

#### 4.3.2 事業計画

##### (1) 計画給水区域

計画対象地域は、ハノイ市の東部、ザーラム地区である。この地区は、ハノイ市の商工業ならびに交通ターミナルの拠点としてその社会、経済上の重要は増々高まりつつある。

ハノイ市土地利用計画局 (Planning Institute) はハノイ市西部と計画対象地域であるザーラム地区につき土地利用計画を策定し、1993年に市、並びに中央政府の承認を得た。

ハノイ市西部の水道整備計画は、この土地利用計画に基づいて策定され、現在実施中である。

ザーラム地区においても、同様の土地利用計画に基づいて計画目標年次2010年のザーラム水道整備マスタープランがハノイ市により策定された。

上記マスタープランにも、土地利用計画に含まれている計画地区の周辺で、人口密度の多い地域の水需要を見込んでいるが、具体的な地域の明示がない。この周辺の人口稠密地区は農村であったものに、市街地化した地域が拡張、接近していったもので、現在では市街地に隣接したものである。これら周辺部人口稠密地区は近い将来、市街地周辺の住宅地となろう。したがって、本計画においても、現地調査結果に基づいて、総面積343haの14ヶ村を計画対象地域に含めた。

計画給水地域は下に示すように、土地利用計画地区の845haと周辺の人口稠密地区の343haの合計1,188haである。(表3.2、図3.2)

計画給水区域

地区名	土地利用計画区 (ha)	周辺人口稠密区 (ha)
ゴクチュイ	61.0	5.5
ザーラム	188.0	85.5
ドグチャン	300.0	140.0
サイドン	296.0	112.0
合計	845.0	343.0

## (2) 水需要予測

### 1) 水需要の区分

水需要の区分は、ヴェトナムでは下記の4区分が使用されている。

1. 家庭用水
2. 公共用水
  - ・ 事務所、学校等
  - ・ ホテル、病院、飲食店等
  - ・ 小規模工場、商店その他業務
3. 工場用水
4. 漏水およびその他用水

### 2) 家庭用水

ハノイ市の水道整備計画一環として、受益者に対するアンケート調査が1992年に行なわれた。これによると1人1日の水消費量には著しい幅があり、100l/人/日～400l/人/日という結果が得られた。水道料金が定額制であり、また、水圧が低いため、蛇口が開けっ放しである場合が多く、大きい水消費は無駄水によるものと考えられている。

ヴェトナムでの家庭用水の消費量は建設省の品質管理局により定められた設計基準により下記の表に示されたものを目途とする事となっている。

家庭用水消費量

利用形態	消費量 l/人/日
1. 共同水栓	40～60
2. 庭先水栓	80～100
3. 屋内水栓、都市下水直結	120～150
4. 3.+水洗便所+風呂	150～200
5. 4.+温水器	200～300

東南アジアの大都市の例は下表に示すとおりである。

都 市	目 標 年 次		
	1988年 (l/人/日)	2000年 (l/人/日)	2010年 (l/人/日)
ラングーン	—	—	1 2 5
ビエンチャン	1 6 0	2 2 5	—
クアラルンプール	—	—	2 2 0
コロンボ	—	—	2 4 0
マニラ	2 0 0	2 5 0	—
ジャカルタ	1 5 0	—	2 2 0
サイゴン	2 2 0	2 5 0	—

本計画地域の市街地の居住形態は上記表の4.と5.に相当するものと考えられる。したがって、ハノイ市水道整備計画に使用されている水消費量を本計画にも適用するものとする。

#### ハノイ市家庭用水消費量

	1990年	2000年	2010年
消費量 (l/人/日)	7 0	1 5 0	1 8 0

ハノイ市の人口は1960年には913,000人であったが、1991年には2,095,000人となっている。ハノイ市全体の人口動態をみると、1960年と1970年代後半に増加がみられる。

#### ハノイ市の人口推移

年	人 口 1,000人	自然増 %	社会増 %
1 9 6 0	9 1 3	3.89	11.93
1 9 6 5	1,061	2.36	2.65
1 9 7 0	1,187	2.74	2.27
1 9 7 9	1,732	—	—
1 9 8 0	—	2.26	—
1 9 8 5	1,826	1.50	0.88
1 9 9 0	2,052	1.51	2.36
1 9 9 1	2,095	1.73	2.24

人口の自然増は、1960年は3.89%と大きな増加率を示すが、その後減少の傾向にあり、1970年では2.34%、1989年では2.26%、1991年では1.73%に減少している。この自然増加率の減少はさらに続き1995年には1.1%に、2010年では0.65%程度になるものと推定されている。これは政府による家族計画の奨励によるものである。一般的にハノイの市民は教育程度も高いため、文化水準も高く、子供の数も自ずと減少しているものと思われる。加うるに、高等教育を受けた年金生活者もハノイ市に集中しているため、自然増としての人口増加率はこのように小さな値となっているものと考えられる。

人口の社会増は1979年をピークに減少の傾向にある。これは、政府の施策の一環であるが、市場経済の導入に伴ない都市部での投資が増加すれば、人口の都市への流入は避けることはできない。1990年初めではハノイ市人口の社会増は2%程度である。土地利用計画局の計画ではこれを1.0%台に抑さえることとなっている。

一方、本計画地域のザーラム地区はハノイ市西部とは2本の橋で結ばれている。ザーラム地区には4つの市街地とその周辺の人口稠密地区とからなっている。本計画の計画給水区域はこれら4つの市街地の内、先に示した都市計画区域内である。これら4つの市街地区の現行行政区域毎の人口は表に示すとおりである。

人 口 (1,000人)

市街地名	面積	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
ゴクチュイ	854	8,691	7,729	7,799	7,815	7,939	11,272	11,465	11,469
増加率		-11.1%	0.9%	2.1%	1.6%	42%	1.7%	0.03%	
ザーラム	71	11,966	12,541	12,519	13,157	13,474	20,551	21,463	22,571
増加率			4.8%	-1.7%	5.1%	2.4%	52.5%	4.4%	5.2%
ドグヂャン	133	3,912	6,066	6,192	6,240	6,257	16,482	16,766	17,531
増加率			55.1%	2.1%	0.8%	0.3%	263%	1.7%	4.6%
サイドン	79	9,241	9,228	9,165	9,348	9,100	9,817	9,994	10,246
増加率		-0.1%	-0.7%	2.0%	-2.7%	7.9%	1.8%	2.5%	
合計	1,137	33,810	35,564	35,675	36,560	36,770	58,122	59,688	61,679
増加率		5.2%	0.3%	2.5%	0.6%	0.6%	2.7%	3.3%	

計画給水区にはほぼ相当する行政区域毎の人口は、1985年から1989年までは微増であったが、1990年に著しい増加がみられた。これはザーラムおよびドグチャンで工場および日用雑貨の集積地が相次いで建設されたことによるとされている。その後の人口の伸びは2～3%に落ち着いている。

ハノイ市土地利用計画局では急激な人口増は好ましくないとし、過去の平均的な人口の伸びを勘案し、西暦2010年までの人口増加率を自然増を1.02%、社会増を1.1%と推定している。

将来の家庭用水の需要の推定にあたっては、住宅地区と計画された地区毎に適正人口密度が考えられている。住宅地区で快適な居住環境の維持できる人口密度は300～400人/haとし、500人/haを限度としている。ハノイ市では市の北東部に人口稠密地区が発生し、水道、下水、排水、道路の改修が困難な地区もみられる。

同様にすでに本計画給水区域でもザーラムのブロックB3、B9、B21、ドグチャンのC10等では人口の集中が著しい。これら高密度が500人/haを越えるブロックは将来適正な人口密度レベルにまで下げる計画となっている。

以上の結果、図に示した住宅地の将来（2010年）の人口は表に示したように計画されている。

#### 計画居住地区および人口分布計画

##### ゴクチュイ

ブロック番号	計画面積 (ha)		計画人口 (人)		
	総面積	住宅地区	1992	2000	2010
A1	28.28	0.78	125	156	195
A2	12.04	10.84	155	1,028	2,120
A3	10.58	7.38	370	932	1,635
合計	50.90	19.00	650	2,116	3,950

計画居住地区および人口分布計画

ザーラム

ブロック番号	計画面積 (ha)		計画人口 (人)		
	総面積	住宅地区	1992	2000	2010
B 1	5.12	3.40	1,360	1,360	1,360
B 2	6.10	4.70	1,500	1,627	1,786
B 3	23.00	5.84	3,000	2,731	2,394
B 4	8.00	1.90	600	604	608
B 5	8.66	8.26	1,500	1,935	2,478
B 6	7.00	6.10	1,630	1,746	1,891
B 7	7.24	5.70	2,280	2,229	2,166
B 8	3.92	3.62	2,200	1,866	1,448
B 9	5.24	4.27	1,500	1,440	1,366
B 10	6.00	2.15	2,100	1,668	1,127
B 11	3.20	2.54	1,200	1,118	1,016
B 12	5.40	1.00	1,100	780	380
B 13	5.20	1.20	0	171	384
B 14	5.17	0.22	40	71	110
B 15	1.90	1.90	500	616	760
B 16	4.10	1.82	350	502	691
B 17	1.20	0.95	380	422	475
B 18	4.30	1.80	150	363	630
B 19	2.10	2.10	0	299	672
B 20	4.32	4.02	1,800	1,625	1,407
B 21	5.23	4.25	2,000	1,768	1,478
B 22	3.25	1.70	0	227	510
B 23	7.05	5.51	400	853	1,419
B 24	4.00	1.45	200	127	35
公園緑地					
合計	136.70	76.40	25,790	26,148	26,591

計画居住地区および人口分布計画

ドクチャン

ブロック番号	計画面積 (ha)		計画人口 (人)		
	総面積	住宅地区	1992	2000	2010
C1	7.60	0.00	0	0	0
C2	19.50	5.60	220	744	1,400
C3	16.00	8.60	1,875	2,321	2,879
C4	14.04	0.00	0	0	0
C5	3.00	0.00	0	0	0
C6	14.03	8.30	2,225	2,417	2,656
C7	29.89	0.00	320	178	0
C8	17.00	0.00	0	0	0
C9	5.60	5.60	480	1,013	1,680
C10	2.20	0.80	600	511	400
C11	3.70	2.40	600	760	960
C12	1.50	1.10	200	297	418
C13	4.45	3.20	900	1,040	1,216
C14	4.80	3.00	900	1,007	1,140
C15	2.00	0.20	50	72	100
C16	5.31	2.51	50	418	878
C17	8.20	7.10	2,272	2,272	2,272
C18	3.68	2.08	800	722	624
C19	6.50	1.70	0	0	0
C20	3.00	1.90	0	320	720
C21	7.50	5.26	0	795	1,788
C22	3.18	0.00	0	0	0
C23	13.00	5.90	2,084	1,895	1,652
C24	18.90	9.75	2,516	2,828	3,217
C25	23.42	0.00	858	477	0
合計	238.00	75.00	16,950	20,087	24,000

計画居住地区および人口分布計画

サイドン

ブロック番号	計画面積 (ha)		計画人口 (人)		
	総面積	住宅地区	1992	2000	2010
D 1	3.80	2.60	120	644	1,300
D 2	3.30	2.70	100	500	1,000
D 3	2.75	2.75	70	650	1,375
D 4	3.00	1.90	0	422	950
D 5	15.20	1.30	200	273	364
D 6	8.20	8.00	1,280	1,778	2,400
D 7	7.35	4.65	180	722	1,400
D 8	25.38	0.00	100	56	0
D 9	7.30	0.00	616	342	0
D 10	9.20	0.00	760	422	0
D 11	9.45	6.70	1,960	2,042	2,144
D 12	7.85	7.85	1,515	1,714	1,962
D 13	6.76	0.00	0	0	0
D 14	9.63	7.43	2,177	2,134	2,080
D 15	16.56	1.30	900	789	650
D 16	3.70	2.50	842	857	875
D 17	17.70	0.00	300	167	0
D 18	14.64	0.00	0	0	0
D 19	16.28	0.00	0	0	0
D 20	24.00	0.00	0	0	0
D 21	6.80	5.80	0	902	2,030
D 22	14.32	12.52	500	1,878	3,600
D 23	12.00	12.00	380	1,931	3,870
公園緑地	5.59	0.00			
合計	250.76	80.00	12,000	18,223	26,000



計画居住地区および人口分布計画

地区名	計画面積 (ha)		計画人口 (人)		
	総面積	住宅地区	1992	2000	2010
ゴクチュイ	51.00	19.00	650	2,117	3,950
ザーラム	137.00	76.40	25,790	26,146	27,000
ドクヂャン	238.00	75.00	16,950	20,083	24,000
サイドン	250.76	80.00	12,000	18,223	26,000
合計	676.76	250.40	55,390	66,569	80,950

3) 公共用水等

このカテゴリーの水利用は、商業、営業用水を含み、事務所、学校、ホテル、飲食店、病院、小規模工場、商店等が含まれる。ただし、都市化が進みつつある給水区域内の詳細な都市機能維持用水の推定は非常に困難であり、ハノイ市水道整備計画では、このカテゴリーに入る $1,000\text{m}^3$ /月の大口消費者の水道水使用状況から都市機能維持水量の平均値を推定し、これを水道整備計画に適用している。

人口1人当たり都市機能維持水量

1995	2000	2010
16 l/人/日	16 l/人/日	20 l/人/日

ザーラム水道マスタープランでも、ハノイ市と同様に事務所その他の都市機能維持用水の使用量は20 l/人/日程度に増加するものと推定している。

本計画でも同上の水使用量を適用するものとする。

4) 工場用水

ここでの工場用水は、工場内で家庭用水と同じ目的で使用される水量である。工業用水はそれぞれの工場で、独自の給水施設を有するが、水源となる地下水の鉄分が多く、各工場で飲用水に適する水質にまで処理するのが困難なため、従業員の日常の目的に使われる水は公共水道より供給されることとなっている。

本計画の給水地域の土地利用計画によると、220haが工場用地となっている。これは将来計画であり、各工場用地の業種、生産規模等の詳細は将来確定される事となっているため、工場用地での公共水道からの給水量は推定値による事となる。

ハノイ市の水道整備計画で工場用地での水消費に関するアンケート調査が行なわれた。これによると5,000m<sup>3</sup>/月以上の32ヶ所の工場の平均水利用量は45m<sup>3</sup>/日/haであった。これは工場内の漏水(28~50%)を含むものと推定される。

### 工場用地

地区名	工場用地 (ha)			
	1995	2000	2010	計画目標
ゴクチュイ	3	6	11	13
ザーラム	6	10	18	21
ドグチャン	18	34	59	69
サイドン	35	58	99	117
合計	63	108	187	220

また、ザーラム水道マスタープランでは、1995年の工場用家庭用水は45m<sup>3</sup>/日/haを採用しているが、将来の漏水の減少を見込んで、2000年は30m<sup>3</sup>/日/ha、2010年で35m<sup>3</sup>/日/haと推定している。また、工場誘地の進捗状況は、上記工場用予定地面積に対して1995年で30%、2000年で50%、2010年で85%と推定しているが、ほぼ妥当なものと考えられる。

### 5) 都市周辺人口稠密地区

本計画給水地区は市街地および工場用地を主体としたものであるが、計画給水区域に隣接した人口稠密地区がみられる。

元来これら計画給水区域に隣接した人口稠密地区は農村であったものであるが、市街地が農地へ拡張されるにつれ少しずつ都市化が始まったものである。将来は市街地化され、労働力の供給地となるものと考えられる。

これら計画給水区に隣接した人口稠密地域の内、本件の計画給水区に含める地区は下記のとおりである。(図3.2)

地区名	人口稠密地区	面積 ha
ゴクチュイ	ジアトン (Gia Thuong)	5.5
ザーラム	ジアカット (Gia Quat)	12.5
	ジアチュイ (Gia Thuy)	17.0
	ゴクラム (Ngoc Lam)	26.0
	ラムド (Lam Du)	30.0
ドグチャン	ベトフン (Viet Hung)	64.0
	チュオンカ (Thuong Cat)	25.0
	ドグチャン (Duc Giang)	12.0
	タンアン (Thanh Am)	14.0
	マイブ (Mai Phuc)	25.0
サイドン	ドン (Xon Dung)	8.0
	ソング (Thon Ngo)	35.0
	ロンビエン (Xon Lon Bien)	46.0
	ロンカイエ (Long Caie)	23.0
合計		343.0 ha

同上人口稠密地区の代表的な地区の人口増を過去の記録でみると下記のとおりである。

	面積 ha	1985年	1988年	1990年	1993年	2000年
ロンビエン	46	5,900人	6,100人	6,800人	6,900人	7,700人
ベトフン	64	5,600	5,600	6,300	6,600	7,300
ジアチュイ	25	4,000	4,500	5,200	5,500	6,100

したがって、平均人口密度は140人/haで平均人口増加率は1.4%程度となっている。

水の利用形態は、一般雑用水を家の近くの浅井戸に求め飲料水、料理用水等を都市水道から供給される共同水栓から得るものと考えられる。したがって、単位水消費量は60 l/人/日と設定する。

#### 6) 漏水およびその他の用水

ベトナムでは、水道施設の漏水が多い。これに浄水場で使用する水量（職員の日常用水および逆洗浄用水）等をも含めて、施設設計容量の40～50%を見込んでいる。

ハノイ市水道整備計画ではこれら漏水等の水量を将来に渡り減少させる計画を立て下記のように推定している。

年次	漏水率
1990	50%
2000	40%
2010	28%

また、ザーラム水道整備マスタープランでは、水道施設が新設されるものであることを勘案し、漏水その他の水用水としてハノイ市と同様に設計容量の28%と推定している。しかしながら、本件の水道施設は全く新たに建設される施設であるため、漏水は工事完了後に10%程度、その後毎年0.25%程度で増加し、工事後20年後に15%程度に達するものと考えられる。一方、浄水場内用水は水質および処理方法から逆洗用水その他を含み、処理水量の7%と計算できる。したがって、漏水およびその他の用水量としては下記のものを用いる。

$$\text{浄水場用水} = \text{処理水量} \times 0.07$$

$$\text{漏水} = \text{給水量} \times (0.10 + 0.0025 \times \text{経過年数})$$

#### 7) 将来の水需要

以上の結果2000年における1日平均需要は、下記に示したとおりである。詳細は表4.1、2、および図4.1に示したとおりである。

水需要予測 (日平均量 単位m<sup>3</sup>/日)

	1995年	2000年	2010年
家庭用水			
市街地区	6,647	9,986	20,509
周辺地区	2,868	3,293	3,784
工場用水	1,980	3,304	6,545
公共用水	1,667	2,178	3,500
合計	13,162	18,761	34,338

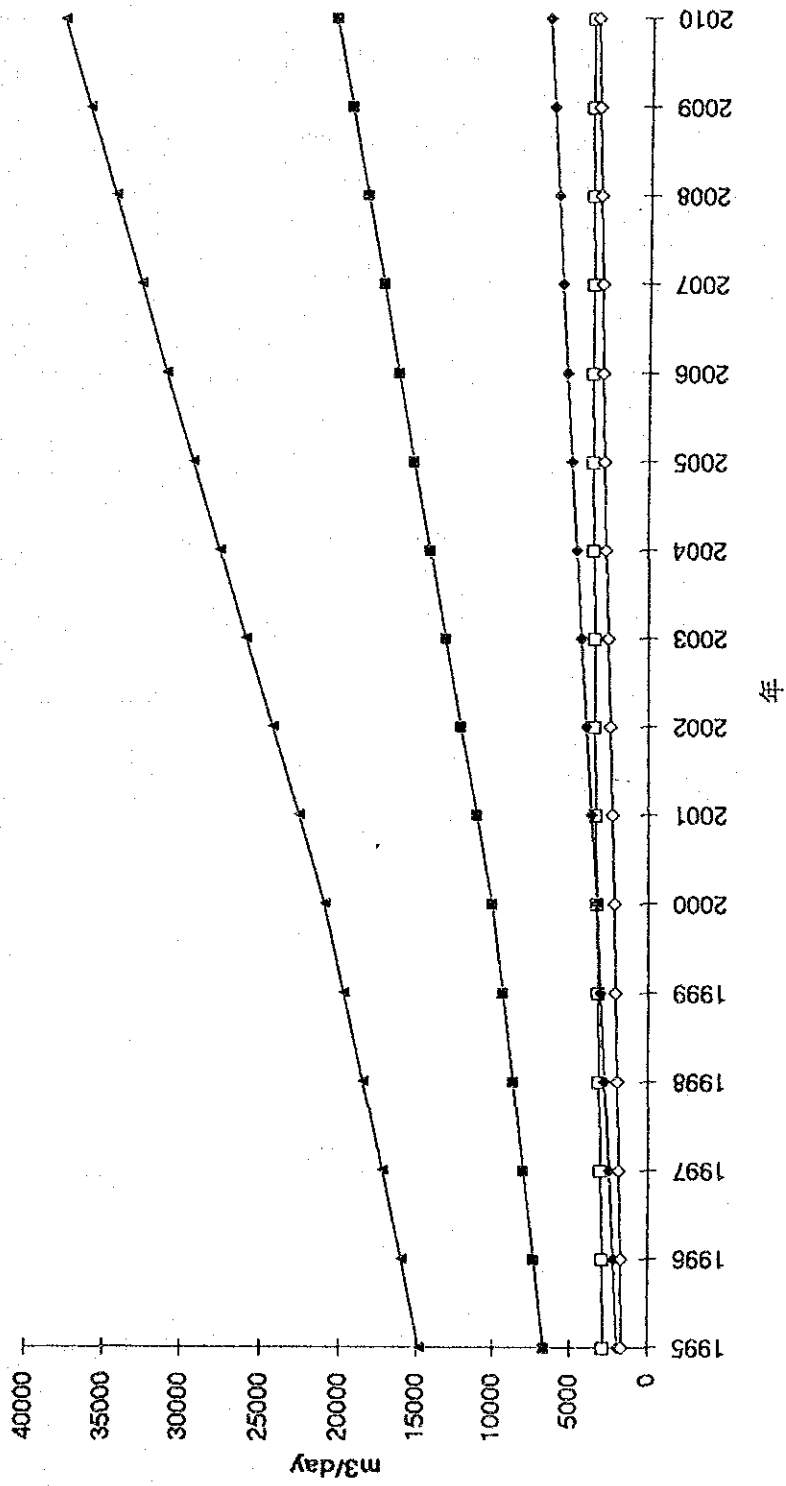


图 4.2 水需要予测

表 4.1 土地利用別水需要 2000年 (1)

(m<sup>3</sup>/day)

NGOC THUY

Block No.	Population			Domestic		Public Use 16 l/cap/day	Cleaning 10 l/cap/day	Irrigation 20 m <sup>3</sup> /ha, 40%	Total m <sup>3</sup> /day
	1992	2000	2010	Residential 150 l/day	Industry 30m <sup>3</sup> /ha* 50%				
A1	125	156	195	23	195	2	2	0	222
A2	155	1028	2120	154	0	16	10	0	181
A3	370	932	1635	140	0	15	9	0	164
Total	650	2116	3950	317	195	34	21	0	567

GIA LAM

B1	1,360	1,360	1,360	204	0	22	14	0	239
B2	1,500	1,627	1,786	244	0	26	16	9	295
B3	3,000	2,731	2,394	410	0	44	27	16	497
B4	600	604	608	91	300	10	6	0	406
B5	1,500	1,935	2,478	290	0	31	19	0	341
B6	1,630	1,746	1,891	262	0	28	17	0	307
B7	2,280	2,229	2,166	334	11	36	22	0	403
B8	2,200	1,868	1,448	280	0	30	19	0	329
B9	1,500	1,440	1,366	216	0	23	14	0	253
B10	2,100	1,668	1,127	250	0	27	17	0	294
B11	1,200	1,118	1,016	168	0	18	11	0	197
B12	1,100	780	380	117	0	12	8	28	165
B13	0	171	384	26	0	3	2	10	40
B14	40	71	110	11	5	1	1	29	46
B15	500	616	760	92	0	10	6	0	108
B16	350	502	691	75	0	8	5	0	88
B17	380	422	475	63	0	7	4	0	74
B18	150	363	630	54	0	6	4	0	64
B19	0	299	672	45	0	5	3	0	53
B20	1,800	1,625	1,407	244	0	26	16	0	286
B21	2,000	1,768	1,478	265	0	28	18	0	311
B22	0	227	510	34	0	4	2	9	49
B23	400	853	1,418	128	0	14	9	6	156
B24	200	127	435	19	0	2	1	4	26
Total	25,790	26,150	26,990	3,923	316	418	262	112	5,030

表 4.1 土地利用別水需要 2000 年 (2)

DUC GIANG

Block No.	Popuoation			Domestic		Public Use 16 l/cap/day	Cleaning 10 l/cap/day	irrigation 20 m3/ha	Total m3/day
	1992	2000	2010	Residential 150 l/day	Industry 30m3/ha* 50%				
C1	0	0	0	0	114	0	0	0	114
C2	220	744	1,400	112	148	12	7	10	289
C3	1,875	2,321	2,879	348	0	37	23	36	444
C4	0	0	0	0	68	0	0	0	68
C5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C6	2,225	2,417	2,656	363	50	39	24	4	479
C7	320	178	0	27	240	3	2	0	271
C8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C9	480	1,013	1,680	152	0	16	10	0	178
C10	600	511	400	77	0	8	5	3	93
C11	600	760	960	114	0	12	8	8	142
C12	200	297	418	45	0	5	3	3	55
C13	900	1,040	1,216	156	0	17	10	10	193
C14	900	1,007	1,140	151	0	16	10	14	191
C15	50	72	100	11	0	1	1	0	13
C16	50	418	878	63	21	7	4	0	95
C17	2,272	2,272	2,272	341	0	36	23	2	402
C18	800	722	624	108	0	12	7	0	127
C19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C20	0	320	720	48	0	5	3	0	56
C21	0	795	1,788	119	0	13	8	10	150
C22	0	0	0	0	0	0	0	25	25
C23	2,084	1,892	1,652	284	35	30	19	0	368
C24	2,516	2,828	3,217	424	21	45	28	57	576
C25	858	477	0	72	339	8	5	0	423
Total	16,950	20,084	24,000	3,013	1,036	321	201	182	4,753

表 4.1 土地利用別水需要 2000 年 (3)

SAI DONG									
Block No.	Population			Domestic		Public Use	Cleaning	Irrigation	Total
	1992	2000	2010	Residential	Industry				
				150 l/day	30m <sup>3</sup> /ha* 50%	16 l/cap/day	10 l/cap/day	20 m <sup>3</sup> /ha, 40%	m <sup>3</sup> /day
D1	120	644	1,300	97	0	10	6	0	113
D2	100	500	1,000	75	0	8	5	0	88
D3	70	650	1,375	98	0	10	7	0	114
D4	0	422	950	63	0	7	4	0	74
D5	200	273	364	41	0	4	3	0	48
D6	1,280	1,778	2,400	267	0	28	18	0	313
D7	180	722	1,400	108	0	12	7	0	127
D8	100	56	0	8	345	1	1	0	355
D9	616	342	0	51	65	5	3	16	141
D10	760	422	0	63	107	7	4	0	181
D11	1,960	2,042	2,144	306	0	33	20	0	359
D12	1,515	1,714	1,962	257	0	27	17	0	302
D13	0	0	0	0	51	0	0	16	67
D14	2,177	2,134	2,080	320	15	34	21	11	402
D15	900	789	650	118	184	13	8	0	323
D16	842	857	875	129	0	14	9	10	161
D17	300	167	0	25	224	3	2	22	275
D18	0	0	0	0	190	0	0	16	206
D19	0	0	0	0	216	0	0	15	231
D20	0	0	0	0	360	0	0	0	360
D21	0	902	2,030	135	0	14	9	0	159
D22	500	1,878	3,600	282	0	30	19	2	333
D23	380	1,931	3,870	290	0	31	19	45	385
Total	12,000	18,223	26,000	2,733	1,757	292	182	153	5,117



表 4.1 土地利用別水需要 2000 年 (4)

SUMMARY

Block No.	Population			Domestic		Public Use	Cleaning	Irrigation	Total
	1992	2000	2010	Residential	Industry				
				150 l/day	30m <sup>3</sup> /ha* 50%	16 l/cap/day	10 l/cap/day	20 m <sup>3</sup> /ha, 40%	m <sup>3</sup> /day
Ngoc Thuy	650	2116	3950	317	195	34	21	0	567
Gia Lam	25,790	26,150	26,990	3,923	316	418	262	112	5,030
Duc Giang	16,950	20,084	24,000	3,013	1,036	321	201	182	4,753
Sai Dong	12,000	18,223	26,000	2,733	1,757	292	182	153	5,117
Total	55,390	66,573	80,940	9,986	3,304	1,065	666	447	15,468
A1	Gia Thuong	6	880	53					
B1	Gia Quat	13	2,000	120					
B2	Gia Thuy	17	2,720	163					
B3	Ngoc Lan	26	4,160	250					
B4	Lam Du	30	4,800	288					
C1	Viet Hung	64	10,240	614					
C2	Thuong C	25	4,000	240					
C3	Duc Duan	12	1,920	115					
C4	Thanh An	14	2,240	134					
C5	Mai Phut	25	4,000	240					
D2	Xon Dang	8	1,280	77					
D3	Thon Ngo	35	5,600	336					
D4	Xon Long	46	7,360	442					
D5	Ong Cae	23	3,680	221					
Total		343	54,880	3,293					
G. Total		121,453		13,279	3,304	1,065	666	447	18,761

表 4.2 土地利用別水需要 2010 年 (1)

NGOC THUY

Block No.	Popuoation			Domestic		Public Use	Cleaning	Irrigation	Total
	1992	2000	2010	Residential 180 l/day	Industry 35m <sup>3</sup> /ha* 85%	20 l/cap/day	10 l/cap/day	20 m <sup>3</sup> /ha.80%	m <sup>3</sup> /day
A1	125	156	195	35	387	4	2	0	428
A2	155	1028	2120	382	0	42	21	0	445
A3	370	932	1635	294	0	33	16	0	343
Total	650	2116	3950	711	387	79	40	0	1,217
<b>Gia Lam</b>									
B1	1,360	1,360	1,360	245	0	27	14	0	286
B2	1,500	1,627	1,786	321	0	36	18	18	393
B3	3,000	2,731	2,394	431	0	48	24	32	535
B4	600	604	608	109	595	12	6	0	723
B5	1,500	1,935	2,478	446	0	50	25	0	520
B6	1,630	1,746	1,891	340	0	38	19	0	397
B7	2,280	2,229	2,166	390	21	43	22	0	476
B8	2,200	1,868	1,448	261	0	29	14	0	304
B9	1,500	1,440	1,366	246	0	27	14	0	287
B10	2,100	1,668	1,127	203	0	23	11	0	237
B11	1,200	1,118	1,016	183	0	20	10	0	213
B12	1,100	780	380	68	0	8	4	56	136
B13	0	171	384	69	0	8	4	19	100
B14	40	71	110	20	9	2	1	58	90
B15	500	616	760	137	0	15	8	0	160
B16	350	502	691	124	0	14	7	0	145
B17	380	422	475	86	0	10	5	0	100
B18	150	363	630	113	0	13	6	0	132
B19	0	299	672	121	0	13	7	0	141
B20	1,800	1,625	1,407	253	0	28	14	0	295
B21	2,000	1,768	1,478	266	0	30	15	0	310
B22	0	227	510	92	0	10	5	18	125
B23	400	853	1,418	255	0	28	14	13	311
B24	200	127	435	78	0	9	4	10	101
Total	25,790	26,150	26,990	4,858	625	540	270	224	6,517

表 4.2 土地利用別水需要 2010 年 (2)

DUC GIAN

Block No				Domestic		Public Use	Cleaning	Irrigation	Total
	1992	2000	2010	Residential	Industry				
				180 l/day	35m <sup>3</sup> /ha* 85%	20 l/cap/day	10 l/cap/day	20 m <sup>3</sup> /ha, 80%	m <sup>3</sup> /day
C1	0	0	0	0	226	0	0	0	226
C2	220	744	1,400	252	293	28	14	21	608
C3	1,875	2,321	2,879	518	0	58	29	72	677
C4	0	0	0	0	134	0	0	0	134
C5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C6	2,225	2,417	2,656	478	98	53	27	8	664
C7	320	178	0	0	476	0	0	0	476
C8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C9	480	1,013	1,680	302	0	34	17	0	353
C10	600	511	400	72	0	8	4	6	90
C11	600	760	960	173	0	19	10	16	218
C12	200	297	418	75	0	8	4	6	94
C13	900	1,040	1,216	219	0	24	12	20	275
C14	900	1,007	1,140	205	0	23	11	29	268
C15	50	72	100	18	0	2	1	0	21
C16	50	418	878	158	42	18	9	0	226
C17	2,272	2,272	2,272	409	0	45	23	5	482
C18	800	722	624	112	0	12	6	0	131
C19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C20	0	320	720	130	0	14	7	0	151
C21	0	795	1,788	322	0	36	18	20	395
C22	0	0	0	0	0	0	0	51	51
C23	2,084	1,892	1,652	297	69	33	17	0	416
C24	2,516	2,828	3,217	579	42	64	32	114	832
C25	858	477	0	0	673	0	0	0	673
Total	16,950	20,084	24,000	4,320	2,053	480	240	368	7,461

表 4.2 土地利用別水需要 2010年 (3)

SAI DONG

Block No.	Population			Domestic		Public Use	Cleaning	Irrigation	Total
	1992	2000	2010	Residential 180 l/day	Industry 35m <sup>3</sup> /ha* 85%	20 l/cap/day	10 l/cap/day	20 m <sup>3</sup> /ha, 80%	m <sup>3</sup> /day
D1	120	644	1,300	234	0	26	13	0	234
D2	100	500	1,000	180	0	20	10	0	210
D3	70	650	1,375	248	0	28	14	0	289
D4	0	422	950	171	0	19	10	0	200
D5	200	273	364	66	0	7	4	0	76
D6	1,280	1,778	2,400	432	0	48	24	0	504
D7	180	722	1,400	252	0	28	14	0	294
D8	100	56	0	0	684	0	0	0	684
D9	616	342	0	0	128	0	0	32	160
D10	760	422	0	0	211	0	0	0	211
D11	1,960	2,042	2,144	386	0	43	21	0	450
D12	1,515	1,714	1,962	353	0	39	20	0	412
D13	0	0	0	0	101	0	0	32	133
D14	2,177	2,134	2,080	374	30	42	21	22	489
D15	900	789	650	117	365	13	7	0	502
D16	842	857	875	158	0	18	9	19	203
D17	300	167	0	0	443	0	0	45	488
D18	0	0	0	0	376	0	0	32	408
D19	0	0	0	0	428	0	0	30	458
D20	0	0	0	0	714	0	0	0	714
D21	0	902	2,030	365	0	41	20	0	426
D22	500	1,878	3,600	648	0	72	36	5	761
D23	380	1,931	3,870	697	0	77	39	89	902
Total	12,000	18,223	26,000	4,680	3,480	520	260	306	9,246

表 4.2 土地利用別水需要 2010年 (4)

SUMMARY

Block No.	Popuoation			Domestic		Public Use 20 l/cap/day	Cleaning 10 l/cap/day	Irrigation 20 m3/ha,80%	Total m3/day
	1992	2000	2010	Residential 180 l/day	Industry 35m3/ha* 85%				
Ngoc Thuy	650	2116	3950	711	387	79	40	0	1,217
GiaLam	25,790	26,150	26,990	4,858	625	540	270	219	6,512
Duc Giang	16,950	20,084	24,000	4,320	2,053	480	240	368	7,461
Sai Dong	12,000	18,223	26,000	4,680	3,480	520	260	306	9,246
Total	55,390	65,641	80,940	14,569	6,545	1,619	809	893	24,435
Additional recommendation									
			33,000	5,940		118.8	59.4		
Suburban									
343*1.014^10		394.16	63,066	3,784					
Grand Total			177,006	24,293	6,545	1,738	869	893	34,338

### (3) 水源計画

調査対象地区の上水道水源としては、紅河の表流水と地下水の2案が考えられる。Appendix 6の表-5および表-6に紅河およびその支流のドン河の流況および水質の分析結果を示してあるが、表流水の水質は、雨期の濁度に問題がある。また、雨期と乾期の水位差が非常に大きく、取水施設費用が地下水に比べて大きくなる。また、従来の紅河の流況そのものも、観測施設の不備などから十分なものと言えないなどの理由により、現在では、開発実績とポテンシャルのある地下水に、水源を求めるのが良策と言える。

ハノイ市でも同市の水道水源は地下水とし、将来水需要が増大した場合に表流水の利用を考える方針としている。

ハノイ市の地下水開発の基本方針は堤内地での地下水開発は避けて、紅河およびドン河の河川敷に井戸を開発するものとしている。主な理由は下記のとおりである。

- 1) 井戸の位置が涵養源である河川流に近い位置にある。
- 2) 堤内地の土地を井戸用地以外に有効利用する。
- 3) 将来の経済活動の進行による滞水層の汚染を避ける。

上記理由の内、1)と3)とは、滞水槽が被圧層であるため、水理地質的見地からすれば必ずしも妥当ではないが、2)の土地の有効利用については、十分な論拠があるものと考えられる。

このような背景で、ハノイ市は、本計画の水源となる井戸の建設用地を紅河沿に選定した。

水理地質条件を本に適正揚水量と必要な井戸間隔を推定した結果、適正揚水量は、50 l/秒/井、必要な井戸間隔は250 mと考えられる。

(添付資料6参照)

計画施設容量、32,100m<sup>3</sup>/日(日最大)に必要な井戸は上記条件を勘案すると9本であるが、ハノイ市の基準により3本の予備井を設置するものとして合計12本である。用地の制約からハノイ市により選定された水源用地には8本しか建設できない。このため、紅河沿の水源用地に8本の井戸を建設し、残りの4本は堤内地の浄水場内に建設するものとした。(図4.3参照)

#### (4) 浄水計画

本計画の水源は、沖積層に帯する滞水槽から得られる地下水である。添付資料6に示したように、この滞水槽から得られる地下水の水質は、ヴェトナムの飲料水水質基準に不適であり、処理が必要となる。

ハノイ市とも協議の結果、本計画における計画水源水質を表4.4のように設定したが、鉄、マンガン、アンモニアの除去が必要となる。このために通常の塩素滅菌以外に、現地での現場ジャーテストの結果を基に、除鉄、除マンガンのための2段濾過を行なうものとする。

高濃度の除鉄を行なうため、汚泥処理施設も必要となり、貯留槽、濃縮槽、乾燥床からなる汚泥処理施設を設置する。

#### (5) 配水計画

本計画による配水区域は、土地利用計画で決められた市街地区845haとこれに隣接する周辺の人口稠密地区の343haの合計1,188haである。

土地利用計画区域は、既存の市街地の再開発と新たな開発地区とからなっている。既存の市街地の再開発部分では、既存の道路沿に配水管を布設するものとする。しかしながら、新たに開発を計画している一部の地区では、区割整理、道路建設が将来計画となっている。したがって、これらの地区の配水管路の布設は、将来行なうものとし、本計画には含めない。ただし、これら新規開発予定地区の水需要量は、最寄の既存道路に布設される配水管の容量に含ませておき、将来の拡張に備えるものとする。

本計画における計画給水人口は、市街地区で65,000人、周辺地区で54,800人である。

現在周辺地区は主として農村であり、貯水池、雨水の貯留、浅井戸の水を生活用水として使用している。しかしながら、これら水源は季節的に不安定であったり、水質が飲用水不適であるものがほとんどである。給水施設が整備されても急に生活様式が変わるものではなく、生活に安全な水質が必要とされる水だけ公共水道を利用し、その他の雑用水は従来の水源に頼るものと思われる。

## (6) 施設計画の概要

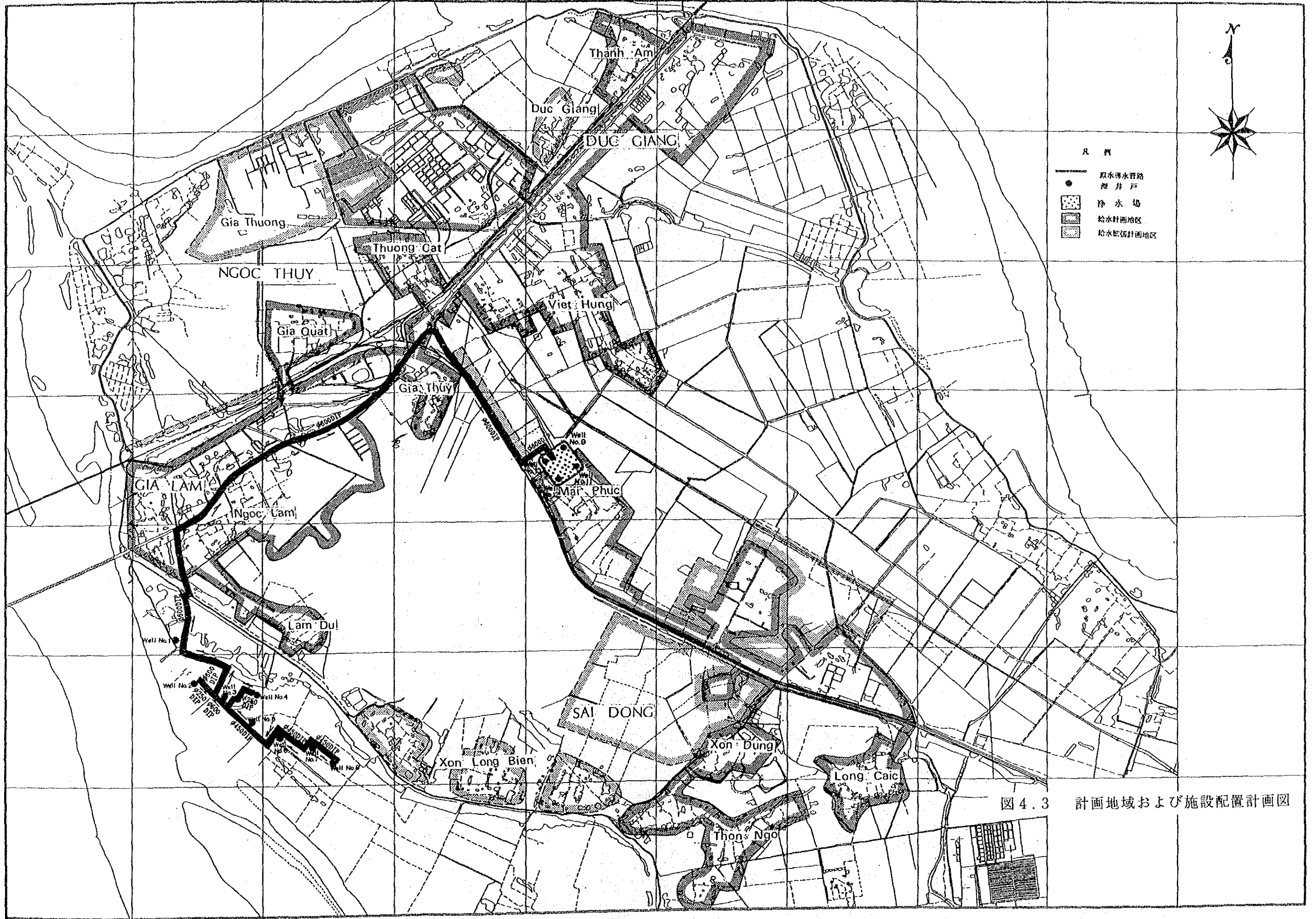
本計画の計画給水区は国道1号線と5号線沿に分布している。

水源は、計画地域の西端の紅河沿いと国道5号線の東側に予定される浄水場に設置される。導水管路は、水源より国道1号線を経て5号線の東側の浄水場まで布設される。

浄水場は、計画給水区のほぼ中央部に位置するため、合理的な配水計画が可能である。

施設計画の概要を図4.3に示す。





- 凡例
- 取水導水管路
  - 深井戸
  - ▨ 浄水場
  - ▩ 給水計画地区
  - ▧ 給水拡張計画地区



図4.3 計画地域および施設配置計画図



#### 4.3.3 計画地の位置および状況

計画地域は図4.3に示したように、ハノイ市の紅河の対岸にあり、紅河とドン河に囲まれた地区である。この辺り一帯が、紅河の沖積地で極めて平坦な地形である。

計画地域内は、全域電化されており、高圧線も計画地域の中央部を通過している。

国道1号線とこれに並行する鉄道が計画地域のほぼ中央部を貫通し、計画地のほぼ中央部で1号線と5号線とが交わる。国道5号線は、ハイフォンに至る幹線道路であり、鉄道が並行してハイフォンに通じている。したがって、電力の供給、資材の運搬には好都合な立地条件にある。

浄水場は、計画地域のほぼ中央部、国道5号線の東側に位置している。用地の造成は将来の処理場拡張計画も考慮してあるので、この拡張予定地が本計画の資機材置場として活用できる。

表4.4 設計水質

	Max.	Min
Turbidity	0	0
Colour	0	0
Temp. (水温)	27℃	24℃
pH	6.8	6.5
$\Sigma \text{Fe} (\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}) \cdot \text{mg} / \ell$	22	10
$\Sigma \text{Mn} \text{ mg} / \ell$	1.0	0.5
$\text{NH}_4 \text{ mg} / \ell$	1.0	0.7
$\text{Ca} (\text{as CaCO}_3) \text{ mg} / \ell$	55	
$\text{HCO}_3 (\text{as CaCO}_3) \text{ mg} / \ell$	200	
Alkalinity (as $\text{CaCO}_3$ ) $\text{mg} / \ell$	250	
Total Hardness (as $\text{CaCO}_3$ ) $\text{mg} / \ell$	180	
C l	31	
$\text{NO}_2^-$	0	
$\text{NO}_3^-$	0	
$\text{PO}_4^{2-}$	3.0	
$\text{SO}_4^{2-}$	4.0	

#### 4.3.4 施設、機材の概要

本計画に必要な施設、機材は、計画対象地区全域の西暦2000年の水需要に対して必要な水道施設であり、以下に示すとおりである。

1. 水源施設			
水源井		12本	
井戸建屋		12棟	
2. 導水施設			
導水管路		7.75km	
3. 処理施設			
エアレーション設備	16,050m <sup>3</sup> /日×2系列		
除鉄、マンガン設備	16,050m <sup>3</sup> /日×2系列		
塩素減菌設備	32,100m <sup>3</sup> /日×1系列		
汚泥処理設備	1,381kg/日		
4. 配水施設			
配水池および配水ポンプ	6,000m <sup>3</sup> 、7.03m <sup>3</sup> /min		
配水管路			
ダクタイル鋳鉄管	φ75～700mm	52.2km	
塩化ビニール管	φ50～100mm	41.3km	
5. 給水設備			
メーター		7,070個	
給水管	φ20～40mm、20～50m	7,140本	

#### 4.3.5 運営計画

##### (1) 需給バランス

本計画は3期に分けて実施された場合を考えると、1996年から16,050m<sup>3</sup>/日、1997年から32,100m<sup>3</sup>/日の施設容量の水道施設が稼働することになる。

需給バランスの推移を図4.4と表4.5に示したとおり、1996年の水需要は日平均14,280m<sup>3</sup>/日であるが、日最大16,050m<sup>3</sup>/日の施設の建設により需要の95%である日平均13,636m<sup>3</sup>/日の供給が可能となる。1997年には追加の日平均16,050m<sup>3</sup>/日の容量を持つ施設が建設され、施設能力は日最大32,100m<sup>3</sup>/日となり、2005年までには充分需要を満たすことが可能となる。

表4.5 需給バランス (1)

(単位: m<sup>3</sup>/day)

項目	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
設計容量	5,500	16,050	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100
需 要								
家庭用水	6,647	7,314	7,981	8,649	9,317	9,986	11,038	12,090
周辺地区家庭用水	2,868	2,953	3,038	3,123	3,208	3,293	3,342	3,391
工場用水	1,980	2,244	2,508	2,772	3,036	3,304	3,628	3,952
公共用水	1,667	1,769	1,871	1,973	2,076	2,178	2,309	2,440
水需要合計	13,162	14,280	15,398	16,517	17,637	18,761	20,317	21,873
漏水 (10% + 0.25%xn)		1,428	1,578	1,734	1,896	2,064	2,286	2,515
浄水場用水 (7%)		1,100	1,188	1,278	1,367	1,458	1,582	1,707
漏水および浄水場用水合計		2,528	2,766	3,012	3,263	3,521	3,868	4,223
必要総水量	4,000	16,808	18,164	19,529	20,900	22,282	24,185	26,096
実生産量								
家庭用水		6,991	7,981	8,649	9,317	9,986	11,038	12,090
周辺地区家庭用水		2,809	3,010	3,082	3,154	3,293	3,342	3,391
工場用水		2,145	2,508	2,772	3,036	3,304	3,628	3,952
公共用水		1,691	1,871	1,973	2,076	2,178	2,309	2,440
有収水量計	4,000	13,636	15,370	16,476	17,583	18,761	20,317	21,873
漏水 (10% + 0.25%xn)		1,364	1,575	1,730	1,890	2,064	2,286	2,515
浄水場用水 (7%)		1,050	1,186	1,274	1,363	1,458	1,582	1,707
漏水および浄水場用水合計	2,000	2,414	2,761	3,004	3,253	3,522	3,868	4,222
全生産量		16,050	18,131	19,480	20,836	22,283	24,185	26,095

表4.5 需給バランス (2)

(単位: m<sup>3</sup>/day)

項目	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
設計容量	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100
需要								
家庭用水	13,142	14,194	15,246	16,298	17,350	18,403	19,456	20,509
周辺地区家庭用水	3,440	3,489	3,538	3,567	3,636	3,685	3,734	3,784
工場用水	4,276	4,600	4,924	5,248	5,572	5,896	6,221	6,545
公共用水	2,571	2,702	2,834	2,966	3,098	3,232	3,366	3,500
水需要合計	23,429	24,985	26,542	28,079	29,656	31,216	32,777	34,338
漏水 (10%+0.25%xn)	2,753	2,998	3,251	3,326	3,385	3,444	3,502	3,560
浄水場用水 (7%)	1,833	1,959	2,086	2,095	2,095	2,095	2,095	2,095
漏水および浄水場用水合計	4,586	4,957	5,337	5,421	5,480	5,539	5,597	5,655
必要総水量	28,015	29,942	31,879	33,500	35,136	36,755	38,374	39,993
実生産量								
家庭用水	13,142	14,194	15,246	15,083	15,050	15,016	14,983	14,950
周辺地区家庭用水	3,440	3,489	3,538	3,232	3,225	3,217	3,210	3,203
工場用水	4,276	4,600	4,924	5,040	5,029	5,018	5,006	4,995
公共用水	2,571	2,702	2,834	3,312	3,304	3,298	3,291	3,284
有収水量計	23,429	24,985	26,542	26,667	26,608	26,549	26,490	26,432
漏水 (10%+0.25%xn)	2,753	2,998	3,251	3,333	3,392	3,450	3,510	3,568
浄水場用水 (7%)	1,833	1,959	2,086	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100
漏水および浄水場用水合計	4,586	4,957	5,337	5,433	5,492	5,550	5,610	5,668
全生産量	28,015	29,942	31,879	32,100	32,100	32,099	32,100	32,100

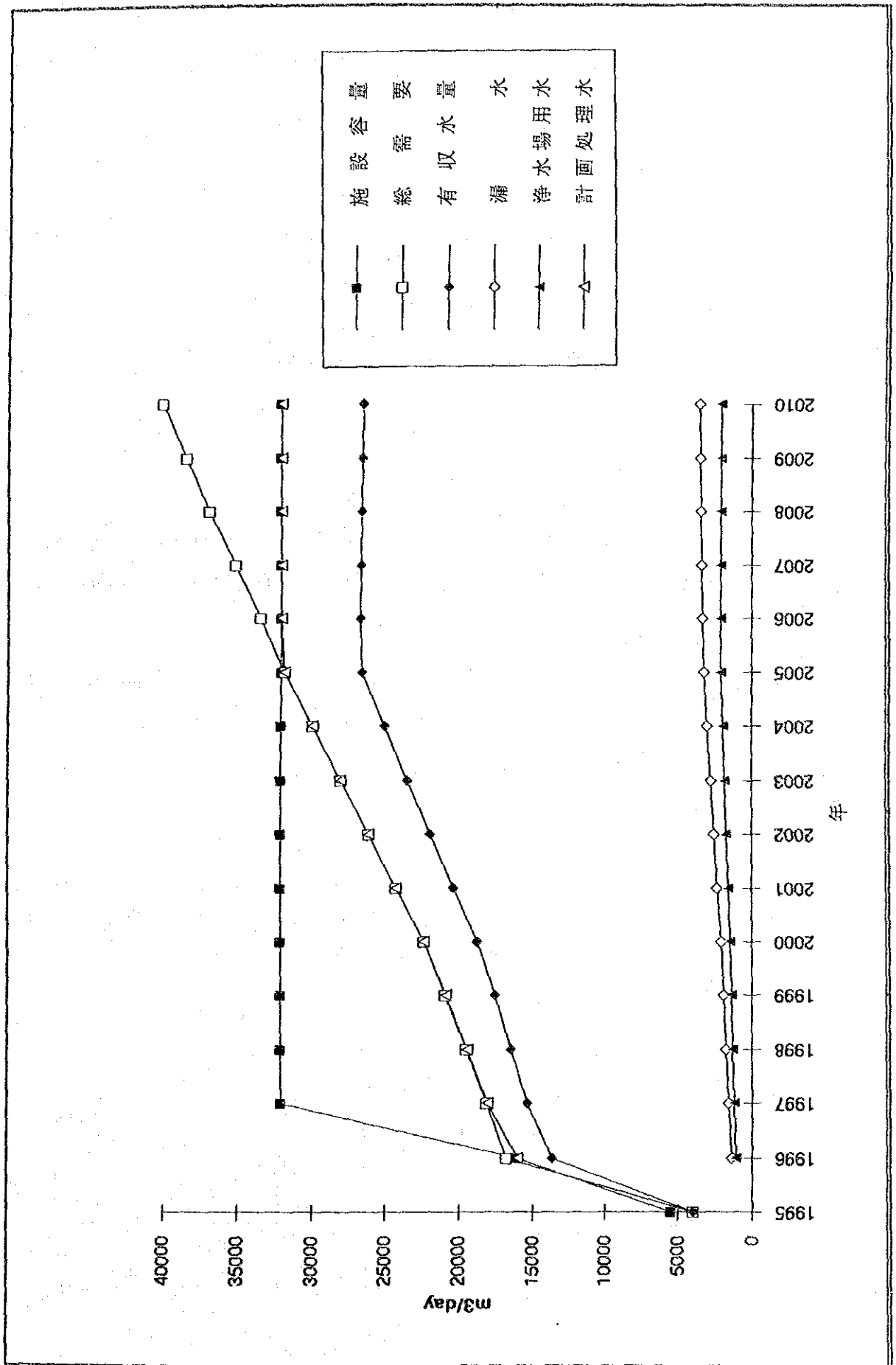


図 4.4 需給バランス

2005年以降は施設容量限度の給水となるので、2000年頃にはその時点での都市化の進捗状況、将来の見通しに基づいて2005年以降の拡張計画に着手すべきであろう。

## (2) 生産原価

### 1) 生産原価構成

本計画における水道水の生産原価構成項目として、以下のものを考えた。

- ① 人件費
- ② 薬品費
- ③ 電力費
- ④ 修繕費
- ⑤ その他

減価償却については、この項目が支出を伴わないコストであるため、ベトナム側により建設される施設と全施設の償却費を試算した。

(表4.7)

生産コストの算定は、本計画の計画1日配水量23,000m<sup>3</sup>/日規模を基準にして、現在の単価により試算した。

### 2) 人件費

先に本計画の運営に当たるザーラム水道公社の組織および人員構成を提案した。これにより年間の経費の詳細をAppendix 7に示したが、ザーラム水道公社の年間の人件費および総務関連の費用は下に示すように推定される。

年間平均人件費は、200,000ドン/月とした。

項目	費用(ドン/年)	ドン/m <sup>3</sup>
① 総務関連	88,800,000	73.6
② 工務室	98,400,000	79.3
③ 生産部門	132,000,000	107.1
④ 給配水部門	64,000,000	51.6
合計	384,000,000	309.6



したがって、1 m<sup>3</sup>当たりの人件費は、

$$384 \text{ 百万ドン} / \text{年} \div 365 \text{ 日} \div 23,000 \text{ m}^3 / \text{日} = 45.7 \text{ ドン} / \text{m}^3$$

となる。

### 3) 薬品費

本計画に必要な薬品類は下記のとおりである。

① 滅菌用液体塩素

$$\text{日配水量 (23,000 m}^3 / \text{日)} \times 2.9 \text{ mg} / \text{l} \div 1,000 = 67 \text{ kg} / \text{日}$$

② 汚泥濃縮用硫酸バンド

$$2,570 \times 50 \times 15 \div 10 \div 1,000 = 193 \text{ kg} / \text{日}$$

したがって、薬品費は

① 液体塩素

$$3,000 \text{ ドン} / \text{kg} \times 67 \text{ kg} = 201,000 \text{ ドン} / \text{日}$$

② 硫酸バンド

$$2,000 \text{ ドン} / \text{kg} \times 193 \text{ kg} = 386,000 \text{ ドン} / \text{日}$$

---


$$\text{合 計} \quad 586,000 \text{ ドン} / \text{日} \div 23,000 \text{ m}^3 = 25.5 \text{ ドン} / \text{m}^3$$

### 4) 電力費

必要な出力は下記のとおりである。

項 目	負荷 / 台 (kWh)	運転台数 (台)	運転時間 時 / 日	運転負荷 (kw / 日)
① 取水ポンプ (1)	37	8	20	5,920
② 取水ポンプ (2)	22	1	20	440
③ 洗浄ポンプ (1)	20	1	6池 × 0.3 × 4	144
④ 洗浄ポンプ (2)	4	1	6池 × 0.3 × 2	15
⑤ 配水ポンプ	95	4	24	9,120
⑥ 洗浄ブロー	27	1	6池 × 0.3 × 2	240
⑦ その他照明等	10	1	24	240
⑧ 汚泥処理	20	1	12	240
合 計				16,177

電気料金は、600ドン/kWhである。したがって必要な電力費は以下のとおりである。

$$600 \times 16,177 = 9,706,200 \text{ドン/日}$$

したがって、1 m<sup>3</sup>当たりの電力費は下に示すとおりである。

$$9,706,200 \text{ドン/日} \div 30,000 \text{m}^3/\text{日} \approx 324 \text{ドン/m}^3$$

#### 5) 修繕費

ハノイ水道公社は1993年には12万m<sup>3</sup>/日の給水能力を有するものである。ハノイ水道整備計画により、マイジ (Maidich)、ファブバン (Phap Van) およびゴチャ (Ngocha) の浄水場が新設・改修され、これに伴ない配水本管が新設された。しかしながら、本管以外の配水管は老朽化したものが多く、管路の修繕に多額のコストが生じている。

ハノイ水道公社の1993年の修繕費に関わるコストは下に示すとおりである。

ハノイ水道公社1993年修繕実績

項 目	費 用 ドン/年・1,000m <sup>3</sup>	ザーラム推定値 ドン/年・1,000m <sup>3</sup>
① 機材の修繕	800,000	31,000
② 工務室	2,880,000	123,000
③ 配 水		
メーター、パイプ修繕	1,037,000	20,680
配管網修繕	300,000	15,000
通常修繕	500,000	10,000
合 計	5,517,000	199,800

ザーラムの水道施設は全て新設であり、修繕費はハノイ市西部の水道施設に比較してかなり少なくてすむはずである。

施設容量も考慮して、ザーラムの修繕費を上を示したとおりに推定した。日平均給水量は、施設容量を100%稼働した場合で、日平均23,000m<sup>3</sup>/日である。したがって、1 m<sup>3</sup>/日当たりの修繕費は23.8ドン/m<sup>3</sup>とする。

## 6) 生産コスト構成

上記水道水の生産原価構成をハノイ水道公社の1993年の実績とザーラム水道公社の推定値を比較すると下に示すとおりである。

生産コストの比較

項目	ハノイ水道公社		ザーラム水道公社	
	ドン/m <sup>3</sup>	%	ドン/m <sup>3</sup>	%
薬品費	12.9	4.2	25.5	6.1
電力費	196.8	63.6	324.0	76.9
人件費	40.9	13.2	45.7	10.8
修繕費	59.0	19.0	26.3	6.2
合計	309.6	100	421.5	100

両者比較してみると、明らかな生産コスト構成項目の異いは電力費である。これは、ザーラム水道公社では水源水質が悪く、鉄除去とアンモニア除去の2段濾過が必要となると同時に、水源からの導水管のポンプを使用するためである。したがって、ザーラム水道公社の修繕費は、ハノイ水道公社に比べて低いが、電力費の差が水価に大きく影響している。

生産コストの推移の詳細を表4.6に示す。

## (2) 運営状況

### 1) 水道料金

水道公社が独立採算性を維持するためには、水道料金が水の生産原価に見合うものでなければならない。しかしながら、受益者を取り囲む一般社会経済環境とも調和のあるもので、かつ現実性のあるものでなければならない。

政府は1988年以来、全国の水道公社の独立採算性の確立を推奨してきた。特にハノイ市の水道公社にあつては、フィンランドの協力もあり、水道事業の独立採算性維持への努力が見られる。これをハノイ水道公社の料金制度の推移から伺い知ることができる。

表4.6 生産単価 (1)

項目	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
設計容量 (m <sup>3</sup> /day)	5,500.00	16,050.00	32,100.00	32,100.00	32,100.00	32,100.00	32,100.00	32,100.00
用途別水量 (m <sup>3</sup> /day)								
家庭用水		6,991.00	7,981.00	8,649.00	9,317.00	9,986.00	11,038.00	12,090.00
周辺地区家庭用水		2,809.00	3,010.00	3,082.00	3,154.00	3,293.00	3,342.00	3,391.00
工場用水		2,145.00	2,508.00	2,772.00	3,036.00	3,304.00	3,628.00	3,952.00
公共用水		1,691.00	1,871.00	1,973.00	2,076.00	2,178.00	2,309.00	2,440.00
有収水量	4,000.00	13,636.00	15,370.00	16,476.00	17,583.00	18,761.00	20,317.00	21,873.00
漏水 (10%+0.25%×n) (m <sup>3</sup> /day)		1,364.00	1,575.43	1,729.98	1,890.17	2,063.71	2,285.66	2,515.40
浄水場用水 (7%) (m <sup>3</sup> /day)		1,050.00	1,186.18	1,274.42	1,363.12	1,457.73	1,582.19	1,707.19
無収水量 (m <sup>3</sup> /day)	2,000.00	2,414.00	2,761.61	3,004.40	3,253.29	3,521.44	3,867.85	4,222.59
生産量 (m <sup>3</sup> /day)		16,050.00	18,131.61	19,480.40	20,836.29	22,282.44	24,184.85	26,095.59
生産単価 (m <sup>3</sup> /dong)								
人件費		65.55	58.02	54.01	50.49	47.21	43.50	40.32
薬品費		25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50
電力費		324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00
修繕費		23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80
合計 (m <sup>3</sup> 当たりdong)		438.85	431.32	427.31	423.79	420.51	416.80	413.62

表 4.6 生産単価 (2)

項目	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
設計容量 (m <sup>3</sup> /day)	32,100.00	32,100.00	32,100.00	32,100.00	32,100.00	32,100.00	32,100.00	32,100.00
用途別水量 (m <sup>3</sup> /day)								
家庭用水	13,142.00	14,194.00	15,246.00	15,083.00	15,050.00	15,016.00	14,983.00	14,950.00
周辺地区家庭用水	3,440.00	3,489.00	3,538.00	3,232.00	3,225.00	3,217.00	3,210.00	3,203.00
工場用水	4,276.00	4,600.00	4,924.00	5,040.00	5,029.00	5,018.00	5,006.00	4,995.00
公共用水	2,571.00	2,702.00	2,834.00	3,312.00	3,304.00	3,298.00	3,291.00	3,284.00
有収水量	23,429.00	24,985.00	26,542.00	26,667.00	26,608.00	26,549.00	26,490.00	26,432.00
漏水 (10% + 0.25% x n) (m <sup>3</sup> /day)	2,752.91	2,998.20	3,251.40	3,333.00	3,392.00	3,450.00	3,510.00	3,568.00
浄水場用水 (7%) (m <sup>3</sup> /day)	1,832.73	1,958.82	2,085.54	2,100.00	2,100.00	2,100.00	2,100.00	2,100.00
無収水量 (m <sup>3</sup> /day)	4,585.64	4,957.02	5,336.94	5,433.00	5,492.00	5,550.00	5,610.00	5,668.00
生産量 (m <sup>3</sup> /day)	28,014.64	29,942.02	31,878.94	32,100.00	32,100.00	32,099.00	32,100.00	32,100.00
生産単価 (m <sup>3</sup> /dong)								
人件費	37.55	35.14	33.00	32.77	32.77	32.78	32.77	32.77
薬品費	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50
電力費	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00
修繕費	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80
合計 (m <sup>3</sup> 当たり dong)	410.85	408.44	406.30	406.07	423.79	406.08	406.07	406.07

ハノイ市水道公社水道料金 (ドン/m<sup>3</sup>)

項目	1990.10	1990.12	1992	1993
外国人	US\$ 0.45	US\$ 0.45	US\$ 0.45	US\$ 0.45
洗車	-	-	5,000	5,000
工業用	1,000	1,500	3,000	3,000
公共用	420	500	1,200	1,200
家庭用	300	300	600	800

この料金体系でハノイ水道公社は、1992年の実績によると201億ドンの収入を得、この内から約8.3%、16.7億ドンの収益をあげている。

一方、ザーラム地区の人民委員会の報告によると同地区全域175.6km<sup>2</sup>の総人口280,000人の月平均現金収入は、30,000~40,000ドン/人/月と推計されている。しかしながら、本計画の計画給水区はザーラム地区北部の市街地化された商工業地区である。一般的にハノイ市内の勤労者世帯の月収は、公称200,000ドン/年~300,000ドン/年と言われているが、副業による収入も無視できない額であると言われている。

1993年の家庭用水道料金は800ドン/m<sup>3</sup>である。平均家族構成を5人とすると、1家族での毎月の水道料金は下に示すとおりである。

$$800 \text{ドン/m}^3 \times 0.15 \text{m}^3 \text{/人/日} \times 5 \text{人} \times 30 \text{日} = 18,000 \text{ドン/月}$$

したがって、都市勤労者所得の7.2%である。平均月収の7.2%は水道料金としては高いものであるが、副収入および、よく見られる共働きのケースを考えると、実質的には水道料金は平均月収の3~5%以内にあるものと推定される。したがって、国民総生産の伸び率程度の水道料金の値上げも可能であると考えられる。

## 2) 減価償却

水道公社が給水サービス水準を十分保ち、かつ独立採算性を維持するためには、減価償却を慎重に考えなければならない。

特に、旧来の計画経済体制で政府の補助金が経済体系に組み込まれて来た中で、水道公社の独立採算性を維持するためには減価償却の十分な検討が必要である。

本計画は、全ての施設が新たに建設されることになるため、減価償却の対象は全ての水道施設である。

本計画により建設される施設毎の工事費は下記のとおりである。

水道施設工事費（百万ドン）

	合 計	管 路		土木構造物		機械施設	
		機 械	土 木	機 械	土 木	機 械	土 木
水源施設	48,463	—	—	—	—	46,233	2,230
導水施設	35,574	30,574	5,000	—	—	—	—
浄水施設	238,453	—	—	120,258	63,195	—	—
配水施設	98,574	74,574	20,000	55,258	4,000	—	—
電気工事	2,000	—	—	—	—	1,200	800
合 計	423,064	105,148	7,000	175,516	67,195	47,433	3,030

総事業費は、423,064百万ドンである。この内、ベトナム側分担の事業費は36,730百万ドンである。

この他、無償資金協力事業で受け入れ国の通常のコストに必要費用を加えると、本件に対するベトナム側の総事業費は57,000百万ドンとなる。

水道施設の耐用年数を、それぞれ下に示すように推定すると償却率が定まる。

項 目	耐用年数	償却率
パイプライン	38年間	0.027
土木構造物	58年間	0.018
機械設備	16年間	0.062

本計画によるそれぞれの施設の建設費と、償却率により本計画での施設の減価償却費は、下に示すとおりである。

本事業の減価償却費

1. 管路	$112,148 \text{百万ドン} \times 0.9 \times 0.027 =$	2,725.2百万ドン/年
2. 本土施設	$70,225 \text{百万ドン} \times 0.9 \times 0.018 =$	1,137.6百万ドン/年
3. 機械施設	$222,949 \text{百万ドン} \times 0.9 \times 0.062 =$	12,440.6百万ドン/年
合計	423,064百万ドン	16,303.4百万ドン/年

この内、ヴェトナム側の負担工事によるものは井戸掘削と導水管・給配水管路工事、配水池、汚泥乾燥床および管理棟建屋である。

これ等施設の工事費と減価償却費は、下に示すとおりである。

ヴェトナム側分担工事減価償却費

井戸工事	$2,230 \times 0.9 \times 0.027 =$	54.2百万ドン
パイプライン		
導水管	$5,000 \times 0.9 \times 0.027 =$	121.5百万ドン
配水管	$20,000 \times 0.9 \times 0.027 =$	486.0百万ドン
土木構造物		
配水池	$4,000 \times 0.9 \times 0.018 =$	64.8百万ドン
汚泥乾燥床	$2,000 \times 0.9 \times 0.018 =$	32.4百万ドン
管理棟	$1,500 \times 0.9 \times 0.027 =$	36.5百万ドン
電気工事		
機械	$1,200 \times 0.9 \times 0.062 =$	67.0百万ドン
施設	$800 \times 0.9 \times 0.027 =$	19.4百万ドン
合計	36,730	881.8百万ドン

3) 生産原価と料金収入

水の生産原価は、給水開始の1996年は2,527百万ドン/年であり、水需要の増加につれて増加し、水需要が施設容量を超える2006年に4,757百万ドン/年となり、そのままの生産費が継続する。

水道料金収入は、給水開始の1996年は5,595百万ドン/年であり、生産原価を十分カバーできる。水需要の増加に伴ない、水道料金収入は増加するが、生産量が施設容量と一致する2006年から



は、ほぼ一定値となる。水道料金収入は現行の料金体系で、ヴェトナム側負担の施設の減価償却をした後になお、利益を生ずる水準である。

利益は、給水開始1996年では2,187百万ドン/年であるが、給水量の増加と共に増加し、水の生産量が施設容量と一致する2006年に最高の5,978百万ドン/年となる。

項目	1996	1997	2000	2005	2006	2010
施設容量 (m <sup>3</sup> /日)	16,050	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100
生産量 (m <sup>3</sup> /日)	16,050	18,132	22,202	31,522	32,180	32,100
漏水 (m <sup>3</sup> /日)	1,364	1,575	2,056	3,215	3,333	3,568
浄水場用水 (m <sup>3</sup> /日)	1,050	1,186	1,452	2,062	2,100	2,100
料金水量 (m <sup>3</sup> /日)	13,556	15,370	18,761	26,542	26,667	26,432
生産費 (百万ドン/年)	2,527	2,828	3,392	4,725	4,758	4,758
料金収入 (百万ドン/年)	5,596	6,374	7,961	11,490	11,618	11,515
ヴェトナム分担償却 (百万ドン/年)	882	882	882	882	882	882
利益 (百万ドン/年)	2,187	2,665	3,688	5,883	5,978	5,875

詳細は表4.7および図4.5に示すとおりである。

ハノイ市水道公社と同様な料金体系で、ヴェトナム側の負担工事により建設される施設の減価償却費を勘案の後、さらに年間数10億ドンの利益をあげることができる。しかしながら、日本からの無償資金協力分による施設の償却は、工事完了後15年経っても無理である。

本計画による水の生産原価は422ドン/m<sup>3</sup> (4.22円/m<sup>3</sup>)であり、日本の例から見れば極めて低価格である。このような低価格の生産原価で給水できる水道施設の減価償却が、現行の水道料金で不可能であるということは、ヴェトナム国における国民の社会経済環境に、未だ計画経済制度下の政府の補助金による影響が残っているためであろう。

一方、政府は水道公社の独立採算性を推奨しようとしている。したがって、完全な独立採算性を維持するためには、将来、物価の上昇に伴ない水道料金の改定が必要である。

表4.7 生産原価と料金収入(1)

項目	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
設計容量 (m <sup>3</sup> /日)	16,050	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100
水需要 (m <sup>3</sup> /日)	14,226	15,370	16,476	17,583	18,693	20,201	21,711
日平均水需要 (m <sup>3</sup> /日)	16,518	18,132	19,480	20,836	22,202	24,047	25,902
日最大水需要 (m <sup>3</sup> /日)	23,125	25,385	27,272	29,170	31,083	33,666	36,263
生産量 (m <sup>3</sup> /日)							
家庭用水 (m <sup>3</sup> /日)	6,991	7,981	8,649	9,317	9,986	11,038	12,090
周辺地区家庭用水 (m <sup>3</sup> /日)	2,809	3,010	3,082	3,154	3,293	3,342	3,391
工場用水 (m <sup>3</sup> /日)	2,145	2,508	2,772	3,036	3,304	3,628	3,952
公共用水 (m <sup>3</sup> /日)	1,691	1,871	1,973	2,076	2,178	2,309	2,440
有収水合計	13,636	15,370	16,476	17,583	18,761	20,317	21,873
漏水 (m <sup>3</sup> /日)	1,364	1,575	1,730	1,890	2,064	2,286	2,515
浄水場用水 (m <sup>3</sup> /日)	1,050	1,186	1,274	1,363	1,458	1,582	1,707
無効、無収水量合計 (m <sup>3</sup> /日)	2,414	2,761	3,004	3,253	3,522	3,868	4,223
生産水量合計 (m <sup>3</sup> /日)	16,050	18,131	19,480	20,836	22,283	24,185	26,096
料金収入							
家庭用水 (800トン/m <sup>3</sup> )	2,862	3,209	3,425	3,642	3,877	4,199	4,520
工場用水 (3,000トン/m <sup>3</sup> )	2,349	2,746	3,035	3,324	3,618	3,973	4,327
公共用水 (1,200トン/m <sup>3</sup> )	385	419	434	450	466	496	525
料金収入合計 (百万トン/年)	5,596	6,374	6,894	7,416	7,961	8,668	9,372
生産単価 (トン/m <sup>3</sup> )	439	431	427	424	421	417	414
生産原価 (百万トン/年)	2,527	2,828	3,013	3,199	3,392	3,654	3,917
ベトナム側の工事による施設の減価償却費	882	882	882	882	882	882	882
土木構築物 (6,000百万トン×0.9×0.018)	97	97	97	97	97	97	97
機械施設 (300百万トン×0.9×0.062)	67	67	67	67	67	67	67
建物および管路 (29,530百万トン×0.9×0.27)	718	718	718	718	718	718	718
利益 (百万トン/年)	2,187	2,664	2,999	3,335	3,687	4,132	4,573
日本側の工事による施設の減価償却費	15,448	15,448	15,448	15,448	15,448	15,448	15,448
土木構築物 (64,225百万トン×0.9×0.018)	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040
管路 (82,618百万トン×0.9×0.027)	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008
機械施設 (222,149百万トン×0.9×0.062)	12,400	12,400	12,400	12,400	12,400	12,400	12,400
当年度損失 (百万トン/年)	-13,261	-12,784	-12,449	-12,113	-11,761	-11,316	-10,875

表 4.7 生産原価と料金収入 (2)

項 目	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
設計容量 (m <sup>3</sup> /日)	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100
水需要 (m <sup>3</sup> /日)	23,221	24,733	26,245	27,758	29,271	30,784	32,297	33,810
日平均水需要 (m <sup>3</sup> /日)	27,766	29,640	31,522	33,488	35,392	37,303	39,223	41,151
日最大水需要 (m <sup>3</sup> /日)	38,872	41,496	44,131	46,883	49,549	52,224	54,912	57,611
生産量 (m <sup>3</sup> /日)								
家庭用水 (m <sup>3</sup> /日)	13,142	14,194	15,246	15,083	15,050	15,016	14,983	14,950
周辺地区家庭用水 (m <sup>3</sup> /日)	3,440	3,489	3,538	3,232	3,225	3,217	3,210	3,203
工場用水 (m <sup>3</sup> /日)	4,276	4,600	4,924	5,040	5,029	5,018	5,006	4,995
公共用水 (m <sup>3</sup> /日)	2,571	2,702	2,834	3,312	3,304	3,298	3,291	3,284
有収水合計	23,429	24,985	26,542	26,667	26,608	26,549	26,490	26,432
漏水 (m <sup>3</sup> /日)	2,753	2,998	3,251	3,333	3,393	3,450	3,510	3,568
浄水場用水 (m <sup>3</sup> /日)	1,833	1,959	2,086	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100
無効、無収水量合計 (m <sup>3</sup> /日)	4,586	4,957	5,337	5,433	5,493	5,550	5,610	5,668
生産水量合計 (m <sup>3</sup> /日)	28,015	29,942	31,879	32,100	32,101	32,099	32,100	32,100
料金収入								
家庭用水 (800ﾄﾝ/m <sup>3</sup> )	4,842	5,163	5,485	5,348	5,336	5,324	5,312	5,301
工場用水 (3,000ﾄﾝ/m <sup>3</sup> )	4,682	5,037	5,392	5,519	5,507	5,495	5,482	5,470
公共用水 (1,200ﾄﾝ/m <sup>3</sup> )	555	584	613	751	749	747	746	745
料金収入合計 (百万ﾄﾝ/年)	10,079	10,784	11,490	11,618	11,592	11,566	11,540	11,516
生産単価 (ﾄﾝ/m <sup>3</sup> )	411	409	407	406	424	406	406	406
生産原価 (百万ﾄﾝ/年)	4,180	4,445	4,725	4,758	4,758	4,758	4,758	4,758
ベトナム側の工事による施設の減価償却費	882	882	882	882	882	882	882	882
土木構築物 (6,000百万ﾄﾝ×0.9×0.018)	97	97	97	97	97	97	97	97
機械施設 (300百万ﾄﾝ×0.9×0.062)	67	67	67	67	67	67	67	67
建物および管路 (29,530百万ﾄﾝ×0.9×0.27)	718	718	718	718	718	718	718	718
利益 (百万ﾄﾝ/年)	5,017	5,457	5,883	5,978	5,952	5,926	5,900	5,876
日本側の工事による施設の減価償却費	15,448	15,448	15,448	15,448	15,448	15,448	15,448	15,448
土木構築物 (64,225百万ﾄﾝ×0.9×0.018)	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040
管 路 (82,618百万ﾄﾝ×0.9×0.027)	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008
機械施設 (222,149百万ﾄﾝ×0.9×0.062)	12,400	12,400	12,400	12,400	12,400	12,400	12,400	12,400
当年度損失 (百万ﾄﾝ/年)	-10,431	-9,991	-9,565	-9,470	-9,496	-9,522	-9,548	-9,572

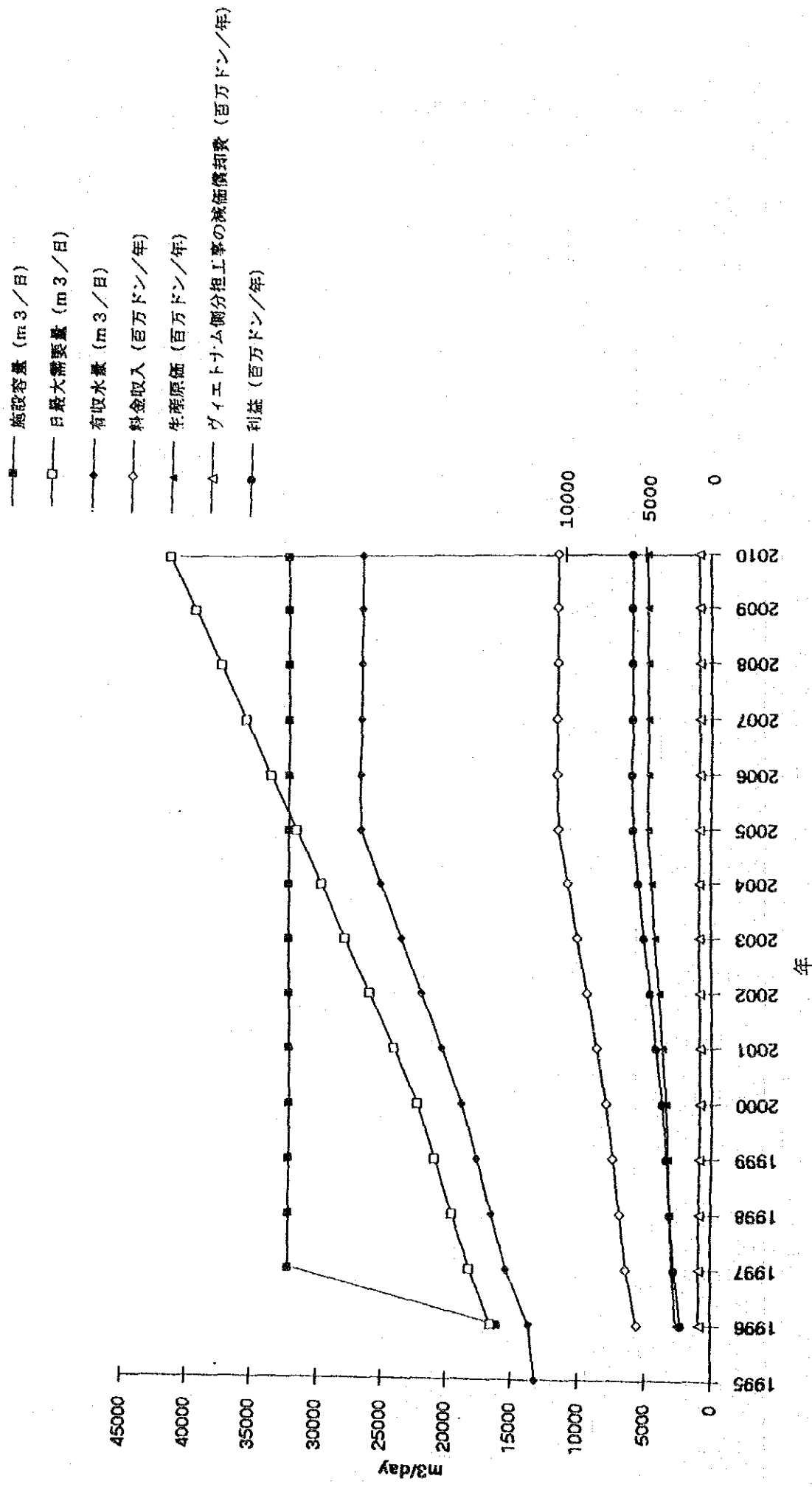


図 4.5 生産原価と料金収入

#### 4) 財政収支

本計画の財政収支を見るために、水道料金収入と生産原価の概要をみた結果、現行の水道料金体系で、生産原価とベトナム側で負担する施設については、これを賄って残る水道料金収入のあることが判った。しかしながら、無償資金協力分で建設された施設に対する減価償却のためには、水道料金の値上げが必要である。同時に、物価上昇による生産原価の上昇も考える必要がある。

ベトナムにおけるインフレーションは、1980年代の2桁から最近鎮静化してきた。さらに、5ヶ年国家経済開発計画によると国民生産の目標を年間5.5～6.5%の伸び率としている。ハノイ市での聞き取りによると実質成長は、3.5%で維持しているとのことである。

今、水道水の実質生産原価が実質国民生産（3.5%）の比率で上昇するものとする、生産原価は下に示すとおりである。

項目	1995	2000	2005	2010
生産量 (m <sup>3</sup> /日)	16,050	22,202	31,522	32,100
生産原価 (ドン/m <sup>3</sup> )	438.9	482.8	554.3	655.5
生産費 (百万ドン/年)	2,571	3,912	6,377	7,680

一方、水道料金は年率5%の割合で昇るものとし、これを3年毎に改定するものとする、料金収入は下に示すとおりである。

水道料金	1995 D/m <sup>3</sup>	2000 D/m <sup>3</sup>	2005 D/m <sup>3</sup>	2010 D/m <sup>3</sup>
家庭用水	800	882	1,182	1,368
工業用水	3,000	3,302	4,431	5,130
公共用水	1,200	1,323	1,772	2,052
料金収入 (百万ドン/年)	5,595	8,748	16,836	19,873

一方、水道施設の減価償却は、年間2,330百万ドン（日本負担分15,448百万ドン、ベトナム負担分882百万ドン）である。料金収入は2006年に最大となる。

一般的に、水道事業は公益事業であり完全な独立採算性の維持が望ましい。しかしながら、多大な初期投資が必要なことから、世界各国で中央政府または、地方自治体による補助金による例は多く見られる。また、施設の減価償却費は支出の伴わない費用であるため、水道事業の継続には直接資金上の関与はないものである。しかしながら、初期投資に得られた補助金で、少なくとも比較的耐用年数の短い機械施設の改修または更新が可能な状況は、維持する必要があるだろう。

ザーラムの水道公社の場合、水道料金を年率5%程度の値上げを考えるとヴェトナム側の負担工事により建設される水道施設の減価償却費は、年間882百万ドン程度と推定される。

水道料金収入から生産原価および、ヴェトナム側負担工事による施設の減価償却を差し引いた利益は、1996年で2,142百万ドン程度であり、これは年と共に増加する。

この利益は、2010年には11,128百万ドンとなり、15年間の累積利益は、102,284百万ドンに達する。これは、全施設の減価償却(423,064百万ドン $\times$ 0.9)の27%に相当する。この金額は、これら機械施設の改修には十分なものと考えられる。また、本計画の全機械施設の減価償却費(223,349 $\times$ 0.9)百万ドンの51%に相当する。したがって、本計画は、日本政府の無償資金協力部分を補助金とみなすと、水道料金収入により機械施設の改修に必要な資金を生み出せるものであると判断できる。

詳細は表4.8および図4.6に示した。

表4.8 財政収支(1)

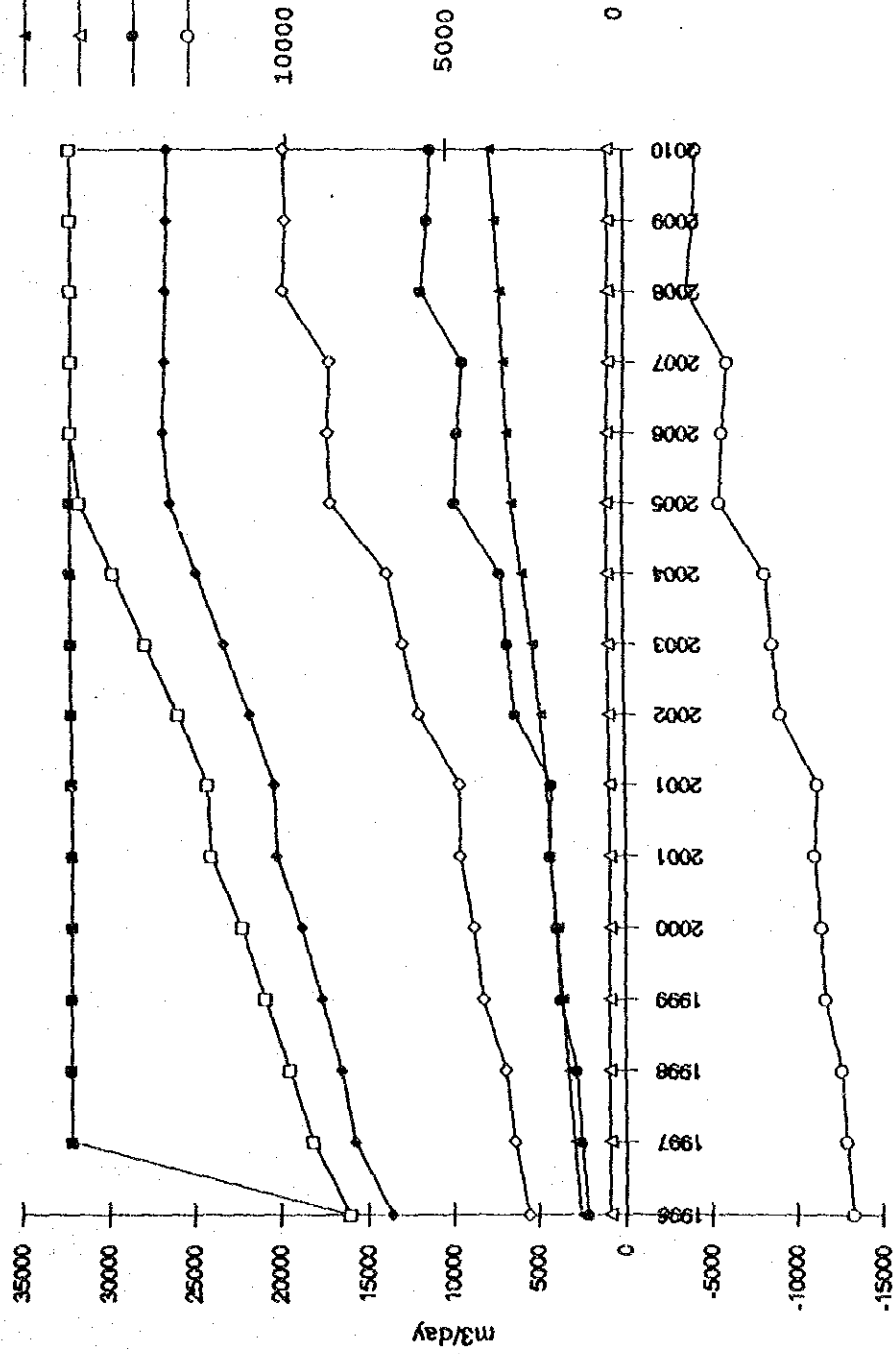
項目	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1 施設容量 m3/日	16,050	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100
2 生産量 m3/日	16,050	18,131	19,480	20,836	2,202	24,047	25,902
3 有収水量 m3/日	13,636	15,370	16,746	17,583	18,761	20,201	21,711
4 家庭用水 住宅 m3/日	6,991	7,981	8,649	9,315	9,986	11,038	12,090
5 家庭用水 周辺地区 m3/日	2,809	3,010	3,082	3,154	3,293	3,342	3,391
6 家庭用水 工場 m3/日	2,145	2,508	2,772	3,036	3,304	3,628	3,952
7 公共用水 m3/日	1,691	1,871	1,973	2,076	2,178	2,309	2,440
8 水道料金 5%/年値上げ							
9 家庭用水 トン/m3	800.0	800.0	800.0	882.0	882.0	882.0	1,020.8
10 工場 トン/m3	3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,307.5	3,307.5	3,307.5	3,828.0
11 公共用水 トン/m3	1,200.0	1,200.0	1,200.0	1,323.0	1,323.0	1,323.0	1,531.2
12 料金収入							
13 家庭用水 (4×9) 百万トン/年	2,861.60	3,209.37	3,425.45	4,014.15	4,274.91	4,629.35	5,768.10
14 工場 (5×10) 百万トン/年	2,348.78	2,746.26	3,035.34	3,665.17	3,988.71	4,379.86	5,521.81
15 公共用水 (6×11) 百万トン/年	385.00	418.73	434.50	496.42	514.28	546.64	670.11
16 料金収入計 (13+14+15) 百万トン/年	5,595.38	6,374.36	6,895.29	8,175.74	8,777.90	9,555.85	11,960.02
17 生産単価							
18 人件費 トン/m3	65.55	58.02	54.01	50.49	47.21	43.50	40.32
19 薬品費 トン/m3	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50
20 電力費 トン/m3	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00
21 修繕費 トン/m3	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
22 生産費単価 年率3.5%上昇							
23 人件費 トン/m3	65.55	60.05	57.85	55.98	54.38	51.96	49.93
24 薬品費 トン/m3	25.50	26.39	27.32	28.27	29.26	30.29	31.35
25 電力費 トン/m3	324.00	335.34	347.08	359.22	371.80	384.81	398.28
26 修繕費 トン/m3	23.80	24.63	25.50	26.39	27.31	28.27	29.26
27 生産原価							
28 人件費 (23×3) 百万トン/年	384.00	397.44	411.35	425.75	440.65	456.07	472.03
29 薬品費 (24×3) 百万トン/年	149.39	174.67	194.22	215.01	237.13	265.82	296.35
30 電力費 (25×3) 百万トン/年	1,898.07	2,219.34	2,467.79	2,731.95	3,012.95	3,377.54	3,765.42
31 修繕費 (26×3) 百万トン/年	139.43	163.03	181.28	200.68	221.32	248.10	276.60
32 生産費総額 百万トン/年	2,570.89	2,954.48	3,254.64	3,573.39	3,912.05	4,347.53	4,810.40
33 ベトナム側工事施設原価償却	882.00	882.00	882.00	882.00	882.00	882.00	882.00
34 土木施設 百万トン/年	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
35 機械施設 百万トン/年	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00
36 建物および管路 百万トン/年	718.00	718.00	718.00	718.00	718.00	718.00	718.00
37 収益 (16-32) 百万トン/年	2,142.00	2,538.00	2,759.00	3,720.00	3,984.00	4,326.00	6,268.00
38 収益累計 百万トン/年	2,142.00	4,680.00	7,439.00	11,159.00	15,143.00	19,469.00	25,737.00
39 全施設原価償却 百万トン/年	15,448.00	15,448.00	15,448.00	15,448.00	15,448.00	15,448.00	15,448.00
40 土木施設 百万トン/年	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00
41 管路 百万トン/年	2,008.00	2,008.00	2,008.00	2,008.00	2,008.00	2,008.00	2,008.00
42 機械施設 百万トン/年	12,400.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00
43 財務状況 (37-39) 百万トン/年	-13,306.00	-12,910.00	-12,689.00	-11,728.00	-11,464.00		-9,180.00

表4.8 財政収支(2)

項目	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 施設容量 m3/日	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100
2 生産量 m3/日	27,766	29,640	31,522	32,100	32,100	32,100	32,100	32,100
3 有収水量 m3/日	23,211	24,733	26,245	26,667	26,608	26,550	26,490	26,432
4 家庭用水 住宅 m3/日	13,142	14,194	15,246	15,083	15,050	15,016	14,983	14,950
5 家庭用水 周辺地区 m3/日	3,440	3,489	3,538	3,232	3,225	3,217	3,210	3,203
6 家庭用水 工場 m3/日	4,276	4,600	4,924	5,040	5,029	5,018	5,006	4,995
7 公共用水 m3/日	2,571	2,702	2,834	3,312	3,304	3,298	3,291	3,284
8 水道料金 5%/年値上げ								
9 家庭用水 トン/m3	1,020.8	1,020.8	1,181.6	1,181.6	1,181.6	1,368.0	1,368.0	1,368.0
10 工場 トン/m3	3,228.0	3,228.0	4,431.0	4,431.0	4,431.0	5,130.0	5,130.0	5,130.0
11 公共用水 トン/m3	1,531.2	1,531.2	1,772.4	1,772.4	1,772.4	2,052.0	2,052.0	2,052.0
12 料金収入								
13 家庭用水 (4×9) 百万トン/年	6,178.32	6,588.54	8,101.24	7,898.97	7,881.72	9,104.10	9,006.73	9,064.16
14 工場 (5×10) 百万トン/年	5,974.51	6,427.21	7,963.66	8,151.27	8,133.48	9,395.95	9,373.48	9,352.89
15 公共用水 (6×11) 百万トン/年	707.55	745.00	905.70	1,108.83	1,106.24	1,277.76	1,275.51	1,273.27
16 料金収入計 (13+14+15) 百万トン/年	12,860.38	13,760.75	16,970.60	17,159.07	17,121.44	19,777.81	19,655.72	19,690.32
17 生産単価								
18 人件費 トン/m3	37.89	35.49	33.38	32.77	32.77	32.77	32.77	32.77
19 薬品費 トン/m3	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50
20 電力費 トン/m3	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00
21 修繕費 トン/m3	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
22 生産費単価 年率3.5%上昇								
23 人件費 トン/m3	37.55	35.14	33.00	32.77	32.77	32.78	32.77	32.77
24 薬品費 トン/m3	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50
25 電力費 トン/m3	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00
26 修繕費 トン/m3	30.28	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80
27 生産原価								
28 人件費 (23×3) 百万トン/年	488.56	505.65	523.35	523.35	541.67	560.63	580.25	600.56
29 薬品費 (24×3) 百万トン/年	328.80	363.27	399.86	421.45	436.20	451.46	467.26	483.62
30 電力費 (25×3) 百万トン/年	4,177.67	4,615.71	5,080.60	5,354.84	5,542.26	5,736.24	5,937.01	6,144.80
31 修繕費 (26×3) 百万トン/年	306.88	339.06	373.20	393.35	407.12	421.37	436.11	451.38
32 生産費総額 百万トン/年	5,301.91	5,823.69	6,377.01	6,692.99	6,927.25	7,169.70	7,420.63	7,680.36
33 仮当金償却								
34 土木施設 百万トン/年	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
35 機械施設 百万トン/年	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00
36 建物および管路 百万トン/年	718.00	718.00	718.00	718.00	718.00	718.00	718.00	718.00
37 収益 (16-32) 百万トン/年	6,676.00	7,055.00	9,712.00	9,584.00	9,312.00	11,726.00	11,353.00	11,128.00
38 収益累計 百万トン/年	32,414.00	39,469.00	49,181.00	58,765.00	68,077.00	79,803.00	91,156.00	102,284.00
39 全施設原価償却 百万トン/年	15,448.00	15,448.00	15,448.00	15,448.00	15,448.00	15,448.00	15,448.00	15,448.00
40 土木施設 百万トン/年	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00
41 管路 百万トン/年	2,008.00	2,008.00	2,008.00	2,008.00	2,008.00	2,008.00	2,008.00	2,008.00
42 機械施設 百万トン/年	12,400.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00
43 財務状況 (37-39) 百万トン/年	-8,772.00	-8,393.00	-5,736.00	-5,864.00	-6,136.00	-3,722.00	-4,095.00	-4,320.00



- 施設容量 (m<sup>3</sup>/日)
- 日最大需要量 (m<sup>3</sup>/日)
- 有収水量 (m<sup>3</sup>/日)
- ◇— 料金収入 (百万ドン/年)
- ▲— 生産原価 (百万ドン/年)
- △— ヱィエトナム側分担工事の減価償却費 (百万ドン/年)
- 利益 (百万ドン/年)
- 当年度損失 (百万ドン/年)



年  
 图 4.6 財政収支

#### 4.4 技術協力

ヴェトナム、特にハノイ市においては、水道事業従事者の技術水準は比較的高いものと考えられる。しかしながら、本計画においては、水源となる地下水の水質が悪いため、鉄、マンガン、アンモニア等の除去施設が導入されることとなる。したがって、これら水処理技術が定着するまでの間、水処理技術に関する技術協力が望ましい。また、本計画は技術的にも財務的にも十分妥当な計画ではあるが、実際に初期の給水サービスレベルを維持し、料金徴収を実行する必要がある。したがって、料金徴収並びに水道事業経営面での技術協力も必要となるため、下記の技術協力が望ましいものと考えられる。

- |              |    |       |
|--------------|----|-------|
| 1. 水処理専門家    | 1人 | 1～2年間 |
| 2. 水道事業経営専門家 | 1人 | 2～4年間 |

なお、これら技術協力に従事する専門家は、十分な実務経験を有するものであることが不可欠である。

## 第 5 章 基本設計



## 第5章 基本設計

### 5.1 設計方針

#### 5.1.1 設計範囲

本計画の水道施設の設計容量は $32,100\text{m}^3/\text{日}$ である。本計画の必要な施設は下に示すとおりである。

#### (1) 水源施設

井戸	80m、 $\phi 350\text{mm}$	:	12本
揚水機材、水中モーターポンプ		:	12台
計装		:	1式

#### (2) 導水施設

導水管路、ダクティル鑄鉄管 $\phi 250-600\text{mm}$	:	7.75km
---------------------------------------	---	--------

#### (3) 浄水施設

エアレーション、および沈殿池	:	$1,6050\text{m}^3/\text{日} \times 2$	系列
除鉄設備	:	$1,6050\text{m}^3/\text{日} \times 2$	"
除マンガン設備	:	$1,6050\text{m}^3/\text{日} \times 2$	"
汚泥処理設備			
濃縮槽	:	$100\text{m}^3$	
乾燥床	:	$612\text{m}^2$	

#### (4) 配水施設

配水池、鉄筋コンクリート製	:	$3,000\text{m}^3 \times 2$ 池
塩素注入設備	:	$500\text{g/hr} \times 4$ 台
配水ポンプ	:	$7.03\text{m}^3/\text{min} \times 50\text{m} \times 6$ 台
非常用電源	:	$500\text{KVA} \times 1$ 台

## (5) 給配水施設

配水管路	ダクタイル鋳鉄管φ75-700mm	:	52,160m
給水管路	塩化ビニール管φ50-100mm	:	41,310m
水道メーター		:	7,070個

### 5.1.2 配水管供与範囲

給水区域の決定は、ザラム地区土地利用計画（2010年）を基に計画された。しかし、本計画時点では開発計画地内の道路計画がまだされていない地域がある。これら道路未計画地区の給水量は本計画に含まれているが、給水するための配水配管は既設道路を使用して最も近くまで配管され、将来道路ができる時点で接続できるように設計を考慮した。また、将来必要となる配水管材は本計画での日本側機材供与に含まれていない。

### 5.1.3 施設設置条件

#### (1) 水源施設

河川敷に建設される8本の取水井戸ポンプ建屋は紅河洪水時水位を考慮して設計する。建屋建設予定地の地盤高は平均海拔+10.43mである。また、紅河洪水時水位は海拔+12.50mであるために河川の堤防高さは13.50mとなっているので建屋の床レベルは海拔+13.50mとする。

#### (2) 浄水場

現在浄水場建設予定地は水田として使用されており、現状の地盤高はおよそ海拔+4mであり、台風シーズンの洪水時水位は現状地盤高よりさらに上昇するものと考えられる。建設予定地の近くを通る国道5号線の路面高が海拔+6.00mであることから、建設予定地は現状地盤より2m盛土して最終仕上げ地盤高を国道の路面高と同じ海拔+6.00mとする。

浄水場内施設の高さ制限は近くの飛行場の規制により、飛行場滑走路路面より10m以内と規定されている。本計画施設の最大高さは海拔+16m以内で設計されるので、滑走路路面から10m以内の高さである。

#### 5.1.4 排水施設

浄水場内の処理設備より、排出される排水には多量の鉄が含まれている。鉄そのものは自然水域に対して特に有害物質ではないが、本計画地域を囲む水田に流出した場合の稲作に影響があると思われるので、水田への排出は避けるべきである。建設予定地の地形条件を検討した結果、排出すべき河川等が近くにならないために汚泥処理設備を設置する必要がある。汚泥処理設備によって処理された汚泥はトラック等で運搬され、埋立等に使用される。また、汚泥処理設備で分離された上澄水は水処理ラインに返送され再利用される。乾燥床から浸出する排水は鉄分が少ないためにそのまま排出される。

#### 5.1.5 処理プロセス

現地では処理プロセスに使用する薬品は純度も悪く、価格も高いために使用薬品量は最少となるように処理プロセスを設計するものとする。そのために、脱鉄処理は凝集剤を使用する凝集、沈殿方式ではなく2段ろ過方式とする。一方水中に含まれるアンモニアは滅菌のために必要な塩素を多量に消費する。脱鉄のためのろ過は、アンモニアも同時に除去できる生物ろ過設備として設計することによって塩素の使用量が減少できる。本プロセスはベトナム側でも独自に研究、実験をされており、維持管理面でも十分対応できると考えられる。

#### 5.1.6 配水および給水設備

需要家に1日24時間連続給水することを基本とする。(ただし、公共電力停電時には水量低下は止むをえないものとする。停電時には、自家用発電機によって、配水ポンプ1台の運転を行なう)

給配水の時間変動に対応させるために、浄水場に配水池を築造する。

配水方式は、ポンプ直送方式とする。また、ベトナム国水道施設基準によると、配水管末圧力は20m～25mであり、3階建の建物への直結給水が可能となる圧力である。

#### 5.1.7 建設工期

ベトナム側で建設される配水管布設工事は、約2年かかる。また、これら機材の製造・輸送には約7ヶ月程度と考えるので、配管の完成に必要な工期は2年7ヶ月となり、本全体工程中、配管工事がクリティカルである。

したがって、全体工期は2期分けとして配管工事を考慮のうえ各施設の建設工期を設定するものとする。

## 5. 2 設計条件の検討

### 5.2.1 計画給水地域

計画給水地域の設定はハノイ市ザーラム地区土地利用計画（2010年）に沿って設定し、計画内容は第4章に述べられているが、計画地域の面積は1,188ha、本計画年である2000年の人口は121,000人である。

### 5.2.2 水需要量

第4章の中で計画された水需要予測から計画地域での2000年の水需要量は日平均18,761 $\text{m}^3$ /日である。

### 5.2.3 設計水量

設計水量は以下の計算によって決定した。

- (1) 日平均需要水量は18,761 $\text{m}^3$ /日である。
- (2) 日最大需要水量（Q1）=日平均水量×日最大係数（1.4）  
Q1 : 18,761 $\text{m}^3$ /日×1.4=26,265 $\text{m}^3$ /日  
ハノイ市では、日最大係数を現在1.3、2000年の将来計画では1.4としている。  
（ハノイ市およびザーラム水道マスタープランによる）
- (3) 漏水および揚水場用水量（Q2）は計画年の2000年で日最大水量に対して11.25%とする。  
Q2 : 26,265 $\text{m}^3$ /日×0.1125=2,955 $\text{m}^3$ /日
- (4) 日最大水量（Q）=Q1+Q2=29,220 $\text{m}^3$ /日  
よって設計日最大水量（Q）は30,000 $\text{m}^3$ /日とする。
- (5) 浄水場内で消費される設計必要水量は設計日最大水量の7%として2,100 $\text{m}^3$ /日である。
- (6) 取水、原水導水および浄水場の設計水量は32,100 $\text{m}^3$ /日である。
- (7) 配水池は浄水池と兼用で使用され浄水場内に設置される。配水池容量計算は日最大水量（30,000 $\text{m}^3$ /日）の20%である6,000 $\text{m}^3$ とする。この容量の中には浄水場内使用水、消火水量等含むものとする
- (8) 配水管の設計水量は時間最大水量を使用とする。  
時間最大係数は1.35とする。  
時間最大水量 : 30,000×1.35/24=1,687.5 $\text{m}^3$ /時間（468.75lit/sec）  
以上の水量は「図5.1 設計水量マスマバランス」に示される。ただし、図中排水量は計算による実排水量とする。



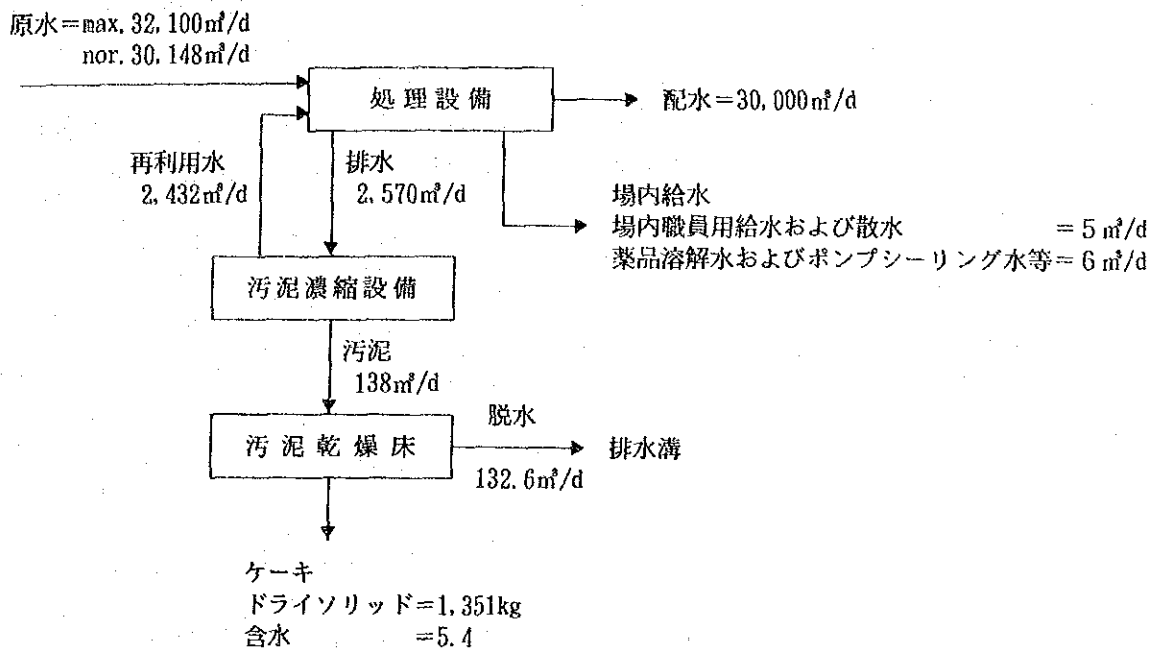


図 5. 1 浄水場水マスバランス

#### 5.2.4 水源の検討

##### (1) 地下水の計画揚水量

計画取水量は最大32,100 m<sup>3</sup>/日 (371.53 lit/sec) である。井戸1本あたり可能揚水量はFINNINDAプロジェクトによって建設された最新の井戸実績 (MAIDICH浄水場) では平均揚水量は 45.81 lit/sec である。スクリーンの径は350mm長さ17~18mである。

本計画ではスクリーンの径350mm、長さ36mで設計した場合、揚水量は計画水源位置の水理地質条件を考えると、50 lit/sec まで十分に取水できることが予想できる。したがって、井戸1本の設計揚水量は 50 lit/sec として設計する。必要井戸の建設数は取水ポンプ20時間運転の条件で9本となる。これにハノイ市の基準により3本の予備井を加え、合計12本建設することとする。

##### (2) 地下水の水収支

本計画地区の地下水かん養源は紅河等の伏流水と降雨である。本計画水源のかん養量は添付資料8に示したとおり  $1.18 \times 10^7$  m<sup>3</sup>/年と推定できる。これを河川の年流量  $1.46 \times 10^{11}$  m<sup>3</sup>/年と比較すると約0.01%に相当する。したがって、地下水源の水収支から判断して本計画に必要な水量は十分確保できるものと考えられる。

### (3) 井戸の影響半径

タイスの公式より計算して井戸間隔は 250m とする。計算に使用した各係数、条件は以下のとおりである。また詳細計算は Appendix 8 に示す。

透水量係数	: $1.90 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{sec}$
貯留係数	: $1.0 \times 10^{-3}$
揚水量	: 50 lit/sec
連続揚水時間	: 20時間
井戸径	: 350 mm

### 5.2.5 施設配置計画

施設配置計画は基本設計図面（図面番号4）に示すとおりである。また、各施設の設置条件の検討内容は次のとおりである。

#### (1) 取水設備

水源用地は以下の項目を主選定条件として検討した。

- 1) 主滞水層 (qp1)が確実に、かつ厚く分布すること
- 2) 浄水場にできるだけ近いこと
- 3) 将来の都市化に伴ない、発生すると考えられる種々の環境的影響をできるだけ避けること

計画井戸数は12本である。まず、1)、3)の条件を満たす場所として紅河沿いの地点を計画した。次に、浄水場敷地内は、2)、3)の条件をほぼ満足する地点として計画した。後者には4本の井戸を考慮できるので、前者には8本とした。

#### (2) 原水導水管路ルート

原水導水管路ルートは施設配置図（基本設計図面番号1）に示したとおり、飛行場を迂回して水源から浄水場までの国道に沿って最短距離に布設される。また、河川敷からの導水管（600mm 鋳鉄管）は一ヶ所堤防を横断しなければならない。この場合、堤体を開削することは基準によって禁じられているので、導水管は既存堤防（道路）上を横断する計画とする。この管横断によって堤防の一部を高くし、前後の道路の取り付け勾配改修工事を伴なう。

### (3) 浄水場

浄水場の設置場所は、

- ① 取水地点に近いこと
- ② 配水区域のほぼ中間に位置していること
- ③ 用地取得が容易であること
- ④ 電源が近くから取れること
- ⑤ アクセスがあること
- ⑥ 将来都市開発の妨げとならないこと

の評価項目に基づき浄水場の位置を選定した。以下に選定結果を示す。

表 5. 1 浄水場建設地選定の評価表

選 定 項 目	選 定 結 果	評 価
1. 取水施設からの距離	約 8 km	やや遠い
2. 配水区域からの位置	ほぼ中央に位置する	良い
3. 用地買収	ベ国側で準備できる	良い
4. 電源距離	敷地まで約 200m 以内	良い
5. アクセス	なし (国道より約 1.5km)	ベ国側で取り付け道路を計画できる
6. 開発地域	開発地域よりはずれている	飛行場周辺地区の高さ制限 (10m) あり

上記表より、

- ① 取水地域は開発計画と本計画水源水理地質調査によって最適な場所として決定されている。
- ② 取水地域周辺には適当な浄水場用地 (約 7 ha) が確保できない。
- ③ 飛行場周辺地域高さ制限内に施設を設計することが可能である。

以上の評価後、ベトナム国側実施機関の協議によって浄水場建設予定地は決定された。

#### (4) 配水管ルート

配管は既存の公共道路下に埋設することを原則として設計する。なお、既存道路でも堤防道路には規制から配水管を埋設しない。

国道のように大きな道路では、給水管分岐工事での技術的な面から道路の両側に配水枝管を布設する必要がある。

#### 5.2.6 原水水質と飲料水水質規準

原水水質は既設井戸水の水質を基に各水質項目の最大値を設計水質として決定した。設計水質は表5.2に示す。飲料水水質はヴェトナム環境科学技術省の環境基準第4章、第5章飲料および生活用水基準に準拠する。飲料水基準は表5.3、5.4に示す。原水水質の中で飲料水水質基準を上回る項目として、鉄とマンガンがある。また、アンモニアは基準内ではあるが、滅菌のために使用する塩素の消費量が増大し、ランニングコストも増大することになる。浄水場の処理設備は鉄とマンガンだけではなく、アンモニアの除去もできるためのプロセスを設計するものとする。

#### 5.2.7 水処理プロセス

原水の中に含まれている鉄、マンガン、アンモニアを除去するための水処理プロセスは図5.2のとおりである。

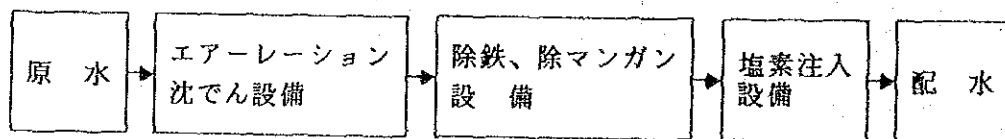


図5.2 設備フロー

上記各設備の設計検討内容は下記のとおりである。

表 5. 2 設 計 水 質

Characteristic	Maximum Concentration	Minimum Concentration
Turbidity	0	0
Colour	0	0
Water Temperature	27 °C	24 °C
pH	6.8	6.5
Total Iron	22 mg/l	10 mg/l
Total Manganese	2.0 mg/l	0.4 mg/l
Ammonia	1.0 mg/l	0.7 mg/l
Ca as CaCO <sub>3</sub>	55 mg/l	-
HCO <sub>3</sub> as CaCO <sub>3</sub>	200 mg/l	-
Alkalinity as CaCO <sub>3</sub>	250 mg/l	-
Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	180 mg/l	-
Chloride Ion	31 mg/l	-
NO <sub>2</sub>	nil	-
NO <sub>3</sub>	nil	-
PO <sub>4</sub>	3.0 mg/l	-
SO <sub>4</sub>	4.0 mg/l	-

表 5. 3 飲料水水質基準

Characteristic	Unit	Standard
Colour	-	less than 10
Taste (after boiled 40-50 °C)	-	0
TDS	mg/l	less than 1,000
pH	-	6.5 - 8.5
Total Hardness	odH	12
NaCl (Sea Area)	mg/l	less than 400
NaCl (Normal Area)	mg/l	less than 100
Nitrite (NO <sub>3</sub> )	mg/l	less than 6
Nitrate (NO <sub>2</sub> )	mg/l	0
Hydrogen Sulfide (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0
Ammonia (Surface Water)	mg/l	0
Ammonia (Ground Water)	mg/l	less than 3
Lead	mg/l	less than 0.1
Copper	mg/l	less than 3
Zinc	mg/l	less than 5
Total Iron	mg/l	less than 0.3
Allowable Total Iron	mg/l	less than 0.5
Total Manganese	mg/l	less than 0.2
Fluoride	mg/l	0.7 - 1.5
Iodin	mg/l	0.005 - 0.007
Calcium	mg/l	75 - 100
Chromium	mg/l	0
Cyanide	mg/l	0
Phenol	mg/l	0
Total Residual Chlorine	mg/l	0.5
Residual Free Chlorine	mg/l	0.05
COD	mg/l	0.5 - 2.0

表5. 4 飲料水水質基準

浄水水質

項 目	単 位	基 準
糞便性大腸菌	個数/100ml	0
大腸菌群	個数/100ml	0

注：-濁度 < 1 NTU, for disinfection with Chlorine,  
 - pH < 8  
 -残留塩素 0.2~0.5mg/l、30分後

給水水質

項 目	単 位	基 準
糞便性大腸菌	個数/100ml	0
大腸菌群	個数/100ml	3.0以下

### (1) エアレーション設備

エアレーション設備で酸化された水中の鉄は $\text{Fe}(\text{OH})_3$ となり、水中に折出してくる。

本計画の原水は最大 $22\text{mg}/\ell$ の鉄が含まれている、この多量の鉄は次のろ過設備でろ過される時かなりな負荷がろ過設備にかかることになる。そのために、エアレーションを出た後に自然沈殿池をもうけ、ろ過の負荷軽減をはかるものとする、この場合、約1時間で約35%の鉄が沈殿する（現地沈殿実験による、実験データは添付資料11 参照）。

### (2) 除鉄、除マンガン設備

本設備プロセスとしては3通りが考えられる。これら3通りのプロセスを比較検討した結果は表5.5のとおりである。この表より第2案が技術、経済的に最も適当であると考えられる。

### (3) 塩素注入設備

処理水の消毒として塩素を使用する。除鉄脱マンガン処理の工程でアンモニアの除去が十分にされていない場合には、アンモニアの酸化のために塩素が消費されてしまう。除鉄設備でアンモニアを完全に除去するためにはアンモニアの酸化に必要な酸素を除鉄設備の前段に吹き込む必要がある。エアレーション設備では除鉄に必要な酸素量は確保できるが、アンモニアの酸化に必要な空気量が得られないためである。

## 5.2.8 配管材質

原水のランゲリア指数は以下の計算式より $-0.944$ となり、やや腐食性がある水である。

$$\text{pHs} : 8.313 - \log[\text{Ca}] - \log[\text{A}] + \text{S} = 8.313 - \log 1.097 - \log 5 + 0.17 = 7.744$$

$$\text{ランゲリア指数} : 6.8 - 7.744 = -0.944$$

また、エアレーション後のランゲリア指数はおよそ0近くまで上昇する。エアレーションによって、水中より遊離炭酸が大気に放出されることによって、ランゲリア指数もプラス側になると考えられる。いまアルカリ度とpHより遊離炭



表5.5 水処理プロセス比較

プロセス	第1案 上向流2段ろ過	第2案 下向流2段ろ過	第3案 凝集沈殿ろ過
1. システム	1段目ろ過は上向流ろ過、2段目ろ過では、下向流ろ過である。 1段目ろ過では、鉄とアンモニアの除去を行ない、2段目のろ過では、マンガンの除去を行なう。	1段目、2段目とも下向流ろ過である。 ろ過設備の機能は第1案に同じ。	スラリーブランケット式沈殿池とろ過池の組み合わせである。 沈殿池で鉄の除去を行ない、ろ過池でマンガンの除去を行なう。
2. 主仕様	<p><u>1段目ろ過</u></p> <p>ろ過速度 : 400m/日 ろ材厚さ : 5,200mm ろ過継続時間 : 24時間</p> <p>または、</p> <p>ろ材厚さ : 2,600mm ろ過継続時間 : 12時間</p> <p><u>2段目ろ過</u></p> <p>ろ過速度 : 180m/日 ろ材厚さ : 900mm ろ過継続時間 : 48時間</p>	<p><u>1段目ろ過</u></p> <p>ろ過速度 : 150m/日 ろ材厚さ : 2,000mm ろ過継続時間 : 24時間</p> <p><u>2段目ろ過</u></p> <p>ろ過速度 : 180m/日 ろ材厚さ : 900mm ろ過継続時間 : 48時間</p>	<p><u>沈殿池</u></p> <p>上昇速度 : 60mm/分 滞留時間 : 50分</p> <p><u>ろ過</u></p> <p>ろ過速度 : 125m/日 ろ材厚さ : 600mm ろ過継続時間 : 24時間</p>
3. 除去性能	<p>鉄 ○</p> <p>アンモニア △</p> <p>マンガン ○ (塩素が多く必要)</p>	<p>鉄 ○</p> <p>アンモニア ○</p> <p>マンガン ○ (塩素が必要)</p>	<p>鉄 ○ (凝集剤が必要)</p> <p>アンモニア ×</p> <p>マンガン ○ (塩素が過大に必要)</p>
4. 設計、施工上の問題点	<p>a. ろ過池の高さが高くなり、水位高低上建設不可能等の問題が生じる。</p> <p>b. ろ過池の高さを低くするために、ろ過材の充填量を減らすと、ろ過継続時間が短くなる。</p> <p>c. 流動床型のため、ろ過材流出防止用グリット等の設置が必要となり、構造が複雑になる。</p>	<p>a. 1段目ろ過の流入口で再度エアレーションを行なうが、これはアンモニア除去を行なうためである。</p> <p>b. 1段目でアンモニアが除去されるため、2段目のマンガン除去に必要な塩素注入量が少なくてすむ。</p> <p>c. 下向流ろ過であるため、上向流ろ過と比較して構造が単純である。</p>	<p>a. 沈殿池の構造はろ過池の構造より単純であるが、沈殿処理で鉄を除去するには凝集剤が必要である。</p> <p>b. 沈殿処理でアンモニアの除去ができないため、後段のマンガン除去に要する塩素の注入量が多くなる。</p>
5. メンテナンス上の問題点	<p>a. 上向流ろ過はろ過池下部が汚染されると、その復帰が困難。</p>	<p>a. 下向流ろ過は、一般に多く使われている形式であり、メンテナンス上簡単である。</p>	<p>a. 沈殿池はろ過池に比べて、構造が単純であるため、メンテナンスも、より単純であるが、スラリーブランケットの管理に運転上注意が必要。</p>

プロセス	第1案 上向流2段ろ過	第2案 下向流2段ろ過	第3案 凝集沈殿ろ過
6. 建設費指数	本案を100とした場合	第1案に比べ90	第1案に比べ85
7. 設備運転費			
薬品代 凝集剤	—	—	注入率：10mg/ℓ 注入量：32,100m <sup>3</sup> /d×10mg/ℓ =321kg/d 321kg/d×2,000DN =642,000DN/d
塩素	注入率：max. 6.6mg/ℓ 注入量：32,000m <sup>3</sup> /d×6.6mg/ℓ =211.9kg           max. 211.9kg/d×3,000 DN =635,700DN/日	注入率：max. 2.6mg/ℓ 注入量：32,100m <sup>3</sup> /d×2.6mg/ℓ =83.5kg/d           max. 83.5kg/d×3,000DN =250,500DN/日	注入率：max. 2.6mg/ℓ 注入量：32,100m <sup>3</sup> /d×10.6mg/ℓ =340kg/d           max. 211.9kg/d×3,000DN =1,020,000DN/日
電気代	エアレーション	エアレーション	
ポンプ	ブローア           : 9KW×2台	ブローア           : 9KW×2台	
ブローア	24h/d 運転	24h/d 運転	
	エア-洗浄ブローア: 22KW×1台	エア-洗浄ブローア: 22KW×1台	
	1h/d 運転	3h/d 運転	
	洗浄ポンプ       : 15KW×2台	洗浄ポンプ       : 15KW×2台	
	3h/d 運転	3h/d 運転	
	洗浄ポンプ       : 15KW×1台	洗浄ポンプ       : 15KW×1台	
	2h/d 運転	2h/d 運転	
	電力消費量=574KW/d 574KW/d×600DN =344,400DN/日	電力消費量=618KW/d 574KW/d×600DN =370,800DN/日	電力消費量=55KW/d 55KW/d×600DN =33,000DN/日
合計	980,100DN/日	621,300DN/日	1,695,000DN/日

酸を推測すると80mg/ℓであり、エアレーションによって、遊離炭酸のおよそ90%は大気に放出され10mg/ℓまで低下することが期待される。そのときのpH値は7.7と推定される。よって、エアレーション後の水のランゲリア指数はおよそ0となる。この値からエアレーション後の水の腐食性はあまり考えられない。

以上のことから各配管材質を以下のとおり決定する。

#### (1) 原水導水管

管径が大きい（最大600mm）ことと、導水管ルートの大半が一般自動車道に埋設する計画であることから、管種は強度が大きく、また、耐腐食性に優れている水道用ダクタイル鋳鉄管（モルタルライニング付き）とする。

#### (2) 浄水場内配管

ランゲリア指数の検討により腐食性がほとんど考えられないことから、浄水場内施設配管材は材料費の安価である内面タールエポキシ塗装付き鋼管を使用するものとする。ただし、エアレーション散水管の配管はランゲリア指数-0.944を考慮してすべてステンレス配管とする。

#### (3) 配水、給水配管

配水管の材質は、口径150mm以上はモルタルライニング付きダクタイル鋳管（DIP）。口径100mm以下は水道用硬質塩化ビニール管（VP、および継ぎ手ゴムリング付き受け口継ぎ手）とする。ただし、重車両用道路に埋設する場合、および重要路線については管径を問わずダクタイル鋳鉄管を採用する。

給水管の材質はポリエチレン管を使用する。これは、ポリエチレン管は曲げに対する自在性があり、給水装置施工の容易と工期の短縮にメリットがある。

### 5.2.9 ウォーターハンマーからの管の保護

導水、配水管は管延長と布設状況からウォーターハンマーが管内に発生し、管の破損が起こることがある。

本計画では各管のウォーターハンマー計算を行ない、管内で水柱分離を起こす

限界点として-6 m以上の負圧を生ずるものには、空気弁を設置し、ウォーターハンマー改善を以下のとおり行なうものとする。また、詳細計算は添付資料9「ウォーターハンマー計算書」参照。

- (1) 導水管 : -6 m以上の負圧が6,000mの距離にわたり起こる。空気弁をNo.8取水ポンプ出口、ポンプから940m、2,970mの3地点に設置する。
- (2) 導水管（浄水場内） : 問題はない。
- (3) 配水管 : 管末に近いところ約500mの距離にわたり-6 m以上の負圧が起こる。空気弁を配水ポンプ出口部に1ヶ所設置する。

### 5.3 施設基本計画

#### 5.3.1 規準、規格

施設に必要な規準、規格はベトナム国、日本、またはISO規格、規準に準拠するものとする。

#### 5.3.2 土木工事

##### (1) 基本設計条件


基本設計条件は日本国内基準を適用する。詳細内容は添付資料12「土木基本設計条件書」参照。

##### (2) 構造物仕様

###### ① 地盤条件

浄水場計画予定地で実施されたボーリング調査の結果を基に地盤条件は以下表5.6のとおり示される。また、詳細杭仕様およびボーリング調査結果は添付資料10に示される。

表5.6 浄水場計画予定地の地盤条件

層番号	標高 (EL m)	層厚 (m)	深度 (m)	土質名	N値	周面摩擦力度 f (t/m <sup>2</sup> )	杭仕様 (エアレーション設備)
①	+6.0~+4.0	2.0	2.0	盛土	3	(3.0)	 EL+5.3m 鉄筋コンクリート杭 (打ち込み杭) □-400*400 L=28.0m ・上杭12mは負の摩 擦力対策でコール タールを塗布 ・杭間隔 3.0m×3.0m EL-22.7m
	+4.0~-1.0	5.0	7.0	粘土			
②	-1.0~-4.3	3.3	10.3	粘土	13	(13.0)	
③	-4.3~-6.0	1.7	12.0	粘土	4	(4.0)	
④	-6.0~-13.3	7.3	19.3	粘土	21	15.0	
⑤	-13.3~-21.0	7.7	27.0	砂	21	4.2	
⑥	-21.0~-36.5	15.5	42.5	砂	34	6.8	
⑦	-36.5~			礫混じ 砂	40 以上	8.0	

注1) ボーリング孔口の標高は、EL+4.0m。

注2) 地下水位は、EL+2.15mと設定。

注3) ①~③層は、圧密対称層であるため周面摩擦は考慮しない。

注4) 杭の仕様は、エアレーション設備の例である。

## ② 場内雨水排水処理

計画地域での年間降水量は1,800mmと考えられ、路面排水計画に使用する降雨強度は  $I = 100\text{mm/hr}$  とする。

地表面の流出係数を以下のとおり設定する。

表5.7 流出係数

地表面の種類	流出係数
路面、舗装	0.85
砂利道	0.50
屋根	0.85
間地	0.30

最大流出量は流域面積、流出係数、降雨強度より下記計算式より $0.12\text{m}^3/\text{sec}$ である。

$$Q = C \times I \times a / 3.6 \times 10^6 (\text{m}^3/\text{sec})$$

C : 流出係数

I : 降雨強度 (I = 100mm/h)

a : 集水面積 (m<sup>2</sup>)

以上の条件を基に排水溝の仕様を決定する。

断面形状 U-450×450 (コンクリート製)

8割水深として、流水面積 A = 0.144m<sup>2</sup>、流水辺長 P = 1.170m

動水半径 R = A / P = 0.123m

縦断勾配 I = 4 / 1000 (想定)

粗度係数 n = 0.014

決定された排水溝の流下能力の算定は次のとおり計算され、結果は十分排水できるものと考えられる。

マンニング公式により流速 V を求める。

$$V = \frac{R^{2/3} I^{1/2}}{n} = 1.117 (\text{m}/\text{sec})$$

V : 流速 (m/sec)

よって、流下能力 Q a は、

$$\begin{aligned} Q a &= A \cdot V = 0.144 \times 1.117 \\ &= 0.16 (\text{m}^3/\text{sec}) > Q = 0.12 (\text{m}^3/\text{sec}) \end{aligned}$$

③ 場内道路

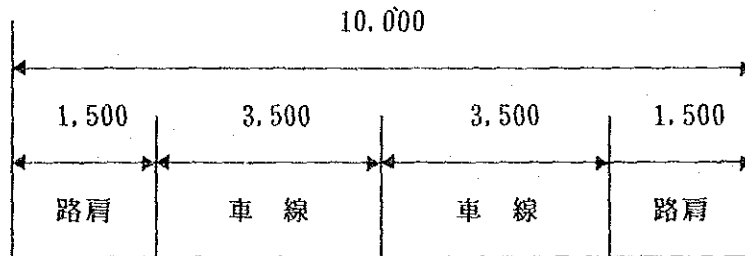
場内道路舗装構成は表5.8のとおりである。

表5.8 道路舗装構成

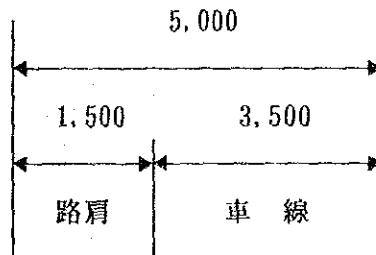
舗装構成	厚さ
コンクリート板 (設計強度 $\sigma_{bk}=45\text{kg}/\text{cm}^2$ )	20cm
路盤 (粒度調整砕石)	20cm
合計	40cm

道路横断構成は以下の図のとおりとする。

10m道路



5m道路



### 5.3.3 建築工事

#### (1) 基本設計条件

基本設計条件には日本国内基準を適用する。詳細内容は添付資料13「建築基本設計条件書」参照。

### 5.3.4 取水施設

#### (1) 基本設計条件

##### ① 井戸建設

井戸掘削の口径は 500mm、深さ82mとする。また、ケーシングおよびスクリーン径は 350mmとする。

##### ② 取水ポンプ

1基あたり井戸の設計揚水量は 50lit/sec である。  
取水ポンプの運転時間は1日20時間とする。  
各ポンプの吐出側には現場指示型の圧力計と流量計を設置する。  
電源は以下のとおりとする。

河川敷地域 : 10 kV/380V

浄水場 : 3.5kV/380V

現場制御盤より浄水場内中央制御盤に対して各ポンプ毎に一括警報と遠隔操作可能な信号を出すものとする。

##### ③ 設備仕様

井戸建設

井戸掘削機

井戸掘削機には、ロータリー式とパーカッション式とがある、次の3つの理由でパーカッション式を選定した。



- a) ヴィエトナム国で所有する機械の多くは、トレーラー型のパーカッション式であり、技術者もパーカッション式に慣れている。
- b) パーカッション式が機械の構造が単純であり、したがって、故障も少なく、準備すべきスペアパーツも少なくてよい。
- c) 現存するロータリー式機械で口径500mmで深さ100mを掘削するには無理がある。掘削機の台数は、全体工事の工程的な事柄を考慮して2台とする。

④ ケーシング、スクリーン、パイプ

ケーシング、スクリーン、パイプの径は、計画揚水量と FINNIDAプロジェクトの実績などを考慮して 350mmとした。材質は強度的に信頼のおける内面タールエポキシ塗装付き鋼管とした。数量は前述のような井戸構造と本数によって決定される。

⑤ 電気溶接機

現場におけるパイプ類の溶接とその他機材の修理等に必要である。各掘削機共通使用するものとして1台必要である。

⑥ 揚水試験用ポンプ

揚水試験に使用するポンプには、50ℓ/sec以上の用水量で30m以上の揚程が要求される。揚水試験によるポンプの消耗は非常に激しいので、各井戸に設置するものとは別に2台が必要と思われる。予想される降下水位深度は、最低でも10mであるが、計画の諸施設との関係から、全揚程は、27mと45mの2種で50ℓ/sec以上の揚水能力を有するものとする。

・井戸建設に必要な機材は添付資料17「機材リスト」に示す。

⑦ 取水ポンプ

本計画の取水施設は深井戸に設置する取水ポンプ設備である。深井戸は合計12本で、うち8本を紅河河川敷に、4本を浄水場内に築造する計画である。

#### 河川敷の深井戸用取水ポンプ

ポンプの形式 : 水中モーターポンプ

揚水量 =  $50\ell / \text{sec} = 3.00\text{m}^3 / \text{min}$

実揚程 = (浄水場エアレーション池水位) - (井戸動水位)

$$= (+16.0) - (-4.0) = 20.0\text{m}$$

管路損失水頭 = 23.03m (添付資料「管・水理計算」参照)

ポンプまわり損失 = 1.50m

全揚程 =  $20.0 + 23.03 + 1.50 = 44.53\text{m} \rightarrow 45.0\text{m}$ とする。

ポンプ吐き出し口径 =  $146 \times (3.00 / 2.5) \times (0.5) = 159.9 \rightarrow 150\text{mm}$

ポンプモーター出力 =  $(0.163 \times 3.00 \times 45.0 / 0.7) \times (1 + 0.15) = 36.2\text{kw} \rightarrow$

37kwとする。

ポンプ台数 : 8台 (8井戸)

河川敷設置取水ポンプ仕様 :  $150\text{mm} \times 3.00\text{m}^3 / \text{min} \times 45.0\text{m} \times 37\text{kw} \times 8$ 台  
(水中モーターポンプ)

#### 浄水場内の深井戸用取水ポンプ

ポンプ形式・揚水量・実揚程・ポンプ吐き出し口径 : 上記に同じ

管路損失水頭 = 5.00m (添付資料「管・水理計算」参照)

ポンプまわり損失 = 1.50m

全揚程 =  $20.00 + 5.00 + 1.50 = 26.5\text{m} \rightarrow 27.0\text{m}$ とする。

ポンプモーター出力  $(0.163 \times 3.00 \times 27.0 / 0.7) \times (1 + 0.15) = 21.7\text{kw} \rightarrow 22\text{kw}$   
とする。

ポンプ台数 : 4台 (4井戸)

浄水場内設置取水ポンプ仕様 :  $150\text{mm} \times 3.00\text{m}^3 / \text{min} \times 27.0\text{m} \times 22\text{kw} \times 4$ 台  
(水中モーターポンプ)

### 5.3.5 導水施設

#### (1) 基本設計条件

##### ① 管 種

管材料には水道用モルタルライニング付きダクタイトル铸铁管を使用する。

##### ② 管 径

導水管はポンプ揚水となるので、ポンプ運転の経済管径となるように計画する。流速は約1.0m/sec、動水勾配は2/1,000から4/1,000とする。また、最遠方の井戸に近い管路は損失水頭が特に大きくならないように、管径を比較的大きくし、各井戸からの水量の均等化を計る。

##### ③ 管土被り

管は全て地中埋設を原則とする。土被りは1.2mを基準とする。河川敷に建設される井戸（8本）の導水管（600mm）が紅河左岸堤防を横断する必要があるが、この場合は堤防を掘削してはならないので、堤防の上面に管を布設することにし、管の防護、および堤防道路の勾配修正工事を施す。また、堤防横断部の高位置点に空気弁（双口）を設置して管内空気の排出を計る。

##### ④ 異形管防護

導水管の異形管防護はコンクリートブロックによるものとする。

#### (2) 設備仕様

##### ① 河川敷から浄水場までの導水管

導水管ルートを添付設計図5に示す。末端井戸（No.8井戸）から浄水場までの管路延長は250mm技管を除き約7,280mである。

管路の水理計算模式図、水理計算書を添付資料に示した。

管材料は、口径が大きい（600mm主体）ことと、一般自動車道路に埋設することから、十分な強度を有する水道用ダクタイトル铸铁管（モルタルライニング付き）を採用する。埋設管の土被りは1.20mとする。

表 5. 9 導水管（河川敷から浄水場まで）総延長

管計・管種	延 長
600mm ダクティル鉄管	L = 6,100 m
450mm "	L = 1,180 m
250mm "	L = 470 m
延長計 = 7,750 m	

② 浄水場内配水管

浄水場導水管路の水理計算模式図、水理計算書を添付資料に示した。管材料は、河川敷からの導水管と同じく、水道用ダクティル鉄管（モルタルライニング付き）を採用する。

表 5. 10 浄水場内配水管延長

管径・管種	延 長
450mm ダクティル鉄管	L = 60 m
350mm "	L = 240 m
250mm "	L = 520 m
延長計 = 820 m	

5.3.6 浄水場

(1) 基本設計条件

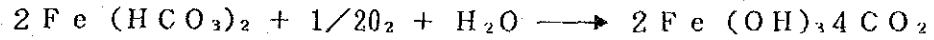
① 処理系列

処理系列は16,050 $\text{m}^3$ /日を2系列、計32,100 $\text{m}^3$ /日とする。

## ② エアーレーション、沈殿池

設備の目的は主として原水に含まれる第1鉄の酸化である。酸化された鉄分を1段目のろ過で補足しやすい状態にすることである。

酸化は次のように進行する。



本計画ではノズル噴水式でエアーレーションを行なう。第1鉄はエアーレーションによって即座に酸化されるものではないために、エアーレーション後に原水が滞留することが必要となる。そのために、本計画では沈殿池を設置することにより鉄分の沈殿を期待するものである。

沈殿池の滞留時間は60分以上とする。

## ③ 除鉄設備

構造物は全て鉄筋コンクリートで建設される。

システムは下向ろ過とする。

日本国内の実験データより粒けい2mmから1.8mmのろ過砂を使用した場合、ろ過材1m<sup>3</sup>が補足できる鉄分量は、約2kgと推定される。ろ過材の洗浄回数を1日1回とした場合のろ材の必要量は次のとおりである。

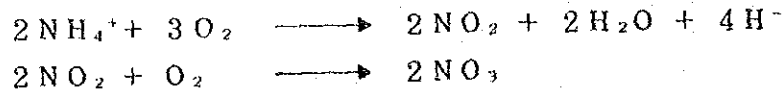
1日の汚泥発生量	: 32,100m <sup>3</sup> /d × 22mg/l × 106.8/55.8 = 1,351kg/d
ろ過池への流入汚泥量	: 1,351kg/d × 0.65 = 878kg/d
ろ過材の汚泥捕撈量	: 2kg/m <sup>3</sup>
必要ろ過材量	: 439m <sup>3</sup>

一方、水中のアンモニアは、水温20℃以上でろ過材層に発生する硝化菌の作用で分解される。ろ過材料1m<sup>3</sup>が硝化できるアンモニアの量は0.1kg/日と仮定すると必要ろ過材は、次のとおりである。

1日のアンモニア流入量	: 32,100m <sup>3</sup> /d × 1mg/l = 32.1kg/d
ろ過材の硝化能力	: 0.1kg/m <sup>3</sup> /d
必要ろ過材量	: 32.1kg/d ÷ 0.1kg/m <sup>3</sup> /d = 321m <sup>3</sup>

ろ過材の充填量は両者の内、多い方の439m<sup>3</sup>とする。

前段のエアレーションは第1鉄の酸化に使用されるが、アンモニアの硝化のためにもさらにエアレーションが必要である。この分はろ過装置の中へ直接ブローで供給される。アンモニアの酸化に必要な酸素の量は次のとおりである。



この反応によって、アンモニア性窒素1gは4.6gの酸素を消費する。したがって、原水に含まれる1mg/lのアンモニアを硝化するために必要な酸素量は次のとおりである。

1日のアンモニア流入量 :  $32,100\text{m}^3/\text{d} \times 1\text{mg}/\ell = 32.1\text{kg}/\text{d}$   
 1日の必要な酸素量 :  $32.1\text{kg}/\text{d} \times 4.6 = 147.66\text{kg}/\text{d}$   
 必要空気量 :  $147.66\text{kg}/\text{d} \times 5 = 738.30\text{kg}/\text{d}$   
 必要空気ボリューム :  $738.30\text{kg}/\text{d} \div 1.2 = 615\text{m}^3/\text{d}$

溶解効率を4%とすると、

供給空気量 :  $615 \times 1/0.04 = 15,375\text{m}^3/\text{d} = 11\text{m}^3/\text{min}$   
 ブロー容量 :  $5.5\text{m}^3/\text{min} \times 5,000\text{mmAq} \times 9\text{kw (軸動力)} \times 2$

#### ④ 除マンガン設備

砂ろ過装置でマンガンの除去を行なう。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な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とおしていれば、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、前段でアンモニアを除去しているため、マンガンに必要な分だけ注入すれば良い。この場合、消費される塩素の量はマンガン1に対して約1.3倍である。原水のマンガンの濃度が1mg/lのとき、消費される塩素の量は次のとおりである。

注入率 : マンガンに対して 2.6mg/ (max.)  
 注入量 :  $32,100\text{m}^3/\text{d} \times 2.6\text{mg} = 83.5\text{kg}/\text{d}$

ろ過速度とろ過継続時間は表5.11のとおりである。

表5.11 ろ過速度／ろ過継続時間

	ろ過速度	ろ材厚さ	ろ過継続時間
1段目ろ過	150m/day以下	2,000mm	24時間以上
2段目ろ過	180m/day以下	900mm	48時間以上

ろ過池洗浄方法は空気+水とする。

運転はワンマンコントロールとタイマーコントロールが可能なものとする。

⑤ 塩素注入設備

塩素ガスによる湿式注入方式とする。

注入率はアンモニア除去用の予備も考慮して表5.12のとおり決定した。

表5.12 塩素注入率

目的	平均注入率	最大注入率
脱マンガン	1.3mg/lit	2.6mg/lit
消毒	1.0mg/lit	2.0mg/lit
アンモニア	8.0mg/lit	8.0mg/lit
合計	10.3mg/lit	12.6mg/lit

実際の注入率は処理水の水質をみて調整するものとする。

塩素貯蔵設備は貯蔵日数を10日分として設計する。

安全備品として防毒面と漏洩警報器が必要である。

⑥ 汚泥処理設備

設備より排出される全体排水量は2,570m<sup>3</sup>/日である。排水計算は以下に示すとおりである。

エアレーション、沈殿池排水

全汚泥量 : 1,351kg/day  
 沈殿排水濃度 : 0.5% (5kg/m<sup>3</sup>)  
 沈殿汚泥量 : 35% 1,351kg/day × 0.35 = 473kg/day  
 排水量 : 473kg/day / 5kg/day = 95m<sup>3</sup>/day  
 ろ過池洗浄排水

表5.13 排水量

	第1段目ろ過	第2段目ろ過
ろ過面積/1池	18.6m <sup>2</sup>	22.35m <sup>2</sup>
池内滞留水	18.6m <sup>2</sup> × 1.0m = 18.6m <sup>3</sup>	33.6m <sup>3</sup>
空洗用洗浄水	18.6m <sup>2</sup> × 0.4m/min × 5min = 37.2m <sup>3</sup>	11.3m <sup>3</sup>
水洗浄水	18.6m <sup>2</sup> × 0.8m/min × 7min = 104.2m <sup>3</sup>	94.1m <sup>3</sup>
洗浄回数	1回/日	1回/2日
合計	160m <sup>3</sup>	139.0m <sup>3</sup>

よって全排水量は、 $160 \times 12 + 139 \times 4 + 95 = 2,570 \text{ m}^3/\text{日}$ である。

貯留槽は2池設け、排水を一旦貯留槽で受け、定量で汚泥濃縮槽に送る。それぞれの貯留槽の容量は2回分のろ過洗浄排水を受け入れられるものとする。排水が汚泥濃縮槽に流入する前に凝集剤として固形硫酸アルミを設計最大注入量として50mg/lit注入する。

汚泥濃縮槽の分離上昇速度は9mm/minとして設計する。

汚泥乾燥床に入る汚泥濃度は1%を標準とする。

1床の容量は最大汚泥量の10日分とする。また、床面積負荷は30kg/m<sup>2</sup>とする。

汚泥濃縮槽の汚泥は2日に1回引き抜き乾燥床に投入するものとする。

⑦ 電気計装設備

浄水場内で使用する電源は以下のとおりである。

高圧電源 : AC 3.5kV

低圧電源 : AC 380V、3相4線

AC 220V、単相



非常用電源装置として自家発電設備を設ける。容量は配水ポンプ1台に屋内照明容量を加えたものとする。発電機能力は500KVAとなる。詳細容量計算は添付資料16参照。

運転監視盤は操作室にグラフィックパネルを設け、設備の監視ができるものとする。

運転操作の規準は以下のとおりとする。

エアーレーション、沈殿池	: 現場手動
ろ過池	: ろ過池操作室より遠隔操作/現場手動
配水ポンプ	: 電気室よりの遠隔操作/現場手動
塩素注入	: 現場手動
汚泥処理	: 現場手動
屋内照明	: 現場手動

屋外の電気配線工事はケーブル直埋設または、ケーブルピットによる配線とする。

屋内の電気配線工事はケーブルコンジットまたはラック配線とする。

## (2) 設備仕様

浄水場内設備仕様の概略を表5.14に示す。詳細仕様は添付資料「浄水場設備仕様」に示す。

表5.14 浄水場概略設備仕様

設備名称	数量	概略仕様
1. エアレーション	2基	コンクリート製2段散水式
2. 沈でん池	2池	コンクリート製 自然沈でん池 740 m <sup>3</sup> /1池
3. 脱鉄装置	12池	コンクリート製、水・空気併用洗浄式 3m幅×6.2m長/1池 ろ過材粒径 1.6~2mm ろ過材厚さ 2,000mm
4. 脱マンガン装置	2池	コンクリート製 3,000 m <sup>3</sup> /1池 2.4m幅×6.2m長/1池 ろ過材粒径 1.6~2mm ろ過材厚さ 900mm
5. 配水池	2池	コンクリート製 3,000m <sup>3</sup> /1池
6. 塩素注入装置	4台	2,000g/時間、1ton ポンベ4本
7. 配水ポンプ	6台	7.03m <sup>3</sup> /min×50m
8. 非常用電源	1台	500KVA、4サイクル 520PS
9. 汚水貯留槽	2池	コンクリート製 10m幅×18m長×3.4m/1池
10. 汚水濃縮槽	2池	コンクリート製、円形濃縮槽 分離面積 100m <sup>2</sup> /1池
11. 汚泥乾燥床	5池	コンクリート製、汚泥発生量1,381kg/日 10m幅×18m長×3.4m/1池
12. 薬品注入設備	1式	溶解槽、注入ポンプ3台
13. 電気計装	1式	中央監視盤3面構成、機器動力盤5面構成

### 5.3.7 配水、給水設備

#### (1) 基本設計条件

##### ① 配水池の容量

配水池の容量は、ハノイ市の既設配水池基準と同じく、日最大量の20%相当量（4.8時間相当）とする。

すなわち、日最大量30,000 $\text{m}^3$ に対し、配水池の容量（V）は、

$V = 30,000\text{m}^3 \times 20\% = 6,000\text{m}^3$ となる。

##### (注)

配水池の容量は、給水量の時間変動に対応させる容量を基本とする。ザーラム地区の給水量時間変動のデータは無いので、ハノイ市の時間変動給水状況（図5.4参照）を用いて解析する。この資料はハノイ市水道マスタープランの調査課程で、ハノイ市水道配水の実績に戸別調査の結果を加えて作成されたものである。

この解析によれば、配水池の容量（必要貯留量）は日量の7.2%（1.7時間分）と計算される。この値は一般数値（6～10時間分）よりかなり小さい値であるが、この理由は、実績として配水量が十分でないために、家庭では常時、可能な時にはいつでも水道水を受水・貯水しておくという従来からの慣習があるためと考えられる。将来、24時間給水が確実となれば、家庭貯水の比重が減少し、それに代わって浄水場配水池の容量を大きくしておく必要がある。したがって、上記の基準（20%）は適度であると判断できる。（なお、配水池に貯留する量として、消火水量および浄水場ろ過池洗浄用水があるが、それぞれ100 $\text{m}^3$ ほどの量であり、貯留量全体（6,000 $\text{m}^3$ ）の中での比率が小さいので、これらの量は特に加算しない。）

##### ② 配水管流量

配水管は、時間最大量で管径の大きさを設定する。時間最大係数（P）は、図5.3の時間変動給水状況から、 $p = 1.35$ とする。配水管流量計算は一般に用いられているヘーゼン・ウィリアム式により計算する、なお、流速係数は $C = 110$ とする。

### ③ 配水ポンプの水量と台数

全水量は時間最大配水量 ( $30,000\text{m}^3/\text{day} \times 1.35 = 1,688\text{m}^3/\text{hour}$ ) とする。台数は水量と時間変動を検討して、常用4台とする。また、予備機は2台(50%量)とする。配水ポンプの動力は公共電力からの受電によるものとし、停電時には自家発電機により、配水ポンプ1台(時間最大水量時の25%水量)を稼働する計画とする。

### ④ 配水管水圧

静水圧は、経済的見地(動力・漏水率・管種・維持管理)から最大55mと設定する。配水管の最小動水圧は、中階層建物への直結給水を考慮して、20~25mとする。

### ⑤ 仕切弁

維持管理の点から、配水管の要所(主として分岐点)に手動の仕切弁を設置する。分岐点では下流側に仕切弁を設置することを原則とする。

### ⑥ 異形管防護

異形管の防護はコンクリートブロックによるものとする。

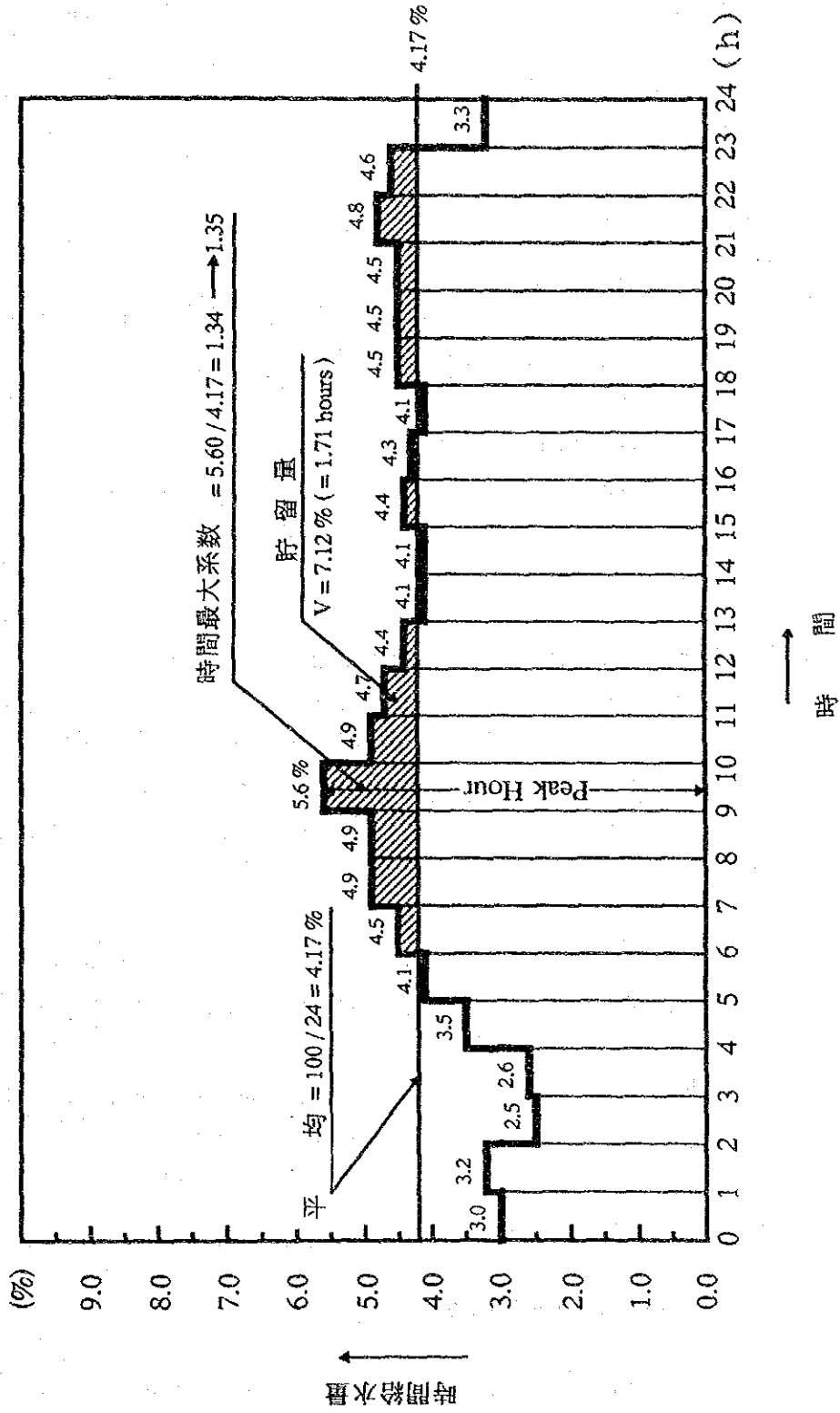
### ⑦ 消火栓

火災時の消火活動に寄与するために、配水管に消火栓設備を設置する。設置間隔は300mを標準とする。消火栓を取り付ける配水管の径は150mm以上とする。消火栓の形式は地下式で、口径65mmとする(なお、消火栓は配水管のドレインの用途にも用いる)。

### ⑧ 各戸給水

給水管の取り出し分岐は、200mm以下の配水管からサドル分水栓にて行なうことを原則とする。国道(1号線・5号線)のように交通量大で道幅も広い道路にあっては、給水分岐工事を考慮して、道路の両側に配水枝管(100~75mm)を敷設する。

図5. 4 給水量の時間推移



給水管の材質はポリエチレン管を原則とする。管径は一般家庭用は20mm、集合構造物（アパート・事務所等）への分岐管径は40mmを基準とする。

給水管にはメーターを設置し、使用水量に応じた有料給水（受益者負担）とする。

## (2) 設備仕様

### ① 配水池

築造場所 : 浄水場内  
池の容量 : (日最大給水量の20%量) =  $30,000\text{m}^3 \times 20\% = 6,000\text{m}^3$   
池の数 : 2池  
池の構造 : 鉄筋コンクリート造り  
池の有効水深 : 3.0m  
池の水位 : HWL + 6.20m、LWL + 3.20m

### ② 配水ポンプ

ポンプの形式 : 横型渦巻ポンプ  
全揚水量 :  $30,000\text{m}^3/\text{day} \times 135\% = 0.469\text{m}^3/\text{sec} = 28.1\text{m}^3/\text{min}$   
 $= 1,688\text{m}^3/\text{hour}$   
ポンプ台数 : (常用4台) + (予備2台) = 計6台  
1台あたり水量 :  $0.469\text{m}^3/4 = 0.117\text{m}^3/\text{sec} = 7.03\text{m}^3/\text{min}$   
 $= 422\text{m}^3/\text{hour}$   
全揚程 : 50m  
ポンプ吐き出し口径 :  $146 \times (7.03/2.5) \times 0.5 = 205 \rightarrow 250\text{mm}$   
ポンプモーター出力 :  $(0.163 \times 7.03 \times 50.0/0.75) \times (1+0.15)$   
 $= 87.8\text{kw} \rightarrow 90\text{kw}$   
配水ポンプ仕様 :  $250\text{mm} \times 7.03\text{m}^3/\text{min} \times 50\text{m} \times 90\text{kw} \times 6$  台  
(横型渦巻ポンプ)

### ③ 配水管

#### 配水区域と路線の選定

配水区域は、添付設計図番号41の計画給水区域図のようにになっている。

区域内を現場踏査し、道路状況・家屋状況を確認、さらに将来の発展展望を推定して、配水管計画路線を選定した。既存の道路に配水管を埋設することを優先したが、既存道路が無くとも将来発展が計画されている地区については、水量を見込むと共に将来の取り出し分岐管を設置しておくことにした。現地の地理状況を基に、国道1号線・5号線およびザーラム地区を通過している旧国道を配水本管路線として選定した。

#### 配水管水理計算と口径の決定

需要予測の項で区分した給水区域小ブロック毎の水量を受け持つ配水本管を設定し、管路水理計算により管径を決定した。水量は時間最大給水量（=日最大給水量×135%）を用いた。本管の水圧は20～25mを確保するように設定した。配水本管水理計算模式図と水理計算書を添付資料「水理計算書」に示す。

#### 配水管布設計画図

配水管布施計画一般平面図と異形管配置図を添付設計図に示した。

#### 配水管延長

本計画の配水管計画の管径と延長は表5. 15のとおりである。また、詳細配管材明細は添付資料「機材リスト」に示す。

表5. 15 配水管延長および口径

(m)

管種および管径	地区名			計
	Duc Giang	Sai Gong	Gia Lam	
ダクタイル鋳鉄管 700mm	660	—	—	660
600mm	1,280	—	—	1,280
450mm	760	1,500	630	2,890
400mm	420	710	—	1,130
350mm	—	550	—	550
300mm	—	—	2,310	2,310
250mm	2,910	1,860	750	5,520
200mm	1,320	1,220	420	2,960
150mm	4,040	4,780	3,540	12,360
100mm	260	1,200	1,740	3,200
75mm	6,440	2,770	10,090	19,300
小計 (ダクタイル鋳鉄管)	18,090	14,590	19,480	52,160
塩化ビニール管 100mm	1,290	550	850	2,690
75mm	3,750	3,900	2,810	10,550
50mm	9,680	8,010	10,380	28,070
小計 (塩化ビニール管)	14,720	12,550	14,040	41,310
合計 (配水管総延長)	32,810	27,140	33,520	93,470

## ④ 給水施設

配水管からの給水管分岐の標準図 (一般住宅用 (Type-A) ・集合住宅用 (Type-B) を添付設計図 (図64、65) に示した。給水管の径は、一般住宅用：20mm、集合住宅用：40mm、また、工場・役場・企業・学校・病院等の大口需要家用：40mmを標準とする。管の材料は水道用ポリエチレン管 (PE) とする。給水管にはメーターおよび止水栓を取り付け、料金徴収の基礎とする。ただし、集合住宅用の集合管 (40mm) には水道メーターを取り付けない (各戸分岐後の20mm管には、それぞれにメーターを設置する。) なお、分岐取り出しは径200mm以下の配水管から分岐サドル、または分岐T字管を用いて給水管を取り出す計画とする。



本計画の給水管数量を次のように算出した。

別章の需要水量推定で、西暦2000年の居住人口は、市街部66,570人、近隣部（村落部）54,880人、計 121,450人と計画されている。ここでは、当面の人口充足率は85%と仮定する。すなわち、

$$\text{市街部居住人口} = 66,570\text{人} \times 85\% = 56,590\text{人}$$

$$\text{近隣部居住人口} = 54,880\text{人} \times 85\% = 46,650\text{人}$$

---

$$\text{計} = 103,240\text{人}$$

市街部人口の80%が一般住宅に、20%が集合住宅に居住するものとする。また、近隣部では全て一般住宅居住とする。すなわち、

$$\text{市街部一般住宅居住人口} = 56,590\text{人} \times 80\% = 45,270\text{人}$$

$$\text{市街部集合住宅居住人口} = 56,590\text{人} \times 20\% = 11,320\text{人}$$

$$\text{近隣部一般住宅居住人口} = 46,650\text{人} \times 100\% = 46,650\text{人}$$

水道普及率は、市街部一般住宅=90%、市街部集合住宅=100%、近隣部一般住宅=80%、とする。したがって、給水人口は、

$$\text{市街部一般住宅給水人口} = 45,270\text{人} \times 90\% = 40,750\text{人}$$

$$\text{市街部集合住宅給水人口} = 11,320\text{人} \times 100\% = 11,320\text{人}$$

$$\text{近隣部一般住宅給水人口} = 46,650\text{人} \times 80\% = 37,320\text{人}$$

---

$$\text{計} = 89,390\text{人}$$

給水方法については、市街部（一般住宅・集合住宅とも）では各戸給水により、また、近隣部では一部（20%）の住民には、共用水栓（径20mm）を通じての給水とする。すなわち、

$$\text{一般住宅各戸給水利用人口} = (\text{市街部一般住宅人口}) + (\text{近隣部一般住宅人口}) \times 80\%$$

$$\text{集合住宅各戸給水利用人口} = 11,320\text{人}$$

$$\text{一般住宅共用水栓利用人口} = (\text{近隣部一般住宅給水人口}) \times 20\% = 37,320 \times 20\% = 7,470\text{人}$$

一般住宅および集合住宅とも、1世帯（1給水管）の依存給水人口は12人とする。各世帯ごとの引き込みは、管径20mm管により、世帯毎に水道メーターを取り付ける。

集合住宅の1棟には15世帯（3層×5住宅／層）が居住すると仮定する。1世帯（1給水管）の依存給水人口は12人とする。各世帯ごとの引き込みは、一般住宅と同じく管径20mm管によるものとし、世帯毎に水道メーターを取り付ける。配水管から集合住宅への引き込みは集合で40mm管によるものとする。（ただし、集合管40mmには、止水栓は設置するが、水道メーターは取り付けない。）

供用水栓の利用者数は1栓あたり150人とする。

上記から給水管数量は次のように算出される。

$$\begin{aligned} \text{一般住宅各戸給水管数} &= (\text{一般住宅給水世帯数}) \\ &= (70,600 \text{人} \div 12 \text{人} / \text{世帯}) \\ &= 5,890 \text{本} (20 \text{mm}、\text{メーター付き}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{集合住宅各戸給水管数} &= (\text{集合住宅給水世帯数}) \\ &= (11,320 \text{人} \div 12 \text{人} / \text{世帯}) \\ &= 950 \text{本} (20 \text{mm}、\text{メーター付き}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{集合住宅引き込み管数} &= (\text{集合住宅給水世帯数}) \div (15 \text{世帯} / \text{棟}) \\ &= 950 / 15 = 64 \rightarrow 70 \text{本} (40 \text{mm}、\text{メーター無し}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{一般住宅共用栓数} &= (\text{一般住宅共用水栓利用人口}) \div 150 \text{人} / \text{共用栓} \\ &= 7,470 / 150 = 50 \text{本} (20 \text{mm}、\text{メーター付き}) \end{aligned}$$

なお、工場数は、土地1haあたり1工場、完成率50%と仮定し、各工場ごとに、メーター付き40mmの管で給水する。

$$\text{工場数} = 120 \text{ha} \div 1 \text{工場} / \text{ha} \times 50\% = 60 \text{工場}$$

給水管の数量と径を表5.16に示す。

表5.16 給水管数量表

需要者の種類	給水管径と延長	給水管数量	メーターの径	メーター数量
a) 一般住宅（各戸給水）	20mm×20m	5,890本	20mm管相当径	5,890個
b) 集合住宅（各戸給水）	20mm×10m	950本	20mm管相当径	950個
c) 集合住宅集合管	40mm×20m	70本	（メーター無し）	（メーター無し）
d) 一般住宅共用	20mm×20m	50本	20mm管相当径	50個
e) 工場	40mm×50m	60本	40mm	60個
f) 他の大口需要者	40mm×50m	120本	40mm	120個
計		7,140本		7,070個