

ヴェトナム社会主義共和国
ハイズオン市上水道拡充計画
基本設計調査報告書

平成11年2月

JICA LIBRARY



J 1149225 {3}

国際協力事業団
株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
日本上下水道設計株式会社

3
8
20
LIBRARY

調無一
99-009

ヴェトナム社会主義共和国
ハイズオン市上水道拡充計画
基本設計調査報告書

平成11年2月

国際協力事業団
株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
日本上下水道設計株式会社



1149225 (3)

序 文

日本国政府は、ヴィエトナム社会主義共和国政府の要請に基づき、同国のハイズオン市上水道拡充計画にかかる基本設計調査を行う事を決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、1年次調査として平成8年7月30日から9月7日、及び2年次調査として平成10年8月23日から9月16日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ヴィエトナム政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地区における現地調査を実施しました。2年次調査から帰国後の国内作業の後、平成10年11月11日から同月19日まで実施された基本設計概要書の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査に御協力と御支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年2月

国際協力事業団
総裁 藤田公郎

伝 達 状

今般、ヴェトナム社会主義共和国におけるハイズオン市上水道拡充計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

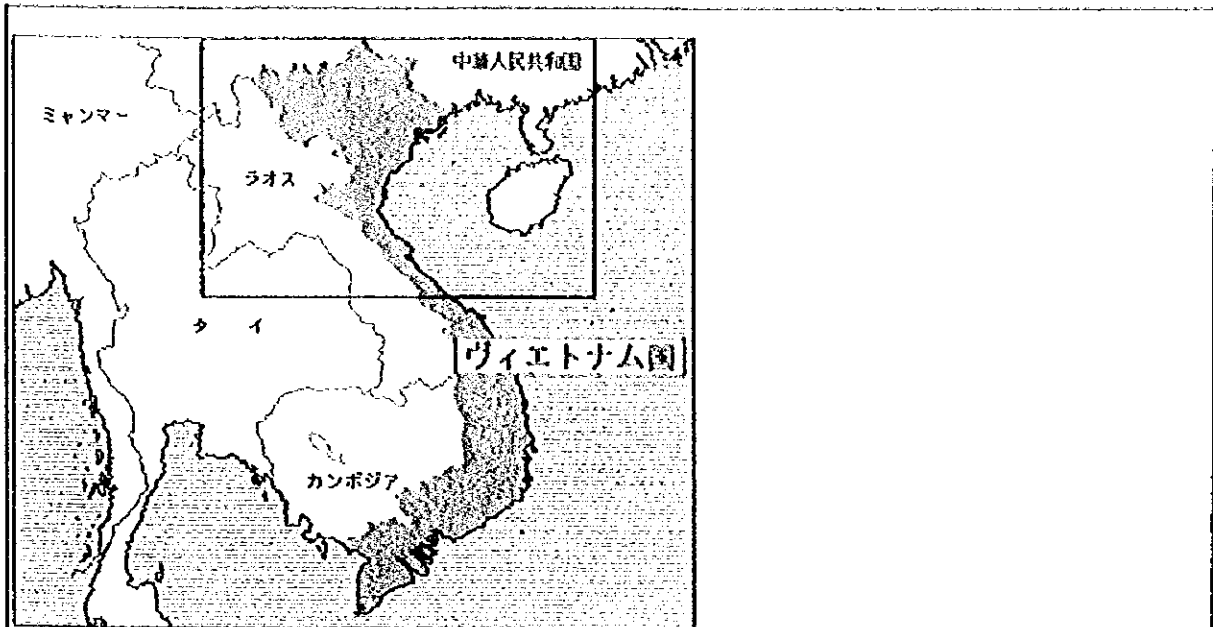
本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成8年7月27日より平成10年1月27日までの1年次調査、引続き平成10年8月17日から平成11年2月10日までの2年次調査を実施致してまいりました。今回の調査に際しましては、ヴェトナムの現状を十分踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望致します。

平成11年2月

ヴェトナム国ハイズオン市上水道拡充計画基本設計調査
共同企業体 代表者
株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

ヴェトナム社会主義共和国
ハイズオン市上水道拡充計画基本設計調査団
業務主任 宮 腰 博 明

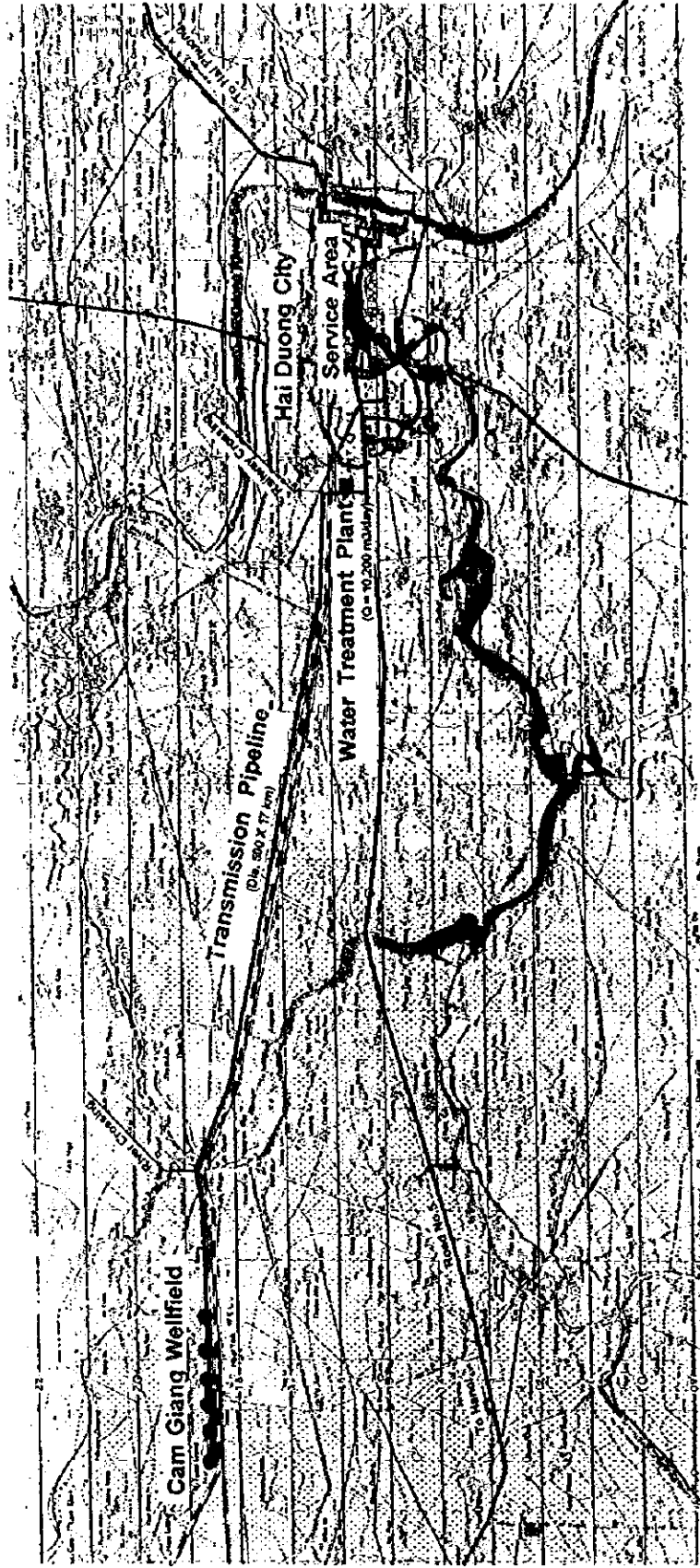


ベトナム国位置図

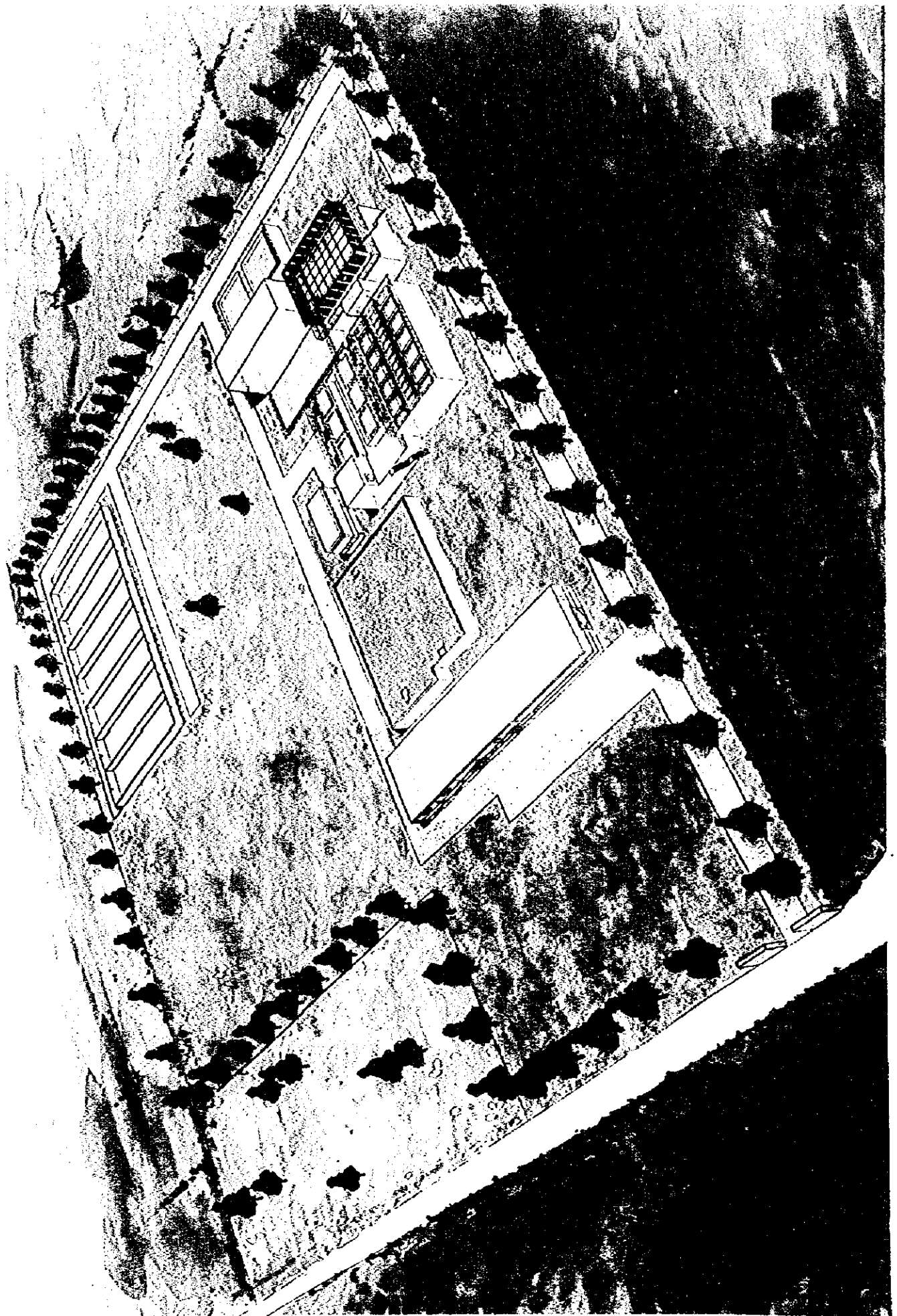


ハイズオン市位置図

調査対象地域図



関連施設図



目 次

調査対象地域位置図

関連施設図

略語集

要約

第 1 章 要請の背景 1-1

第 2 章 プロジェクト周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画 2-1

2.1.1 上位計画 2-1

2.1.2 財政事情 2-2

2.2 他援助機関との関連 2-3

2.3 我国の援助実施状況 2-5

2.4 プロジェクトサイトの状況 2-5

2.4.1 自然状況 2-5

2.4.2 社会基盤整備状況 2-9

2.4.3 既存施設・機材の現状 2-12

2.5 環境への影響 2-14

第3章 プロジェクトの内容

| | | |
|-------|------------------|------|
| 3.1 | プロジェクトの目的..... | 3-1 |
| 3.2 | プロジェクトの基本構想..... | 3-1 |
| 3.2.1 | 計画給水区..... | 3-1 |
| 3.2.2 | 給水人口..... | 3-5 |
| 3.2.3 | 計画給水量..... | 3-6 |
| 3.3 | 基本設計..... | 3-9 |
| 3.3.1 | 設計方針..... | 3-9 |
| 3.3.2 | 基本計画..... | 3-13 |
| 3.3.3 | 施設設計..... | 3-15 |
| 3.4 | プロジェクトの実施体制..... | 3-33 |
| 3.4.1 | 組 織..... | 3-33 |
| 3.4.2 | 予 算..... | 3-34 |
| 3.4.3 | 要員・技術レベル..... | 3-34 |

第4章 事業計画

| | | |
|-------|------------------|-----|
| 4.1 | 施工計画..... | 4-1 |
| 4.1.1 | 施工方針..... | 4-1 |
| 4.1.2 | 施工上の留意事項..... | 4-2 |
| 4.1.3 | 実施設計・施工監理計画..... | 4-3 |
| 4.1.4 | 資機材調達計画..... | 4-4 |
| 4.1.5 | 実施工程..... | 4-4 |
| 4.1.6 | 相手国負担事項..... | 4-5 |

| | | |
|-------|--------------|-----|
| 4.2 | 事業費 | 4-8 |
| 4.2.1 | 概算事業費..... | 4-8 |
| 4.2.2 | 維持管理計画 | 4-9 |

第5章 プロジェクトの評価と提言

| | | |
|-----|--------------------------|-----|
| 5.1 | 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果 | 5-1 |
| 5.2 | 技術協力・他ドナーとの連携 | 5-1 |
| 5.3 | 課題 | 5-2 |

基本計画設計図

| | |
|------------|------|
| 全体図面 | 図-1 |
| 取水施設 | 図-3 |
| 浄水施設 | 図-4 |
| 配水施設 | 図-12 |
| 管布設図 | 図-14 |

添付資料

| | |
|-------------------------|--------|
| 資料 1 調査団名簿..... | 付 1-1 |
| 資料 2 調査日程..... | 付 2-1 |
| 資料 3 関係者名簿..... | 付 3-1 |
| 資料 4 当該国の社会・経済事情..... | 付 4-1 |
| 資料 5 給水の現況..... | 付 5-1 |
| 資料 6 水理地質..... | 付 6-1 |
| 資料 7 維持管理費..... | 付 7-1 |
| 資料 8 水道公社財務状況..... | 付 8-1 |
| 資料 9 施設容量計算 | 付 9-1 |
| 資料 10 通水試験結果 | 付 10-1 |
| 資料 11 導水管路の検討 | 付 11-1 |
| 資料 12 配水管網計算 | 付 12-1 |
| 資料 13 ヴィエトナム国飲料水基準..... | 付 13-1 |

略語集

| | |
|---------|--|
| ADB | Asian Development Bank |
| BHN | Basic Human Needs |
| BIDV | Bank for Investment and Development of Vietnam |
| DCIP | Ductile Cast Iron Pipe |
| DOMAH | General Department of Meteorology and Hydrology |
| EIA | Environmental Impact Assessment |
| FINNIDA | Finnish International Development Agency |
| FRP | Fiberglass Reinforced Plastics |
| IAS | International Accounting Standard |
| IEE | Initial Environmental Examination |
| IMF | International Monetary Fund |
| JICA | Japan International Cooperation Agency |
| K2 | Geological Survey of Viet Nam, Hydrogeological Division K No.2 |
| MOC | Ministry of Construction |
| MOF | Ministry of Finance |
| MOH | Ministry of Health |
| MOI | Ministry of Industry |
| MOLISA | Ministry of Labor, Invalids and Welfare |
| MOSTE | Ministry of Science, Technology and Environment |
| MPI | Ministry of Planning and Investment |
| NWTS | National Water Tariff Policy Study in Vietnam |
| O&M | Operation and Maintenance |
| ODA | Official Development Assistance |
| pH | Hydrogen Ion Exponent |
| PVC | Polyvinyl Chloride |
| UNDP | United Nation Development Program |
| VND | Vietnamese Dong |

通貨換算レート

| | |
|--------|-----------------------|
| 通貨換算時点 | : 1998 年 |
| 通貨換算率 | : US\$ 1 = 136 円 |
| | : US\$ 1 = 13,103 VND |



要 約

ヴィエトナム社会主義共和国(以下「ヴィ」国)は、国土面積 33 万 km²、人口約 7,535 万人(1996)である。その内、都市部人口は約 1,500 万人で、全人口に対する割合は 28%である。

同国は、社会主義政策を反映し、医療など厚生面でのレベルは、途上国平均に比して高い水準を保っている。しかしながら、給水セクターは整備が遅れ、都市部での安全な水へのアクセス比率は 48%と途上国平均の 56%に対して低い水準にある。また、既存の上水道施設は老朽化したものが多く、特に施設からの漏水率と無収水率が全国平均では 50%を越えている。

このため「ヴィ」国建設省は、都市部での給水施設を整備・開発すべく 2000 年までの目標として給水普及率を、主要都市 70%、地方都市 65%とし、また、漏水率と無収水率を 25%まで低減することを掲げた。具体的な給水施設の整備・開発戦略として、全国 77 の市、町(特別市も含む)を優先地域とし、さらに、給水人口、開発重点度よりレベル1から5までランク分けをし実施優先順位を付けた。本計画地域であるハイズオン市(当時ハイズオン町)は、最重要地区の一つとして位置付けられ、1996 年、当時行政管轄をしていたハイフン省(1997 年にハイフン省は分割され、現在の行政管轄はハイズオン省)はハイズオン市の上下水道マスタープランを作成し建設省の承認を得た。

現在、都市給水整備・改善の実施は、国際援助機関や各国の援助を得て急速に進められおり、日本政府もハノイ市ザーラム地区での水道施設建設の無償資金協力やハノイ市水道整備計画マスタープランの策定等を実施した。引き続き「ヴィ」国政府から要請のあった、ハイズオン市を含む4市の給水開発計画について、国際協力事業団(以下 JICA)は、1995 年 2 月にプロジェクト形成調査を実施し、4市の中でハイズオン市の給水プロジェクトが緊急性と必要性から最優先案件であることを確認した。

JICA は、プロジェクト形成調査に引き続き 1996 年 2 月、事前調査を実施し要請内容、施設の現状確認を行った。

日本国政府は事前調査の結果を踏まえ基本設計調査の実施を決定し、JICA は第 1 年次において 1996 年7月 30 日から 9 月 7 日まで 40 日間、第 2 年次において 1998 年 8 月 23 日から 9 月 16 日まで 25 日間、基本設計調査団を派遣し、相手国政府関係者との協議を行うと共に現地調査を実施した。

調査団は、2 年次にわたる現地調査の結果を踏まえて国内解析を実施し、基本設計概要書にとりまとめた上で、1998 年 11 月 11 日から 11 月 19 日までの 9 日間にわたり、建設省並びに

ハイズオン省等関係者と基本設計概要書についての説明・協議を行い、その結果をもとに本報告書を取りまとめた。

ハイズオン市は、人口 186,000 人(1996 年) を擁するハイズオン省の省都で政治経済活動の中心地である。また、ハイフォン港と首都ハノイを結ぶ交通の要衝でもある。「ヴィ」国政府は現在、全国を北部、中部、南部の3地域に分けてそれぞれに 1ヶ所の広域経済開発地域を指定しており、本計画対象地域は、北部開発地域内のハノイ、ハイフォン、クアンエンの3市を結ぶ北部開発トライアングルゾーン内に位置する重要地点である。

ハイズオン市行政区は、北地区、中央地区、南地区の3つの区域に分割され、なかでも中央地区は市の中心部に当たり古くから政治、経済、文化の中心となっている地区で、人口も多く人口密度も高い。

ハイズオン市の水道は、現在、タイビン川表流水を取水源とするカムソン浄水場(1936 年建設、1978 年と 1997 年に改修、設計処理水量 20,000 m³/d)と地下水を水源としたハイタン浄水場(1990年建設、設計処理水量 750m³/d)の2ヶ所から市内へ給水している。しかしながら、両施設とも老朽化が進行し、送水能力は合計 14,000 m³/d 程度で、かつ、給・配水管路は、水道事業開始以来適正な維持管理がなされず、その結果、漏水率は約 35%、需要者への実質給水能力は、9,000 m³/d 程度と推定される。これは、給水区域内水需要量の約 75%で、給水区域内住民は隔日の時間給水を余儀なくされている。

また、ハイタン浄水場では、原水の浄水処理が不十分であるため、処理水中に鉄分、臭気(かなげ)、色度(赤茶色)が残存し、健康上有害とは言えないものの給水水質に対する住民からの苦情も多い。また、カムソン浄水場の取水施設は、水源である河川水の濁度が異常に高く、年間を通して河川水位の変動が激しい。そのため、特に台風が多く発生する年には、取水施設周辺は土砂に埋没し、施設復旧のための浚渫に多額の省予算と時間を要している。

これら既存施設の給水地区は、市中央地区の一部だけで給水人口は 59,000 人であり、市人口に対する現状の給水普及率は 32%と、国内平均給水普及率より低くなっている。

現地調査内容をもとに、本計画の基本設計諸元を以下の通り策定した。

- ・ 当初計画は、特に優先度の高い市内中央地区を対象として、2000 年を目標年とした未給水区域への給水施設の拡張と一部既存区域への給水量の改善を目的として計画を策定した。しかしながら、外務省との協議の結果、無償資金協力の規模の観点から、当初計画を縮小した案について提案することとし、「ヴィ」国政府とも協議した上で、給水地域の一部区

域を削減するとともに、次表のとおり給水人口を縮小し、最終計画を立案した。次表にハイゾン市の人口・給水現状と 2000 年次の給水目標(給水人口については当初計画と最終計画)を示す。

| 項 目 | 1996 年 | 2000 年 | |
|-------------------|---------|---------|---------|
| | | 当初計画 | 最終計画 |
| 計画給水地区(中央地区)人口[人] | 135,756 | 156,600 | 156,600 |
| 給水人口 [人] | 既存 | 59,000 | 49,090 |
| | 計画 | — | 69,350 |
| | 計 | | 118,440 |
| 計画給水地区(中央地区)普及率 | 43% | 76% | 66% |
| ハイゾン市全人口 [人] | 185,581 | 208,908 | 208,908 |
| 市全体給水普及率 | 32% | 57% | 50% |

上表において既存給水人口が 2000 年で減少しているのは、従来、既存施設から給水をうけていた一部地区を本計画における新規施設からの給水区に振り替えたためである。

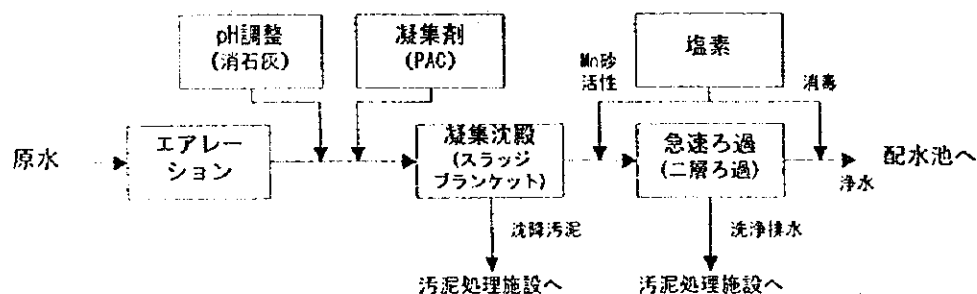
- 家庭用給水原単位は、当初計画ではハイゾン市のマスタープランで提案されている給水原単位を基に検討し、135 リットル/人/日とした。しかしながら、前述の給水人口と同様に、無償資金協力の規模の観点から、「ヴィ」国政府とも協議を行った上で、最終計画では 100 リットル/人/日とした。従って、最終計画での給水人口 46,000 人、家庭用水原単位 100 リットル/人/日を条件とすると日平均給水量は 7,420 m³/d となる。2000 年における計画給水区の水需要量および計画給水量は、下表に示す通りである。

| 項 目 | 水需要量/給水量 | 備 考 |
|-----------------------------|----------|-----------------|
| A 給水人口(人) | 46,000 | |
| B1 家庭用水(m ³ /d) | 4,600 | A×100l/c/d |
| B2 商業用水(m ³ /d) | 690 | B1×15% |
| B3 工場用水(m ³ /d) | 560 | B1×12% |
| B4 清掃用水(m ³ /d) | 460 | B1×10% |
| B 水需要量合計 | 6,310 | B1+B2+B3+B4 |
| C 漏水他(m ³ /d) | 1,114 | B÷(1-0.15:漏水率) |
| D 日平均給水量(m ³ /d) | 7,424 | B+C |
| E 日最大給水量(m ³ /d) | 9,651 | D×1.3:日最大係数 |
| F 日最大浄水量(m ³ /d) | 10,200 | E×(1+0.05:場内用水) |

- 施設設計容量は、日平均給水量を基に、漏水率(処理水量の 15%)、日最大係数(1.3)、時間最大係数(1.35)等を加味し下表の通りとした。ただし、最終計画における主要配管については、将来の拡張が困難であることから家庭用給水原単位が当初計画の 135 リットル/人/日でも使用可能となるよう設計している。

| 施設名 | 設備名 | 設計容量 | 設計根拠 |
|------|-------|--------------------------|---|
| 取水施設 | 取水ポンプ | 10,200 m ³ /d | 日最大給水量+浄水場用水 |
| | 取水管 | 13,800 m ³ /d | 日最大給水量+浄水場用水(但し、家庭用水が最大 135 リットル/人/日でも対応可能) |
| 導水施設 | 導水管 | 13,800 m ³ /d | 取水管と同じ |
| 浄水施設 | 浄水場 | 10,200 m ³ /d | 取水ポンプと同じ |
| 配水施設 | 配水ポンプ | 13,000 m ³ /d | 時間最大給水量(日最大給水量×1.35) |
| | 配水管 | 17,600 m ³ /d | 時間最大給水量(但し、家庭用水が最大 135 リットル/人/日でも対応可能) |

- 水源は、技術的、経済的に有利な条件にある地下水を利用する。ただし、本計画の給水地域付近の地下水は、塩水の混入等の問題があり、良好な地下水が得られない。このため、現地調査の結果、比較的良質な地下水が得られると判断されたカムジャン地域(市中心部から西方約 20km)を取水源とした。
- 原水(地下水)水質は、分析の結果、鉄とマンガンが基準値を越え、pH 値は基準範囲外(低 pH)である。また、浄水処理工程に影響する珪酸とアンモニア(基準値以下)とが含まれていることが判明した。このため、現地で実施した通水試験を通じて、水質基準値内となるような浄水場処理プロセスを検討し、その結果、以下のように設定した。



基本設計諸元を基に、設計された施設ならびに供与機材の概要は下表の通りである。

施 設

| 施設名 | 施設機能 | 主要設備 | |
|------|--|---|--------|
| | | 設備名称 / (主な機能) | 数量 |
| 取水施設 | 深井戸からポンプで地下水を揚水する。 | 深井戸(深さ:約100m) | 6 本 |
| | | 取水ポンプ(水中ポンプ、37 kW) | 6 台 |
| | | 取水集合管(ダクタイル铸铁管/内面エポキシ樹脂塗装) | 約3.5km |
| 導水施設 | 6本の井戸から取水された腐食性の強い原水を浄水場まで送水する。 | 導水管(φ500mm、ダクタイル铸铁管/内面エポキシ樹脂塗装) | 約17km |
| | | 付属弁類(排水弁、排気弁) | 1 式 |
| 浄水施設 | 取水された原水を飲料水基準に適合させる目的から、原水中に含まれる鉄マンガンを、酸化、pH調整、凝集、沈殿、ろ過の工程に従い除去し、更に処理水を消毒し安全な水を供給するための施設である。また、浄水工程から排出される排水は環境面から、個液分離後、汚泥は天日乾燥され、指定された場外に搬出され投棄する。上澄水は原水として再利用される。 | エアレーション塔、接触槽(原水は塔で空気に触れさせ遊離炭酸を放出させ、槽内で珪酸鉄を生成させる) | 1 式 |
| | | 消石灰注入機、注入ポンプ、溶解槽(消石灰注入をし、pHを上げる。珪酸を鉄から分離し第2鉄を析出させる) | 1 式 |
| | | 凝集剤(PAC)貯留槽、注入ポンプ(第2鉄を凝集させる) | 1 式 |
| | | 凝集沈殿池(第2鉄を迂流式凝集池でフロック化させ、上向流式沈殿でフロックを沈殿させる) | 1 式 |
| | | ろ過池(2層式急速ろ過法、アンスラサイトで微細な鉄の捕捉とマンガンの接触ろ過によりマンガンの除去) | 6 池 |
| | | 塩素ポンプ、注入機(マンガンの活性化と処理水の消毒) | 1 式 |
| | | 排水処理設備(汚泥貯留槽で貯留した排水は濃縮槽で汚泥濃縮し、乾燥床で汚泥ケーキとする) | 1 式 |
| 配水施設 | 浄水施設で処理された水は配水ポンプによって加圧され、給水地域に配水本管で配水される。 | 配水ポンプ(渦巻型、30 kW x 1台、55 kW x 3台) | 4 台 |
| | | 配水本管(φ100mm~400mm、ダクタイル铸铁管/内面モルタルライニング) | 約30km |
| | | 弁類及び消火栓 | 1 式 |

機 材

| 機材名 | 機材機能 | 主要仕様 | 数量 |
|--------|---------------------------|------------|----------|
| 給水メーター | 需要者からの水道料金の徴収用及び漏水点検用 | 口径13mm | 10,000 個 |
| | | 口径20mm | 100 個 |
| 車両 | 施設の維持管理用(施設の点検、修理及び汚泥の搬出) | ピックアップトラック | 1 台 |
| | | ダンプトラック | 1 台 |

本計画を日本の無償資金協力で実施する場合、概算事業費は 31.4 億円(日本側事業費: 29.3 億円、「ヴィ」国側事業費: 2.1 億円)と見積られる。

また、本計画の全体工期は、実施設計を含め、37 ヶ月程度が必要とされる。

本計画の実施により期待される効果は、次の通りである。

- ① 本プロジェクトの上水道施設建設により、市全体の給水普及率は 50%へと向上し、ハイズオン省が策定したマスタープランの目的である、2000 年での給水普及率(56%)に近づく。
- ② 給水区域住民の生活用水一人当たりの給水量が平均 93 l/c/d となり、マスタープランでの 135 l/c/d には達しないものの、量的には時間給水を免れる最低量には達している。また、増量により管内の圧力が上昇し、管末でも 0.6 kg/cm² が確保でき給水ピーク時間帯でも断水する個所が発生しない。
- ③ 既存配水管の一部更新により既存地域の漏水が 32%まで改善され、本計画による新規施設の漏水率 15%と合わせ、全体では 26%となり市のマスタープランの目標である 25%にかなり近づくことになる。
- ④ 市民全体の約半数が安全な給水を受けることで生活が向上し、省都としての機能が十分に保つことができる。さらには国家がすすめる広域地域開発の推進にも貢献できる。

更に、本計画によって建設される施設が、水量、水質ともに安定したサービスを続けるための今後の課題は以下の通りである。

- ① 取水井での水質・水量の観測、監視を継続的に実施し、地下水源の安定的な施設運営を図る。
- ② 生産コストを賄うに足りる水道料金制度が不可欠であり、妥当な水準に維持する努力が必要である。
- ③ 職員の確保と訓練は、施設を永続的に管理・運営していく上での必要条件である。また、電力費と水処理薬品費は、維持管理費の約 75%を占めるので、技術的に無駄を省いた効率の良い管理・運営を図る。

- ④ 水量の徹底管理等、漏水対策を加味した日常の運転管理を十分に行う。本計画で給水する管路は、新設のため漏水は僅かとなるが、継続的かつ適切な管路の点検、維持管理が必要である。
- ⑤ 本施設では、鉄及びマンガン除去という新たな処理工程が導入される為、これら浄水施設の機械・電気設備の一般項目について十分な知識を有するのが望ましい。
- ⑥ 浄水処理工程では凝集沈殿での pH 調整が重要な要因となり、従来を表流水の処理操作と異なった対応が必要となる。従って、水質に対応した処理原理に関する知識の習得が望ましい。
- ⑦ 既存施設に類似の機器があるとはいえ、従来のもので異なった機能の施設が設置されることになるので、基本的な技術習得を行うのが必要である。特に本計画では、沈殿池の運転管理、即ち、スラッジブランケットの管理と pH 調整のための消石灰溶解・飽和水溶液注入過程が、処理工程での鍵となるので、この運転管理技術を習得する必要がある。

第1章 要請の背景

第1章 要請の背景

ヴェトナム社会主義共和国（以下「ヴィ」国）は、国土面積 33 万 km²、人口約 7,535 万人(1996)、その内都市部の人口は 1,500 万人であり、全人口に対する都市部人口割合は 28%である。

同国は、社会主義政策を反映し、医療サービスにアクセス出来る人口比率が 90%、医師一人当たりの人口が 2,860 人と、医療レベルは、途上国平均のそれぞれ 81%、6,670 人に比して高い水準を保っている。しかしながら、給水セクターは、整備が遅れ、都市部の安全な水へのアクセス比率は 48%と途上国平均の 56%に対して低い水準にある。また、既存の上水道施設は老朽化したものが多く、特に施設からの漏水と無収水率が全国平均で 50%を越えている。

このため「ヴィ」国建設省は、都市部での給水施設を整備・開発すべく 2000 年までの目標として給水普及率を、主要都市 70%、地方都市 65%とし、また、漏水率と無収水率を 25%まで低減することを掲げた。具体的な給水施設の整備・開発戦略として、全国 77 の市、町（特別市も含む）を優先地域とし、さらに、給水人口、開発重点度よりレベル 1 から 5 までランク分けをし実施優先順位を付けた。本計画地域であるハイズオン市（当時ハイズオン町）は、最重要地区の一つとして位置付けられ、1996 年、当時行政管轄をしていたハイフン省はハイズオン市の上下水道マスタープランを作成し建設省の承認を得た。

現在、都市給水整備・改善の実施は、国際援助機関や各国の援助を得て急速に進められおり、日本政府もハノイ市ザーラム地区での水道施設建設の無償資金協力やハノイ市水道整備計画マスタープランの策定等を実施した。引き続き「ヴィ」国政府から要請のあった、ハイズオン市を含む 4 市の給水開発計画について、国際協力事業団（以下 JICA）は、1995 年 2 月にプロジェクト形成調査を実施し、4 市の中でハイズオン市の給水プロジェクトが緊急性と必要性から最優先案件であることを確認した。

本計画対象地域であるハイズオン市（当時ハイズオン町）を所轄していたハイフン省は、1997 年 1 月ハイズオン省とフンイエン省に分割され、1997 年 9 月、ハイズオン町はハイズオン省の省都として市に格上げされた。ハイズオン市は、人口 186,000 人(1996 年)を擁するハイズオン省の省都で政治経済活動の中心地である。また、ハイフン港と首都ハノイを結ぶ交通の要衝でもある。「ヴィ」国政府は現在、全国を北部、中部、南部の 3 地域に分けてそれぞれに 1ヶ所の広域

経済開発地域を指定しており、本計画対象地域は、北部開発地域内のハノイ、ハイフォン、クアンエンの3市を結ぶ北部開発トライアングルゾーン内に位置する重要地点である。

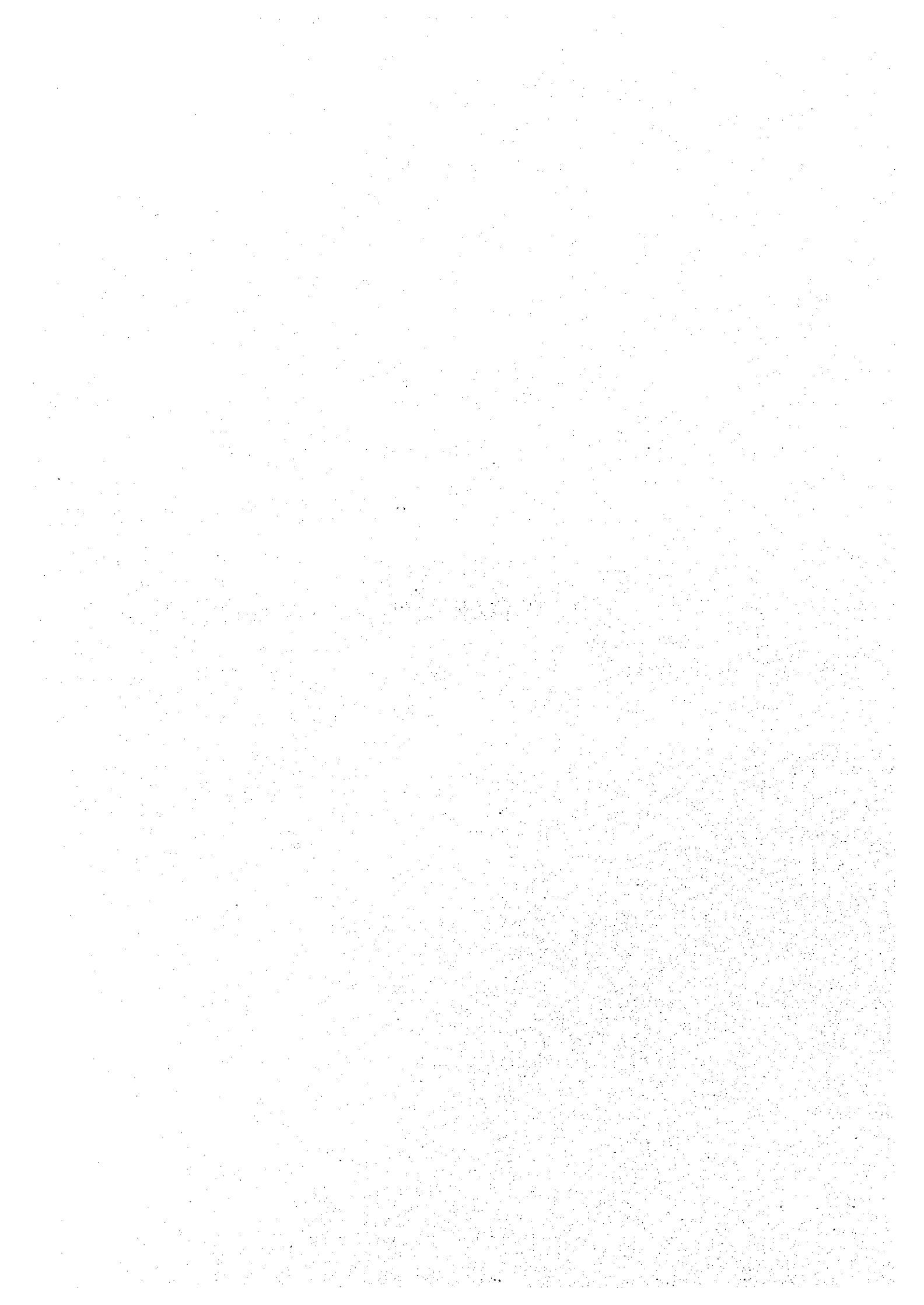
ハイズオン市の水道は、現在、タイビン川表流水を取水源とするカムスオン浄水場（1936年建設、1978年と1997年に改修、設計処理水量20,000 m³/d）と地下水を水源としたハイタン浄水場（1990年建設、設計処理水量750m³/d）の2ヶ所から市内へ給水している。しかしながら、両施設とも老朽化が進行し、送水能力は合計14,000 m³/d程度で、かつ、給・配水管路は、水道事業開始以来適正な維持管理がなされず、その結果、漏水率は約35%、実質需要者への給水能力は、9,000 m³/d程度と推定される。これは、給水区域内水需要量の約75%で、給水区域内住民は隔日の時間給水を余儀なくされている。

また、ハイタン浄水場では、原水の浄水処理が不十分であるため、処理水中に鉄分、臭気（かなげ）、色度（赤茶色）が残存し、健康上有害とは言えないものの給水水質に対する住民からの苦情も多い。また、カムスオン浄水場の取水施設は、水源である河川水の濁度が異常に高く、年間を通して河川水位の変動が激しい。そのため、特に台風が多く発生する年には、取水施設周辺は土砂に埋没し、施設復旧のための浚渫に多額の省予算と時間を要している。

これらの給水施設の現状から、ハイズオン市の給水施設拡充を国家目標に近づけるために1996年、ハイフン省（当時）は市の上下水道マスタープランを策定し水源開発、浄水、配管施設建設により上水道改善・拡充実施し、2000年までに市の給水普及率を56%、2010年には85%を達成する目標を定めた。

このような背景から、「ヴィ」国政府は、上記マスタープランに基づき、ハイズオン市の上水道の拡充に関し、我国に対し無償資金協力の要請をしてきたものである。

第2章 プロジェクトの周辺状況



第2章 プロジェクトの周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

「ヴィ」国政府が策定した 2000 年に向けての国家開発方針及び開発目標の概要は以下の通りである。

- A. 広域開発地区への資金の投入
 - (a) ハノイ - ハイフォン - クアンニン地区 (北部トライアングル)
 - (b) ホーチミン - ビエンホア - ブンタウ地区 (南部トライアングル)
 - (c) ダナン地区 (中部重点地区)
- B. 中小都市の開発促進
大都市への人口の集中抑制
- C. 国営企業の経営改善
民営化の導入
- D. 行政制度の効率化

この様な基本方針の中で、水道事業の開発目標として、都市部では 2000 年までに清浄で安全な生活用水を得られるようにするものとしている。また、表流水の汚濁防止及び地方部、特に北部と中部山間部の農村で、給水事業の促進を図る為の、行政組織の強化を挙げている。

国家の開発目標を基に、建設省は目標年を 2000 年として、以下に述べる水道セクターの開発方針を設定している (出典：1996 年共産党大会)。

- A. 既存の給水事業の基本的な改善
 - ・ 既存施設の改修及び設計容量の復旧
 - ・ 漏水率と無収水率の減少 (25%)
 - ・ 処理方式の改善による機械施設の更新
 - ・ 適正な施設運転条件の整備
 - ・ 安全な水の供給

- ・サービスエリアの拡充 (65%--70%)
- ・基準、規則その他必要な法整備

B. 水道部門の基本的要因の改善

(組織、財政、人的資源、科学技術、給水施設、建設資機材)

- ・組織の改善合理化及び日常業務の効率化
- ・補助金廃止/市場原理導入による健全な財務状況の確立
- ・市場原理に従った要員の訓練による経営の近代化
- ・最新の知識・技術の導入による技術の近代化
- ・国産品の使用の奨励
- ・基準、規則及び法律等の国際水準の適用
- ・給水技術の改善及び近隣国、その他の友好国との協力体制の確立

さらに建設省は給水整備・開発の戦略として、全国 77 の市、町 (特別市も含む) を優先地域として、人口と開発重点度からランク 1 から 5 までのランク分けをし優先順位をつけた。ハノイ、ホーチミン等特別市はランク 1 で、ダナン、フム市等は、ランク 2 に当る。

本計画地域であるハイズオン市はランク 3 に格付けされ、優先順位は高いものとされた。そして、建設省の開発施策に基づき、1996 年、当時ハイズオン市を行政管轄としていたハイフン省は建設省の協力を得てハイズオン市の上下水道マスタープランを作成し、建設省の承認を受けた。この計画によると 2000 年での未計画地域での全市人口に対する給水率を 2000 年で 56%、2010 年で 85% と策定している。この値は建設省が設定した目標給水率より低い、良質な水源が市の直近に無い等、水源としての条件が厳しく、そのために投資可能額を基に段階的に整備を進めることを考えている。

2.1.2 財政事情

「ヴィ」国建設省「Urban Sector Strategy Study Report」によると、1991 年から 1996 年の 5 年間に実施された上水道分野の国家予算からの支出合計は約 4 千万 US\$ である。年平均では 8 百万 US\$ となり、1994 年度の国家の歳出が 44 兆 6,550 億ドン (約 34 億 US\$) であることから、上水道分野への支出が国家予算の歳出に占める割合は 1% 以下である。また、同年の建設省関連予算は 5,800 億ドン (約 45 百万 US\$) であることから、およそ 18% が上水道関連で支出されたことになる。

「ヴィ」国建設省は、2000年までに都市人口への給水率を65%~70%まで整備する国家開発目標をさらに進め、2010年には100%の達成を目標としている。そして、2010年での予測都市人口は20百万人であり、2010年迄に100%の整備目標を達成するための事業費は、既存施設の改修に4億US\$、給水サービス区域の拡張に13億US\$、合計17億US\$程度の投資計画が必要であると試算している。これに対する資金手当ては、全体予算の70~75%を諸外国並びに国際金融機関からの無償援助、及びソフトローンからの援助とし、残りの25~30%を自国予算で賄うものとしている。

現状の資金手当ては、建設省開発委員会によると、1994年時点で将来の水道案件に265百万US\$、都市排水案件に300百万US\$の合計565百万US\$が、諸外国との協力で予算計画され、この内75%の資金は既に実施予算として合意されたとしている。

2.2 他援助機関との関連

「ヴィ」国に対する都市上水道施設の海外援助機関からの協力は多く、表2-1の通り、現在計画中の案件も含めて、2機関7カ国にのぼる。しかし、国連の「ヴィ」国に対する経済制裁もあって、海外からの援助の歴史は浅く、フィンランドの援助機関であるFINNIDA (Finnish International Development Agency)が、1986年にハノイ市上水道改善計画を実施したのが始まりである。

都市水道行政を担当する「ヴィ」国建設省は水道整備事業の開発について、国内77の市、町（特別市も含む）の水道整備を最優先事業として、自国資金の不足から、各国に対し援助を要請したものである。これに応えるように、各国並びに各援助機関が競って援助の開始を行った（次頁「全国上水道施設援助実績」参照）。

援助額の大きなものは、FINNIDAが1986年~1997年に実施したハノイ市上水道改善プロジェクトが85百万US\$、その継続案件としてハノイ上水道と他3市について現在実施中の世銀プロジェクトが合計48百万US\$である。そして現在、アジア開発銀行は2001年までに6都市の水道整備の完成を目指し総予算およそ45百万US\$の借款を約束している、さらに、将来8都市については2005年までに整備する計画であり、現在F/Sを実施中である。フランスについての総援助額は現在までに約80百万フラン（約20億円）であり、援助件数は多いが援助額が少ないために1件当たりの供与額は少ない。日本からの援助額は、約57億円と援助額の実績では第2位となる。

表2-1 全国上水道施設援助実績

| 援助機関 | 援助の種類 | 上水道施設都市名 | | | 件数 |
|---------|-------|--|-----------------------|---|-----|
| | | 北部地域 | 中部地域 | 南部地域 | |
| 世界銀行 | 有償 | ①Hanoi ②Hai Phong ③Cam Pha | ①Da Nang | | 4 |
| アジア開発銀行 | 有償 | ①Thai Nguyen ②Thanh Hoa ③Tuyen Quang ④Vinh | ①Dong Hoi ②Dong Ha | ①HCM ②Nha Trang ③Phan Thiet ④Long Xuyen ⑤Plei Ku ⑥Binh Dinh ⑦Quy Nhon ⑧Ben Tre | 14 |
| 日本 | 無償 | ①Gia Lam ②Hanoi | | | 2 |
| | 有償 | 全国33都市の上水道機材商品借款 (OECF) | | | 1 |
| フランス | 不明 | ①Yen Bai ②Cao Bang ③Lang Son ④Lao Cai ⑤Nam Dinh ⑥Hoa Binh ⑦Dien Bien Phu ⑧Son La ⑨Ha Giang | ①Da Nang ②Hue | ①HCM | 11 |
| フィンランド | 無償 | ①Hanoi ②Thai Binh | ①Tamky | | 3 |
| デンマーク | 無償 | ①Ha Long | | ①Da Lat ②Ban Me Thuot | 3 |
| オーストラリア | 無償 | ①Bac Giang ②Bac Ninh ③Ha Tinh | | ①Vinh Long ②Tra Vinh | 6 |
| イタリア | 無償 | | | ①HCM | 1 |
| ドイツ | 無償 | ①Viet Tri | | | 1 |
| 合計 | | 26 | 7 | 15 | 46* |

(資料：建設省上下水道設計会社調査による)

注) 二重線：実施中、波線：実施済、点線：計画中、下線なし：不明

*合計数の中で OECF の案件は全国を網羅しているために、1件としているが各地域の小計にはそれぞれ1件、合計3件として計上している。

2.3 我国の援助実施状況

我国から「ヴィ」国への上水道関連の協力は、これまで無償、有償、技協すべての面で行われてきている。無償資金協力は、1993年に実施されたザーラム上水道整備計画の基本設計調査が最初のもので、1994年に工事が実施され、1996年3月に竣工した。施設設計容量は30,000m³/dで計画目標年の給水人口は122,000人である。総工費は約38億円であった。

また、技術協力では1995年にハノイ市上水道整備計画のマスタープランとフィージビリティ調査を開始し、1997年10月に終了した。マスタープランは、2010年を目標として市街地の給水率を100%に、農村地域を85%まで整備するもので、市南西部地域を優先プロジェクトとして、フィージビリティ調査を実施した。

一方、有償資金協力は、1994年に調印された商品借款(総額15億円)によりハイズオン、ハドン、ランソン、ソンラを含む33都市に水道施設の改修のための資機材を供給するものである。この内ハイズオン市のカムスオン浄水場の老朽化した機器の改善としてポンプ・ブロー(盤類含む)、配管材料の機材約3千万円相当の商品借款が実施され1997年竣工した。カムスオン浄水場は、市の中心部のみを給水対象としている。

以上、各種援助プログラムがあるが、本計画で実施される上水道計画地域は、他の援助国/援助機関や我国のOECFとの計画の重複はない。

2.4 プロジェクトサイトの状況

2.4.1 自然状況

(1) 地形・地質

調査対象地区のハイズオン市は、ヴィエトナム第二の大河である紅河により形成された長さ約150km、幅約80kmの広がりをもつ、バックボ平野の中央部に位置している。この平野の中を、中国・雲南省ホントワン山脈に源を発する紅河が、北西部山岳地帯から南東方向に、多くの支流を派生させながら流れ、トンキン湾に注いでいる。紅河は、流域面積143,600km²、全河川長1,183kmで、そのうちヴィエトナム領域内の河川長は、約510kmである。ハイズオン市から約50km上流のハノイ市付近で、紅河からタイビン川が派生し、北西から南東に流れ、ハイズオン市の北東境界付近で、方向を変えて南流している。また、ハイズオン市南側の境界には、サット川が西から東に向か

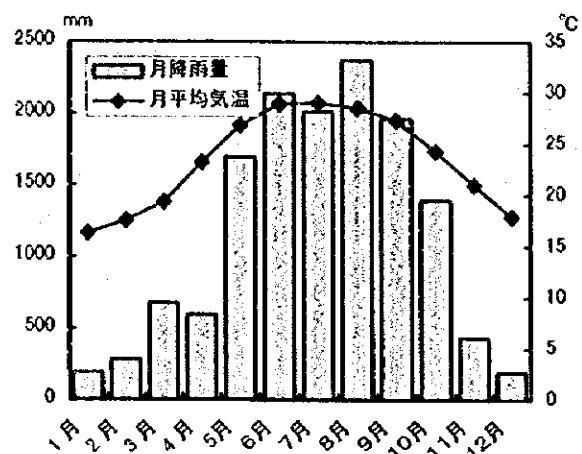
って流れ、タイビン川に合流している。調査対象地区及びその周辺の主要河川を、図2-1に示す。

ハイズオン市域の標高は、1.2m～2.1m で低く平坦である。市域は、元河川の氾濫源であるため、湿地帯及び沼沢地がいたる所に存在する。このバックボ平野は、主として紅河によってもたらされた、沖積世～洪積世にわたって堆積した流送土砂によって構成されている。この沖積層・洪積層の厚さは、調査対象地区付近で平均 84m から 105m に達している。平野周辺の丘陵地・山地は、主に中生代層によって構成されるが、平野の基盤は、新第三紀の固結した堆積岩類によって構成されている。

(2) 気象

ハイズオン市の西端境界付近に位置している気象庁ハイズオン測候所の資料（1985～1995）によれば、平均年間降雨量は約 1,157mm である。当地域の気候は雨期で気温が高い夏期（5月～9月）と乾期で気温が低い冬期（10月～4月）の二期に別れ、雨期には毎月 100mm～287mm の降雨量があるが、乾期には降雨量が極めて少なくなり、13mm～72mm となる。

年平均気温は、23.1℃であり、年変動は12月～3月までの冬に寒く、6月～9月までの夏に暑い。最も寒いのは、1月でその平均気温は15.7℃で、最も暑いのは、6月で、29.3℃である。日照時間は年間を通じて少なく、440時間ほどである。冬期には特に日照時間が少なくなり、1月～3月の月平均は11時間ほどである。夏期の日照時間は5月～9月の月平均で約51時間で極めて少ない。ヴェトナムの気候は比較的降雨量が多く、また、気温が高い。一方で、日照時間が極端に少ないため、その年平均湿度は85%と高い。このため、気温の高い夏期には蒸し暑い気候となっている。月別降雨量と平均気温を右図に示す。



ハイズオン市月別降雨量および平均気温

(資料：Hai Duong 測候所)

(3) 水文

バックボ平野の中央部を北西から南東に向かって流れ、トンキン湾に注ぐヴィエトナム第二の大河である紅河は、多くの支流を発生させ、当調査地域においては、ハノイ市付近からハイズオン市の北部を、西から東に向かって流れるズオン川と、その支流でハイズオン市の中心部を、南に向かって流れるタイビン川を中心として、それから派生した多くの支流が計画対象地域内を流れている。これらの河川は、上流から多量の土砂を流送しており、その河川水は常時濁っている。その土砂の運搬量は、1996年8月21日～23日の測定結果によれば、タイビン川で平均608 mg/lほどである。このため、この地域の河川は、これらの土砂が河床に堆積して周辺よりも高くなり、天井川となっており、雨期には、河川水位が堤防をしばしば越えて氾濫し、洪水となって地域を襲っている。本計画における井戸建設予定地域のカムジャン地域では、カムジャン川の氾濫により、1971年に約1.5mの標高差がある鉄道線路を越える大洪水に襲われ、大被害が発生した。

このように河川流量が豊富であり、また河川が縦横に平野を横切って流れているために、水田への灌漑には河川水が利用されていて、地下水を利用することはほとんどない。また、水源開発計画地域付近一帯は、工場等の産業も全くない純農村地域であるため、地下水の未開発地域となっている。

ハノイ市およびその近郊の主要取水帯水層は、第四紀のハノイ層と呼ばれる砂礫層である。この帯水層は深度約60m～100mでバックボ平野全域にわたって分布しており、有力な地下水開発対象層となっている。この帯水層のうちで、海岸付近、東部、西部等の地域で海水の同生水を原因として、塩化物濃度が極めて高い水質の地下水が存在する（添付資料6の図2-3参照）。

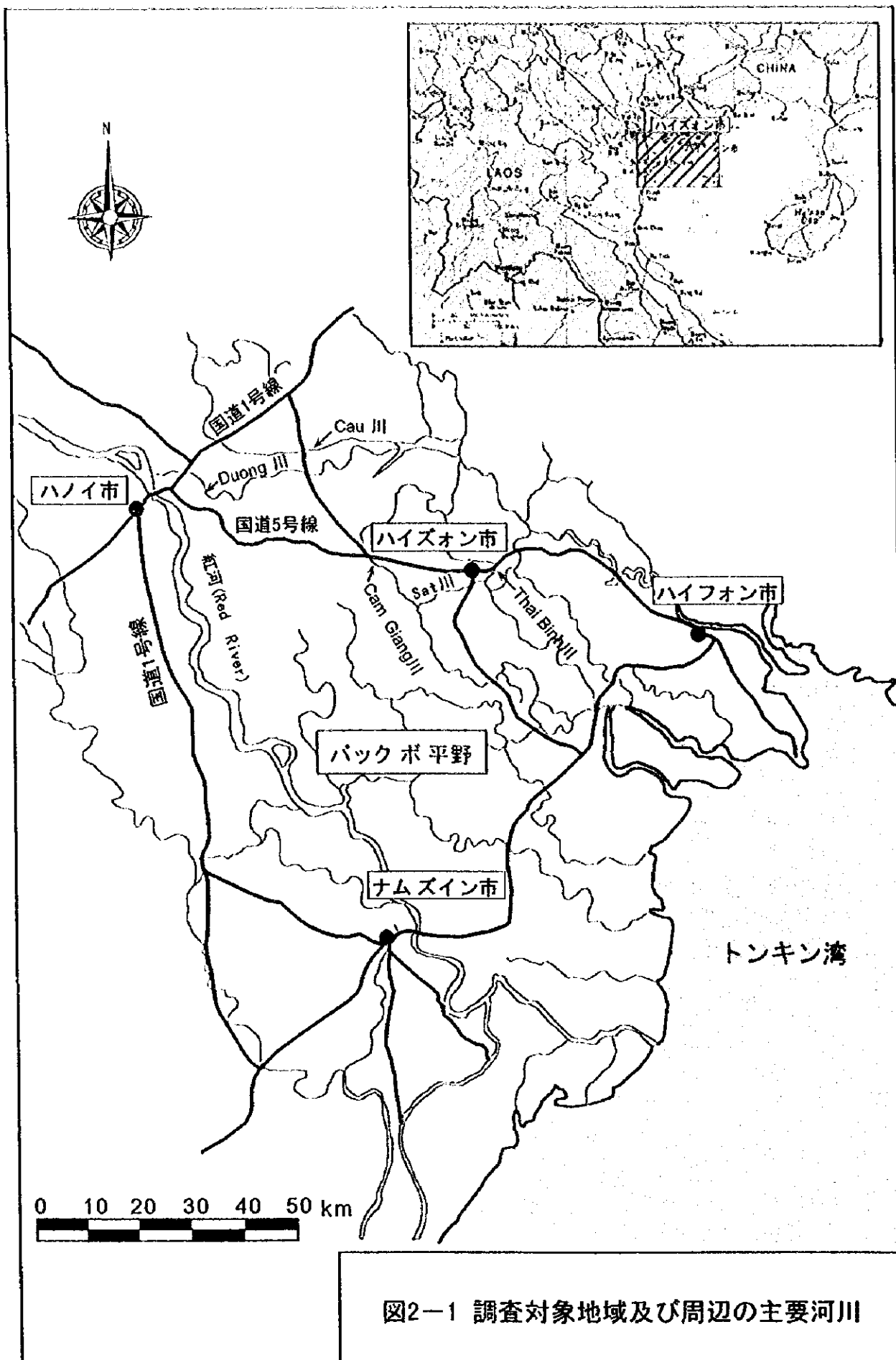


図2-1 調査対象地域及び周辺の主要河川

2.4.2 社会基盤整備状況

(1) ヴィエトナムの社会基盤整備状況

交通インフラとしての道路の発達は、従来鉄道や水運に依存していたために自動車道路の発達が遅れている。そのために国内道路総延長距離 87,507km の内、舗装率が国道では 77%、地方道を含めた全体では 37%と低く、また、リハビリの必要な所が多い。鉄道路線の総延長距離は 2,630km であるがその内、約 80% が単線で狭軌でありその上、車両の老朽化、通信・管制システムの整備の遅れから鉄道による輸送効率が極めて低い。

1991 年の国民 1 人当たりの消費電力は 126KWH/年と ASEAN 諸国と比較して低い水準にあるが、電化の推進、主要都市や主要産業開発プロジェクト、灌漑用への早急かつ安定した電力供給容量拡大を重要課題としている。また、南部の電力不足を補うため、北部の電力を南部に送る送電システムが 1994 年に完成し南部への供給を行っている。多くの発電設備は石炭火力発電であり、燃料の石炭からの硫酸化物等による汚染問題や灰処理問題、また、水力発電所建設に伴う環境問題の解決が課題となっている。

下水道の全国普及率は 19% (1995 年) と低く、また家庭での汲み取りトイレを含めても 26% である。また、トイレを全く使用していない住民は、北部では 23%、南部では 9% である。

(2) ハイズオン市の開発状況

ハイズオン市は、ヴィエトナム北部の主要外港ハイフォンと首都ハノイとを結ぶ国道 5 号線の間地点に位置し、交通の要衝だけではなく、ハイズオン省の省都として北部農村地帯の政治経済の中心都市としての役割を果たしてきた。また、国家経済開発戦略でもある同国北部の広域開発三角地帯に入っており、重要な役割を果たしている。このことから、5 号線の拡幅工事も実施されており、電化は全市の 100% に達している。また、近郊の農村人口のハイズオン市への流入も著しい。

1995 年ハイフォン省 (当時) 計画局が策定した、ハイズオン市の人口予測は、表 2-2 に示す通りである。

表 2-2 人口予測

| 区分 | 1996年 | 2000年 | 2010年 |
|--------|---------|---------|---------|
| 市街化地区 | 120,724 | 140,000 | 175,000 |
| 準市街化地区 | 64,860 | 68,908 | 80,888 |
| 合計 | 185,584 | 208,908 | 255,888 |

(出典：ハイフン省計画局、1995年)

ハイゾン市は、立地条件から北地区、中央地区、南地区の3地区に分かれ、各地区の開発状況は以下の通りである。図2-2にハイゾン市行政区分図を示す。

・北地区

ハイゾン市の北東部に位置するタイピン川の対岸にある地区である。この地区では、町周辺部の農村地区の都市化が急速に進みつつある。また、ナムタン工業団地が計画され、ハイゾン省当局に承認されている。この工業団地には、農産物加工、機械工業、電子工業、繊維紡績、製菓等が計画されている。最終計画面積は、150haでこの内50haの開発準備が完了したとハイゾン省は発表した。

・中央地区

中央地区は、ハイゾン市の中心部で、古くから市の政治、経済、文化の中心地で、タイピン川とサット川に囲まれている。

地区の西端には、ライカック工業団地が計画されている。最終計画面積は、100haでこの内、30haについては、自動車組み立て工場が既に建設されている。この工業団地には、自動車工業、機械工業、修理工場、冷凍機工業及び輸出雑貨の製造工場等の誘致が計画されている。

・南地区

ハイゾン市南部のサット川の対岸に位置し、小規模の家内工業が存在し、これを核にして将来は、工業団地を50haに渡って開発する計画である。主な業種は、食料品加工、陶器、ガラス容器、衣類製造等である。

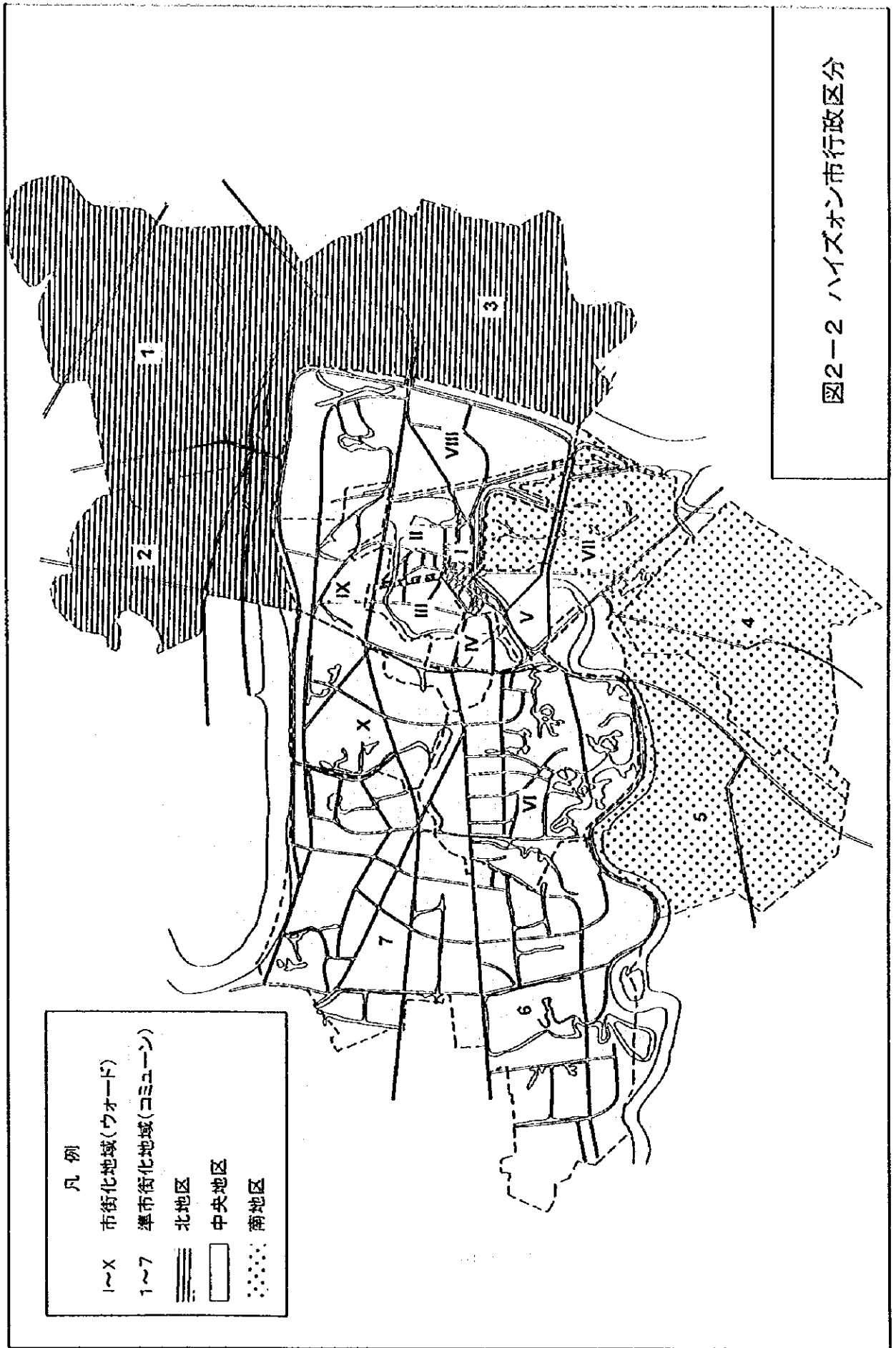


図2-2 ハイズオン市行政区分

- 凡例
- I~X 市街化地域(ウォード)
 - 1~7 準市街化地域(コミュニティ)
 - ||||| 北地区
 - 中央地区
 - 南地区

2.4.3 既存施設・機材の現状

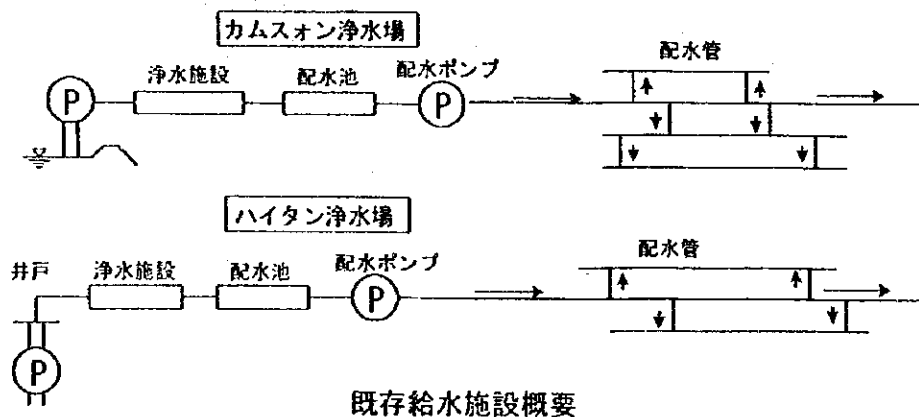
既存の給水施設は、同市の中央地区にのみ給水している。図 2-3 に示す通り、既存施設は、タイピン川の表流水を水源とするカムスオン浄水場と、1990 年に建設された、地下水を水源とするハイタン浄水場がある。

カムスオン浄水場は、1950 年代に建設され当時の設計容量は 20,000 m³/d であった。その後、施設の老朽化により処理性能が落ちたため 1978 年には取水口の改善、そして、1997 年には浄水場を対象に OECF が商品借款を実施したが、借款内容が十分ではなく、浄水場の生産水量は、約 13,500 m³/d まで回復したにすぎない。

また、ハイタン浄水場の設計容量は、750 m³/d と小規模であり、市内の限られた地域に給水しているに過ぎない。現況給水システムの概略は、下図に示す通りである。

浄水場の生産水量約 13,500 m³/d に対し、浄水場から家庭への配管の漏水が 35%と多く住民が受け取る給水量は、推定約 9,000 m³/d 程度である。これは、現在のハイズオン市の給・配水管路は布設以来改修工事をしていないためかなり老朽化が進んでいること、また、点検・修理用車両および資機材がないために日常業務としての漏水防止のための維持管理が十分に行われていないためである。現在でも需要量に対して供給量が不足し、時間給水をしている状況であり、住民の慢性的な水不足は深刻な状況にある。また、ハイタン浄水場は処理プロセスが十分に機能していないために鉄分の濃度が高く、臭気（かなげ）や色（赤茶色）があり、住民からの苦情も多い。

給水管は亜鉛メッキ鋼管を用いており、地上に露出した箇所が多く見られる。料金徴収のための検量は水道メーターにより行われているが、水道メーターとの接続箇所で漏水してメーターボックス内が浸水していたり、雨水の浸水などが原因となって水道メーターが故障している場合がある。



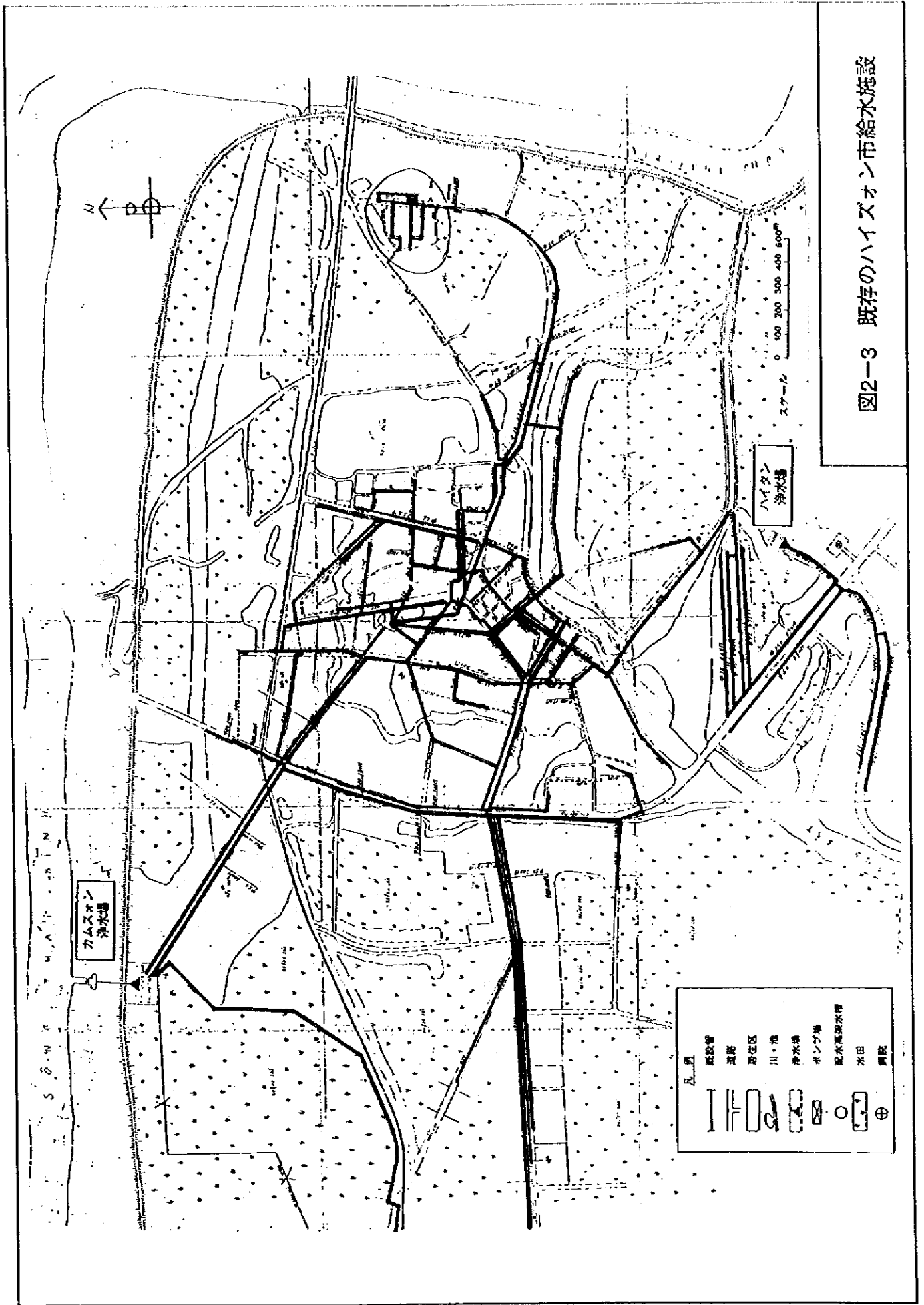


図2-3 既存のハイゾン市給水施設

2.5 環境への影響

本計画の実施に伴う環境への影響を、地下水開発のスコーピング法により評価する（環境配慮ガイドライン VIII 地下水開発計画編、JICA）。本計画の実施に関して考えられる環境への影響は、以下の点が挙げられる。

- ・水源の地下水の揚水に関わる地盤沈下等、環境への影響
- ・浄水場からの排水が環境に与える影響
- ・浄水場の汚泥処理に関わる環境への影響
- ・取水・導水管布設工事の水田への影響
- ・配水管布設工事の都市交通への影響
- ・既設配水管からの切り替え工事の一時的断水による住民への影響

図 2-4 に施設全体図を示す。本計画の水源開発は、ハイズオン市の西約 20km にあるカムジャン地域に位置する。この水源開発予定地域は、田園地帯にあり、ハノイ層を対象とする地下水の開発は全く行われていない。開発予定水源井は、この地域に東西方向に約 500 から 600m の井戸間隔で 6 本建設される予定である。これらの井戸群から 10,200 m³/d の地下水を、揚水することを計画している。

この地下水開発地域に平行して、ハノイ市とハイフォン港を結ぶ鉄道が走っている。このため、地盤沈下の影響が懸念されるが、添付資料に示したように水源開発地域の地下水開発の可能性、及び水位降下に伴う圧密沈下を検討した結果、開発対象帯水層の水頭降下は、表層部の水位には大きく影響しないため、沈下の発生はないとの結論に達した。また、開発予定地は、田園地帯で民家が点在する程度のため工事による環境への影響はほぼないものと考えられる。工事関係者の生活雑排水等の処理についても、排水量は少なく、しかもすぐ近くに排水路があり問題はない。水源の地下水利用に関しては、井戸揚水試験の結果に基づき地盤沈下に影響のない水位降下を 8.27 m 以下と推定して、揚水計画を策定している。

浄水施設では、日量約 6 トンの汚泥が発生する。沈澱池と急速ろ過池とから集められる汚泥は、汚泥濃縮槽及び乾燥ろ床で処理した後、浄水場西約 20 km にあるカムジャン(Cam Giang) 都市廃棄物処分場に投棄処分する計画である。従って、浄水場から発生する汚泥による環境への影響は、無いと考えられる。

ハイズオン建設局では、浄水場の予期せぬ緊急事態に備えて、浄水場からのオーバーフロー水はドンイェンポンプ場からタイビン河に排水出来るように、浄水場から同ボ

ンプ場までの排水路の改修を計画している。従って、本計画の実施による周辺的环境への影響はないと考えられる。

水源地区から浄水場までの取水・導水管布設ルートには、田圃・用水路・ため池が存在している。そのため、施工時の工事用排水や工事残材料が、同地域に環境の影響を及ぼさない様、配慮する事が必要である。また、田圃内での工事については、休耕時のみならず通年にわたる施工となる事から、生産者に対する稲作の保証は市が予算計上を予定している。

配水管の施工は、市街地での既存道路を利用する布設となるが、道幅に対し配管工事幅が小さく特に道路交通及び商業活動への影響はないと考える。また、鉄道横断や幹線道路横断については最小限の横断個所で計画すれば工事期間が短くてすみ問題は少ないと考える。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

本計画は、ハイズオン市マスタープランに基づき、政治経済活動の最も盛んな地域でありながら水不足の著しい同市中央地区に新規地下水源から、安全かつ安定した水道を供給するものである。特に、市中央地区のうち、現在未給水地区となっている市の東及び西側の区域を対象に整備する。これにより、市民への水道普及率は、32 から 50 %に向上する。

3.2 プロジェクトの基本構想

当初計画では、市内中央地区を対象として、2000 年を目標年とした未給水区域への給水施設の拡張と一部既存区域への給水量の改善を目的として計画を策定した。また、家庭用給水原単位は、ハイズオン市のマスタープランで提案されている給水原単位を基に、135 リットル/人/日とした。しかしながら、外務省との協議の結果、無償資金協力の規模の観点から、当初計画を縮小した案について提案することとし、「ヴィ」国政府とも協議した上で、給水地域の一部区域を削減するとともに、給水人口を縮小した。また、家庭用給水原単位についても、同様の観点から、100 リットル/人/日として最終計画を策定した。本報告書書では、“当初計画”と“最終計画”として、それぞれの計画内容を示している。

3.2.1 計画給水区

ハイズオン市の中央地区は、市街地化の進んだ 9 ヶ所のウオード(VII を除く I~X)と、2 ヶ所の準市街化地区としてのコミュニン(6~7)から構成されている。ハイズオン市のマスタープラン(旧ハイフン省計画投資局、1995 年)によれば、中央地区に於ける市街化地区の区画整理、道路網等整備計画は、2000 年に完了し、準市街化地区の都市整備は、2005 年を目標に推進される。従って、本計画においては、2000 年を目標として都市整備の完了している市街化地区の水道整備を計画する。

既存施設による給水区域は、浄水施設の拡張が行われないうまま、人口が急増したため、水需要に対し供給量が不足する結果となり、給水区を 2 分し、隔日給水で急場を凌いだ。OECD の商品借款(1997 年完了)により、既設カムスオン浄水場からの配水量が約 14,000 m³/d まで回復されるも、漏水等により消費者への実給水量は、約 9,000 m³/d に止まり、水需要に対する実給水量は大幅に不足している。

本計画では、新規水源の開発と浄水場を建設し、水道供給の最も優先度の高い現在未給水地区となっている中央地区を主体に給水するものである。また、既設給水地区のうち、極度に老朽化した配水管により給水されている一部の地区は、管更新を本計画範囲とし、現給水区から本計画の給水地区に含める事としている。これにより、既設給水区での水不足は、やや緩和される事になる。

当初計画では、現状の給水地区を2地区に分類し、既存浄水場から給水を受ける地区(給水区 a)および新規浄水場から給水を受ける地区(給水区 b)に区分した。さらに現状の未給水地区の中で新規浄水場から新たに給水を受ける地区(給水区 c)を策定した。当初計画で策定された給水区を以下に示す(図 3-1a 参照)。

給水区 a

現在の給水地区で、2000 年以後もカムスオン浄水場からの給水を受ける。本計画実施後は、給水区 b の一部がカムスオン系の給水区外となるため水不足は緩和される。

給水区 b (計画給水区)

現在の給水地区の一部で、カムスオン浄水場からの給水が、その給水可能量から給水不足となる地区。本計画実施により、この一部が新規浄水場から給水を受ける。

給水区 c (計画給水区)

現在は未給水地域で、本計画実施により市西側の一部と市東側の一部を除き、新規浄水場から給水を受ける。

最終計画では、無償資金協力の規模の観点から、「ヴィ」国政府との協議の上、当初計画で策定した計画給水区および計画給水人口を見直し、図 3-1b に示す計画給水区を策定した。

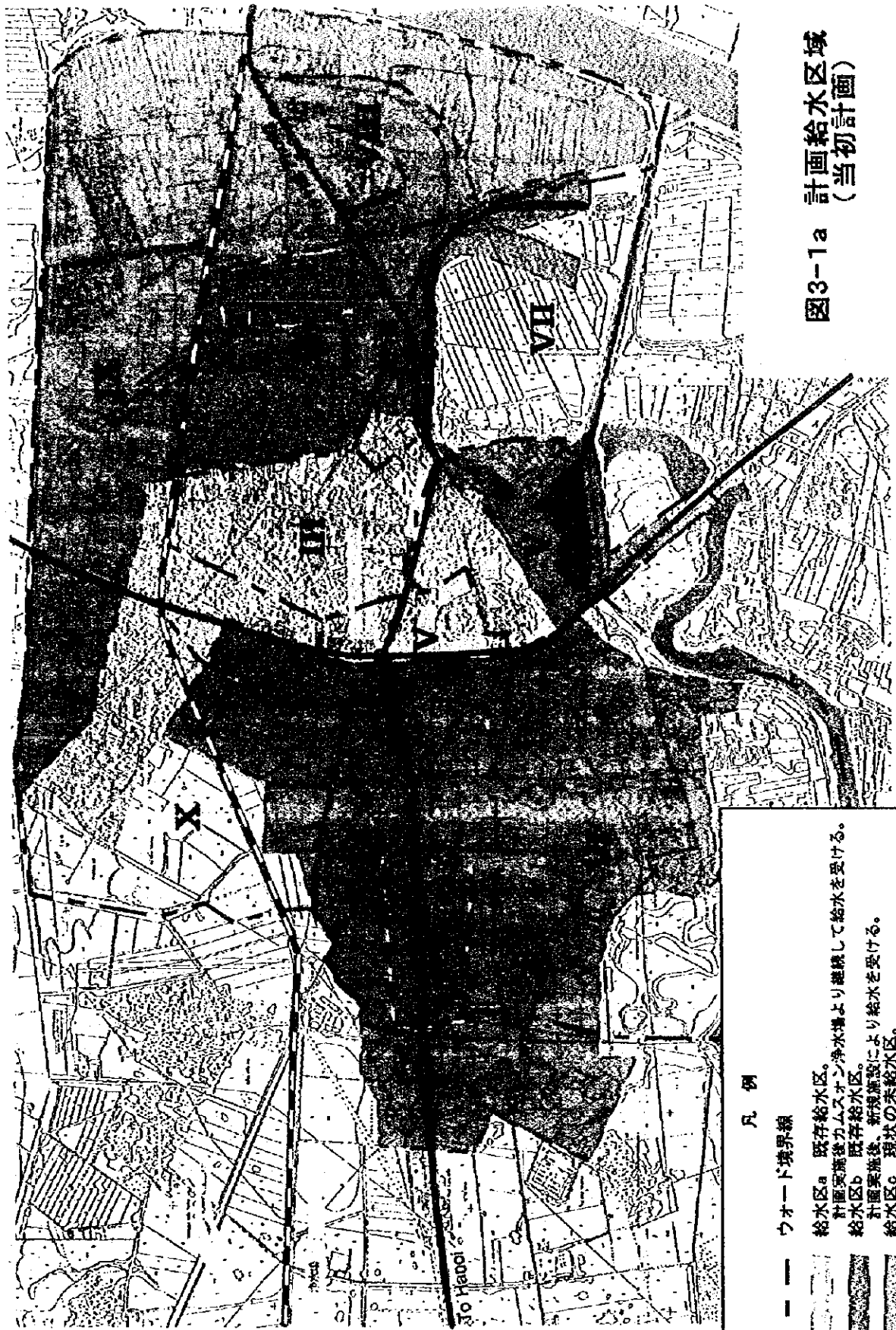


図3-1a 計画給水区域
(当初計画)

凡例

- ウォード境界線
- 給水区a。既存給水区。
計画実施後カムスオン浄水場より継続して給水を受ける。
- 給水区b。既存給水区。
計画実施後、新規施設により給水を受ける。
- 給水区c。現状の未給水区。
計画実施後、新規施設により給水を受ける。

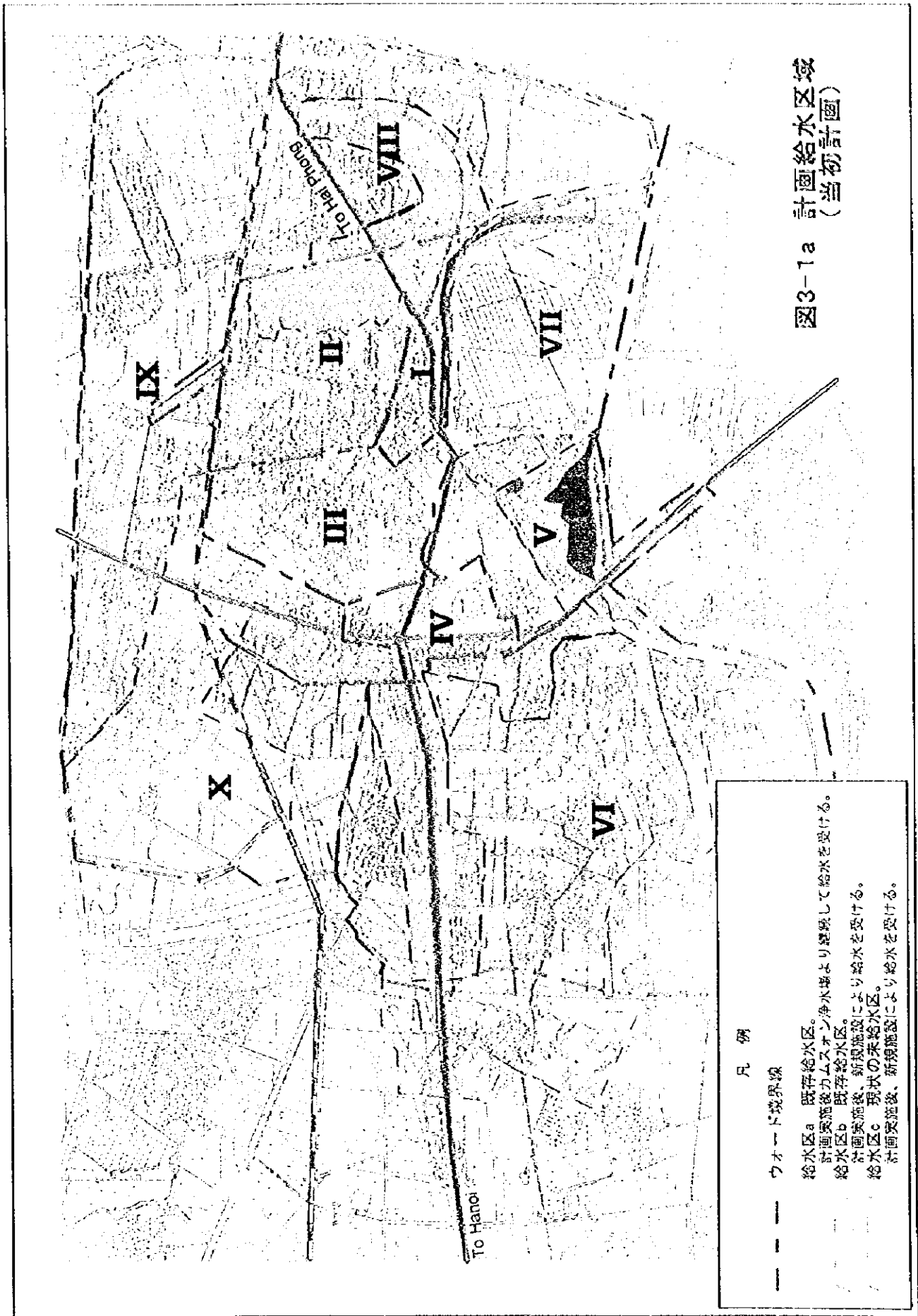


図3-1a 計画給水区域
(当初計画)

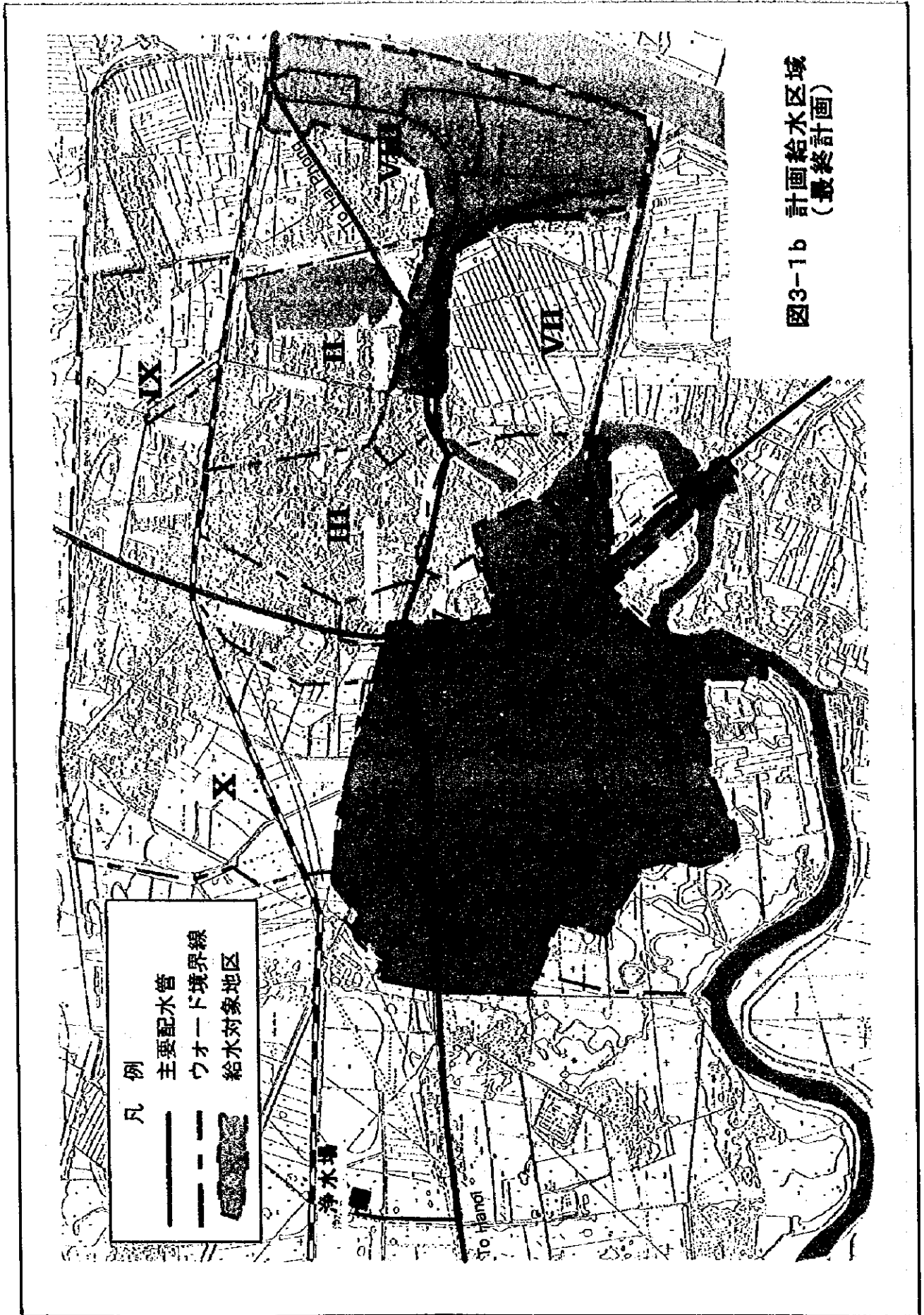


図3-1b 計画給水区域
(最終計画)

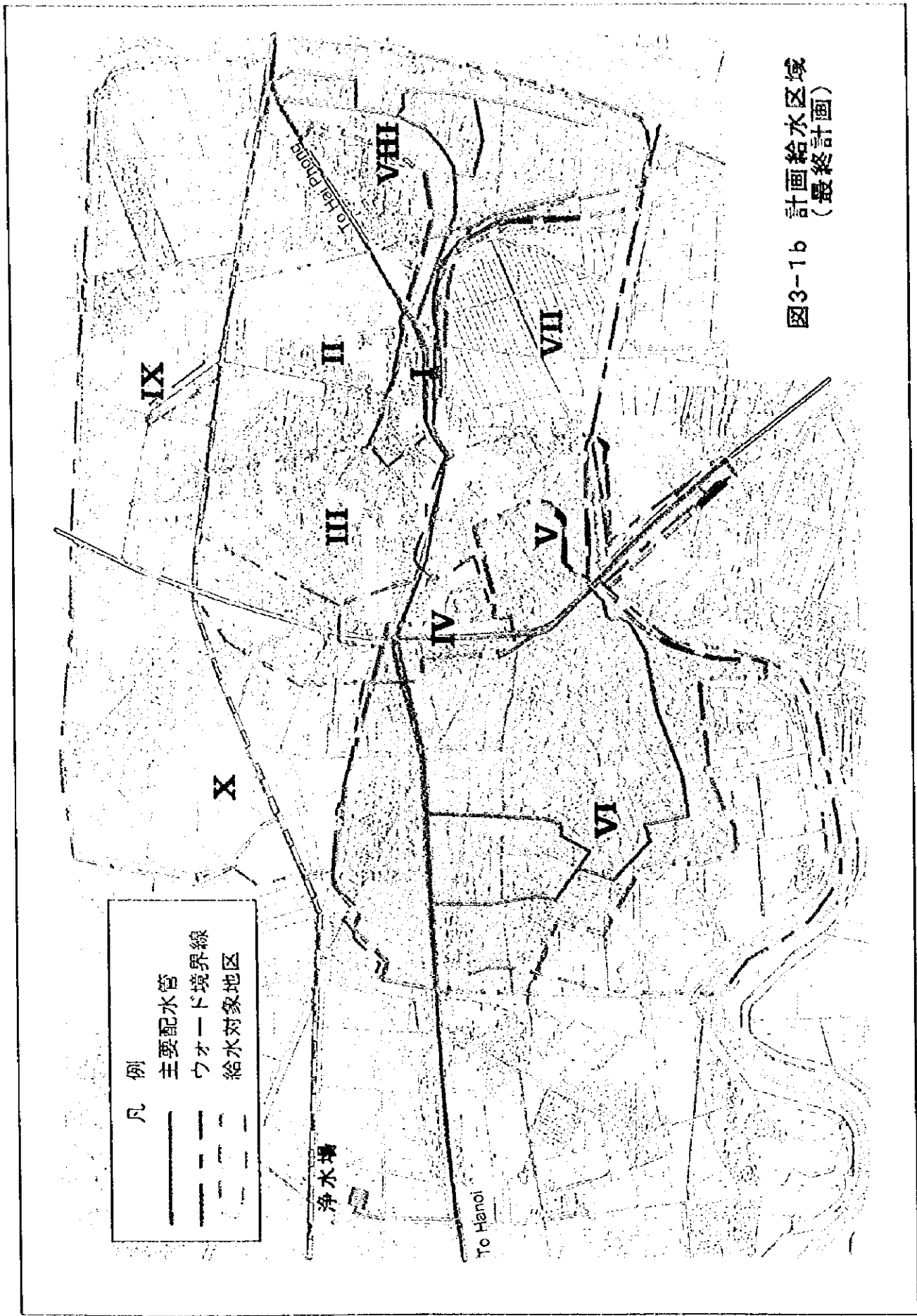


图3-1b 計画給水区域
(最終計画)

3.2.2 給水人口

1996年及び目標年である2000年での当初計画及び最終計画給水人口を表3-1a,bに示す。また、普及率を併せて示す(ハイズオン市の人口予測は添付資料5参照)。

表 3-1a 当初計画給水人口

| | | | 1996年 | 2000年 |
|------|------|----|----------|----------|
| 居住人口 | 中央地区 | | 135,756人 | 156,600人 |
| | 全市 | | 185,584人 | 208,908人 |
| 給水人口 | 中央地区 | 既設 | 59,000人 | 49,090人 |
| | | 計画 | — | 69,350人 |
| | | 計 | 59,000人 | 118,440人 |
| | 全市 | | 59,000人 | 118,440人 |
| 普及率 | 中央地区 | | 43.5% | 75.6% |
| | 全市 | | 31.8% | 56.7% |

表 3-1b 最終計画給水人口

| | | | 1996年 | 2000年 |
|------|------|----|----------|----------|
| 居住人口 | 中央地区 | | 135,756人 | 156,600人 |
| | 全市 | | 185,584人 | 208,908人 |
| 給水人口 | 中央地区 | 既設 | 59,000人 | 57,940人 |
| | | 計画 | — | 46,000人 |
| | | 計 | 59,000人 | 103,940人 |
| | 全市 | | 59,000人 | 103,940人 |
| 普及率 | 中央地区 | | 43.5% | 66.4% |
| | 全市 | | 31.8% | 50.0% |

中央地区に於ける都市整備計画は、前述のハイズオン市マスタープランでは、市街化地区での区画整理、道路網の整備計画は2000年には完了し、準市街化地区では2005年を目標として推進されるとしている。

従って、本計画においては、都市整備の完了している市街化地区の水道整備を2000年を目標とする緊急事業として取りあげることとする。尚、準市街化地区については、その後、都市整備状況に応じて暫時拡張して行くこととする。

3.2.3 計画給水量

(1) 給水原単位

ハイゾン市の中心部は人口密集地のため、給水原単位は、同市マスタープランで提案された 150 ～180 リットル/人/日 (l/c/d) に該当する。しかし、同市が地方都市であることを勘案して、当初計画では 135 l/c/d を採用した。更に最終計画では、無償資金協力の観点から、「ヴィ」国政府とも協議を行った上で、100 l/c/d と決定した。本計画の給水原単位を表 3-2 に示す。

表 3-2 給水原単位

| | マスタープラン | 当初計画 | 最終計画 |
|--------------------|--------------|-----------------------|------------|
| 中央地区普及率 (市街化地区) | 75% | 90% | 79% |
| 家庭用水 | 40～180 l/c/d | 135 l/c/d | 100 l/c/d |
| 商業用水 | 15% | 15% | 15% |
| | 18 l/c/d | 20,25 l/c/d | 15.0 l/c/d |
| 工場用水 | 30% | m ³ /ha* | 12% |
| | 36(l/c/d) | 25 m ³ /ha | 12.0 l/c/d |
| 清掃用水 | 10% | 10% | 10% |
| | 12 l/c/d | 13.5 l/c/d | 10.0 l/c/d |
| 漏水その他 | 25% | 15% | 15% |
| | | (現況:35%) | |
| 浄水場用水 | 6% | 6% | 5% |
| 日最大給水量 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 時間最大給水量 | | 1.35 | 1.35 |

(2) 水需要予測

ハイゾン市の各地区に於ける将来人口と水需要を表 3-3 に示す。将来人口の予測は、ハイゾン市マスタープランでワード/コミュニオン毎に行ったもので、過去の人口動態および現況を基に、人口分布および土地利用状況から人口増加率を設定している。市街地地区での人口増加率は 2000 年までは農村人口の都市への流入を勘案して平均増加率は 3.8% であるが、2000 年から 2010 年では平均 2.3% と低い水準に設定されている。人口予測結果と上記給水原単位 (表 3-2) を用いて水需要予測を行った。

表 3-3 水需要予測

(日平均水量 m^3/d)

| | 1996年 | | 2000年 | | 2005年 | | 2010年 | |
|-------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|
| | 人 | m^3/d | 人 | m^3/d | 人 | m^3/d | 人 | m^3/d |
| 北地区 | | | | | | | | |
| 市街化地区 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 周辺地区 | 27,793 | 1,567 | 29,324 | 4,911 | 31,016 | 6,485 | 32,780 | 8,059 |
| 小計 | 27,793 | 1,567 | 29,324 | 4,911 | 31,016 | 6,485 | 32,780 | 8,059 |
| 中央地区 | | | | | | | | |
| 市街化地区 | 64,203 | 13,310 | 131,600 | 21,739 | 148,050 | 31,125 | 161,500 | 40,504 |
| 周辺地区 | 71,553 | 12,012 | 25,000 | 4,208 | 27,500 | 5,481 | 30,000 | 6,761 |
| 小計 | 135,756 | 25,323 | 156,600 | 25,946 | 175,550 | 36,609 | 191,500 | 47,265 |
| 南地区 | | | | | | | | |
| 市街化地区 | - | - | 8,400 | 1,414 | 9,450 | 2,191 | 10,500 | 2,965 |
| 周辺地区 | 22,035 | 2,806 | 14,548 | 2,029 | 16,346 | 2,907 | 18,108 | 3,786 |
| 小計 | 22,035 | 2,806 | 22,984 | 3,446 | 25,769 | 5,098 | 28,608 | 6,750 |
| 合計 | 185,584 | 29,695 | 208,908 | 37,050 | 323,368 | 48,192 | 255,888 | 62,072 |

注：北地区 : コミューン 1-3

中央地区 : ウォード I-VI, VII-X, コミューン 6,7

南地区 : ウォード VII, コミューン 4,5

(3) 計画給水量

2000年での中央地区に於ける市街化地区水需要は、 $21,739 \text{ m}^3/\text{d}$ である(添付資料5参照)。一方、既存施設の給水可能量は、1997年の改修後、 $9,000 \text{ m}^3/\text{d}$ まで回復している。従って、水需要量を満たすには $12,739 \text{ m}^3/\text{d}$ の拡張が必要となる。

当初計画での計画給水量は、日最大を日平均の3割増し、配水施設からの漏水率を15%、浄水過程での作業用水量を処理水量の6%と仮定して、水道施設の最大浄水量を、 $21,000 \text{ m}^3/\text{d}$ と設定した。

一方、これに対し最終計画では、表 3-1b に示した計画給水人口ならびに表 3-2 に示した給水原単位を採用し、日最大浄水量を $10,200 \text{ m}^3/\text{d}$ まで削減する事業規模の縮小を計った。

計画給水区における水需要量は、表3-4に示す通りである。

表3-4 計画給水区の水需要/計画給水量(2000年)

| 項目 | 当初計画 | 最終計画 | 備考 |
|-----------------------------|--------|--------|--------------------------------------|
| A 給水人口(人) | 69,350 | 46,000 | |
| B1 家庭用水(m ³ /d) | 9,363 | 4,600 | $A \times 135l/c/d$ 、 $100l/c/d$ |
| B2 商業用水(m ³ /d) | 1,405 | 690 | $B1 \times 15\%$ |
| B3 工場用水(m ³ /d) | 1,109 | 560 | $B1 \times 12\%$ |
| B4 清掃用水(m ³ /d) | 936 | 460 | $B1 \times 10\%$ |
| B 水需要量合計 | 12,813 | 6,310 | $B1 + B2 + B3 + B4$ |
| C 漏水他(m ³ /d) | 2,261 | 1,114 | $B \div (1 - 0.15)$ |
| D 日平均給水量(m ³ /d) | 15,074 | 7,424 | $B + C$ |
| E 日最大給水量(m ³ /d) | 19,595 | 9,651 | $D \times 1.3$ |
| F 日最大浄水量(m ³ /d) | 21,000 | 10,200 | $E \times (1 + 0.06)$ 、 $(1 + 0.05)$ |

以上より、浄水場に於ける最大浄水量は、当初計画では 21,000 m³/d、最終計画では 10,200 m³/dとした。

3.3 基本設計

3.3.1 設計方針

(1) 自然条件に対する方針

1) 水理・地質条件

水源として予定しているハノイ層は、揚水試験結果より、その透水性、地下水貯留性、帯水層の規模・連続性・分布深度などから、水量の面において水道水源として良好な帯水層であると判断される。水源井の掘削地点は、原水中の処理困難な塩化物濃度(基準値:250 mg/l以下)を考慮して、ハイズオン市の西約20 kmに位置するカムジャン地区とした。

導水管路の河川横断地点と、浄水場建設予定地での土質試験結果では、地表から約30mまで、軟弱な粘性土と緩い砂質土が存在する。このため重量構造物は、杭基礎で支える必要がある。

2) その他の自然条件

年間降水量は、約1,200 mm程度である。雨季、乾季は乾燥地帯のように明確ではないが、5月から10月に年間降雨の70%が集中している。降雨強度は強く、台風も来襲する。また、道路状況が悪いため、水源井等取水施設及び導水管路の施工計画に当っては、これを考慮する。洪水も、しばしば発生する。このため、井戸ポンプ室や浄水場の土地造成に当っては盛土の必要がある。気温は、日本の夏よりやや暑い程度であるが湿気が多く、直射日光下ではかなりの高温になるため、管材料等の選定に当って保管中の変形等を考慮する。地震については、過去に大きな地震が発生していないことから、構造設計には考慮しないこととする。

(2) 社会条件に対する方針

施設建設のための用地取得・借用、井戸の掘削手続き、及び、管布設のための河川、鉄道、道路横断などの行政手続き、許認可には、十分な余裕をもって手続き出来るようスケジュールを策定する。水道関連の諸手続きを表3-5に示す。

表 3-5 水道関連の諸手続き

| 手続き内容 | 承認機関 |
|------------|----------|
| 設計(認可及び実施) | 建設省 |
| 道路横断工事 | 運輸省 |
| 河川横断工事 | 農業・地方開発省 |
| 施設完成後の水質検査 | 保健省 |
| 井戸の掘削 | 工業省 |

(3) 建設事情及び、現地業者、現地資機材活用に対する方針

「ヴィ」国において建設会社やコンサルタントは、社会制度上、公共機関に付属したものとなっている。また、建設産業に従事する労務者の数は、限られていて経験者が少ない。同国での建設資材は、レンガ・木材が主体となっているため、左官工、大工の技術レベルは優秀であるが、鉄筋工、コンクリート工、配管工は、信頼性に欠ける面がある。井戸掘削については、工業省傘下の地下水調査会社、及び、その他十分な実績のある業者があり技術レベルには問題ない。また配管工事については、工事の難易度に応じ、現地業者と中央業者(ハノイ市)を使い分ける事になる。

建設機械については、油圧操作による能率の良い大型の機械は少ない。このため運転操作の技術は低く、また、建設機械のリースは極めて少ない。井戸掘削機械及び杭打機械は現地調達が可能である。その他の建設用重機及び建設用工具は円滑な施工をはかる為に、日本からの持込みを想定する。

資機材の調達について、セメント・骨材は、現地調達可能であるが、鋼材類は、その品質的な観点より日本からの輸入を想定する。また、主要配管材であるダクタイル鋳鉄管は、現地生産されているがものの、品質、供給体制等に問題があるため、日本あるいは第三国からの調達を考える。この他、弁類、ポンプ、モーター、電気製品等についても、日本またはシンガポール等、第三国からの調達を想定する。

(4) 実施機関の維持・管理能力に対する方針

本計画を担当するハイズオン水道公社では、30 数名の設計・建設に係わる技術者がおり、この中から数名が設計・施工監理に参加すると考えられる。

施設建設後の運転は、既設水道施設の運転に携わっている約 60 名に加え、新たに約 20 名の新規人材確保が必要であると想定される。現在の水道施設の運転は、設備の老朽化にもかかわらず、大部分の施設が運転されており十分に管理されている。本計画施設は、水源施設を除き現在運転されている施設と基本的に変わりなく、従って施設の運転・維持管理を行う技術レベルを有していると考えられる。

しかし、既存施設は給水量の慢性的な不足により、常時設備能力限界の処理を行っているために処理水質への配慮が欠けていること、また新規施設のために新たな人材を育成する必要があることから、浄水場の試運転期間を通じたコンサルタント等による技術指導を行う方針とする。主な技術指導の内容は以下の通り。

| 技術指導項目 | 内容 |
|---------------|-------------------------|
| 運転計画 | 運転計画マニュアルによる指導 |
| 水量・水質管理 | 水源の水量・水質管理、浄水の水量・水質管理 |
| 取水施設、導水管 | 井戸運転計画、ウォーターハンマー対策などの指導 |
| スラッジブランケットの管理 | 薬品注入量、沈殿池操作に関する指導 |

(5) 施設の範囲、グレードの設定に対する方針

本計画による改善の範囲、グレードは以下の通りとする。

給配水区域は、現在、水道が普及していない未給水地区と、水量・水圧不足ないしは、給水管の老朽化が顕著な配水改修区で、市西側のウオード IV～VI と市東側のウオード I, VIII の一部を計画する。

取水・導水管管種は、原水の腐食性と使用条件を考慮して材質を選定する。また、配管延長距離が約 20 km と長いことためウォーターハンマー対策を考慮する(ウォーターハンマー解析結果は添付資料-11 参照)。

取水施設(井戸ポンプ)の運転制御は、施設の操作性を配慮し遠隔操作により行う。遠隔操作盤は、6ヶ所の井戸ポンプ室のうちの1ヶ所に設置する。

浄水場は、ハイゾン市の西側に建設する。浄水場用地は、用地面積 2.6 ha が予定され、洪水対策として過去の洪水位を考慮した盛土を行う。侵入道路は、自然道に近い砂利道であり幅も狭いため改良する。

原水(地下水)水質は、基準値以上の鉄、マンガン及び浄水処理工程に影響する珪酸とアンモニア(基準値以下)が含まれ、また、pH 値は、遊離炭酸を原因とする弱酸性となっている。このため現地通水試験の結果を反映し、エアレーション、凝集沈殿、ろ過等で構成する浄水施設を設ける。また、浄水場内での発生汚泥は、濃縮・乾燥処理した後、都市廃棄物処分場へ場外搬出処分する。

配水方式は、新設浄水場からのポンプ圧送方式とし、配水管計画は将来の拡充計画を配慮する。配水・給水管は、新規給水地区では主配水管(口径 250~400mm)、及び、2次配水管(100~200mm)を布設し、各戸接続を含む給水管は、ベトナム側で材料手配及び施工を行う。但し、水道メーターは、日本側にて機材供与する。配水改修区では、水量・水圧を改善するため、必要な箇所について新設主配水管と既存配水管との接続を行う。ただし、布設後 20 年以上を経過している老朽管との接続は行わず、バルブ止めにする。

配水管管種は、ダクタイル鋳鉄管(内面モルタルライニング)とし、需要水量を勘案して、管網計算により必要管径を決定する。布設路線は、既存の公道を原則とし、鉄道横断箇所は、ベトナム側への委託工事となる。消火栓は、口径 150mm 以上の配水管に取り付け排泥装置をかねる。

(6) 工期に対する方針

本計画では、管路布設延長距離が長く、工程上のクリティカルポイントとなり、工期の長さを決定する主要因となる。特に、井戸工事、取水・導水管工事は、その殆どが水田地区での施工となることから、工事用道路及び用地の確保等、仮設計画は慎重を要する。

3.3.2 基本計画

(1) 原水水質及び飲料水基準

主要項目の原水水質分析結果と「ヴィ」国飲料水基準を表3-6に示す。本計画では飲料水基準値を超過している鉄、マンガンを除去する浄水処理施設を計画する。

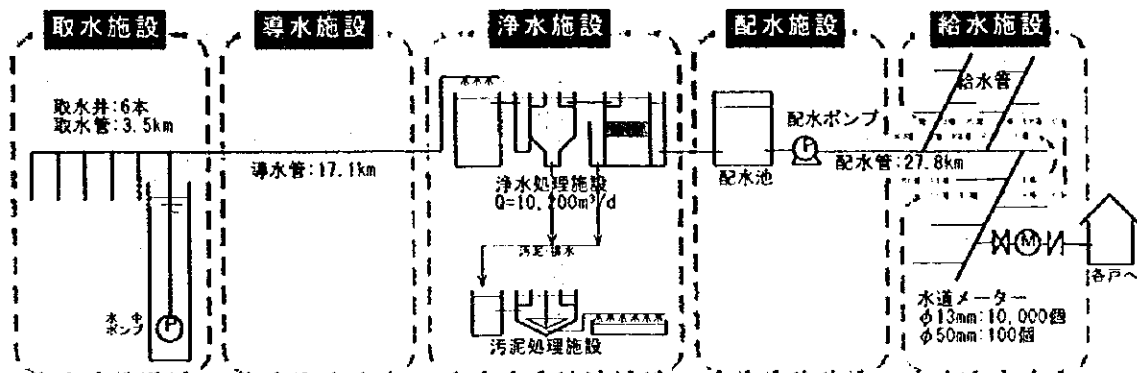
表 3-6 ヴィエトナム国飲料水基準 (単位:pHを除き mg/l)

| | pH | 鉄 | マンガン | アンモニア | 塩化物 |
|-------|---------|------|-------|-------|-------|
| 原水 | 5.5-6.0 | < 40 | < 2.0 | < 2.6 | < 200 |
| 飲料水基準 | 6.5-8.5 | 0.3 | 0.1 | 3 | 250 |

(「ヴィ」国飲料水基準値全項目は、添付資料-13に示す)

(2) 全体システム

取水から給水までの全体システムを以下のフローシートに示す。



- ① 本計画の水源は、ハイズオン市の西方約 20km にあるカムジャン地区である。井戸で取水された原水は、取水管に集水される。
- ② 集水された原水は、導水管によりハイズオン市内の浄水場まで圧送される。
- ③ 浄水場はハイズオン市の西端で国道 5 号線の北側に位置する。原水は、鉄・マンガン除去した後、塩素消毒が行われる。また、処理工程で発生した汚泥は汚泥処理施設で処理される。天日乾燥された汚泥は場外に搬出し、埋立処分される。
- ④ 配水施設は、配水池、配水ポンプ、配水管からなる。浄水場で処理された水は、配水池へ貯留され、配水ポンプにより給水区へ圧送される。
- ⑤ 給水区であるハイズオン市内の中央地区は、都市施設が整っているにもかかわらず、給水施設が未整備、または、配水管が老朽化している地区である。各戸への給水は、配水管から分岐する給水管から行われる。需要者毎に水道メーターを設置し、料金徴収する。

(3) 施設設計容量

施設設計容量は、日平均水需要量を基に、漏水率(処理水量の 15%)、日最大係数(1.3)、時間最大係数(1.35)等を加味し下表の通りとした。ただし、最終計画における主要配管については、将来の拡張が困難であることから家庭用給水原単位が当初計画の135リットル/人/日でも使用可能となるよう設計している。

表 3-7 施設設計容量

(単位:m³/d)

| 施設名 | 設備名 | 当初計画 | 最終計画 | |
|------|-------|--------|--------|---|
| | | | 設計容量 | 設計根拠 |
| 取水施設 | 取水ポンプ | 21,000 | 10,200 | 日最大給水量+浄水場用水 |
| | 取水管 | 21,000 | 13,800 | 日最大給水量+浄水場用水(但し、家庭用水が最大 135 リットル/人/日でも対応可能) |
| 導水施設 | 導水管 | 21,000 | 13,800 | 取水管と同じ |
| 浄水施設 | 浄水場 | 21,000 | 10,200 | 取水ポンプと同じ |
| 配水施設 | 配水ポンプ | 26,700 | 13,000 | 時間最大給水量(日最大給水量×1.35) |
| | 配水管 | 26,700 | 17,600 | 時間最大給水量(但し、家庭用水が最大 135 リットル/人/日でも対応可能) |

3.3.3 施設設計

(1) 取水施設

A. 水源井の本数

計画取水量は、最終計画時の計画給水人口から 10,200 m³/d と設定された。単位井戸当りの安全揚水量は、本調査で実施した段階揚水試験結果から 2,200 m³/d (30.6 l/s、20 時間運転)である。従って、必要井戸数は、5 本となり、20%の予備井を加味し、合計 6 本の井戸を計画する。

計画井戸本数 : 6 本(内 1 本予備井)

B. 井戸の影響圏と設置間隔(添付資料-6)

Cooper と 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を想定して影響圏の範囲を検討した。その結果、影響圏半径は $r = 250\text{m}$ と計算される。従って、井戸の設置間隔は、500m 以上となる。さらに現地踏査結果をふまえ、取水予定地(6ヶ所)を決定した。

水源井の間隔 : 500m 以上

C. 群井としての水位降下の検討(添付資料-6)

近接する複数の井戸を同時にくみあげた場合、井戸周囲の水位は、互いに他の井戸の影響を受け低下する。

本計画においては、取水井として合計 6 本の井戸をほぼ直線状に配列(内 1 本は予備井として設置)するが、将来「ヴィ」国側負担によりさらに 3 本の井戸を掘削し、合計 9 本の井戸を設置し*最大稼働時 7 本の井戸で運転できるよう考慮する。

* 将来 9 本の井戸を設置

家庭用水原単位が 135 リットル/人/日に対応するために、浄水処理能力を 13,800m³/日に拡張する場合、以下の計算により井戸 9 本の設置が必要となる。

[必要井戸本数] = $13,800\text{m}^3/\text{d} \div 2,040\text{m}^3/\text{井戸}/\text{日} = 6.76 \text{ 本} \dots 7 \text{ 本}$

(7 本運転の場合、1 本あたり揚水量が 1,970m³/d となるようバルブを絞って運転する)

[予備井戸本数] = $7 \text{ 本} \times 20\% = 1.4 \text{ 本} \dots 2 \text{ 本}$

[合計井戸本数] = $7 \text{ 本} + 2 \text{ 本} = 9 \text{ 本}$

ここでは、将来拡張後(井戸 9 本設置)を想定し、隣接 7 本の井戸(Well No.1-No.7)を同時に揚水した場合の水位降下量を検討する。この場合、井戸列の中心である Well No.4 で水位降下が最大となり、Well No.4 における他の 6 本による影響を Cooper-Jacob 式により求め、その合計(ΣS_n)と Well No.4 の水位降下(S_o)とを加え、全水位降下とする。

全水位降下量(S)は、

$$S = \Sigma S_n + S_o = 3.69 + 4.58 = 8.27 \text{ m}$$

ΣS_n : 全井戸揚水時に Well No.4 井戸に対して他の 6 本の井戸から作用する水位降下量の合計(m)

S_o : Well No.4 の連続揚水試験時の最大水位降下量 (m)

と計算された。これより、ポンプの設置深度は、上記水位降下量に静水位と、季節変動を加えた深さで深に設定する必要がある。

D. 地盤沈下の検討

地盤沈下は、地下水位の低下による有効応力の増加によって、粘性土が圧密するために起こる現象である。試験井 1.K6 で実施された揚水試験による観測井の水位降下量から判断すると、自然水位の低下は 0.20m 以下と判断される。よって有効応力の上昇はほとんど発生せず、地下水の揚水による地盤沈下は、発生しないと結論される。

E. 井戸構造

水源井の構造は、本調査により試験井として建設し、揚水試験を実施した井戸のデザインに準じるものとする。水源井の取水対象層はハノイ層とし、第三紀層の基底上部まで掘込むものとする。この基底部の深度は、水源開発地域の中央部で約 90m、それより東および西側では約 105m となっている。井戸深度は、これら帯水層の最深部を考慮して、平均 100m とする。井戸径は、試験井と同様、ポンプ室のケーシング径を 300mm、取水部分のケーシングおよびスクリーン径を 250 mm とする。また、それぞれの長さは、各々 35m、65 m(砂溜まりを含む)とする。

F. ケーシング及びスクリーン

ケーシング及びスクリーンは、取水機能を満たし、耐腐食性の強い FRP 製を採用する。水源開発対象地域での水質は、遊離炭酸が多いことにより腐食傾向を示す原水であると共に、鉄分濃度が高いことから、長期間の使用によりスケールの付着が想定される。このため長期間安定使用の観点から、開孔率の高いスクリーンを使用する。

スクリーン型式は、地下水の井戸への流入速度を考慮して決定する。流入速度は、日本の水道施設設計基準から $V = 15\text{mm/秒}$ 以下とする。また、取水部分は、帯水層の平均層厚 40m の内の約 30m とし、開孔率約 20% の多孔式スクリーンを使用する。

水源井の仕様

| 項目 | 仕様 (寸法) |
|----------------------|---|
| 数量 | 6 本 (常用 5 本) |
| 井戸 1 本当りの取水量 (取水可能量) | 2,040 m ³ /d (2,200 m ³ /d) |
| 平均深度 | 約 100 m |
| ポンプ室のケーシング径/長さ | φ 300 mm、平均 35 m |
| 取水部分のケーシングおよびスクリーン径 | φ 250 mm |
| スクリーン長 | 約 30 m |
| スクリーン型式と材質 | 多孔式 (開孔率 約 20%)、FRP 製 |

G. 井戸ポンプの揚程、仕様及び設置深度

前節(C. 群井としての水位降下の検討)の水理計算より、井戸の全水位降下は 8.27 となった。これに静水位 (GL-1.2m) を加えると、想定井戸水位は 9.5m となる。また、ハノイ市ザーラム地区上水道整備計画基本設計調査報告書 (ICA、1993 年) によれば、本開発対象帯水層の自然地下水位は、季節によって変動し、その年変化は 4.5~6.2 m となっている。これを加えて、ポンプの最低揚水水位は -15.7 m となる。このことからポンプの設置深度は、-20m 程度とする。

ポンプ実揚程は、最低水位から最高揚水位である浄水場エアレーション塔頂までの 28.7m である。ポンプ全揚程は、実揚程に管路摩擦損失ほか弁類損失水頭を加え、80m とする。

井戸ポンプの仕様

| 項 目 | 仕 様 (寸法) |
|---------|--------------------------|
| 数 量 | 6台 (常用5台) |
| 揚水量 | 2,040 m ³ /d |
| 井戸ポンプ揚程 | 全揚程:80 m、実揚程:28.7 m |
| 主要部材質 | FC/SUS |
| 電動機 | 380 V x 50 Hz x 3 phases |
| 付属品 | 空気弁、逆止弁(緩衝式)、流量計 |

II. 取水管

本計画において取水管は、鉄道沿線に布設するため、運輸省基準に基づきレール中心から9 m以上離すことが「ヴィ」国側の提示条件である。取水管は、全路線の大半が、鉄道と平行した道路端に布設することになる。

取水管の最大送水可能量は、家庭用給水原単位を当初計画時の計画値135 リットル/人/日までの拡張に対応できる様、13,800 m³/dとしている。

原水 pHは、弱酸性の5.5～6.0である。これは侵食性遊離炭酸を含むことに起因するもので、ランゲリア指数は、マイナス(-2.69)となり腐食性を示すと判断される。このことから、管の材質は、耐腐食性・強度性等の機能・施工・運搬・保管性の面から、内面エポキシ樹脂塗装のダクタイル鋳鉄管を使用する。

取水管の仕様

| 項 目 | 仕 様 (寸法) |
|--------|------------------------|
| 管 種 | ダクタイル鋳鉄管(内面エポキシ樹脂塗装) |
| 最大使用圧力 | 10 kgf/cm ² |
| 口径及び延長 | φ200～500mm x 約3.5 km |

(2) 導水施設

導水施設は、井戸から揚水され取水管に集められた原水を、水源から浄水場まで(約17.1km)圧送する施設である。

A. 導水管径の比較

井戸ポンプの揚程は、井戸水位から浄水場エアレーションまでの実揚程(28.7m)と取水・導水管路(20.5km)での摩擦損失により決定される。管の口径が大きいほど摩擦損失が小さく、ポンプ揚程を小さくすることができるが、管路とポンプについては、建設費と維持管理費の和が最小となるような管径を選定すべきとされており、これを経済的管径という。

以下に建設費および維持管理費(40年間とした)の和を口径別に比較する。なお、本比較では、取水量が13,800m³/dに拡張された場合(井戸9本、うち2本予備)を条件としている。

(金額単位:百万円)

| 口径 (mm) | 流速 (m/s) | 全揚程 (m) | 電動機 出力 (kW) | 建設費 | | 維持管理費(40年の合計) | | | 合計 |
|------------|-------------|------------|-------------------|-------|-------|---------------|-------|-------|---------|
| | | | | 管路 | ポンプ | 管路 | ポンプ | 電力費 | |
| 400 | 1.27 | 130 | 340 | 603.8 | 144.0 | 603.8 | 384.0 | 570.6 | 2,306.2 |
| 450 | 1.01 | 100 | 260 | 715.2 | 86.4 | 715.2 | 230.4 | 439.0 | 2,186.2 |
| 500 | 0.81 | 80 | 210 | 797.0 | 57.6 | 797.0 | 153.6 | 352.0 | 2,157.2 |
| 600 | 0.57 | 60 | 160 | 956.4 | 43.9 | 956.4 | 117.1 | 263.4 | 2,337.2 |

*管路償却年数を40年、ポンプ償却年数を15年とした。現在価値法による割引率は考慮しない。

表より、口径500mmが経済管径であることが分かる。また、一般に流速が遅いほど管内の摩耗が少なく耐久性が良いことから口径500mmを採用する。

B. 導水管布設ルート

導水管は、鉄道沿線の水田、灌漑用水路内に布設される。取水管同様、鉄道レールから9m以上離れた位置に布設する。

水田、灌漑用水路内の管布設工事に際しては、支持地盤強度を確認するほか、稲作への悪影響を極力減じるよう配慮する。仮設道路は、幅員3.0mを基本とし、工事完了後は、速やかに現状復帰をする。

C. 管種の選定

管種は、取水管同様、強度、耐食性、施工性、経済性を考慮し、内面エポキシ樹脂塗装のダクタイル鋳鉄管を使用する。口径は上記比較検討結果から 500 mm とする。

導水管の仕様

| 項 目 | 仕 様 (寸法) |
|--------|-----------------------------|
| 管 種 | ダクタイル鋳鉄管 (内面エポキシ樹脂塗装) |
| 最大使用圧力 | 10kgf/cm ² |
| 口径及び延長 | φ 500mm x 約 17 km |
| 付帯設備 | 維持管理用仕切り弁 (耐腐食仕様)、急排空気弁、吐出弁 |

D. 河川横断の方式

カムジャン川の横断は、維持管理の容易性と経済性から判断して水管橋 (L=80m) とする。支持長が大きいことから、水管橋構造はトラス補剛形式とし、水管橋部は鋼管 (φ 500mm) を用いる。

E. 水路横断

水深 1.0m 程度の水路横断は、曲管を用いた伏越 (水路の底部に管を埋設) とする。曲管部の離脱防止には、コンクリートブロックによる防護を施す。

F. 鉄道横断

鉄道の横断は、「運輸省基準」により、ボックスカルバート (□1,200×16,000×1200mm、RC) による補強構造を設け、カルバート内に管を布設する。

(3) 浄水処理施設

1) 通水試験による処理プロセスの検討

浄水処理システムを決定するために水源水を使用して1997年6月から同年9月まで通水試験を行った(添付資料-10 参照)。試験の概略を以下に示す。

ジャーテスト試験(1996年8月実施)より、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(物理化学的方法)。また、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による除去効果を確認するための試験も行った(微生物学的方法)。

試験で行った、物理化学的方法(6条件)および微生物学的方法(3条件)の浄水処理フローを下表に示す。

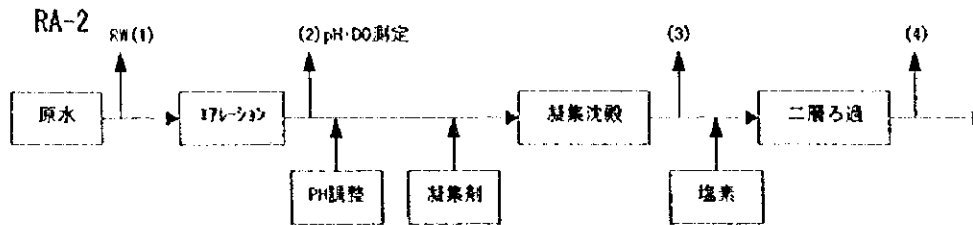
物理化学的方法

| | |
|------|--|
| A-1 | エアレーション → 鉄ろ過 → マンガンろ過(マンガン砂) |
| A-2 | pH調整 → エアレーション → 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 → エアレーション → 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 → エアレーション → 凝集沈殿 → エアレーション → 鉄ろ過 → マンガンろ過(マンガン砂) |
| A-5 | 塩素酸化 → 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) |
| RA-2 | A-2の再確認実験(pH調整の位置を変更) エアレーション → pH調整 → 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) |

微生物学的方法

| | |
|---------|--|
| B-1 | エアレーション → 粗砂による予備ろ過 → 緩速ろ過 |
| MB-1 | B-1の不良を改良し、ろ過速度を調整、緩速ろ過を追加 エアレーション → 粗砂ろ過 → エアレーション → 緩速ろ過(1) → 緩速ろ過(2) |
| MB-1(2) | MB-1でエアレーションの位置を変更 エアレーション → 粗砂ろ過 → 緩速ろ過(1) → エアレーション → 緩速ろ過(2) |

試験を行った 9 条件の中で、最も良好な結果を得られたのは RA-2 の浄水処理プロセスであった。RA-2 の処理フローおよび試験結果を以下に示す。



| 水質項目 | | 鉄 | マンガン | アンモニア | pH | DO |
|------|-------------|------|-------|-------|------|------|
| 採水地点 | RW 原水 | 45 | 1.73 | 2.28 | 5.80 | 0.36 |
| | (2) エアレーション | — | — | — | 6.22 | 4.60 |
| | (3) 凝集沈殿 | 3.29 | 1.33 | 0.14 | 6.59 | 4.20 |
| | (4) 二層ろ過 | 0.08 | *0.02 | 0.01 | 6.58 | 4.12 |

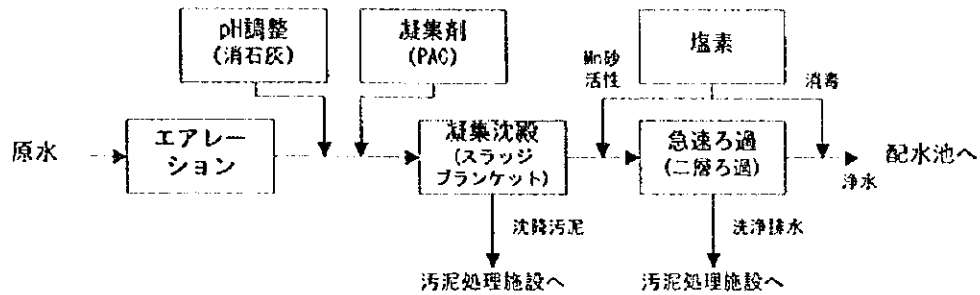
(*) 各含有量の数値(mg/l)は、通水装置が正常に運転された期間の平均値である。

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 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。塩素の注入・アンモニアサイト・マンガン砂の二層ろ過による処理では、塩素を平均 4.3mg/l 注入し、鉄は 7%、マンガンは塩素の注入に比例して約全量、アンモニアも全量が除去される。

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。以上、この処理工程では、所期の目的を達することが確認できた。

2) 浄水処理プロセス

通水試験結果より採用した浄水処理プロセスは以下に示す通りとなる。なお、凝集・沈殿池からの沈降汚泥および急速ろ過池の洗浄排水は汚泥処理施設で処理される。



A. エアレーション(曝気)

原水は、鉄分やマンガンの他に80～120mg/l程度の遊離炭酸と、40mg/l程度の珪酸を含んでいる。一般的に水中の鉄分は、曝気により水中の珪酸と反応して、懸濁状態になることから、ろ過施設の障害となる事が知られている。本計画では、原水を曝気して、遊離炭酸を除去し鉄分の酸化を行う。なお、酸化後の懸濁化した鉄分は、アルカリ剤によるpH調整で、容易に固液分離される。

B. pH調整

凝集沈殿の前処理として、原水のpH値(pH=5.5～6.0)をpH=7.0まで調整し、懸濁化した鉄分(珪酸鉄)の凝集効果を高める。pH調整剤としては、消石灰と苛性ソーダとを比較試験した結果、より良い効果を得た消石灰とする。

C. 凝集沈殿

凝集剤は、既存のカムスオン浄水場でも使用されていて価格も安価なPAC(ポリ塩化アルミニウム)を使用する。注入量は、3～5 mg/lとする。ブロック形成は迂流式・ブロック形成池で行う(滞留時間20分程度)。鉄のブロックは比重が小さいので、上向流方式の沈殿池(スラッジブランケット形沈殿池)を採用する。沈殿池底部から2m程度の厚さにブロックのブランケットが形成するとブランケットによるブロックの捕捉効果が大きく、ろ過継続時間(ろ過開始から洗浄を必要とするまでの時間)を48時間程度まで維持させることができる。

D. 急速ろ過

急速ろ過施設は、凝集・沈殿プロセスでキャリーオーバーした鉄の除去と、前段工程では除去できないマンガンを除去するものである。凝集・沈殿池において、90%以上の鉄分が除去され、ろ過池の汚濁負荷が少ないことから、ろ過池構造は、アンスラサイトとマンガン砂の二層構造とする。沈殿池から上澄水とともに流出した鉄フロックは、上層のアンスラサイトにより捕捉され、マンガンは下層のマンガン砂で接触酸化・除去される。また、ろ過工程の前に塩素を注入し、マンガン砂を活性化する。本ろ過工程により処理水の鉄・マンガンは、飲料水水質基準を準拠することになる。

3) 浄水施設設計

浄水処理施設は、エアレーション設備、凝集・沈殿池、ろ過池および薬品注入設備より構成される。また、汚泥処理設備として、汚泥貯留槽、濃縮槽および天日乾燥床を計画する。

A. エアレーション設備

原水中に含まれる鉄分(第1鉄)を酸化し、後段の沈殿池やろ過池で捕捉し易い状態に処理する。また、原水中の遊離炭酸及びアンモニアの除去を行う。エアレーション後、pH調整のためのpH調整槽を設ける。pH調整剤として使用する消石灰の注入は、凝集剤の注入数分前に行う。

| 項 目 | 仕 様 (寸法) |
|--------------|--|
| 処理水量 | 10,200 m ³ /d |
| 基 数 | 1 基 |
| エアレーション部 | L 17.4 m x W 12.8 m x H 4.0 m (全高:11.8 m) |
| 下部水槽 | 390 m ³ (滞留時間: 55 分) |
| 薬品混和槽(pH調整用) | 12 m ³ (滞留時間: 1.7 分) |
| 付帯設備 | アンモニア除去用接触層(エアレーション棟下部に砂利を充填し、砂利表面での生物処理を期待する) |

B. 凝集・沈殿池

凝集部と沈殿部は、構造上の観点から一体構造とし、凝集攪拌は無動力の迂流式とする。沈殿部では、凝集部でフロック化された鉄分を除去し、ろ過池にかかる汚濁負荷の軽減を行う。沈殿方式は上向流式スラッジブランケットタイプを採用する。フロックのブランケット厚さは1.8m以上確保出来る構造とする。

凝集部 仕様

| 項目 | 仕様 (寸法) |
|------|---------------------------------|
| 数量 | 1 池 |
| 構造寸法 | L 21.0 m x W 1.9 m x 水深 H 6.2 m |
| 容量 | 250 m ³ |
| 滞留時間 | 35 分 |

沈殿部 仕様

| 項目 | 仕様 (寸法) |
|--------|---|
| 数量 | 2 池 |
| 分離部表面積 | L 21.0 m x W 5.0 m x 2 池 = 210 m ² |
| 構造寸法 | L 21.0 m x W 5.0 m x 有効水深 H 3.05 m (1 池あたり) |
| 容量 | 640 m ³ |
| 上昇流速 | 30 mm/min |
| 滞留時間 | 90 分 |

C. ろ過池

ろ過材は、アンストラサイト(有効径:1.2mm、ろ層厚さ:30cm)とマンガン砂(有効径:0.6mm、ろ層厚さ:70cm)で構成される。ろ過速度は、我国の「水道施設設計指針・解説、厚生省監修」を参考にし、120m/dとする。

| 項目 | 仕様 (寸法) |
|------------|--|
| ろ過速度 | 120 m/d |
| 全必要ろ過面積 | 10,200 m ³ /d ÷ 120 m/d = 85 m ² |
| ろ過池数量 | 6 池 |
| 1池ろ過池必要面積 | 85 m ² ÷ 6 = 14.2 m ² |
| 1池ろ過池寸法、面積 | W 3.8 m x L 3.8 m = 14.44 m ² |
| 実ろ過速度 | 10,200 m ³ /d ÷ (14.44 x 6) = 117.7 m/d |
| ろ材充填厚 | 1,000 mm (アンストラサイト 300mm、マンガン砂 700mm) |
| ろ材粒径(有効径) | アンストラサイト 1.2mm、マンガン砂 0.6mm |
| 逆洗流速 | 0.6 m/min |
| 逆洗水量 | 14.44 m ² x 0.6 m/min = 8.7 m ³ /min |
| 表洗水量 | 14.44 m ² x 0.07 m/min = 1.01 m ³ /min |

D. 薬品注入設備

(i) アルカリ注入設備

凝集・沈殿の前処理、並びに、飲料水水質基準の pH 値 6.5～8.5 に適合させるために pH 調整剤として、消石灰を注入する。消石灰(70%の CaO を含む消石灰)注入率は、通水試験結果より、良好な注入範囲であった最大 59mg/l、平均 45mg/l を採用する。よって注入設備の容量は、

$$10,200 \text{ m}^3/\text{d} \times 59 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 600 \text{ kg/d}$$

となり、使用する消石灰溶液の溶解濃度を 0.1%とすると、必要な消石灰溶液量は 600 m³/d (600kg/d ÷ 0.1% ÷ 10³kg/m³[0.1%消石灰溶液の比重:1.0g/cm³とした])である。

| 項 目 | 仕 様 (寸法) |
|------------|---|
| 消石灰注入フィーダー | 600 kg/d, 数量:2基(常用1基) |
| 溶解槽 | W 2.0m x L 3.2m x H 2.0m(有効 1.6m) = 10.2 m ³ 数量:2槽 (攪拌機付) |
| 注入ポンプ | 0.4 m ³ /min x 20m 数量:2台(常用1台) |

(ii) 凝集剤(PAC)注入設備

通水試験結果より、凝集剤(PAC)の原水への注入率は、最大 10 mg/l(平均 5 mg/l)とする。また、汚泥濃縮槽では、濃縮効果を促進するため、50 mg/lの注入を行う。よって注入設備の容量は、

$$\text{原水用: } 10,200 \text{ m}^3/\text{d} \times 10\text{mg/l} \times 10^{-3} = 102 \text{ kg/d}$$

$$\text{汚泥用: } 1,500 \text{ m}^3/\text{d} \times 50\text{mg/l} \times 10^{-3} = 75 \text{ kg/d}$$

となる。PACは、10%濃度の溶液(市販品、比重:1.18)で注入する。必要な溶液量は、合計 1.5 m³/d(原水用 0.85 m³/d、汚泥 0.63 m³/d)である。

| 項 目 | 仕 様 (寸法) |
|-------|--|
| 溶解槽 | W 2.0 m x L 3.2 m x H 2.0 m (有効 1.2m) = 7.6 m ³ 数量:2槽 |
| 注入ポンプ | 原水用 0.6 l/min x 2kgf/cm ² , 2台(常用1台) 汚泥用 0.6 l/min x 2kgf/cm ² , 2台(常用1台) |

(iii) 塩素注入設備

塩素はマンガン除去用として、ろ過池の流入部に、また、消毒用として同流出部に注入する。各々の注入率は 2.6 mg/l と 2.0 mg/l で、注入量は次の通り。

$$\begin{aligned} \text{マンガン除去用} &: 10,200 \text{ m}^3/\text{d} \times 2.6 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 26.5 \text{ kg/d} \\ \text{消毒用} &: 10,200 \text{ m}^3/\text{d} \times 2.0 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 20.4 \text{ kg/d} \end{aligned}$$

| 項目 | 仕様 (寸法) |
|------------|--------------------------------|
| エゼクター式注入装置 | 2000 g-有効塩素/h 数量:2台(常用1台) |
| 圧力水ポンプ | 150 l/min x 50m 数量:2台(常用1台) |

E. 汚泥処理設備

凝集・沈殿池及びろ過池から排出される汚泥を処理する。

・発生汚泥量 (乾燥汚泥換算)

| | |
|-------------|--------------|
| 原水中の鉄分からの汚泥 | : 683.3 kg/d |
| 消石灰からの汚泥 | : 496.0 kg/d |
| PACからの汚泥 | : 15.6 kg/d |
| 合計 | : 1,195 kg/d |

| | |
|---------------|--|
| ・凝集・沈殿池での発生汚泥 | : 1,000 m ³ /d (as SS : 1,200 mg/l) |
| ・ろ過池からの洗浄排水 | : 500 m ³ /d |

$$\text{全排水量} : 1,000 + 500 = 1,500 \text{ m}^3/\text{d}$$

(i) 汚泥貯留槽

凝集・沈殿池での発生汚泥とろ過池洗浄排水を一時貯留槽に受け、定量で汚泥濃縮槽へ揚送する。貯留槽の容量は、3 時間分の凝集・沈殿池からの汚泥と、3 回分のろ過池からの洗浄排水を受け入れられるものとする。必要容量 (V) は、

$$V = 1,000 \text{ m}^3/\text{d} \times 3/24 + 80 \text{ m}^3 \times 3 = 360 \text{ m}^3$$

一日の発生汚泥量を 20 時間で汚泥濃縮槽へ定量移送するとして、定量移送量は、

$$1,500 \text{ m}^3 \div (20 \times 60) \text{ min} = 1.25 \text{ m}^3/\text{min}$$

汚泥移送ポンプは、排水量の 10% 程度の変動を見込んだ容量とする。

$$1.25 \text{ m}^3/\text{min} \times 110\% = 1.37 \text{ m}^3/\text{min} \cdots 1.4 \text{ m}^3/\text{min}$$

| 項 目 | 仕 様 (寸法) |
|---------|--|
| 有効容量 | 360 m ³ W 20.4 m x L 15 m x H 2.5 m (有効 1.2m) 数 量:1池 貯留時間:4.8 hr |
| 定量送水量 | 1,500m ³ ÷ (20 x 60) min = 1.25 m ³ /min |
| 汚泥移送ポンプ | 1.4 m ³ /min x 10 m 数量:2 台(常用1台) |

(ii) PAC 注入装置(凝集・沈殿池用と共用)

濃縮効果を促進のため濃縮槽流入部で 50 mg/l の注入を行う。(仕様は、前述“薬品注入設備”の項を参照。)

(iii) 汚泥濃縮槽

汚泥貯留槽から揚送される汚泥を濃縮し、濃縮汚泥を汚泥乾燥床に移送する。上澄水は凝集・沈殿池に返送する。経験値から上昇流速を 7mm/min とした場合、汚泥貯留槽から移送される処理流量 1.25m³/min より、必要分離面積は、

$$1.25\text{m}^3/\text{min} \times 7\text{m}/\text{min} = 178\text{m}^2 \rightarrow 200\text{m}^2$$

駆動部のメンテナンスを考慮して、濃縮槽を 2 池築造することとして、濃縮槽面積は、

$$W10\text{m} \times L10\text{m} \times 2 \text{池} = 200 \text{m}^2$$

また、有効水深は清澄域、沈降濃縮域の水深を考慮して、3.5m とする。

| 項 目 | 仕 様 (寸法) |
|----------|--|
| 処理流量 | 1.25 m ³ /min |
| 濃縮槽 | W 10 m x L 10 m x H 3.5 m = 350 m ³ (1 池当り) 数 量:2 池 上昇流速:7 mm/min 分離面積:1.25 m ³ /min ÷ 0.007 m/min = 180 → 200 m ² 貯留時間:4.7 hr/池 排泥頻度:1回 / 2 日 |
| 汚泥掻寄せ機 | 数量:2 台 |
| 汚泥引抜きポンプ | 50 m ³ /h x 10 m 数量:2 台(常用1台) |

(iv) 汚泥乾燥床

汚泥濃縮槽から引抜いた濃縮汚泥は、汚泥乾燥床で天日乾燥の後、場外に搬出・処分する。1日当りの汚泥発生量(W)は、汚泥濃縮槽からの引抜き汚泥の濃度を1% (10kg/m³)、比重を1.05g/cm³とすると、

$$W = [(1,195 \text{ kg} \cdot \text{dry ss}/\text{d} + 75 \text{ kg} \cdot \text{PAC}/\text{d}) \div 10 \text{ kg}/\text{m}^3] \times (1/1.05) = 120 \text{ m}^3/\text{d}$$

となる。乾燥床は7池に分割し、1池当りの容量を発生汚泥量の6日分とする。床面積負荷を30 kg·dry ss/m²とすれば、1池当りの必要床面積(S)は、

$$S = (1,195 \text{ kg}/\text{d} + 75 \text{ kg}/\text{d}) \times 6 \times (1/30) \text{ kg}/\text{m}^2 = 254 \text{ m}^2$$

乾燥日数は、現地での実験時の所要乾燥日数5~6日を参考とし、雨期・冬期を考慮して、その約4倍の21日とする。汚泥濃縮槽の濃縮汚泥は2日に1回の割合で引抜き、2日分の汚泥を5~6時間で汚泥乾燥床に投入する。6日分の汚泥が、1池の乾燥床に投入されると、次の乾燥床への投入を開始する。

乾燥床の運転サイクルは、汚泥投入6日、排水3日、天日乾燥21日、汚泥搬出3日の合計33日を1サイクルとして処理する。当該乾燥床には、43日目に再度汚泥の投入が開始される。汚泥の搬出は、含水率80%~85%で行う。

| 項目 | 仕様(寸法) |
|---------|--|
| 乾燥床池数 | 7池 |
| 乾燥床1池寸法 | W 8 m x L 32.6 m x H 2.3 m(有効1.0m) = 260 m ³ |
| 乾燥床全池面積 | 260 m ² x 7池 = 1,820 m ² |
| 搬出汚泥量 | (1,195 kg/d + 75 kg/d) / [(0.2~0.15) x 1.1 x 10 ⁻³] = 6 ~ 8 m ³ /d |

(4) 配水施設

本計画における配水施設は、配水池、配水ポンプ、配水管及びバルブ、消火栓その他の付属設備で構成される。配水施設は将来の拡張を配慮した計画とし、需要者の必要とする水量・水圧を適正に供給できることはもとより、維持管理が容易なものであることが必要である。

A. 配水池

配水池の容量(Vd)は、ハノイ市配水池基準では日最大水量の 20%以上としており、本計画においてもこれを使用する。また、上記の他に消火用水量として我国の基準から 400 m³を加算する。

$$Vd = (9,651 \text{ m}^3/\text{d} \times 0.20) + 400 \approx 2,400 \text{ m}^3$$

| 項 目 | 仕 様 (寸法) |
|-------|-------------------------------|
| 形式 | 半地下式(浄水場内に設置する) |
| 数量 | 1 池 |
| 配水池容量 | 2,400 m ³ |
| 貯留時間 | 6 hr |
| 寸法 | W 24.9 m x L 30.3 m x H 4.7 m |

B. 配水ポンプ設備

処理された浄水を配水池に一旦貯留した後、配水ポンプにより給水地区に配水する。消費者へは、本ポンプから配水された浄水が直接給水される。配水ポンプは、水需要の最大時間変動に対応した送水能力を有する(時間最大給水量 = 日最大給水量 × 時間最大係数:1.35)。

| 項 目 | 仕 様 (寸法) |
|-------|--|
| 送水能力 | 13,000 m ³ /d |
| ポンプ仕様 | 3.55 m ³ /min x 55 m 3 台(常用 2 台) 1.95 m ³ /min x 55 m 1 台(常用 1 台) |
| 全揚程 | 55 m 実揚程:2.5 m 管路損失:45.0 m(C=110, 130) ポンプ場内及び流入・流出損失:1.5 m 管末残存水頭:6.0 m |

C. 配水管

配水管の口径は、2000年での水需要(時間最大水量)を考慮し決定する。また、本計画では、既存給水区域の一部について水量・水圧の改善を図るため、必要な箇所において新設配水管と既存配水管との接続を行うこととする。ただし、布設後20年以上を経過した老朽管との接続は、漏水の増大や不測の事故につながる可能性が大きいことからバルブ止めとし、将来、「ツィ」国側によるリハビリ完了後に接続できるよう配慮する。

(i) 布設路線の選定

配水管計画路線は、給水対象区域内を踏査し、道路状況と家屋状況を確認の上、マスタープランにおける2010年時点の需要を勘案して選定した。

本計画での配水管は、既存路面下に布設する。

(ii) 管種および口径

管種は、ダクタイル鋳鉄管(DCIP)を使用し、口径はヘーベンウィリアムズ式による管網計算により決定した(添付資料-12参照)。なお、本計画では、配水本管の口径を250~400mm、配水支管の口径を100~200mmとした。

(iii) 配水管水圧

ハイズオン市の建物の現況からみて、平屋への給水を対象とし、給水管末端水圧を0.6kgf/cm²とする。配水支管(口径100~200mm)から給水管(口径50mm以下)への分岐点における残存水圧は1.5kgf/cm²(15m)とした。

(iv) 土被り

配水管の土被りは、1.0mを標準とする。

配水管の仕様

| 項目 | 仕様(寸法) |
|--------|---|
| 管種 | ダクタイル鋳鉄管(内面モルタル塗装) |
| 許容圧力 | 10 kgf/cm ² |
| 口径及び延長 | φ250 ~ 400 mm x 約 8 km φ100 ~ 200 mm x 約 19 km |

D. 消火栓

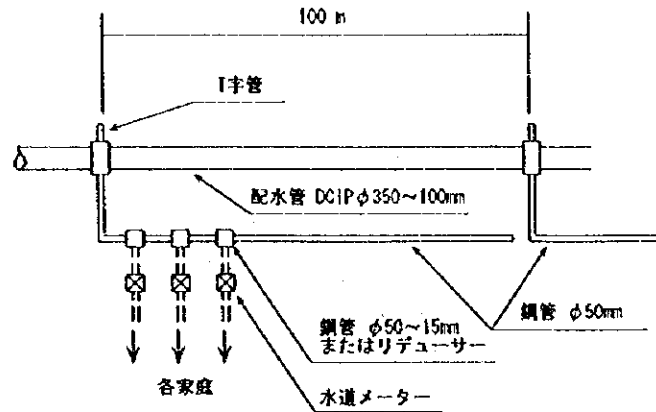
消火栓は原則として口径150mm以上の配水管に設置し、設置間隔は路面状況を加味して150~300mとし、口径は65mm相当とする。消火栓形式は地上式を原則とするが、路面状況により地下式も採用する。なお、消火栓は配水管の排泥用としても使用する。

E. 付帯設備

配水管の分岐点に制水弁を設置する。異形管防護工は、コンクリートブロックによる。

(5) 給水施設 (右図参照)

給水人口は、約 46,000 人、配水管総延長は、約 30kmである。給水区は、都市化が進んだが給水施設の整備が立ち遅れた未給水地区と、既設浄水場からの給水地域の内、水量・水圧不足の地区(いずれも一部を除く)を対象としている。



各戸給水施設の概略図

・水道メーター

口径 15mm: 10,000 個

口径 20mm: 100 個

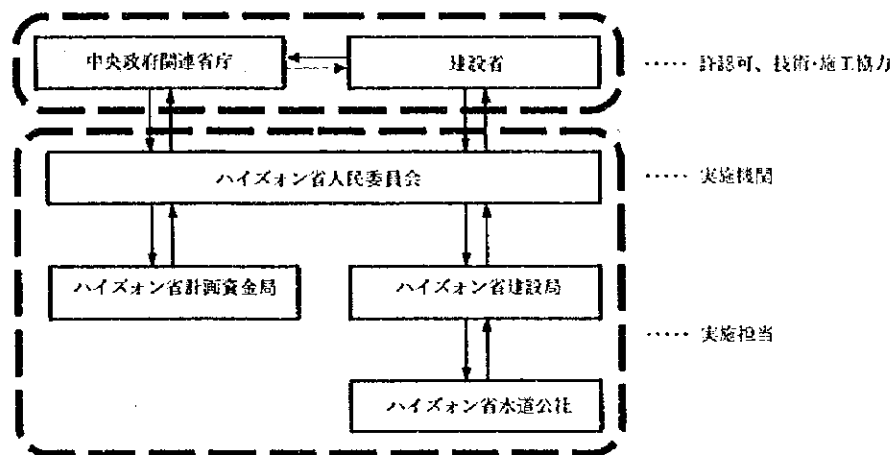
・鋼管

φ 50 mm (1ツイ国負担)

3.4 プロジェクトの実施体制

3.4.1 組織

本計画は、ハイズオン省人民委員会が「ヴィ」国側の実施機関となり、同省建設局及び建設局の下部組織であるハイズオン省水道公社がプロジェクトの実施担当となる。同水道公社は、ハイズオン省全域の水道事業を管轄するが、現状はハイズオン市のみを管轄している。尚、最終的な事業の承認は、建設省によって行われる。



本計画の実施に際しては、ハイズオン省関係機関からの代表により構成されるプロジェクト マネージメント ボードがハイズオン省建設局の直轄に設置され、プロジェクト運営が進められる。

本施設は、工事完了後、同水道公社に移管され運営・維持管理される。同公社は、現在ハイズオン市内に表流水及び地下水を水源とする設計容量 合計約 21,000 m³/d の浄水場を稼動し、水道事業を運営している。その組織は、現在、180 数人のスタッフで構成されているが、本計画の実施に伴い、新たに本系統(カムジャン系統)施設の運転・維持管理部門が設置されることとなる。給配水管の維持管理については、既存ネットワークの維持管理体制に組み込まれる予定である。

従って、本計画実施後の要員計画は、カムジャン系統施設の運転・維持管理部門の新規追加と管理部門等他部門の追加補充が必要となる。

3.4.2 予 算

ハイズオン省における上水道事業への予算(年間当り)は、下表の通りである。本表によれば、同事業への予算は、その事業の緊急度を反映し大きな伸びとなっている。

下記予算には、本事業の推進に伴う「ヴィ」国側の負担工事分の予算が見込まれている。これは、既に国家予算からの補助金が承認されている事によるもので、同国の本事業実施に対する優先度を示すものである。

[年間予算]

(単位:百万ヴィエトナム・ドン)

| 項目 | 1996年 | 1997年 | 1998年 | 1999年 | 2000年 |
|------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 省年間予算 | 50,000 | 55,000 | 59,000 | 60,000 | 80,000 |
| 水道事業関連予算 | 1,700 | 3,400 | 2,400 | 9,000 | 13,000 |
| (水道関連予算比率) | (3.4%) | (6.2%) | (4.1%) | (15.0%) | (16.3%) |

出典:ハイズオン水道公社 (1998年)

一般にヴィエトナム国においては、無償援助案件の場合、中央政府の承認により総事業費の12~15%程度を「ヴィ」国側負担とする事が出来る。

本件の実施は、既に中央政府により1997年10月に承認されており、ハイズオン省人民委員会が国庫補助を得て「ヴィ」国側分担工事費を予算化する。

3.4.3 要員・技術レベル

(1) 技術レベル

本計画水道施設は、既存組織であるハイズオン水道公社の管轄下で運営される。水道公社の運営方針は局長と2人の副局長によって決定されている。公社は1991年以来、無収水量を60%から39%(1995年)まで削減したことでわかるように、公営企業として健全経営を維持するための経営努力を続けており、公社トップの水道施設経営能力は十分である。

水道施設を効率よく運転するために技術担当の副局長の下に技術・設計課があり、8人の技術者がいる。既存の2水道施設は表流水と地下水を原水とする施設であり、表流水の年間濁度の大きな変化に対応しながら濁度除去と地下水の除鉄処理に必要とされる

水質と水処理の知識は 8 人の技術者の中の 2 人の上級技術者(工学系大学卒)が長年既存処理施設を通じ会得している。

2施設(浄水場)の運転管理は約 60 人の運転職員が3交代で勤務しており、技術・設計課から運転職員に対し水質、水量の管理についての設備の運転条件や運転方針の指導をしている。施設はかなり老朽化しているが、減価償却を過ぎた多くのポンプ類、電気関連機器は現在も稼働しており、運転職員の既存機器類に対する運転、修理技能はある。ただし、予備品不足の中で修理をしているために、過去の経験にたより、機器機能を正しく回復させる技能に欠ける職員もいる。

配水施設は配管の建設と修理、メーターの取り付け、メーターの読み取りの3部門に分かれており、担当職員は約 60 人いる。漏水、メーター故障等の事故に対し技能的には対応できるが、事故件数が多く、また、修理資機材や修理工具の不足で事故に十分対応できず、住民の不満は多い。

(2) 浄水場運転技術者の訓練

本計画実施に伴う「ヴィ」国側の技術的向上及び習得が望ましい項目は、以下の通りである。これら項目については、本計画実施を通じて技術指導を行う方針とする。

- ・ 浄水施設に関する電気、機械に関する基礎知識。
- ・ 水質に対応した処理原理に関する基礎知識。特に、水質項目の一般的意味と性質及びその処理方法の基礎知識。
- ・ 凝集沈殿、急速ろ過及び消毒、汚泥処理に関する基礎知識と施設の運転方法。特に、沈殿池スラッジブランケットの管理。
- ・ 給配水施設の維持管理、特に漏水対策。
- ・ 緊急事態への対処(停電及び復電時)。
- ・ 全体システムの運転・維持管理に係わる現場に則したマニュアルを作成し、これに基づき、運転技術の指導を行う。