
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 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

ラオス国の国家開発計画は現在第5次5ヵ年計画（2001年～2005年）を推進しているところである。また、2020年までの長期計画を策定しており、その中で上下水道等の社会インフラ整備に重点が置かれている。この国家開発計画を受け、上下水道社会インフラを担当している MCTPC は1997年9月に”Development Plan for Communication, Transport, Post and Construction, Year 1996 – 2020”を発表した。この中で、水道セクターの開発目標として、国の平均水道普及率を90%にすること、大都市では100%、小規模都市では80%を目標に掲げている。

さらに、1999年9月には首相令”Prime Ministerial Decision on Management and Development of Water Supply Sector (No.37)”が発せられ、都市部給水率を早急に80%まで引き上げるよう目標を掲げており、首都であるビエンチャン市が最も高い優先順位に位置づけられている。財政的な制約条件もあり、必ずしもこの開発目標通りには水道整備は進んでいる状況ではないが、水道セクターの開発計画の中で本プロジェクトの対象地域であるビエンチャン市の水道整備にもっとも重点が置かれている。

このような背景のもと、ラオス国側からの要請に応える形で、2003年3月から2004年2月まで JICA により社会開発調査「ラオス人民民主共和国ヴィエンチャン市上水道拡張整備計画調査」が実施された。同調査によれば、ビエンチャン市の水需要は既に既存浄水場（チナイモ浄水場：80,000m³/日、カオリオ浄水場：20,000m³/日、合計100,000m³/日）の浄水能力規模を超過しており、2007年には約40,000m³/日の供給不足が起きると想定された。この社会開発調査・F/Sの結果を受け、ラオス国政府が優先プロジェクトの実施を我が国無償資金協力プロジェクトとして要請してきたものである。

この中で本プロジェクトの目標は既存カオリオ浄水場をさらに40,000m³/日拡張し、これに伴って給水人口が増加し、さらに送配水システムを整備することにより、拡張水量の適正な配水、現在配水状況の特に悪い市北部地域の配水状況を改善するものであった。

本基本設計は予定通り、平成16年7月3日から8月6日まで現地調査を実施し、現地調査結果概要を JICA に提出し、基本設計方針会議を経て国内作業を実施した。ところが、国内解析実施中の同年9月、先の JICA 社会開発調査「ラオス人民民主共和国ヴィエンチャン市上水道拡張整備計画調査」（M/P 及び F/S）に含まれていなかった新たな浄水場建設計画（ドンマカイ浄水場建設計画（仮称））の実施についてラオス国より意思表示があった。

このドンマカイ浄水場建設はビエンチャン市北部に計画されており、もし、このドンマカイ浄水場が建設された場合、本件無償資金協力事業のスコープに何らかの影響が出ることが予想された。ラオス国側からの情

報では、本件無償資金協力のスコープに影響は無いとのことであったが、当時計画内容の詳細が得られていなかったために、影響の有無を判断することが困難であった。

そのため、ラオス国側のこのドンマカイ浄水場計画の内容、予算措置等を含めた具体的な実施可能性あるいは時期について調査を行うために、第二次現地調査が平成 17 年 2 月 22 日から 3 月 6 日まで実施された。ラオス国側より説明のあった新規ドンマカイ浄水場建設の計画内容を調査した結果、本件無償資金協力の給水区域（特に市北部地域）へも同浄水場からの浄水が給水されることが判った。当初本件無償資金協力事業のスコープは、先の社会開発調査の結果に基づき、この市北部地域への安定送水を達成すべく、チナイモ浄水場改良、Km6 増圧ポンプ場の改修にも重点が置かれていた。しかし、ドンマカイ浄水場計画により、同浄水場から市北部へ給水されることから、ドンマカイ計画の内容と整合性のとれた事業内容とするため本件無償資金協力の基本設計調査の見直しを行うことが必要となった。

そこで、基本設計調査において、市北部に位置するドンマカイ浄水場から新たに既存給水区域に約 12,000m³/日の水供給が発生することに伴い、管網解析を再度実施し、管路計画の見直しを行った。また、北部向け送水を確保するために当初計画されていた、Km6 増圧ポンプ場、チナイモ浄水場改良についても見直しを行い、上述のプロジェクト目標を達成し、且つ、ラオス国側計画であるドンマカイ浄水場建設計画と整合性を保った形でプロジェクト・スコープがまとめられた。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは上記目標を達成するために

- 浄水場能力を拡張するとともに、
- 老朽化した既存浄水場を改修し、設計浄水場能力を確保し、
- 既存浄水場を改良し、増圧ポンプ場を改修することにより送配水システムを整備し、
- 浄水場拡張、送配水システム整備に伴って必要となる送配水管を敷設する

ものである。これにより、先の社会開発調査で計画されたように、2007 年時点における水需要にほぼ見合った配水を行うことが可能となる。また、ラオス国側のドンマカイ浄水場建設計画の実施により、現況では配水状況が悪い市北部を含む、ピエンチャン市全体の配水状況が改善される。後述の管網解析の日最大水需要はドンマカイ浄水場からの 20,000m³/日（既存給水区域へは 12,000m³/日）を含め、既存浄水場能力（100,000m³/日）及びカオリオ浄水場拡張能力（40,000m³/日）の合計 160,000m³/日（ほぼ 2010 年の水需要に相当）で実施された。

上記見直しを行い、協力対象事業は以下のとおりとなった。

- カオリオ浄水場の拡張工事（40,000m³/日）
- 既設カオリオ浄水場の改修工事（20,000m³/日）
- 既設チナイモ浄水場の改良工事（送配水管分離工事、配水池 7,500m³、配水ポンプ場建設）

- 既設 Km6 増圧ポンプ場改修
- 送水管（約 0.72km）配水管（約 11.92km）の敷設（内送水管 約 0.34km、内配水管 約 2.35km は 1 号線計画と重複する部分）

これらの工事を実施し、これら施設に必要な機材を調達・設置するものである。

3-1-3 ラオス国側ドンマカイ浄水場建設計画

ラオス国側ドンマカイ浄水場建設計画の位置関係を図 3-1-1 に示す。同図に示すように、ドンマカイ浄水場はその水源をナムグム川からの既存灌漑施設の調整池としている。この灌漑システムの取水ポンプを 1 台追加し、浄水場水源必要量を既存灌漑水路で導水し、調整池から取水するものである。

ラオス国側によれば、浄水場の規模は 20,000m³/日としており、浄水場から送水管でドン Dock 配水池及びボントン高架水槽まで送水管路を敷設し送水する。また、浄水場から、北部タンゴン方面並びに市の北西部に開発が期待されている新規工業地区へ配水する計画となっている。これらの水量配分は概ね以下のとおりである。

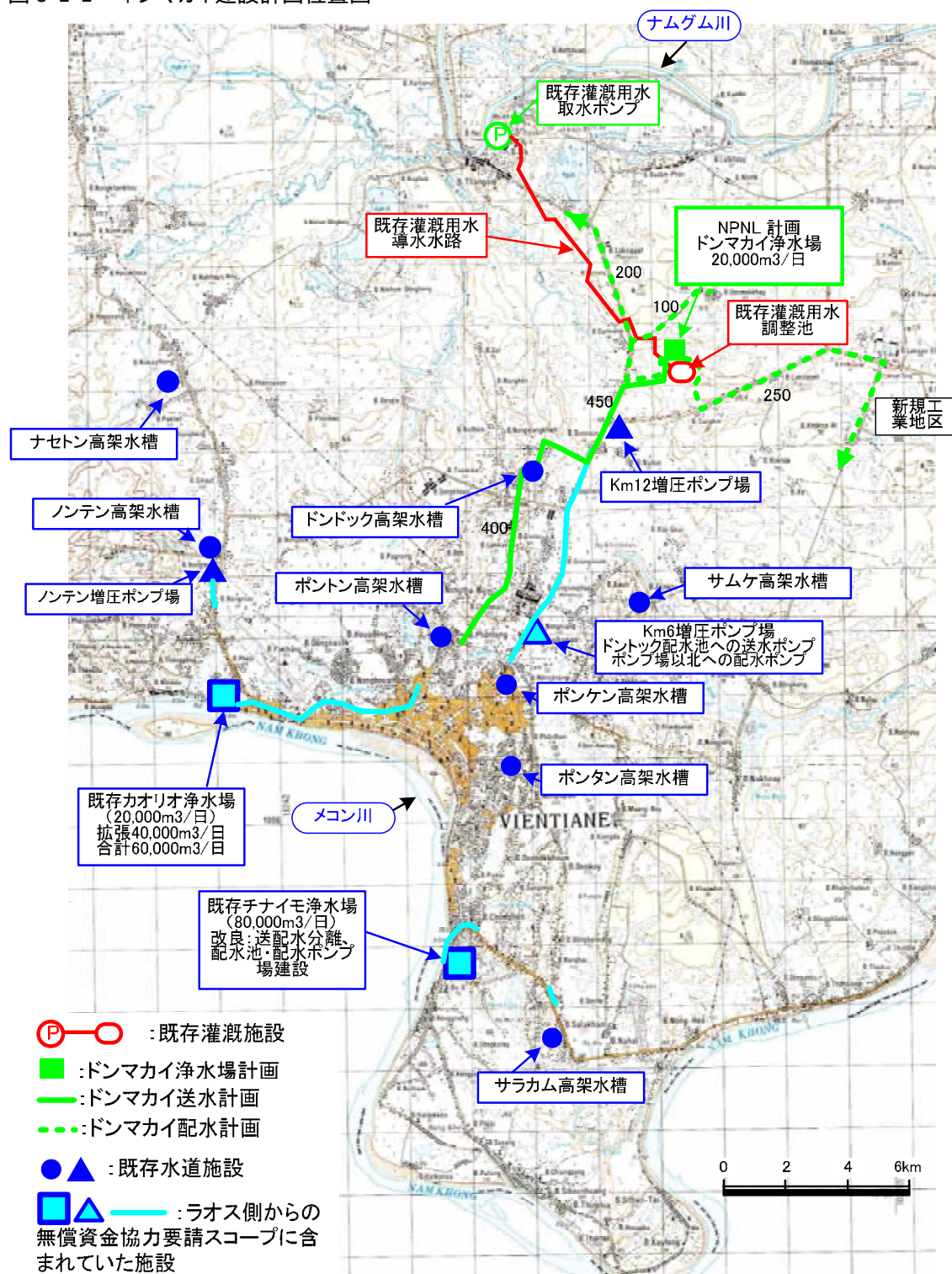
北部タンゴン及びその周辺部：	3,000 m ³ /日*
新規工業地区：	5,000 m ³ /日
既存給水区域：	12,000 m ³ /日
（ドン Dock、ボントン高架水槽経由）	

合 計： 20,000 m³/日

（注：* 2005 年 3 月 1 日付け討議議事録ではこの水量が 2,000m³/日となっているが、その後の精査の結果、当該地域での水需要は 3,600m³/日（2010 年）であり、既存タンゴン浄水場で 600m³/日が賄われることから、ドンマカイ浄水場からは 3,000m³/日とした）

上述の水量配分を含め、日本国側及びラオス国側との間で、ドンマカイ浄水場計画の経緯、本基本設計の内容をドンマカイ計画と整合性を維持するために見直すこと等について、2005 年 3 月 1 日、第二次現地調査の段階で MD に署名され、合意がなされている。

図 3-1-1 ドンマカイ建設計画位置図



3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

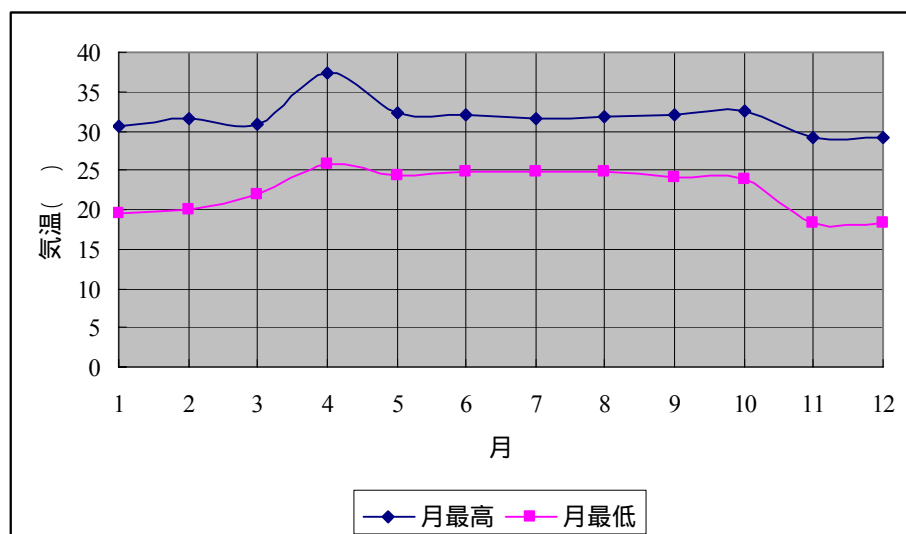
基本設計にあたって以下の事項を基本設計方針とする。

- 本案件は 2004 年 1 月に完了した先の社会開発調査「ヴィエンチャン市上水道拡張整備計画調査」の F/S の結果に基づいてラオス国側よりその事業実施が要請されたものであるが、当該社会開発調査完了時点から、上位計画との関係、社会経済状況等プロジェクトを取り巻く環境の変化の有無を確認した上で、基本設計を実施する。
- ビエンチャン市が直面している水不足を緩和するために、最適な浄水場拡張、改修を検討し、設計作業を行う。
- ラオス国側が強く実施を推進しているドンマカイ浄水場建設計画と整合性を保ちつつ、設計作業を行う。
- ラオス国側のドンマカイ浄水場計画の実施を前提とし、また、ドンマカイ浄水場からの送配水システムはラオス国側により整備されるものとして、設計作業を行う。
- ドンマカイ浄水場建設計画に係る配水管整備等で必要となる AFD との調整はラオス国側により行われるものとする。なお日本国側計画内容はラオス国側に伝達し、ラオス国を通して、AFD 側と情報交換を密に行う。

3-2-1-2 自然条件に対する方針

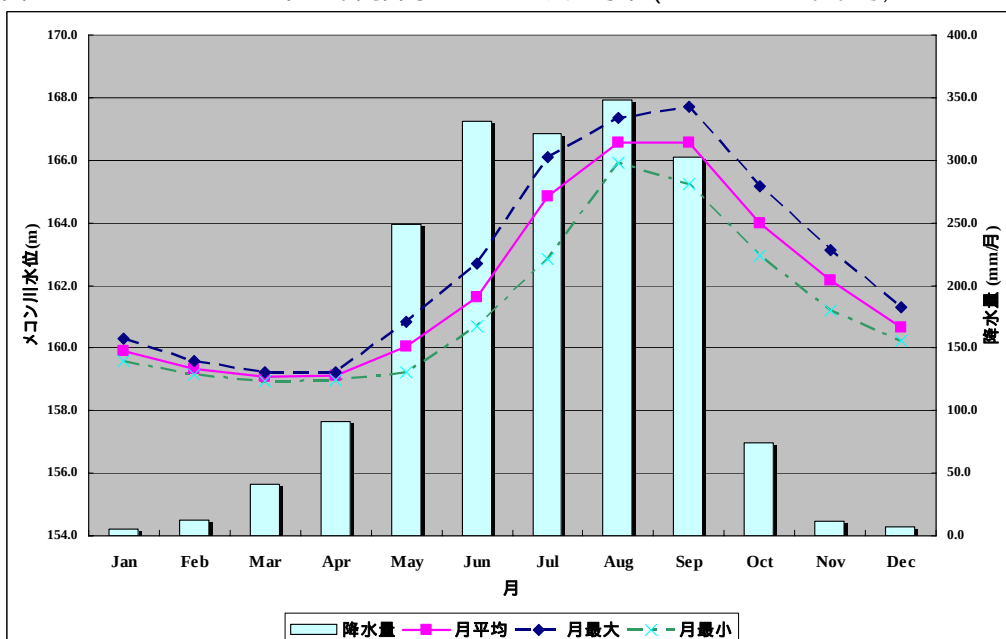
ラオス国の気象は熱帯モンスーン気候に属しており、雨期（5 月～10 月）と乾期（11 月～4 月）に明確に区分される。年間の降水量の内その 75%が雨期に集中している。ビエンチャン市における年間降水量は約 1,700mm となっており、8 月が最も多く 350mm にもなる。乾期における降水量は極端に少ない。図 3-2-1 に年間の気温、図 3-2-2 に年間降水量をメコン川の水位とともに示す。

図 3-2-1 ピエンチャン市の年間気温変動



出典：Statistical Yearbook 2001, NSC

図 3-2-2 ピエンチャン市の年間降水量とメコン川の水位(1991～2003 年平均)



出典：Internal Waterway Department

上図に示すように、メコン川の水位低下は12月から4月の間に見られ、本プロジェクトにおける河岸構造物（浄水場取水施設）工事はこの期間に行う必要がある。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

一般的にプロジェクト実施に対して社会経済条件が制約となる項目は無いと考えられるが、管路敷設の現場の多くの部分が市の幹線道路であり、交通量も多く、商店・民家が立ち並んでいる。よって、これら交通や

市民生活を極力管路敷設工事によって阻害することのないような配慮が必要となる。例えば、管路には付帯構造物として、管屈曲部に管防護（コンクリートブロック）の設置をする必要がある（管屈曲部には水圧により、管継ぎ手部分に管が抜け出す方向で力が働くため、その力を受け止め、管の離脱を防止するための防護）が、コンクリートによる管防護工では、管路敷設後の埋め戻しまでに数日を要することになる。この間、管敷設現場の商店・民家ではその出入りが制約を受けることが考えられ、交通渋滞の懸念もある。よって、このような箇所においては、コンクリートブロックではなく、管離脱防止機能を備えた管継ぎ手の使用を検討する。

3-2-1-4 現地業者の活用に係る方針

ラオス国では日本を始めさまざまな援助機関によりインフラ整備工事が行われている。これらの工事には現地コントラクターが下請け業者として活用されており、現地コントラクターの能力としては本事業にも活用できる範囲にあると言える。また、我が国無償資金協力によりピエンチャン市チナイモ浄水場（1998 年完工）及びサバナケット市・ナケ浄水場改修工事（2003 年完工）も実施されており、浄水施設建設では重要となる水密構造物の建設も、日本のコントラクターの監督のもと、施工された実績もある。よって、本事業においても現地業者の活用を考慮して基本設計を行う。

3-2-1-5 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

カオリオ浄水場においては、機械・機器類の老朽化により運転に支障を来している部分もあるが、カオリオ浄水場およびチナイモ浄水場においては、適切に維持管理が行われ、浄水水質も WHO 飲料水ガイドラインを満足するものとなっている。よって、現時点の両浄水場におけるシステムのレベルと同程度であれば、新規浄水施設についても、当初運転開始時点において、適切な運転・維持管理指導が行われれば、維持管理上の問題が起こる可能性は無いと思われる。したがって、この維持管理能力を踏まえて、ラオス側の技術力・維持管理能力により十分対応できる施設・機材計画を策定することに注意する。

3-2-1-6 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

上述の維持管理能力に見合った施設設計を行うこととする。浄水場システムは極力機械設備を少なくし、自然流下を基本とした省エネルギーで効果の高い方式を採用する。また、運転制御に関しては、コンピュータを多用した自動運転ではなく、現場でオペレータがスイッチを ON/OFF する方式とし、浄水場全体システムのブラックボックス化を回避する設計とする。

3-2-1-7 工法/調達方法、工期に係る基本方針

本案件では特殊工法を採用しなければならないような工事は無い。但し、上述したとおりカオリオ浄水場取水施設の工事に関しては自然条件であるメコン川の水位が大きく影響を受けるので、工事の実施タイミングに留意した工程計画とする。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 将来水需要

将来水需要予測の基本となる人口増加動向はラオス国側から近年急激に人口が増加しているとの情報があったが、国家統計局（National Statistics Center, NSC）からのデータによれば、2003 年のビエンチャン市の人口は 637,041 人である。² 一方、2004 年 1 月の社会開発調査では、2003 年のビエンチャン市人口を 651,850 人と推定しており、社会開発調査とほぼ同じ結果（2%程度の相違）となっている。

ビエンチャン市には 9 つのディストリクトがあり、この中で 7 つのディストリクトが給水区域に全部あるいは一部含まれている。これら 7 つのディストリクトの人口を上記同様 NSC からの 2003 年人口データ及び社会開発調査時点で推定した値と比較し、表 3-2-1 に示す。

表 3-2-1 ビエンチャン市 7 ディストリクト人口比較(2003 年)

ディストリクト		社会開発調査推定値	NSC からのデータ
1	Chanthabuli	68,225	64713
2	Sikhottabong	86,033	93561
3	Saysettha	90,572	87651
4	Sisattanak	62,600	62842
5	Naxaithong	58,021	54978
6	Xaythany	135,305	134139
7	Hadxaihong	80,448	73233
合計		581,204	571,117

将来水需要予測のもう一つの重要な指標として、給水栓数の増加数がある。社会開発調査時点での 2003 年の給水栓数の推定値は、45,770 栓であり、NPVC による 2003 年の実績値は、46,314 栓であり、ほぼ同じレベルであると言える。

この様に人口増加、給水栓の増加傾向について、社会開発調査時点から大きなトレンドの変化はなく、社会開発調査で実施された将来水需要予測を変更しなければならないような状況の変化は認められなかった。よって、当該社会開発調査で行われた将来水需要予測結果を本基本設計調査に適用することとする。

将来人口、給水普及率、原単位、無収率、水需要は表 3-2-2 に示すとおりである。

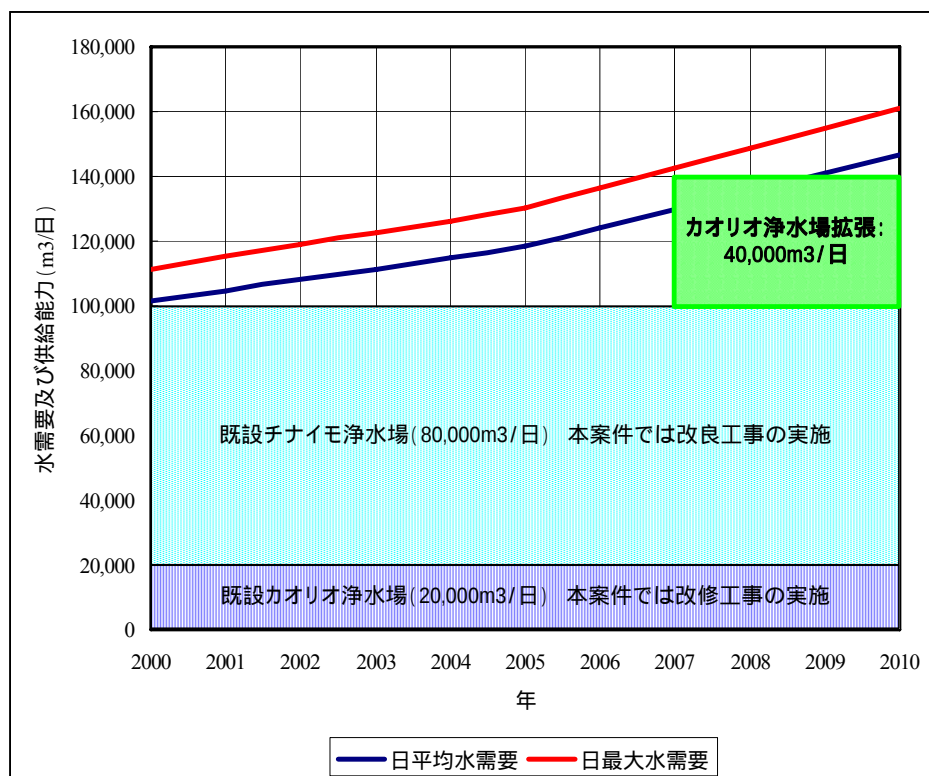
² ラオス国の人口国勢調査は 10 年毎に実施されており、最近のものは 1995 年で次回は 2005 年となっている。よって、この NSC からの 2003 年の人口データは NSC による推定値である。

表 3-2-2 将来水需要

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ピエンチャン市総人口(人)	651,850	669,467	687,084	707,300	727,516	747,732	767,949	788,165
給水人口(人)	251,549	263,558	275,567	294,508	313,448	332,388	351,329	370,269
市全体給水普及率(%)	38.5%	39.3%	40.1%	41.5%	42.9%	44.2%	45.6%	47.0%
給水区域内人口(人)	347,235	363,789	380,342	404,221	428,100	451,979	475,858	499,737
給水区域内給水普及率(%)	72.4%	72.4%	72.5%	72.8%	73.1%	73.4%	73.8%	74.1%
家庭用給水栓(栓)	39,928	41,835	43,741	46,747	49,754	52,760	55,766	58,773
非家庭用給水栓(栓)	5,842	6,091	6,340	6,650	6,959	7,269	7,579	7,889
給水栓総数(栓)	45,770	47,925	50,081	53,397	56,713	60,029	63,345	66,662
原単位(リッター/人/日)	172.8	172.4	172.0	171.6	171.2	170.8	170.4	170.0
家庭用水水需要(m3/日)	43,439	45,418	47,398	50,507	53,617	56,726	59,836	62,946
非家庭用水水需要(m3/日)	34,812	36,296	37,780	39,626	41,472	43,319	45,165	47,011
総水需要(m3/日)	78,251	81,714	85,177	90,133	95,089	100,045	105,001	109,957
無収率(%)	30.0%	29.0%	28.0%	27.4%	26.8%	26.2%	25.6%	25.0%
日平均水需要(m3/日)	111,496	114,899	118,302	123,963	129,625	135,286	140,948	146,609
日最大水需要(m3/日)	122,645	126,389	130,132	136,360	142,587	148,815	155,043	161,270

上表に示すように、2007 年時点における日最大水需要は約 140,000m³/日であり、既設浄水場の規模(カオリオ浄水場 20,000m³/日、チナイモ浄水場 80,000m³/日、合計 100,000m³/日)では、約 40,000m³/日の浄水能力が不足することになる。このため、既設カオリオ浄水場をさらに 40,000m³/日拡張し、目標年度 2007 年の日最大水需要をほぼ満足させることが、先の社会開発調査 F/S の結果でもあり、これがラオス国側からも要請されている。社会開発調査時点に想定された将来水需要と、既設浄水場規模、さらにカオリオ浄水場拡張規模の関係を図 3-2-1 に示す。同図に示すように 2004 年に既に水需要は供給能力を超えている。2004 年からのプロジェクト実施期間を考慮すると、最速で事業の完工は 2007 年度であった。

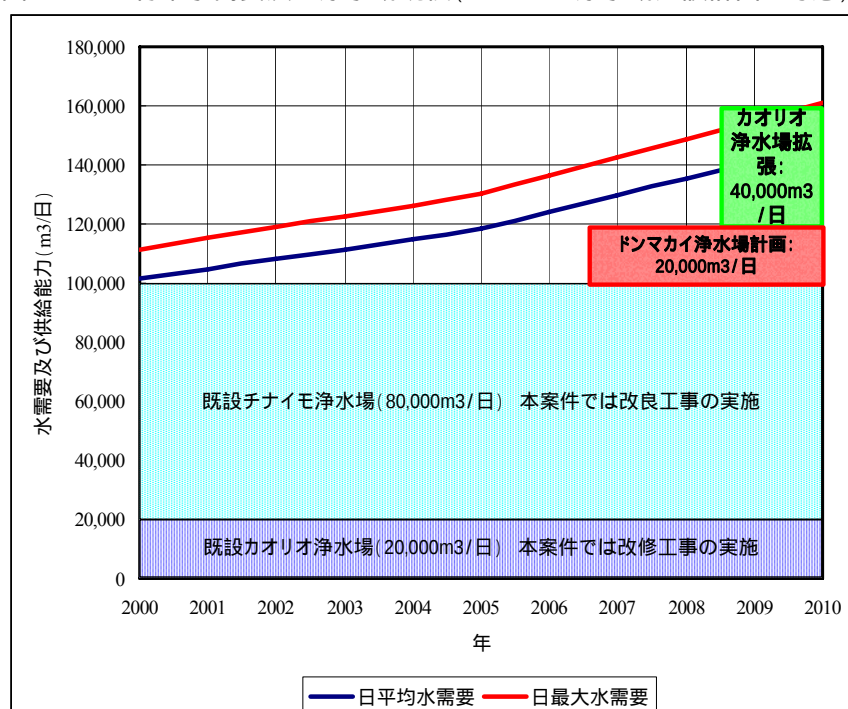
図 3-2-3 将来水需要及び浄水場規模(社会開発調査時点での計画)



ところが、第 1 章で述べたとおり、ラオス国側によりドンマカイ浄水場建設計画が策定され、ラオス国側がその実施を強く推進している状況に鑑み、上記の将来水需要と浄水場規模の関係は図 3-2-4 に示す通り見直された。

ドンマカイ浄水場の完工時期は未だ不確定な要素があるが、2006 年末に完工するものとしている。また、本無償資金協力プロジェクトの完工は、ドンマカイ建設計画の調査等に時間を要したため、当初計画より約 1 年遅れ、2008 年度末としている。

図 3-2-4 将来水需要及び浄水場規模(ドンマカイ浄水場建設計画を考慮)



上図に示すように、ラオス国側によるドンマカイ浄水場が建設され、当初 2007 年を目標としたカオリオ浄水場が 40,000m³/日拡張されると、総供給量は概ね 2010 年の日最大水需要を賄える規模となる。

3-2-2-2 基本設計諸元

(1) 計画水量

社会開発調査同様に、計画取水量及び計画浄水量は、浄水過程で必要な作業用水（沈澱池の排泥、ろ過池洗浄排水等）各施設での清掃用水、場内給水、場内清掃用水等の損失水量として計画一日最大給水量の 10%を見込み、下記のとおりとする。

	計画取水量	計画浄水量
・ カオリオ浄水場拡張	44,000m³/日	40,000m³/日
・ カオリオ浄水場改修	22,000m³/日	20,000m³/日
・ チナイモ浄水場改良	88,000m³/日	80,000m³/日

(2) 設計水位

メコン川の水位観測所記録からカオリオ浄水場の設計水位を検討した結果、下記のとおりとする。

	高水位	低水位
カオリオ浄水場拡張	+172.20	+159.00
カオリオ浄水場改修	+172.20	+159.00

(3) 構造計算

構造計算を行うにあたって必要となる設計基準強度はラオス国では設定されていないため、日本の設計基準を適用する。したがって構造計算で用いる荷重、外力、材料の許容応力度、コンクリート及び地盤に関する基準は日本水道協会、土木学会及び日本道路協会等において定められた各種構造物に該当する設計基準、指針を用いるものとする。

(4) 管網計算条件

管網計算は社会開発調査と同様にソフトウェアである WaterCAD を用い、下記の条件で行った。

- ・ 需要水量 : 160,000m³/日 (2010 年の需要に相当)
- ・ 管水路の流量公式 : ヘーゼン・ウィリアムズ公式
- ・ 流速係数 (C) : 110

管網計算結果については、「3-2-2-7 送配水管整備」の項で述べることとする。なお、カオリオ浄水場拡張・改修、チナイモ浄水場改良及び Km6 増圧ポンプ場改修で必要となるポンプ仕様についても管網計算結果を用いて設計を行った。

3-2-2-3 カオリオ浄水場拡張

ビエンチャン市の水需要は既に既存浄水場 (チナイモ浄水場: 80,000m³/日、カオリオ浄水場: 20,000m³/日、合計 100,000m³/日) の浄水能力規模を超過しており、2007 年には約 40,000m³/日の供給不足が起きると想定される。このような状況のもと、ラオス国側はできるだけ、漏水を削減し、無駄水の低減に努め、漏水防止課による漏水調査・修理、節水キャンペーンの推進を行うことにより、できるだけ限られた水道供給源を有効に利用するよう努力を重ねている。

しかし、漏水あるいは無駄水の低減にはある程度の時間がかかり、一気に水不足を解消するという効果の発現は早急に期待できない。よって、2004 年 1 月の社会開発調査で提案された優先プロジェクト、すなわち本案件のラオス国側からの要請プロジェクトの実施は非常に緊急性が高いと判断される。2007 年の日最大水需要を満足するためには、施設能力の増強は 40,000 m³/日必要となり、その建設場所としては既設カオリオ浄水場を拡張することとする。この拡張工事完成後には、カオリオ浄水場は、既設の施設能力 20,000 m³/日と併せ合計 60,000 m³/日の浄水場となる。

但し、ラオス国側によるドンマカイ浄水場 (20,000m³/日) が建設され、本案件によりカオリオ浄水場が

40,000m³/日拡張されたとしても、総供給規模は 2010 年の日最大水需要を満たす規模のものであり、2010 年以降は継続してラオス国側による漏水防止、節水に関わる施策の実施が不可欠である。

(1) 拡張施設計画

1) 拡張施設計画に対する基本的考え方

今回の拡張施設計画における基本的考え方を以下に示す。

- 既設チナイモ及びカオリオ両浄水場の運転・維持管理の実績を基に計画することとする。
- 機械設備をできるだけ使わず効果が期待でき、かつ省エネルギー化になるよう考慮する。
- 建設費・運転・維持管理費ができるだけ安くなり、かつ運転・維持管理がし易い施設・設備とする。
- 限られた拡張用地内に効率的・効果的に配置できるよう考慮する。
- 既設の施設・設備・システムで利用できるものはできるだけ利用する。
- 浄水場内の整地地盤高は、過去の洪水時に冠水した経験を踏まえメコン川の HWL+172.20m と同様とし、河川側には天端高+173.00m の小堤防を設ける。

2) 配置計画

カオリオ浄水場の拡張施設は、既設浄水場施設西側の用地に建設し、その施設内容は取水施設、浄水施設、配水施設、薬品注入設備、電気・計装設備、管理棟、場内配管施設、場内整備等からなり、これら施設の配置計画を図 3-2-5 に示す。

本計画において、配置計画に留意した事項は以下の通りである。

- 運転・維持管理面で重要な役割を担う管理棟（管理室、水質試験室、薬注設備室）は、既設浄水施設を含めた敷地の中心部にくるよう配置した。
- 取水施設は、浄水場用地内で川岸の比較的直線部で、既設取水塔から離れた場所を選定した。
- 配水施設（配水池、配水ポンプ室）は、既設と関連し、有機的な運転ができるよう既設配水施設に近く、かつ浄水場正面の主要道路に近い位置に選定した。
- 浄水施設の水流方向は、運転・維持管理面で頻度の高いろ過池が管理棟の近くに来るよう東から西に流れるよう配置した。
- ろ過池空気洗浄用エアブロー設備は、空気配管上の観点から設置位置を高くする必要があること、また、運転時の騒音が非常に大きいことから管理棟隣の配水ポンプ室内ではなく、ろ過池の近くに配置した。
- ポリマー注入設備は、使用するアニオン系ポリマーは粘性が高く管損失が大きいので、管理棟内の薬品注入設備室ではなく、注入点に近い混和池付近に配置した。

(2) 浄水処理システム

浄水施設における浄水処理システムの設計では、できる限り少ないエネルギーで性能を十分発揮することが

求められ、浄水処理システム全体として効率的なシステム設計をすることが重要となる。浄水施設は、濁度、有機物や細菌類等の不純物を水中から取り除くために、複数の単位プロセスを組み合わせ浄水処理システムとして構築される。

本計画の検討条件として、原水水質、処理目標水質、浄水量規模、運転・維持管理レベルを把握し、原水水質の除去対象成分に対応できる水質対応技術を検討した結果、世界中で広く採用され、かつ既設チナイモ浄水場（施設能力：80,000m³/日）及びカオリオ浄水場（施設能力：20,000m³/日）でも採用されている、凝集沈澱・急速ろ過方式を採用する。また、使用薬品については、既設の両浄水場で採用している硫酸アルミニウム、アニオン系ポリマー、次亜塩素酸カルシウムとする。

浄水処理システムを図 3-2-6 に示す。

図 3-2-5 カオリオ浄水場拡張施設設計画平面図

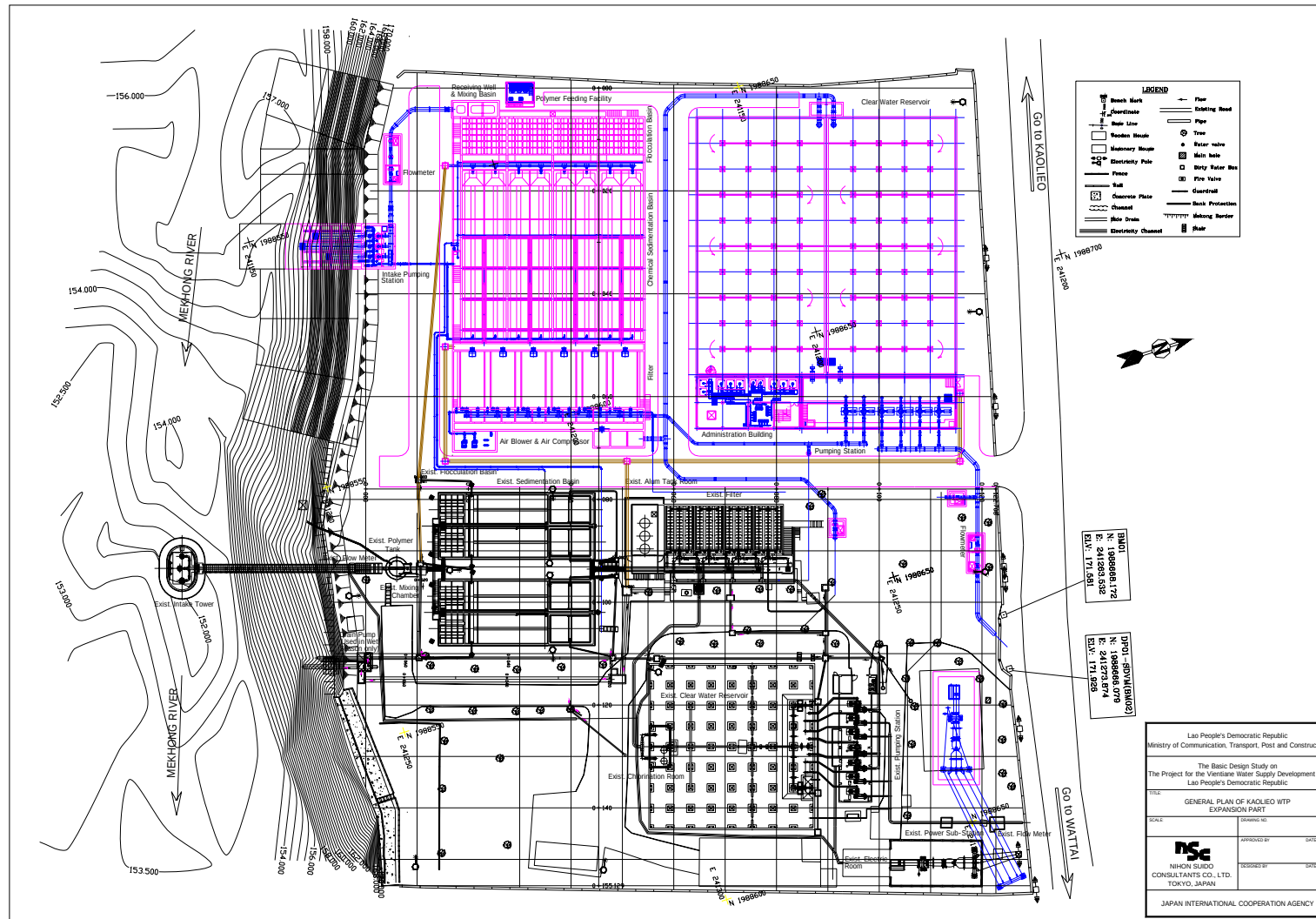
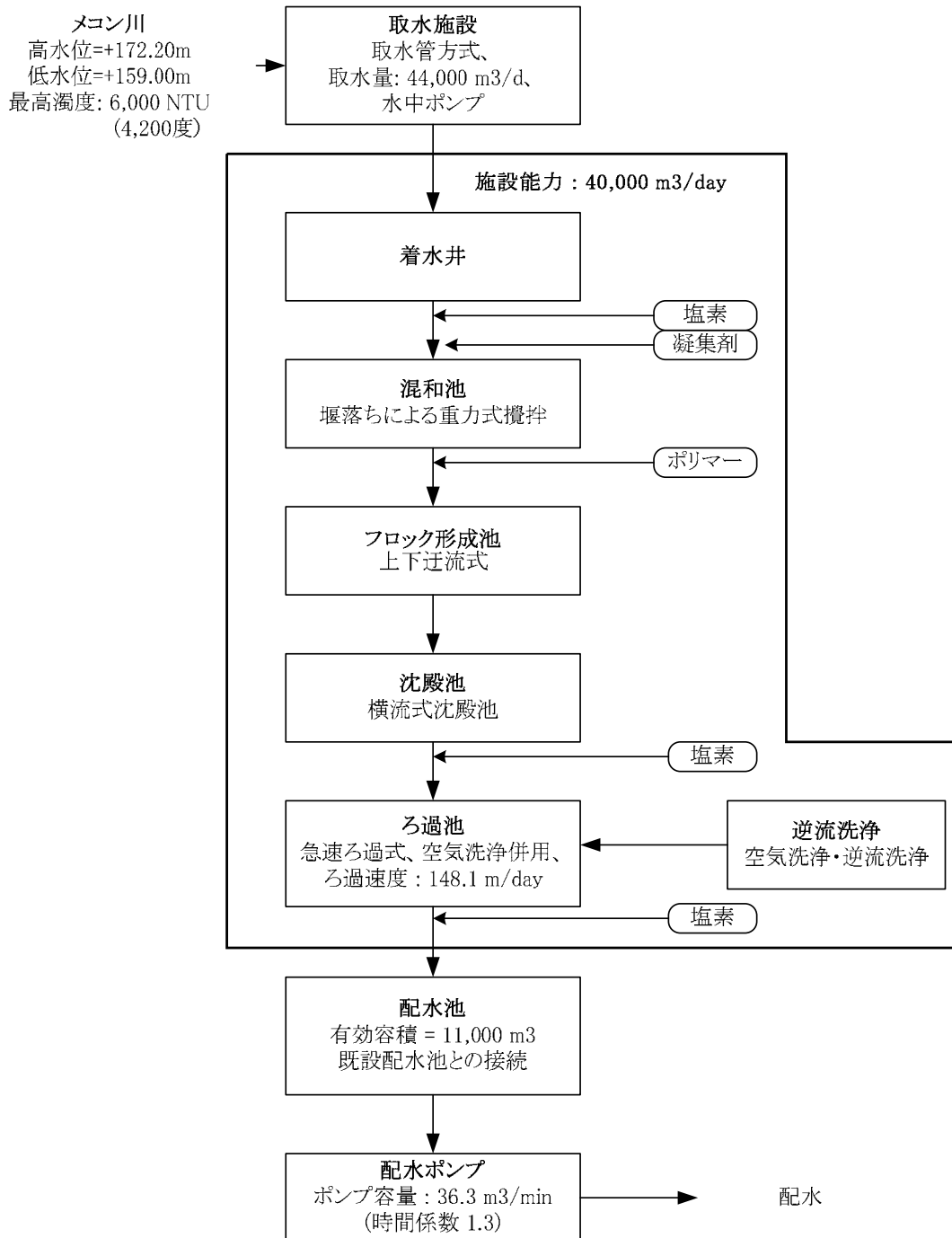


図 3-2-6 カオリオ浄水場拡張施設浄水処理システム



(3) 取水施設

1) 取水施設構造物

取水施設構造物の選定には、以下の3方式を比較検討対象とし、その概略図を下表に示す。

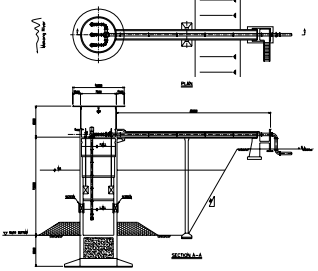
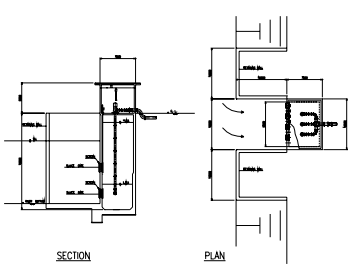
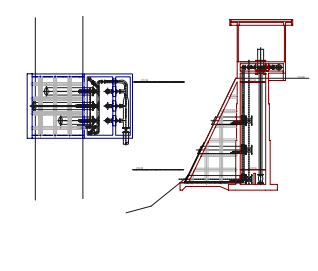
取水塔方式(カオリオ方式)

取水ゲート方式(チナイモ方式)

取水パイプ方式

各方式を比較検討した結果、下記の理由から取水パイプ方式を採用する。

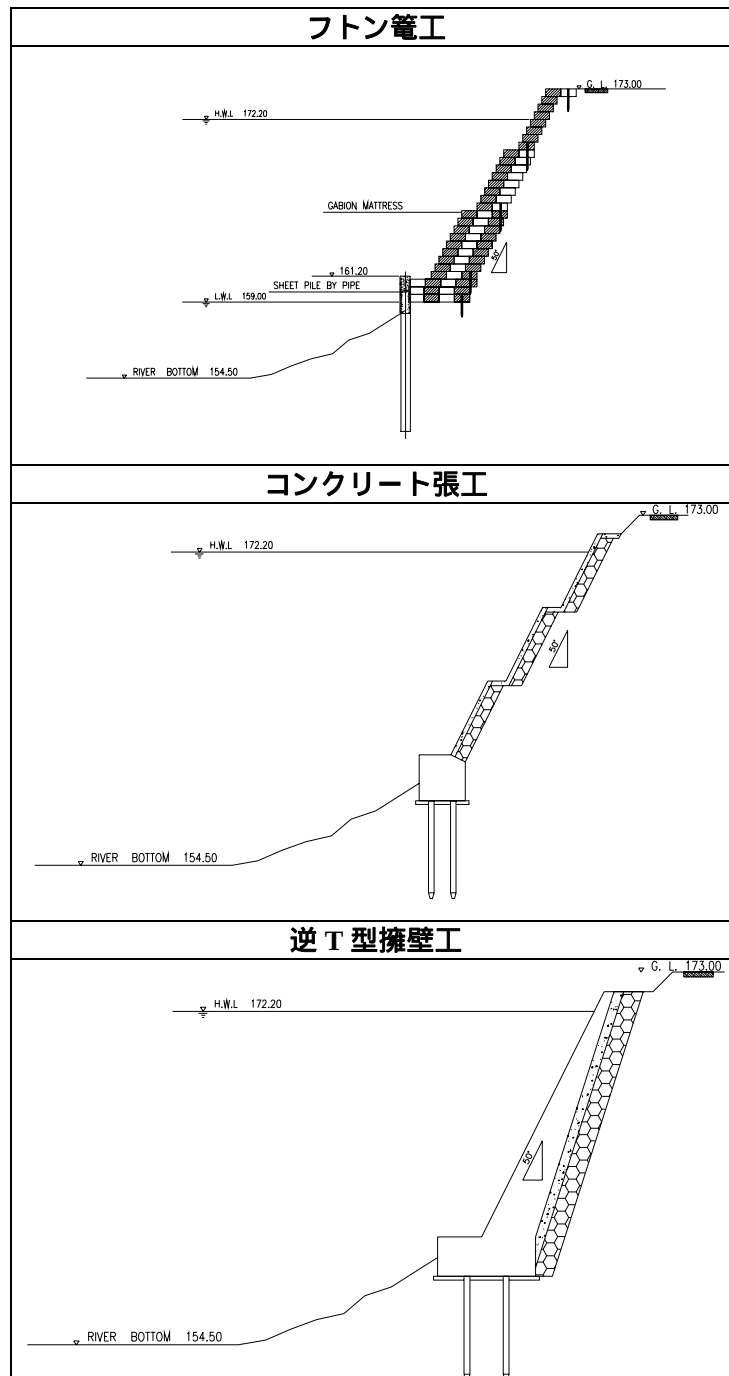
- 河川水位の変動に応じた選択取水ができ、良質の原水が、渇水期でも所定量取水できる。
- 他の2方式に比べ河川内或いは河川法面に突起物がないので、上下流の河川構造物に影響を与えない。
- 取水ポンプの水流(流量及び圧力)を利用して排水する設備を取水管内及びポンプ井内に設置することで、取水管内及び取水ポンプ井内の堆積物は排除できる。
- 取水施設・設備の維持補修のためのアクセスが容易である。
- 建設費が他方式に比べ比較的安い。

取水塔方式 (カオリオ方式)	取水ゲート方式 (チナイモ方式)	取水パイプ方式
		

2) 護岸工

護岸工は、堤防や河岸を流水等による洗掘や法崩れから防ぐために設計される工作物で、法覆工、基礎工(法留工)及び根固工よりなる。また、護岸の破壊は、基礎の洗掘によって発生することが最も多いので、基礎工、根固工の設置は特に重要である。

<法覆工>としての比較対象工法としては、下表に示すフトン竈工、コンクリート張工及び逆T型擁壁工とし、本計画としては、ラオス側で維持・補修ができ、経済性、施工性、粗度、ラオスでの実績等に優れているフトン竈工とする。



<基礎工>は、本計画の場合、設置場所の水深が大きく、また土質状況等から水替えが非常に困難なことから、基礎工に杭(パイプ杭)を用い、頭部を鉄筋コンクリートにて巻き立て法覆工の滑動・崩壊を防止する。杭の天端高は、設計 LWL より高い適切な位置までとする。

<根固工>としての比較対象工法としては、捨石工と粗朶沈床工とし、両者を比較検討した。粗朶沈床工法は、メコン川において、(社)国際建設技術協会(国建協)が1999年度から2001年度までに試験施工を行い、これに引き続いて JICA「メコン河河岸浸食対策計画調査」が2001年から実施され、そのパイロットプロジェクトで粗朶沈床の工事が実施された。その後、現状では粗朶沈床に問題は発生しておらず、さらにラオス国

独自による粗朶沈床を用いた河岸侵食対策プロジェクトを技術協力プロジェクトとして JICA は 2005 年より支援を開始している状況である。これらの状況に鑑み、本件においても、既に現地で施工実績があり、その効果においても現状では問題が発生していないことから、粗朶沈床工法を根固め工法として採用する。

(4) 浄水施設

1) 混和池の選定

凝集を十分に効果的に行うには、添加した凝集剤を急速、かつ均一に原水中に混和させる必要がある。混和は、外部から与えるエネルギーによる方式か、水流自体のエネルギーによって、水流中に乱流や渦流を生じさせて行う方式がある。

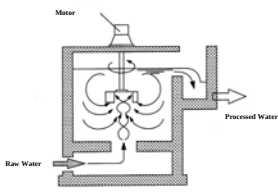
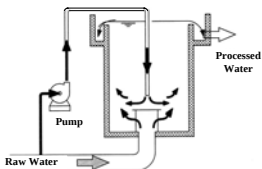
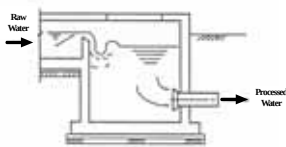
本計画では、以下の三つの方式を比較検討する。概略図については下表に示す。

機械攪拌方式

拡散ポンプ方式

水流エネルギー利用方式

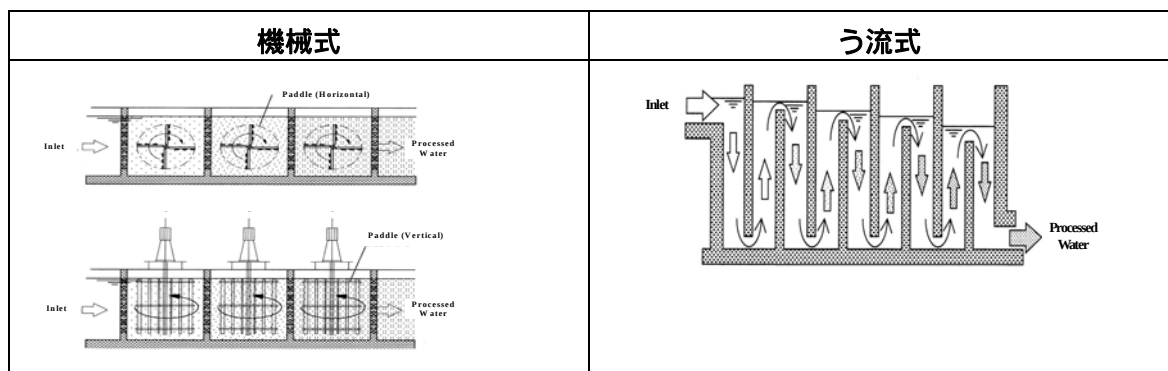
各方式を比較検討した結果、機械的作動部がないため建設費、運転費及び維持管理費がもっとも安く、既設チナイモ浄水場でも採用されている「水流エネルギー利用方式」を採用する。

機械攪拌方式	拡散ポンプ方式	水流エネルギー利用方式
		

2) フロック形成池の選定

フロックの形成は、混和後直ちに行い、かつ形成されたフロックの過剰流動による破壊、途中での沈澱防止のため、設置場所は、混和池と沈殿池の間とし、それらと一体構造とすることが望ましい。フロック成長に必要なエネルギーを与えるため、攪拌装置を設置する必要がある。攪拌装置には、下に示すように機械式と流水路に阻流板を設けたう流式とがある。

両方式を比較検討した結果、機械的作動部がないため建設費、運転費及び維持管理費がもっとも安く、既設カオリオ浄水場及びチナイモ浄水場にも採用されている「う流式」を採用する。



3) 沈澱池の選定

沈澱池は、懸濁物質やフロックの大部分を重力沈降作用によって除去し、後続のろ過池にかかる負担を軽減するために設ける。

沈澱機能とは、流入してきた濁質をいかに効果的に沈澱除去させるかという働きであり、その指標として沈澱効率（E）があり、以下のような式となる。

$$E = v_0 / (Q / A)$$

ここで、A：沈澱池の沈降面積

Q：沈澱池に流入する流量

v_0 ：フロックの沈降速度

Q / A ：表面負荷率

従って、除去率を向上させるためには、以下の三通りの方法が考えられる。

- 池の沈降面積を大きくする。
- フロックの沈降速度を大きくする。
- 流量を小さくする。

上記の方法により沈澱池を分類すると、下表ようになる。

横流式沈澱池	単層式		流量を小さくする方法
	単層式：中間取り出し式		
	多階層式	2 階層	沈降面積を大きくする方法
		3 階層	
	傾斜板式・傾斜管式	水平流	
上向流			
高速凝集沈澱池	スラリー循環形		フロックの沈降速度を大きくする方法
	スラッジ・ブランケット形		
	複合形		

これらの各沈澱方式のうち、中間取り出し式沈澱池は、流量を小さくする方法に基づく沈澱池である。この方式は、一般的な単層式横流沈澱池より池が小さくてすみ建設費の節減が期待できる。また、沈澱池として大切な働きである緩衝機能（沈澱池へ流入する濁質量の変動を吸収し、ろ過池への負担のかかり方を一定近

くにする働き。)が優れているため本計画に採用する。なお、この方式は既設チナイモ浄水場にも採用されている。

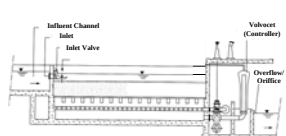
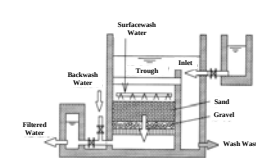
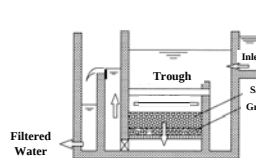
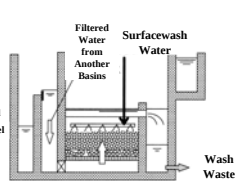
4) 急速ろ過池の選定

急速ろ過池は、浄水処理工程において除濁の最終段階として位置づけられる。本計画では、急速ろ過池の方式として広く用いられている以下の四つの方式を比較検討する。それらの概略図については下表に示す。

- 空気洗浄方式(チナイモ方式)
- 標準方式(カオリオ方式)
- 自己洗浄形方式(バルブ)
- 自己洗浄形方式(サイフォン)

各方式を比較検討した結果、以下の理由から既設チナイモ浄水場の急速ろ過池で実績のある空気洗浄方式を採用する。

- 建設費及び維持管理費が安い。
- 通常運転時の操作点数が少ないこと。
- 流量制御システムが容易で高度の運転技術者を必要としないこと。
- 洗浄排水量が他の方式に比べて少ないこと。
- チナイモ浄水場で実績があるので運転開始までに十分習熟できること。

空気洗浄方式(チナイモ方式)	標準方式(カオリオ方式)	自己洗浄形方式(バルブ)	自己洗浄形方式(サイフォン)
			

(5) その他各施設計画の主要事項

1) 取水・導水施設

- 取水ポンプ井内及び取水パイプ内に原水中の懸濁物質の堆積・圧密防止のため、取水ポンプの水流(流量及び圧力)を利用した排水設備を設置する。
- 取水ポンプは、既設チナイモ浄水場で使用している水中ポンプとする。
- 原水流量計は、超音波流量計とする。
- 原水流量制御弁は、クシ歯弁体形バタフライ弁とし2基設置する。

2) 浄水施設

- 原水流量計が故障したときのために、着水井・混和池の越流水深で概略の原水量が測定できるようにゲージを設置する。
- フロック形成池の阻流壁に清掃用鋼製ゲートを設置し、沈澱池側に排泥できるようにする。
- フロック形成池及び沈澱池清掃時の洗浄用圧力水として原水を利用する方法とする。
- 沈澱池清掃時の排泥を促進させるため、取水ポンプの水流(流量及び圧力)を利用した排泥促進設備を設置する。

3) 配水設備

- 配水ポンプの吸い込み管にフート弁を設置することとし、システムが複雑な真空ポンプ設備は設置しない。

4) 電気・計装設備

- 既設受変電設備は使用可能と判断されたので拡張用容量のみの設備を設置する。
- ラオス側で近い将来 2 回線受電が計画されているので、非常用自家発電設備は設置しない。
- CRT 及び監視装置は設置しない。

5) 場内配管・場内整備

- 沈澱池の排泥、ろ過池の洗浄配水は、既設の排水桝に接続することで既設排水システムを利用する。
- 排水・排泥は、既設の最終排水桝を経由して既設取水塔の下流に放流する。
- 浄水場全体の雨水排水は、側溝によりメコン川に自然流下で排水する。

(6) カオリオ浄水場拡張内容

カオリオ浄水場拡張の基本設計の結果、拡張に必要な施設・設備内容は表 3-2-3 に示すとおりである。

表 3-2-3 カオリオ浄水場拡張内容・諸元

カオリオ浄水場拡張計画

施設名称	施設・設備名称	拡張計画内容
取水施設	取水構造物	取水パイプ方式、RC 造り、ポンプ室床：グレーチング 形状寸法：ポンプ井-幅 8.0m×長 3.5m×深 15.5m ポンプ室-幅 8.0m×長 6.0m (面積=48.0m ²)
	護岸施設	法面工：フトン竈工 基礎工：パイプ杭 根固工：粗朶沈床工
	取水ポンプ設備	水中ポンプ：15.3 m ³ /min×19.5m×75kW×3 台 (内 1 台は予備) 逆止弁：φ 350mm×3 台 吐出弁：φ 350mm 短面間型電動式バタフライ弁(横型) ×3 台
	取水管及び止水弁	流入管：φ 1,000mm ×3 本 スクリーン：固定式バースクリーン 3 基 止水弁：φ 1,000mm 短面間型手動式バタフライ弁 (立型) ×3 台(手動式開閉台付)
	土砂堆積防止設備	φ 300mm 仕切弁×7 台(手動開閉機付) φ 300mm 攪拌管×3 本

施設名称	施設・設備名称	拡張計画内容
原水導水施設		φ150mm スリット付排出管×1本
	クレーン設備	5ton 電動式チェーンホイスト(横行走行、巻上、電動式)
	原水導水管	ダクタイル鋳鉄管 φ700mm×長15m ダクタイル鋳鉄管 φ500mm×長15m
	原水流量計及び流量制御弁	原水流量計室及び流量制御弁室 流量制御弁：φ500mm くし歯弁体形バタフライ弁(横型)×2台(内電動式×1台、手動式×1台)
着水井・混和池施設	着水井	RC造り、1池、滞留時間=2.3分 形状寸法：幅2.8m×長5.6m×深5.1m×有効水深4.5m
	混和池	混和方式：水流エネルギー利用方式 - 堰落型(重力式) RC造り、1池、滞留時間=1.0分 形状寸法：幅2.8m×長2.8m×深5.1m×有効水深3.84m
フロック形成池・沈澱池施設	フロック形成池	緩速攪拌方式：上下う流式 RC造り、4池、滞留時間=23.7分(流出帯を除く) 形状寸法：幅8.55m×長10.15m×平均深3.7m×平均有効水深3.05m
	沈澱池	沈澱方式：横流式-中間取り出し式、RC造り、4池、滞留時間=2.1hr(中間取り出し式のため実質滞留時間=3.5hr) 形状寸法：幅8.55m×長33.0m×平均深4.05m×平均有効水深3.43m
	排泥設備(フロック形成池及び薬品沈澱池)	フロック形成池：鋼製ゲート(手動操作付)×23ヶ所/池
		沈澱池：φ300mm 排泥弁(手動開閉台付)×8台
		沈澱池排泥促進管：φ250mm×4ヶ所(原水圧力水利用)
		フロック形成池及び沈澱池洗浄用配管(原水利用) 水中ポンプ：0.75m ³ /min×60m×15kW×1台 洗浄用水槽：RC造り、1池、容量：7.5m ³ 、滞留時間=10分
急速ろ過施設	急速ろ過池	ろ過方式：急速砂ろ過 - 空気洗浄方式 RC造り、6池 形状寸法：幅4.55m×長10.5m、ろ過面積=49.6m ² /池、ろ過速度=147.8m/d 洗浄速度：逆洗速度=0.36m ³ /min/m ² 空洗速度=1.00m ³ /min/m ² ろ過砂：有効径=1.0mm、砂層厚=1.0m 集水装置：多孔板型
		ろ過操作弁設備
		流入弁：φ700mm ウェハ-形電動式バタフライ弁×6台(各1台/池 流入ガイド×6組(SUS製パンチングプレート付)
		逆洗弁：φ500mm ウェハ-形電動式バタフライ弁×6台(各1台/池)
		空洗弁：φ250mm ウェハ-形電動式バタフライ弁×6台(各1台/池)
	流量制御装置	自立型流量制御装置(Valvose)×6台(各1台/池)
	ろ過池逆洗ポンプ設備	逆洗ポンプ：φ400mm×φ250mm 横軸両吸込渦巻ポンプ 17.9m ³ /min×12m×55kW×2台(内1台予備)
		フート弁：φ400mm×2台
		吸込弁：φ400mm 短面間型手動式バタフライ弁×2台
		逆止弁：φ400mm×2台
		吐出弁：φ400mm ウェハ-形電動式バタフライ弁(横型)×2台
	ろ過池空洗ブロワ設備	流量計：φ500mm オリフィス式流量計×1台
		流量制御弁：φ500mm 短面間型手動式バタフライ弁(横型)×1台
		ブロワ：φ250mm ルーツ式 49.6 m ³ /min×3,000mmAq×37kW×2台(内1台予備)
		逆止弁：φ250mm×2台
		吐出弁：φ250mm ウェハ-形電動式バタフライ弁(横型)×2台
		流量計：φ250mm オリフィス式×1台

施設名称	施設・設備名称	拡張計画内容
総ろ過流量及び塩素混和池	総ろ過流量計槽	RC 造り、1 池、 滞留時間=1.8 分 形状寸法：幅 3.0m × 長 6.05m × 深 3.7m × 有効水深 2.98m
	塩素混和池	混和方法：水流エネルギー利用方式 - 堰落型(重力式) RC 造り、1 池、滞留時間=0.7 分 形状寸法：幅 3.0m × 長 3.0m × 深 3.7m × 有効水深 2.49m
浄水連絡管	連絡管	塩素混和池 ~ 拡張配水池：ダクタイル鋳鉄管 φ 700mm × 長 110m
	連絡管	連絡管 ~ 既設配水池：ダクタイル鋳鉄管 φ 600mm × 長 110m 連絡弁：φ 600mm 短面間型手動式バタフライ弁（横型）× 1 台(手動式開閉台付)
配水施設	配水池	RC 造り、有効容量 10,600m ³ 、滞留時間=5.8hr(既設を含め) 形状寸法： 配水池：幅 25.0m × 長 50.0m × 深 5.0m × 有効水深 4.0m × 2 池 ポンプ井：幅 30.0m × 長 5.0m × 深 6.5m × 有効水深 4.0m × 1 池
		流入弁：φ 700mm 短面間型手動式バタフライ弁(立型) × 2 台(手動開閉台付)
		ポンプ井流入弁：φ 700mm 短面間型手動式バタフライ弁(立型) × 2 台(手動開閉台付)
		越流管：φ 600mm
		換気装置
配水ポンプ施設	配水ポンプ室	RC 造り、床面積=300m ² 形状寸法：幅 30.4m × 長 10.0m
	配水ポンプ設備	配水ポンプ：φ 300mm × φ 200mm 横軸両吸込渦巻ポンプ 12.1m ³ /min × 75m × 220kW × 4 台（内 1 台は予備）
		フート弁：φ 300mm × 4 台
		吸込弁：φ 300mm 短面間型手動式バタフライ弁 × 4 台
		逆止弁：φ 300mm 水撃防止用 × 4 台
		吐出弁：φ 300mm 短面間型電動式バタフライ弁(横型) × 4 台
	クレーン設備	5ton 電動式チェーンホイスト(横行走行、巻上、電動式)
	床排水ポンプ設備	水中ポンプ：0.2m ³ /min × 7m × 0.75kW × 2 台(内 1 台予備)
薬品注入施設	配水流量計及び流量制御弁	配水流量計室及び流量制御弁室 流量制御弁：φ 600mm くし歯弁体形電動式バタフライ弁(横型) × 1 台
	配水管	ダクタイル鋳鉄管 φ 700mm × 長 16m ダクタイル鋳鉄管 φ 600mm × 長 15m
	薬品注入室	管理本館 3 階に設置
	硫酸アルミニウム注入設備	溶解槽 RC 造り 形状寸法：幅 1.5m × 長 1.5m × 有効水深 2.3m × 有効容量 5.2m ³ × 3 槽 攪拌機：φ 500mm 立軸懸垂式 × 3 台 注入機：4 台(内 1 台予備)
		クレーン設備
		1ton モノレール式電動チェーンホイスト(走行、巻上、電動式) × 1 台
	高分子凝集補助剤注入設備	薬品注入室を混和池付近に設置 溶解槽：ポリエチレン製 形状寸法：φ 1.0m × 有効水深 1.3m × 有効容量 1.0m ³ × 3 基 攪拌機：φ 350mm 立軸懸垂式 × 3 台 注入機：2 台(内 1 台予備)
		次亜塩素酸カルシウム注入設備
		溶解槽：RC 造り 形状寸法：幅 1.5m × 長 1.5m × 有効水深 2.2m × 有効容量 5.0m ³ × 3 槽 攪拌機：φ 500mm 立軸懸垂式 × 3 台 注入機：4 台（前塩：2 台、後塩：2 台）（内各 1 台予備）
電気施設	受変電設備	拡張：1,400kVA
	動力盤	受電盤(取水)、取水ポンプ動力盤（取水ポンプ室）補機動力盤（取

施設名称	施設・設備名称	拡張計画内容
		水ポンプ室)
		急速ろ過池用機器動力盤(配水ポンプ場内)
		受電盤(配水)、配水ポンプ動力盤、補機動力盤、機側盤
		薬品注入設備動力盤(配水ポンプ場内)、既設を含む
	制御盤	原水流量制御盤、配水流量制御盤
		沈澱池洗浄用ポンプ制御盤
		制御盤(ろ過池操作廊、プロア室)
		制御盤(管理本館内薬品注入室) 既設を含む
	空調設備	空調設備を設置(配水ポンプ場電気室、管理本館)
避雷針設備	避雷針設備(取水ポンプ場、ろ過池、管理本館、配水ポンプ場)	
場内連絡設備	インターホン設備(取水ポンプ場、ポリマー注入室、ろ過池、配水ポンプ室、管理本館)	
計装施設	計装設備	中央監視盤(管理本館内中央監視室) 計装盤(管理本館内中央監視室) 既設を含む
		取水ポンプ井水位計(超音波式、メコン川水位)
		原水流量計(超音波式、固定型)
		総ろ過流量計(全幅堰式、フロート型)
		ろ過損失計(電子式)
		配水池水位計(超音波式)
		配水系圧力計(電子式)
		配水流量計(超音波式、固定型)
		薬品溶解槽水位計(電極式)
管理本館		RC 造り、 床面積=213m ² ×3F(事務室、水質試験室、管理室、薬注室) 形状寸法: 幅 30.4m×長 10.0m×3F
水質試験室		管理本館内に設置 水質分析機器及び試薬類
場内整備、他		整地、盛土(整地地盤高+172.20m)、場内道路、場内照明、門扉・塀、他

3-2-2-4 カオリオ浄水場改修

カオリオ浄水場は 1964 年に 20,000m³/日の浄水処理能力を持つピエンチャンで最も古い浄水場として建設された。約 20 年前の 1983 年に最初の改修工事が行われたが、施設や設備の老朽化が浄水場からの安定した給水にとって重大な問題となっている。浄水場ではこの様な老朽化した施設を十分な予備品の無い中で維持管理を行い、さらに増加する需要を満たすために、予備のポンプ等まで全てを運転し、過負荷運転を余儀無くされているのが現状である。従って、カオリオ浄水場からの安定した供給を確保するためには浄水場の改修工事が不可欠であり、緊急性は高いと判断される。

(1) 改修計画の概要

1) 改修計画に対する基本的な考え方

今回の改修施設計画における基本的考え方を以下に示す。

- ピエンチャン市の逼迫した水需要を考えると、上述の拡張施設が運転可能になって初めて改修工事が開

始できる。

- 機械設備をできるだけ使わず効果が期待でき、かつ省エネルギー化になるよう考慮する。
- 改修費・運転・維持管理費ができるだけ安くなるようコスト縮減を考慮する。
- 既設の施設・設備で利用できるものはできるだけ利用する。
- 現状では全ての設備が手動であるが、運転・維持管理が困難な設備についてはその必要性を検討し電動化するが、自動化はしない。
- 運転・管理操作箇所をできるだけ少なくするため拡張施設・設備と共用できるよう考慮する。
- 運転・維持管理がし易い施設・設備にすると共に、できるだけ拡張施設と同じシステムになるよう考慮する。
- 既設浄水場内の地盤高は、過去の洪水時に冠水した経験を踏まえ、拡張用地盤高と同じメコン川の HWL+172.20m と同様とし、河川側には天端高+173.00m の小堤防を設ける。

以上を踏まえた施設改修計画の配置図を図 3-2-7 に示す。

2) 浄水処理システム

取水施設、浄水施設、配水施設、薬品注入設備、電気・計装設備、管理棟、場内配管施設、場内整備等からなり、一連の浄水処理フローを図 3-2-8 に示す。

図 3-2-7 カオリオ浄水場改修施設設計画平面図

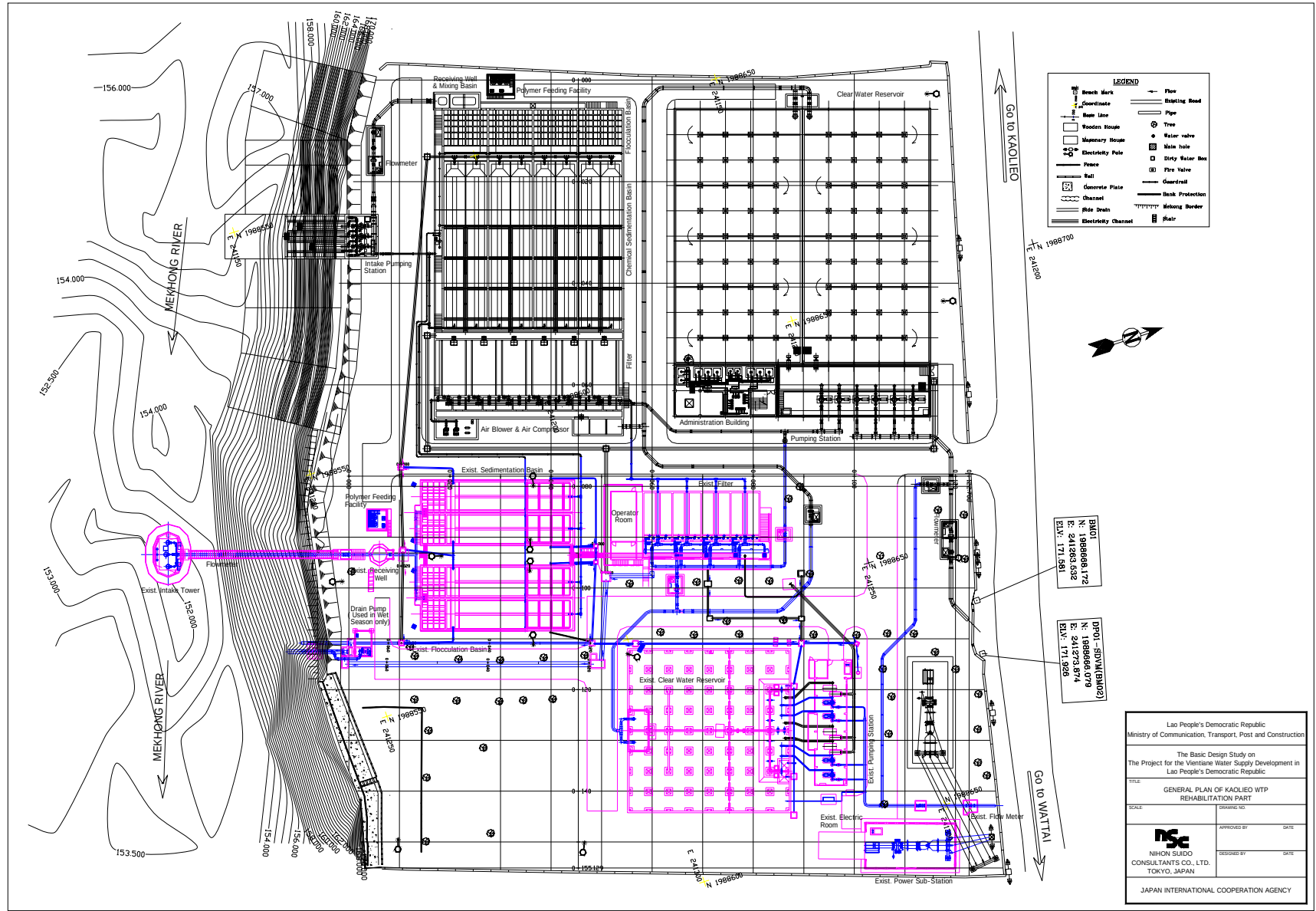
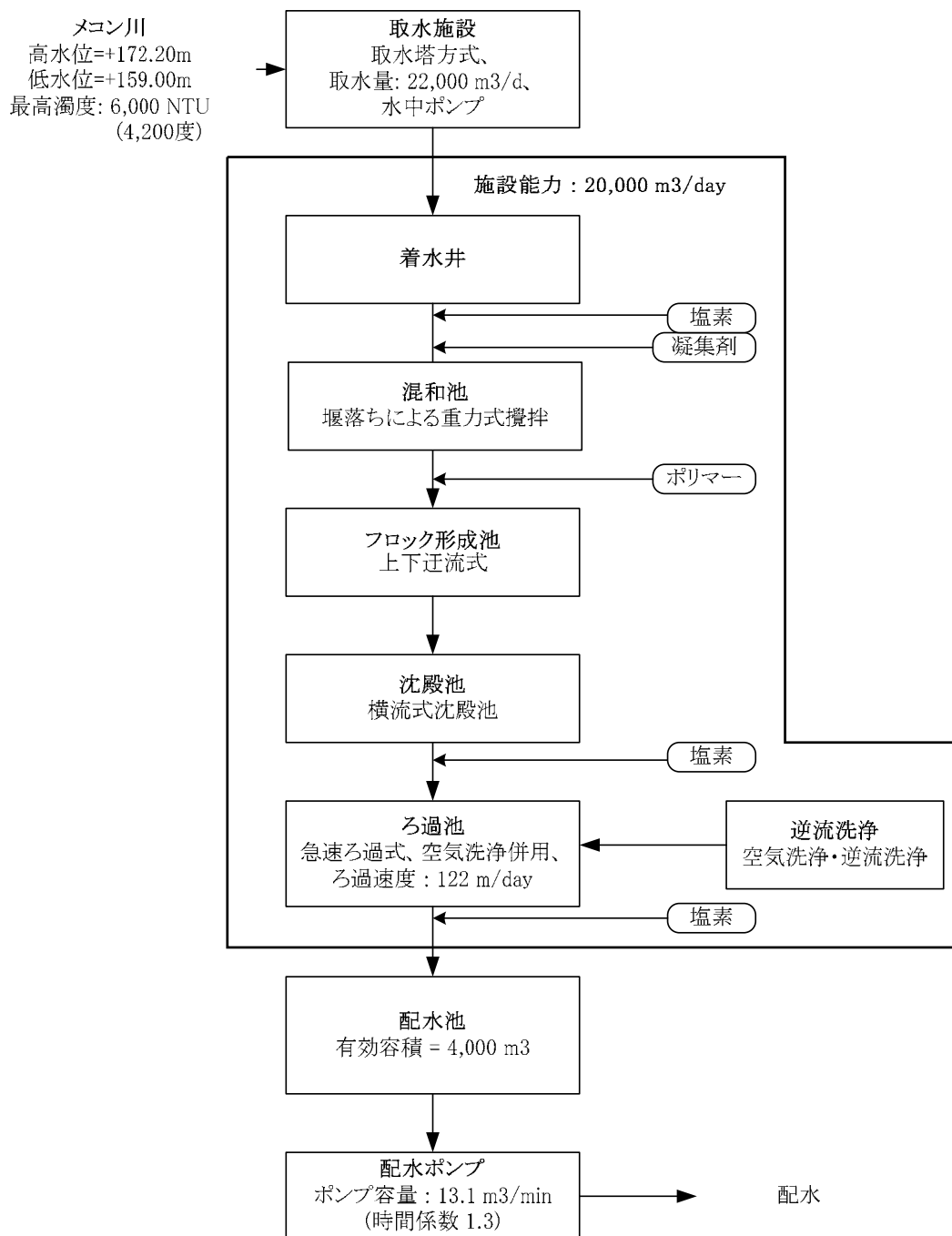


図 3-2-8 カオリオ浄水場改修施設浄水処理システム



(2) 各施設改修計画の主要事項

1) 取水・導水施設

- 取水ポンプは、既設チナイモ浄水場でも使用されている水中ポンプに改修する。
- 原水流量制御弁は、検討の結果、クシ歯弁体形バタフライ弁2基に改修する。

2) 浄水施設

- 着水井(混和池)流出部開口を塞ぎ、堰に改造することにより、凝集剤の混和方法を堰落ち落差を利用する方法(水流エネルギー利用方法)に改修する。従って、急速攪拌機は撤去する。
- フロック形成池流入部を木製隔壁から RC 造りの堰に改造しポリマーの注入点とする。
- フロック形成池出口部にある壁の開口部は、噴流を発生させ沈澱効率を悪化させているのでこれを塞ぎ堰に改良する。
- フロック形成池の阻流壁に清掃用鋼製ゲートを設置し、沈澱池側に排泥できるようにする。
- フロック形成池及び沈澱池清掃時の洗浄用圧力水として原水を利用する方法とする。また、沈澱池清掃時の排泥を促進させるため、取水ポンプの水流(流量及び圧力)を利用した排泥促進設備を設置する。
- 沈澱池流出部にある粗ろ過池は、現地水質調査の結果、効果が期待できないことが判明したこと、維持管理が非常に面倒なことから撤去し、中間整流壁及び流出トラフ(中間取り出し方式)に改良する。
- ろ過池洗浄方法を「表面洗浄・逆流洗浄」から拡張施設と同じ「空気洗浄・逆流洗浄」に改修する。(両者のポンプ設備は拡張用と共用する。)
- ろ過池下部集水装置は、拡張用及びチナイモ浄水場と同じ多孔板形とする。また、ろ過砂(有効径 0.8mm、砂層厚 = 1.0m)は、2 年前に 4 池分全て入れ替えており使用可能なので表層部は洗浄し流用する。
- ろ過池の表洗設備、洗浄排水トラフは撤去し、池中央部に浄水渠、空気渠及び洗浄排水渠に改造する。

3) 配水設備

- 配水ポンプの吸い込み管にフート弁を設置することとし、システムが複雑な真空ポンプ設備は設置しない。

4) 薬品注入設備

- ポリマー設備を除き、硫酸アルミニウム及び次亜塩素酸カルシウムの注入設備は、既設の場所は使用せず拡張用の場所に集約する。

5) 電気・計装設備

- 既設受変電設備は、使用可能と判断されたので消耗品、劣化部品等は取り替えるがそのまま流用する。
- ラオス側で近い将来 2 回線受電が計画されているので、非常用自家発電設備は設置しない。
- CRT 及び監視装置は設置しない。

(3) カオリオ浄水場改修内容

カオリオ浄水場改修の基本設計の結果、改修が必要な施設・設備内容は表 3-2-4 に示すとおりである。

表 3-2-4 カオリオ浄水場改修の施設・設備内容

カオリオ浄水場改修

施設名称	施設・設備名称	既設内容	改修計画内容		改修理由
取水施設	取水構造物	取水塔方式	補修	• ドア・窓の取替え、 • 手摺の補修塗装 • ポンプ室床：グレーチング	• ドア・窓が壊れている。 • 手摺に錆が発生している。 • ポンプ点検のため縞鋼板を取り替える。
	護岸施設	• 取水塔上流側：捨石工の護岸工 • 取水塔管理橋部：フトン竈工 + 捨石工の護岸工 • 取水塔下流側：フトン竈工 + 基礎工(パイプ杭) + 捨石工の護岸工	改良	• 既設の護岸工に対しては必要に応じて粗朶沈床工(根固工)にて補強 • 既設取水塔上流部の護岸工は拡張工事に含める。	• 既設捨石工で捨石が逸散している部分がある。 • 拡張工事において掘削される可能性がある。
	取水ポンプ設備	• 立軸斜流ポンプ φ 250mm 7.65m³/min × 19.5m × 37kW × 3 台 (内 1 台は予備) • 台船上のポンプ：横軸片吸込渦巻ポンプ φ 200mm 4.5m³/min × 40m × 45kW × 1 台	取替	• 水中ポンプ：φ 250 mm 7.7 m³/min × 20.5 m × 45 kW × 3 台 (内 1 台は予備) • 台船上のポンプ、台船及び原水導水管は撤去	• 既設ポンプは老朽化し、性能低下が発生しており、不足分を予備ポンプの稼動や台船上のポンプが補充している。 • チナイモ浄水場に実績があり、水中モーター本体の故障は発生していない。羽根車点検時にポンプ本体を分解する必要がない。
		• φ 250mm 逆止弁 • φ 250mm 仕切弁	取替	• φ 250mm 逆止弁 • φ 250mm 短面間型電動式バタフライ弁(横型)	• 老朽化している。 • 設置スペースが小さいため、短面間型電動式バタフライ弁(横型)とする。
	クレーン設備	5ton 電動式チェーンブロック × 3 台	取替	5ton 電動式チェーンホイスト(横行走行、巻上、電動式) × 1 台	• 固定式なので吊り上げのみ可能である。 • ポンプの羽根車点検や交換時に使用するが、この作業は最短で行う必要があり、作業の効率化を図る必要がある。
取水施設	管理橋	鋼製トラス構造	補修	• 錆落とし及び全塗装 • 軽量グレーチング設置	• 塗装がはがれている箇所が多く、錆が発生している。 • 歩廊が木製であり、歩行時躓きやすい。
原水導水管施設	原水導水管	鋼管 φ 500mm(管理橋下に配管)	補修	全塗装	補修塗装を行う。
	原水流量制御弁	φ 500mm 手動式バタフライ弁(横型) × 1 台	取替	φ 500mm くし歯弁体形バタフライ弁(横型) × 2 台(電動式 × 1 台、手動式 × 1 台)	• 流量制御弁検討の結果、流量制御弁が 2 台必要となった。 • 取水量一定制御を行う。

施設名称	施設・設備名称	既設内容	改修計画内容		改修理由
着水井・混和池施設	着水井（混和池）	RC 造り、1 池、滞留時間=1.6 分	改良	流出部開口を塞ぎ、堰に改造することで、機械式急速混和方式から堰落ち落差を利用する方法(水流エネルギー利用方法)に変更する。	阻流板がないため、供回りしている。
	急速攪拌機	立軸懸垂式攪拌機×1 台(着水井に設置)	撤去	—	- 着水井に設置されている。混和方式の統一を図る。 - 既設使用のままでは、老朽化による故障が予想される。
フロック形成池・沈澱池施設	フロック形成池	- RC 造り、4 池、 - 緩速攪拌方式：上下流式、 - 滞留時間=37.8 分	改良	- 流入部を木製隔壁から RC 造りの堰に改造(ポリマー注入点) - う流壁の改良 - 流出壁開口を塞ぎ堰に改良	- う流壁が破損していたり無くなっている。 - 流出部壁の開口部は、噴流を発生させ沈澱効率を悪化させている。これを塞ぎ堰に改良し均一な流出となるようにする。
		φ 400mm 流入弁×2 台	取替	φ 400mm 仕切弁(手動開閉台付)×2 台	- 埋設されている。 - 老朽化により、バルブ操作がスムーズではなくなっている。
	薬品沈澱池	- RC 造り、4 池、 - 沈澱方式：横流式 + 粗ろ過池 - 滞留時間=2.0 hr(粗ろ過池部を含めると 3.2hr)	改良	- 中間整流壁の設置 - 粗ろ過池撤去し、流出トラフ(中間取り出し方式)の設置 - はしごの取替 - 手摺の錆落とし及び全塗装	- 粗ろ過池の洗浄・維持管理が非常に面倒である。 - 開発調査時の現地水質調査の結果、粗ろ過池の効果が期待できないことが判明した。 - はしごの設置場所が適当でないこと、手摺に錆が発生している。
フロック形成池・沈澱池施設	薬品沈澱池	φ 150mm 排水弁×2 台(流出渠部)	取替	φ 150mm 仕切弁×2 台	老朽化により、バルブ操作がスムーズではなくなっている。
		側壁の多数の箇所から漏水している。	補修	漏水箇所の補修	- コンクリート鉄筋が錆びて劣化する。 - 漏水箇所が増加する。
	排泥設備（フロック形成池、薬品沈澱池）	フロック形成池：φ 250mm 排泥弁×4 台	未使用 / 改良	- 既設排泥弁は利用せず - 阻流壁に清掃用鋼製ゲートを設置	フロック形成池に堆泥しており、排泥管が閉塞している。
		沈澱池：φ 300mm 排泥弁×4 台	取替	φ 300mm 仕切弁(手動開閉台付)×4 台	- 埋設されている。 - 老朽化により、バルブ操作がスムーズではなくなっている。
		場内給水管より給水して洗浄している。	改良	- 沈澱池排泥促進管 φ 250mm を拡張取水ポンプからの導水管に接続して原水圧力水利用 - 沈澱池洗浄用水中ポンプは拡張	- フロック形成池及び沈澱池の洗浄時、多量の浄水を使用している。 - 既設の原水利用では、原水流量計下流側に接続するため、薬品注入に影響が出る。

施設名称	施設・設備名称	既設内容	改修計画内容		改修理由
				と共用する。	●沈澱池清掃時の排泥を促進させる。 ●拡張取水ポンプからの原水を利用する。
急速ろ過施設	急速ろ過池	●RC 造り、4 池 ●ろ過方式：急速砂ろ過 - 表面洗浄・逆流洗浄方式、 ●集水方式：集水管方式、 ●ろ過面積=45.1m²/池 (5.5m × 8.2m) ●ろ過速度=122m/d ●逆洗速度=0.60m³/min/m² ●表洗速度=0.15m³/min/m² ●洗浄排水トラフ	改良	●ろ過方式：空気洗浄・逆流洗浄方式に変更 ●集水方式：多孔板方式に変更 ●ろ過面積=36.9m²/池 (4.5m × 8.2m) ●ろ過速度=149.1m/d ●逆洗速度=0.36m³/min/m² ●空洗速度=1.00m³/min/m² ●洗浄排水トラフは撤去 ●池中央部に浄水渠、空気渠及び洗浄排水渠に改造	●既設ろ過池の表洗・逆洗方式の洗浄水量は空洗・逆洗方式の約 2 倍となっている。場内における損失を抑えることができる。 ●拡張ろ過池の洗浄方式と同一となり、洗浄設備を共用できる。 ●洗浄方式が同一となることから、運転・維持管理が容易になる。
		●既設のろ過砂(有効径 0.8mm、砂層厚=1.0m)は、2 年前に 4 池分全て入れ替えている。	再使用	既設のろ過砂を使用する。	既設のろ過砂は使用可能なので、表層部を洗浄し再使用する。
急速ろ過施設	急速ろ過池弁類及び配管	φ 300mm 流入弁(仕切弁) × 4 台(手動開閉台付)(各 1 台/池)	取替	φ 300mm ウェハー形電動式バタフライ弁(横型) × 4 台(各 1 台/池)	●老朽化により、バルブ操作がスムーズではなくなっている。 ●洗浄作業の効率化
		φ 250mm 流出弁(仕切弁) × 4 台(各 1 台/池)(手動開閉台付)	取替	φ 250mm ウェハー形電動式バタフライ弁(立型) × 4 台(各 1 台/池)	●老朽化により、バルブ操作がスムーズではなくなっている。 ●洗浄作業の効率化
		φ 450mm 逆洗排水弁(平底弁) × 8 台(各 2 台/池)(手動開閉台付)	取替	●φ 450mm ウェハー形電動式バタフライ弁(横型) × 4 台(各 1 台/池) ●逆洗排水配管の 1 本は使用しないため、塞ぐ。	●老朽化により、バルブ操作がスムーズではなくなっている。 ●洗浄作業の効率化
		φ 450mm 逆洗弁(仕切弁) × 4 台(各 1 台/池)(手動開閉台付)	取替	φ 450mm ウェハー形電動式バタフライ弁(立型) × 4 台(各 1 台/池)	●老朽化により、バルブ操作がスムーズではなくなっている。 ●洗浄作業の効率化
		—	新設	300mm × 300mm ろ過池内電動式流入ゲート × 8 台(各 2 台/池)	●洗浄方式変更により洗浄排水トラフレベルが高くなる。 ●ろ過池内の流入渠と洗浄排水渠が改修後も兼用となる。
		●φ 200mm 表洗弁(仕切弁) × 4 台(各 1 台/池)(手動開	撤去	—	表面洗浄・逆流洗浄方式から空気洗浄・逆流洗浄方式へ変更する。

施設名称	施設・設備名称	既設内容	改修計画内容		改修理由
		閉台付) ●池内表洗管			
		—	新設	空洗弁：φ250mm ウェハー形電動式バタフライ弁（横型）×4台（各1台/池）	表面洗浄・逆流洗浄方式から空気洗浄・逆流洗浄方式へ変更する。
		●流量制御装置としてベンチュリ式流量計が設置されている。 ●制御弁として流出弁が兼用されている。	取替	●流量制御装置として発信器付パドル式流量計を設置する。 ●制御弁として流出弁を兼用する。	流量制御はろ過池操作廊に設置された制御盤にて行う。
急速ろ過施設	急速ろ過池表洗設備	表洗設備として、表洗ポンプはなく、逆洗ポンプを併用している。ろ過池内に表洗管が設置されている。	撤去	表洗管は全て撤去する。	逆洗ポンプは表洗ポンプとしての全揚程が確保できないため、十分な洗浄ができていない。
	急速ろ過池逆洗ポンプ設備	φ350mm×φ250mm 横軸両吸込渦巻ポンプ 14.5m ³ /min×18m×60kW×3台（内1台は予備）	撤去	逆洗ポンプ設備は拡張設備と共用する。	逆洗ポンプ仕様変更による。
	逆洗水量制御弁	φ450mm バタフライ弁（横型）×1台	取替	φ450mm 短面間型手動式バタフライ弁（横型）×1台	●老朽化している。 ●新設配管ピット内に流量計と流量制御弁を設置し、流量調節ができる。
	逆洗水流量計	—	新設	φ450mm オリフィス式流量計×1台	●拡張ろ過池と洗浄水量が異なるため、個別に設置する必要がある。
	表洗水流量制御弁	φ200mm バタフライ弁（横型）×1台	撤去	表洗水流量制御弁は撤去する。	●配管廊内に設置してある。 ●表面洗浄・逆流洗浄方式から空気洗浄・逆流洗浄方式へ変更する。
	洗浄用空気流量計及び流量制御弁	—	—	●拡張用のφ250mmオリフィス式流量計を共用する。 ●拡張用の空洗ブロワ吐出弁の開度調節により流量制御をする。	●フロア室に設置された流量計を使用する。 ●拡張ろ過池と洗浄空気量が異なるため、個別に調節する必要がある。 ●拡張用の空洗ブロワ吐出弁にて流量調節ができる。
	ろ過池排水弁	φ100mm 排水弁（仕切弁）×4台	取替	φ100mm 排水弁（ウェハー形電動式バタフライ弁）×4台（各1台/池）	老朽化により、バルブ操作がスムーズではない。

施設名称	施設・設備名称	既設内容	改修計画内容		改修理由
配水施設	配水池	●RC 造り、2 池、 ●有効容量=3,940m³、 ●滞留時間=4.7hr	補修	開口部のかさ上げ	場内整備により盛土する。
		流入弁：φ 400mm 仕切弁×2 台（手動開閉台付）	取替	φ 400mm 仕切弁×2 台（手動開閉台付）	老朽化により、バルブ操作がスムーズではない。
		ポンプ井連絡弁：φ 300mm 仕切弁×6 台（手動開閉台付）	補修	中間軸及び手動開閉台の取替	場内整備により盛土するため、中間軸長さを長くする必要がある。
		ポンプ井連絡弁：φ 350mm 仕切弁×2 台（手動開閉台付）	補修	中間軸及び手動開閉台の取替	場内整備により盛土するため、中間軸長さを長くする必要がある。
		オーバーフロー止水弁：φ 200mm 仕切弁×2 台（手動開閉台付）	補修	中間軸及び手動開閉台の取替	場内整備により盛土するため、中間軸長さを長くする必要がある。
	配水管	配水本管：鋳鉄管 φ 450mm	再使用	—	
		—	新設	ダクタイル鋳鉄管 φ 450mm×長 50m（拡張配水管との連絡管）	維持管理のため、バイパス管を設置する。
配水ポンプ施設	配水ポンプ室	RC 造り、床面積=160m ²	補修	●入口壁の設置 ●入口階段を設置する。	場内整備により盛土するため、ポンプ室床が地盤より低くなる。
	配水ポンプ設備	φ 250mm×150mm 横軸両吸込渦巻ポンプ 6.3m ³ /min×67m×110kW×4 台（内 1 台は予備）	取替	φ 250mm×150mm 横軸両吸込渦巻ポンプ 5.9m ³ /min×75m×120kW×4 台（内 1 台は予備）	●既設ポンプは老朽化し、性能低下が発生している。 ●管網計算結果より容量計算を行った結果、全揚程とモーター出力が変更となった。
		呼び水方式：真空ポンプ方式	新設	フート弁方式：φ 250mm フート弁×4 台	真空ポンプ方式と比較検討した結果、フート弁方式が運転・維持管理上、システムが複雑ではない。
		●φ 200mm 逆止弁 ●φ 200mm 仕切弁	取替	●φ 200mm 水撃防止用逆止弁×4 台 ●φ 200mm 短面間型電動式バタフライ弁（横型）×4 台	●老朽化している。 ●設置スペースが小さいため、短面間型電動式バタフライ弁（横型）とする。
	床排水ポンプ設備	—	新設	水中ポンプ：0.2m ³ /min×7m×0.75kW×2 台（内 1 台予備）	場内整備により盛土するため、ポンプ室床が地盤より低くなる。
配水ポンプ施設	クレーン設備	5ton 手動式チェーンホイスト	取替	3ton 電動式チェーンホイスト（横行走行、巻上、電動式）	●走行レールが湾曲している。 ●ポンプの分解組立時に必要になるが、この作業は最短で行う必要があり、作業の効率化を図る。
	配水流量計及	流量計室(2 カ所あり、上流	再使用	●既設下流側流量計室を流量制御	流量計を上流側に、制御弁を下流側に設置す

施設名称	施設・設備名称	既設内容	改修計画内容		改修理由
	び流量制御弁	側は使用していない)		弁室として使用する。 ●また、既設上流側流量計室を流量計室として使用する。	る。
		配水ポンプ吐出弁は仕切弁である。流量制御弁は設置されていない。	新設	φ400mm くし歯弁体形電動式バタフライ弁(横型)×1台	●流量制御弁検討の結果、流量制御弁が1台必要となった。 ●管網解析結果により、時間ごとの配水圧力一定制御を行う。
薬品注入施設	薬品注入室	●既設ろ過池の隣に硫酸アルミニウム薬品注入室がある。 ●既設配水池流入口に次亜塩素酸カルシウム薬品注入室がある。	移動	拡張管理本館内に設置	自然流下方式も可能とするため、拡張管理本館3階に設置する。
	硫酸アルミニウム注入設備	●5.5m ³ FRP 製立型円筒式溶解槽×3基、 ●0.1m ³ ステンレス製小出槽×1基、 ●移送ポンプは撤去されている。	取替	溶解槽 RC 造り 1.1m×1.1m×有効水深 2.2m×有効容量 2.6m ³ ×2槽	●自然流下方式も可能とするため、拡張管理本館3階に設置する。 ●溶解槽 RC 造り(内面ライニング)が価格的に有利である。
		立軸懸垂式攪拌機×3台	取替	φ400mm 立軸懸垂式攪拌機×2台	溶解槽 RC 造り(内面ライニング)用に設置する。
		注入器(オリフローメーター)×2台	取替	注入機×3台(内1台予備)	定量ポンプ方式とし、故障が少ない方式とする。
薬品注入施設	高分子凝集補助剤注入設備	着水井(混和池)に設置されている。	取替	薬品注入室を混和池付近に設置する。	●着水井(混和池)にはスペースがないため、新たに薬品注入室を設ける。 ●アニオン系ポリマー水溶液は粘度が高いため、注入点の近くに設置する必要がある。
		溶解槽、ポリエチレン製 φ1.0m×有効水深 1.3m×3基	取替	溶解槽、ポリエチレン製 φ1.0m×有効水深 1.3m×有効容量 1.0m ³ ×2基	攪拌機及び薬品投入器が取り付けられる形式とする。
		棒で攪拌している。	新設	φ350mm 立軸懸垂式攪拌機×2台	溶解作業の効率化
		溶解槽から直接注入している。	新設	注入機×2台(内1台予備)	●定量ポンプ方式とし、故障が少ない方式とする。 ●注入量は弁により、勘で調整している。
	次亜塩素酸力	●0.8m ³ FRP 製立型円筒式溶	移動	溶解槽 RC 造り	●自然流下方式も可能とするため、拡張管理本

施設名称	施設・設備名称	既設内容	改修計画内容		改修理由
	ルシウム設備	解槽×2基、 ●0.05m ³ PVC製小出槽×1基、 ●移送ポンプは撤去されている。		1.35m×1.35m×有効水深 2.2m×有効容量 4.0m ³ ×2槽	館3階に設置する。 ●溶解槽 RC造り（内面ライニング）が価格的に有利である。
		棒で攪拌している。	新設	φ400mm 立軸懸垂式攪拌機×2台	溶解槽 RC造り（内面ライニング）用に設置する。
		溶解槽から直接注入している。	新設	注入機×4台（前塩：2台、後塩：2台）（内各1台予備）	●定量ポンプ方式とし、故障が少ない方式とする。 ●注入量は弁により、勘で調整している。
電気施設	受変電設備	既設：750kVA	再使用	●既設受変電設備はそのまま流用する。 ●消耗品（オイル等）、劣化部品等は取替える。	●既設の有効利用を図る。 ●拡張受電設備容量を小さくすることができる。 ●拡張受変電設備と分岐する。
	動力盤設備	受電盤（既設電気室）	取替	受電盤（既設電気室）	●盤構成を変更する。 ●老朽化している。
電気施設	動力盤設備	動力分電盤、照明分電盤（既設電気室）	取替	動力分電盤、照明分電盤（既設電気室）	●盤構成を変更する。 ●老朽化している。
		取水ポンプ動力盤及び補機動力盤（取水ポンプ室）	取替	取水ポンプ動力盤及び補機動力盤（取水ポンプ室）	●既設取水ポンプ室に設置してある盤を取替える。 ●各機器用の動力盤も設置する。
		逆洗ポンプ動力盤（配水ポンプ室）	撤去	—	●老朽化している。 ●既設逆洗ポンプを撤去するので動力盤は使用しない。
		—	新設	急速ろ過池用機器動力盤（既設電気室）	●逆洗ポンプは拡張設備を共用する。 ●ろ過池操作廊の制御盤にて洗浄操作を行う。
		配水ポンプ動力盤、補機動力盤及び機側盤（既設配水ポンプ室）	取替	●配水ポンプ動力盤、補機動力盤（既設電気室） ●機側盤（配水ポンプ室）	各配水ポンプ機側には、現場操作盤を設置する。（配水ポンプ、電動弁）
		薬品注入設備動力盤（ろ過池隣の薬品注入室）	取替	薬品注入設備動力盤（拡張配水ポンプ室）	●拡張施設用受電設備から給電される。
	制御盤	原水流量表示計（取水ポンプ動力盤：取水ポンプ室）	新設	原水流量制御盤（取水ポンプ室）	流量制御盤は取水ポンプ室内に設置する。
		—	—	沈澱池洗浄用ポンプ制御盤	拡張設備を共用する。
		—	新設	急速ろ過池制御盤（ろ過池操作廊）	
		薬品注入設備制御盤（ろ過池）	取替	薬品注入設備動力盤（拡張配水ポンプ室）	●拡張施設用受電設備から給電される。

施設名称	施設・設備名称	既設内容	改修計画内容		改修理由
		隣の薬品注入室)		ンブ室) 制御盤(管理本館内薬品注入室)	●管理本館内に設置する。
		配水流量指示計(配水ポンプ室)	新設	配水流量制御盤(配水流量計室)	配水流量制御盤は配水流量計室に設置する。
		中央制御盤(ろ過池隣の薬注室)	撤去	—	●老朽化している。 ●中央監視分散制御なので中央から運転しない。
電気施設	空調設備	—	新設	空調設備を設置する。(既設電気室)	常時監視する必要(管理員が常駐)があるので電気室に設置する。
	避雷針設備	避雷針(取水ポンプ塔、配水ポンプ棟、倉庫)	取替	避雷針(取水ポンプ塔、ろ過池、配水ポンプ棟、倉庫)	重要施設であるため、避雷針を取水ポンプ塔、ろ過池、配水ポンプ場等に設置する。
	場内連絡設備	—	新設	インターホン設備(取水塔、ポリマー注入室、ろ過池、配水ポンプ棟、電気室)	●拡張設備を共用する。 ●追加設置する。
計装施設	計装設備	—	新設	中央監視盤及び計装盤(管理本館内中央監視室)	管理本館内中央監視室の拡張設備を共用する。
		—	新設	取水ポンプ井水位計(超音波式)	計装盤(管理本館内中央監視室)に表示する。
		原水流量計(オリフィス流量計)	取替	原水流量計(超音波式、固定型)	●既設取水ポンプ制御盤に計器があり、表示されているが、正確ではない。 ●管理本館の計装盤に表示する。
		ろ過損失計(直読式)	取替	ろ過損失計(電子式)	●ろ過損失計(直読式)は壊れている。 ●中央監視盤に状態表示する。
		ろ過流量計(ベンチュリ式流量計)	取替	ろ過流量計(発信器付パドル式流量計)	急速ろ過池制御盤に表示する。
		—	新設	総ろ過流量計(超音波式、固定型)	●管理本館の計装盤に表示する。
		配水池水位計(配水ポンプ室)	取替	配水池水位計(超音波式)	●老朽化している。 ●管理本館の計装盤に表示する。
		配水流量計(ベンチュリ式)	撤去	—	配水流量計(ベンチュリ式)は老朽化していて機能していない。
		配水流量計(オリフィス式)	取替	配水流量計(超音波式、固定型)	●配水流量計(オリフィス式)は老朽化している。 ●管理本館の計装盤に表示する。
		—	新設	配水系圧力計(電子式)	配水圧力一定制御を行う。 管理本館の計装盤に表示する。
		—	新設	薬品溶解槽水位計(電極式)	中央監視盤に状態表示する。

施設名称	施設・設備名称	既設内容	改修計画内容		改修理由
管理本館		管理本館、木造	撤去	拡張の管理本館を利用	拡張工事着工前に撤去する。
水質試験室		管理本館、木造	撤去	拡張の管理本館の水質試験室を利用	拡張工事着工前に撤去する。
場内排水施設	場内排水管及び排水柵設備	排水ますにフロック形成池及び沈澱池からの排泥管、ろ過池洗浄排水が流入する。	改良	- 排水管の改良：D300mm 及び D350mm→D400mm に取替 - 着脱式水中ポンプ設置用の排水ますを新設する。	ポンプ設置用の排水ますは既設排水ますに排水管にて接続する。
	場内排水ポンプ設備	エンジン駆動自吸水ポンプ×1台が設置されている。仕様は不明である。	取替	着脱式水中ポンプφ400mm×18m ³ /min×5m×30kW×1台	- 駆動用エンジン及びポンプは老朽化している。 - 自吸式ポンプでは、吸込管の排気に時間がかかり、ろ過池洗浄排水をタイミングよく排水できないことが予想される。
	変電所排水ポンプ設備	—	新設	水中ポンプ：0.2m ³ /min×7m×0.75kW×2台(内1台予備)	場内整備により盛土するため、変電所設置レベルが地盤より低くなる。
場内整備、他		既設 GL レベル +170.50 ~ +172.00m	改修	整地、盛土、場内道路、場内照明、門扉・塀、他	改修後 GL レベル +172.200 の盛土を行う。
		Alum 製造工場、料金徴収棟	撤去	Alum 製造工場、料金徴収棟の移設(浄水場外)	- 浄水場内には設置しないこととなった。 - 拡張工事着工前に撤去する。

3-2-2-5 チナイモ浄水場改良

既存の二つの浄水場は市南部を流れるメコン川沿いにあり、送配水は大きく南部から北部へという方向となる。よって、水不足の状況が深刻となると浄水施設から遠い北部での給水状況が一番影響を受けやすいが、これをできるだけ解消するために、チナイモ浄水場における送・配水系統を明確に分離し、且つ、中継地点となる Km6 増圧ポンプ場の改修を行うことにより、北部への送水を確実なものとする必要がある。なお、ラオス国側によるドンマカイ浄水場建設計画の実施により、新たに市の北部から既存給水区域に向かって送配水が行われることとなったため、先の社会開発調査で計画された市北部への送水量は減少し、これに伴いチナイモ浄水場改良計画、後述する Km6 改修計画、送配水管路計画が見直された。ドンマカイ浄水場建設計画の実施により北部方面への送水量は減少したが、チナイモ浄水場からは、図 3-2-9 に示す市内の配水拠点となる 4 箇所の高架水槽へ安定した送水を担わなければならない、その重要性について変りはない。

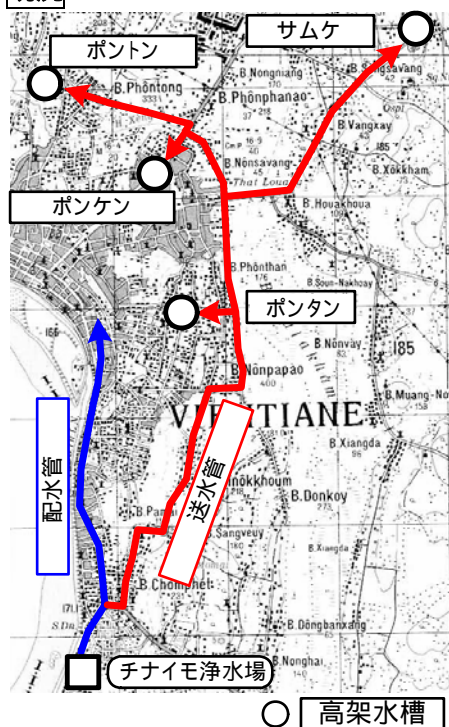
チナイモ浄水場は本来給水区域内にある配水池及び高架タンクへ送水を行う浄水場として建設された。従って、チナイモ浄水場のポンプ容量は浄水場の浄水処理能力と同じ $80,000\text{m}^3/\text{日}$ である。これは需要の時間変動を考慮すべき配水には対応できないということである。さらに浄水場内の配水池容量は $3,000\text{m}^3$ であり、それは浄水処理能力の 1 時間分以下となっている。つまり配水の時間変動に対応する緩衝機能を備えていない。

チナイモ浄水場は配水池及び高架タンクへ送水を行う浄水場として設計されたにもかかわらず、市街地へ直接配水するための配水管が送水管から分岐されている。このように送配水系統が混在しているため、配水系統は時間変動に対応しきれず、送水系統はこの配水量に依存し安定した送水が出来ない状況である。このように安定給水のためには、チナイモ浄水場における、送配水系統の分離が不可欠である。

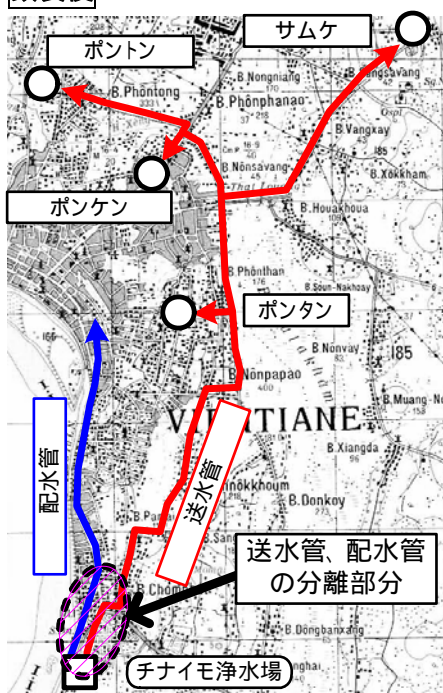
チナイモ浄水場からの送配水系統の分離は図 3-2-9 に示す通りであり、各高架水槽への送水管は完全に配水管と分離されて、送水専用管路となる。また、浄水場に新規配水池（容量 $7,500\text{m}^3$ ）及び新規配水ポンプ場が建設されることにより、市内への時間変動に対応した配水が実現できる。

図 3-2-9 チナイモ浄水場における送配水系統分離

現況



改良後



(1) 改良計画の概要

チナイモ浄水場の改良は、施設能力 $80,000\text{m}^3/\text{日}$ の施設を有効かつ安定給水するために送・配水システムの分離を目的とし、浄水場敷地内に新たに配水ポンプ場として、計画配水量の約 3.5 時間分に相当する配水池及び配水専用ポンプ設備を建設する。これら施設の配置計画図を図 3-2-10 に示す。

配水池は、浄水場からの送水を受け、当該配水区域の需要量に応じた配水を行うための浄水貯留池で、配水量の時間変動を調整する機能を持つとともに、非常時にも一定の時間、所定の水量、水压を維持できる機能を持つことが必要である。

したがって、配水池の有効容量は、時間変動調整容量の他に非常時対応容量として、配水池より上流側の対応分(湧水、水質事故、施設事故等)及び配水池より下流側の対応分(災害時応急給水、施設事故等)、さらに消防用水量を考慮して決定する。その場合、配水区域の水使用形態、地域の特性、施設の規模等をも総合的に検討し、実情に応じて目標を設定する。

ただし、チナイモ及びカオリオ両浄水場の運転開始以来湧水及び水質事故は一度も発生しておらず、地震時等の災害は考えられないのでこれらに対する容量は考慮しないこととする。また、消防用水量については、一般的に給水人口が 100,000 人を超える都市では、火災時配水量よりも時間最大配水量のほうが多いことが想定されるので時間変動調整容量に含まれていると考える。したがって、本計画における配水池の有効容量は時間変動調整容量及び施設事故等時の非常時対応容量を対象とし地域の実情に応じて目標を設定する。

ラオス国側によるドンマカイ計画を考慮し、全体施設計画の再検討、管網解析を行った結果、チナイモ浄水場の送・配水系の負担水量は以下のとおりとなる。

配水系水量：51,000m³/d

送水系水量：29,000m³/d

計 80,000m³/d

そこで、配水池容量検討に際し以下の項目を検討する。

送・配水分離後の配水機能（時間変動調整機能）に対応できること。

事業費が削減できること。（地下水位による浮力防止対策を不要とするため配水池の有効水深を浅くすること。）

建設用地に制約があること。

浮力防止対策を要せず（有効水深を浅く）制約のある用地スペースに可能な配水池規模は、幅 20.0m×長さ 70.0m×有効水深 2.68m×2 池（有効容量：7,500m³）となる。

ここで、時間変動調整容量は、計画一日最大給水量時の時間平均配水量を超過する時間配水量を時間ごとに累計して求められる。計画一日最大給水量時における時間配水量は、社会開発調査で求められた時間変動パターンを考慮した管網水理解析結果を基に面積法を用いて求めると、時間変動調整容量は 2,300m³ となり、配水系の計画一日最大給水量 51,000m³/d の約 1.1 時間分に相当する。これは上述の想定配水池容量(7,500m³) の約 30%に相当し、時間変動調整機能は十分満足する。

非常時対応容量としては、池の規模は大きければ大きいほど安全性・安定性が増すが、ここでは 5,200m³/d（配水系の計画一日最大給水量 51,000m³/d の約 2.1 時間程度に相当）を見込むこととする。

これら検討結果から、チナイモ浄水場における配水池の形状寸法は、幅 20.0m×長さ 70.0m×有効水深 2.68m×2 池（有効容量：7,500m³ - 配水系の計画一日最大給水量 51,000m³/d の約 3.5 時間分に相当）として設計する。

(2) 改良計画の要点

- 配水ポンプの吸い込み管にフート弁を設置することとし、システムが複雑な真空ポンプ設備は設置しない。
- 受変電設備は、既設予備設備となっている変電設備を取り替える。
- ラオス側で近い将来 2 回線受電が計画されているので、非常用自家発電設備は設置しない。

(3) チナイモ浄水場改良内容

チナイモ浄水場改良の基本設計の結果、改良に必要な施設・設備内容は表 3-2-5 に示すとおりである。

図 3-2-10 チナイモ浄水場改良施設計画平面図

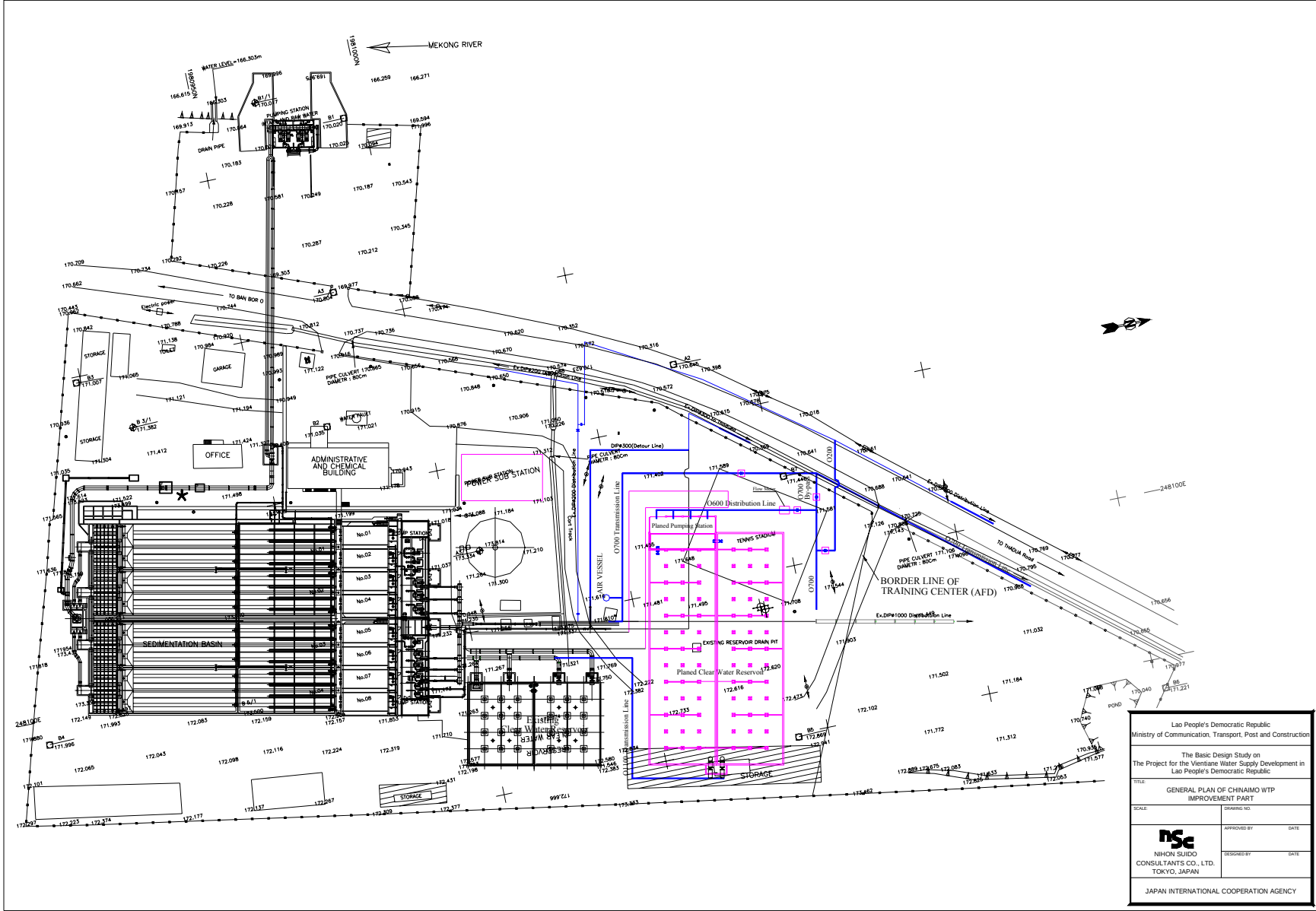


表 3-2-5 チナイモ浄水場改良の施設・設備内容

チナイモ浄水場改良計画（案）

施設名称	施設・設備名称	拡張計画内容
配水施設	配水池	RC 造り、2 池、有効容量=7,500m ³ 、滞留時間=3.5hr 形状寸法：幅 20.0m × 長 70.0m × 深 3.76m × 有効水深 2.68m × 2 池
		流入弁：φ1,100mm 短面間型手動式バタフライ弁 × 2 台
		越流管：φ 600mm
		ポンプ井連絡弁：φ 700mm 短面間型手動式バタフライ弁 × 2 台(手動開閉台付)
		換気装置
配水ポンプ施設	配水ポンプ室	RC 造り、床面積=200m ² 、形状寸法：幅 20.0m × 長 10.0m
	配水ポンプ設備	φ 300mm×φ 200mm 横軸両吸込渦巻ポンプ 13.1m ³ /min × 71m × 220kW × 4 台 (内 1 台は予備)
		フート弁：φ 300mm × 4 台
		吸込弁：φ 300mm 短面間型手動式バタフライ弁 × 4 台
		逆止弁：φ 300mm 水撃防止用 × 4 台 吐出弁：φ 300mm 短面間型電動式バタフライ弁(横型) × 4 台
	クレーン設備	5ton 電動式チェーンホイスト(横行走行、巻上、電動式)
	床排水ポンプ設備	水中ポンプ：0.2m ³ /min × 7m × 0.75kW × 2 台(内 1 台予備)
	配水流量計及び流量制御弁	流量計室及び流量制御弁室
		流量制御弁：φ 600mm くし歯弁体形電動式バタフライ弁(横型) × 1 台
	配水管	ダクタイル鋳鉄管：φ 700mm × 長 30 m、 φ 600mm × 長 49 m、 φ 200mm × 長 40 m、 φ 700mm × 長 11 m(バイパス管)
弁類	連絡弁：φ 700mm 横型バタフライ弁 × 1 台、φ 200mm 横型バタフライ弁 × 1 台	
送水施設	水撃圧対策設備	エアチャンバー：鋼製、 空気容量：4.5m ³ (形状寸法：φ 2.4m × 長 3.0m) エアコンプレッサー：ベルト駆動式 665 NI/min × 0.69 MPa × 5.5 kw × 2 台 (内 1 台予備)
	送水管	ダクタイル鋳鉄管：φ 700mm × 長 127 m、 φ 300mm × 長 82 m、
	弁類	連絡弁：φ 700mm 横型バタフライ弁 × 1 台、
電気施設	受変電設備	取替：1,000kVA×1 台、既設変圧器 1,000kVA × 2 台は撤去
	動力盤	受電盤、配水ポンプ動力盤、補機動力盤、
	避雷針設備	避雷針設備(配水ポンプ場)
	場内連絡設備	インターホン設備(配水ポンプ場)
	空調設備	空調設備を設置する。(配水ポンプ場電気室)
計装施設	計装設備	中央監視盤の取替及び計装盤(管理本館内中央監視室)
		配水池水位計(超音波式)
		配水系圧力計(電子式)
		配水流量計(超音波式、固定型)
		既設送水流量計(超音波式、固定型)の取替(タドゥア地区サラカム高架タンクへの送水)
場内整備、他		整地、盛土、場内道路、場内照明、門扉・塀、他

3-2-2-6 Km6 増圧ポンプ場改修

上述したチナイモ浄水場改良による送配水システムに分離に関連して、先の社会開発調査では、北部へ向かう送配水システム上の Km6 増圧ポンプ場は、管網解析の結果改修が必要と計画されていた。しかし、ラオス国側によるドンマカイ浄水場建設計画を勘案し、計画を見直した結果、Km6 増圧ポンプ場よりさらに北部方面へ向けての送水ポンプは不要となった。但し既存の配水ポンプについては、取替えを行い、既設建屋内へ設置するものとする。これら施設の配置計画図を図 3-2-11 に示す。

Km6 増圧ポンプ場の基本設計の結果、改修に必要な施設・設備内容は表 3-2-6 に示すとおりである。

図 3-2-11 Km6 増圧ポンプ場改修施設設計画平面図

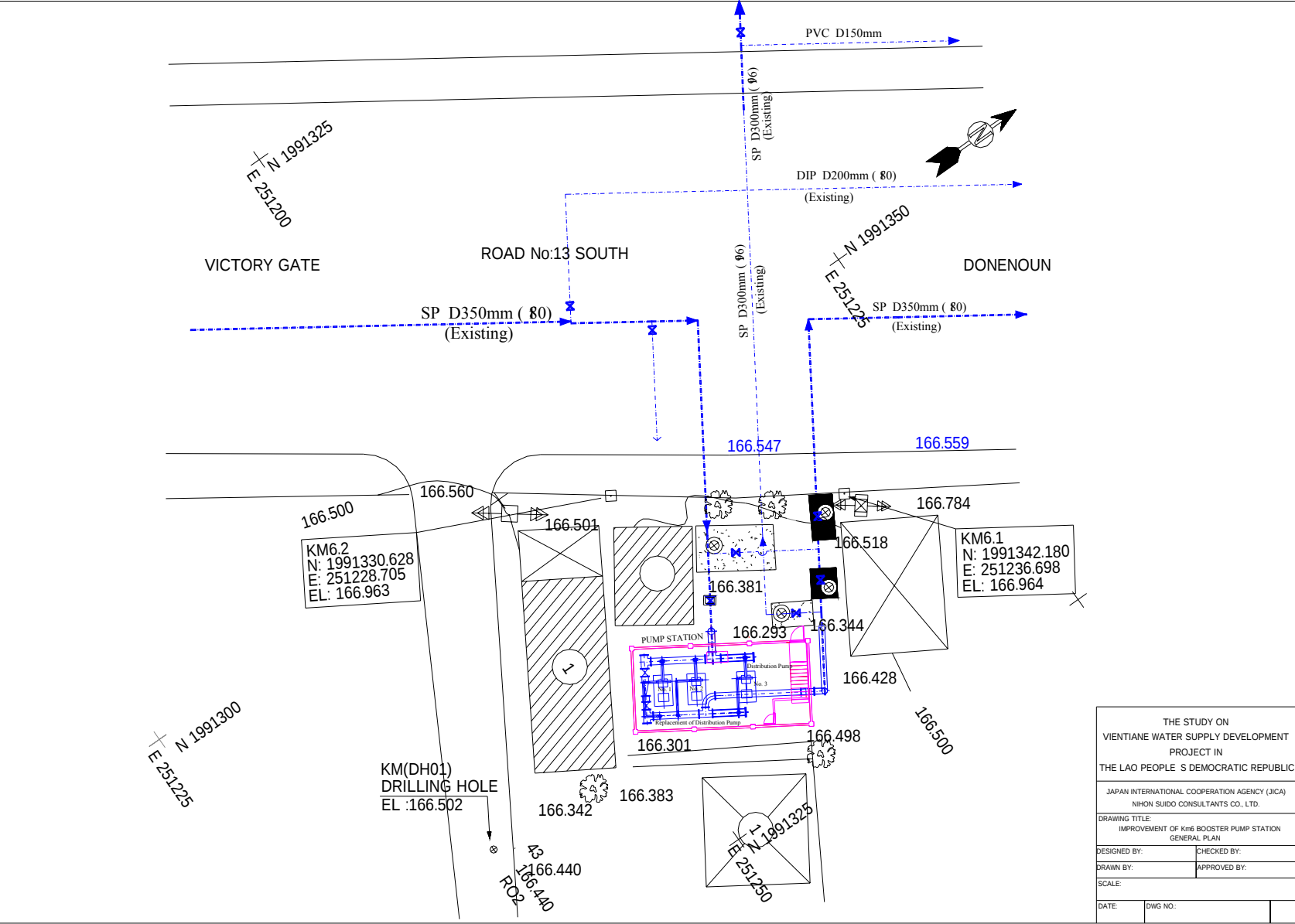


表 3-2-6 Km6 増圧ポンプ場改修の施設・設備内容

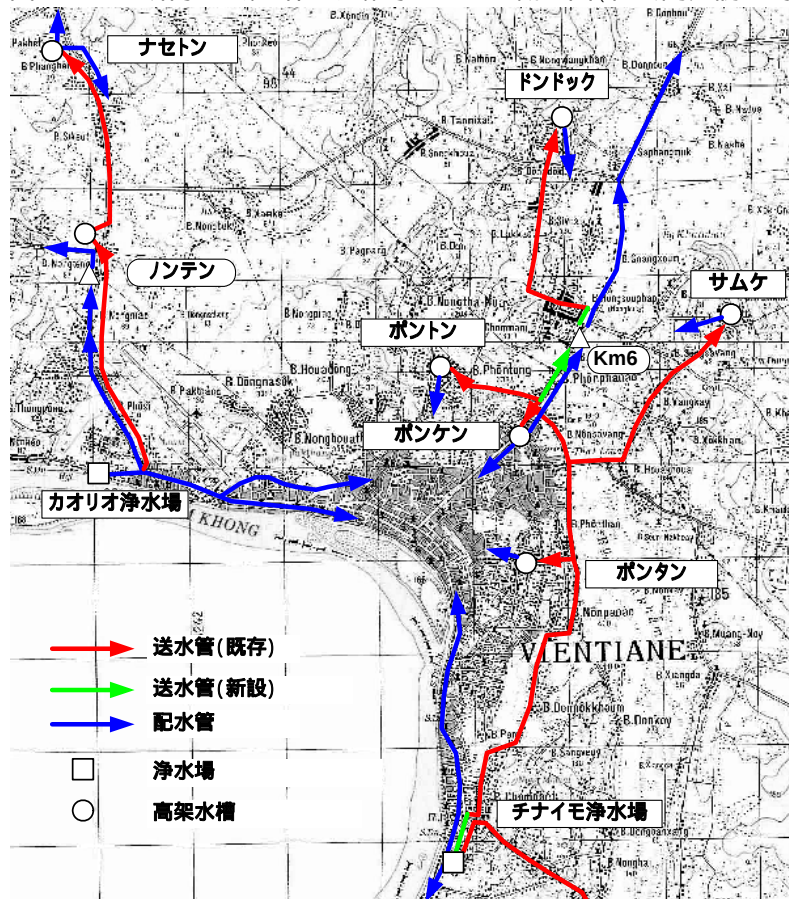
Km6 増圧ポンプ場改修計画（案）

施設名称	施設・設備名称	備考	拡張計画内容
配水施設	配水ポンプ設備	取替	φ 150mm × φ 125mm 横軸片吸込渦巻ポンプ 4.2m ³ /min × 28m × 30kW × 3 台（内既設 2 台取替、内 1 台は予備）
		取替	逆止弁：φ 150mm 水撃防止用 × 3 台及び 吐出弁：φ 150mm 短面間型電動式バタフライ弁(横型) × 3 台
		新設	流量計：φ 150mm オリフィス式（直読式） × 1 台
電気施設	受変電設備	新設	EDL 送電線を引き込み、3 相 4 線式 380V にて受電する。 低圧受電容量 100 kVA
	動力設備	新設	低圧受電盤、低圧分電盤
計装設備	制御設備	取替	配水ポンプ制御盤
	計装設備	取替	配水系圧力計（電子式） × 1 台
場内整備、他		改修	整地、盛土、場内道路、場内照明、門扉・塀、他

3-2-2-7 送配水管整備

先の社会開発調査およびラオス国側からの要請内容では、チナイモ浄水場改良（送配水分離）に伴い、北部方面への送水管路確保が必要とされ、配水管は、カオリオ浄水場 40,000m³/日拡張に伴い、増加した水量を市内に適正な圧力で配水するために計画されていた。この社会開発調査時点における送配水システムを図 3-2-12 に示す。

図 3-2-12 給水区域全体の送配水システム概念図(社会開発調査時点)



ドンマカイ計画で建設される浄水場は本件無償資金協力事業が完成するまでは、現在給水状況が悪いポントン地区及びドン Dock 地区への給水のため、ドンマカイ地区に新設される浄水場から送水管を敷設し、両地区の給水状況改善に寄与することを考えている（図 3-1-1 参照）。しかし、本件無償資金協力事業完了後はチナイモ浄水場の送配水システムの分離及びカオリオ浄水場の拡張により、ポントン地区への給水状況は改善されるためドンマカイ計画によるポントン高架水槽までの送水は不要になる。ただし、本件無償資金協力事業完了後もドンマカイに建設される新設浄水場の場所及び能力（20,000m³/日）を考慮するとピエンチャン北部への給水を引き続き行なう事が技術的・経済的にも優位性があると考えられる。

ドンマカイ浄水場計画は下記の 2 つのパッケージより成っている。

< パッケージ 1 >

- タンゴン地区にある既設灌漑用水取水ポンプ場への浄水場用取水ポンプの設置
- ドンマカイ地区への新規浄水場建設（20,000 m³/日）
- 既設ドン Dock 配水池及びポントン高架水槽への送水管敷設（Dia.450mm 約 8.2km、Dia.400mm 約 6.2km）

< パッケージ 2 >

- 配水管及び給水本管の敷設

ドンマカイ計画により浄水場が新設されることによって浄水場能力は既設、本件無償資金協力事業による拡張とあわせて 160,000m³/日となる。

既設の浄水能力	チナイモ浄水場	: 80,000m ³ /日
	カオリオ浄水場	: 20,000m ³ /日
浄水場の拡張	カオリオ浄水場	: 40,000m ³ /日
<u>ドンマカイ計画による浄水場</u>		<u>: 20,000m³/日</u>
合計		: 160,000m ³ /日

また、ドンマカイ浄水場はドンマカイ地区、タンゴン地区及び工業団地への配水を行なう計画としており、新設浄水場能力の 20,000m³/日を全量ピエンチャン市北部への給水へ利用できるわけではなく、本件無償資金協力事業で考えていた給水地域へは下記のとおり約 12,000m³/日の給水となる。

新設浄水場能力	: 20,000m ³ /日
ドンマカイ地区、タンゴン地区等への給水	: 3,000m ³ /日
<u>工業団地への給水</u>	<u>: 5,000m³/日</u>
ピエンチャン市北部への給水可能量	: 12,000m ³ /日

上述したドンマカイ計画パッケージ 1 のスコープを考慮し、管網解析を下記の条件で行なった。

- カオリオ浄水場の拡張分 40,000m³/日を給水できる最低限の送配水管の整備のみを目的とした JICA 社会開発調査 F/S 時の管網モデルで解析
- 総浄水能力 160,000m³/日がほぼ 2010 年の需要に相当するので各ノードの需要は 2010 年の需要とする
- ドンマカイ浄水場からの配水システムに関する詳細な計画が不明のため、新設ドンマカイ浄水場から給水される 12,000m³/日はラオス側計画の送水管を經由して全量ドンドック配水池を經由し、北部地域へ配水されることとする。
- Km 6 増圧ポンプ場からドンドック配水池への既設送水管 Dia.300mm を配水管として有効利用する。
- 現在進行中の AFD による配水管整備プロジェクトは考慮しない。

管網解析結果を図 3-2-13 に示す。ドンマカイ浄水場から給水されるピエンチャン北部地区についてラオス国政府が要請してきた無償資金協力事業の範囲と、管網解析結果を基にし、見直しを図った計画の比較を図 3-2-14 に示す。