	1.61	1.94
NH3- (mg/l)	Raw Water	3.20	2.52	2.55	2.40	2.35	2.65	2.30	2.20	2.55	2.55
	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(3)	0.61	0.60	0.68	0.74	0.60	0.66	0.62	0.69	0.75	0.66
PH	Raw Water	6.04	6.05	6.04	6.00	6.01	6.00	5.97	6.00	6.01	6.01
	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(3)	4.98	5.20	5.38	5.78	5.39	5.40	5.32	5.57	5.82	5.46
DO (mg/l)	Raw Water	1.90	1.30	1.40	2.10	1.00	0.90	1.50	1.60	1.50	1.47
	Aeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(3)	3.10	3.10	3.30	3.30	5.50	4.30	4.50	3.20	4.40	3.86

表-3.1 通水試験水質データ (4/9)

A-3

(Filtration Rate 120m/day)

		Jun						平均
		23	24	25	26	27	28	
Fe (mg/l)	Raw Water	46.50	47.70	49.10	46.80	45.60	48.00	46.95
	NaOH mg/l	185.00	156.00	162.00	162.00	163.00	169.00	168.25
	(1),						over	
	(2),	49.90	37.80	67.50	49.20	41.20	45.80	43.68
	Cl ₂ mg/l	7.90	7.90	0.00	0.00	5.60	8.00	7.35
(3),	35.90	27.40	62.30	36.10	26.30	30.60	30.05	
Mn (mg/l)	Raw Water	1.65	1.86	1.82	1.96	1.82	1.94	1.82
	NaOH mg/l	185.00	156.00	162.00	162.00	163.00	169.00	168.25
	(1),							
	(2),	1.58	1.74	1.95	1.94	1.84	2.15	1.83
	Cl ₂ mg/l	7.90	7.90	0.00	0.00	5.60	8.00	7.35
(3),	0.45	0.50	1.77	0.46	0.21	0.30	0.37	
NH ₃ -N (mg/l)	Raw Water	3.70	2.56	3.25	3.70	2.70	3.30	3.07
	NaOH mg/l	185.00	156.00	162.00	162.00	163.00	169.00	168.25
	(1),							
	(2),	0.40	0.45	0.45	0.46	0.46	0.68	0.50
	Cl ₂ mg/l	7.90	7.90	0.00	0.00	5.60	8.00	7.35
(3),	0.35	0.28	0.78	0.65	0.54	0.60	0.44	
PH	Raw Water	6.06	6.02	6.05	6.01	6.01	6.00	6.02
	NaOH mg/l	185.00	156.00	162.00	162.00	163.00	169.00	168.25
	(1),	7.20	6.84	8.76	6.94	6.56	6.84	6.86
	(2),	7.45	6.96	9.08	7.30	6.71	6.91	7.01
	(3),	7.50	6.90	9.38	7.23	6.78	6.93	7.03
DO (mg/l)	Raw Water	0.40	0.70	0.90	0.90	1.10	0.70	0.73
	(1),							
	Aeration							
	(2),	4.10	5.00	3.20	3.10	4.10	3.90	4.28
(3),	4.70	5.50	3.80	3.20	4.40	3.40	4.50	

表-3.1 通水試験水質データ (5/9)

A-4

(Filtration Rate 120m/day)

		Jun	Jul		2	3	4	5	6	7	8	9	10
		30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Fe (mg/l)	Raw Water	42.80	44.10	53.40	46.20	47.90	50.00	46.00	46.30	46.50	45.98	46.10	
	NaOH mg/l	144.00	164.00	132.00	127.00	130.50	135.50	147.00	132.00	152.50	120.00	130.50	
	PAC mg/l	9.00	6.60	4.20	3.10	5.30	5.30	4.70	3.05	3.22	3.85	4.07	
	(3),	2.65	0.78	2.53	1.98	1.18	2.90	0.94	3.04	6.65	7.85	10.10	
	(5),	0.69	0.29	1.26	2.21	1.12	2.14	0.84	0.59	1.40	4.85	3.90	
	Cl2 mg/l	12.00	2.40	2.00	2.40	2.20	3.90	3.60	2.20	2.88	2.88	5.08	
(6),	0.02	0.00	0.01	0.00	0.06	0.04	0.01	0.00	0.24	0.32	0.03		
Mn (mg/l)	Raw Water	1.98	2.04	1.99	2.05	1.87	1.84	1.92	1.95	1.86	2.00	2.35	
	NaOH mg/l	144.00	164.00	132.00	127.00	130.50	135.50	147.00	132.00	152.50	120.00	130.50	
	PAC mg/l	9.00	6.60	4.20	3.10	5.30	5.30	4.70	3.05	3.22	3.85	4.07	
	(3),	0.74	0.90	1.86	1.02	0.95	0.95	0.94	1.83	1.67	1.84	1.54	
	(5),	0.69	0.85	1.79	1.11	0.91	0.84	0.57	1.66	1.41	1.56	1.11	
	Cl2 mg/l	12.00	2.40	2.00	2.40	2.20	3.90	3.60	2.20	2.88	2.88	5.08	
(6),	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.31	0.04	0.00		
NH3-N (mg/l)	Raw Water	2.48	3.20	2.52	2.55	2.40	2.35	2.85	2.30	2.20	2.55	1.38	
	NaOH mg/l	144.00	164.00	132.00	127.00	130.50	135.50	147.00	132.00	152.50	120.00	130.50	
	PAC mg/l	9.00	6.60	4.20	3.10	5.30	5.30	4.70	3.05	3.22	3.85	4.07	
	(3),	0.34	0.17	0.24	0.26	0.18	0.11	0.16	0.30	0.32	0.48	0.33	
	(5),	0.17	0.16	0.12	0.01	0.15	0.08	0.10	0.11	0.15	0.33	0.18	
	Cl2 mg/l	12.00	2.40	2.00	2.40	2.20	3.90	3.60	2.20	2.88	2.88	5.08	
(6),	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.00		
PH (mg/l)	Raw Water	6.03	6.04	6.05	6.04	6.00	6.01	6.00	5.97	6.00	6.01	6.00	
	NaOH mg/l	144.00	164.00	132.00	127.00	130.50	135.50	147.00	132.00	152.50	120.00	130.50	
	PAC mg/l	9.00	6.60	4.20	3.10	5.30	5.30	4.70	3.05	3.22	3.85	4.07	
	(3),	7.55	7.55	6.85	7.20	7.56	7.44	7.88	6.65	6.90	6.98	7.12	
	(5),	7.30	7.54	7.06	7.35	7.49	7.71	7.51	7.12	7.14	7.28	7.24	
	Cl2 mg/l	12.00	2.40	2.00	2.40	2.20	3.90	3.60	2.20	2.88	2.88	5.08	
(6),	7.70	7.50	7.33	7.40	7.45	7.66	7.48	7.28	7.20	7.25	7.37		
DO (mg/l)	Raw Water	1.50	1.90	1.30	1.40	2.10	1.00	0.90	1.50	1.60	1.50	1.20	
	Aeration												
	(2),	4.00	5.30	5.00	3.20	4.00	4.70	5.10	5.20	4.90	4.60	4.60	
	(3),	5.20	5.20	4.80	4.40	5.00	5.30	5.80	5.60	5.30	6.00	5.50	
	(4),	6.10	5.50	5.60	4.90	5.40	5.50	6.00	5.80	5.50	6.70	6.10	
	(5),	4.60	4.40	5.20	4.70	4.60	5.10	5.00	5.30	4.80	5.70	5.50	
(6),	5.40	3.80	5.50	5.10	5.00	5.40	5.50	5.20	3.90	5.40	5.60		
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均	
Fe (mg/l)	Raw Water	43.00	44.40	39.60	42.30	44.10	47.70	46.10	38.40	41.60	46.80	45.49	
	NaOH mg/l	139.00	183.00	149.10	120.00	130.00	140.00	132.00	130.00	132.00	127.00	137.96	
	PAC mg/l	4.70	4.90	3.90	2.30	2.23	3.30	3.40	3.50	3.40	3.20	4.15	
	(3),	2.36	4.05	3.75	1.68	1.72	2.35	1.62	6.16	2.41	0.98	3.22	
	(5),	1.14	0.58	0.48	0.04	0.72	0.20	0.50	5.00	1.04	0.71	1.70	
	Cl2 mg/l	5.40	3.80	5.30	3.20	3.56	3.30	3.70	4.00	3.40	3.10	3.82	
(6),	0.33	0.00	0.05	0.06	0.04	0.09	0.00	0.04	0.00	0.05	0.07		
Mn (mg/l)	Raw Water	1.29	1.79	1.78	1.84	1.98	1.71	1.64	1.76	1.89	1.77	1.87	
	NaOH mg/l	139.00	183.00	149.10	120.00	130.00	140.00	132.00	130.00	132.00	127.00	137.96	
	PAC mg/l	4.70	4.90	3.90	2.30	2.23	3.30	3.40	3.50	3.40	3.20	4.15	
	(3),	0.68	0.55	0.40	0.88	1.31	0.23	1.08	1.44	1.24	0.79	1.09	
	(5),	0.51	0.23	0.82	0.72	1.05	0.45	0.57	0.51	0.06	0.36	0.85	
	Cl2 mg/l	5.40	3.80	5.30	3.20	3.56	3.30	3.70	4.00	3.40	3.10	3.82	
(6),	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02		
NH3-N (mg/l)	Raw Water	0.80	0.82	1.20	0.95	1.17	0.87	0.99	0.96	1.35	1.68	1.79	
	NaOH mg/l	139.00	183.00	149.10	120.00	130.00	140.00	132.00	130.00	132.00	127.00	137.96	
	PAC mg/l	4.70	4.90	3.90	2.30	2.23	3.30	3.40	3.50	3.40	3.20	4.15	
	(3),	0.21	0.17	0.22	0.08	0.08	0.11	0.10	0.29	0.11	0.07	0.21	
	(5),	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.00	0.01	0.26	0.01	0.07	0.10	
	Cl2 mg/l	5.40	3.80	5.30	3.20	3.56	3.30	3.70	4.00	3.40	3.10	3.82	
(6),	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01		
PH (mg/l)	Raw Water	6.01	6.06	6.20	6.06	6.05	6.08	6.10	6.08	6.05	6.16	6.05	
	NaOH mg/l	139.00	183.00	149.10	120.00	130.00	140.00	132.00	130.00	132.00	127.00	137.96	
	PAC mg/l	4.70	4.90	3.90	2.30	2.23	3.30	3.40	3.50	3.40	3.20	4.15	
	(3),	6.86	7.40	6.86	6.65	6.05	7.35	6.70	6.54	6.60	6.99	6.79	
	(5),	7.52	7.92	7.65	7.45	7.28	7.78	7.65	7.28	7.40	7.21	7.42	
	Cl2 mg/l	5.40	3.80	5.30	3.20	3.56	3.30	3.70	4.00	3.40	3.10	3.82	
(6),	7.35	7.96	7.83	7.50	7.40	7.75	7.72	7.36	7.56	7.31	7.49		
DO (mg/l)	Raw Water	0.50	1.20	0.70	1.40	0.60	1.00	1.00	0.60	0.80	0.10	1.13	
	Aeration												
	(2),	5.20	4.90	4.80	5.30	1.60	5.40	5.00	4.60	5.10	4.50	4.62	
	(3),	5.50	5.40	5.40	5.40	5.50	5.70	5.50	5.70	5.30	5.20	5.37	
	(4),	6.10	6.20	6.10	5.80	6.80	6.00	6.20	6.20	6.40	5.60	5.93	
	(5),	5.40	5.80	5.20	5.00	5.80	5.90	5.60	5.50	5.20	4.90	5.20	
(6),	4.80	5.60	5.10	3.80	5.60	5.90	5.80	5.70	5.60	5.50	5.20		

表-3.1 通水試験水質データ (6/9)

A-5		(Filtration Rate 120m/day)					
		Jul					
		21	22	23	24	25	平均
Fe (mg/l)	Raw Water	49.50	50.50	43.10	48.70	53.00	48.96
	Cl ₂ mg/l	25.70	40.30	35.70	26.80	31.50	32.00
	PAC mg/l	3.70	3.60	4.10	8.10	9.10	5.72
	(2),	40.30	33.30	40.24	32.28	36.30	36.484
	Cl ₂ mg/l (3),	0.00	0.00	4.90	6.10	7.40	3.68
		13.09	18.50	37.04	23.70	19.50	22.366
Mn (mg/l)	Raw Water	1.34	2.11	1.75	1.74	1.90	1.768
	Cl ₂ mg/l	25.70	40.30	35.70	26.80	31.50	32.00
	PAC mg/l	3.70	3.60	4.10	8.10	9.10	5.72
	(2),	1.45	1.49	1.29	1.72	1.75	1.54
	Cl ₂ mg/l (3),	0.00	0.00	4.90	6.10	7.40	3.68
		1.10	1.07	0.75	1.24	1.21	1.074
NH ₃ -N (mg/l)	Raw Water	0.75	3.35	0.96	0.99	1.30	1.47
	Cl ₂ mg/l	25.70	40.30	35.70	26.80	31.50	32.00
	PAC mg/l	3.70	3.60	4.10	8.10	9.10	5.72
	(2),	0.58	0.52	1.57	1.00	1.15	0.964
	Cl ₂ mg/l (3),	0.00	0.00	4.90	6.10	7.40	3.68
		0.37	0.45	1.41	0.53	0.43	0.638
pH	Raw Water	6.07	6.00	6.13	5.94	5.98	6.024
	Cl ₂ mg/l	25.70	40.30	35.70	26.80	31.50	32.00
	(1),	5.72	5.69	5.8	5.73	5.95	5.778
	PAC mg/l	3.70	3.60	4.10	8.10	9.10	5.72
	(2),	5.94	5.58	5.51	5.72	5.90	5.73
Cl ₂ mg/l (3),	0.00	0.00	4.90	6.10	7.40	3.68	
		5.83	5.40	4.19	5.35	5.46	5.246
DO (mg/l)	Raw Water	0.60	0.60	0.10	0.70	0.60	0.52
	Cl ₂ mg/l	25.70	40.30	35.70	26.80	31.50	32.00
	PAC mg/l	3.70	3.60	4.10	8.10	9.10	5.72
	(2),	5.00	5.20	4.00	4.80	4.30	4.66
	Cl ₂ mg/l (3),	0.00	0.00	4.90	6.10	7.40	3.68
		5.70	4.50	4.50	4.20	3.70	4.52

表-3.1 透水試験水質データ (7/9)

RA-2 (Filtration Rate 120m/day)		A-g															平均					
		27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15
Fe (mg/l)	Raw Water	52.00	49.20	48.80	41.30	45.20	48.80	39.50	58.80	48.40	43.50	48.30	40.10	48.80	44.30	38.80	39.70	43.50	58.20	44.40	41.30	
	NaOH mg/l	80.50	79.60	78.40	78.00	77.10	76.20	69.00	69.00	78.00	71.00	83.00	83.00	69.50	75.40	78.00	84.00	57.00	69.50	69.40	67.70	
	PAC mg/l (3)	16.00	4.50	1.48	1.30	0.84	0.38	1.04	0.83	1.08	3.22	1.90	0.54	1.44	0.83	2.87	0.88	1.20	0.83	1.12	0.98	
	Cl ₂ mg/l (4)	0.00	0.00	7.00	8.10	4.70	4.23	3.40	3.00	2.70	0.00	5.90	4.40	4.40	7.10	7.10	3.40	4.70	6.10	3.70	4.40	
Mn (mg/l)	Raw Water	1.50	1.74	1.74	1.85	1.84	1.65	1.65	1.57	1.78	1.80	1.68	1.77	1.80	1.72	1.85	1.88	1.84	1.88	1.88	1.80	
	NaOH mg/l	80.50	79.60	78.40	78.00	77.10	76.20	69.00	69.00	78.00	71.00	83.00	83.00	69.50	75.40	78.00	84.00	57.00	69.50	69.40	67.70	
	PAC mg/l (3)	1.18	1.65	1.51	1.83	1.27	0.18	0.41	1.74	1.09	0.73	1.50	0.78	0.78	1.33	1.41	1.28	1.45	0.80	1.03	1.12	
	Cl ₂ mg/l (4)	0.00	0.00	7.00	8.10	4.70	4.23	3.40	3.00	2.70	0.00	5.90	4.40	4.40	7.10	7.10	3.40	4.70	6.10	3.70	4.40	
NH ₃ - (mg/l)	Raw Water	0.78	2.70	0.53	3.30	2.75	3.42	2.78	2.65	3.05	2.40	2.95	2.48	2.43	2.63	2.17	2.33	2.85	2.30	1.98	1.80	
	NaOH mg/l	80.50	79.60	78.40	78.00	77.10	76.20	69.00	69.00	78.00	71.00	83.00	83.00	69.50	75.40	78.00	84.00	57.00	69.50	69.40	67.70	
	PAC mg/l (3)	3.90	4.20	3.70	4.40	4.00	4.06	3.70	3.70	4.40	2.70	5.40	3.70	4.00	5.80	3.60	4.70	3.70	6.40	6.40	6.70	
	Cl ₂ mg/l (4)	0.00	0.00	7.00	8.10	4.70	4.23	3.40	3.00	2.70	0.00	5.90	4.40	4.40	7.10	7.10	3.40	4.70	6.10	3.70	4.40	
pH	Raw Water (2)	6.08	5.89	5.89	6.00	5.95	5.88	6.04	6.11	5.87	5.98	6.04	5.94	5.98	6.05	6.13	5.95	5.98	6.03	6.02	6.04	
	NaOH mg/l	80.50	79.60	78.40	78.00	77.10	76.20	69.00	69.00	78.00	71.00	83.00	83.00	69.50	75.40	78.00	84.00	57.00	69.50	69.40	67.70	
	PAC mg/l (3)	3.90	4.20	3.70	4.40	4.00	4.06	3.70	3.70	4.40	2.70	5.40	3.70	4.00	5.80	3.60	4.70	3.70	6.40	6.40	6.70	
	Cl ₂ mg/l (4)	0.00	0.00	7.00	8.10	4.70	4.23	3.40	3.00	2.70	0.00	5.90	4.40	4.40	7.10	7.10	3.40	4.70	6.10	3.70	4.40	
γ	Raw Water (2)	0.20	0.20	0.20	0.70	0.60	0.20	0.20	0.10	0.30	0.10	0.10	0.60	0.60	0.10	0.10	0.70	0.30	0.70	0.30	0.20	
	NaOH mg/l	80.50	79.60	78.40	78.00	77.10	76.20	69.00	69.00	78.00	71.00	83.00	83.00	69.50	75.40	78.00	84.00	57.00	69.50	69.40	67.70	
	PAC mg/l (3)	3.90	4.20	3.70	4.40	4.00	4.06	3.70	3.70	4.40	2.70	5.40	3.70	4.00	5.80	3.60	4.70	3.70	6.40	6.40	6.70	
	Cl ₂ mg/l (4)	0.00	0.00	7.00	8.10	4.70	4.23	3.40	3.00	2.70	0.00	5.90	4.40	4.40	7.10	7.10	3.40	4.70	6.10	3.70	4.40	
Fe (mg/l)	Raw Water	38.40	41.40	42.20	51.00	50.80	50.10	58.60	45.80	49.80	48.20	45.40	47.20	46.40	50.20	47.40	44.70	43.30	44.60	44.70	40.40	44.90
	NaOH mg/l	76.00	76.00	76.00	76.00	71.20	69.40	69.40	133.80	123.00	30.00	62.70	62.00	62.00	62.00	50.80	50.80	40.60	39.00	30.50	30.50	67.37
	PAC mg/l (3)	8.40	4.70	4.00	4.70	4.10	3.30	4.00	5.40	4.40	7.10	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	3.70	3.70	5.40	5.10	4.50
	Cl ₂ mg/l (4)	0.59	0.73	0.93	3.90	3.50	1.10	0.70	2.60	8.20	25.70	9.90	6.50	4.20	5.10	3.50	2.27	3.28	2.10	10.35	3.84	3.23
Mn (mg/l)	Raw Water	1.75	1.77	1.71	1.87	1.80	1.95	1.88	1.87	1.80	1.88	1.89	1.87	1.87	1.98	1.89	1.68	1.65	1.65	1.87	1.87	1.73
	NaOH mg/l	76.00	76.00	76.00	76.00	71.20	69.40	69.40	133.80	123.00	30.00	62.70	62.00	62.00	62.00	50.80	50.80	40.60	39.00	30.50	30.50	67.37
	PAC mg/l (3)	6.40	4.70	4.00	4.70	4.10	3.30	4.00	5.40	4.40	7.10	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	3.70	3.70	5.40	5.10	4.50
	Cl ₂ mg/l (4)	0.65	1.38	1.55	1.57	1.52	1.21	1.44	1.85	1.78	1.65	1.85	1.48	1.64	1.64	1.64	1.77	1.58	1.89	2.07	2.02	1.33
NH ₃ - (mg/l)	Raw Water	2.25	2.08	2.05	1.92	1.82	3.30	3.30	1.40	3.30	1.65	1.83	1.88	1.75	1.54	1.54	3.10	4.20	4.60	0.70	0.87	2.28
	NaOH mg/l	76.00	76.00	76.00	76.00	71.20	69.40	69.40	133.80	123.00	30.00	62.70	62.00	62.00	62.00	50.80	50.80	40.60	39.00	30.50	30.50	67.37
	PAC mg/l (3)	8.40	4.70	4.00	4.70	4.10	3.30	4.00	5.40	4.40	7.10	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	3.70	3.70	5.40	5.10	4.50
	Cl ₂ mg/l (4)	0.00	0.00	0.08	0.04	0.05	0.02	0.05	0.05	0.35	0.82	0.28	0.35	0.21	0.25	0.00	0.00	0.04	0.18	0.03	0.14	0.14
pH	Raw Water (2)	6.02	6.07	5.99	6.02	5.87	5.88	6.17	5.78	5.72	5.75	5.76	5.78	5.78	6.02	6.02	5.79	6.09	5.85	5.98	5.80	
	NaOH mg/l	6.65	6.75	6.70	6.50	6.80	6.53	6.42	6.87	5.78	5.99	5.77	5.77	5.70	-	-	-	-	-	-	-	6.22
	NaOH mg/l	76.00	76.00	76.00	76.00	71.20	69.40	69.40	133.80	123.00	30.00	62.70	62.00	62.00	62.00	50.80	50.80	40.60	39.00	30.50	30.50	67.37
	Cl ₂ mg/l (4)	8.40	4.70	4.00	4.70	4.10	3.30	4.00	5.40	4.40	7.10	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	3.70	3.70	5.40	5.10	4.50
DO	Raw Water (2)	0.20	0.40	0.30	0.50	0.80	0.20	0.80	0.40	0.90	0.60	0.20	0.80	0.60	0.30	0.10	0.10	0.20	0.80	0.50	0.30	0.36
	NaOH mg/l	76.00	76.00	76.00	76.00	71.20	69.40	69.40	133.80	123.00	30.00	62.70	62.00	62.00	62.00	50.80	50.80	40.60	39.00	30.50	30.50	67.37
	PAC mg/l (3)	8.40	4.70	4.00	4.70	4.10	3.30	4.00	5.40	4.40	7.10	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	3.70	3.70	5.40	5.10	4.50
	Cl ₂ mg/l (4)	5.50	4.60	4.20	4.30	3.40	3.90	4.40	4.00	3.70	3.70	3.50	3.60	3.90	3.60	3.90	3.60	4.00	3.70	3.20	2.90	4.20

表-3.1 通水試験水質データ (8/9)

MB-1

Filtration Rate

Filter (1) 70m/day

Filter (2) 20m/day

Filter (3) 20m/day

		Jul										Aug						
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4		
Fe (mg/l)	Raw Water	49.50	50.50	43.10	48.70	53.00	44.80	52.00	49.20	48.80	41.30	45.20	48.80	39.50	56.80	46.40		
	(2)	12.48	20.15	19.00	16.92	14.80	18.40	11.85	17.80	13.90	15.20	17.80	17.60	17.36	16.08	17.16		
	(4)	4.90	12.80	4.62	5.15	2.83	5.60	3.40	5.03	8.60	3.60	5.10	5.10	5.42	5.46	4.03		
	(5)	0.67	0.72	0.36	0.99	1.20	0.59	0.98	0.53	0.65	0.68	1.42	0.84	0.62	0.56	2.50		
Mn (mg/l)	Raw Water	1.34	2.11	1.76	1.74	1.90	2.29	1.50	1.74	1.74	1.85	1.84	1.65	1.65	1.57	1.78		
	(2)	1.25	2.22	1.43	1.86	1.88	1.98	1.69	1.85	1.94	1.91	1.91	1.84	1.73	1.58	1.63		
	(4)	2.08	2.55	1.75	1.78	2.00	1.99	1.63	2.02	1.68	1.78	1.86	1.83	1.77	1.78	1.71		
	(5)	1.04	3.18	1.94	2.02	1.82	1.55	1.72	1.92	1.78	1.76	1.85	1.82	1.89	1.61	1.71		
NH3-N (mg/l)	Raw Water	0.75	3.35	0.96	0.99	1.30	1.40	0.78	2.70	0.53	3.30	2.75	3.42	2.78	2.85	3.05		
	(2)	0.23	0.14	0.33	0.23	0.25	0.22	0.29	0.16	0.21	1.09	1.03	1.65	0.96	0.81	0.72		
	(4)	0.14	0.08	0.06	0.17	0.16	0.03	0.16	0.00	0.10	0.56	0.36	0.85	0.32	0.31	0.43		
	(5)	0.00	0.03	0.06	0.09	0.08	0.04	0.10	0.00	0.00	0.51	0.25	0.67	0.22	0.04	0.11		
PH	Raw Water	6.07	6.00	6.13	5.94	5.98	5.94	6.08	5.99	5.89	6.00	5.96	5.88	6.04	6.11	5.87		
	(1)	6.00	6.02	6.03	6.06	5.98	6.03	6.15	6.22	6.12	6.20	6.01	6.00	6.02	5.97	6.17		
	(2)	5.74	5.68	5.72	5.47	5.48	5.38	5.84	5.63	5.42	5.93	5.52	5.52	5.63	5.57	5.48		
	(3)	5.85	5.72	5.73	5.37	5.54	5.61	5.85	5.48	5.77	5.98	5.56	5.68	5.64	5.60	6.70		
	(4)	6.16	5.90	4.31	4.20	3.86	3.90	3.89	4.41	4.60	3.92	3.78	3.82	4.06	3.92	3.96		
	(5)	6.58	6.59	4.77	4.03	3.95	3.72	3.69	3.55	3.56	3.65	3.59	3.47	3.42	3.41	3.54		
DO (mg/l)	Raw Water	0.60	0.60	0.11	0.70	0.60	0.30	0.20	0.20	0.20	0.70	0.60	0.20	0.20	0.10	0.30		
	(1)	5.80	6.02	4.80	5.40	5.30	5.40	5.10	4.00	5.00	5.70	5.70	5.70	5.40	5.40	5.40		
	(2)	4.20	5.68	4.00	3.80	4.20	5.30	4.30	3.90	5.00	4.20	4.20	4.90	3.90	3.90	4.80		
	(3)	4.60	5.72	5.40	4.90	4.70	6.00	4.70	5.30	6.20	5.40	5.20	5.30	6.00	5.20	5.30		
	(4)	4.60	5.90	4.30	4.60	4.50	4.40	4.50	4.30	4.30	4.90	4.50	4.10	4.30	4.10	4.50		
	(5)	-	6.59	4.20	4.20	3.60	4.10	4.20	3.30	4.10	4.30	3.70	4.00	4.00	3.90	3.70		
		Aug																
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	平均	
Fe (mg/l)	Raw Water	43.50	46.30	40.10	48.80	44.30	38.60	39.70	43.50	56.20	44.40	41.30	38.40	41.40	42.20	51.00	45.91	
	(2)	15.35	16.76	17.00	18.10	17.65	10.65	17.70	18.40	17.55	11.70	12.50	18.40	16.50	19.70	18.20	16.42	
	(4)	6.74	6.98	3.41	7.92	5.18	6.16	3.48	7.12	5.70	7.54	6.60	6.98	8.28	3.86	2.90	5.68	
	(5)	1.40	1.41	0.43	2.78	1.79	1.64	2.06	1.61	0.93	2.17	2.20	1.61	3.84	0.75	1.62	1.32	
Mn (mg/l)	Raw Water	1.80	1.66	1.77	1.80	1.72	1.85	1.86	1.84	1.86	1.86	1.80	1.75	1.77	1.71	1.87	1.78	
	(2)	1.59	1.82	1.41	1.82	1.78	1.73	1.68	1.93	1.83	1.82	1.77	1.66	1.91	1.79	1.83	1.77	
	(4)	1.62	1.85	1.61	1.73	1.78	1.82	1.84	1.70	1.80	1.83	1.79	1.68	1.72	1.37	1.68	1.80	
	(5)	1.54	1.88	1.46	1.69	1.85	1.74	1.71	1.93	1.81	1.86	1.79	1.77	1.65	1.32	1.62	1.77	
NH3-N (mg/l)	Raw Water	2.40	2.95	2.48	2.43	2.63	2.17	2.33	2.65	2.30	1.98	1.80	2.25	2.08	2.05	1.92	2.18	
	(2)	0.67	0.99	0.43	0.64	0.87	0.56	0.79	0.78	0.67	0.62	0.66	0.73	0.68	0.77	0.46	0.62	
	(4)	0.18	0.14	0.13	0.19	0.34	0.17	0.02	0.24	0.09	0.27	0.06	0.07	0.21	0.11	0.12	0.20	
	(5)	0.04	0.08	0.00	0.04	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.02	0.06	0.09	
PH	Raw Water	5.98	6.04	5.94	5.98	6.05	6.13	5.95	5.98	6.03	6.02	6.04	6.02	6.07	5.99	6.02	6.00	
	(1)	6.04	6.03	5.97	5.97	6.12	6.15	5.97	5.88	5.99	6.04	6.06	6.02	6.09	6.00	6.02	6.04	
	(2)	5.36	5.43	5.70	5.62	5.33	5.71	5.49	5.47	5.62	5.56	5.76	5.74	5.79	5.91	5.65	5.61	
	(3)	5.67	5.55	5.74	5.78	5.53	5.52	5.47	5.55	5.67	5.45	5.79	5.74	5.89	5.74	5.54	5.69	
	(4)	3.89	3.86	3.67	3.67	3.73	3.79	3.67	3.70	3.54	3.68	3.72	3.65	4.03	4.14	3.64	4.04	
	(5)	3.42	3.29	3.54	3.59	3.74	3.36	3.48	3.32	3.46	3.47	3.48	3.42	3.57	3.56	3.40	3.79	
DO (mg/l)	Raw Water	0.10	0.10	0.60	0.60	0.10	0.10	0.70	0.30	0.70	0.30	0.20	0.20	0.40	0.30	0.50	0.36	
	(1)	4.70	5.50	4.90	4.60	5.10	4.90	5.20	6.00	5.60	5.40	5.76	6.10	5.20	5.10	5.50	5.32	
	(2)	3.50	3.70	4.10	3.70	3.60	3.60	3.60	3.90	4.00	4.20	3.70	4.00	4.00	3.60	4.30	4.13	
	(3)	4.90	5.70	5.10	4.70	5.40	5.20	4.20	4.30	4.70	4.90	4.90	4.90	4.70	4.80	4.30	5.09	
	(4)	4.30	4.20	4.00	4.30	4.30	4.10	3.90	4.00	4.60	4.60	4.30	4.10	4.40	4.20	4.10	4.37	
	(5)	4.00	3.50	3.40	3.50	4.10	5.10	4.00	3.80	3.90	3.40	4.00	3.50	4.50	4.00	3.60	4.01	

表-3.1 通水試験水質データ (9/9)

MB-1(2)

Filtration Rate

Filter (1) 105m/day

Filter (2) 30m/day

Filter (3) 30m/day

		Aug										Sep						
		20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	平均
Fe (mg/l)	Raw Water	50.60	50.10	56.60	45.60	49.60	46.20	45.40	47.20	46.40	50.20	47.40	44.70	43.30	44.60	44.70	40.40	47.06
	(2)	20.20	22.00	21.90	23.50	18.20	18.10	18.80	19.70	20.10	18.70	20.20	19.80	17.00	18.65	20.20	24.00	20.07
	(4)	11.20	9.90	9.10	11.30	10.40	9.10	10.70	10.30	13.60	11.30	9.10	11.46	11.79	10.41	7.02	13.08	10.61
	(5)	6.00	3.70	3.30	3.80	3.36	2.85	4.40	4.16	6.10	5.10	8.30	5.34	5.91	4.38	12.60	6.20	5.34
Mn (mg/l)	Raw Water	1.80	1.96	1.86	1.87	1.80	1.86	1.69	1.67	1.97	1.96	1.69	1.66	1.65	1.65	1.85	1.87	1.80
	(2)	1.81	1.95	1.78	1.67	1.86	1.80	1.68	1.77	1.78	1.77	1.64	1.81	1.86	2.23	1.89	2.00	1.83
	(4)	1.79	1.99	1.85	1.88	1.86	1.87	1.63	1.76	1.88	1.79	1.14	1.77	1.50	1.75	2.02	2.30	1.80
	(5)	1.77	1.97	1.80	1.64	1.89	2.02	1.70	1.86	1.77	1.97	1.39	1.88	2.07	1.79	2.02	1.82	1.84
NH3-N (mg/l)	Raw Water	1.82	3.30	3.30	1.40	3.30	1.65	1.83	1.88	1.75	1.54	1.54	3.10	4.20	4.60	0.70	0.87	2.30
	(2)	0.18	0.37	0.29	0.22	0.09	0.19	0.26	0.24	0.34	0.41	0.17	0.00	0.00	0.19	0.08	0.36	0.21
	(4)	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.11	0.11	0.19	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.08	0.06
	(5)	0.04	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03
PH	Raw Water	5.87	5.86	5.67	6.17	5.76	5.77	5.75	5.76	5.76	5.76	6.02	6.02	5.79	6.09	5.86	5.98	5.87
	(1)	5.89	5.96	6.10	6.19	5.84	5.77	5.75	5.78	5.78	5.80	6.02	6.02	5.90	5.90	5.95	6.01	5.92
	(2)	5.53	5.61	5.78	5.90	4.98	5.63	5.55	5.42	5.42	5.61	5.86	5.86	5.83	5.83	5.72	5.80	5.65
	(3)	5.45	5.69	5.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(4)	3.87	3.75	3.74	4.78	4.01	3.89	4.11	4.06	4.06	3.98	4.89	4.89	4.16	4.16	4.75	4.43	4.22
	(5)	3.49	3.42	3.44	3.86	3.43	3.54	3.59	3.55	3.55	3.54	3.69	3.69	3.59	3.59	3.82	3.63	3.59
DO (mg/l)	Raw Water	0.60	0.20	0.60	0.40	0.90	0.60	0.20	0.60	0.60	0.30	0.10	0.10	0.20	0.80	0.50	0.30	0.44
	(1)	4.80	4.10	4.30	4.90	4.80	4.40	4.00	4.20	4.20	3.90	4.00	4.00	4.10	4.10	4.00	3.20	4.19
	(2)	3.60	3.30	3.30	2.90	3.30	3.50	2.80	3.10	3.10	2.90	3.10	3.10	2.90	2.90	2.80	2.80	3.09
	(3)	3.90	4.50	3.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(4)	3.60	5.50	3.60	5.10	5.10	5.00	4.40	5.10	5.10	4.40	4.40	4.40	4.80	4.80	4.50	3.80	4.60
	(5)	3.30	3.30	3.30	3.80	3.80	3.70	3.90	4.10	4.10	3.60	3.50	3.50	3.60	3.60	3.70	3.30	3.63

4. 実用化の検討

以上の通水試験の結果本計画に採用する浄水方法は物理化学的なものを提言する。処理方法は以下の通りである。

1. 曝 気： 遊離炭酸の排除と水中の第1鉄の酸化
2. pH値の調整： フロック形成の促進
3. 凝集沈殿： 鉄およびアンモニアの除去
4. 急速ろ過： 鉄およびマンガンの除去
5. 塩素消毒

(1) 曝 気

原水は 80-120mg/l 程度の遊離炭酸を含んでいるものと思われる。また、原水 40mg/l 程度の珪酸も含んでいる。一般的に水中の鉄分は空気曝気により水中の珪酸と反応して懸濁状態になることが知られている。特に珪酸の濃度が 40mg/l を超えるとこれが著しいと言われている。この事は通水試験の一部として原水を曝気して懸濁物の沈降を観察した結果確認された。通常は珪酸のこの性質がろ過施設の障害となる事がよく知られている。本件では水源から浄水施設へ導水の後で原水を曝気して遊離炭酸を排除し原水の腐食性を軽減する事とする。曝気により懸濁化した鉄はアルカリ剤による pH 調整で容易に分解し凝集沈殿することが通水試験の結果判明した。

(2) pH調整

凝集沈殿の前処理として原水の pH 値を調整すると凝集効果を高める事が出来る場合が多い。通水試験結果によると原水の pH 値を 6.8 に調整すると凝集剤の効果が高まり 7.0 にすると著しく凝集効果が高まる事が明らかになった。

pH 調整剤としては苛性ソーダと消石灰とを試験した結果消石灰のほうが著しい効果を得られる事が判明した。また値段も消石灰の方が著しく安く現地調達が可能である。

(3) 凝集沈殿

凝集沈殿の目的は鉄とマンガンの除去である。凝集剤は現地調達が可能で価格も安価な高分子凝集剤の PACC を使用するものとする。

注入量は5 - 3mg/lで十分な効果が得られる。フロック形成には対流時間20分程度の迂流式のフロック形成池の効果が確認出来た。鉄のフロックは比重が小さいので上向流方式を通水試験に採用したが結果は良好であった。凝集沈殿効果は急速ろ過池の逆洗浄の頻度で比較検討した。沈殿池内にフロックのブランケットが形成されない状態だとろ過池の洗浄頻度は高く8時間毎に洗浄が必要である。フロックを含む上向流により沈殿池内にブランケットが形成されるに連れて洗浄頻度は減少しブランケットの厚さが沈殿池の底から2m程度の厚さに成長した時がブランケットによる上向流に含まれるフロックの補足効果が大きい。このような状況ではろ過池は48時間毎の洗浄で十分機能することが判明した。

(4) 急速ろ過

急速ろ過施設は凝集沈殿プロセスで除去出来ずキャリアーオーバーされた鉄の砂ろ過による除去と未処理のまま通過してきたマンガンをもマンガン砂で除去する為のものである。マンガン砂の活性化のために塩素を注入する。砂ろ過による鉄の除去は通水試験結果によると効果が低いため鉄除去の砂ろ過とマンガン除去のマンガン砂ろ過の2層ろ過方式を採用する。殆ど全ての鉄は凝集沈殿で除去されているので2層ろ過での塩素注入量は最も経済的となる。ろ剤はアンフラサイトとマンガン砂を採用する。

(5) 消毒

処理水の消毒は塩素ガスによるものとシヴィエトナム国の基準値である0.1mg/lの残留塩素を確保する注入率を定める。

添付資料－ 1 1 導水管路の検討

添付資料-11 導水管路の計算

1 基本条件

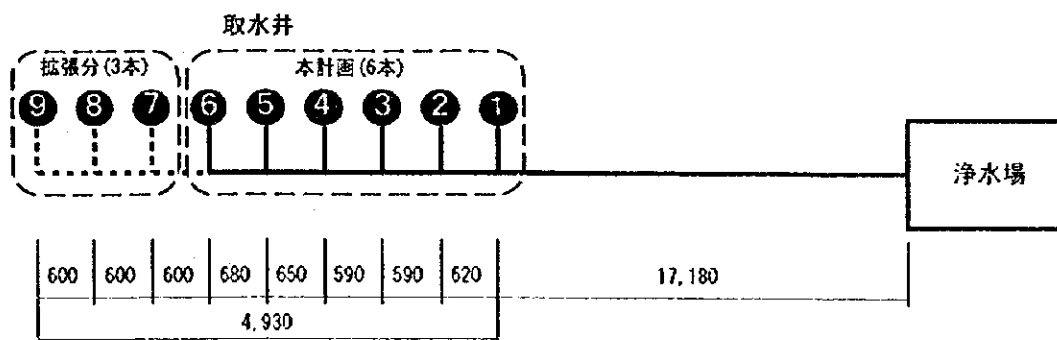
本計画は浄水施設容量 10,200m³/d の施設建設計画であるが、将来施設を拡張する際、導水管を更新せずに井戸を追加(3 本)ならびに相当分の取水管を延長することにより、施設容量を 13,800m³/d まで拡張することができるよう考慮する。

本計画および拡張後施設容量は以下の通りである。

	本計画	拡張後
施設容量	10,200m ³ /d	13,800m ³ /d
取水ポンプ容量/台数	運転:2,040m ³ /d×5 台 予備:2,040m ³ /d×1 台	運転:1,970m ³ /d×7 台 予備:1,970m ³ /d×2 台
取水・導水管	13,800m ³ /d 相当	

a) 拡張後は取水ポンプ容量が 2,040m³/d から 1,970m³/d となるようバルブを絞って運転する。

取水地点および導水管路は平坝(+2.0m)と見なし、浄水場(整地地盤:+3.0m)まで導水する。取水井および浄水場位置図を以下に示す。

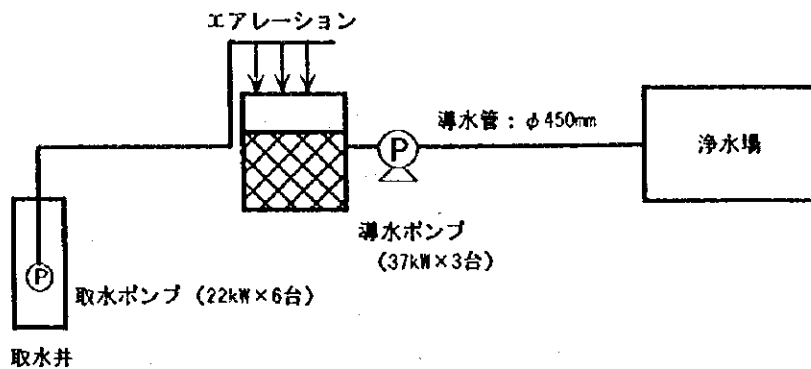


2 導水方式の比較検討

原水水質は侵食性遊離炭酸を含み、また導水管路が約 20km あることから、以下の導水方式を比較検討した。比較表を次頁以降に示す。

第1案

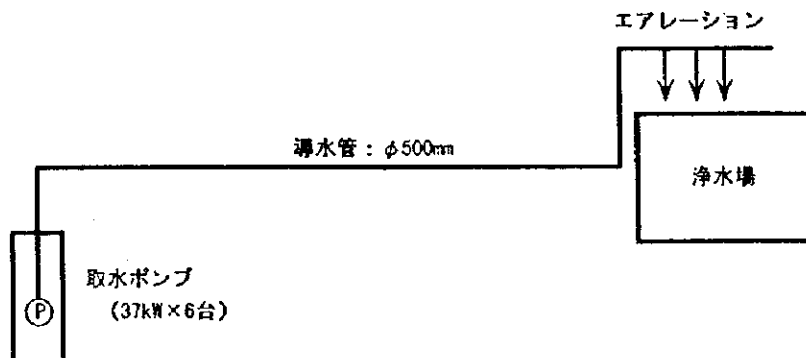
中継ポンプ場でエアレーションし、侵食性遊離炭酸を排除した後、浄水場(沈殿池)まで導水する。



井戸ポンプ容量/台数: 22kW×5台+1台予備
中継ポンプ容量/台数: 37kW×2台+1台予備
導水管: 450mm

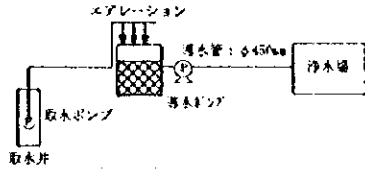
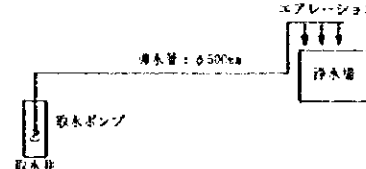
第2案

井戸ポンプで浄水場(エアレーション設備: +15.0m)まで直送する。



井戸ポンプ容量/台数: 37kW×5台+1台予備
導水管: 500mm

取水・導水方式の検討

項目	第1案	第2案
システム	<p>取水後、導水ポンプ場で原水をエアレーションし、導水ポンプにて浄水場へ送水する。</p> 	<p>取水後、井戸ポンプにより原水を浄水場へ直送し、浄水場でエアレーションする。</p> 
原水水质特性	<p>施設能力 :10,200 m³/d 原水水质種 :地下水(カムジャン地区) pH :5.5~6.0 遊離炭酸 :80~120 mg/l Fe :40~50 mg/l Mn :1.5~2.5 mg/l NH₄ :1.5~3.5 mg/l HSiO₃ :35~45 mg/l Cl :<200mg/l</p>	<p>同 左</p>
原水中の遊離炭酸及び鉄分の処理原理	<p>原水中の遊離炭酸を導水ポンプ場内のエアレーション施設により除去し、pH 値を弱酸性から中性まで上昇させ、かつ Fe 分の酸化を同時反応させた後、浄水場へ圧送する。遊離炭酸除去時、原水中の Fe が酸化され、生成した水酸化鉄と SiO₂ が反応し、白濁したフロック/スケールが発生する。</p>	<p>原水中の遊離炭酸の除去と、Fe 分の酸化を浄水場内のエアレーション施設で同時処理し、後段の沈殿池やろ過器で捕捉し易い状態にする。</p>
施設の主仕様	<p>1 井戸数 :6 本 2 井戸ポンプ :1.4m³/m x 50m 3 取水管最大径 :φ450mm 同 延長距離 :2,810m 4 エアレーション :1 式 5 導水ポンプ場 :1 式 6 導水管径 :φ450 mm 同 延長距離 :14,500m 7 浄水施設 :1 式 8 配水施設 :1 式</p>	<p>1 井戸数 :6 本 2 井戸ポンプ :1.4m³/m x 80m 3 取水管最大径 :φ500mm 同 延長距離 :3,130m 4 エアレーション :浄水場に設置 5 導水ポンプ場 :なし 6 導水管径 :φ500 mm 同 延長距離 :17,180m 7 浄水施設(エアレーション含む):1 式 8 配水施設 :1 式</p>
施設の運転・維持管理性	<p>1 下記設備でのフロック/スケール除去が必要。 a.エアレーション下部水槽 b.導水ポンプ本体と付帯バルブ c.導水管 2 導水ポンプ場の運転・維持管理がプラスされる。 3 導水ポンプ場での常駐運転・維持管理が必要。</p>	<p>1 導水管でのフロック/スケール発生は、ほぼ無いので除去作業不要。 2 導水ポンプ場を設置しないので、その維持管理は不要。 3 導水ポンプ場の代りに、井戸(1ヶ所)での常駐運転・維持管理が必要。</p>

項目	第1案	第2案
コスト比較 I.建設費 (単位:百万円)	1 水源施設 1)井戸施設(22kW) 土 0 2)取水管(450mm) 土 0 2 導水施設 1)導水ポンプ場 土 0 2)導水管(450mm) 土 0 3 浄水施設 土 0 4 配水施設 土 0 合計 土 0	1 水源施設 1)井戸施設(37kW) + 11 2)取水管(500mm) + 9 2 導水施設 1)導水ポンプ場(なし) - 56 2)導水管(500mm) + 78 3 浄水施設 + 0 4 配水施設 土 0 合計 + 42
II.維持管理費 (年間) (単位:百万円)	1 人件費 土 0 2 動力費 土 0 3 水処理薬品費 土 0 4 汚泥処分費 土 0 5 修繕費 土 0 合計 土 0	1 人件費 - 4 2 動力費 土 0 3 水処理薬品費 土 0 4 汚泥処分費 - 3 5 修繕費 土 0 合計 - 7
利点	1 建設費が安価。 2 耐腐食施工は、取水施設の範囲だけで少なくて済む。	1 導水ポンプ場が不要なため、その維持管理が不要。 2 導水管に白濁したフロック/スケール等の異物が発生しにくいいため、維持管理が容易。 3 維持費が1案と比べ、年7百万円安価。 4 「ヴィ」国では、本方式での運転管理経験があり、技術レベルも充分である。
欠点	1 導水施設に白濁したフロック/スケールが発生し、導水管内への堆積・付着が予測される。 2 導水施設の維持管理負担が上記スケールの発生度合いに左右され、多くなる要素を有する。 3 導水施設からの引抜き汚水・汚泥の処分が必要。 4 井戸及び導水ポンプのウォーターハンマ対策が必要。 5 「ヴィ」国では、本方式での運転管理経験が無い。	1 建設費がやや高い。 2 耐腐食施工は、取水及び導水施設の両方に必要。 3 井戸ポンプの運転操作に注意を要する。(締切り運転防止) 4 井戸ポンプのウォーターハンマ対策が必要。 5 取水・導水管の口径が、井戸から浄水場へ長距離圧送するため、管での損失水頭を少なくする必要から、ワンスイズ大きくなる。
停電時の対応 (ウォーターハンマ対策)	1 井戸ポンプ ポンプ廻り及び取水管の要所に空気弁を設ける。復電後は、1台ずつ一定間隔で運転を再開し、管内空気を徐々に排気する。 2 導水ポンプ ポンプにフライホイールを設置する。	1 井戸ポンプ ポンプ廻り及び取水・導水管の要所に空気弁を設ける。復電後は、1台ずつ一定間隔で運転を再開し、管内空気を徐々に排気する。

総合評価

第一案に比べ第二案は、導水ポンプ場を必要としないが、導水管路の耐腐食施工範囲が多く、また導水管径を大きくする必要があることから、全体では建設費が大きくなる。一方、維持管理費については、導水ポンプ場での維持管理要員にかかる人件費ならびに汚泥(フロック/スケール)処分にかかる費用が不要となり、第二案の方が小さくなる。

取水ポンプの運転については、停電時にウォータハンマー対策として設けた空気弁から導水管内に導入される空気を排気するために、ポンプの運転再開を一台ずつ一定間隔で行う。第二案の場合、ポンプ揚程が大きく(80m)、吐出側でバルブを閉じたまま運転(締め切り運転)すると揚水管内圧力が過剰となるため、締め切り運転をしないなどの運転上の注意が必要である。

汚泥(フロック/スケール)除去については、第一案ではエアレーション後の着水井および導水管内(14.5km)のうち数カ所で、排泥・運搬・処分が必要となる。一方、第二案では浄水場でエアレーションを行うため、フロック/スケールは発生しにくい。

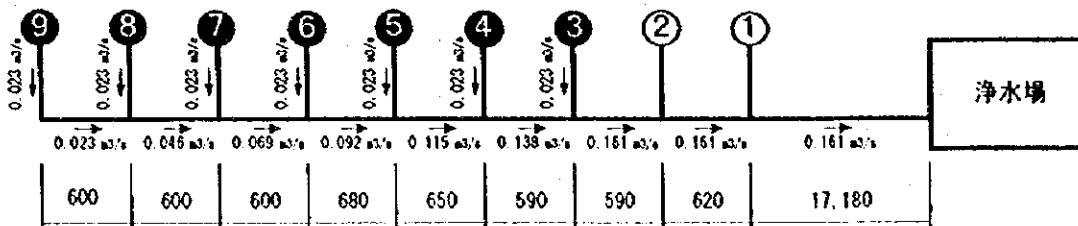
「ヴィ」国における水道施設の実績では、ほとんどが第二案の井戸ポンプ直送方式を採用しており、第一案の中継ポンプ方式の実績がない。ハイゾンでは、停電時の対応や締め切り運転防止などの諸注意を守って運転・維持管理を行う技術レベルを十分に有しており、導水方式としては、第二案が適切である。

3 水理計算/取水ポンプ揚程

(1) 導水管路の水理計算

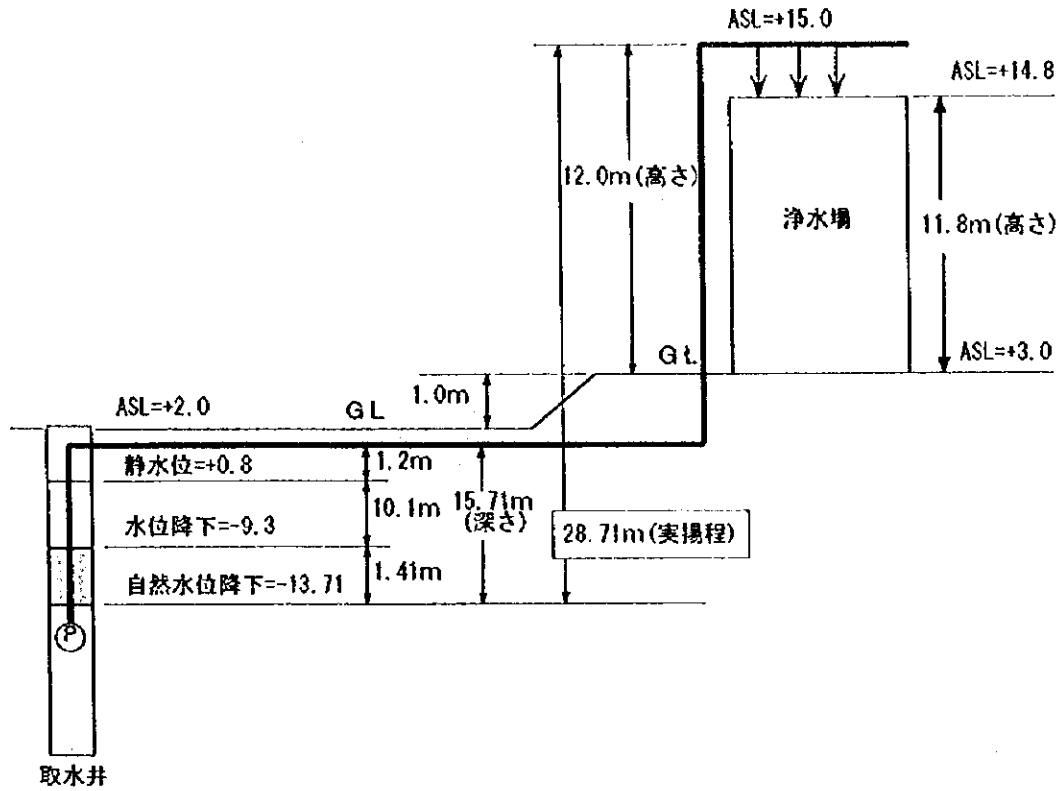
導水管路の水理計算は、取水ポンプ No.3--No.9 の 7 台運転した場合を条件に行った。管路の水理条件及び計算結果を以下に示す。

取水井 (No. 3-9、7台運転)



	Branch Pipe of Well	Well 9 - Well 8	Well 8 - Well 7	Well 7 - Well 6	Well 6 - Well 5	Well 5 - Well 4	Well 4 - Well 3	Well 3 - Well 2	Well 2 - Well 1	Well 1 - WTP
Flow Q(m ³ /sec)	0.023	0.023	0.046	0.069	0.092	0.115	0.138	0.161	0.161	0.161
Pipe Length L(m)	50	600	600	600	680	650	590	590	620	17,180
Pipe Diameter D(mm)	200	200	250	300	350	400	400	400	400	500
Coefficient C	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Velocity V(m/sec)	0.73	0.73	0.94	0.98	0.96	0.92	1.10	1.28	1.28	0.82
Hydraulic Gradient I(m/1000m)	3.59	3.59	4.36	3.80	3.05	2.41	3.37	4.49	4.49	1.51
Friction Loss h(m)	0.18	2.15	2.62	2.28	2.03	1.57	1.99	2.65	2.78	26.01
Accumulated Loss Σh(m)	0.18	2.33	4.95	7.23	9.31	10.87	12.86	15.51	18.29	44.31

(2) 実揚程計算



井戸	GLとの距離	ASL	実揚程	
井戸(1-9)原地盤高さ (GL well)	0.0m	ASL+2.0m	15.71m	28.71m
静水位	-1.2m	ASL+0.8m		
水位降下	-10.1m	ASL-9.3m		
自然水位降下	-4.41m	ASL-13.7m		
エアレーション設備			1m	
浄水場整地地盤 (GL WTP)	0.0m	ASL+3.0m	12m	
エアレーション高さ	12.0m	ASL+15.0m		

(3) ポンプ揚程計算

配管損失	44.31m	80m (ポンプ揚程)
実揚程	28.71m	
噴射圧	5.00m	
噴射管損失	1.00m	
弁類等損失	0.98m	

4 ウォーターハンマー解析

管内を流れる水の速度が急激に変化すると、水圧が激しい変化を生じ、この現象を水撃作用(ウォーターハンマー)という。

停電などの事故による送水中のポンプが急に駆動力を失った場合、ポンプの回転速度の低下によって吐出し能力を失い、送水管内圧力は急に低下する。管路内で負圧を生じる箇所では、負圧が約-10m まで下がると、管内の水がその点で蒸発し、空洞部が発生して水柱分離が生じる。また、水柱分離後ある時間が経過すると、上流側の水と下流側の水がぶつかりあい、異常に高い衝撃圧を生じる。

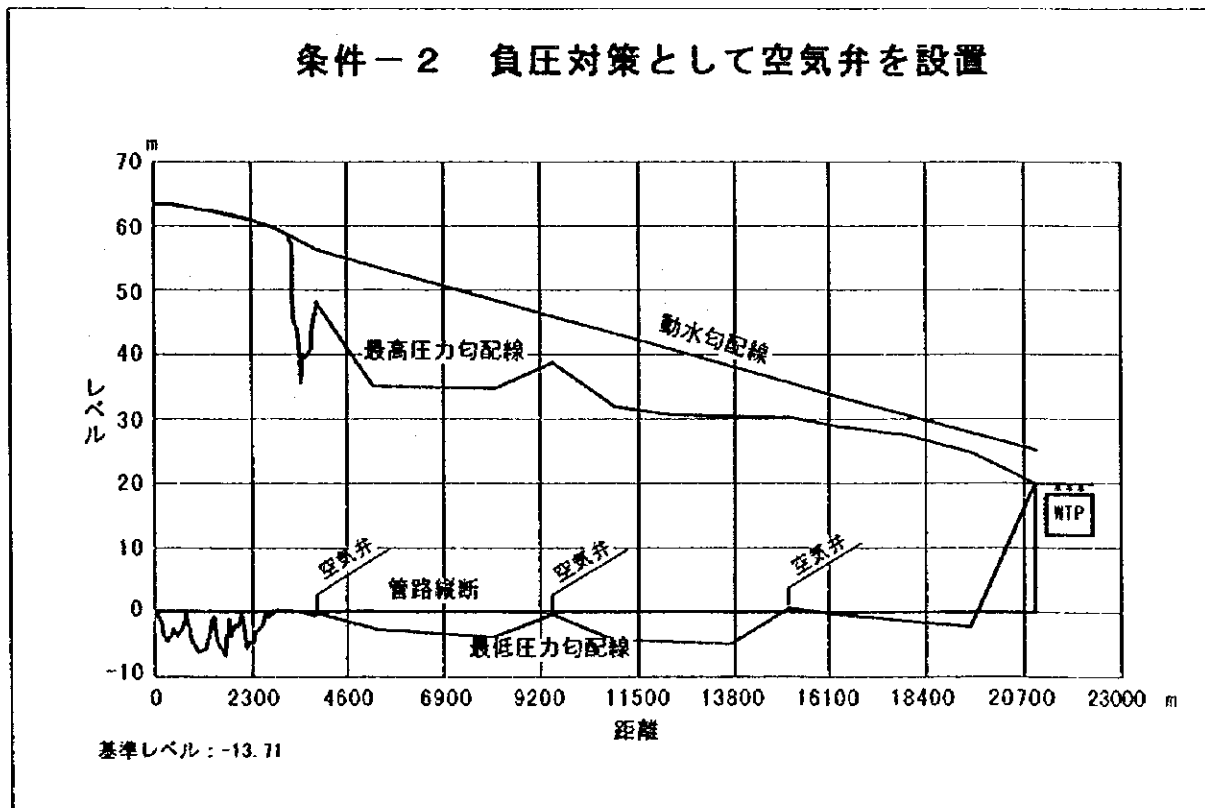
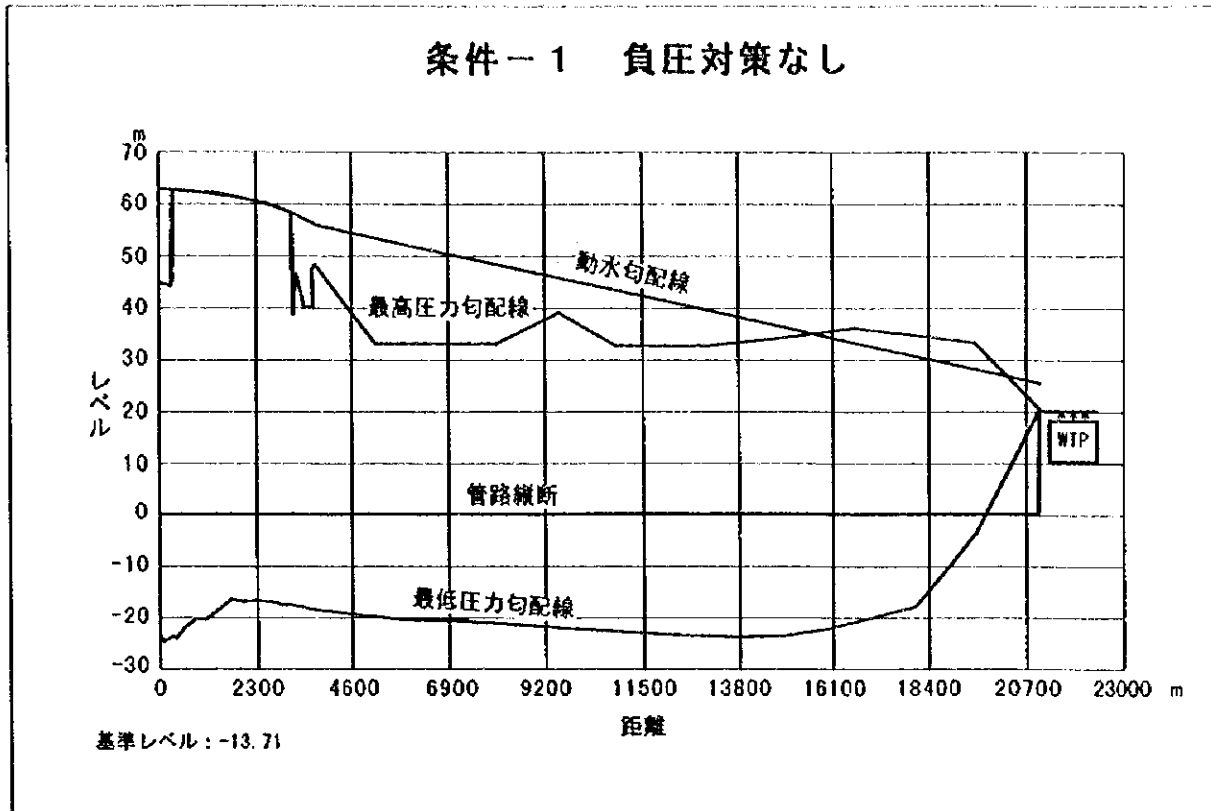
これらの現象により管路の破損事故を起こすことがあるので、対策を考えることが重要である。水撃作用を防止するための方法として、負圧防止のために、ポンプにフライホールを設置、管路にサージタンクを設置、空気弁を設置する方法がある。フライホールは水中ポンプに設置することができず、またポンプ揚程が 80m ほどあるためサージタンクの設置は困難である。したがって、負圧対策としては、管路内に空気弁を設置することが適当であると考えられる。

次頁にウォーターハンマー解析として、負圧対策をしない場合と管路に空気弁を設置した場合の結果を示す。解析の主要条件は以下の通り。

水理公式	Hazen-Williams 公式
導水管	ダクタイル鋳鉄管(管厚:K-9、C=110)
ポンプ揚程	全揚程:77m、実揚程:28.71m

解析結果より、負圧対策のない場合では最低圧力が-20m 以上におよび管路が破損するおそれがあるのに対し、空気弁を設置した場合では負圧が-5m 以内に抑えられることから、負圧による管路の破損のおそれはない。

ウォーターハンマー解析結果



添付資料－1 2 配水管網計算

添付資料-12 配水管網計算

1 基本条件

本計画は、浄水施設量 10,200m³/d の施設を建設するものであるが、配水管については、施設規模が 13,800m³/d まで拡張された場合でも配水管を更新せずに配水できるよう計画する。

配水管施設は水需要の時間最大水量から決定される。本計画および拡張時での施設容量計算は以下の通りである。

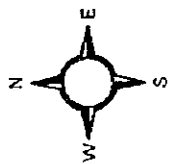
	本計画	拡張時
日最大浄水量	10,200 m ³ /d	13,800 m ³ /d
日最大配水量(浄水場内ロス:5%)	9,650 m ³ /d	13,000 m ³ /d
時間最大配水量(ピーク係数:1.35)	13,000 m ³ /d (150 lit/sec)	17,600 m ³ /d (204 lit/sec)

2 水需要モデルおよび解析結果

1998 年の現地踏査結果と 2000 年における各地区の計画給水人口より水需要モデルを定めた。策定した水需要モデルおよび解析結果を次頁以降に示す。管網解析の諸条件は下表の通り。

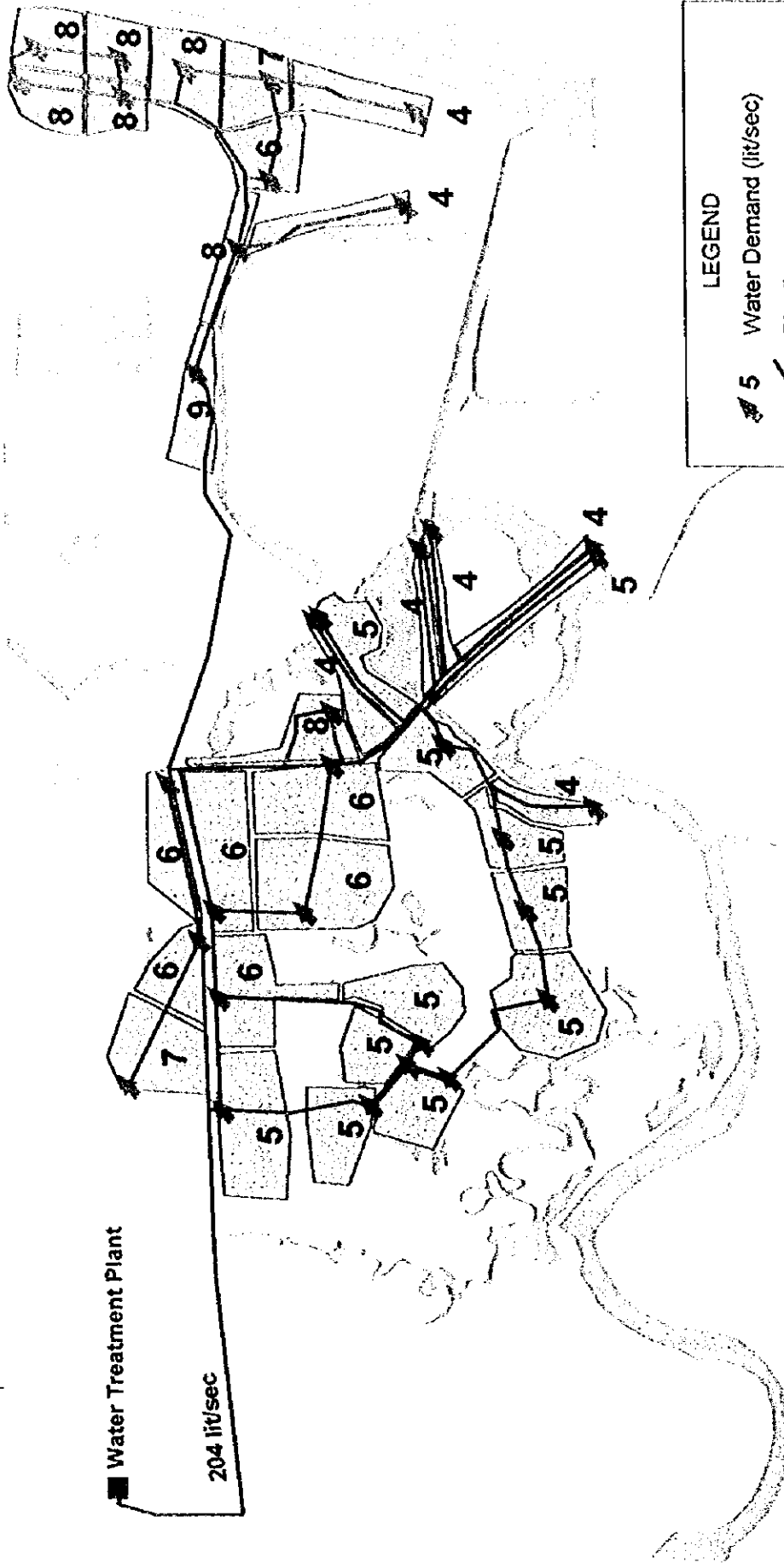
配水池低水位(LWL)	+1.0 m
配水ポンプ容量	68 lit/sec × 3 台 = 204 lit/sec
配水ポンプ揚程	全揚程:55m、実揚程:53m
水理公式	Hazen-Williams 公式
配水管	ダクタイル鋳鉄管(メイン管は C=130、支管は C=110 とする)
給水地区地形	平坦(+2.8 m)
分岐点残存水圧	15m (1.5 kgf/cm ²)以上
消火栓水量	扱わない

NETWORK MODEL (Hourly Peak Water Demand)






Water Treatment Plant

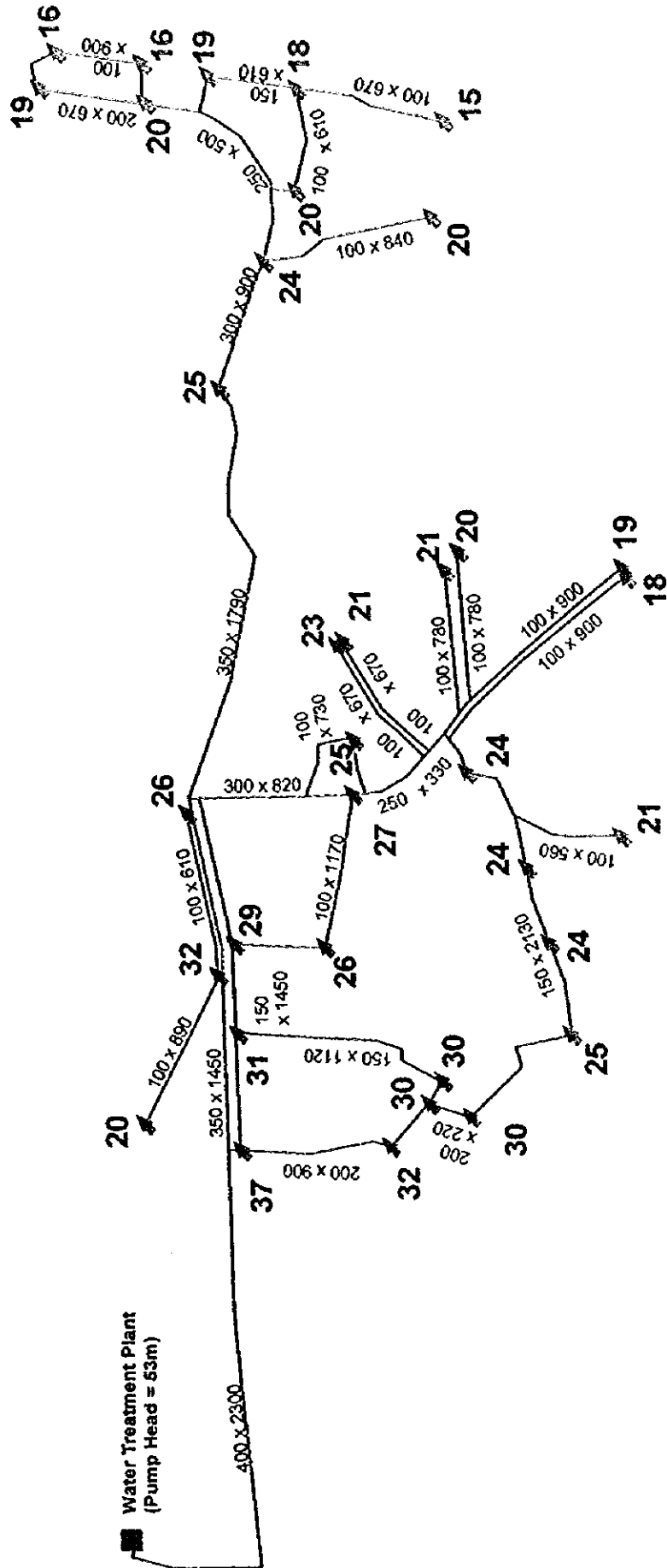
204 lit/sec



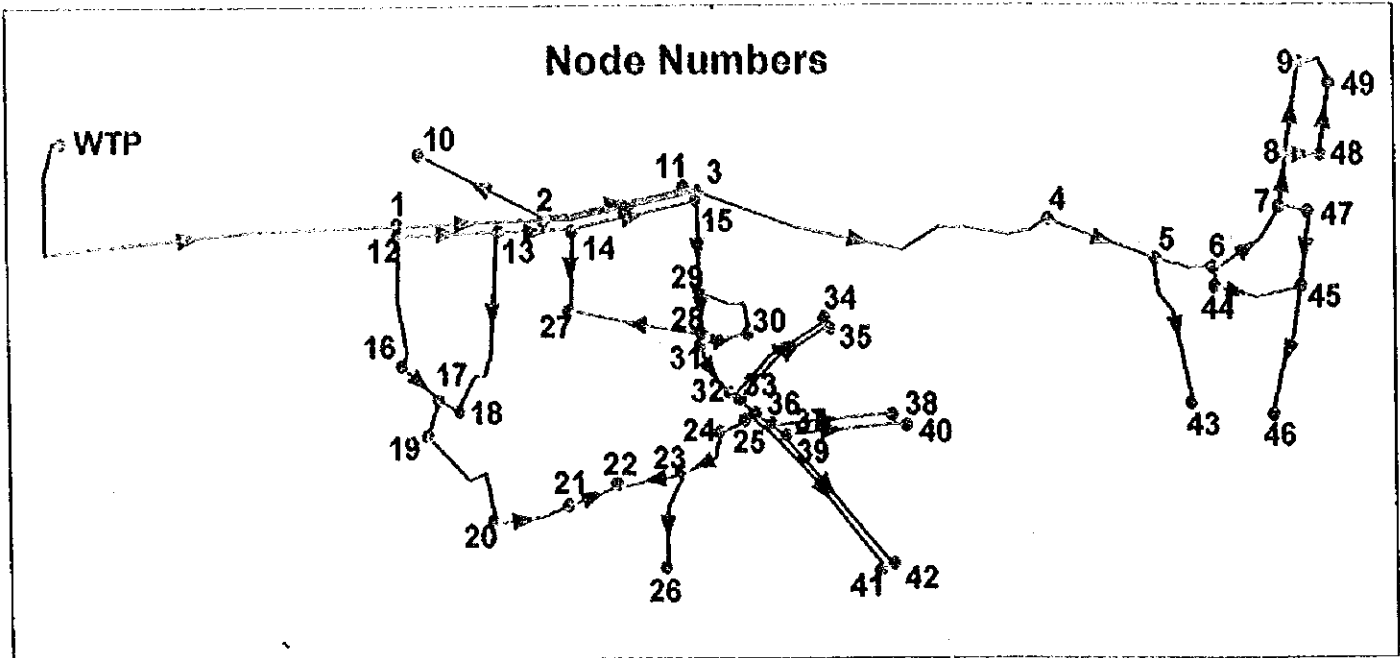
LEGEND

-  Water Demand (lit/sec)
-  Pipeline
-  Service Area to be Covered

NETWORK ANALYSIS RESULT (Water Pressure / Pipe Diameter x Length)



LEGEND	
18	Residual Pressure at Node (m)
150 x 600	Pipe Diameter (mm) x Pipe Length (m)



Hydraulic Calculation of Distribution Pipelines

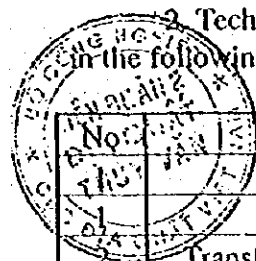
Pipeline	L Length (m)	D Diameter (mm)	C Coefficient	q Hourly Peak Flow (L/s)	V Velocity (m/s)	I Hydraulic Gradient (1/1000)	H Head Loss (m)	TH Total Head Loss (m)	DWL Dynamic Water Level (+m)	GL Ground Elevation (+m)	RP Residual Pressure (+m)
WTP									+54.00	+2.80	+51.20
WTP-1	2300	400	130	204.00	1.62	5.96	13.71	13.71	+40.29	+2.80	+37.49
1-2	840	350	130	146.83	1.53	6.22	5.22	18.93	+35.07	+2.80	+32.27
2-3	610	350	130	127.83	1.33	4.81	2.93	21.87	+32.13	+2.80	+29.33
3-4	1790	350	130	78.00	0.81	1.93	3.45	25.32	+28.68	+2.80	+25.88
4-5	560	300	130	69.00	0.98	3.26	1.83	27.15	+26.85	+2.80	+24.05
5-6	340	300	130	57.00	0.81	2.29	0.78	27.93	+26.07	+2.80	+23.27
6-7	500	250	130	47.45	0.97	3.96	1.98	29.91	+24.09	+2.80	+21.29
7-8	220	200	130	32.00	1.02	5.66	1.25	31.15	+22.85	+2.80	+20.05
8-9	450	200	130	15.08	0.48	1.41	0.63	31.79	+22.21	+2.80	+19.41
2-10	890	100	110	7.00	0.89	13.56	12.07	31.00	+23.00	+2.80	+20.20
2-11	610	100	110	6.00	0.76	10.19	6.22	25.15	+28.85	+2.80	+26.05
1-12	6	250	110	57.17	1.17	7.61	0.05	13.75	+40.25	+2.80	+37.45
12-13	500	150	110	19.74	1.12	12.81	6.41	20.16	+33.84	+2.80	+31.04
13-14	330	150	110	11.69	0.66	4.66	1.60	21.76	+32.24	+2.80	+29.44
3-15	6	300	110	49.83	0.71	2.43	0.01	21.88	+32.12	+2.80	+29.32
14-15	620	150	110	1.47	0.08	0.11	0.07	21.95	+32.05	+2.80	+29.25
12-16	870	200	110	32.42	1.03	7.90	5.29	19.05	+34.95	+2.80	+32.15
16-17	220	200	110	27.42	0.87	5.80	1.28	20.32	+33.68	+2.80	+30.88
13-18	1010	150	110	2.05	0.12	0.19	0.19	20.35	+33.65	+2.80	+30.85
17-18	110	150	110	2.95	0.17	0.38	0.04	20.36	+33.64	+2.80	+30.84
17-19	220	200	110	19.48	0.62	3.08	0.68	21.00	+33.00	+2.80	+30.20
19-20	670	150	110	14.48	0.82	7.22	4.84	25.84	+28.16	+2.80	+25.36
20-21	340	150	110	9.48	0.54	3.30	1.12	26.96	+27.04	+2.80	+24.24
21-22	220	150	110	4.48	0.25	0.82	0.18	27.14	+26.86	+2.80	+24.06
22-23	340	150	110	0.52	0.03	0.02	0.01	27.15	+26.85	+2.80	+24.05
23-24	340	150	110	-4.52	0.26	-0.84	-0.29	26.86	+27.14	+2.80	+24.34
24-25	220	150	110	-9.52	0.54	-3.33	-0.73	26.13	+27.87	+2.80	+25.07
23-26	560	100	110	4.00	0.51	4.81	2.69	29.84	+24.16	+2.80	+21.36
14-27	500	100	110	4.22	0.54	5.31	2.66	24.42	+29.58	+2.80	+26.78
27-28	670	100	110	-1.78	0.23	-1.08	-0.72	23.69	+30.31	+2.80	+27.51
28-29	200	300	110	-47.47	0.67	-2.22	-0.44	23.25	+30.75	+2.80	+27.95
15-29	560	300	110	51.31	0.73	2.66	1.43	23.38	+30.62	+2.80	+27.82
29-30	450	100	110	3.83	0.49	4.45	2.00	25.39	+28.61	+2.80	+25.81
28-31	60	300	110	89.69	0.56	1.59	0.10	23.79	+30.21	+2.80	+27.41
30-31	280	100	110	-4.17	0.53	-5.19	-1.45	23.93	+30.07	+2.80	+27.27
31-32	330	250	110	35.52	0.72	3.16	1.04	24.98	+29.02	+2.80	+26.22
32-34	670	100	110	4.00	0.51	4.81	3.22	28.20	+25.80	+2.80	+23.00
33-35	670	100	110	5.00	0.64	7.27	4.87	29.85	+24.15	+2.80	+21.35
37-38	780	100	110	4.00	0.51	4.81	3.75	29.88	+24.12	+2.80	+21.32
33-39	220	200	110	26.52	0.84	5.45	1.20	27.33	+26.67	+2.80	+23.87
39-40	780	100	110	4.00	0.51	4.81	3.75	31.08	+22.92	+2.80	+20.12
33-41	900	100	110	5.00	0.64	7.27	6.54	32.67	+21.33	+2.80	+18.53
39-42	900	100	110	4.00	0.51	4.81	4.33	31.66	+22.34	+2.80	+19.54
5-43	840	100	110	4.00	0.51	4.81	4.04	31.19	+22.81	+2.80	+20.01
6-44	110	100	110	9.55	1.22	24.09	2.65	30.58	+23.42	+2.80	+20.62
44-45	500	100	110	3.55	0.45	3.86	1.93	32.51	+21.49	+2.80	+18.69
45-46	670	100	110	4.00	0.51	4.81	3.22	35.73	+18.27	+2.80	+15.47
45-47	350	150	110	-7.45	0.42	-2.11	-0.82	31.68	+22.32	+2.80	+19.52
7-47	220	150	110	15.45	0.87	8.14	1.79	31.70	+22.30	+2.80	+19.50
8-48	170	100	110	8.92	1.14	21.24	3.61	34.76	+19.24	+2.80	+16.44
48-49	500	100	110	0.92	0.12	0.32	0.16	34.92	+19.08	+2.80	+16.28
9-49	230	100	110	7.08	0.90	13.83	3.18	34.97	+19.03	+2.80	+16.23

添付資料－13 ヴィエトナム国飲料水基準

VIETNAMESE STANDARD FOR DRINKING WATER

1. This standard is used for the taken drinking water directly from supply sources.

2. Technical requires and the test methods for drinking water have been presented in the following table



No.	Properties	Limitation value	Remarks
2	3	4	
	Temperature, °C		
	Transference (according to the Dieneret method)	>100cm	
3	Turbidity, mg/l	≤1.5	
4	Color, Cobalt	5	
5	Odor, taste is determined by sense at 20°C, 60°C	No notice	
6	Solid silt content, mg/l	≤ 10	
7	Dissolved silt content, mg/l	≤ 500	
8	Total dissolved silt content dried at 110°C, mg/l	≤ 1000	
9	pH value, in range	6-8.5	
10	Total hardness (as CaCO ₃) mg/l	≤ 300	
11	Oxidation, mg/l	≤ 2	
12	Dissolved oxygen content, mg/l	≤ 8	
13	Chloride content, mg/l	≤ 300	
14	Cl content, mg/l	≤ 0.3	
15	NO ₂ content, mg/l	≤ 0.1	
16	Nitrate content, mg/l	≤ 5.0	According to us: as nitrogen.
17	Ammonia content, mg/l	≤ 3	
18	Sulfate content, mg/l	≤ 250	
19	Phosphate content, mg/l	≤ 2.5	
20	Calcium content, mg/l	≤ 75	
21	Magnesium, mg/l	≤ 50	
22	Silic content, mg/l	≤10	
23	Fluoride content, mg/l in a range	1.5-0.7	
24	Aluminum content, mg/l	≤ 0.2	
25	Maganese content, mg/l	≤ 0.1	
26	Total iron content, mg/l	≤ 0.3	
27	Copper content, mg/l	≤ 0.1	
28	Lead content, mg/l	≤ 0.1	
29	Zinc content, mg/l	≤ 0	
30	Nickel content, mg/l	≤ 0.01	
31	Mercury content, mg/l	≤ 0.01	
32	Chromium content, mg/l	≤ 0.05	
33	Arsenic content, mg/l	≤ 0.05	



	2	3	4
	Cyanide content, mg/l	≤ 0.05	
	H ₂ S content, mg/l	Not detectable	
	Matter of surface activity, mg/l	≤ 0.5	
37	Phenol and phenolic resins	Not detectable	
38	Chloride pesticide - organic	Not detectable	
39	Potassium Pesticide - organic	Not detectable	
40	Gross α activity, Pci/l	≤ 3	
41	Gross β activity, Pci/l	≤ 30	
42	Aerobic bacterium, MPN/l ml	200	
43	Total C. perfreingens, MPN/100ml	Not detectable	
44	Total Coliform, MPN100 ml	Not detectable	
45	Fecal coliform, MPN/100 ml	Not detectable	

JICA