

国際協力事業団

No 1

ラオス人民民主共和国
通信・運輸・郵政・建設省
ラオス水道公社

ラオス人民民主共和国
ヴィエンチャン市上水道補修拡充計画

基本設計調査報告書

平成 4 年 9 月

IRY

株式会社 日 水 コ ン

無調一
CR(3)
92-127

国際協力事業団

24222

JICA LIBRARY



1100644(2)

24222

序 文

日本国政府は、ラオス人民民主共和国政府の要請に基づき、同国のヴィエンチャン市上水道補修拡充計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成4年3月21日から5月15日まで厚生省大臣官房国際課国際協力室国際協力専門官橋詰博樹氏を団長とし、株式会社日水コンの団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ラオス政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成4年8月11日から8月20日まで実施された報告書案の現地説明を経て、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。

終りに、調査にご協力とご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4年9月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介 殿

今般、ラオス人民民主共和国におけるヴィエンチャン市上水道補修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より、弊社が、平成4年3月12日より平成4年9月30日までの7カ月に亙り実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ラオス人民民主共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省、厚生省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、ラオス人民民主共和国においては、通信運輸郵政建設省、ラオス水道公社関係者、在ラオス日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

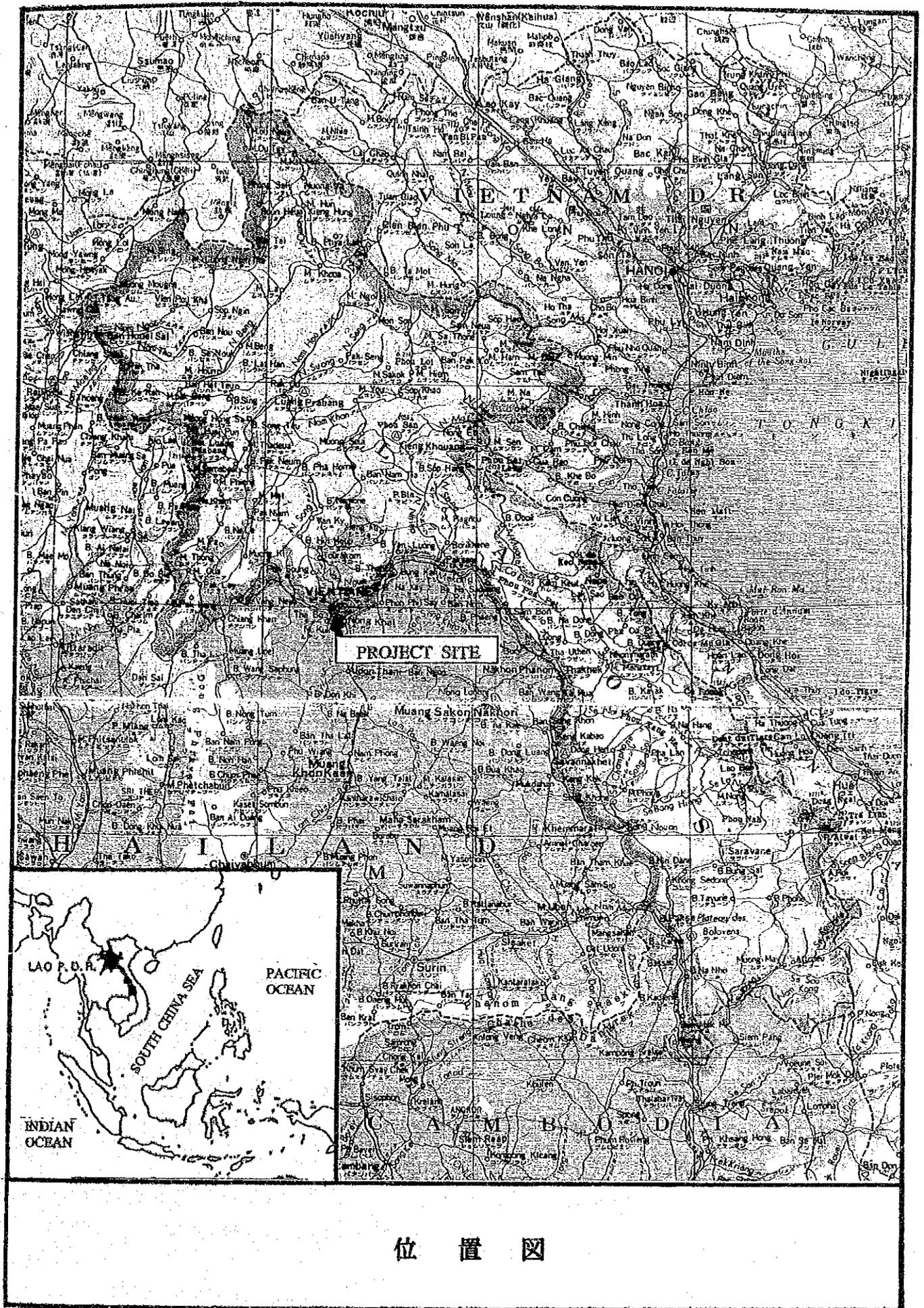
平成4年9月

(株) 日水コン

ヴィエンチャン市上水道補修拡充計画

基本設計調査団

業務主任 新倉 孝之



位置图

要 約

ラオス人民民主共和国は、周囲をヴェトナム、タイ、カンボジア、中国、ミャンマーに囲まれた東南アジアの内陸国で、国土236,800km²を有する農業国であり、森林、豊富な鉱物資源に恵まれ、電力開発の可能性をも有している。国内総生産（GDP）から見ても主要産業は農林水産業が約60%を占め、そのうち農業が42%である。また農業従事者数は全就業者人口の79%を占める。農業部門のGDP増加は、ラオス国全般の経済活動の活性化に多大な影響を与えている。人口は、1985年3月1日の国勢調査によると、3,584,803人である。1991年の人口は約420万人と推定され、世銀の予測では1995年で465万人、2000年で525万人である。現在人口420万人のうち都市人口は約18%に相当する76万人で、農村地域などの地方部は約82%の344万人である。

ラオス国内17州都のうちヴィエンチャン市を含む7都市において、都市人口の33%にあたる25万人に対して上水道による給水が行われているが、給水は質・量とも不十分であり、特に南部においてその傾向が著しい。農村地域では、その水源を、浅井戸、雨水、湧水、小河川等に頼っているのが現状である。こうした給水の恩恵を受けられるのは全体の約10~15%、1人当たり25-27ℓ/人・日と推定されている。これら以外の人々は、昔ながらの非衛生的な方法を余儀なくされている。

ラオス国の首都ヴィエンチャン市は政治、経済、教育、文化の中心であり、国内・国外交通の要衝でもある。同市の人口は現在（1991年）約46万人と推定されている。メコン河沿いに発展しているヴィエンチャン市街地区には大統領府をはじめ各省庁が集中し、多数の店舗・食堂・市場・ホテルと数多くの歴史的古寺を擁するラオス国随一の主要都市となっている。市街地区の外側は現在でも広大な田園地域となっており、ここからヴィエンチャン市街地区へ農産物、とくに米、とうもろこし、野菜類等が供給されている。

ヴィエンチャン市の水道はメコン河の表流水を原水とするカオリオ浄水場（設計容量20,000m³/日）とチナイモ浄水場（40,000m³/日）からの浄水で賄われている。カオリオ浄水場は、1964年に日本政府の無償資金協力によって建設され、1983年に施設の老朽化のため再度日本政府の無償資金協力によって改修が行われている。一方チナイモ浄水場はアジア開発銀行（ADB）の融資により1980年に建設され現在に至っているが、建設後約12年を経ており設備の一部に老朽化が見られる。同市の現在の給水人口約19万人に対する両浄水場からの給水量は58,000m³/日と推定され、既に現時点で推定需要水量59,400m³/日を下回っている。さらに同市の現在の水道普及率（42%）から判断してその給水レベルはいまだ低く、将来の人口増に伴う需要水量の伸びを考慮すると浄水場施設の拡張は緊急課題である。同様に送配水管施設についても、需要水量増加に見合う適正

規模の管網整備がこれまで実施されておらず、現在、給水区域内の各所で水量・圧力不足が顕在化しており、このため送配水管施設の改修、拡充の必要性が生じている。ヴィエンチャン市水道の経営は通信運輸郵政建設省（MCTPC）の管轄下にあるラオス水道公社（NPL）により独立採算性をもって運営されている。NPLの1991年の収支はほぼバランスしているが、既存の水道施設をかるうじて維持しているのが現状であり、水道施設の補修および拡張等は財政等の理由により実施が困難な状況である。

ラオス政府は、第3次5年計画（1991～1995）の主目的として住宅改善を含む生活レベルの向上を掲げ、この中で上水道整備に関しては、全ての県の中心都市で水道施設を整備すること、また全国レベルでは全ての住民に安全な飲料水を妥当な料金を供給することを目標としている。

ヴィエンチャン市については1989年5月、国連開発計画（UNDP）の援助の下でインフラストラクチャー整備を目的とする都市開発マスタープランが作成され、これを基に、1989年12月にヴィエンチャン市水道計画書が作成された。この計画書では、既存水道施設の改善および拡張の必要性を述べており、特に浄水場については、まず1990年までにチナイモ浄水場の拡張（40,000m³/日）を既存施設の補修を含め行うことを提言している。さらに1990年にはUNDPおよび世界銀行（WB）の援助の下で、ラオス国の水道・衛生セクターに係わる現状調査と2000年までの開発計画に係わる調査が行われ、チナイモ浄水場の拡張（40,000m³/日）と改善、および市内配水管網の改善と拡張を1993～1995年で完成することを提言している。上記調査に引続き、1992年にはADBの技術協力プログラムの下でヴィエンチャン市水道拡充フィージビリティ調査が実施され、チナイモ浄水場の補修および拡張（設計容量40,000m³/日）、配水管網の補修および拡充、高架水槽および配水池の建設、送水施設の補修および拡張等の実施の可能性を検討した。なお、これら施設の完成目標年は1996年である。

上述のとおり、浄水施設の補修、拡充および配水施設の改修、拡張の実施の必要性和緊急性が高まってはいるもののラオス国政府の財政等の理由で実施が困難となっている。このため同国政府はチナイモ浄水場の補修、拡充並びに配水管の拡張に関して、1989年1月、日本国政府に無償資金協力を要請した。この要請を受けて日本国政府は事前調査を実施することを決定し、国際協力事業団は1991年10月26日から11月18日まで事前調査団を派遣した。ラオス国政府は同調査団との協議において、チナイモ浄水場施設能力の拡充（40,000m³/日）及び補修、配水管網の拡張（未給水地区および新規開発地区、管路延長75km）、高架水槽（1,500m³）2基と受水槽5基の設置、既設配水管網の改修を要請した。事前調査の結果を踏まえ日本国政府は基本設計調査を実施することを決定し、国際協力事業団は1992年3月21日から5月15日まで基本設計調査団を派遣した。同調査団は関係機関と協議を重ね、最終的に基本設計調査の対象範囲として、チナイモ浄水場拡張（40,000m³/日、浄水池建設を含む）及び補修、並びにメコン河に架かるラオス・タイ友好橋の

建設によって急速な発展が予測されているタドリア地区への送・配水管の拡張（高架水槽建設を含む）とすることで合意した。

本事業の実施機関は、通信運輸郵政建設省（MCTPC）の管轄下のラオス水道公社（NPL）である。NPLはラオス全国の水道業務を行う唯一の行政組織であり、10都市に支社を設置している。ヴィエンチャン支社はその中で最も大きく、技術、配水・維持監理部など5部と7運転部門で構成されている。特に5部門は同支社のほか他支社に対する指導・監督を行っている。本事業の実施に当たってはプロジェクトの適切な運営管理が必要となることから、NPLはプロジェクト管理事務所およびプロジェクト実施事務所を設置する。職員数は両事務所で約25名を予定している。また完成後のチナイモ浄水場の運転維持監理体制は補強され、浄水場以下職員数は現在の34名から48名になる。

本事業は大別して、1) チナイモ浄水場補修・拡張と 2) タドリア地区までの送・配水管施設拡張に分けられ、その内訳は次の表の通りである。

項 目	要 請 内 容	計 画 内 容
1) 工事施工		
(1) - チナイモ浄水場拡張工事 1式 (計測、機械、薬注、電気設備を含む)	設計容量 40,000m ³ /日 (30-60分容量の浄水池を含む)	設計容量 40,000m ³ /日 (60分容量の浄水池)
- 取水ポンプ工事	既設4台を大容量ポンプ に取替え	既設4台の内3台のオーバー ホールと水中モーターポン プ2台新設
- 取水口附近護岸工事	-	1 式 (約60m)
(2) チナイモ浄水場既存設備補修工事 (計測設備、薬液注入装置、 硫酸バンド溶解槽等)	1 式	1 式
(3) タドリア地区への送・配水管施設		
a) 送・配水管布設工事	1 式	送水管, ダクタイル鋳鉄管 口径300mm, 6.2km 配水管, ダクタイル鋳鉄管 口径350mm, 4.0km 配水管, ダクタイル鋳鉄管 口径300mm, 4.6km
b) 高架水槽	1 基	1 基 (容量1,500m ³)
2) 資機材調達 (浄水場拡張補修に伴う機器・設備を除く)		
堆積土砂除去設備	1 式	1 式 (取水口付近に掘削機 1台設置)
3) 実施設計・工事監理	1 式	1 式

本計画を日本政府の無償資金協力で実施する場合、実施工程は工期等から三期に分けて実施する。各期毎の事業内容は以下の通りである。

期	内 容	容
第1期分	・取水口堆積土砂除去設備工事	1 式 (掘削機設置用プラットフォーム)
	・取水口附近護岸工事	1 式 (約60m)
	・実施設計・施工監理	1 式
第2期分	・チナイモ浄水場拡張工事	1 式 (設計容量40,000m ³ /日)
	- 浄水場施設工事	着水井、フロック形成池、沈でん池、急速ろ過池、送水ポンプ井、計測設備、薬品注入装置、硫酸バンド溶解槽等
	- 浄水池工事	容量、3,300m ³
	- 取水ポンプ工事	水中モーターポンプ、2台新設
	- 送・配水施設	1 式
	- 受電設備	1 式
	・実施設計・施工監理	1 式
第3期分	・チナイモ浄水場浄水施設補修工事	既設取水ポンプ4台の内3台のオーバーホール 既設送水ポンプ3台および電気機器のオーバーホール フロック形成池、沈でん池、急速ろ過池、計測設備改修および、硫酸バンド溶解槽取こわし、仕上げ工事
	・タドリヤ地区送・配水管布設工事	送水管 口径300mm x 6.2km 配水管 口径350mm x 4.0km 配水管 口径300mm x 4.6km 高架水槽、容量 1,500m ²
	・実施設計・施工監理	1 式

第1期分は、取水口堆積土砂除去設備工事および取水口付近護岸工事を行うものであり、工事期間は8か月を要する。第2期分は、チナイモ浄水場拡張（設計容量40,000m³/日）のための取水ポンプ工事、浄水場施設工事および浄水池工事（容量3,300m³）等であり、工事期間は12か月である。第3期分は、上記第2期で竣工した拡張施設を運転開始し、市内への送水が行われた後、同浄水場既存施設の補修を行う。これは補修に当たって処理施設を空にし、内部の改修・改善を行う必要があるためである。第3期には、タドリア地区送配水管布設工事をも行う。同期で平行して実施している浄水場補修工事が完了することによって浄水処理水量の増量が可能となり、これによってタドリア地区への送配水分が十分にまかなえることとなる。第3期の工事期間は12か月と見込まれる。

概算事業費の日本側実施分とラオス側実施分については以下のとおりである。

日本側実施分	第1期分	2.90 億円
	第2期分	13.43 億円
	第3期分	11.57 億円
合 計		27.90 億円
ラオス側実施分		15.0 百万円 (7,900.0 万 Kip)

換算レート : US\$ 1.00 = ¥ 130.70 = Kip 709

本事業で実施するチナイモ浄水場拡充によって増加する処理水は、本計画対象地域であるクドゥア地区と同地区に至る国道2号線沿いの新規拡張区域へ配水されると同時に既存の送配水施設を通じて市内へ配水される。本計画の完成により給水区域内の給水状況が現在の1人1日当たり平均給水量 200 ℓが1995年には 214 ℓ、また1997年には 225 ℓと改善され、ひいては住民の健康と福祉の増進と商業活動の活性化をも促進することとなる。このように現在の給水区域内の住民に十分に給水できるようになるばかりでなく、これまで衛生的な給水を受けることが出来なかった住民へ新規給水されることになる。

上述したような給水区域内の給水状況の著しい改善とともに、ひいてはNPLの収入増をもたらすこととなる。本事業はこのように多大な効果が期待され、本事業を無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。

本事業を効率よく運営し、更に有効な効果を発揮するために上記実施機関に以下の提言を行う。

- 1) 漏水低減対策の継続的実施
- 2) 職員の研修及び能力開発計画の立案と実施
- 3) 維持管理のための予算措置を確立
- 4) 水道料金体系の改定
- 5) 水道料金の回収

目次

序文
伝達状
位置図
要約
略語表

第1章 緒論.....	1
第2章 計画の背景	
2.1 ラオス国の概況.....	3
2.1.1 国土と人口.....	3
2.1.2 国家経済と財政.....	3
2.2 当該セクターの概況.....	8
2.3 関連開発計画.....	12
2.3.1 国家開発計画の概要.....	12
2.3.2 ヴィエンチャン市都市開発マスタープラン.....	14
2.3.3 ヴィエンチャン市水道拡充フィージビリティスタディ.....	15
2.4 国際協力の現状.....	16
2.4.1 外国開発援助.....	16
2.4.2 水道分野への国際協力の動向.....	16
2.5 要請の経緯と内容.....	18
第3章 計画地の概要.....	19
3.1 社会経済状況.....	19
3.1.1 計画地の位置.....	19
3.1.2 人口およびその動態.....	19
3.1.3 主要産業.....	21
3.2 自然条件.....	21
3.3 社会環境.....	21
3.4 ヴィエンチャン水道の現状.....	23
3.4.1 給水区域と給水普及率.....	23
3.4.2 水使用状況と需給のバランス.....	23
3.4.3 既存施設の概要.....	23
第4章 計画の内容.....	35
4.1 計画の目的.....	35
4.2 要請内容の検討.....	36

4.2.1	計画の妥当性・必要性の検討.....	36
4.2.2	実施運営計画の検討.....	39
4.2.3	類似計画および他の援助国等の援助計画との関係、 重複等の検討.....	40
4.2.4	計画の構成要素.....	40
4.2.5	技術協力の必要性.....	41
4.2.6	協力実施の基本方針.....	41
4.3	計画の概要.....	42
4.3.1	実施機関および運営体制.....	42
4.3.2	計画地の位置および状況.....	44
4.3.3	施設・機材の概要.....	46
4.3.4	維持管理計画.....	51
4.3.5	技術協力.....	51
第5章	基本設計.....	53
5.1	設計方針.....	53
5.2	設計条件の検討.....	55
5.2.1	基本諸元.....	55
5.2.2	チナイモ浄水場拡充・補修.....	55
5.2.3	タドゥア地区送配水施設.....	57
5.3	基本計画.....	62
5.3.1	チナイモ浄水場の拡充・補修.....	62
5.3.2	タドゥア地区への送配水設備.....	88
5.4	施工計画と概算事業費.....	98
5.4.1	施工方針.....	98
5.4.2	建設事情、施工上の留意事項.....	98
5.4.3	実施設計および施工監理計画.....	99
5.4.4	資機材調達計画.....	101
5.4.5	施工工程.....	102
5.4.6	概算事業費.....	102
第6章	事業の効果と結論.....	106
6.1	プロジェクトの便益.....	106
6.2	結論と提言.....	107
6.2.1	計画の妥当性.....	107
6.2.2	提言.....	108

付属資料

付-1.1	調査団の構成.....	113
付-1.2	現地調査行程.....	114
付-1.3	主要面会者リスト.....	118
付-1.4	協議議事録.....	120
付-1.5	収集資料リスト.....	161
付-2	ラオス国側負担経費.....	163

略語表

Lao PDR	: ラオス人民民主共和国 (Lao People's Democratic Republic)
MCTPC	: 通信運輸郵政建設省 (Ministry of Communications, Transports, Posts and Construction)
NPL	: ラオス水道公社 (Nam Papa Lao)
JICA	: 国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency)
ADB	: アジア開発銀行 (Asian Development Bank)
WB	: 世界銀行 (World Bank)
IDA	: 国際開発協会 (第二世銀) (International Development Association)
JWWA	: 日本水道協会 (Japan Water Works Association)
IMF	: 国際通貨基金 (International Monetary Fund)
UN	: 国際連合 (国連) (the United Nations)
UNDP	: 国連開発計画 (United Nations Development Program)
EC	: 欧州共同体 (European Community)
CMEA	: 相互経済互助会議 (Council for Mutual Economic Assistance)
JIS	: 日本工業規格 (Japan Industrial Standard)
BS	: 英国規格 (British Standard)
E/N	: 交換公文 (Exchange of Notes)
CIF	: 運賃・保険料込価格 (Cost, Insurance, and Freight)
FOB	: 甲板渡価格 (Free on Board)
DIP	: ダクタイル鑄鉄管 (Ductile Iron Pipe)
CIP	: 鑄鉄管 (Cast Iron Pipe)
ACP	: 石綿セメント管 (Asbestos Cement Pipe)
PVC	: 硬質塩化ビニール管 (Polyvinyl Chloride pipe)
SP	: 鋼管 (Steel Pipe)
FRP	: 強化プラスチック複合管 (Fiberglass Reinforced Plastic Pipe)
pH	: 水素イオン濃度 (Hydrogen Ion Concentration)
Lpcd	: リットル/人/日 (Liters per capita per day)
φ	: 直径 (Phi)
%	: パーセント (Percents)
°C	: 摂氏温度 (Degrees Centigrade)
l	: リットル (Liters)
¥	: 日本国円貨 (Japanese Yen)
Kip	: ラオス国通貨 (Kip)

第1章 緒論

ラオス人民民主共和国の首都、ヴィエンチャン市は政治、教育、文化の中心であり、国内・国外交通の要衝である。同市の人口は現在（1991年の市統計より）459,454人と推定されている。

ヴィエンチャン市の上水道はカオリオ浄水場（設計容量、20,000m³/日）とチナイモ浄水場（40,000m³/日）の2浄水場から成る。カオリオ浄水場は日本政府の無償資金協力によって、1964年に建設され、以来運転されてきたが、1983年には施設の老朽化による給水量の減少に対応するため再度、日本政府の無償資金協力により浄水場施設の改善が行われた。チナイモ浄水場はADBの融資により1980年に建設され、同市への給水を行い現在に至っている。

チナイモ浄水場は、建設後約12年を経えており、設備の一部の老朽化が見られる。このため同浄水場既存設備（計測、薬品注入装置、硫酸バンド溶解槽等）の補修が必要とされている。

同市の現在の給水人口は19万人で水道普及率は42%である。一日最大需要水量は59,400m³/日で、上記両浄水場の公称施設能力の合計60,000m³/日とほぼ均衡している。しかしながら未給水人口が市人口の大半を占めており、今後の需要水量の増加を勘案すると、水道施設の補修拡充はヴィエンチャン市水道の緊急の課題である。また配水管一部の老朽化、配水管網の未整備、現給水区域周辺地域への管路の整備等のための送配水管施設の改修、拡充も合わせて実施していく必要がある。

ヴィエンチャン市水道の経営は水道公社（NPL）により独立採算性をとって運営されており、NPLは通信運輸郵政建設省（MCTPC）に属している。1991年の収支はほぼバランスしてはいるものの、内容的には既設の水道施設をかりうじて維持しているのが現状であり、配水管網の改修、拡張等の整備、浄水施設の補修、拡張等は財政等の理由により実施困難な状況である。そのためラオス国政府は、チナイモ浄水場の補修・拡充ならびに配水管の拡張に関して、1989年1月、日本政府に無償資金協力を要請してきた。

この要請に応じて、わが国は1991年10月26日から11月18日まで、厚生省大臣官房国際課国際協力室国際協力専門官橋詰博樹氏を団長とする事前調査団を派遣し、当該「ヴィエンチャン上水道補修拡充計画」要請の背景、目的、内容を明確にすると共に、ヴィエンチャン市の将来の水需要、浄水場施設の現状等につき調査を行った。ラオス国政府関係者は事前調査団との協議においてチナイモ浄水場の拡充（設計容量40,000m³/日）、配水管網の拡張（未給水地区および新規開発地区、延長75km）、高架水槽（1500m³）2基および受水槽5基の建設、チナイモ浄水場既存設備の補修、および既設配水管網の改善改修についての実施要請を行った。事前調査の結果を踏まえ、日本国政府は基本設計調査を実施することを決定し、国際協力事業団（JICA）が橋詰博樹氏を団

長とする基本設計調査団を、1992年3月21日から5月15日までラオス国へ派遣した。調査団とのラオス国政府関係者と協議の結果、以下の項目が基本設計調査の対象範囲として合意され、1992年4月4日付協議議事録にまとめられた。

- 1) チナイモ浄水場の拡充（計画浄水量80,000m³/日への拡充事業ならびに計画浄水量の30分ないし60分に相当する浄水池の建設工事）
- 2) チナイモ浄水場既存設備の補修
- 3) 新規開発が予定されるタドゥア地区への送配水管の拡張と高架水槽1基の建設

を対象とする。基本設計調査団は上記議事録に基づいて1992年5月15日まで現地調査を行った。

本報告書は、帰国後の国内作業において、本計画の妥当性を検討し、基本設計を行い、また資機材の選定、維持管理計画の策定、施工計画の策定、概算事業費の算出等を行い、本計画を実施するための最適な実施計画をとりまとめたものである。なお調査団の構成、現地調査の行程、訪問先および面会者、協議議事録、収集リスト等を巻末の付属資料に添付した。

第2章 計画の背景

2.1 ラオス国の概況

2.1.1 国土と人口

ラオス国は国土面積236,800km²を有する東南アジアの内陸国であり、その国境は東西南北をそれぞれเวียดนาม、タイ、カンボジア、中国に、またその北西部はミャンマーに接している。ラオス国はそのほとんどが起伏のある高地であり、西側の国境にそって長大なメコン河が流れる。メコン河およびその支流に沿って狭い平地が開けている。北部は深く入れ込んだ標高1,500m以上の広範囲な高地となっている。国土のおよそ半分を占める南部はアンナン山地からなっておりその高度は北部より幾分低く、起伏に富み、また深い森林地帯となっている。アンナン山地の高地での気温は低い、居住地域となっている低地では、年間を通して熱帯性気候の様相を呈しており、また南西からの季節風によって平均年間降雨量は約1,250mmである。その多くは5月から9月の雨期にみられる。

ラオス国の人口は1985年3月1日の国勢調査によると、3,584,803人である。ヴィエンチャン統計局による1989年の推定人口は、3,972,000人であり、この内約60%がラオ族、5%はเวียดนาม人または中国人で、その他約35%は色々な種族から構成されている。世銀の予測（世銀データファイル）では1990年の人口は4,073,000人、1995年で4,650,000人、2000年で5,256,000人である。人口増加率は1990～1995年で2.65%、1995～2000年で平均2.45%と予測されている。

ヴィエンチャンはラオス国の首都であり、国内で随一の大都市である。その人口は1985年で388,820人（国勢調査結果）で、1990年では450,790人（推定値）である。

2.1.2 国家経済と財政

a) 国内総生産（GDP）

ラオス国のGDPは、表2.1に示すように、1986年12.1%（前年度比）から1987年-5.9%へ低下し、1988年には2.4%と低迷した。これは1987年～1988年初頭に発生した干ばつにより農業生産および発電量が急激に低下したためである。平年の降雨パターンにもどった1989～1990年には、米の生産および発電量が増加し、それぞれ8.9%、8.4%の増を示した。農業部門のGDP増加は、ラオ

表 2.1 部門別国内総生産 (GDP)

(単位：百万 Kip)

部 門	1985	1986	1987	1988	1989	1990
農・林・水産業	189,321	219,093	202,971	205,956	209,561	223,289
米	100,789	104,763	87,820	72,481	101,439	107,761
その他の農作物	36,504	27,933	37,787	50,035	49,426	52,506
畜産・漁業	24,598	26,124	24,485	25,473	27,773	29,006
林業	27,430	60,273	52,879	57,967	30,923	34,016
工業	42,474	49,490	40,959	40,109	53,001	61,418
鉱業・採石	1,027	1,247	969	760	1,048	1,066
製造業	23,857	27,297	26,008	24,331	32,937	38,113
建設	9,296	13,012	8,698	10,083	12,499	14,066
電気・ガス・水道	8,294	7,934	5,284	4,935	6,517	8,173
サービス	63,667	62,263	67,864	72,018	83,117	89,722
輸送・倉庫・通信	8,581	11,343	13,020	13,947	14,683	17,422
卸・小売業	25,840	28,338	30,054	26,749	34,344	35,352
銀行・保険・不動産	181	346	1,314	773	798	886
家屋賃貸	3,726	3,838	3,952	4,070	4,188	4,646
行政・国防	10,212	10,610	11,445	11,941	11,250	11,753
その他サービス	15,127	7,788	8,079	14,538	17,854	19,663
輸入関税	619	1,205	607	1,823	2,574	3,063
GDP (89年価格)	296,081	332,051	312,401	319,906	348,253	377,492
GDP成長率 (%)		12.1	-5.9	2.4	8.9	8.4

出 典： 国際開発ジャーナル， 1992年2月号

資料： International Monetary Fund, Economic and Financial Trends in the Lao PDR
(Answer to IMF Questionnaires, Vientiane, September 1991.)

ス国全般の経済活動に拍車をかけることにもなっている。

典型的な農業国であるラオス国は、広い土地、森林および豊富な鉱物資源に恵まれている。農・林・水産業の3部門で、全GDPの約60%を占め、そのうち農業が42%である。また、就業者数から見ても、農業従業者数が最も多く、全就業者人口の約79%を占める。主たる作物は米であり、1986年には全農作物の76%の生産高を占めた。

工業部門は全GDPの16%を占めている。いずれも小規模工業が中心であり、すず、石こう業、発電、現地資材加工業、食品、材木及び生活用品製造業等からなる。

b) 外国貿易

ラオス国の貿易収支は恒常的に赤字である。年間輸入額は、表2.2からも判るように1986年から1990年の間で輸出額の3倍以上に増加している。貿易赤字はソ連・東欧圏からの輸入減により1987年の154百万ドルから1988年には130百万ドルになった。1990年には、1989年後半からの天候回復による農業生産増および電力輸出増があったものの、西側諸国からの輸入が急増し、輸出総額が71百万ドルに対し、輸入総額は約238百万ドル、貿易赤字は166百万ドルに増大している。

主な輸出品には、木材、電力のほかコーヒー、金属宝石があり、輸入品としては、石油製品、機械、原材料、食料品、日常生活用品等があげられる。また、西側諸国への輸出は1989年、1990年ともほぼ輸出総額の4分の3を占めており、残り4分の1がソ連・東欧等のコメコン諸国に対するものである。一方、輸入額についてみると、1986年及び1987年に、コメコン諸国からの総輸入額の60%を占めていたのに対し、1988年に50%、1989年には40%と次第に減少する傾向にある。

1990年におけるソ連・東欧諸国の経済・政治面での政策変更は、これら諸国とラオス国間の貿易関係においても、第3次5ヶ年計画期間である1991年から1995年の間に顕著な変化が現れることと思われる。

c) 国家予算

ラオスの財政は経常支出と資本支出（開発）の予算で構成され、1990年ではそれぞれ698億キップ、640億キップ、歳出合計1,339億キップである。これに対し総歳入額は793億キップである。

表2.3にあるように、1988年の税収の伸びは著しく、前年の10倍以上となっており、さらに1989年および1990年ではそれぞれ27%、37%の伸びを示している。このことは、ラオス国が1979年以降、社会主義政策からの漸進的脱却を図るとともに、税制改革を導入し、これまでの非税性

表 2.2 外国貿易収支

(単位：百万ドル)

	1986	1987	1988	1989	1990
輸 出 額	55.1	62.1	62.9	63.3	71.6
交換可能通貨圏	39.4	33.0	41.8	47.2	55.1
電 力	29.8	11.6	11.1	15.0	21.3
木材・木材製品	5.5	19.5	20.8	15.6	20.6
コ-ヒー	2.1	0.9	0.5	3.6	2.0
金属・宝石	-	-	-	1.6	3.0
その他	2.0	1.0	4.2	11.4	5.2
再輸出	-	-	5.2	0.0	3.0
非交換可能通貨圏	15.7	29.1	21.1	16.1	16.5
コ-ヒー	7.1	8.5	6.8	5.2	3.9
木材・木材製品	2.3	13.3	9.3	5.8	6.2
石 膏	2.2	2.3	1.1	0.9	0.9
錫	2.8	1.9	2.1	2.2	2.4
その他	1.3	3.1	1.8	2.0	3.1
輸 入 額	-185.7	-216.2	-193.4	-197.4	-238.1
交換可能通貨圏	-78.4	-81.7	-95.8	-113.4	-162.3
現金決算	-41.1	-55.6	-59.5	-42.3	-90.0
援 助	-37.3	-26.1	-36.3	-71.1	-72.3
非交換可能通貨圏	-107.3	-134.5	-97.6	-84.0	-75.8
二国間貿易取極	-71.5	-82.4	-53.4	-44.2	-40.0
援 助	-35.8	-52.1	-44.2	-39.8	-35.8
貿易収支	-130.6	-154.1	-130.5	-134.1	-166.5
交換可能通貨圏	-39.0	-48.7	-54.0	-66.2	-107.2
非交換可能通貨圏	-91.6	-105.4	-76.5	-67.9	-59.3
サービス・移転収支	9.6	9.4	-1.5	-3.9	-7.8

出 典： 国際開発ジャーナル, 1991年3月号

財源への依存から税収依存型に転換してきたことによる。

民間交易の漸進的な自由化、企業登録システムならびに税制改善が1986年まで実施された。これは「ニュー・エコノミック・メカニズム」によって引継がれ、これにより工業部門の収益が著しく向上した。

歳出額を見ると、1987年まで、公務員給与の伸び率が低く押さえられていることがわかる。1988年以降、政府は漸次公務員給与の現金支払い方式の徹底と現物支給品及び補助品（米、砂糖、衣類、石油等）の現金価格を上げることを図っているためこの分野での支出増がみられる。

多くの開発予算は外国の援助機関又は二国間政府援助によって賄われている。今後も国際援助機関及び西側先進諸国の積極的支援が期待されているところである。

表 2.3 国家予算

(単位：百万 Kip)

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
収入	3,496	4,947	10,229	18,503	20,108	33,836	41,662	79,301
税収	728	1,122	1,397	1,755	1,970	21,474	27,421	37,644
非税収	2,768	3,825	8,832	16,748	18,138	12,362	14,241	41,657
支出	6,696	8,384	20,806	26,535	29,505	75,043	106,391	133,919
経常支出	2,946	4,126	10,624	14,803	16,025	28,038	39,936	69,869
賃金、給与	320	619	2,520	4,760	5,135	11,250	19,590	35,439
開発	3,750	4,258	10,182	11,732	13,480	47,006	66,455	64,050
財政収支	-3,199	-3,437	-10,577	-8,032	-9,397	-41,207	-64,729	-54,618
金融	3,199	3,437	10,577	8,032	9,397	41,207	64,729	54,618
外部源資	3,199	3,437	10,577	8,243	9,619	-	-	-
銀行部門	-	-	-	-211	-222	-	-	-

出典： 1983年～1987年 Country Profile, 1991-92, The Economist Intelligence Unit.

資料： Lao PDR Official Report

1988年～1990年 国際開発ジャーナル, 1992年2月号

資料： World Bank, An Operational Strategy of the Bank for Lao PDR
June, 1991

2.2 当該セクターの概況

現在、ラオス国内17州都のうちヴィエンチャン市を含む主要7都市において、都市人口の33%にあたる約25万人に対して上水道施設による給水が行われている。一般的に量および質からみた給水の実態は不十分であり、とくに南部の都市において著しい。

一方、農村地域などの地方部における給水は、大小河川・湧水・井戸・山みず等の伝統的な方法に頼っているのが現状であり、しかもこれらの恩恵を受けられるのは全体の約10-15%で、一人一日あたり使用水量25-27 l/人・日と推定され、これら以外の人々は昔ながらの非衛生的な方法を余儀なくされている。

国家開発第3次5カ年計画では、その最終年にあたる1995年に前記17州都における上水道施設建設を、また長期的には全都市域で水道普及率100%を目指している。

ラオス国の水道管轄組織は、都市水道、地方水道で異なる。都市水道は通信運輸郵政建設省(MCTPC)とラオス水道公社(NPL)が、また地方水道を保健省が管轄している。MCTPCの組織図ならびにNPLの運営組織図をそれぞれ図2.1、図2.2に示す。NPLの上位組織であるMCTPC建設都市計画局が、NPLの運営方針・予算決算書等の重要事項について、指導・承認手続きにあっている。NPLは1991年の政府機構改革によりラオス全国の水道業務をおこなう唯一の行政組織となった。現在10都市に設置された支社により都市水道を管轄しているが、NPL中央組織の管轄部門が不明確であり、暫定的組織と考えられる。局長および3人の副局長のほか、ヴィエンチャン支社で345人、地方支社で245人の職員がそれぞれの業務に従事している。地方支社の職員の内訳は、サバナケット89人、オウドムサイ25人、ルアンプラバン43人、パクセ58人、サラバン12人、アタプル6人、スコン4人、バンビエン5人、およびタゴン3人である。

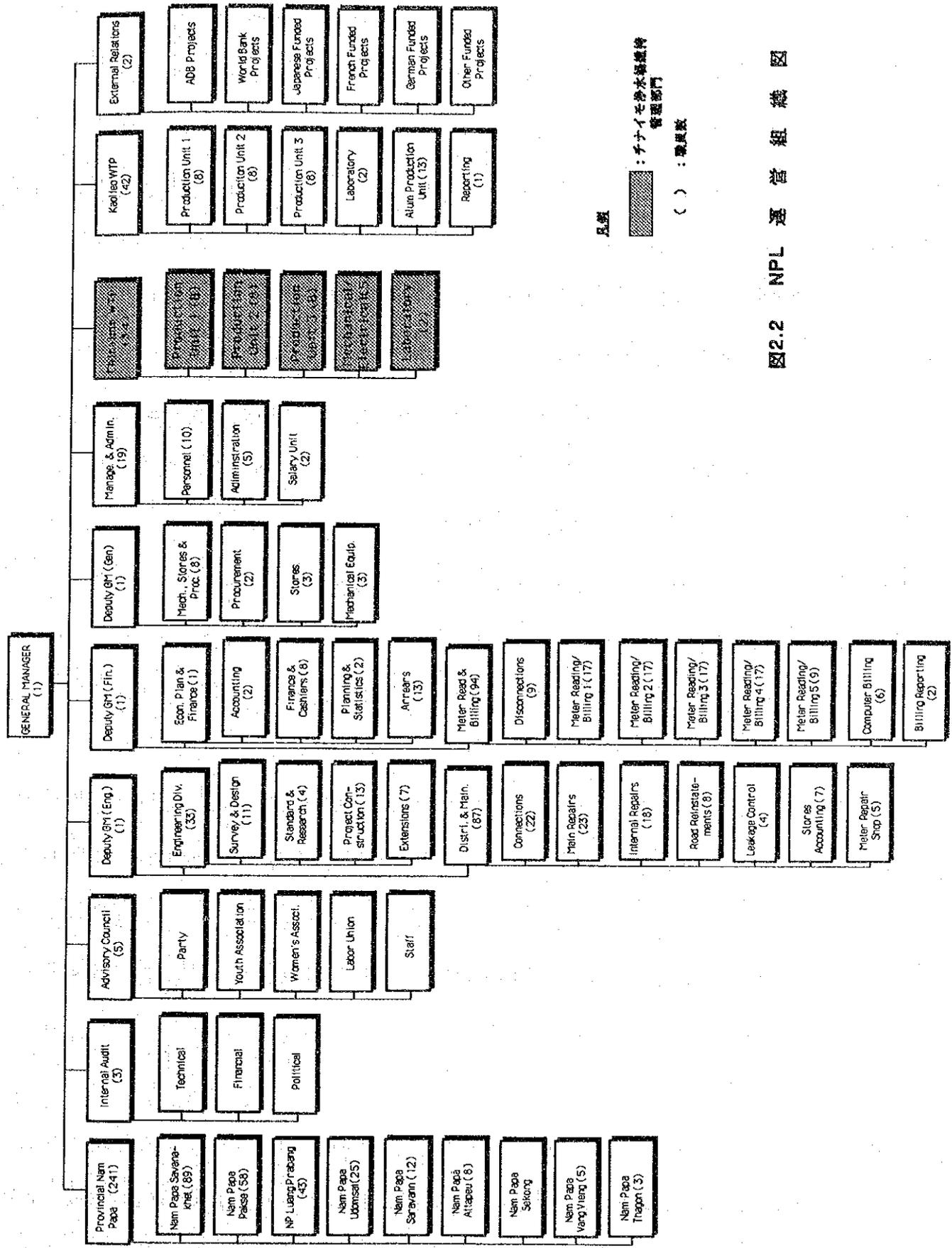
ヴィエンチャン市の上水道はメコン川を水源としたカオリオ浄水場(20,000m³/日)が1964年に給水開始して以来の水需要増加に対処するため、1980年アジア開発銀行(ADB)の特別融資によりヴィエンチャン市南部にチナイモ浄水場(40,000m³/日)が建設され運営されてきた。1984年にはカオリオ浄水場の補修と配水本管の拡張が行われたが、それ以外の施設拡張は現在まで実施されていない。ただし、国連開発計画(UNDP)、世界銀行(WB)、ADBによる実態調査および解析は行われている。

ヴィエンチャン市の過去5年間の人口増加率は2.8%であり、国全体の増加率2.5%を上回っている。これは就職機会を求めて地方からヴィエンチャン地区へ人口移動が顕著なためであり、急速な人口増加による社会資本とくに公共部門の整備の立ち遅れが目立っている。

当該地域における水需要は59,400m³/日と推定され(ADB報告書)、既設浄水施設の能力

60,000m³/日とほぼ同じであるが、人口増、社会・経済活動の活発化により今後さらに水需要量が増加するものと思われる。また、既設配水管網は管径・材質などの問題のため給水区域ごとに大きな差異があり、全域に均等に配水されていない。

これらの給水状況を改善するため、NPLは既存水道施設の補修・拡充を緊急に実施する計画である。この中にはチナイモ浄水場の40,000m³/日から80,000m³/日への施設能力の増強ならびに補修、給水区域内管網の補修・整備、未給水区域への拡張ならびに高架水槽の建設、さらにはチナイモおよびカオリオ浄水場の連絡管布設が含まれている。



凡例

■ : チナイモホホ補給機
管理部門

() : 職員数

図2.2 NPL 運営組織図

2.3 関連開発計画

2.3.1 国家開発計画の概要

表2.4は、第1次5ヶ年計画、第2次5ヶ年計画で掲げられているGDP成長率の計画値ならびにその実績値と第3次5ヶ年計画の計画値を示したものである。以下、各5ヶ年計画の概要を紹介する。

表2.4 国家経済社会開発5ヶ年計画のGDP成長率(%)の計画値及び実績値¹⁾

	第1次5ヶ年計画		第2次5ヶ年計画		第3次5ヶ年計画
	計 画	実 績	計 画	実 績 ²⁾	計 画
農 業	7.35	7.2	9.85	3.0	4.0
工 業	7.20	7.5	13.65	4.7	5.0
輸 送	7.80	6.1	11.30	14.4	7.9
建 設	7.10	7.1	12.55	7.7	6.5
商 業	10.20	18.4	7.70	7.3	2.9
サービス	—	—	—	6.7	6.6
平 均	7.00	7.6	10.35	4.6	4.9

注 1) 第1次5ヶ年計画の計画・実績値および第2次5ヶ年計画の計画値は、Material Product System, 第2次5ヶ年計画の実績値および第3次5ヶ年計画の計画値は、UN System of National Account採用(UNSNA)。

2) 1986-1989年4年間の実績値

出典: International Development Journal, March 1991

第1次5ヶ年計画 (1981-1985)

第1次5ヶ年計画の目標は食料自給の達成と地方市町村における社会基盤の整備・改善であった。とくに社会基盤部門では、道路建設、電力、公衆衛生及び教育に重点がおかれた。本計画では、上表に示すように、年平均7%のGDP増加率に対して、実際には、計画地を上回る7.6%を達

成した。

第2次5ヶ年計画（1986-1990）

1986年11月の第4回ラオス人民革命党大会において採択された第2次5ヶ年計画では、同国の原材料に依存する工業の必要性ならびに生産増と主産品の質改善のための給与政策の改善がうたわれた。さらに、工業部門の経営改善と先端技術導入のため、外国資本の積極的導入を図ることとした。しかしながら、通貨不安定等により外国投資家による積極的な事業企画、事業実施は見られなかった。前述したように「ニュー・エコノミック・メカニズム」が途中で導入された本計画では、10.35%の計画値に対し、1986～1989年の実績で4.6%に止まっている。これは1987～1988年初頭の干ばつの影響で発電および農業部門が落ち込んだことによる。

第3次5ヶ年計画（1991-1995）

計画の主目的は、住宅改善を含む生活レベルの向上である。具体的には、1)最低限必要な栄養の摂取、2)健康の維持管理、教育サービス関連施設の整備および住民によるそれらの施設の利用、3)食料生産と換金作物の耕作のための十分な土地の所有・確保が掲げられた。とくに2)では、全ての州都に水道施設を整備することを目標として掲げている。具体的都市としてはヴィエンチャン、パクセ、ルアンプラバンおよびサバナケット市が上げられている。

また産業経済面では、インフレを許容範囲内に抑制し、バランスのとれた産業構造の確立およびその育成を中心課題としている。

さらには、世界各国、とくに近隣諸国との友好関係を維持すること。これは、特定する国または諸国への過度の依存を回避することの重要性を認識し、その自覚の上に立って対外経済政策の促進を目指すものである。これらの対外経済政策を維持するためには、

- 1) 食料自給の達成
- 2) シャム湾と南シナ海の双方へのアクセスの確保

が必要であるとしている。

以上述べたように、第3次5ヶ年計画は、ラオス国の状況を反映した市場経済システムの確立および発展が重要であることを強調している。

経済改革の基本方針は、「ニュー・エコノミック・メカニズム」（1985年からすでに進められていた経済改革の動きである）でも述べられている。この基本方針に沿うことによって上述の目

標が達成できるとしている。その政策目標は、以下に示すように第2次5ヶ年計画をそのまま継承したものである。

- 1) 食料の自給と食糧安全保障の確保
- 2) 森林資源開発と保護、焼畑農業の抑制
- 3) 農業・森林産品加工業の拡大
- 4) 食料を除く輸入削減と輸出の拡大
- 5) 輸送・通信・上水道システムの改善
- 6) 行政・経営管理能力の強化
- 7) 人的資源の質的改善

2.3.2 ヴィエンチャン市都市開発マスタープラン

MCTPCは、UNDPの援助の下で、1989年5月にヴィエンチャン市都市開発マスタープランを策定した。このマスタープランは、ヴィエンチャン市都市開発に係わる土地利用計画ならびに水道・都市排水等のインフラストラクチャーの整備を目標とするものであった。同報告書では、ヴィエンチャン市の水道施設に係わる検討が行われており、チナイモおよびカオリオ浄水場の補修・維持管理部門の強化が提案されている。

この報告書を受けて、1989年12月には、ヴィエンチャン市水道計画書 (Report on the Supply of Potable Water in Urban Vientiane) が作成された。この計画書の中で既存水道施設の改善及び拡張の必要性、とくにチナイモ浄水場拡張 (40,000m³/日) および送配水施設の改善拡充等について提言を行っている。また、運営に係わる分野についても触れている。

さらに、1990年には、UNDP およびWBの援助の下でラオス国の水道・衛生セクターに係わる現況調査と2000年までの開発計画に係わる調査が実施された。調査結果にもとづく報告書では、上記と同様なヴィエンチャン市水道改善・拡充計画について提言を行った。それらは、

- 1) チナイモ浄水場の拡張 (40,000m³/日)
- 2) チナイモ浄水場の改善
- 3) ヴィエンチャン市配水管網の改善と拡張

から構成される。また、上記工事の完成年は、1993~1995年としている。

上記のヴィエンチャン市水道改善拡充に係わる両調査結果にもとづく拡張、補修計画は前章でも紹介した通りMCTPCの意向を反映したものである。

2.3.3 ヴィエンチャン市水道拡充フェージビリティスタディ

前述したマスタープランに続いて、1992年にADBの技術協力プログラムの下で、下記項目に関するヴィエンチャン市水道拡充フェージビリティ調査が2月から3月までの短期間の中で実施された。

- 1) チナイモ浄水場の補修および拡張（設計容量40,000m³/日）
- 2) 配水管網の補修及び拡充
- 3) 高架水槽及び配水池の建設
- 4) 送水施設の補修及び拡張
- 5) NPLの運営強化

本調査は、前述のヴィエンチャン市都市開発マスタープランおよびUNDPおよびWBによって実施された水道・衛生分野に係わる調査結果に基づいて、既存施設の改修・拡張工事の実施可能性を検討したものである。ただし、調査期間が短く、収集しうるデータも限られていたため、調査内容の一部については必ずしも実態を反映したものとは言えない。

とくに2)については、既設管網に関する地図・データが不足する中、仮定条件にもとづく検討が行われている。同レポートでは、上記施設の完成目標年を1996年としている。

2.4 国際協力の現状

2.4.1 外国開発援助

ラオス国は、開発支出（資本支出）に必要な資金を主として外国援助に依存している。とくに、1970年から1988年頃の期間は、資金のほとんどがソ連、ヴィエトナム等の共産圏諸国からの援助によって賅われていた。その後、日本、スウェーデンおよびオーストラリア等の二国間援助、さらにはADB、IDA及びUN等の国際援助機関からの援助が増加傾向に転じている。1984～1989年の全援助国からの資金総額は1148.6百万ドルに達し、この内525.9百万ドル（46%）が無償資金援助（贈与）となっている。援助国および国際援助機関別、援助額内訳を、表2.5に示している。

2.4.2 水道分野への国際協力の動向

ヴィエンチャン市水道については、WB・ADB・UNDP・JICAの国際融資機関等が従来より技術援助・プロジェクト援助を実施し、水道事情の改善に努めてきたところである。最近の国際機関の援助の動向をまとめると以下の通りである。

- 1) JICA (OTCA) : カオリオ浄水場建設、1964年
- 2) ADB : チナイモ浄水場建設、1980年
- 3) JICA : 給水塔（高架水槽）建設、1982年
- 4) JICA : カオリオ浄水場補修、1983年
- 5) UNDP : ヴィエンチャン市給水状況調査、1989年12月
- 6) UNDP/WB : ラオス国都市水道セクターレビュー、1990年9月
- 7) WB : 漏水調査（ラオス全国の主要都市を対象）、現在実施中
- 8) WB : 水道料金計算コンピュータシステムの導入
- 9) ADB : 組織および料金体制のレビュー、職員研修、1992年5月開始予定
- 10) トレーニング :
 豪州 : 20名、2週間タイ研修、
 WB : 2名、6ヶ月タイ研修（コンケン大学）
 ニュージーランド : チナイモ浄水場にて2週間水質管理研修
- 11) ADB : ヴィエンチャン市水道拡充計画フィージビリティ調査

とくにADBは、ラオス国の水道案件について従来より深く係わっており、現在南部州の主要7都市における水道拡張計画を実施しているところである。

表 2.5 外国開発援助

(単位：百万ドル)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989
二国間援助	104.5	124.9	135.5	163.8	179.9	58.0
CMEA	86.0	114.3	104.2	136.2	121.1	1.0
オーストラリア	1.1	0.6	6.1	1.7	13.3	8.2
ベルギー	-	-	-	0.1	-	-
カナダ	-	-	-	0.1	-	-
フランス	0.4	0.2	0.3	1.0	1.2	2.8
西ドイツ	-	0.1	-	0.2	0.2	0.8
イタリア	-	-	0.3	-	1.8	-
日本	8.6	1.9	15.3	11.2	22.0	19.9
オランダ	0.9	0.1	0.1	0.3	0.1	-
スウェーデン	7.6	7.7	9.1	13.1	20.0	11.2
スイス	-	-	0.1	-	0.1	14.0
国際機関	22.3	14.8	29.7	114.2	51.7	149.3
ADB	9.0	2.4	12.0	42.7	11.2	61.7
EC	1.1	0.3	-	10.4	7.1	3.5
IDA	-	-	3.9	39.9	10.0	64.0
Ifad	-	-	0.2	4.5	-	0.2
UN機関	9.1	12.0	13.7	16.6	23.4	19.9
OPEC機関	3.1	-	-	-	-	-
合 計	126.8	139.7	165.2	278.0	231.6	207.3
贈 与	53.7	74.1	103.3	89.7	124.4	80.7
借 款	73.1	65.6	61.9	188.3	107.2	125.7

注 : 数字は、実施された分および実施されなかった援助額を含む計画値である。

出 典 : Country Profile, 1991-92, The Economic Intelligence Unit.

資料. OECD, Geographical Distribution of Financial Flows to Developing Countries.

2.5 要請の経緯と内容

ラオス国政府は、第3次国家開発5ヵ年計画（1991-1995）の中に示されているように、その計画期間の中で、ヴィエンチャン市を含む全国都市水道の整備を実施する意向である。ヴィエンチャン市の水道は、現在の水道普及率（41%）および需要水量（59,400m³/日）から判断しても、施設能力が不足しており、さらには配水管網の未整備により、一部の地域では水量不足が表面化している。また、NPLの財政基盤も弱体化しており、浄水施設の補修拡充は実施困難な状況となっている。

このような背景のもとに、ラオス人民民主共和国政府は、ヴィエンチャン市の給水状況の改善を目的として、1989年1月日本国政府に対して、チナイモ浄水場の補修・拡充に係る無償資金協力を要請してきた。これに対して日本国政府は、1991年10月28日より11月18日まで、厚生省大臣官房国際課国際協力室国際協力専門官橋詰博樹氏を団長とする事前調査団を現地に派遣した。調査団はラオス国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における調査および資料収集を実施した。この協議においてラオス国政府は下記項目についての実施要請を行った。

- 1) チナイモ浄水場の施設能力40,000m³/日を80,000m³/日に拡充
- 2) ポントン、タドゥア、タントン、サムケイその他地区への配水管網の拡張
- 3) ヴィエンチャン北部と南部に1,500m³容量の高架水槽およびドンドックにポンプ設備を備えた配水池の建設
- 4) チナイモ浄水場の補修（取水施設の補修を含む）
- 5) 既設チナイモ浄水場系とカオリオ浄水場系間連絡用配水施設の補修

第3章 計画地の概要

3.1 社会経済状況

3.1.1 計画地の位置

ヴィエンチャン市行政区域は、その南をメコン河に接する3,920平方キロメートルの低地帯に位置し、湿地や水田が大部分を占める。図3.1に示すように8地区（チャンタブリ、シコッタボン、サイセッサ、シサタナック、ハトウサイボン、サイタニ、ナサイトンおよびフィヤラット地区）から成っており、このうちヴィエンチャン市街区はチャンタブリ、シコッタボン、サイセッサ、およびシサタナック地区に集中している。計画対象地域はヴィエンチャン市街区南部に位置するチナイモ浄水場と、メコン河架橋建設予定地域を含むタドゥア地区である。

以下では計画対象地域を含むヴィエンチャン市の概要について述べることとする。

3.1.2 人口及びその動態

ヴィエンチャン市の人口は、ここ15年間の著しい社会・経済の発展に伴い、急速に増加した。1975年から1985年までの10年間の人口増加率は年平均3.1%であり、ラオス国の年平均増加率2.5%と比べても高い。これは主に地方からヴィエンチャン市へ流入する労働人口の増加によるものである。1985年から1991年までの増加率は若干減少して2.8%であるが、全国平均より高い率である。1975年以後の人口の推移を表3.1に示す。

表3.1 ヴィエンチャン市における人口推移

年	人口	年平均人口増加率(%)	備考
1975	286,725	-	
1980	333,893	3.1	
1985	388,820	3.1	国勢調査
1990	450,790	3.0	推定
1991	459,454	1.9 ¹⁾	推定

1) 推定値であり、過去の傾向より、人口増加率が大きく減少している。

出典：ヴィエンチャン市役所およびNPL資料

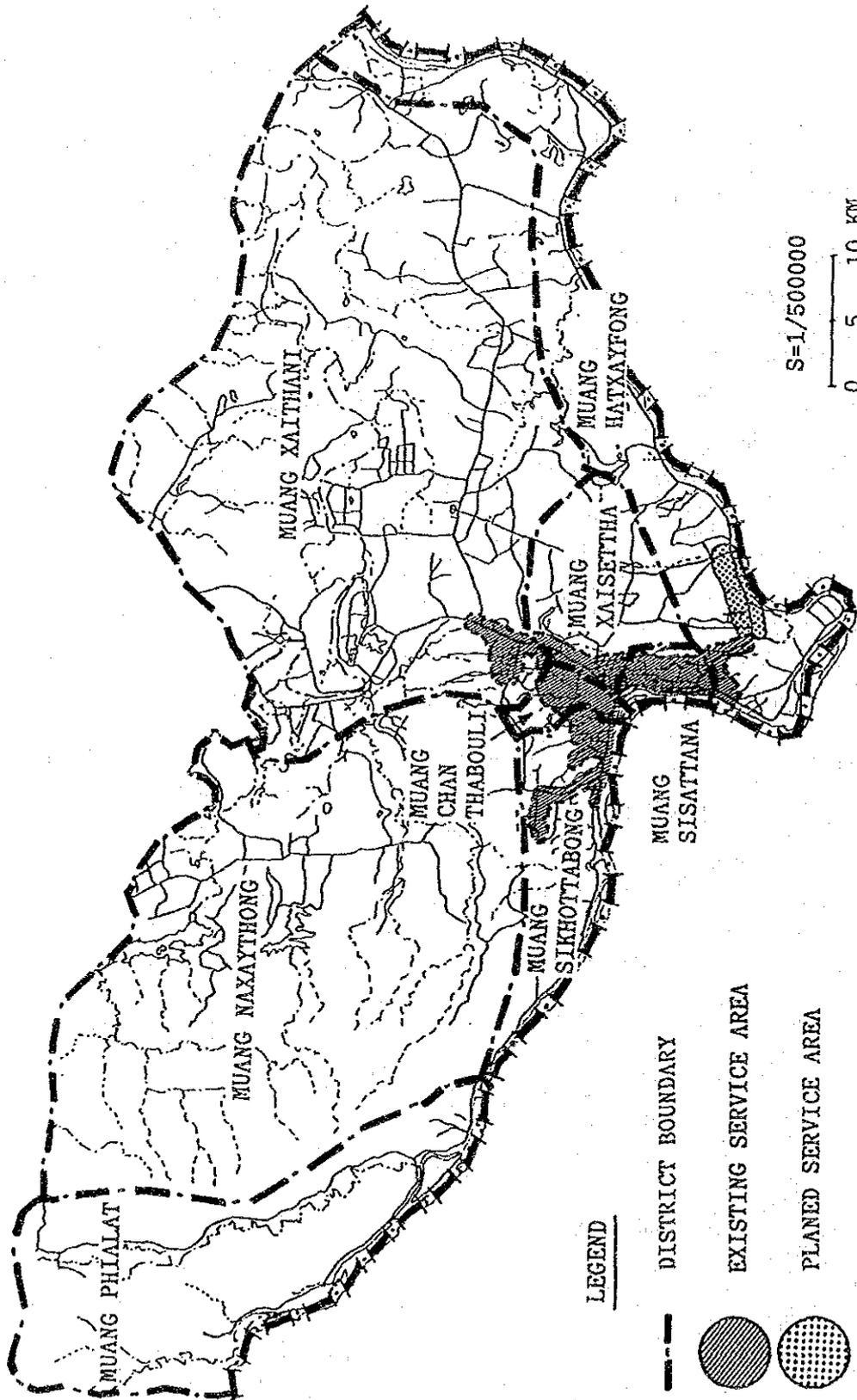


図 3. 1

グイエンチヤン市一般図

3.1.3 主要産業

ヴィエンチャン市の主要産業は近郊農業およびサービス業である。農業では、米作、とうもろこしの穀高が多くなっている。ヴィエンチャン市街地区は、大統領府をはじめ各省庁等の中央行政機関が集中し、市内に密集する多数の店舗・食堂・市場・ホテルと数多くの歴史的古寺とともにラオス国随一の主要都市となっている。中心街では国内産繊維、うるし、日用品等およびタイ・共産圏諸国からの輸入品が頻繁に売買されている。

タドゥア地区に至る国道2号線沿線には多くの工場が立地している。ビール工場をはじめ各種の工場が増加しており、またタイとラオスを結ぶメコン橋（友好橋）が1994年の竣工を目指して工事中である。このように政府は前記2号線沿線の工業促進とともにこの地区を将来の自由貿易の拠点とする政策を進めているところである。

ラオス国の首都であるヴィエンチャン市は、国家開発五ヵ年計画にも示されるように、行政・経済・教育の中心都市として、今後、ますますその重要性を帯び、急速な発展が予想される地域である。とくにタドゥア地区は人口の増加とともに、行政をはじめ商業・工業を含む都市の発展・拡張が期待されるところでもある。

3.2 自然条件

ヴィエンチャン地域の気候はサバナ気候とモンスーン気候の両特性を有する。一般に高温多湿で、乾季は11月～4月、雨季は5月～10月であり、年間を通じて12月～1月が最もしのぎやすい季節となっている。12月の平均気温摂氏21度、4月平均30度、年間平均は26度である。年間平均降雨量は1,600mmと比較的恵まれているものの、その大半が雨期に集中している。乾期の1月平均降雨量は20mmであるが、雨期の9月には500mmにも及ぶ。

3.3 社会環境

ラオス国政府がこれまで進めてきた公共投資は、主として、電力・道路・上水道分野が中心である。都市構造の基盤としてのインフラストラクチャーはいまだ発展段階であり、公共の健康維持と福祉増進のためには不十分な状態である。

海外からの技術・資本援助によって1971年ナムグム水力発電所が建設されて以来、ヴィエン

チャン市における電力事情は急速に改善された。現在、発電電力の約80%をタイ国に輸出している。

ヴィエンチャン市街区と周辺部を結ぶ主要国道幹線網は概して貧弱である。ヴィエンチャン市街区と連絡する国道2、10、13号線は、長年の使用と基盤・アスファルトなど構造的理由により大量輸送にたいしては不十分な状態にある。

市街地区における主な交通手段は、公共バスのほか自転車・スクーター・モータバイク・人力／自動三輪車である。近年、自動車の増加が著しいが、交通事情の悪化迄には到っていない。また、市街地内の道路事情は、概して良好である。

現在の市街地排水施設はフランス植民地時代に建設されたものでその利用出来る範囲は、旧市街地に限られている。排水路はほぼ1メートル角のコンクリート製水路からなり、雨水は、これを通じて市街区数か所に設けられた雨水滞留池に集水される。しかしながら、その雨水排除能力は限られているため、一部街路は冠水し、これに家庭污水が混入して、降雨後も非衛生的な状況がときどき散見されるようである。この状況を改善する目的で、現在までADB、WB、UNDP等の国際機関により、排水・衛生関係の調査・検討が、たびたび行われている。

3.4 ヴィエンチャン水道の現状

3.4.1 給水区域と給水普及率

ヴィエンチャン市行政区域総面積3,920km²のうち、現在の給水区域は、比較的人口密度が高く、商業地域及び官公庁地域となっている地域約80km²（2%）であり、行政的にはチャンタブリ、シコッタボン、サイセッサ、およびシサタナック地区に属する。この他、限られた小地域であるが、ハトウサイボンおよびサイタニ地区の一部もNPLの給水区域となっている。（図3.1参照）

NPLの資料によると、1991年現在、20,694栓の給水栓が設置されており、給水人口は約190,000人と推定される。これは1991年ヴィエンチャン市推定人口の約41%に相当する。

3.4.2 水使用状況と需給のバランス

NPLは現在2ヶ所の浄水場、カオリオおよびチナイモ浄水場を運転しており、施設能力はそれぞれ20,000m³/日、40,000m³/日である。両浄水場とも、水源はメコン河表流水である。

カオリオ浄水場は、1963年に建設され、その後1983年に補修が行われた。チナイモ浄水場は1980年に建設され現在に至っている。ADB報告書によると、現在のカオリオ浄水場の浄水量は16,000m³/日、また、チナイモ浄水場の浄水量は43,000～51,000m³/日で、1991年の日平均浄水量は43,140m³/日である。これらの浄水量データは、両浄水場とも流量計が故障しているためポンプの運転時間に基づく推定値である。したがって、これらの浄水量の値には±数10%の誤差が含まれるものと思われる。

同報告書では、収集資料の分析結果より、1人当たり日平均使用水量を約200 l/日・人程度と推定している。これには、家庭用水使用量と業務・営業・工場使用量が含まれる。有収率としては、1989年のUNDP/WBの漏水調査結果に基づき、75%を採用している。

上記の現在使用水量に基づき、1992年の需要水量を推定した。その結果、日平均需要水量は49,500m³/日、日最大需要水量は59,400m³/日（1日平均需要量×1.2）前後であると想定される。

3.4.3 既存施設の概要

ヴィエンチャン市の水道はチナイモおよびカオリオ浄水場からの浄水で賄われている。これらの浄水場はメコン河の表流水を原水とし、薬品沈澱、急速ろ過、塩素滅菌等の浄水処理を行って

いる。浄水処理された水は浄水場内にあるポンプで市内各所に給水され、また、その一部は高架水槽に一旦貯留した後に給水されている。浄水場の公称処理能力は、チナイモ浄水場が40,000m³/日、カオリオ浄水場が20,000m³/日である、しかし、調査時点の実質給水量はそれぞれ42,000m³/日と16,000m³/日であった。

メコン河の水質は濁度こそ高いものの、都市排水や工業排水によって汚染された形跡は見あたらない。原水の濁度は年間を通じて高く30~3,000NTUの範囲で推移している。アンモニア性窒素（検出されず）、亜硝酸性窒素（0.004mg/l）および硝酸性窒素（0.05mg/l）の濃度は低く、都市排水等による汚染はないものと判断される。また、電導度（162 μ s）から判断して、工業排水によって汚染されている形跡はない。

処理水の水質は良好であるが、唯一の問題点は滅菌処理に対する信頼度が低いことである。水質データによると、過去のある時期十分な塩素が注入されていない事実があった。これは財政上の理由から消毒剤（ハイポクロライト）を購入できなかったためである。チナイモ浄水場の水質レポートによれば、通常時、市内での残留塩素濃度は0.1 mg/l以上に維持されているとのことである。

（1）チナイモ浄水場

チナイモ浄水場の主な施設には、次の施設がある。

取水施設	取水井 取水ポンプ（3台内1台予備） 導水管（ ϕ 800mm - 1条）
浄水施設	着水井（1池） 急速攪拌池（4池、内3池に機械式攪拌機設置） フロック形成池（4池、機械式緩速攪拌） 薬品沈殿池（2池、横流式） 急速ろ過池（4池、単層ろ過、空気洗浄式） ろ過池洗浄タンク（1池、1,000m ³ ）
薬品注入設備	凝集剤注入設備（硫酸バンド） 滅菌設備（ハイポクロライト） アルカリ剤注入設備（消石灰）

配水設備	配水ポンプ（3台、内1台予備）
電気・計装設備	受変電設備（1,200 kVA）
	計装設備

（2）カオリオ浄水場

カオリオ浄水場の主な施設には、次の施設がある。

取水設備	取水塔
	取水ポンプ（3台、内1台予備）
	導水管（φ500 mm、1条）
浄水設備	急速攪拌池（1池、機械式急速攪拌機）
	フロック形成池（2池、上下迂流式）
	薬品沈澱池（2池、横流式、流出部に砂利ろ過設備を設置）
	急速ろ過池（4池、単層ろ過）
薬品注入設備	凝集剤注入設備（硫酸バンド）
	滅菌設備（ハイポクロライト）
配水設備	配水池（2池、2,000 m ³ x 2）
	配水ポンプ（3台、内1台予備）
電気・計装設備	

（3）配水施設

図3.2に示すように、チナイモおよびカオリオ両浄水場から市内に伸びる配水管は途中で分岐あるいは連絡し、市内に配管網を形成している。配水管の口径は50mm～1,000mmで、その総布設延長は140km～160kmの範囲であると推定されている。正確な布設延長が把握できていない理由は小口径管（50mm～75mm）布設データがまちまちで信頼度が低いことが挙げられる。本基本設計現地調査時に得た配水管の管種別布設延長とその構成比率を次表に示す。

既設配水管の現況

管種	口径 (mm)	延長 (Km)	構成比率 (%)
鋼管 (SP)	250~1,000	23.5	17
铸铁管 (DIP)	75~450	52.9	37
塩化ビニール管 (PVC)	75~250	29.0	21
石綿セメント管 (ACP)	75~250	27.0	19
亜鉛メッキ鋼管 (GSP)	50~80	9.0	6
合計		141.4	100

ヴィエンチャン市には次表に示すように、4基の高架水槽がある。

既設高架水槽の現況

所在地	容量 (m3)	HWL (m)	有効水深 (m)
ボンケン	2,000	199.14	4.6
ボンタン	1,500	202.80	6.2
ポントン	1,500	205.00	6.2
ドンドック	375	220.00	5.0

これらの高架水槽の内、ボンケン、ボンタンおよびポントンの高架水槽は配水本管に直結されており、配水管網内の水需要が少なく水圧が上昇する時間帯に水を貯留し、需要が増大し水圧が低下する時間帯に貯留した水を管網内に放出するシステムである。市街地郊外に立地するドンドック高架水槽への送水は、国道13号線沿いにある増圧ポンプ所で行う。いったん高架水槽に貯留後、その周辺のドンドック大学および民家に給水している。

(4) 給水状況

本調査では配水管の圧力調査を行った。それによると、ヴィエンチャン市の水需要のピークは1日に3回発生している。最初のピークは5~6時、2番目が11~13時、最後が17~20時となっている。これらのピーク時には市内各所で配水管の圧力が低下し水不足が発生し、ところによっては慢性的な水不足を発生させている。図3.2はピーク時の配水圧力が0~0.5 kgf/cm²となる地域を示している。

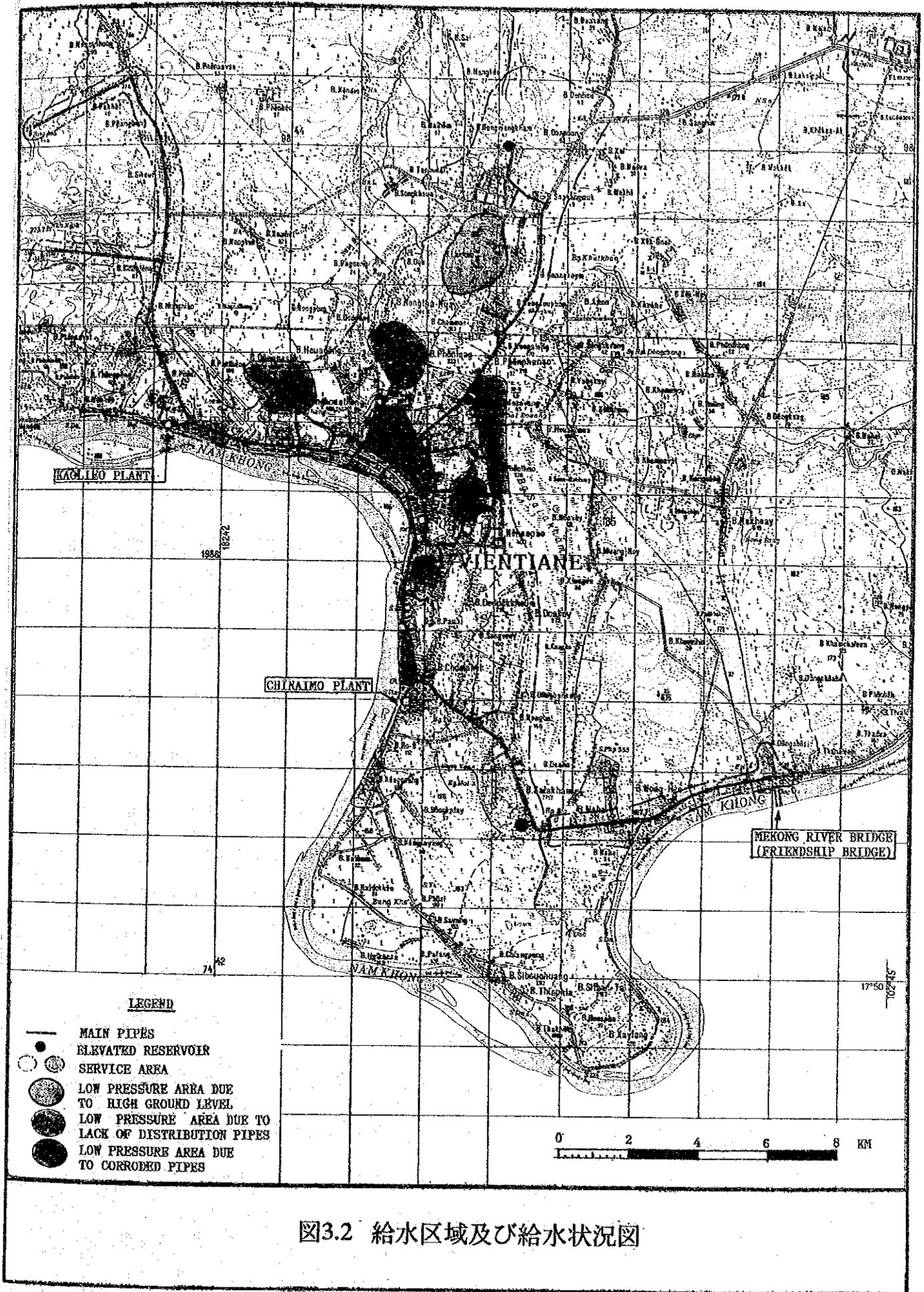


図3.2 給水区域及び給水状況図

この調査の結果と既設配水管の布設状況から判断して、市内の水圧不足の原因は次の3パターンが考えられる。すなわち、(a) 既設の配水管が老朽化しているために圧力不足が生じていると考えられる地域(市の中心地域)、(b) 配水小管の布設密度が低い地域で、小さな配水管に多くの需要者が張り付いている(市の周辺地域)、(d) 配水地域が丘陵地帯で地盤が高く、かつ浄水場から離れた地域(ドンドック地域)とに分けられる。

(5) NPLの運営組織

NPLのヴィエンチャン支社は、技術、配管、計画、調達、監査、検針徴収、人事、施設運転管理(チナイモ浄水場、カオリオ浄水場)部門等から構成されており、とくに技術、計画、調達部門はヴィエンチャン支社のほか他支社に対する指導・監督を行っている。

チナイモ浄水場部門は同浄水場の運転と管理を行う。定期的(日、週、月、年)に維持管理報告書を作成し、NPL局長へ提出する。NPL事務所では、各部門の長が毎週金曜日に集まり、定例会議を開き各部門の問題点が討論される中で解決策が模索される。とくに浄水場運転に必要な薬品・機材等の購入は、局長の承認手続きを経た後、調達部門が中心となって行う。

(6) 料金体制

現在採用されている料金体制を表3.2に示す。料金体制は1990年1月に改定されたものでヴィエンチャン市水道に対するものである。家庭用水道料金は6~8円/m³、工場・営業用水が20~23円/m³であり、物価が低いことを考え合わせても、いまだ料金レベルは低いと言えよう。ADB報告書では、個人所得との比較から、水道料金がかなりの低水準にあり、住民の支払い能力の範囲内であることを示している。

NPLが抱える経営上の問題点を概観するため、1987~1991年のNPL全体の損益計算書ならびにバランスシートを表3.3、表3.4に示す。また、表3.5に未収金と水道料金収入との比較表を提示している。表3.3から、一応経営収支上はバランスしていることがわかる。浄水量の増加につれて維持管理費も増大していることがわかる。浄水量1m³当たりの維持管理費(1991年直接経費)は、35.7Kip/m³(7.1円/m³)である。また、維持管理費の中で、薬品費が大半を示しており、動力費が小さくなっている。浄水場施設等の維持管理面を強化していくには、適正規模の予算を計上する必要がある。このためには、水道という公共公益事業の目的から極端な利益は見込めないけれども、少なくとも十分な維持管理費を賄える料金体系としなければならない。

また、表3.5から未収金が全水道料金の5.3か月分程累積していることがわかる。未収金は損益

表 3. 2 料金体制

CATEGORY 1:		家庭用			
Less than		5 units	150 kip (total)	[30 Yen (total)]	
From	6 -	10 units	35 kip per unit	[7 Yen per unit]	
From	11 -	30 units	40 kip per unit	[8 Yen per unit]	
More than		30 units	50 kip per unit	[10 Yen per unit]	
CATEGORY 2:		官公庁用			
Less than		10 units	400 kip (total)	[80 Yen (total)]	
From	11 -	30 units	45 kip per unit	[9 Yen per unit]	
From	31 -	100 units	50 kip per unit	[10 Yen per unit]	
More than		100 units	60 kip per unit	[12 Yen per unit]	
CATEGORY 3:		小規模営業・業務、工場用水			
Less than		15 units	1,650 kip (total)	[330 Yen (total)]	
From	16 -	100 units	110 kip per unit	[22 Yen per unit]	
More than		100 units	100 kip per unit	[20 Yen per unit]	
CATEGORY 4:		大規模工場用 (e.g. Soft Drink Factory)			
Less than		20 units	2,400 kip (total)	[480 Yen (total)]	
From	21 -	100 units	115 kip per unit	[23 Yen per unit]	
More than		100 units	110 kip per unit	[22 Yen per unit]	
CATEGORY 5:		外国機関用			
Less than		5 units	1.10 US\$ (total)	[143 Yen (total)]	
More than		5 units	0.22 US\$ per unit	[29 Yen per unit]	

*... 1 US\$ = 700 Lao kip
1 US\$ = 130 Yen

表3.8 損益計算書

		Unit: Kip				
		1987	1988	1989	1990	1991
水量:						
	浄水量 (m3)	17,057,000	18,272,000	19,784,713	19,594,568	21,332,554
	有収水量 (m3)	13,499,000	13,953,000	14,734,474	14,013,998	14,234,557
	無収水量 (m3)	3,558,000	4,319,000	5,050,239	5,580,570	7,097,997
	有収率	79%	76%	74%	72%	67%
収入						
	用途別有収					
	家庭用				284,123,722	334,698,951
	官公庁用				275,291,063	254,789,922
	工業用				228,112,255	218,975,606
	外国機関				64,297,124	55,364,524
	総有収水量	218,352,123	238,493,234	238,942,586	851,824,164	863,829,003
	メータ代運付料	11,742,032	0	39,128,970	5,695,115	2,684,233
	水道料金収入	230,094,155	238,493,234	278,071,556	857,519,279	866,513,236
	その他収入					
	新規給水栓設置料	11,699,700	29,291,983	49,749,790	63,470,174	92,496,147
	補修料	4,657,512	10,171,621	14,224,939	13,136,398	12,228,180
	その他	839,706	9,484,521	7,894,329	21,052,384	30,626,310
	計	17,196,918	48,948,125	71,869,058	97,658,956	135,350,637
	総収入額	247,291,073	287,441,359	349,940,614	955,178,235	1,001,863,873
支出						
直接経費:						
	人件費	27,907,965	47,056,647	60,242,737	115,010,852	119,294,557
	電力費	4,993,645	39,055,400	42,069,808	60,659,112	68,049,419
	薬品費	54,105,486	74,615,721	192,364,073	267,554,741	275,789,412
	その他資材	27,797,359	59,003,675	82,987,738	223,062,384	203,915,320
		0	0	0	78,893,058	93,955,058
	直接経費計	114,804,455	219,731,443	377,664,356	745,180,147	761,003,766
間接経費						
	事務その他	7,402,483	14,739,797	26,862,010	64,378,047	68,554,000
	減価償却費	58,060,889	61,470,785	83,179,296	46,780,720	43,760,700
	間接経費計	65,463,372	76,210,582	110,041,306	111,158,767	112,314,700
	総支出額	180,267,827	295,942,025	487,705,662	856,338,914	873,318,466
	収益 (支払い利息、税金除く)	67,023,246	-8,500,666	-137,765,048	98,839,321	128,545,407
	支払利息	-5,348,610	-5,511,471	0	-17,618,997	-6,195,612
	収入税	-9,139,397	-6,785,590	0	-25,554,725	-36,107,117
	収益 (収益税除く)	52,535,239	-20,797,727	-137,765,048	55,665,599	86,242,678
	収益税	0	0	0	-25,049,520	-38,809,387
	総収益	52,535,239	-20,797,727	-137,765,048	30,616,079	47,433,291

表3.4 バランスシート

資産	Unit: Kip				
	1987	1988	1989	1990	1991
固定資産					
Gross Fixed Assets	1,178,981,537	1,229,313,013	1,284,938,151	1,475,714,718	1,540,990,850
Less: Accumulated Depreciation	-445,947,515	-492,166,626	-537,180,393	-584,992,795	-636,791,077
Net Fixed Assets	733,034,022	737,146,387	747,757,758	890,721,923	904,199,773
Investments & work in Progress	6,395,520	21,804,159		0	17,527,527
流動資産					
Debtors - Water Sales	158,670,708	216,479,161	197,648,561	347,277,671	383,388,020
Other	9,658,771	12,052,821	5,134,594	28,907,861	30,373,565
Stock	62,150,196	287,181,140	266,337,434	201,903,410	202,297,595
Cash	87,144,227	5,223,292	31,419,717	20,857,857	21,886,763
Other Current Assets	29,453,044	7,900,595	36,970,567	121,624,639	273,966,480
Total Current Assets	347,076,946	528,837,009	537,510,873	720,571,438	911,912,423
総資産額	1,086,506,488	1,287,787,555	1,285,268,631	1,611,293,361	1,833,639,723
負債					
Capital and Reserves:					
Government assets Investment	699,941,534	663,794,381	732,469,198	687,165,076	666,422,360
Capital & Other Reserves	292,164,852	390,024,757	285,859,890	660,292,897	546,668,716
Retained Earnings	65,087,332	5,739,685		30,616,082	47,433,696
Total Capital Reserves	1,057,193,718	1,059,558,823	1,018,329,088	1,378,074,055	1,260,524,772
Long Term Loans	0	92,750,000	53,448,087	1,689,883	163,154,889
Current Liabilities:					
Creditors	29,312,770	145,508,752	213,491,456	209,950,986	401,773,182
Short-Term Bank Loans				21,578,437	8,186,880
Bank Overdraft	0	0	0	0	0
Total Current Liabilities	29,312,770	145,508,752	213,491,456	231,529,423	409,960,062
総負債	1,086,506,488	1,297,817,575	1,285,268,631	1,611,293,361	1,833,639,723

表3.5 未収金と請求額

CUSTOMER TYPE	ARREARS (Kip)	TOTAL BILLED (Kip)	MONTHS
Domestic	137,344,697	334,698,951	4.92
Government	123,029,688	254,789,922	5.79
Enterprises	107,643,615	206,641,483	6.25
Industry	2,727,000	12,334,123	2.65
Foreigners	12,643,020	55,364,524	2.74
TOTAL	383,388,020	863,829,003	5.33

計算上、通常、収入として計上する。しかし、収入として見込めない理由が明かな場合、不良債務として、支出として計上するのが通例である。調査結果では未収金のその大半がラオス国中央官庁によるものと判明した。健全なNPL運営のためには、これらの未収金の取扱方法を決定することが前提であり、今後この面での改善が待たれる。

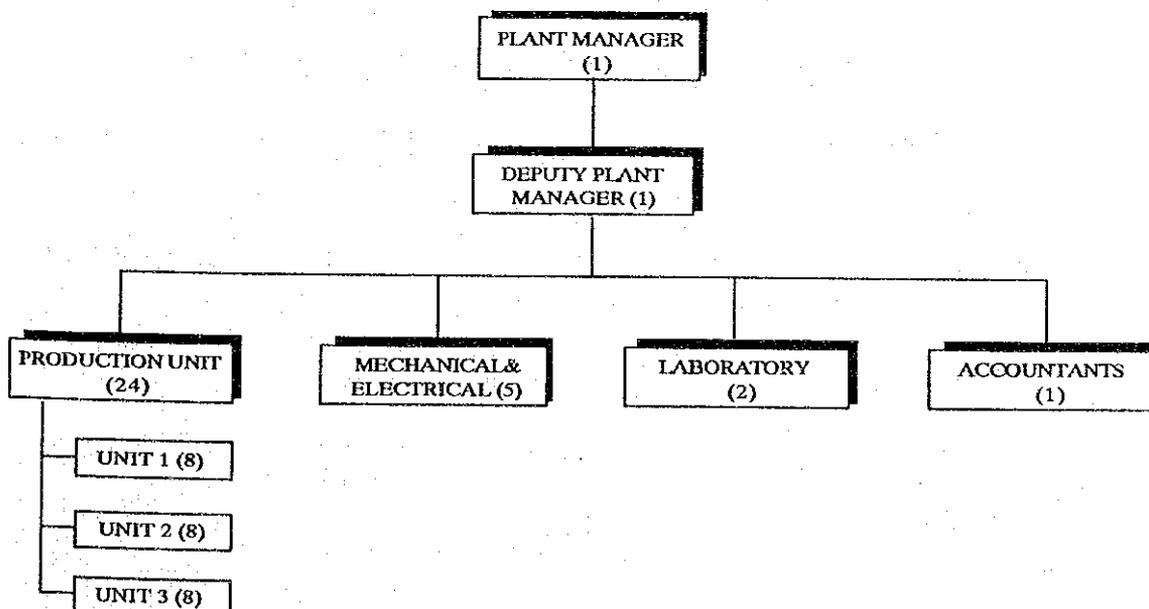
(7) 維持管理体制

以下では、既存施設とくにチナイモ浄水場の維持管理体制について説明する。まず、その組織図を図3.3に示す。浄水場長の下に、副場長、さらにその下の4つの部門から構成されている。機械・電気部門、水質試験室、浄水部門ならびに事務部門である。

浄水部門は主として浄水場の運転操作を担当しており、3シフト制でその業務に従事している。機械電気部門は浄水機器の修理、点検を業務としており、過去の機械部品等の故障および補修記録が残されている。とくにポンプ部品、ミキサー等の故障が多く、その大半の補修作業は、浄水場の職員が補修するが、対応が困難な場合、市内のワークショップに委託している。

水質試験室では浄水場の運転に係わる薬注率決定のための水質試験と水質管理のための定期試験(日、週、月)を行っている。定期試験項目は日・週・月毎に定められており、一部の項目(電伝導度, Mn, Cu)を除けば、全項目の試験が実施できる。限れた条件の中で、比較的スムーズな維持管理が行われている

図-3.3 チナイモ浄水場維持管理体制組織図



現在の浄水場管理上の問題点として、1) 修理点検費用の予算が限られるため、早急の対応がとれないこと、2) 水質試験用の薬品が長年の経過で、その品質が劣化していること、3) 薬品注入が正確に行えないこと、4) 機械工具が限られており、日常頻繁に行うべき、些細な修理さえ困難な場合が見られること等がある。

第4章 計画の内容

4.1 計画の目的

ラオス国政府は、国家開発5か年計画の中で、主要都市における水道施設の整備拡充を基本方針として掲げている。実際、NPLはヴィエンチャン水道施設の拡充補修のため、諸々の調査・計画を実施してきたところである。本計画は、これら一連の調査・計画の主旨を踏まえ、財政難に直面しているNPLにたいして技術援助ならびに財政援助（無償資金協力）を提供するものである。したがって、本計画の目的は次の通り要約される。

1) ヴィエンチャン市街地区における安定給水の確立

給水区域内の多数の住民は、供給水量の不足と配水施設の不備のため水不足に悩まされており、本計画の実施によって解消する。

2) タドウア地区への上水道供給

現在は未給水地域であるが、ラオスとタイを結ぶメコン橋が1994年に完成するのを機会にこの地域一帯を商業地域とする計画が進められており、水需要の急増が予測されるので、本計画によりこの地区への給水を開始する。

3) 生活水準の向上

ヴィエンチャン市街地区の給水改善により市民の健康と生活水準の向上に寄与する。

4) ラオス水道公社の経営強化

浄水量増加に伴い、料金収入も倍増するため、財務・経理部門を補強し、経営基盤を強化する。

なお、本計画と関連して、ADBはヴィエンチャン市街地区における配水管網の整備に対し、技術・資金援助計画を進めている。本計画は、このADBの計画と補完関係にあり、いずれの一方が欠けてもプロジェクトの効果・目的を達成することはできない。したがって、上述の計画目的はこれら両計画がスケジュール通り進められるとの前提に立っている。

4.2 要請内容の検討

ラオス国政府は、1991年11月のJICA事前調査チームとの協議の中で、以下の項目について、日本政府による無償資金協力の実施を要請した。

- 1) チナイモ浄水場の施設能力40,000m³/日を80,000m³/日に拡充
- 2) ポントン、タドゥア、タントン、サムケイその他地区への配水管網の拡張
- 3) ヴィエンチャン北部と南部に1,500m³容量の高架水槽およびドンドックにポンプ設備を備えた配水池の建設
- 4) チナイモ浄水場の補修（取水施設の補修を含む）
- 5) 既設チナイモ浄水場系とカオリオ浄水場系間連絡用配水施設の補修

日本国政府は、今後の詳細調査および協議の結果により最終決定が行われることを前提として、要請内容に示される各項目を暫定的に無償資金協力の対象とした。これにより、1992年3月、国際協力事業団は前記橋詰博樹氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣して調査・協議を行った結果、最終的に下記の項目が基本設計の対象範囲として関係機関の間で合意された。

- a) チナイモ浄水場の40,000m³/日拡張（40,000m³/日から80,000m³/日）、なおこの拡張は送水量の30分ないし60分に相当する浄水池の建設を含む。
- b) チナイモ浄水場の補修、この補修では既設40,000m³/日に能力を回復することと80,000m³/日に必要な取水ポンプの増設などを併せて行う。
- c) タドゥア地区への送・配水管の拡張および高架水槽の建設。

なお、対象範囲設定に当たっては、要請内容のプライオリティーおよび緊急性、工事の効率性・施工性、無償案件としての適性等が考慮された。とくに要請項目の2)、3)、5)については、既設配管網についての正確なデータならびにその解析が前提となり、不確定な要因が多く無償案件としての適性に欠ける。ここでは、とくに緊急性があり、既設管網とも錯綜しないタドゥア地区への配水管施設整備だけが、2)、3)の一部として取り上げられた。

4.2.1 計画の妥当性・必要性の検討

以下では、上記三項目に係わる計画の妥当性・必要性について検討する。

(1) チナイモ浄水場拡張（設計容量40,000m³/日の増量）と補修

まず、1992年以後2015年までの需要水量をADBレポートに沿って以下の通り予測した。とくに水道普及率の設定に当たっては、NPLの年間給水栓設置数を考慮して、1995年47%、2000年60%

(ADBレポートでは70%)、2005年70%、2010年75%、2015年80% (NPL目標値) を見込んだ。

	1992	1995	2000	2005	2010	2015
水道普及率 (%)	42	47	60	70	75	80
平均需要水量 (m ³ /日)	49,500	64,600	110,000	157,000	206,000	261,000
最大需要水量 (m ³ /日)	59,400	77,500	132,000	188,400	247,000	313,200
不足分 (m ³ /日)	0	17,500	72,000	128,400	181,300	252,200

上記の結果から、1992年の需要水量はカオリオ及びチナイモ両浄水場の施設能力60,000m³/日と均衡しているものの、水道普及率から判断して、その給水レベルは低く、早急にも施設拡張を行う必要があることがわかる。将来の需要水量の伸びを考慮して、少なくとも1995年までにさらに40,000m³/日の浄水場拡張が必要である。

また、チナイモ浄水場は1980年建設後、約12年が経過しており、機械電気部品等の老朽化が著しいこと、配水池容量が不足し運転管理上の支障となっていること、取水口にシルト・土砂が堆積し、取水量の確保が困難となっていること等から、早急に補修する必要がある。

(2) タドゥア (Tha Deua) 地区までの送水管及び配水管施設

国道2号線はヴィエンチャン旧市街地区から東方へ向かってメコン河沿いに走っており、その末端はハトゥサイホン郡の東方境界を走る国道13号線と接続する。現在、ヴィエンチャン市街区を起点として国道2号線約19kmの地点にメコン河橋梁が建設中であり1994年には開通の予定である。この橋梁完成後は、国道2号線が同橋までの主要道路となる。これに伴い、国道沿いならびに国道に近接する地域の開発が急速に進展するものと思われる。なお、ラオス国は、MCTPCの下で、都市計画研究所を中心に委員会を設立し架橋地点に隣接する住居・商業地域開発計画のマスタープランを策定した。同開発計画の実施は国道沿線開発に拍車をかける結果となろう。とくに架橋地域は、急速な人口増が見込まれ、交易・観光の玄関口として重要な役割を担うことになる。

同マスタープランでは、架橋付近の現在人口約3,500人、2000年の人口約6,000人を想定している。さらにNPLは、人口資料にもとづき、2000年での国道2号線沿線の人口を約9,000人と推定した。

現在、この地域には、水道施設が無く、住民は生活用水を井戸（主に浅井戸）水に求めるかメ

DEMAND CURVE VS CUMULATIVE PRODUCTION

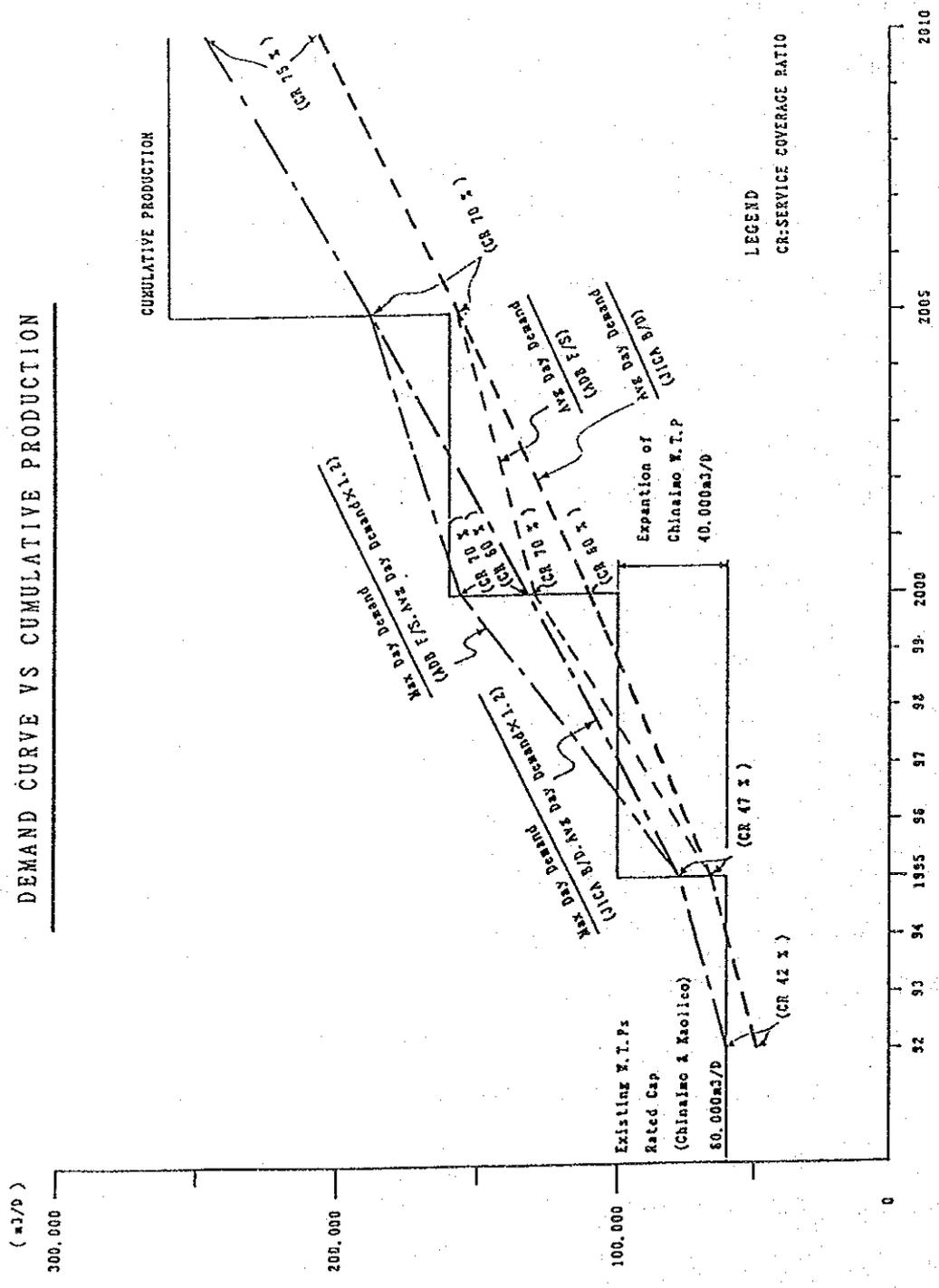


図 4. 1

水需要予測と浄水処理水量

コン河の表流水に依存している。さらに国道沿いに立地する6工場は慢性的な水不足に悩んでいる状況である。したがって、これらの地域における水道施設の整備は、国策ならびに住民の福祉向上の観点から緊急課題であると言える。その実施時期についても、上述のマスタープランの開発計画ならびに、橋梁建設の完成時期等を勘案したものとする必要がある。

4.2.2 実施運営計画の検討

現在NPLは、表3.3にも示した通り、浄水場・配水管等の維持管理にかかる費用を極力制限しながら、水道の運営を行っており、その経常収支も一応バランスしている。

ここでは、運営実施の観点から本計画の妥当性を検討するため、後章で提案する維持管理体制にもとづいて、40,000m³/日増量分の維持管理経費と、収入増が見込まれる水道料金収入を次の仮定の下に試算する。得られた維持管理費増分ならびに料金収入増分を表4.1に示す。

- 1) 浄水量増加に比例して電力費、薬品費は増大する。
- 2) 人件費増加分はチナイモ浄水場の職員数増加分とする。
- 3) 現行の水道料金体系がそのまま継続される。
- 4) 浄水量増量分が料金収入となる。ただし、有収率を75%と仮定し、検針・徴収過程のロスとして10%を考える。

表4.1 チナイモ浄水場拡張による収入支出増加分

項目	計算式	Kip
経費		
薬品	-Alum	770,000kg x 210Kip = 161,700,000Kip
	-Chlorine	33,000m ³ /day x 365days x 1kg/m ³ / 0.6 x 1/1,000 x 1,060Kip/kg = 21,280,000Kip
電力		3,745,000kwh x 11Kip/kwh = 41,195,000Kip
燃料	- Gasoline	260 l/month x 12months x 235Kip/l = 733,000Kip
	- Oil	54 l/month x 1,100Kip x 12 months = 713,000Kip
人件費		30,000Kip/month x (48 - 34)personnel x 12months = 5,040,000Kip
減価償却費		= 376,900,000Kip
小計		607,561,000Kip

収入

料金収入	1,001,860 (from the 1991 income statement)	
	x 40,000/60,000 cmd	= 668,000,000Kip

上表の試算からもわかるように、明かに収入増となり、本計画の実施はNPLの財政基盤の強化に大きく貢献することが伺える。

4.2.3 類似計画および他の援助国等の援助計画との関係、重複等の検討

本計画の作成にあたっては、他援助機関による類似計画、関連計画との整合性を確認しておくことが重要である。とくに、ADBプロジェクトについては実施工程スケジュールをあらかじめ調整しておく必要がある。

現在、ヴィエンチャンにおいて、特筆すべき水道施設の建設事業は行われていない。すでに述べたように数多くの調査が1987年以後、UNDP、世界銀行、ADB等の国際援助機関の技術援助プログラムの下で実施されているものの、具体的な浄水場施設、送配水施設等の改善事業は実施されていない。

日本側で実施する事業内容・範囲は以下の通りである。

- 1) チナイモ浄水場の拡張（設計容量 40,000m³/日から80,000m³/日）
- 2) チナイモ浄水場の補修
- 3) タドゥア地区までの送水管施設（高架水槽含む）および配水管施設

上記の事業内容・範囲は、ADBが実施する部分と重複しない。ADBが実施する事業内容・範囲は、既存の送配水施設の改善を中心とする。タドゥア地区を除く既存給水区域において高架水槽の建設、送水管施設と配水管網施設の補修および拡張を実施するものであり、日本側が実施する事業内容と基本的に異なる。

4.2.4 計画の構成要素

本事業で対象とする施設は、チナイモ浄水場施設（既設と拡張）と同浄水場から・タドゥア地区までの送配水管施設である。チナイモ浄水場施設の補修拡充は、所要の施設能力を確保するばかりでなく、今まで水量が不足した地域へ増量分を給配水することが可能となるため、市内の給水状況が著しく改善されることになる。また、チナイモ浄水場拡張により増量された浄水の一部

は、目下建設中のラオスータイ友好橋の完成に伴って開発が急速に進むであろうタドゥア地区および同地区までの国道2号線沿いに近接する地域へ、この送配水管施設を通して住民に給水される。現在水道施設が整備されておらず、生活用水および工場用水に困窮しているこれら地区の給水状況の改善のため、本事業で実施する上記施設は有効に利用されることとなる。

4.2.5 技術協力の必要性

本計画に含まれるチナイモ浄水場拡張後の運転管理のためには、新規職員を補充する必要がある。本計画の実施効果をより確実なものとするためには、運転員の補充確保ならびに水質試験体制の強化が望まれる。したがって、人員育成および技術向上のための国際機関による技術協力は、本計画にとっても重要な意味あいを持つことになる。

4.2.6 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりその事業効果、現実性、相手国の実施能力等が確認されたこと、本計画のフレームが無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。

4.3 計画の概要

4.3.1 実施機関及び運営体制

本計画の実施機関としては、ヴィエンチャン市水道業務遂行の経緯からみてラオス水道公社が担当する。また、完成後の施設は、NPLの管轄下で、チナイモ浄水場の職員が運転管理することになる。

80,000m³/日に拡張後のチナイモ浄水場の運転管理組織を検討するにあたって次の事項を十分考慮することとした。

- 1) 職員の技術水準・経験によって各職位に最適な職員を配置すること
- 2) 新組織は現行組織から大きく変化しないこと
- 3) 全体の職員数を可能な限り少なくすること
- 4) 個々の職員の能力開発が十分に考慮されていること
- 5) 新旧施設の運転維持管理方法は同じであること
- 6) 現行3交代勤務制による24時間運転を継続すること

推奨される運転管理組織は次の通りである。

職 種	職 員 数	
	現在	拡張後
場長	1	1 (1+1)
副場長	1	1
経理担当	1	1
電気・機械技師	1	2 (1+1)
電気・機械技能者	4	3 (1)
水質試験(化学・生物)	2	2 (1)
同上補佐		4 (1)
交代勤務		
責任者	1 x 3シフト	1 x 3
原水ポンプ運転	2 x 3シフト	2 x 3
沈澱・濾過池運転	2 x 3シフト	2 x 3 (6)
送水ポンプ運転	2 x 3シフト	2 x 3 (3)
一般労務者	-	3 x 3 (9)
自動車運転	1	1 (1+1)
守衛	2	- (3+3)
合計	34	48

注記：なお、括弧内の数字はADB報告書で推奨されているものである。また、合計職員数48人は浄水場の浄水能力1万m³/日にたいして6人であり、チナイモ、カオリオ浄水場の現行の8人、10人よりも少ない。

本計画とADBの推奨では電気・機械、水質分野において若干の差異がみられるが、これは今後益々この分野の充実の必要性が高まることと特に水質関係では補佐者は現場研修で技術取得した後地方水道に派遣することを考慮したものである。

前述の各職位についてその職務内容を暫定的に次に掲げる。

場長

- 浄水場の運転および維持管理に関する総轄的責任
- 副場長が準備する年間運転計画および関係担当者から提出される報告書の評価と承認
- NPL局長／副局長にたいする浄水場運転に関するデータおよび情報の定期的または指示による報告
- 各部門の責任者から提出された報告にもとづく職員の評価
- NPLにおける週会議への出席
- 現行組織に対する定期的評価、特に内部情報伝達制度および職員の適正配置についての評価
- 浄水場内における職員間の技術移転を目的とする月・週会議の主催

副場長

- 浄水場の運転・維持管理に関する場長の補佐
- 各部門から提出される情報に基づく年間運転計画の作成
- 各運転部門から提出される報告書の場長への提出前の検討

経理担当

- 運転・維持管理に関する記録・情報の保管
- 機材・予備品・薬品・事務用品の購買および在庫管理
- 年間予算案の作成
- 場長／副場長の指示による日・週・月・年報の作成

電気・機械担当

- 電気・機械設備の定期点検および修理
- 他の運転部門への電気・機械設備に関する情報の提供
- 場長に提出する運転・維持管理記録の保管
- 経理担当者への外注依頼書提出

水質試験

- 処理水の安全を確保するためのマニュアルによる日常の水質試験
- 水質試験データの保管および関係運転部門への薬注データの提供
- 場長／副場長の指示に基づく水質試験データの提供
- 特別目的のための水質試験
- 水質試験のための薬品・器具・消耗品の保管管理

浄水場運転

- 責任者の指示による原水ポンプ、送水ポンプおよびその他の電気・機械設備の適正な運転・制御
- 計画に基づく取水・浄水の監視・制御
- 場内における衛生の確保
- 場内における無駄水使用の規制
- 責任者の指示による沈殿池・濾過池の洗浄および清掃
- 取水量・浄水量・ポンプ運転・薬品注入・薬品及び電力消費・水処理状況などの必要事項をふくむ運転日報の作成および保管

なお、NPLは、チナイモ浄水場の拡張後の組織編成に関し、次に掲げる事項について留意しなければならない。

- 1) 拡張施設の運転開始以前に交代勤務要員、水質試験、電気・機械関係要員を十分に準備すること
- 2) 運転管理に必要と思われる適正規模の予算確保
- 2) 浄水場職員に対して現場・国内・海外研修を準備すること
- 3) 運転・維持管理を充実させるためラオス語による運転・維持管理マニュアルを準備すること
- 4) 職員にたいする定期的評価を行うとともに能力開発の方法を準備すること

4.3.2 計画地の位置及び状況

a) チナイモ浄水場の位置及び状況

チナイモ浄水場は、メコン河に面するヴィエンチャン市街地区南東部に立地する。その敷地標

高は、海拔170m～171mである。同浄水場はメコン河（最高水位170.45m、最低水位157.46m）に面する高台（メコン河左岸より約120mのところ）に位置する）にあり、地表面は段丘堆積物であるシルト混じり粘性土から成る。下層はラテライト混じり粘性土あるいは砂混じり粘性土からなっており、N値は6-20の範囲にある。この砂混じり粘性土の下には、N値が65以上の硬質粘性土が見られる。地下水位は乾期で地表より-4mないし-5mのところにある。

チナイモ浄水場には、拡張のための敷地が現プラントの東側に用意されている。十分な面積を有し、整地状況も良好であり、用地に係わる問題点はとくに見られない。

b) タドゥア地区までの管布設計画路線の状況

管布設計画路線は主として国道2号線沿いとなる。チナイモ浄水場から高架水槽までの送水管路線（6.2km）には、なだらかな起伏があり、その標高は、170m～175mの範囲で変化している。高架水槽よりタドゥアまでの配水管路線（8.6km）は、海拔167m～168mと若干低く、平坦な地形である。

限られた地質資料からではあるが、送配水管計画路線沿いの地質は、チナイモ浄水場の地質とほぼ同様と思われる。段丘堆積層のシルト、砂混じり粘性土、ラテライト粘性土及び硬質粘性土の順に地表より構成されていると推測される。地下水位は、現地調査時に観測した浅井戸の水位から見て乾期で地表より-3m～-7mと推測される。

チナイモ浄水場よりタドゥア地区までの国道2号線は、舗装されている。同浄水場より約600mの国道との交差点までの道路もほぼ全幅がアスファルト舗装されている。また、この交差点よりタドゥア地区までは、7m～8m幅の舗装部分と、両側は未舗装の路肩や、相当幅の将来の拡幅予定地を持っている。国道の占有用地幅は国の基準によると道路中心より両側20m、合計40mとなっている。

国道2号線沿いの電線はすべて電柱（鋼製もしくはコンクリート製）による架空線である。電力局（EDL）によれば、目下のところ既設電柱の移設は計画されていない。電力局の規定によると水道管等の地下埋設物は、電柱上にある外側碍子（インシュレーター）より2m離れた位置に埋設、すなわち電柱より約2.5m以上離れた位置に埋設することとしている。

電話線は、電線より下方の位置に同じく電柱に架設されている。電話局（EPTL）によると電話線は将来地下埋設の計画はあるが、その位置は道路の北側に埋設する予定である。（メコン河とは逆の内陸側）。また、埋設深さは80cmであり、道路横断部は安全を考えて150cmとし、また

50mmのPVC管によって保護することになっている。

現在の道路排水設備は、十分に行き届いておらず、道路両側に設けた水路（土盛り）により雨水を近くの河川、小川や低地に導いている。

4.3.3 施設・機材の概要

本計画で建設される浄水場施設、送配水施設およびその調達機材をとりまとめ、表4.2に示す。

表 4.2 施設機材一覧表

名 称	補 修	拡 充
<u>取水施設</u>		
取水ポンプ	オーバホール（立軸） 18m ³ /mx14.8mx75kWx4基	新設（水中ポンプ） 18m ³ /mx14.8mx75kWx2基
堆積土砂除去設備		プラットフォーム築造 キャタピラー式油圧掘削機
ホイストクレーン	手動を電動に改善	新設 電動式 1 基
取水水位計	既設撤去 超音波式を新設	
Motor Control Center （MCC）	オーバホール 既設 2 基	新設 1 基
護岸工事	フトン籠工法による護岸	
<u>導水施設</u>		
導水管		新設 φ800mm, 1100mm DIP
流量計室		新設
流量調節弁		流量計室に新設 φ 1100 mm バタフライ弁
原水流量計		超音波式を新設
着水井		新設 鉄筋コンクリート
採水管		φ 25mm pvc
<u>フロック形成池</u>		
<u>沈澱施設</u>		
急速攪拌機	既設撤去	原水管内のオリフィス板に よる攪拌
フロック形成池	フロッキュレータ撤去 連絡管φ800mmを布設	新設 4 池

上下迂流式に改造
 流入ゲート撤去
 新設 4 池

沈澱池
 流入整流壁改造
 中間整流壁増設
 排泥作業用仕切壁増設
 排泥作業用水管増設
 排泥弁修理
 作業用圧力水管改修
 集水トラフ改造
 沈澱水渠分割ゲート移設
 沈澱水渠排泥弁新設
 作業用圧力水ポンプ 既設撤去 新設
 $0.75\text{m}^3/\text{m} \times 30\text{m} \times 7.5\text{kW} \times 1\text{基}$
 沈澱水渠水位計 既設撤去 電極式新設

濾過池

濾過池築造 新設 4 池
 濾過流入弁 既設撤去 ゲート新設
 エアープロー 新設 1 基
 $94.6\text{m}^3/\text{m} \times 0.3\text{kg}/\text{m}^2 \times 125\text{HP}$
 空気圧縮機 オーバホール 2 基
 損失水頭計 既設撤去
 圧力式新設 新設 4 基
 濾過流量調節弁 オーバホール 4 基 新設 4 基
 総濾過流量調節設備 堰 新設
 ゲート $1350 \times 1350\text{mm}$ 新設
 フロート式流量計 新設
 洗浄タンク水位計 既設撤去 電極式新設

配水施設

送水ポンプ	オーバホール 3基 14m ³ /m×56m×180kW×3基	新設 5基 14m ³ /m×56m×180kW×3基 4.3m ³ /m×66m×80kW×2基
ポンプ用仕切弁	電動弁に交換 3基	新設 5基
真空ポンプ	オーバホール	
浄水池		新設 3300 m ³
浄水池水位計		圧力式新設
流量計		超音波式 新設 2基
圧力計		ブルドン管式 新設 2基
M C C	オーバホール 1基	新設 1基

薬品注入設備

硫酸バンド

溶解・注入設備

溶解槽	既設撤去 2基	新設 4基
攪拌機		新設 4基
注入器		新設 2基

ハイポクロライト

溶解・注入設備

溶解槽	既設改造 2基	新設 1基
攪拌機		新設 3基
注入器		新設 3基

消石灰注入設備

溶解槽	既設改造 2基	
攪拌機		新設 2基
サチュレータ		新設 1基
スラリーポンプ		新設 2基
M C C	既設撤去	新設 3基

電気・計装設備

受変電設備

新設備に接続

新設 1 式 (2000kVA)

中央監視盤

既設撤去

新設 1 基

(グラフィックパネル)

自動制御装置

新設 原水流量制御 1 式

送水圧力制御 1 式

送水流量制御 1 式

その他

インターホン設備

既設撤去

新設 1 式

ドラフトチャンバー

既設撤去 2 基

新設 1 基

ジャーテスト

1 基納入 (カオリオ用)

工器具類

1 式納入

タドウア地区への

送配水設備

高架水槽

新設 1 基 1500m³, H=40M

铸铁管

新設 送水管

φ 300mm x 6.2km

配水管

φ 350mm x 4.0km

φ 300mm x 4.6km

付属品

新設 1 式

4.3.4 維持管理計画

完成後の施設の運転管理には、新規に人員を補充する必要がある。前述した通り、必要な補充人員数は14人である。他部署もしくは新規採用により対応することになるが、このためには最低数カ月間のトレーニングが必要となる。また、人員配置にあたっては、各人の資質・経験を十分考慮して行なう必要がある。

過去、チナイモ浄水場においては主に予算上の制約により定期点検等の維持管理に十分な配慮が払われてこなかった。維持管理を充実させるためには十分な予備品、工具類が不可欠であり、現状で不足しているこれら部品・工具について本計画で調達することとする（表4.3参照）。なお、機器の補修体制については、技術レベル等とくに問題点は見られず、現制度・システムで十分に対応できるものと思われる。

4.3.5 技術協力

本計画の完成後、NPLがこの施設を効率的に運転管理するためには、経営を含めた維持管理部門（とくに水質管理、資産・備品管理、料金徴収制度等）にたいして、技術援助が必要不可欠である。

技術協力としては、運営管理専門家の現地派遣による指導協力が推奨される一方、本計画に直結するものとして水質専門家の現地派遣または日本におけるラオス人スタッフの国内研修の形態が好ましい。とくに水質分野における技術協力は、ラオス人スタッフがすでに基礎知識を修得していることを前提に、微量有機物質、農薬、重金属類等に対する水質試験方法ならびに一般的な水質監視体制・水質コントロールの分野の強化を目的としたものが望まれる。

なお、技術協力に関してはADB報告書でも、中・長期の経理・経営研修が推奨されている。これは3コースで構成され、管理監督者および技術職員を対象とした一般コース、上級経理担当者を対象とした専門コースおよび経理関係個別事務を内容とする特別コースが計画されている。

表 4.3 工器具一覧表

名 称		数 量
電気溶接機		1 個
作業用水中ポンプ	75mm	1 個
同上	50mm	1 個
パイプレンチ	75mm	1 個
同上	40mm	1 個
スパナセット		2 セット
ボックスレンチセット		2 セット
メガネレンチセット		2 セット
ハンドドリル		1 セット
電動ディスクサンダ		1 セット
ヤスリセット		1 セット
ノギス		1 個
隙間ゲージ		1 個
(電気機器)		
回路試験器		1 個
メガ	250 v	1 個
同上	500 v	1 個
標準電圧電流発生器		1 個

第5章 基本設計

5.1 設計方針

既に第4章で述べたように、基本設計の範囲はチナイモ浄水場の拡充・補修とタドゥア地区への送配水施設である。基本設計を行うに際し、設計する施設や設備が、NPLの財政状態および水処理技術の水準に適し、安定した水処理が行えるものとするため、設計上の重要事項を以下にまとめ基本設計の方針とした。

(1) 単純な施設の採用

ヴィエンチャン水道の抱える問題点の一つは、電気・機械設備の部品（スペアパーツ）の入手が困難なことである。その主な理由はNPLの財政が脆弱で部品を調達するだけの財政的ゆとりが無いこと、ラオスの地理的条件の悪さなどが挙げられる。設備が複雑になればなるほど部品の数は多くなる。部品のほとんどは外国から輸入され、ラオス国内で調達できるものは限られており、部品の調達が遅れる。このため多くの場合、故障した設備は長期間運転を停止することになる。故障した設備が水処理の中核であれば事態は極めて深刻であり、安全な飲料水の供給は望めない。

一般に簡単な設備は万一故障しても現地の技術で十分に修理できる。一方設備が複雑になると、現地の技術で修理する事が困難であったり不可能な場合が多い。以上の事柄を考慮し、各設備は構造の簡単さに重点をおき所要の能力をみたすものを選定することとした。

(2) 施設の運転操作性の向上

設備の構造の単純さとその操作性とはまったく異質なものである。構造が簡単であっても操作性が悪い設備もある。個々の設備をまとめ、浄水処理システムとして組み上げた場合、システムとしての操作性（設備の運転監視を含めて）が重要となる。システムの操作性の良否は浄水場の運転管理のみならず浄水場の運転効率の善し悪しにも影響を与える。すなわち、常に変化する原水水質に対して適切な操作が必要になる。システムの操作性が悪ければ、オペレータは状況の変化に応じた処置が取りにくい。その結果、余分な薬品を注入したり、必要な薬品量すら注入しなかったり、あるいは、せっかく浄水処理した水を川に放流するといった無駄を起こすことになる。操作性の悪さは事故の誘発にもつながる。これらの無駄および事故を極力少なくするために、本

基本設計では施設の操作性を考慮しながら設計することにした。

(3) 現地資材の有効利用

現地資材の有効利用は事業費を安く抑え、かつ披援助国への経済的波及効果も期待できる。現地資材を出来るだけ利用することは、施設の補修や修理等を行う場合、特に有利となる。以上の観点から、本基本設計では現地資材の有効利用を十分考慮した設計とすることにした。

(4) 既存施設の有効利用

チナイモ浄水場の施設や設備のなかには、老朽化が著しく、補修や取り替えを必要とするものが多くある。その他に、一定水質を保持する上で十分機能を発揮出来ない部分、さらには維持管理の簡素化の観点から既設構造物の一部を改造するのが望ましいものもある。これらの補修や改造を行う際の原則として、既存施設の有効利用に重点をおいた。老朽化した設備を新品に取り替えるかあるいは修理・補修をするかの判断は、既設の残存価値を十分に判断して決定することとした。また、修理・補修を行う場合、過去の修理実績から、今後必要となろう予備の部品を本基本設計に盛り込むこととした。

(5) 水処理システムの省エネルギー化

現在、チナイモ浄水場の着水井では河川からポンプで取水した原水の一部がオーバーフローし、何等有効に使われることなくもとの河川に放流されている。これは明らかにエネルギーの無駄使いである。エネルギーを無駄に使っていると考えられる箇所は他に多くあり、これらは浄水場の維持管理費を低減するという点からも直ちに改めるべきである。従って、本基本設計では省エネルギー化の観点に立って設計を進めることとした。

(6) 水処理システムの系統化

水処理施設はできるだけ系統化し、各系統はお互いに独立した運転が可能な施設とすることとした。この事により、例えば、各系統別に施設の保守・点検が可能となり、維持管理の面からも好ましい施設となる。

5.2 設計条件の検討

5.2.1 基本諸元

設計条件を設定するにあたって、本調査で明らかとなった計画の基本諸元をまとめる。なお、以下に掲げる基本諸元は、ヴィエンチャン市全水道を対象とするものである。この中にはチナイモ浄水場系、カオリオ浄水場系の2水道が含まれる。また、タドゥア地区送配水施設については、5.2.3において、設計条件として検討する。

	1992年	1995年	2000年
1) 行政区域内人口	467,000	518,000	619,000
2) 給水人口	190,000	242,000	433,000
3) 水道普及率	41%	47%	60%
4) 一日平均需要水量 (m ³ /日)	49,500	64,600	110,000
5) 一日最大需要水量 (m ³ /日)	59,400	77,500	132,000

5.2.2 チナイモ浄水場拡充・補修

(1) 浄水施設能力の拡充

本基本計画で拡充するチナイモ浄水場の新規施設の容量は40,000m³/日である。従って、既設容量も含めた総施設容量は80,000m³/日となる。拡充容量の妥当性については第4章4.2.1で検討している。

(2) 水処理方式

チナイモ浄水場はフロック形成池、薬品凝集沈澱池と急速濾過池からなる処理方式である。一般に受け入れられている方法であり、維持管理し易い施設である。この処理方式を根本的に変更することは、運転操作性・現在施設の有効利用の観点から不利である。本設計では、現行水処理方式の根本的変更は行わないが、水処理効率の改善、省エネルギーの観点から、既存施設の一部を変更する。ここで提案する変更箇所は急速攪拌池の攪拌方法（機械攪拌から導水管内の水流による攪拌）、フロック形成池の攪拌方法（機械攪拌から上下迂流式へ）および沈澱池流出方法（パ

イブから越流トラフへ)である。

(3) 使用薬品の種類とその設計注入量

現在、チナイモ浄水場で使用している薬品は (a) 固形硫酸バンド (凝集剤)、(b) ハイポクロライト (消毒剤)、および (c) 消石灰 (pH調整剤) である。これらの薬品のうち、固形硫酸バンドと消石灰はラオス国内で生産しており、質、量ともに安定して供給されている。ハイポクロライトは海外 (日本) から輸入したもの (有効塩素60%) を使用している。原水および処理水の水質、薬品の調達状況および安全性等から判断しても、これらの薬品は今後とも続けて使用することが妥当である。各薬品の設計注入率は過去の運転実績から次のように設定する。

- 固形硫酸バンド : 最高 160 ppm
- ハイポクロライト : 最高 2 ppm
- 消石灰 : 最高 10 ppm

(4) 送水量

ADBは、配水システムの補修を計画している。この計画によると、補修完了後は、各浄水場からの水は市内の高架水槽に一旦流入した後、それぞれの給水区域に配水されることになっている。浄水場と各高架水槽は送水管で結ばれる。送水管はその機能的な目的から、管路の途中からの配水は行なわない。このため、流量の時間的な変化は殆ど無く、僅かに季節的な変化が生じるものと考えられる。以上の条件を考慮して、浄水場からの送水量は日最大給水量を基礎にして80,000m³/日とした。この設計諸元は送水ポンプや浄水池の容量決定に用いられる。

(5) 浄水池容量

浄水池の容量は浄水施設能力80,000m³/日の1時間分の容量とする。既に前項(4)で述べたように、将来、浄水場からの送水は日最大給水量ベースであり、流量の時間的な変動をほぼ無視できる。従って、送水量の時間的な変動を調整するための容量は浄水池で考慮する必要はない。これとは別に、実際の浄水処理量は濾過池の洗浄や沈澱池の清掃作業のために多少変化する。推定される水量変動幅は約12%、変動継続時間は6時間程度である。この水量変動を調整し安定した送水を行うには浄水量80,000m³/日に対する約1時間分の容量 (3,300 m³)の浄水池で十分である。