

ラオス人民民主共和国 (Lao PDR)  
公共事業省 (MPWT)  
住宅都市計画局 (DHUP)

ラオス国  
タケク上水道拡張計画  
準備調査報告書

平成 25 年 1 月  
(2013 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社日水コン

## 序文

独立行政法人国際協力機構は、ラオス人民民主共和国のタケク上水道拡張計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社日水コンに委託しました。

調査団は、平成24年1月17日から2月24日（第1回現地調査）、平成24年4月1日から6月1日（第2回現地調査）、および平成24年11月6日から11月10日（第3回現地調査）までの3回にわたりラオスの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踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、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25年1月

独立行政法人 国際協力機構  
地球環境部  
部長 不破 雅実

# 要 約

## 1 国の概要

### (1) 国土・自然

ラオス人民民主共和国（以下、ラオス国という）は、東シナ海の西、インドシナ半島の中央に位置している。北は中国およびミャンマー連邦共和国（以下、ミャンマー国という）、東はベトナム社会主義共和国（以下、ベトナム国という）、南はカンボジア王国（以下、カンボジア国という）、そして西はタイ王国（以下、タイ国という）に隣接した内陸国である。国土の面積は 236,800km<sup>2</sup> であり、人口は約 626 万人（2010 年）である。

ラオス国の中部に位置するカムアン県（16,961km<sup>2</sup>）において人口最多であるタケク郡は、西にメコン川、東に山塊を擁する面積 980km<sup>2</sup> の地域である。タケク郡の人口は 86,376 人（2010 年）となっている。

タケク郡が属する気候区分は熱帯性モンスーン気候であり、雨季は 5 月から 10 月、乾期は 11 月から 4 月までで、2007 年から 2011 年までの平均年間降水量は 2,350mm、平均気温は 26.7℃である。

### (2) 国家経済

ラオス国では、1986 年に新思考を掲げ、新経済メカニズムに基づき、経済開放化、市場経済原理の導入を進めてきた。新経済メカニズムが導入されて以降、国営・公営企業の独立採算制の導入および民営化、国内経済・貿易自由化政策が推進され、計画経済から市場経済への移行が進んできた。1980 年代後半以降 90 年代後半にかけて、近隣 ASEAN 諸国の高成長に伴い、ラオス国も順調な経済成長を続けた。1997 年のアジア経済危機の影響で 98 年の経済成長率は低下したが、1999 年以降は GDP 成長率 5～6% 程度の堅調な成長を続け、近年では 7～8% の経済成長を達成している。

経済面における政府の方針としては、ラオス人民革命党の第 8 回党大会（2006 年）で、2020 年までの後発開発途上国からの脱却、2010 年までの貧困の基本的な解決等を目指した長期目標が策定された。2011 年の第 9 回党大会では、「改革路線」の維持が確認され、2015 年までの年 8% 以上の経済成長と 1 人当たり GDP 1,700 米ドルのミレニアム開発目標（MDGs）達成が目標として採択された。今後も経済開放化・市場経済化による経済成長・貧困からの脱却の方向性は堅持されるものと見られる。他方で、ラオス国の財政状況は、GDP 比で見ても大幅な赤字が続いており、外国政府や国際機関からの援助が財政支出の不足分を補う形となっている。日本を含む外国政府・国際機関からの援助は、インフラ整備においても重要な役割を担っている。

## 2 プロジェクトの背景、経緯及び概要

### (1) 背景

1999年9月、ラオス国における上水道施設整備に関する首相令 (Decision No. 37/ PM dated 30 September 1999) が発令された。この首相令に基づいて2020年までに都市部人口の80%に対して24時間連続給水を実現すべく、セクター投資計画が策定された。

タケク郡は、ラオス国内において、首都ビエンチャンと南部の拠点都市パクセの中間地点にあり、全国5番目の人口規模を有する中部ラオスの中核都市であることから、政治的にも、経済活動においても重要な地域と位置付けられている。しかし、上水道の給水区域においてもその給水状況は満足のいくものではなく、さらに給水区域も非常に限られた地域に限定されている。このような上水道の現状を改善することが喫緊の課題となっていた。

このような状況に鑑みラオス国政府は2009年7月にタケク郡の上水道システムの問題点を解決し、上水道を整備するための無償資金協力を要請した。日本国政府は JICA に対して、当該要請プロジェクトの妥当性の確認を指示し、その結果「ラオス国タケク上水道拡張計画」が実施されることとなり、協力準備調査団がラオス国に派遣されることとなった。

### (2) 現状と課題

ラオス国中部カムアン県の県都であるタケク郡は、全国5番目の人口規模(2010年、約8.6万人)であるが、2010年の都市部における給水普及率は50%にとどまっており、上水道施設整備が喫緊の課題となっている。同地区は、タイ国との国境に位置し第三メコン橋でタイ国のナコンパノムと繋ぐだけでなく、国道12号線でベトナム国へ通じており、今後更なる経済発展が見込まれている。

#### 水源井戸

同地区は、当初EUにより建設された井戸(取水量雨期4,000 m<sup>3</sup>/日、乾期2,000 m<sup>3</sup>/日)を水道水源として利用していたが、その後地下水の水質悪化と水量不足の問題が発生した。安定して良好な地下水が利用できるのは3本の深井戸の内一本であり、年間を通しての安定取水量は2,000 m<sup>3</sup>/日にとどまっている。

#### 既存浄水場

上述の通り地下水による水供給量が大幅に減少してしまったことから、緊急措置としてラオス国政府は、2001年にメコン川を水源とするタケク浄水施設(2,500 m<sup>3</sup>/日)を建設した。既存浄水場の着水井、ブロック形成池、沈澱池部分は鋼構造となっており、錆・腐食により漏水が発生するとともに、構造自体の安全性について、カムアン県水道公社は危惧していた。

さらに、増加する水需要を満たすために、浄水場は設計能力を大幅に超過して 4,500 m<sup>3</sup>/日以上の過負荷運転を行っている。これにより、適切な沈殿やろ過処理工程が行えず浄水水質の悪化も懸念される。

また、既存浄水場の取水施設は、浄水場近傍のメコン川に浮かぶ台船の上に取水ポンプを設置したもので、異常低水位に対応する仮設的な施設である。台船方式であるため、流木衝突等の被害も予想される。

#### 配水管路・給水区域

上述の通り、都市部給水普及率は 50%にとどまっており配水管路が不足し、給水区域もタケク郡都市部の中心部に限定されている。給水普及率の向上のためには早急な浄水場能力の向上と配水管路整備による給水区域の拡張が不可欠となっている。

### (3) プロジェクトの目的

上位目標：上水道施設整備に関する首相令（Decision No. 37/ PM dated 30 September 1999）により、2020 年までに都市部人口の 80%に対して 24 時間連続給水を行う。

プロジェクト目標：ラオス国中部カムアン県の県都であるタケク郡において、上位目標である 2020 年までに都市部人口の 80%に対して 24 時間連続給水を実現する。

本プロジェクトは、上記目標を達成するためにタケク郡における水道施設整備を行うとともに、浄水場運転維持管理および配水量管理に関わるソフトコンポーネントを実施することである。

## 3 調査結果の概要とプロジェクト内容

### (1) 調査結果概要

前述の背景から独立行政法人国際協力機構は、以下の通り計 3 回に亘り協力準備調査団をラオス国に派遣した。

第 1 回現地調査：	2012 年 1 月 17 日～同年 2 月 24 日
第 2 回現地調査：	2012 年 4 月 1 日～同年 6 月 1 日
第 3 回現地調査：	2012 年 11 月 6 日～同年 11 月 10 日

同調査団は対象地域であるタケク郡において既存水道施設の現況調査、社会状況調査に加え、測量調査、地質調査、水質調査を実施した。

現地調査及び国内解析の結果概要は、以下の通りである。

1) 既存浄水場の取り扱い

上述の通り既存浄水場は鋼構造部分を中心として老朽化が激しく、さらに過負荷運転により浄水水質も悪化している状況であった。新規浄水場建設後も既存浄水場を改修した上で併用する場合と、新規浄水場建設後は既存浄水場を廃棄する場合について、建設費（改修費含む）、運転維持管理費、維持管理の容易性等の観点から比較検討された。結果として、既存浄水場を廃棄する方が有利であることが確認された。

2) 新規水道施設規模

ラオス国側からは、2004年に計画され2010年を目標年次とした10,000 m<sup>3</sup>/日の新規浄水場の建設を要請されていたが、本プロジェクトの目標としては、ラオス国側の政府目標、即ち「2020年までに都市部水道普及率を80%とする」に資するため、2020年の日最大水需要17,000 m<sup>3</sup>/日を満足する施設とした。このうち2,000m<sup>3</sup>/日は既存の井戸より地下水が供給され、浄水場規模は15,000m<sup>3</sup>/日とした。

(2) 内容・規模

1) 水道施設建設

施設建設計画は以下の通りである。

取水施設

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
取水施設	取水井	本体	鉄筋コンクリート造 円形：内径 7.50 m × 深 19.12 m (高水位時水深 18.56 m)
		頂部建屋	鉄筋コンクリート造 半円矩形：幅 5.75~7.10 m × 長 10.55 m × 高 5.45 m
	取水ポンプ設備	取水ポンプ	水中モーターポンプ 3台 (常用2台、予備1台) Q=5.73 m <sup>3</sup> /min h=25 m P=45 KW 3Φ380V 50Hz
		自家発電設備	200 KVA (防音型、燃料槽内蔵)
	管理室		床面積：48.0 m <sup>2</sup> 用途：事務室 (2人)、便所、倉庫、自家発電機室
導水管路		DIPΦ450、L≒550 m	

浄水場施設

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
浄水施設	着水井		鉄筋コンクリート造 内寸法：巾 1.80 m × 長 3.20 m × 水深 3.00 m 容量、滞留時間：V=17.3 m <sup>3</sup> 、T=1.5 分
	急速攪拌池		鉄筋コンクリート造 内寸法：巾 1.80 m × 長 6.70 m × 水深 2.40 m 容量、滞留時間：V=28.9 m <sup>3</sup> 、T=2.5 分
	フロック形成池		鉄筋コンクリート造 緩速攪拌方式：上下う流式 池数：2 池 1 池当り内寸法：巾 7.95 m × 長 7.55 m × 高さ 4.20 m + 平均有効水深 3.59 m

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
	薬品沈澱池		鉄筋コンクリート造 横流式薬品沈殿方式 上澄水集水装置：集水トラフ+潜りオリフィス 池数：2池 1池当り内寸法：巾 8.05 m × 長 31.00 m × (水深 3.50 m + 堆泥深 0.30 m)
	急速ろ過池		鉄筋コンクリート造 池数：4池 1池当り内寸法：巾 3.00 m × 長 10.50 m ろ過砂厚：100 cm 下部集水装置：ポーラスろ床方式 ろ過速度：V=131 m/日(基準値:120~150 m/日) 流量制御：下部制御方式 逆洗方式：空気、水同時逆洗方式
	浄水池		鉄筋コンクリート造、フラットスラブ構造 池数：2池 有効容量：V=1,500 m <sup>3</sup> (750 m <sup>3</sup> × 2池) 有効水深：H=4.00 m (基準値:3~6 m) 滞留時間：T=2.2 時間 (基準値:T≥1 時間) 1池当り内寸法：巾 12.00 m × 長 16.00 m × 高 4.70 m
	薬品注入設備		硫酸バンド、次亜塩素酸カルシウム、ポリマー
	自家発電設備	自家発電装置/室	450 KVA (防音型、燃料槽内蔵) 床面積：24 m <sup>2</sup>
	管理棟		鉄筋コンクリート造、4階建て、延床面積：784 m <sup>2</sup> 用途 1階：場長室 (1人) 事務室 (5人) 水質試験室 (2人) 便所 薬品倉庫 (1、2階吹抜け) 2階：会議室 監視室 便所 3階、4階：薬品溶解槽 (2槽+2槽) 注入ポンプ室 各階共通：階段室 非常階段：外付螺旋階段 (1F~RF)

#### 送・配水施設

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
送水施設	送水ポンプ設備 (Chomekeo 浄水場場内)	送水ポンプ	陸上モーターポンプ φ250 mm x φ200 mm 横軸片吸込多段渦巻ポンプ 5.21 m <sup>3</sup> /min × 98 m 160 kW × 3台 (内1台は予備)
		ポンプ井	浄水池が兼ねる
	送水管		浄水場~新設高架水槽 (計画送水量 Q=4,262 m <sup>3</sup> /日) DIPφ250-300 L≒6,100 m 一般埋設、独立水管橋 × 1橋 浄水場~既設浄水場 (計画送水量 Q=10,738 m <sup>3</sup> /日) DIPφ350-400 L≒4,800 m
配水施設	高架水槽	新用地内高架水槽 (Pakdong)	鉄筋コンクリート造、円形 池数：1池 有効容量：V=700 m <sup>3</sup> 、有効水深：H=5.00 m 水位：HWL+195.00 m、LWL+190.00 m 寸法：内径 φ13.50 m × 脚長 15.00 m 基礎：杭基礎
		既設浄水場内高架水槽 (KM4)	鉄筋コンクリート造、円形 池数：1池 有効容量：V=600 m <sup>3</sup> 、有効水深：H=5.00 m

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
			水位：HWL+209.00 m、LWL+204.00 m 寸法：内径 Φ12.40 m × 脚長 18.00 m 基礎：直接基礎
	配水管		管種：Φ350 (DIP)、Φ300～Φ100 (HDPE) 口径別延長：Φ350 L=578 m、Φ300 L=2,318 m Φ250 L=9,992 m、Φ200 L=5,795 m Φ150 L=8,998 m、Φ100 L=12,051 m 一般埋設、添架水管橋 × 2 橋

## 2) 調達機材

施設完成後の適切な浄水場運営のために、十分な精度で必要な分析項目を網羅でき、耐久性の高い水質分析機器を調達する。調達する分析機器は以下の通りである。

水質分析項目	測定機器等	数量
pH	電極式卓上型 pH 計	1
	BTB 式簡易 pH 計	1
色度	色度計	1
濁度	卓上型濁度計	1
残留塩素	残留塩素計	1
アルカリ度	湿式分析用器具一式	-
凝集試験	ジャーテスター	1
その他一般器具	ガラス器具	1 式
その他一般設備	蒸留水製造機	1
	精密天秤	1
	ドラフトチャンバー	1
	実験台	1

## 3) ソフトコンポーネント

本プロジェクトでは、次の 2 つの分野に対するソフトコンポーネントを実施する。

1. 浄水場運転維持管理
2. 配水量管理

## 4 プロジェクトの工期および概略事業費

### (1) プロジェクトの工期

本プロジェクトの実施工程は、工事内容・工期の関係から、複数年度案件として実施計画を策定した。最初の年度に実施設計を行い、翌年度から工事（施工・調達）を実施するものとする。工期は、実施設計が 5.0 ヶ月、入札契約期間が 3.5 ヶ月、施工・調達が 26 ヶ月となっている。



## (2) 概略事業費

本プロジェクトの概略事業費は、以下のように 17.44 億円（日本側 16.12 億円、ラオス国側 1.32 億円）となる。

### ① 日本側負担分

費 目		概算事業費（百万円）
施設	取水施設	・ 取水場の新設（取水井、取水ポンプ設備、管理室他） 213
	浄水施設	・ 浄水場の新設（着水井、混和池、フロック形成池、沈殿池、急速ろ過池、薬品注入設備、浄水池、送水ポンプ室、管理棟他） 530
	導・送・配水施設	・ 高架水槽の新設（2ヶ所） ・ 既存配水池の改良 ・ 導水管の布設 ・ 送水管の布設 ・ 配水管の布設 706
機材	水質試験機器	2
実施設計・施工監理		151
ソフトコンポーネント		10
合計		1,612

注) 上記概算事業費は即交換公文上の供与限度額を示すものではない。

### ② ラオス国側負担分

ラオス国側負担経費合計は約1.32億円である。項目は、新規取水施設と浄水場への電気引き込み、配水本管建設、配水支管建設、既存施設の撤去費用等である。

## 5 プロジェクトの評価

### (1) 妥当性

#### プロジェクトの裨益対象

本事業実施によりタケク郡における上水道システムが整備される。給水普及率（タケク郡都市部）は 2010 年に 50%であったものが 2020 年に 80%まで上昇する。増加する裨益人口は約 25,000 人である。総給水人口は 50,000 人となる。

#### プロジェクトの緊急性

既存の浄水場はすでに大幅な過負荷運転を強いられており、浄水水質も悪化している。さらに、浄水場の鋼構造部分は腐食等により老朽化が激しく、修理のための運転停止も発生して

いる。現在の都市部の水道普及率は約 50%であり、緊急に上水道施設整備を実施する必要がある。

#### プロジェクトの上位計画との整合性

ラオス国政府は 2020 年における都市部での水道普及率 80%達成を目標としており、本事業はタケク郡都市部において、その実現を図るものである。

#### 我が国の援助政策との整合性

上水道施設整備事業は、社会インフラ整備事業であり、これはラオス国に対する援助の重点分野と位置付けられていることから、我が国の援助政策と整合している。

## (2) 有効性

本プロジェクトの実施により、期待されるアウトプットは以下の通りである。

### 1) 定量的効果

新規浄水場（15,000m<sup>3</sup>/日）建設および送配水施設整備により、下表のとおり給水人口、給水率が増加する。

表 1 定量的効果

No.	指標	基準値(2010年)	目標値(2020年) 供用開始後5年
1	給水人口 (人)	25,029	49,880
2	都市部給水率 (%)	50	80
3	日平均給水量 (m <sup>3</sup> /日)	7,151	14,250
4	日最大給水量 (m <sup>3</sup> /日)	8,600	17,000
5	平均施設利用率 (%)	110	83
6	最大施設利用率 (%)	132	100

### 2) 定性的効果

定性的効果は以下の通りである。

- ① 乾期の地下水位低下及び既存浄水場老朽化およびその修理のための運転停止による、給水能力の低下が改善され、住民に年間を通して 24 時間安定した給水が可能となり、住民の不安が解消される。

- ② 給水率が都市部で80%を達成し、住民の安全な水へのアクセス率が増加することにより、住民の公衆衛生環境が改善され、水因性疾患数が減少する。
- ③ 老朽化した浄水場を過負荷状態で運転していたことにより、浄水水質が懸念されていたが、適切な浄水システムを備えた新規浄水場の建設により、安全で衛生的な水道水を給水することができる。

# 準備調査報告書

## 目 次

序文

要約

目次

位置図 / 完成予想図 / 写真

図表リスト / 略語集

### 第1章 プロジェクトの背景・経緯 ----- 1 - 1

1-1 当該セクターの現状と課題-----	1 - 1
1-1-1 現状と課題-----	1 - 1
1-1-2 開発計画-----	1 - 2
1-1-3 社会経済状況-----	1 - 3
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要-----	1 - 5
1-2-1 要請の背景・経緯-----	1 - 5
1-2-2 要請内容-----	1 - 5
1-3 我が国の援助動向-----	1 - 6
1-4 他ドナーの援助動向-----	1 - 7

### 第2章 プロジェクトを取り巻く状況 ----- 2 - 1

2-1 プロジェクトの実施体制-----	2 - 1
2-1-1 組織・人員-----	2 - 1
2-1-2 財政・予算-----	2 - 3
2-1-3 技術水準-----	2 - 7
2-1-4 既存施設・機材-----	2 - 9
2-1-4-1 取水施設-----	2 - 9
2-1-4-2 浄水施設-----	2 - 9
2-1-4-3 送配水施設-----	2 - 10
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況-----	2 - 10
2-2-1 関連インフラの整備状況-----	2 - 10
2-2-2 自然条件-----	2 - 11
2-2-3 環境社会配慮-----	2 - 13
2-2-3-1 環境影響評価-----	2 - 13

2-2-3-2	用地取得・住民移転	2 - 37
2-2-3-3	その他	2 - 37
2-3	その他	2 - 38

### 第3章 プロジェクトの内容 3 - 1

3-1	プロジェクトの概要	3 - 1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3 - 1
3-1-2	プロジェクトの概要	3 - 1
3-2	協力対象事業の概略設計	3 - 2
3-2-1	設計方針	3 - 2
3-2-1-1	基本方針	3 - 2
3-2-1-2	自然環境条件に対する方針	3 - 6
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3 - 9
3-2-1-4	建設 / 調達事情、業界特殊事情 / 商習慣に対する方針	3 - 9
3-2-1-5	現地業者の活用に係る方針	3 - 9
3-2-1-6	運営・維持管理に対する方針	3 - 9
3-2-1-7	施設、機材等のグレードの設定に係る方針	3 - 10
3-2-1-8	工法 / 調達方法、工期に係る方針	3 - 10
3-2-2	基本計画	3 - 10
3-2-2-1	水需要予測	3 - 10
3-2-2-2	取水施設計画	3 - 13
3-2-2-3	浄水施設計画	3 - 16
3-2-2-4	送配水施設計画	3 - 23
3-2-2-5	機材調達計画	3 - 38
3-2-3	概略設計図	3 - 40
3-2-4	施工計画 / 調達計画	3 - 41
3-2-4-1	施工方針 / 調達方針	3 - 41
3-2-4-2	施工上 / 調達上の留意事項	3 - 43
3-2-4-3	施工区分 / 調達・据付区分	3 - 44
3-2-4-4	施工監理計画 / 調達監理計画	3 - 44
3-2-4-5	品質管理計画	3 - 46
3-2-4-6	資機材等調達計画	3 - 47
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3 - 49
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3 - 50
3-2-4-9	実施工程	3 - 53
3-3	相手国側分担事業の概要	3 - 55

3-3-1 用地取得	3 - 55
3-3-2 既存の取水・浄水施設の廃棄	3 - 56
3-3-3 新規取水場及び浄水場への電力引込みと電話線の引込み	3 - 57
3-3-4 導水管ルート及び送・配水管ルートの占有許可の取得	3 - 57
3-3-5 配水本管の整備	3 - 57
3-3-6 配水支管の整備	3 - 57
3-3-7 各戸給水管接続と水道メータの調達と設置	3 - 60
3-3-8 その他	3 - 61
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 61
3-5 プロジェクトの概略事業費	3 - 66
3-5-1 協力対象事業の概略事業費	3 - 66
3-5-2 運営・維持管理費	3 - 68

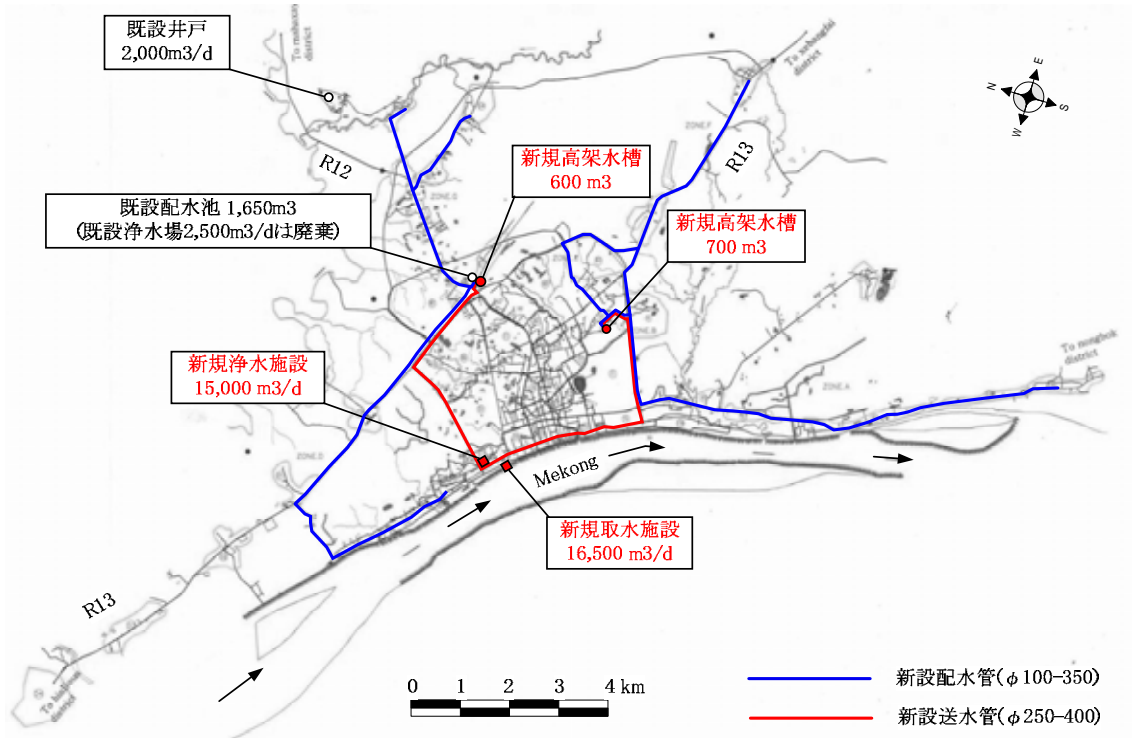
<b>第4章 プロジェクトの評価</b>	<b>4 - 1</b>
4-1 事業実施のための前提条件	4 - 1
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	4 - 1
4-3 外部条件	4 - 2
4-4 プロジェクトの評価	4 - 2
4-4-1 妥当性	4 - 2
4-4-2 有効性	4 - 3

#### [ 資 料 ]

1. 調査団員・氏名	App 1 - 1
2. 調査行程	App 2 - 1
3. 関係者（面会者）リスト	App 3 - 1
4. 討議議事録（M/D）	App 4 - 1
5. ソフトコンポーネント計画書	App 5 - 1
6. 参考資料（収集資料リスト）	App 6 - 1
7. その他の資料・情報	
7-1 既存浄水場の劣化診断結果	App 7 - 1
7-2 概略設計図	App 7 - 20
7-3 アンケート調査結果	App 7 - 48
7-4 環境社会配慮（チェックリスト、モニタリングフォーム案、 ステークホルダー協議議事録）	App 7 - 51
7-5 配水管網の水理計算書	App 7 - 72



# プロジェクト全体図







取水施設及び浄水施設の完成予想図

## 写 真



対象サイトの現状 1：既存の取水施設  
(フローティング方式を用いているが、流木等の  
リスクがある。)



対象サイトの現状 2：既存の井戸施設  
(No.1、No.2、No.3 があるが、No.3 は故障のため、現在は No.1 と No.2 で運転中。)



対象サイトの現状 3：タケク郡の既存浄水場  
(浄水施設は腐食が著しく廃棄の方針を決めた。  
左手の配水池は今後も使用可能。)



対象サイトの現状 4：タケク郡の既存浄水場側面  
(水圧により壁が撓んできており、ワイヤーにて  
押さえている。)



対象サイトの現状 5：タケク郡の既存浄水場(沈  
殿池、空の状態)(沈殿池の底板や壁に溶接で補  
修された跡が 30 ヶ所以上ある。)



対象サイトの現状 6：既存の水道メータ  
(パイプ給水の行われている家にある水道  
メータ。)



類似案件の状況 1：カオリオ浄水場（ヴィエンチャン特別市）



類似案件の状況 2：サバナセツト浄水場取水施設（日本の無償で改修された。）



類似案件の状況 2：セーバンファイ地区高架タンク（KOICA の支援により建設された。）



現地の生活状況 1：既存の家庭用井戸



現地の生活状況 2：貯水タンク  
（公共水道水や地下水をタンクにためて使用）



現地の生活状況 3：既存のハンドポンプ

## 表リスト

表 1.1.3-1	ラオス国の主要社会経済指標	1 - 4
表 1.1.3-2	ラオス国の健康・衛生に関する指標	1 - 4
表 1.2.2-1	ラオス国側からの要請内容	1 - 5
表 1.3-1	技術協力プロジェクト・専門家派遣(上水道分野)	1 - 6
表 1.3-2	開発計画調査型技術協力プロジェクト(旧開発調査、上水道分野)	1 - 6
表 1.3-3	無償資金協力(上水道分野)	1 - 7
表 1.4-1	他ドナー国・機関の援助(上水道分野)	1 - 7
表 2.1.2-1	MPWT, DHUP, WASRO の過去 3 年間の予算・実績額	2 - 3
表 2.1.2-2	カムアン県 DPWT の過去 5 年間の水道プロジェクトへの支出額	2 - 3
表 2.1.2-3	カムアン県水道公社の過去 3 年間の収入支出状況	2 - 4
表 2.1.2-4	タケク郡の O&M 費用(2011 年)	2 - 5
表 2.1.2-5	カムアン県の水道料金の推移	2 - 5
表 2.1.2-6	各水道用途別の顧客数(2011 年)	2 - 6
表 2.1.2-7	平均水使用量・平均請求額・供給単価・料金徴収率	2 - 6
表 2.1.3-1	NPKM タケク郡の技術職員の教育的背景	2 - 8
表 2.2.3-1	本調査対象および周辺で見られる野生動物	2 - 16
表 2.2.3-2	メコン川(タケク郡周辺)に生息する主な魚類	2 - 16
表 2.2.3-3	人口の推移(タケク郡)	2 - 18
表 2.2.3-4	人口の推移(給水区域内)	2 - 18
表 2.2.3-5	タケク郡の民族構成	2 - 19
表 2.2.3-6	職業別人口(タケク郡/2011 年)	2 - 19
表 2.2.3-7	教育・医療機関の施設数	2 - 19
表 2.2.3-8	タケク郡の主な農作物	2 - 20
表 2.2.3-9	タケク郡の土地利用状況	2 - 20
表 2.2.3-10	関連法規	2 - 21
表 2.2.3-11	代替案の比較結果(取水ポンプ施設用地)	2 - 24
表 2.2.3-12	代替案の比較結果(取水ポンプ施設方式)	2 - 25
表 2.2.3-13	代替案の比較結果(浄水場用地)	2 - 26
表 2.2.3-14	代替案の比較結果(送水ルート)	2 - 26
表 2.2.3-15	代替案の比較結果(配水池建設)	2 - 27
表 2.2.3-16	スコーピング結果	2 - 28
表 2.2.3-17	スコーピングの評価項目とその選定理由	2 - 29
表 2.2.3-18	想定される環境社会配慮調査(対策)の概要	2 - 30
表 2.2.3-19	影響予測・評価結果	2 - 32
表 2.2.3-20	環境管理計画(案)	2 - 33
表 2.2.3-21	モニタリング計画(案)	2 - 34
表 2.2.3-22	計画・建設段階のモニタリング実施費用(案)	2 - 35
表 2.2.3-23	供用段階のモニタリング実施費用(案)	2 - 35
表 2.2.3-24	ステークホルダー協議の概要	2 - 36
表 2.2.3-25	ステークホルダー協議参加者概要	2 - 36
表 2.2.3-26	ステークホルダー協議にて聴取された匿名意見	2 - 36
表 3.2.1.1-1	比較検討ケース一覧	3 - 3
表 3.2.1.1-2	目標年次毎の既存浄水場継続使用あるいは廃棄の場合の事業費等比較	3 - 4
表 3.2.1.1-3	概算事業費内訳	3 - 4

表 3.2.1.1-4	既存浄水場継続使用あるいは廃棄の場合の比較結果	3 - 5
表 3.2.1.2-1	メコン川原水の水質	3 - 7
表 3.2.1.2-2	既存 KM4 浄水場分析室によるメコン川の濁度データ	3 - 8
表 3.2.2.1-1	タケク給水地域における水道普及率 (2010 年)	3 - 11
表 3.2.2.1-2	タケク給水地域の家庭用・非家庭用の水使用比率	3 - 12
表 3.2.2.2-1	取水施設計画の内容・諸元	3 - 16
表 3.2.2.3-1	沈澱池の分類	3 - 19
表 3.2.2.3-2	浄水場施設計画の内容・諸元	3 - 22
表 3.2.2.4-1	送配水施設計画の内容・諸元	3 - 37
表 3.2.2.5-1	要請書に含まれている機材調達の妥当性	3 - 38
表 3.2.2.5-2	要請書に含まれていない機材調達の妥当性	3 - 38
表 3.2.2.5-3	測定項目および頻度	3 - 39
表 3.2.2.5-4	必要測定機器等	3 - 39
表 3.2.2.5-5	アルカリ度分析用器具	3 - 40
表 3.2.4.5-1	主要品質管理項目と管理方法	3 - 46
表 3.2.4.6-1	主要資機材調達先区分表	3 - 48
表 3.2.4.8-1	運営維持管理能力の課題と対策・活用されるスキーム	3 - 50
表 3.3.7-1	各戸給水管接続及び水道メータ調達・設置スケジュール案	3 - 60
表 3.4-1	維持管理計画	3 - 61
表 3.4-2	タケク郡上水道施設の年間 O&M 費用 (2020 年以降)	3 - 65
表 3.4-3	プロジェクト実施後の NPKM 収支予測	3 - 65
表 3.5.1-1	本プロジェクトの概算事業費内訳	3 - 65
表 3.5.1-2	新規取水場と浄水場への電気引き込み費用	3 - 66
表 3.5.1-3	配水本管建設費用	3 - 67
表 3.5.1-4	配水支管建設費用	3 - 67
表 3.5.1-5	給水管接続費用(水道メータ含まない) (住民負担)	3 - 67
表 3.5.1-6	水道メータの調達費用 (住民負担)	3 - 67
表 3.5.1-7	既存施設の廃棄 (撤去) 費用	3 - 67
表 3.5.2-1	タケク郡上水道施設の年間 O&M 費用 (2020 年以降)	3 - 68
表 3.5.2-2	タケク郡上水道施設の年間 O&M 費用内訳	3 - 68
表 4.4.2-1	定量的効果	4 - 3

## 図リスト

図 1.1.2-1	タケク郡都市開発計画の方向性 .....	1 - 3
図 1.4-1	カムアン県上水道セクターの他ドナー動向 .....	1 - 8
図 2.1.1-1	ラオス国水道関係各機関の関係図 .....	2 - 1
図 2.1.1-2	カムアン県公共事業運輸局の組織図 .....	2 - 2
図 2.1.1-3	NPKM の組織図 .....	2 - 2
図 2.1.1-4	NPKM の職員数の変化 .....	2 - 2
図 2.1.2-1	単位収入と費用の比較（2010 年） .....	2 - 7
図 2.1.3-1	タケク郡の O&M 部署 .....	2 - 8
図 2.1.4-1	既存の上水道システム .....	2 - 10
図 2.2.3-1	月平均降水量・気温 .....	2 - 14
図 2.2.3-2	タケク郡メコン川月平均流量 .....	2 - 15
図 2.2.3-3	タケク郡の植生状況 .....	2 - 17
図 2.2.3-4	ラオス国の環境社会配慮関連組織 .....	2 - 22
図 2.2.3-5	EIA 報告書および審査・承認に関する手続き .....	2 - 23
図 2.2.3-6	候補地概略図 .....	2 - 24
図 3.1.2-1	コンポーネント位置図 .....	3 - 2
図 3.2.1.1-1	目標年度（2020 年）までの水需要と施設計画 .....	3 - 5
図 3.2.1.1-2	全体給水システム .....	3 - 6
図 3.2.1.2-1	メコン川の水位変動（タケク郡観測所）（1968-2011） .....	3 - 6
図 3.2.2.1-1	本調査対象地域の 2020 年までの水需要量 .....	3 - 13
図 3.2.2.2-1	取水方式の比較検討 .....	3 - 15
図 3.2.2.3-1	混和方式の比較検討 .....	3 - 18
図 3.2.2.3-2	フロック形成池の比較検討 .....	3 - 18
図 3.2.2.3-3	急速ろ過方式の比較検討 .....	3 - 20
図 3.2.2.3-4	浄水施設配置図 .....	3 - 21
図 3.2.2.4-1	計画給水区域 .....	3 - 24
図 3.2.2.4-2	配水システム .....	3 - 25
図 3.2.2.4-3	配水区 .....	3 - 26
図 3.2.2.4-4	代替案 1：自然流下案 .....	3 - 27
図 3.2.2.4-5	代替案 2：ポンプ配水方式 .....	3 - 27
図 3.2.2.4-6	時間係数 .....	3 - 28
図 3.2.2.4-7	配水池及び高架水槽の水位（48 時間の推移） .....	3 - 28
図 3.2.2.4-8	午前 7 時における各節点での残存水頭 .....	3 - 29
図 3.2.2.4-9	送水管路布設概要図 .....	3 - 29
図 3.2.2.4-10	配水管路布設概要図 .....	3 - 30
図 3.2.2.4-11	一般的な管路布設位置 .....	3 - 31
図 3.2.2.4-12	国道 13 号線沿いの管路布設位置 .....	3 - 31
図 3.2.2.4-13	市街地での管路布設位置 .....	3 - 32
図 3.2.2.4-14	掘削・埋め戻し標準図 .....	3 - 33
図 3.2.2.4-15	送水システム概念図 .....	3 - 33
図 3.2.2.4-16	送水ポンプ場概要 .....	3 - 34
図 3.2.2.4-17	水管橋構造例 .....	3 - 35
図 3.2.2.4-18	伏越し構造例 .....	3 - 35
図 3.2.2.4-19	空気弁室の構造例 .....	3 - 36

図 3.2.2.4-20	排水設備の構造例	3 - 36
図 3.2.2.4-21	防護コンクリートの設置例	3 - 37
図 3.2.2.4-22	離脱防止金具の設置例	3 - 27
図 3.2.4.1-1	事業実施体制の概念図	3 - 42
図 3.2.4.6-1	輸送経路	3 - 49
図 3.2.4.8-1	配水量管理の関連施設のイメージ	3 - 52
図 3.2.4.9-1	実施工程計画	3 - 54
図 3.5-1	先方政府による配水本管布設	3 - 57
図 3.3.6-1	先方負担による配水支管布設ルート（その1）	3 - 58
図 3.3.6-2	先方負担による配水支管布設ルート（その2）	3 - 58
図 3.3.6-3	拡張村落	3 - 59
図 3.3.6-4	先方政府による配水支管布設の一例	3 - 59
図 3.3.7-1	各戸給水管接続図	3 - 60
図 3.4-1	本プロジェクトの施設完成後の運営・維持管理体制	3 - 64

## 略 語 集

ADB	Asian Development Bank
BOD	Biochemical Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
D/D	Detailed Design
DHUP	Department of Housing and Urban Planning, MPWT
DIP (DCIP)	Ductile Cast Iron Pipe
DNRE	Department of Natural Resources and Environment, MNRE
DPWT	Department of Public Works and Transport, Kammouane Province, MPWT
FS (F/S)	Feasibility Study
GOJ	Government of Japan
GOL	Government of Lao PDR
HDPE	High Density Polyethylene Pipe
HWL	High Water Level
ISO	International Organization for Standardization
JICA	Japan International Cooperation Agency
JPST	JICA Preparatory Survey Team
Lao PDR	Lao People's Democratic Republic
Lpcd (LPCD)	litre per capita day, unit water consumption per day per capita
LWL	Low Water Level
MCTPC	Ministry of Communication, Transport, Post and Construction
MD	Minute of Discussion
MNRE	Ministry of Natural Resources and Environment
MOF	Ministry of Finance
MP (M/P)	Master Plan
MPH	Ministry of Public Health
MPWT	Ministry of Public Works and Transport
MRC	Mekong River Commission
NPKM	Nam Papa Kammouane Province (Kammouane Water Supply State Enterprise)
NPNL (NPVC)	Nam Papa Vientiane Capital City (Water Supply Company of the Vientiane Capital City), (NPNL in Lao Language)
NRW	Non Revenue Water
O&M	Operation and Maintenance
PVC	Polyvinyl Chloride Pipe
SP	Steel Pipe
S/V	Construction Supervision
TSS	Total Suspended Solid
UDAA	Urban Development and Administration Authority
WASRO	Water Supply Regulator Office, DHUP, MPWT
WB	World Bank
WTP	Water Treatment Plant





# 第1章 プロジェクトの背景・経緯

## 1-1 当該セクターの現状と課題

### 1-1-1 現状と課題

ラオス人民民主共和国（以下、ラオス国という）中部カムアン県の県都であるタケク郡は、全国5番目の人口規模(2010年、約8.6万人)であるが、2010年の都市部における給水普及率は50%にとどまっており、上水道施設整備が喫緊の課題となっている。同地区は、タイ王国（以下、タイ国という）との国境に位置し第三メコン橋でタイ国のナコンパノムと繋ぐだけでなく、国道12号線でベトナム社会主義共和国(以下、ベトナム国という)へ通じており、今後更なる経済発展が見込まれている。

#### 水源井戸

同地区は、当初EUにより建設された井戸(取水量雨期4,000m<sup>3</sup>/日、乾期2,000m<sup>3</sup>/日)を水道水源として利用していたが、その後地下水の水質悪化と水量不足の問題が発生した。安定して良好な地下水が利用できるのは3本の深井戸の内一本であり、年間を通しての安定取水量は2,000m<sup>3</sup>/日にとどまっている。

#### 既存浄水場

上述の通り地下水による水供給量が大幅に減少してしまったことから、緊急措置として、ラオス国政府は、2001年にメコン川を水源とするタケク浄水施設(2,500m<sup>3</sup>/日)を建設した。既存浄水場の着水井、ブロック形成池、沈澱池の部分は鋼構造となっており、錆・腐食により漏水が発生するとともに、構造自体の安全性について、カムアン県水道公社は危惧していた。

さらに、増加する水需要を満たすために、浄水場は設計能力を大幅に超過して4,500m<sup>3</sup>/日以上での過負荷運転を行っている。これにより、適切な沈澱やろ過処理工程が行えず浄水水質の悪化も懸念される。

また、既存浄水場の取水施設は、浄水場近傍のメコン川に浮かぶ台船の上に取水ポンプを設置したもので、異常低水位に対応する仮設的な施設である。台船方式であるため、流木衝突等の被害も予想される。

#### 配水管路・給水区域

上述の通り、都市部給水普及率は50%にとどまっており配水管路が不足し、給水区域もタケク郡都市部の中心部に限定されている。給水普及率の向上のためには早急な浄水場能力の向上と配水管路整備による給水区域の拡張が不可欠となっている。

## 1-1-2 開発計画

### (1) 国家開発計画

ラオス国の国家開発計画は、1981年の第1次5ヵ年計画から始まり、現在は第7次5ヵ年計画（2011年～2015年）が2011年6月に国民議会で承認され、推進されているところである。以下に各5ヵ年計画の重要課題を示す。

第1次5ヵ年計画（1981～1985）	<ul style="list-style-type: none"><li>食糧自給の達成と地方市町村における社会基盤（道路・電力・公衆衛生・教育）の整備・改善</li></ul>
第2次5ヵ年計画（1986～1990）	<ul style="list-style-type: none"><li>工業生産の増加及び製品の質的向上</li><li>工業部門の経営改善と先端技術の導入、外国資本の積極的な導入</li></ul>
第3次5ヵ年計画（1991～1995）	<ul style="list-style-type: none"><li>住宅改善を含む生活レベルの向上</li><li>健康の維持管理、教育サービス関連施設の整備</li><li>州都の水道施設整備</li><li>耕作のための土地の所有・確保</li></ul>
第4次5ヵ年計画（1996～2000）	<ul style="list-style-type: none"><li>市場経済化の推進</li><li>農業・工業・サービス業部門の経済開発</li><li>地域経済構造の改革・発展</li><li>経済協力の拡充と外国投資の推進</li></ul>
第5次5ヵ年計画（2001～2005）	<ul style="list-style-type: none"><li>社会秩序と政治的安定の増進</li><li>持続的経済成長の推進</li><li>貧困半減化</li><li>人的資源の開発および近代産業の育成</li></ul>
第6次5ヵ年計画（2006～2010）	<ul style="list-style-type: none"><li>社会経済開発のための投資</li><li>社会開発、環境保全と調和した経済成長、行政改革、社会政治情勢の安定</li></ul>
第7次5ヵ年計画（2011～2015）	<ul style="list-style-type: none"><li>安定的な経済成長の確保</li><li>MDGsの達成</li><li>環境保全を伴う持続的な経済成長の確保</li><li>社会秩序の維持と国際社会における役割向上</li></ul>

1996年の第6回人民革命党大会では、「2020年までに後発開発途上国（LDC）を脱却する」という明確な目標が設定され、ラオス国政府は、公共サービスの改善、インフラ整備の向上、人材の能力開発と有効活用等に積極的に取り組んでいる。

### (2) 水道セクター開発計画

国家開発計画を受け、公共事業省（現MPWT、旧MCTPC）は、1997年9月に“Development Plan for Communication, Transport, Post and Construction, Year 1996 – 2020”を発表し、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月には都市部の給水普及率を2020年までに80%まで引き上げる目標を掲げた首相令 No.37「水道セクターに関する管理と開発 (Prime Ministerial Decision on Management and Development of Water Supply Sector)」が発せられた。この他、水道に係る法令に関しては、2005年7月には首相令 No.191「都市水道運営に関する規制 (Regulation of Urban Water Supply Operations)」、2009年7月には「水道法 (Water and Water Resource Law)」が施行され、これらの法制度及び関連規定の下、行政側は水道にかかる指導・監督を水道事業体は運営を実施している。

### (3) 地域開発計画

タケク郡は、タイ国との国境に位置しており、第三メコン橋でタイ国ナコンパノムと通じるだけでなく、国道12号線で隣国のベトナム国へも通じており、今後更なる経済発展が見込まれる。2009年3月に作成された「タケク都市開発計画 (The Project on Amending Urban Planning of Thakhek District, Khammouan Province)」によれば、自然環境および社会環境と調和を保ちつつ次の地域でのインフラ整備向上を含めた都市開発計画の方向性を示している。

- ① 都市中心部の一層の人口増加を鑑みた都市開発
- ② 国道13号線に沿った北方面及び南方面の拡張
- ③ 国道12号線に沿った北東方面の拡張
- ④ 都市中心部から東南方面の拡張

本計画は、上述の都市開発計画を受けた水道拡張整備事業であり、当該地区の上位計画に沿った拡張計画である。図 1.1.2-1 に①～④の位置を示しめす。

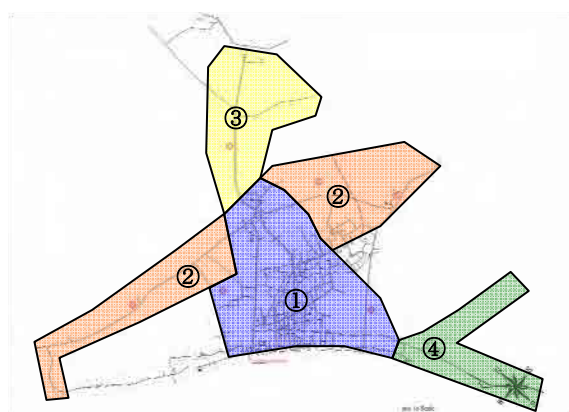


図 1.1.2-1 タケク都市開発計画の方向性

### 1-1-3 社会経済状況

ラオス国では、1986年にチンタナカーン・マイ（新思考）を掲げ、新経済メカニズムに基づき、経済開放化、市場経済原理の導入を進めてきた。新経済メカニズムが導入されて以降、国営・公営企業の独立採算制の導入および民営化、国内経済・貿易自由化政策が推進され、計画経済から市場経済への移行が進んできた。1980年代後半以降90年代後半にかけて、近隣ASEAN諸国の高成長に伴い、ラオス国も順調な経済成長を続けた。1997年のアジア経済危機の影響で98年の経済成長率は低下したが、1999年以降はGDP成長率5～6%程度の堅調な成長を続け、近年では7～8%の経済成長を達成している。表 1.1.3-1 はラオス国の主要社会経済指標を示している。

表 1.1.3-1 ラオス国の主要社会経済指標

No.	項目	単位	年			
			2000	2005	2010	2012 予測
1	人口	百万	5.403	5.88	6.437	6.678
2	現在価格の GDP	10 億米ドル	1.64	2.73	6.46	8.94
3	固定価格の GDP	10 億 Kip	15,815	21,459	31,468	36,925
4	固定価格の GDP 成長率	%	6.32	6.77	7.93	8.39
5	現在価格の一人当たり GDP	米ドル	303.5	463.5	1,003.7	1,338.3
6	固定価格の一人当たり GDP	百万 Kip	2.93	3.65	4.89	5.53
7	インフレ率 (平均消費者物価)	%	23.25	7.17	5.98	6.66
8	GDP 比の財政赤字	%	N.A.	83.8	62.0	54.0

出典：World Economic Outlook Database, IMF, April 2012

注：N.A.; Not available

ラオス国は、2011 年の一人当たり GDP は 1,203 ドル (推定値、国際通貨基金)、産業別構成は第 1 次産業が 28%、第 2 次産業が 26%、第 3 次産業が 39% (2010 年、ラオス国統計局) であるが、労働人口の約 7 割が農業セクターで占められており、雇用の多くを農業に依存している。

近隣諸国との関係では、ラオス国は中国やベトナムと緊密な関係を保っている。経済・貿易面では、地理的な関係からラオス国はタイ国とのつながりが強く、ラオス国の輸入物資の多くがタイからのものである。また、ラオス国には人口の約半数を占めるラオ族を含む 49 の民族があるが、インフラの未整備により地域間の移動は容易ではない。

経済面における政府の方針としては、ラオス人民革命党の第 8 回党大会 (2006 年) で、2020 年までの後発開発途上国からの脱却、2010 年までの貧困の基本的な解決等を目指した長期目標が策定された。2011 年の第 9 回党大会では、「改革路線」の維持が確認され、2015 年までの年 8%以上の経済成長と 1 人当たり GDP 1,700 米ドルのミレニアム開発目標 (MDGs) 達成が目標として採択された。今後も経済開放化・市場経済化による経済成長・貧困からの脱却の方向性は堅持されるものと見られる。他方で、ラオス国の財政状況は、GDP 比で見ても大幅な赤字が続いており、外国政府や国際機関からの援助が財政支出の不足分を補う形となっている。日本を含む外国政府・国際機関からの援助は、インフラ整備においても重要な役割を担っている。

表 1.1.3-2 ラオス国の健康・衛生に関する指標

No.	項目	年	ラオス国	東南アジア平均	世界平均	
1	平均寿命(年)	男性	2010-2015	66	69*	68
		女性	2010-2015	69	72*	72
2	乳幼児死亡率(1,000 人当り)	2010	42	25	40	
3	5 歳未満児死亡率(1,000 人当り)	2010	54	32	57	
4	安全な飲料水を手に入る人口比率 (%)	2010	67	88	89	
5	衛生設備へのアクセス可能な人口比率 (%)	2010	53	69	61	

出典: The Millennium Development Goals Report 2012, United Nations, and State of World Population, United Nations Population Fund.

注：\*; アジア太平洋地域の平均値

表 1.1.3-2 はラオス国の衛生・健康に関する指標を示している。ラオス国では、安全な水にアクセスできる人口は 67%で、国民の 3 人のうち 1 人は安全な飲料水にアクセスできない状況にある。これは東南アジアや世界の平均よりも低い値である。2002 年のラオス国の数値が 37%であったことを考慮すれば、この 10 年で飛躍的に進歩したといえることができるが、これからも継続的な施設整備が必要である。平均寿命や乳幼児死亡率、5 歳未満死亡率は世界平均よりもわずかに下回っている。しかし、東南アジア平均に比べると、ラオス国の乳幼児死亡率と 5 歳未満死亡率は大きく下回っている。安全な水へのアクセスがいまだ不足していることが、乳幼児死亡率がいまだに高い原因の一つになっていると考えられる。ラオス国における水道インフラ整備は、安全な飲料水へのアクセスの向上につながるため、当該国の衛生健康面の改善にとっても極めて重要である。

## 1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

### 1-2-1 要請の背景・経緯

1999 年 9 月、ラオス国における上水道施設整備に関する首相令 (Decision No. 37/ PM dated 30 September 1999) が発令された。この首相令に基づいて 2020 年までに都市部人口の 80% に対して 24 時間連続給水を実現すべく、セクター投資計画が策定された。

タケク郡はラオス国において、首都ビエンチャンと南部の拠点都市パクセの中間地点にあり、全国 5 番目の人口規模を有する中部ラオスの中核都市であることから、政治的にも、経済活動においても重要な地域と位置付けられている。しかし、上水道の給水区域においてもその給水状況は満足のいくものではなく、さらに給水区域も非常に限られた地域に限定されている。このような上水道の現状を改善することが喫緊の課題となっていた。

このような状況に鑑みラオス国政府は 2009 年 7 月にタケク郡の上水道システムの問題点を解決し、上水道を整備するための無償資金協力を要請した。日本国政府は JICA に対して、当該要請プロジェクトの妥当性の確認を指示し、その結果「ラオス国タケク上水道拡張計画」が実施されることとなり、協力準備調査団がラオス国に派遣されることとなった。

### 1-2-2 要請内容

ラオス国側からの要請書に記載されていた、要請内容は表 1.2.2-1 の通りである。

表 1.2.2-1 ラオス国側からの要請内容

区分		要請内容	
施設建設	取水施設	取水ポンプ:3 台	
	原水導水管	管径 350 mm	
	浄水場 10,000 m <sup>3</sup> / 日	急速攪拌池	攪拌機:1 基
		フロック形成池	4 池、フロッキュレータ:4 基
		沈澱池	2 池
		砂ろ過池	4 池
		浄水池	1 池、1,500 m <sup>3</sup>
		送水ポンプ場	送水ポンプ:3 台含む
		電気設備	受電、スイッチパネル、ディーゼル発電機
		薬品設備	薬品タンク・機器、薬注システム
	管理棟	管理棟建設	
	送水管	管径 400mm	
	配水幹線拡張	管径 350m~100mm	
高架水槽	1箇所:1,000 m <sup>3</sup>		
機材調達	水道メーター	直径 13mm、2,000 個	
	維持管理用車両	ピックアップ:2,600cc:1 台、バイク 100cc:2 台	

出典：THE APPLICATION FOR THE THAKHEK WATER SUPPLY DEVELOPMENT PROJECT IN KHAMMOUANE PROVINCE, REVISED VERSION, JULY 2009, Department of Housing and Urban Planning, Ministry of Public Works and Transport, THE GOVERNMENT OF LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

### 1-3 我が国の援助動向

我が国による過去の上水道分野に関連する援助を表 1-3-1、表 1-3-2 及び表 1-3-3 に示す。

表 1.3-1 技術協力プロジェクト・専門家派遣（上水道分野）

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
技術協力プロジェクト	2003~2006 年 度	水道事業体人材育成 プロジェクト	水道公社人材の研修体制強化
	2012~ 2017 年度	水道公社事業管理能 力向上プロジェクト	水道公社に対して経営面・技術面での支 援を行っていく体制の構築
専門家派遣	2000~ 2002 年度	指導科目：水道計画	各県水道公社の実態調査及びラオス水道 公社での維持管理指導
	2008~ 2009 年度	指導科目：地方水道人 材育成	地方水道公社の人材育成

表 1.3-2 開発計画調査型技術協力プロジェクト（旧開発調査、上水道分野）

実施年度	案件名/その他	概要
2003~2004 年度	ヴィエンチャン市上水道拡張整備計画 調査	2020 年を目標年次とした上水道拡張整備 計画に関するマスタープランの作成、フィ ージビリティ調査の実施及びカウンター パートに対する技術移転

表 1.3-3 無償資金協力（上水道分野）（単位：億円）

実施年度	案件名	供与限度額	概要
2001～2002 年度	サバナケット地区 上水道施設改善計画	6.38	サバナケット地区の給水改善を目的に老朽化した施設（15,000 m <sup>3</sup> /日）の改修
2005～2008 年度	ビエンチャン市上水道施設 拡張計画	0.42 28.75	詳細設計 浄水場能力の拡張(40,000 m <sup>3</sup> /日)、既存浄水場・増圧ポンプ場の改修、及び送・配水管の布設

#### 1-4 他ドナーの援助動向

上水道分野における国際機関や他ドナーの援助に関連するプロジェクトを表 1.4-1 に示す。

表 1.4-1 他ドナー国・機関の援助（上水道分野）（単位：千 US\$）

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2000 年～ 2006 年	アジア開発 銀行	水道・衛生セクター プロジェクト	25,000	有償	水道及び衛生システムの改善に関するプロジェクト。Feasibility Study・詳細設計及び工事監理
2002 年～ 2003 年	世界銀行	水道料金政策実施・水道経営モデル開発	198	無償	水道料金政策の実施及び水道経営モデルの開発
2003 年～ 2006 年	フランス開発 庁	水道・衛生セクターにおける能力 開発プロジェクト	3,175	無償	トレーニングセンターの設計と建設、水道及び衛生システム改善に係る技術協力、組織改善、人材育成
2007 年～ 2009 年	韓国国際協 力団	ボリカン郡水道・衛生プロジェクト	2,000	無償	7つの村落に 24 時間飲料水を供給することで、村民の生活環境向上を目指す
2010 年～ 2012 年	韓国国際協 力団	カムアン県セーバンファイ郡水道衛生プロジェクト	2,000	無償	カムアン県セーバンファイ地区での浄水場建設を含む水道整備
2009 年～ 2014 年	アジア開発 銀行	スモール・タウン 水道衛生分野プロジェクト	23,000	有償	対象となる小規模都市での水道衛生施設の整備



表 1.4-1 に加え、タケク郡が属するカムアン県での上水道分野における現時点で得た情報による国際機関や他ドナーの援助動向を示す。

**(1) カムアン県の上水道セクターにおける他ドナーの援助動向**

カムアン県は図 1.4-1 に示すように 10 地区からなる。そのうちカムアン県水道公社が運営する水道施設は、タケク郡、マハーサイ郡、ノーンボク郡、セーバンファイ郡の 4 郡に存在する。その中でも、セーバンファイ郡の水道施設は、本準備調査期間中の 2012 年 6 月に完工した施設で、韓国国際協力団 (KOICA) の無償資金協力により建設された。その他、現在計画中であるカムアン県水道セクターにかかるプロジェクトとしては、ニョマラー郡でのタイ周辺諸国経済開発協力機構 (NEDA) による水道施設建設計画、ブアラパー郡での国際連合人間居住計画 (UN-Habitat) による水道施設建設計画、およびコンカム郡での民間企業の DM Construction - Trading Ltd. (DM) による浄水場建設計画がある。タケク郡においては、これら他ドナーとのプロジェクトの重複は無い。以下に各援助機関の協力内容について述べる。

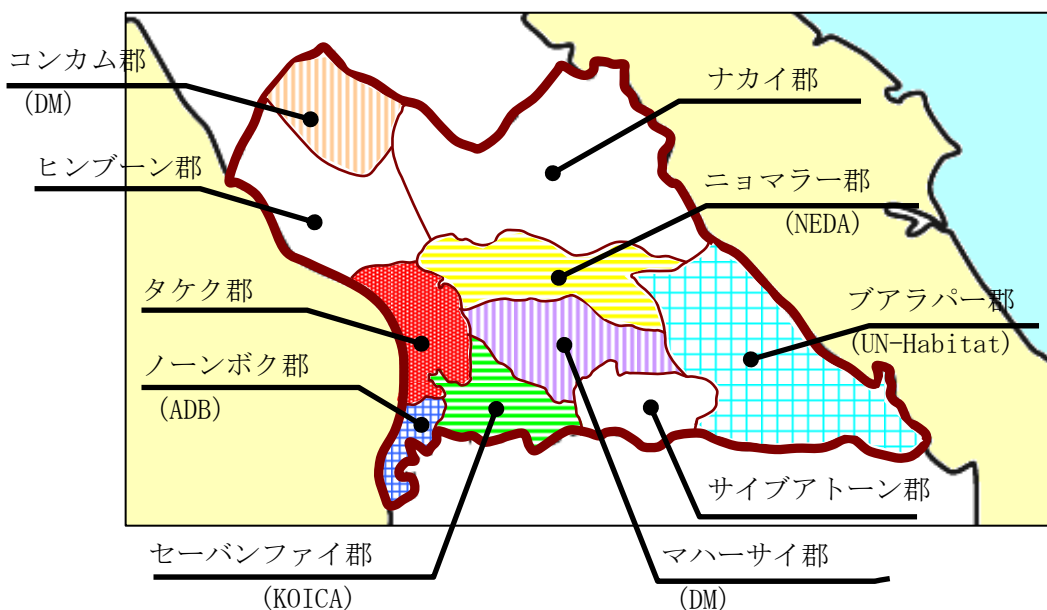


図 1.4-1 カムアン県上水道セクターの他ドナー動向

1) 韓国国際協力団 (KOICA) (セーバンファイ郡)

本準備調査期間中の 2012 年 6 月に完工したプロジェクトで、KOICA による無償資金協力である。プロジェクトサイトは、カムアン県南部のセーバンファイ郡であり、資金協力規模は約 2.0 百万ドルであった。このプロジェクトには取水・浄水施設(900m<sup>3</sup>/日)・送配水施設の建設、および給水栓・水道メータ (各 100 個) の資機材調達が含まれている。浄水場は、水源であるセーバンファイ川に隣接して建設され、タケク上水道拡張計画と同様の凝集沈

殿及び急速ろ過方式を採用している。

2) タイ周辺諸国経済開発協力機構 (NEDA) (ニョマラー郡)

2011年8月よりカムアン県中部ニョマラー郡でNEDAによる水道施設計画(956m<sup>3</sup>/日)のフィージビリティ調査が開始された。NEDAはタイ周辺諸国の開発と経済協力を目的とした援助機関であり、本件を含めラオス国内の12地区における水道計画と都市開発計画のための調査を行っている。今後、採択された場合は30%の無償資金協力と70%の有償資金協力により建設がおこなわれる予定である。

3) 国際連合人間居住計画 (UN-Habitat) (ブアラパー郡)

2007年にカムアン県東部のブアラパー郡で、UN-Habitatによる凝集沈殿・急速ろ過方式の浄水場(900m<sup>3</sup>/日)建設や高架水槽(200 m<sup>3</sup>)建設等を含む水道計画調査が行われた。UN-Habitatは、都市化や居住に関する様々な問題に取り組む国連機関であり、本件が採択された場合は、約0.87百万USDの無償資金協力が行われる予定であるが、2007年の調査以後、5年間進展がなく、今後の見通しも立っていない。

4) DM Construction – Trading Ltd. (DM) (コンカム郡)

カムアン県北部のコンカム郡における水道施設計画(900m<sup>3</sup>/日)であり、2011年にMPWTによって承認されたPPPプロジェクトである。DMは、ラオス国の大手ゼネコンであり、国内の多くの水道施設の建設を請け負ってきた経験がある。本件では、DMの自己資金により水源であるナムハイ川に隣接して浄水場、配水池等の水道施設建設を行い、カムアン県水道公社へ譲渡する。水道公社は、その後の運転管理を行い、5~10年でDMへ支払いを行うBT方式によるプロジェクトである。

## (2) その他のドナーとの関連

1) アジア開発銀行 (ADB) (ノーンボク郡)

ノーンボク郡では、2004年にADBローンによる1,500m<sup>3</sup>/日の浄水場と360m<sup>3</sup>の高架タンクを含めた水道施設を建設している。ローン総額は約14,640百万KIPであり、カムアン県水道公社は、その15%を中央政府からの転貸として現在返済を開始しており2025年まで返済が続く予定である。

2) DM Construction – Trading Ltd. (DM) (マハーサイ郡)

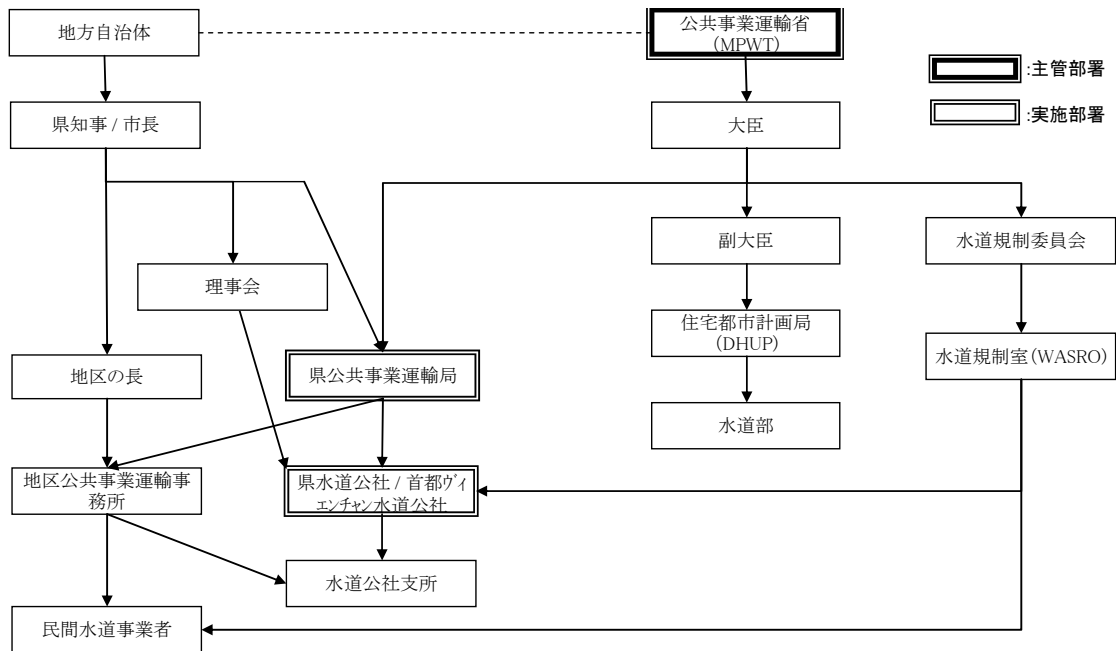
マハーサイ郡では、1997年にDMにより900m<sup>3</sup>/日の浄水場を含めた水道施設が建設された。当初は、DMによるBOTのコンセッションであったが、その後、運営面での資金繰りの悪化から、カムアン県水道公社に施設を売却し、現在は水道公社が運転維持管理を行っている。

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクトの実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

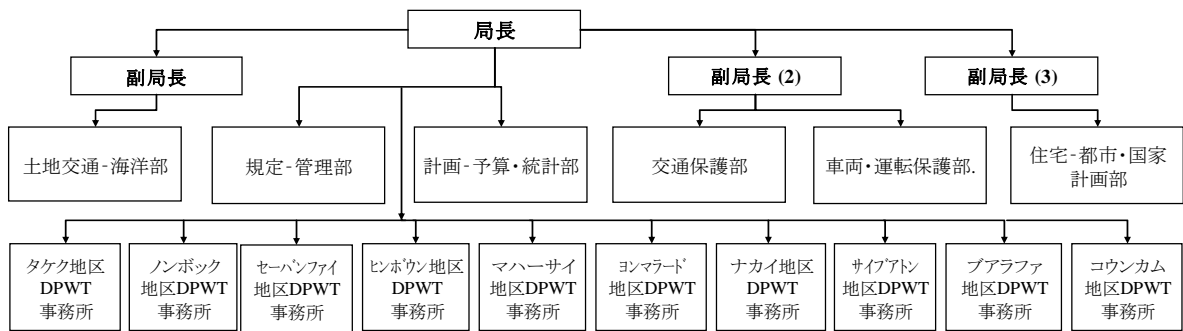
本プロジェクトを担当する主管官庁は、中央政府公共事業運輸省（Ministry of Public Works and Transport, MPWT）である。MPWTのもとに水道公社の規制機関としての水道規制委員会とその直属組織である水道規制室（WASRO）、および水道を含む住宅、都市計画、都市開発の政策立案、規定・法案・技術基準の草案作成、整備財源の検討等を行う住宅都市計画局（Department of Housing and Urban Planning, DHUP）がある。同省は、日本の無償及び各援助機関による水道整備事業を数多く実施しており、本プロジェクトの実施上、問題はないと考えられる。ラオス国の水道関係各機関の関係図を図 2.1.1-1 に示す。本プロジェクトの実施機関は、カムアン県公共事業運輸局およびカムアン県水道公社（NPKM）である。



出典：公共事業運輸省(MPWT)

図 2.1.1-1 ラオス国水道関係各機関の関係図

図 2.1.1-2 にカムアン県公共事業運輸局（DPWT、職員数：111 名）の組織図を示す。同県公共事業運輸局の住宅 - 都市・国家計画部が他業務と併せて水道に関する業務も担当する。

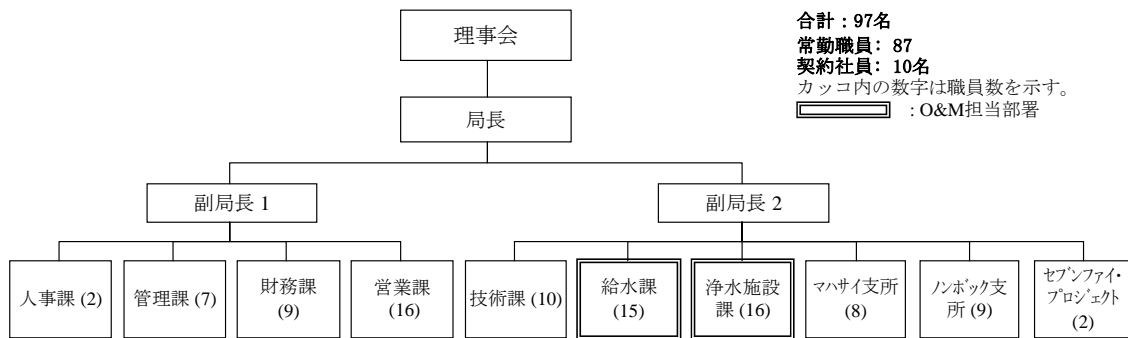


出典：カムアン県 DPWT

図 2.1.1-2 カムアン県公共事業運輸局の組織図

### カムアン県水道公社 (NPKM)

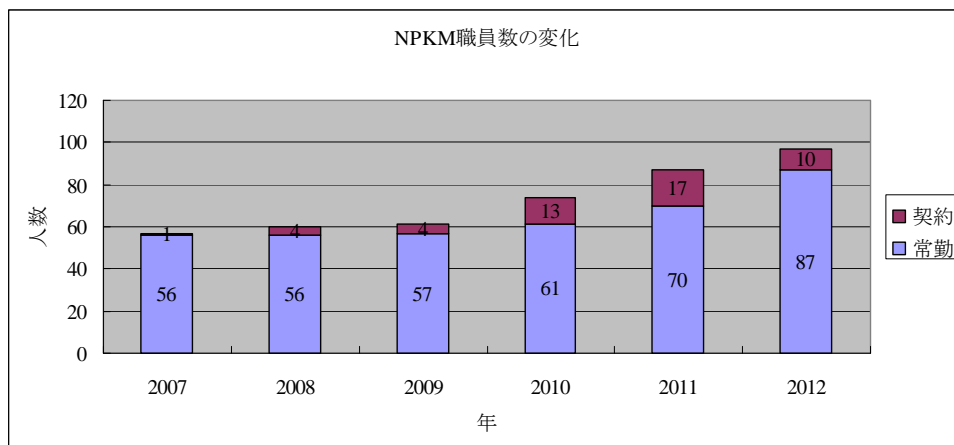
図 2.1.1-3 は、NPKM の組織図を示している。浄水施設課 (Treatment Plant Section) がタケケ郡の浄水場と井戸水源、ポンプ場の運転維持管理を行っている。給水課 (House Connection Section) がタケケ郡の管路の維持管理を行っている。



合計：97名  
 常勤職員：87  
 契約社員：10名  
 カッコ内の数字は職員数を示す。  
 二重枠：O&M担当部署

出典：NPKM

図 2.1.1-3 NPKM の組織図 (2012 年)



出典：NPKM

図 2.1.1-4 NPKM の職員数の変化

図 2.1.1-4 に示されるように、2009 年までは、ほぼ一定か微増であった NPKM の職員数が、2010 年から増加し、2012 年には契約社員も含めると 97 名になった。これは 2007 年の 57 名と比べると 1.7 倍の増加である。2011 年の職員数と顧客数から、1,000 給水栓当りの職員数は、契約社員も含めると 11.9、正社員のみで 9.6 であった。東南アジアの主要都市の水道事業体 40 社の平均値 7.2 (Data Book of Southeast Asian Water Utilities 2005, ADB, 2007) と比較すると、これは高い数値である。表 2.1.2-3 (カムアン県水道公社の過去 3 年間の収入支出状況) で、人件費が大きな伸びを示していることも考慮すれば、今後 NPKM は、充実した人材育成によって職員の能力を向上させ、顧客数を増やす一方で職員数の伸びを適正に管理することが望まれる。効率性の指標を定期的に確認し、長期的には労働生産性を改善させるように努めるべきである。

## 2-1-2 財政・予算

過去 3 年間の MPWT、DHUP および WASRO の予算と実績額を表 2.1.2-1 に示す。

表 2.1.2-1 MPWT, DHUP, WASRO の過去 3 年間の予算・実績額

(単位: 百万 Kip)

年度	MPWT		DHUP		WASRO	
	予算	実績	予算	実績	予算	実績
2011-2012	619,057.35	-	1,158.75	-	1,107.27	-
2010-2011	441,179.19	441,158.39	1,058.33	1,058.26	1,131.50	1,131.47
2009-2010	548,741.03	548,723.06	712.94	712.21	-	-

注：会計年度は 10 月 1 日から 9 月 30 日までとなっている。

出典：MPWT

MPWT の総予算のうち、毎年 8 割弱から 9 割余はプロジェクトに対する投資費用が占めており、2011-2012 年度で 4,811 億 Kip (約 47 億円) となっている。

過去 5 年間のカムアン県 DPWT の水道事業に対する支出額を表 2.1.2-2 に示す。カムアン県 DPWT も水道施設投資を行っており、その額は日本円で 1～3 百万円程度となっている。

表 2.1.2-2 カムアン県 DPWT の過去 5 年間の水道プロジェクトへの支出額

(単位: 百万 Kip)

Year	概算額	目的/用途
2007-2008	123	タケク郡の配管拡張
2008-2009	100	首都ワエンチャン水道公社での水道施設の調査設計費用
2009-2010	0	
2010-2011	300	カウンカム地区の水道施設拡張
2011-2012	0	

出典：カムアン県 DPWT

過去3年間のカムアン県水道公社（NPKM）の収入と支出を表 2.1.2-3 に示す。

表 2.1.2-3 カムアン県水道公社の過去3年間の収入支出状況

(単位: 百万 Kip)

No.	項目	年度		
		2008	2009	2010
<b>1</b>	<b>営業収入</b>	<b>5,768.13</b>	<b>6,170.26</b>	<b>7,226.56</b>
1.1	料金収入	5,090.87	5,763.31	6,965.20
1.2	新規接続収入	449.49	324.85	144.71
1.3	メータ使用料収入	25.50	28.10	26.51
1.4	その他の収入	202.27	54.00	90.14
<b>2</b>	<b>営業支出</b>	<b>5,646.30</b>	<b>6,693.62</b>	<b>7,495.80</b>
2.1	運転費用	2,350.81	2,092.57	1,765.32
2.2	維持、移動、手当等費用	509.96	582.08	1,250.20
2.3	職員給与	990.43	1,613.59	2,152.22
2.4	減価償却費	1,644.40	2,214.44	1,833.58
2.5	ローン返済費用等	104.25	124.29	163.58
2.6	その他の支出	46.45	66.65	330.90
<b>3</b>	<b>営業利益</b>	<b>121.83</b>	<b>-523.36</b>	<b>-269.24</b>
4	営業外収入	683.25	584.21	343.47
5	営業外費用	752.98	0	0
<b>6</b>	<b>税引前利益</b>	<b>52.10</b>	<b>60.85</b>	<b>74.23</b>

注：NPKM の会計年度は1月1日から12月31日までとなっている。

出典：NPKM

NPKM の財務運営は、建設費に政府補助金や国際援助機関等の援助が投入される以外は、水道料金収入等で必要経費を賄う独立採算制で行われている。2008年には、NPKM の営業利益は黒字であった。2009年と2010年には営業利益は赤字になっているが、営業外収入によって税引前利益は黒字になっている。

NPKM では毎年減価償却費を計上しており、それが、営業費用の24%から33% (平均28.9%) を占めている。ちなみに、平成22年度水道事業経営指標（総務省）によると、日本の水道事業体の減価償却費の営業費用に占める割合は、平均で29.7%であった。NPKM の減価償却費は、日本の数値と比較しても十分な比率である。一般的に、減価償却費は人件費や電気代とは異なり、施設価値を耐用年数等で割った費用等を毎年計上する。実際の支出は施設投資時に発生するが、毎年計上する減価償却費は企業内に留保され将来の施設更新等に用いられる。2009年と2010年にはカムアン県水道公社の営業利益は赤字であった。しかし、カムアン県水道公社では大規模な施設投資等については、国際機関、他ドナー機関や県政府予算等から支出されていることが多く、それら施設に対して減価償却を計上していると考えられるため、財務状況、キャッシュフロー状況は悪いものではない。

留意すべき点としては、人件費が過去3年間で急増してきていることがあげられる。これ

は職員数と給与引上げのためであるが、コスト上昇を抑えるためには注意が必要である。

NPKM には、ADB プロジェクトで借り入れたローンがあり、2025 年まで返済が続く予定である。2008 年から 2010 年までを見ると元本と利子の合計は、2009 年の 25,000 ドルが最大であり、これは Kip に換算すると同年の営業費用の約 3%にすぎない。現在のところ、ローン返済は NPKM にとって、それほど大きな負担ではないと考えられる。

**表 2.1.2-4 タケク郡の O&M 費用  
(2011 年)**

(単位: 1,000 Kip)

No.	項目	合計
1	電気代	618,448.72
2	薬品代	61,084.96
3	燃料代	68,230.00
4	人件費	333,397.40
5	その他	3,603.00
6	維持費	77,086.00
	合計	1,161,850.08

出典：NPKM

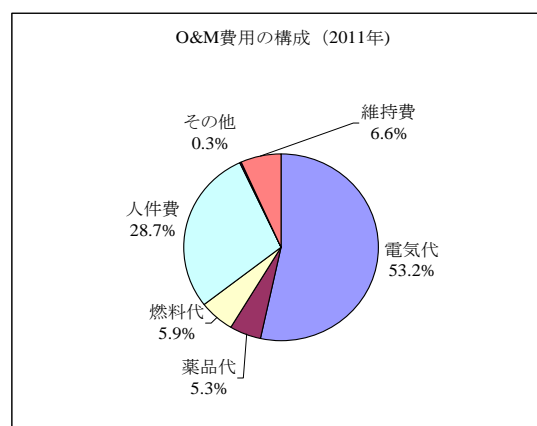


表 2.1.2-4 は、2011 年の NPKM タケク郡の O&M 費用の金額と内訳を示している。O&M 費用の 53%を電気代が占めている。電気代の 9 割以上をポンプの運転に要している (約 603.8 百万 Kip)。費用を削減するために、電気代の比較的高からない水道施設の建設が求められる。

### 水道料金

表 2.1.2-5 は、過去 5 年間のカムアン県の水道料金の推移を示している。カムアン県の水道料金は、用途別の従量料金を採用している。水道料金に基本料金はなく、各用途 (カテゴリー) において水消費量に関わらず、1m<sup>3</sup>当りの単価が一定のシンプルな料金表となっている。

**表 2.1.2-5 カムアン県の水道料金の推移**

(単位: Kip/m<sup>3</sup>)

No.	顧客カテゴリー	期間			
		2003 年 2 月 - 2008 年 2 月	2008 年 3 月 - 2009 年 3 月	2009 年 4 月 - 2010 年 4 月	2010 年 5 月 - 現在
1	カテゴリー 1: 家庭用	1,100	2,300	2,500	2,800
2	カテゴリー 2: 政府用	1,700	3,050	3,350	3,700
3	カテゴリー 3: 商業用	1,800	3,250	3,550	3,900
4	カテゴリー 4: 工業用	2,100	3,750	4,150	4,550

出典：Agreement of Khammouane's Governor regarding the approval of new water tariff, dated 1 Nov. 2002, and dated 3 March 2008.

水道料金改定には県知事の承認が必要である。2003年から2008年2月までは、家庭用で1,100 Kip/m<sup>3</sup>の水道料金であったのが、2008年3月に2,300 Kip/m<sup>3</sup>と、それまでの2倍以上に引き上げられた。それ以降、ほぼ年一回のペースで料金値上げが行われてきた。NPKMは過去10年で見ると2002年と2007年に税引前利益が赤字(2002年:-122.7百万Kip、2007年:-175.3百万Kip)になっており、それが背景となって料金値上げが認められたと考えられる。

料金値上げに対してはNPKMに多くのクレームが寄せられた。ここ数年でほぼ毎年合計3回の値上げが行われていることを考えると、仮に近い将来再度料金値上げを行った場合、顧客の水道公社に対する感情を悪化させるおそれがある。

### 経営状況

表2.1.2-6は、NPKMの水道料金に規定されている用途別の顧客数を示している。2011年の請求水量・請求金額・徴収金額については、巻末資料に添付した。

表 2.1.2-6 各水道用途別の顧客数 (2011年)

No.	項目	Thakhek	Mahaxay	Nongbok	NPKM
1	顧客数	2011年12月時点			
1.1	カテゴリー 1: 家庭用	4,869	442	1,079	6,390
1.2	カテゴリー 2: 政府用	170	1	19	190
1.3	カテゴリー 3: 商業用	585	21	95	701
1.4	カテゴリー 4: 工業用	19	15	0	34
	総顧客数	5,643	479	1,193	7,315

出典：NPKM

表2.1.2-7は、既存データに基づいて算出されたNPKMの各水道用途別の平均使用水量、平均請求額、供給単価、料金徴収率を示している。

表 2.1.2-7 平均水使用量・平均請求額・供給単価・料金徴収率 (2011年)

No.	項目	Thakhek	Mahaxay	Nongbok	NPKM
1	平均使用水量 (m <sup>3</sup> /月)				
	カテゴリー 1: 家庭用	23.4	15.0	8.7	20.4
	カテゴリー 2: 政府用	100.0	1,126.0	39.7	99.4
	カテゴリー 3: 商業用	48.9	82.7	15.8	45.5
	カテゴリー 4: 工業用	144.8	111.4	0.0	130.1
2	平均請求額 (Kip/月)				
	カテゴリー 1: 家庭用	65,627	41,975	24,457	57,039
	カテゴリー 2: 政府用	369,969	4,166,200	146,783	367,631
	カテゴリー 3: 商業用	190,871	322,663	61,463	177,282
	カテゴリー 4: 工業用	658,812	506,819	0	591,756
3	供給単価 (Kip/m <sup>3</sup> )				
	カテゴリー 1: 家庭用	2,800	2,800	2,806	2,800
	カテゴリー 2: 政府用	3,700	3,700	3,701	3,700



No.	項目	Thakhek	Mahaxay	Nongbok	NPKM
	カテゴリー 3: 商業用	3,900	3,900	3,901	3,900
	カテゴリー 4: 工業用	4,550	4,550	0	4,550
	<b>全カテゴリーの平均</b>	<b>3,118</b>	<b>3,324</b>	<b>3,005</b>	<b>3,123</b>
4	<b>料金徴収率 *1 (2010)</b>	99.2%	115.0%	97.7%	100.2%
		<b>(2011)</b>	97.9%	93.7%	96.7%

注：\*1; 料金徴収率は、各年の総徴収額を総請求額で割って算出された。総徴収額はその年の請求に対する支払のみならず、それ以前の年の請求に対する支払も含んでいる。

出典：調査団作成

料金徴収率は、その年よりも前の請求に対するその年の支払額も反映している。そのため、地域によっては徴収率が100%を超えている。しかし、一部地域で95%を下回っているが、タケク郡および全体平均では97%を上回っているなど、料金徴収状況は良好である。NPKMでは、支払期限の2ヵ月後には未納者に督促状を配布し、そこに記載された3日間に支払いがない場合には、メータを取り除き給水停止を行う。早期かつ厳正な未納者への給水停止措置が高い徴収率につながっていると考えられる。

表 2.1.2-3 (カムアン県水道公社の過去3年間の収入支出状況) の2010年の数値をもとに、単位水量当りの費用を求めると、減価償却費を含まない場合で2,332 Kip/m<sup>3</sup>、減価償却費を含んだ場合で3,159 Kip/m<sup>3</sup>であった。上の表 2.1.2-7 の No.3 (供給単価) では、全体平均は2011年で3,123 Kip/m<sup>3</sup> (2010年: 3,004 Kip/m<sup>3</sup>) となっている。2010年で見ると、減価償却費を含まない単位費用は、現在の料金でまかなえているが、減価償却費をも完全に回収しようとする現在の料金では若干不足している。

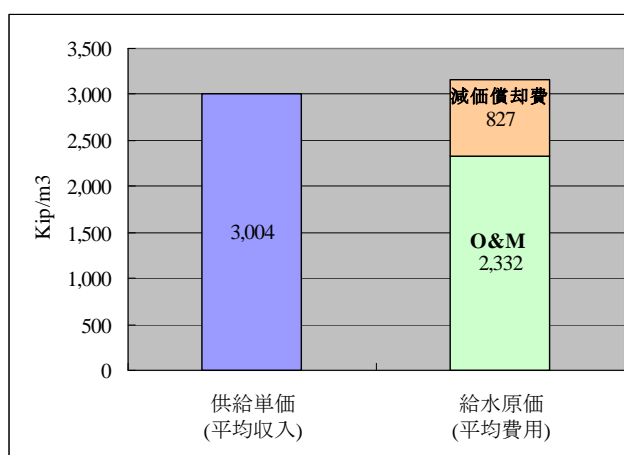


図 2.1.2-1 単位収入と費用の比較(2010年)

### 2-1-3 技術水準

NPKM のタケク郡における技術職員 (常勤職員のみ) の教育的背景を表 2.1.3-1 に示す。

各職員の職種と職位に適した教育的背景を有する人材が雇用されることが望ましいが、ここ数年で NPKM では常勤の技術職員の人数も増加し、徐々により高いレベルの専門教育を受けた職員が増えてきた。水道の専門技術習得にかかる年数は、その職種と職位によって異なるが、NPKM の常勤技術職員に関して言えば、就職してまだ1年から数年という職員も多く、さらなる訓練による技術向上は常に必要であると考えられる。

表 2.1.3-1 NPKM タケク郡の技術職員の教育的背景

(単位：人)

年		2010		2011		2012	
(技術職) 常勤職員		人数	%	人数	%	人数	%
専門分野	1) 大卒資格	0	0%	0	0%	2	6%
	2) 高卒資格	3	14%	6	27%	7	21%
	3) 2年間の訓練	6	29%	3	14%	6	18%
	4) 1年半の訓練	2	10%	2	9%	2	6%
	5) 専門訓練なし	10	48%	11	50%	17	50%
	合計(1)から 5))	21	100%	22	100%	34	100%
一般教育	6) 高等学校	14	67%	16	73%	29	85%
	7) 中等教育	3	14%	4	18%	3	9%
	8) 初等教育	4	19%	2	9%	2	6%
	合計(6)から 8))	21	100%	22	100%	34	100%

出典：NPKM

タケク郡において運営維持管理（O&M）を行う NPKM の部局の詳細を図 2.1.3-1 に示す。

KOICA のプロジェクトにより、2012 年 6 月にセーバンファイ地区の水道施設が完成している。その O&M を行う人員は、既存の職員 10 名を首都ビエンチャン水道公社のトレーニングセンターに派遣して訓練し、研修後セーバンファイ地区に配置することとなっている。また、図 2.1.3-1 の部署からも給水管接続 1 から 1 名、漏水管理から 1 名、浄水場ユニットから 1 名、深井戸ユニットから 1 名、取水ポンプ場から 3 名の合計 7 名が移動になることとなっている。

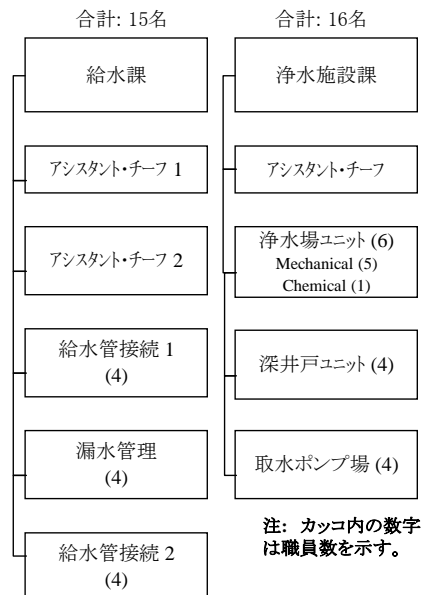


図 2.1.3-1 タケク郡の O&M 部署

出典：NPKM

JICA プロジェクトによる水道施設の O&M のために、同施設が完成されるまでに NPKM により人員配置・人材育成計画が作成される。既存の技術職員をベースに、他の技術部署からの移動と数名程度の新規採用も段階的に行われる。セーバンファイ地区の水道施設稼動後は、タケク郡の既存技術者が確実に減少する。既存技術職員の教育訓練による能力向上が強く望まれる。浄水場とポンプ施設については、セーバンファイ地区に移動する予定の職員が 5 名いるため、浄水場・ポンプ場等の新施設の運転操作・維持管理に対する指導は特に十分になされる必要がある。

配水・給水管についての維持管理は、現在のところ配水管がまだ新しいこともあり、漏水があった場合の修理がほとんどである。今後は、メータの定期的な交換や定期的な管路の

更新等も検討される必要があるだろう。

## 2-1-4 既存施設

### 2-1-4-1 取水施設

タケク郡の既存の取水施設は、1990年代にEUによって同地区の北東部に建設された3つの井戸群（No.1、No.2、No.3）、および2001年にラオス国政府により緊急的にメコン川に設置されたフローティング式の取水場から成る。

既存の井戸群については、1年を通じて安定的な取水が可能な井戸は、No.2であり、No.1は雨期に高い濁度を示し、No.3は乾期に水量低下といった問題がある。NPKMから入手した2010年と2011年のデータでは、概ね、乾期に $3,000\text{m}^3/\text{日}$ 、雨期に $4,400\text{m}^3/\text{日}$ の実績である。（なお、調査団が乾期（2月）に超音波流量計で計測した結果は、No.3井戸が故障中であつたため $2,300\text{m}^3/\text{日}$ であつた。）既存の取水施設の位置を図2.1.4-1に示す。

メコン川を水源とする既存の取水施設は、4台の陸上ポンプと2台の水中ポンプの計6台が設置され、内2台運転でKM4浄水場へ送水している。浄水場の能力は $2,500\text{m}^3/\text{日}$ であるが、NPKMの2010年と2011年のデータからは、雨期 $2,900$ ～乾期 $4,900\text{m}^3/\text{日}$ である。（なお、調査団が、乾期（2月）に超音波流量計で計測した結果では、メコン川からの送水量は $4,500\text{m}^3/\text{日}$ であつた。）

### 2-1-4-2 浄水施設

国道13号線のロータリー付近にある既存のKM4浄水場（計画浄水量 $2,500\text{m}^3/\text{日}$ 、位置は図2.1.4-1参照）は2001年にラオス国政府により緊急的に建設された。

現在この浄水施設は、鋼板部分の壁や底面で著しい撓みや錆の発生および腐食による漏水、H鋼材部分の柱や梁で腐食による劣化と断面欠損が発生する等問題が生じている。さらに、増大するタケク郡の水需要に対応するため一年を通じて過負荷運転（約 $3,000\sim 5,000\text{m}^3/\text{日}$ ）を強いられている。

また、既存の浄水場では運転管理・水質管理に必要な水質試験機器がないため、水質試験は行われていない。

### 2-1-4-3 配水施設

既存の配水は、KM4 浄水場に設置されている配水池 (1,650m<sup>3</sup>) 及び高架水槽 (75m<sup>3</sup>) より、自然流下方式で配水を行っており、既存の給水区域は図 2.1.4-1 に示すようにタケク郡の市街地を中心にカバーされている。

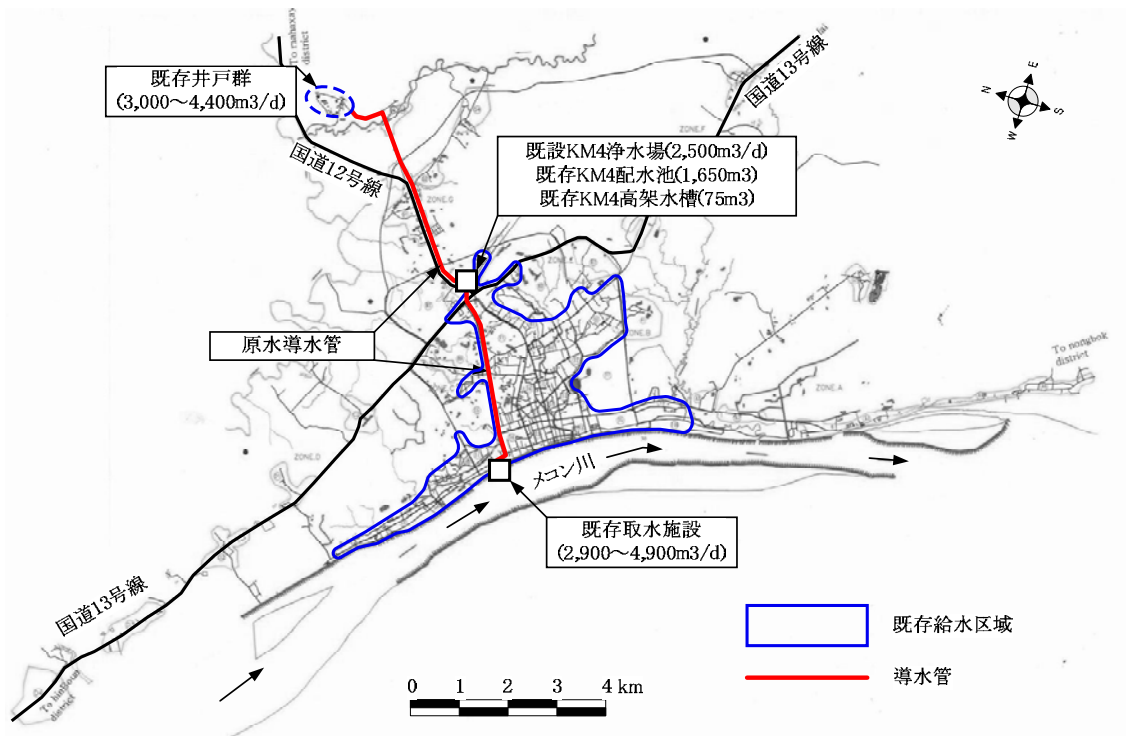


図 2.1.4-1 既存の上水道システム

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

#### (1) 道路

タケク郡の市街地における道路網は、アスファルトやコンクリートによる舗装が着実に進められており、比較的整備されている。市街地を南北方向へ縦貫する国道 13 号線は、首都ビエンチャンからラオス南端を結ぶ幹線路で、ビエンチャンからプロジェクトサイトまで、約 350 km (トラックで約 6 時間) である。同幹線は、2015 年完成を目標とした道路拡幅計画が進められているところであり、本プロジェクトサイトの配水管工区とも一部重なることから、今後の工事進捗によっては調整が必要となる。他方で市街地から東へ延びる国道

12号線は、ベトナム国へ続いており、首都ハノイまでは約600kmである。さらにタイ国の援助により建設され2011年11月に開通した第3メコン橋は、プロジェクトサイトから北西十数キロの国道13号線沿いに位置し、タイ国とラオス国を結ぶ友好橋である。ここから、首都バンコクまで約700kmであり、またバンコクとハノイの概ね中間地点に位置することから、今後、メコン地域の大動脈として流通の活発化が期待されている。

## (2) 電力

ラオス国における電力供給事業は、「ラオス電力公社」(EDL)が独占的に行っている。カムアン県北部のナカイ郡には、ナムトゥン2水力発電所が建設され2010年12月より供用を開始しており、発電量の95%をタイへ輸出、また5%をラオス国内で消費している。これによりタケク郡も比較的電力事情は良好ではあるが、送電線の補修工事等により停電は未だ発生している。カムアン県水道公社のデータによれば、既存の取水ポンプ場における停電は、2010年に22回、2011年に20回発生している。ほとんどの場合は数時間程度の復旧であるが、長い場合は12時間を超える場合もある。よって、本プロジェクトにより建設される取水場・浄水場では、揚水ポンプ、薬品溶解設備等に電動力を用いることを計画しており、安定した取水、浄水処理のためには、適切な自家発電設備が必要である。

### 2-2-2 自然条件

当該地の基礎資料として、測量調査、土質調査および水質調査を実施した。各調査の概要は以下の通りである。

#### (1) 測量

##### 用地測量

用地測量は取水場、浄水場、高架水槽予定地及び既設浄水場について実施した。特に、取水場建設予定地については、メコン川の護岸の横断測量を含めているが、護岸形状が比較的なだらかな勾配であり、取水方式や構造の検討において地形条件を考慮する必要がある。

##### 路線測量

路線測量は、送・配管布設予定ルートについて路線ごとに実施した。当該地域は、起伏が少なく、比較的平坦な地形である。従って、高架水槽を設け十分な水圧を確保することなど、送配水管計画において考慮する必要がある。

#### (2) 土質調査

##### 取水場建設予定地

現況の取水場用地地盤高からGL-20m付近においてN値50以上の岩盤が確認された。

#### 浄水場建設予定地

土現況地盤高から GL-20m 付近において N 値 50 以上の岩盤が確認され、現況地盤高から GL-5.0m 付近において N 値 15 程度の粘土混じり砂が堆積している。

#### 高架水槽建設予定地

現況地盤高から GL-20m 付近において N 値 50 以上の岩盤が確認され、表層については N 値 10 程度の砂混じり粘土で構成されている。

#### 既設浄水場（高架水槽建設予定地）

現況地盤高から GL-10m 付近までは粘性土が堆積しており、GL-10m 付近において N 値 50 以上の岩盤が確認された。

#### 配管路線

路線内において河川横断があり、河川横断部については、独立水管橋設置の検討のため橋梁付近を調査に加え、河川付近及び丘陵地において調査を実施した。

### **(3) 水質調査**

本調査に関連する井戸 No.1、No.2、メコン川原水および既設浄水場処理水を対象に水質調査を行った。調査計画は井戸 No.1、No.2 に関して乾季 1 回、雨期 1 回。メコン川原水および既設浄水場処理水に関して乾季 2 回、雨期 1 回の調査とした。

#### 井戸水

2 つの井戸、No.1 および No.2 は約 400m の距離を置いて存在し、互いの水質は類似している。両井戸の水質の特徴は、アルカリ度や硬度が一般飲料水水質と比較して高く、地質に影響されるものと推察される。硬度等は味覚には影響するものの有害物質ではないため、飲料水として懸念すべき項目ではない。乾季においては有機物が基準を若干超過している。また雨季には、井戸 No.1 でアルミニウムの濃度が基準値を超過している。今後も飲料水として扱う限り、水質の継続的監視が必要である。

#### 既設浄水場原水および浄水

既設の浄水場はメコン河表流水を原水としており、新規浄水場も同様の計画である。新規浄水場の処理工程は、既設浄水場と基本的に同様の工程である。

原水においては濁度および色度が高いものの、現在の処理により良好に処理されている。また金属類・有害物質のうち、基準値を超えて問題となるレベルで検出している項目として、鉛とアルミニウムが挙げられる。両項目は、恒常的に検出されていないが、今後の

継続的監視が必要である。

その他に、浄水中で基準値を超えている項目として、有機物および大腸菌がある。凝集剤の添加が不足していることが影響しているものと考えられる。新規浄水場ではジャーテスターの導入により適切な凝集剤の注入が可能となり、この問題は改善が予想される。

また、原水中にアンモニアが検出されているが、浄水の平均的な残留塩素が 0.5-7mg/L 程度との情報から、十分な消毒効果を期待できる。ただし既設浄水場では塩素濃度の変化の把握が課題であり、新規浄水場では残留塩素の監視と塩素の適正注入を行うことにより、衛生的な処理水の給水を可能とする。

### 2-2-3 環境社会配慮

#### 2-2-3-1 環境影響評価

##### 2-2-3-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本事業の構成要素は、取水施設、浄水場、導・送・配水管、配水池から成る。各施設用地は NPKM の所有地または使用権を獲得済みの公用地であり、住民移転は過去に発生しておらず、今後も発生しない。導・送・配水管は、全て公道を利用して埋設する計画であり、全てのコンポーネントに関して住民移転の問題はない。

また、上記の用地はメコン河の河川域（取水ポンプ施設）、雑草・雑木のみ存在する更地（浄水場および配水池）、または舗装および未舗装の道路（導・送・配水管）である。取水ポンプ施設は、取水パイプ施設を予定しており、河川内に構造物を造成する必要はなく、河川生態系に与える影響は僅少である。その他の用地に関しては野生生物の生息はなく、生態系配慮の必要性は特にない。

その他、ベースとなる自然環境および社会状況、ラオス国の環境社会配慮制度および組織、ラオス国の EIA 制度と JICA ガイドラインの乖離に関する調査、代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討、スコーピングの実施、環境社会配慮調査の TOR の作成、影響予測・評価、緩和策および緩和策実施のための費用、モニタリング計画の作成、ステークホルダー協議の支援を行い、概ね問題のないことを確認した。

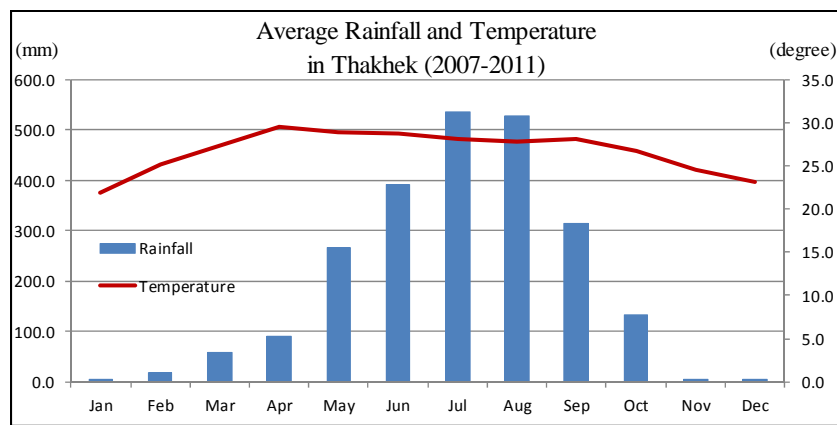
なお、本調査結果の概要を示す環境社会配慮チェックリストを附属資料-2 に添付した。

#### 2-2-3-1-2 ベースとなる自然環境の状況

##### (1) 気象

タケク郡が属する気候区分は熱帯性モンスーン気候であり、雨季は 5 月から 10 月、乾期は

11月から4月までで、2007年から2011年までの平均年間降水量は2,350 mm、平均気温は26.7℃である。気温が下がり、晴天の多くなる11月から2月にかけて過ごしやすく、乾季の終わりの4月に酷暑期を迎える。タケク郡の月平均降水量および気温は図 2.2.3-1 の通りである。



出典:カムアン県気象部

図 2.2.3-1 月平均降水量・気温

## (2) 地形・地質

ラオス国の中部に位置するカムアン県（16,961 km<sup>2</sup>）において人口最多の都市であるタケク郡は、西にメコン川、東に山塊を擁する面積 980 km<sup>2</sup>の地域である。市の最高峰、Phana 山（標高 653m）を代表とする東部の山地から流れる主な河川に最長の Xian Long 川および Don 川があり、西部のなだらかな平地を蛇行しながら進み、メコン川に注ぐ。

タケク郡の地質は、二畳紀の石灰岩やチャートや頁岩が入り混じった石灰岩質の大規模な炭酸塩質岩と、その下の石炭紀地層から構成される。これらの石灰岩はタケク郡東部の断崖やカルスト地形を構成し、垂直や急傾斜の山塊を構成している。また、石灰岩地質は地下水の高硬度に影響を与えている。

## (3) 水環境

### a. 水質

本調査に関連する井戸、メコン河表流水を対象に水質調査を行った。

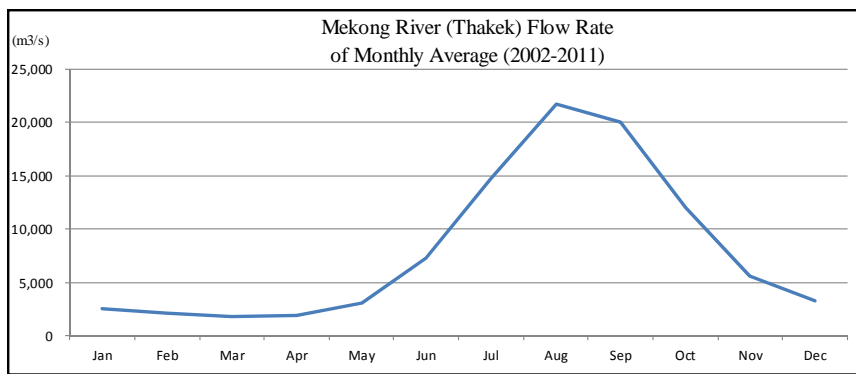
現在NPKMが水源としている井戸の水質の特徴は、アルカリ度や硬度が一般飲料水水質と比較して高く、地質に影響されるものと推察される。その他、有機物が12-13mg/Lと高いことを除き、重金属やシアンなどの有害物質は検出されておらず、清浄な水質と判断される。メコン河表流水においては濁度および色度が高いものの、その他に重金属やシアンなどの有害物質は検出されておらず、水道原水として特に問題はない。



## b. 水量

タケク付近のメコン川の過去10年分の平均流量は以下に示す図の通りである。図に顕著に示されるように、メコン川水量は雨季と乾季の差が激しく、その推移幅はおよそ 1,800 – 21,700 m<sup>3</sup>/sec である。

メコン流域の異常渇水期として知られる2010年3月には、1,367 m<sup>3</sup>/sec (118,108,800 m<sup>3</sup>/day) を記録した。本調査で対象とする新浄水場の取水計画(16,500 m<sup>3</sup>/day)と比較すると、浄水場取水はメコン川水量の0.014%に過ぎず、最低級水量時であっても河川水量に与える影響が極めて僅かであることが分かる。



出典: Department of Meteorology

図 2.2.3-2 タケク郡メコン川月平均流量

## (4) 保護区

タケク郡の最高峰、Phana山（標高653m）を代表とする東部の山地は水源林保護などを目的としてNational Protected Area や Provincial Protected Areaなどの保護区の指定を受けている。本計画の最東部の給水地区であっても当然市街地であり、保護区には属さない。最も近接する箇所においても、給水管とProvincial Protected Areaは、川を隔てて約200m離れており、DNREも計画上問題ない、との見解である。以上から、本事業が保護区に対して影響を及ぼすことは想定されない。

## (5) 動植物

### a. 動物

本調査の対象および周辺地区に関しては野生動物の調査結果が無いため、当該地域の住民に対して行ったアンケート調査において、周辺で見られる野生動物に関する質問を行った。209世帯から回答を得た結果は以下の表の通りであり、まれにイノシシ、シカ、キジが見られるようである。これらは発見しやすく、自己による逃避行動が可能であり、また出現数

から生息域は近接していないものと推察され、工事によってその生命や生息環境に影響を受けるものではないと考えられる。

表 2.2.3-1 本調査対象および周辺で見られる野生動物

Wildlife	Discovery Rate (%)	No. of Answer
Never seen (見たことが無い)	98.5	197
Wild boar (イノシシ)	0.5	1
Muntjak deer (ホエジカ)	0.5	1
Pheasant (キジ)	0.5	1

出典: 調査団によるアンケート調査

#### b.魚類

タケク郡付近のメコン川には多種の魚類が生息する。当該河川域に限定した調査結果が得られなかったため、調査団は周辺河川域および周辺において魚類に関する聞き取り調査を行った。その結果得られた情報は以下の表 2.2.3-2の通りであり、ここに示された34種類が代表的な魚類と推定される。

表 2.2.3-2 メコン川（タケク郡周辺）に生息する主な魚類

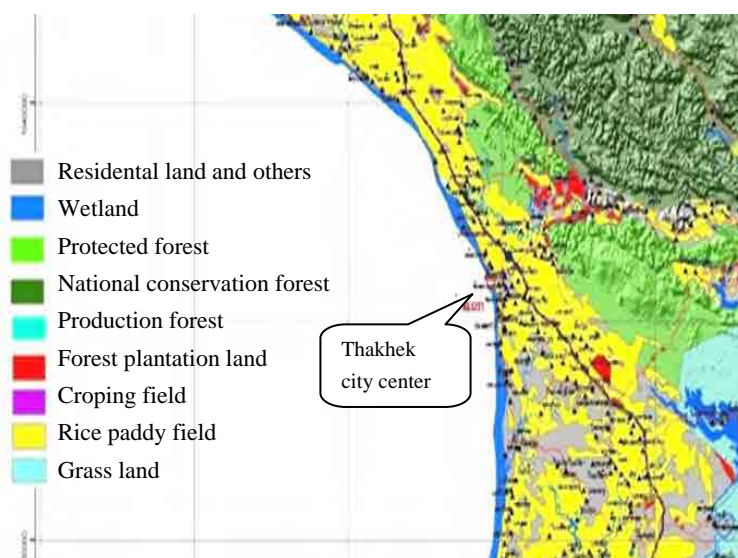
No.	Scientific Name	Lao Name	Popularity
1	Carpio	Pa nay	■■
2	Nilolius	Panine	■■
3	Hemibagrus filamentus	Pa kot	■■
4	Botia nigrolineata	Pa kiao kai	■■■
5	Cirrhinus Siamensis	Pa soi	■■■
6	Pangasius Pleurotaenia	Pa yon	■■■
7	Pangasius Elongatus	Pa yon nou	■■■
8	Cirrhinus molitorella	Pa keng	■■
9	Oxyeleotris marmoratus	Pa bou	■
10	Helicophagus Waadersii	Pa Na nou	■■
11	Hypsibarbus or spp.	Pa pak	■■■
12	Labeo chrysophekadion	Pa phia	■
13	Puntioplites Falcifer	Pa sakang	■■■
14	Wallago attu	Pa khao	■■■
15	Hampala dispar	Pa sout	■■
16	Chelalabuca	Pasieu ao	■■
17	Paralabuca typus	Patep	■■
18	Bagrius Yarrelli .sp	Pa khe	■
19	Hemibagrus wyckioides	Pa Kheung	■
20	Chitala blanci	Pa tonkai	■■
21	Chitala ornate	Pa tong khuoi	■■
22	Cirrhinus microlepis	Pa Phone	■■
23	Cyclocheilichthys enoplos	Pa Jok	■■
24	Hampala macrolepidota	Pa Sout	■■
25	Mekongina Erythospila	Pa sa ee	■■
26	Micronema apogon/M.Bleekeri	Pa Nang/Pa nang Heung	■■■
27	Notopterus notopterus	Pa Tong Na	■■
28	Osteochilus Husseltii	Pa Etai	■■
29	Pangasianodon Hypophthalmus	Pa Xuoign	■■
30	Pangasius Bocourity	Pa Yang	■■■

No.	Scientific Name	Lao Name	Popularity
31	Pangasius Conchophilus	Pa Phor	■■■
32	Pangasius Macronea	Pa Yon Khao	■■■
33	Probarbus Jullieni	Pa eun Ta Deng	■■
34	Probarbus Labeamajor	Pa Eun Khao	■■

出典: JICA 調査団調べ

### c. 植生

タケク郡の植生は、東部の山林地域がProtected forest や National conservation forestとして保護されており、メコン川に接する西部の平野部が農地や市街地として開発されている。保護区以外の植生は草木地や雑木林が多く、タケク全体の面積の5割以上を占める。タケク郡が属する気候区分は熱帯性モンスーン気候であり、まばらな灌木地が多くみられる。また、樹林密度の高い常緑植物林などの割合は小さく、熱帯雨林様の植生は山間部に見られる。



出典: DNRE

図 2.2.3-3 タケク郡の植生状況

### 2-2-3-1-3 ベースとなる社会環境の状況

#### (1) 人口・民族

##### a. 人口

ラオス国で第5の都市であるタケク郡の人口は、2011年の統計で9万人弱であった。人口増加率は2.2%であり、過去5年のタケク郡全体の人口の推移を表 2.2.3-3 に、本調査対象給水区域内人口の推移を表 2.2.3-4 に示す。

表 2.2.3-3 人口の推移 (タケク郡)

	Y2007	Y2008	Y2009	Y2010	Y2011
Population of Thakhek	84,701	85,555	85,580	87,310	88,229

出典: Thakhek District Office

表 2.2.3-4 人口の推移 (給水区域内)

Service zone	Name of villages	2007	2008	2009	2010	2011	
1. (A)	A 1	Mouangsoom	1,544	1,537	1,542	1,597	1,612
	A 2	Paksimang	481	485	496	483	519
	A 3/J9	Laophokham	1,073	1,084	1,091	1,199	1,147
	A 4	Donmalai	1,182	1,187	1,195	1,310	1,612
	A 5	Nongmieng	746	762	753	767	721
	A 6	Thadoua	976	988	996	1,017	1,622
2. (B)	B	Pakdong	1,642	1,654	1,676	1,766	1,799
3. (C)	C	Sivilay	974	982	991	1,002	1,007
	C 2	Phonsitha	1,197	1,198	1,204	1,258	1,142
4. (D)	D 1	Ngnavay	614	619	617	628	616
	D 2	Maiphosi & Kokhai	602	608	611	635	612
	D 3	Phonesoung	746	774	793	876	1,077
	D 4	Namdon	448	456	465	434	417
5. (E)	E 1/H2	Phonsaat	2,178	2,185	2,192	2,399	2,387
	E 2/H3	Souksavanh	2,067	2,088	2,099	2,262	2,000
6. (F)	F 1	Phonephim	1,084	1,095	1,097	1,116	1,113
	F 2	Nabouab	792	797	804	896	992
7. (G)	G 1	Dongmouagkai	1,416	1,418	1,439	1,494	1,386
	G 2	Tane	1,004	1,014	1,013	1,074	1,020
	G 3	Tham	929	993	938	984	976
	G 4	Louang Ngoua	874	878	883	915	868
8. (H)	H 1	Viengvilay	1,594	1,668	1,680	1,897	1,830
	H 4	Santisouk	1,580	1,579	1,584	1,594	1,542
9. (I)	I 1	Somsaath	1,402	1,416	1,426	1,430	1,377
	I 2	Phonsanam	1,887	1,890	1,898	1,884	1,979
	I 3	Nabo	972	979	983	991	888
	I 4	Somsanook	1,519	1,528	1,595	1,704	2,389
	I 5	Chomphet	1,498	1,503	1,507	1,575	1,754
	I 6	Thakeak neua	1,202	1,211	1,224	1,236	1,270
	I 7	Chomkeo	1,274	1,277	1,298	1,384	1,322
	I 8	Nameung	1,011	1,023	1,049	1,051	1,048
10. (J)	J 1	Chomthong	1,718	1,731	1,736	1,848	1,734
	J 2	Nongbouakham	1,688	1,694	1,698	1,749	2,678
	J 3	Thakeak kang	1,210	1,219	1,227	1,223	1,386
	J 4	Donekheunxang	1,195	1,203	1,210	1,225	1,415
	J 5	ChomCheng	674	686	697	713	697
	J 6	Nabong	1,589	1,591	1,594	1,682	1,740
	J 7	Laophoxay	1,238	1,242	1,246	1,277	1,187
	J 8	Houaynangli	1,362	1,369	1,376	1,432	1,448
	J 10	Thakeak tai	506	514	517	578	539
	Total		47,688	48,125	48,440	50,585	52,868

出典: Thakhek District Office

#### b. 民族

タケク郡の住民は 5 種の民族から構成され、多数派が Lao 族となっている。その他の少数

民族として、Phoutai、Makong、Xek、Hmong の各民族が挙げられるが、当プロジェクトの給水区域には Lao 族のみ居住している。

表 2.2.3-5 タケク郡の民族構成

Ethnic group	Rate (%)
Lao	94.3
Phoutai	1.3
Makong	2.0
Xek	2.0
Hmong	0.4

出典: Thakhek District Office

## (2) 社会経済状況

### a. 概況

タケク郡の職業別人口を見てみると（表 2.2.3-6）、学生人口が顕著に多い。表 2.2.3-7 に教育・医療機関の主要インフラ施設数を示したが、ここでは中学校（6年制）以上の教育機関が4校であるのに対し、小学校（6年制）が146校と、若年層の人口比率が高いことが分かる。

表 2.2.3-6 職業別人口(タケク郡/2011年)

業種	人口比率(%)
学生	34.5
農業	27.2
その他自営業	13.6
商業・サービス業	9.6
高齢者・未就学児童	8.7
公務員	3.4
会社員	3.0
その他	2.0

出典: Thakhek District Office

表 2.2.3-7 教育・医療機関の施設数

No	主要インフラ施設数	施設数
<b>教育機関</b>		
1	小学校	146
2	中高併設学校	3
3	専門学校	1
<b>医療機関</b>		
1	病院	3
2	地方メディカル・ケア・ステーション	12

出典: Thakhek District Office

b. 農業

産業としては農業従事者が多く、表 2.2.3-8 に示した内訳のように、生産量としてはモチ米が多く、図 2.2.3-3 に示された水田の専有面積が大きいことと一致する。

表 2.2.3-8 タケク郡の主な農作物

No.	Agriculture Production	Unit in Ton	
		2010	2011
1	Sticky rice (もち米)	37,377	46,324
2	Leaf vegetable (葉菜)	5,565	6,426
3	Chili (唐辛子)	195	195
4	Cassava (キャッサバ、でんぷんの原料)	532	700
5	Sweet potato (サツマイモ)	500	500

出典: Department of Agriculture

c. 漁業

漁業に関しては、漁業組合が存在しないため、統計的な資料は得られなかった。漁業を管轄するタケク郡農業局との協議により得られた情報によれば、タケク郡付近のメコン川で行われている漁獲行為のほとんどは漁業権を持たない個人的な漁であり、職業的に行われている行為ではない。

(3) 土地利用

タケク郡の面積の約 3 割は草草地および草地であり、雑木林やヒースの低木林と合すると 5 割以上となる。タケク郡が属する気候区分は熱帯性モンスーン気候であり、まばらな灌木地が多くみられる。また、樹林密度の高い常緑植物林などの割合は小さく、山間部に見られる。人為的に利用される土地は、全体の約 2 割を占める農地が大きい。人口増加や経済発展に伴い建設中の建物も多くみられるが、市街地や交通用地は 3.5% と小さい割合に留まっている。市街地内でも住宅は密集しておらず、タケク郡唯一の信号機が設置された交差点の周辺でも更地のまま残されている土地などがある。

2011 年現在の土地利用状況を表 2.2.3-9 に示す。

表 2.2.3-9 タケク郡の土地利用状況

No	種別	面積(ha)	%
1	草草地・草地	30205.0	30.8
2	農地	23059.5	20.8
3	雑木林・ヒース	22783.9	23.3
4	岩地・荒地	9669.5	9.9
5	河川	3910.8	4.0
6	常緑植物林	3606.3	3.7
7	市街地	2985.4	3.1
8	湿地・湖沼	834.7	0.9
9	道路等交通用地	388.8	0.4
10	灌漑用地	366.5	0.4

No	種別	面積(ha)	%
11	更地	199.3	0.2
合計		98,010	100

出典: DNRE

#### (4) 水利用・水利権

##### a.水利用

取水施設建設予定地から見渡す範囲では、朝や夕方には個人規模（1-2人乗りの小型船が十数隻）の漁獲行為が見られ、2)-5)に示した魚類等が捕獲されている。なお、漁業組合は存在せず、管理された漁業形態とはなっていない。周辺の漁獲行為に対する配慮として、取水予定地にて漁を行っていた任意の10名に対し建設予定の説明を行い、ステークホルダー協議への参加を依頼した。ステークホルダー協議の結果、大きな懸念は無いことが分かった。なお、取水施設建設予定地周辺では灌漑等のその他の水利用は見られない。

##### b.水利権

水利権に関しては、Article 9,14 and 15 of the Law on Water and Water Resources No 02-96 および Prime Ministerial Decree No 204/PM に基づき、Ministry of Public Works and Transport によって、16,500 m<sup>3</sup>/day の追加取水が承認済みである。

#### 2-2-3-1-4 相手国の環境社会配慮制度・組織

##### (1)ラオス国の環境社会配慮関連法規の概要

ラオス国の IEE および EIA 制度は Law on Water and Water Resources(1996), Environment Protection Law (1999), Environment Protection Law(2010), Degree on Environment Impact Assessment (2010) などにより規定されている。水道供給プロジェクトに関しては、その規模によらず EIA は必要なく、IEE レベルで良いことになっている。

その他環境社会配慮に関連する法規は表 2.2.3-10 に示すとおりである。

表 2.2.3-10 関連法規

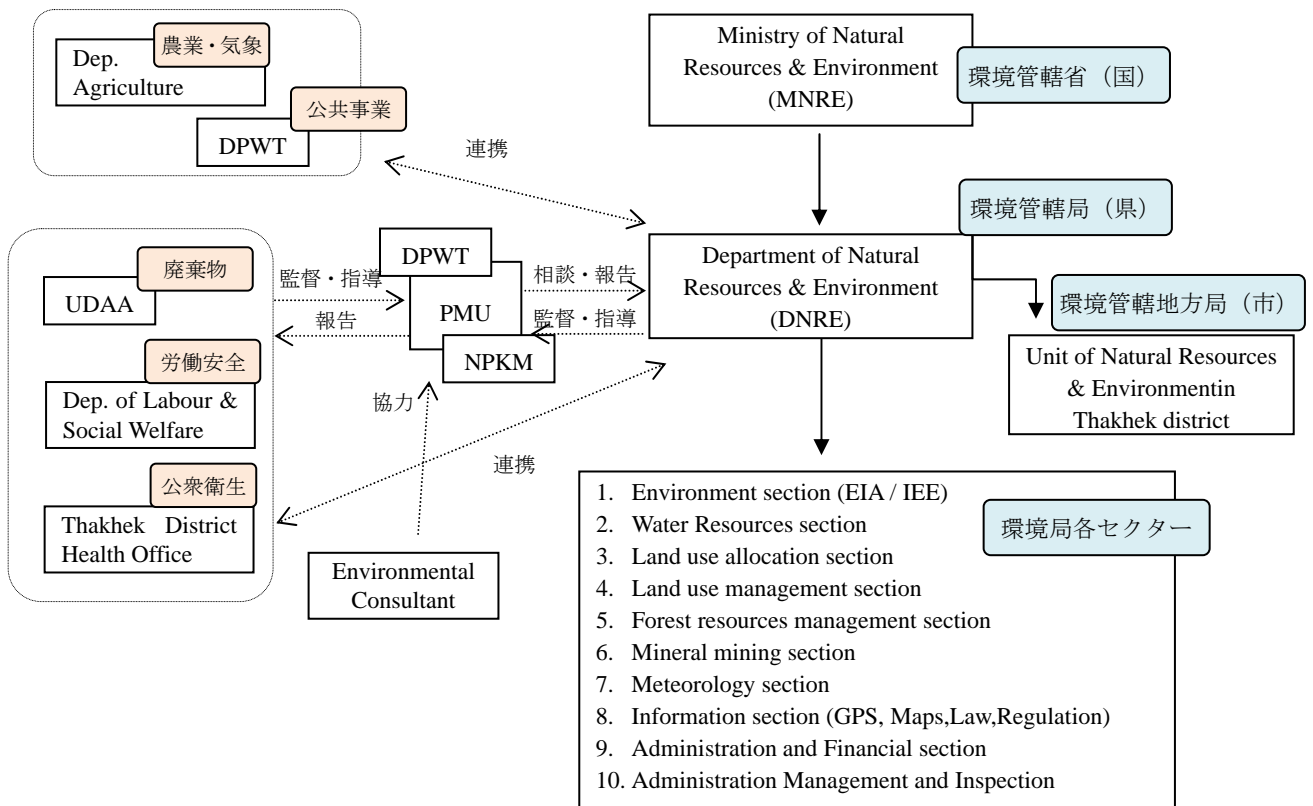
No.	Law, Degree and Standards
1	Law on Water and Water Resources (No. 02-96, dated 11,October,1996)
2	Environment Protection Law (No. 02/99/NA, dated 3. April.1999)
3	Degree on Environment Protection(No. 102/PM, 4.June.2001)
4	Water Supply Law (No.04/NA, dated 9.July.2009)
5	Degree on Environment Impact Assessment (No.112/PM, dated 16. February.2010)
6	Agreement on the National Standards (No.2734 /PM, WREA, dated 7. Dec.2009)
7	Degree on Mandate of Water Resources and Environmental Administration , No.149/PM, dated 10.May.2007
8	Degree on Compensation and Resettlement of People Affected by Development Projects, No 192/MP, dated 7.July.2005
9	Road Law (1999)
10	Electricity Law (1997),

No.	Law, Degree and Standards
11	Forestry Law (1996 and updated 2008)
12	Agreement on the National Environmental Standards (2009), stipulating; <ul style="list-style-type: none"> <li>- Surface Water Quality Standards</li> <li>- Groundwater Quality Standards</li> <li>- Soil Quality Standards</li> <li>- Ambient Air Quality Standard</li> <li>- Noise Standard</li> <li>- Wastewater Discharge Standards</li> <li>- Air Emission Standards</li> </ul>

出典: JPST

## (2)ラオス国の環境社会配慮関連組織

本事業に関する環境社会配慮に関連する組織とその役割を下の図 2.2.3-4 に示す。事業の施行機関となる PMU は DPWT により設置され、NPKM の職員が派遣される形態が予想される。PMU は、環境コンサルタントからの技術支援などを受けて環境社会配慮を行う。PMU は UDAA、Dep. of Labour & Social Welfare および Thakhek District Health Office から、それぞれ廃棄物、労働安全および公衆衛生関連の監督・指導を受け、モニタリングなどの報告をする。なお、DNRE は PMU に総合的な監督・指導を行い、PMU は DNRE に対し、相談やモニタリングの報告などを行う。



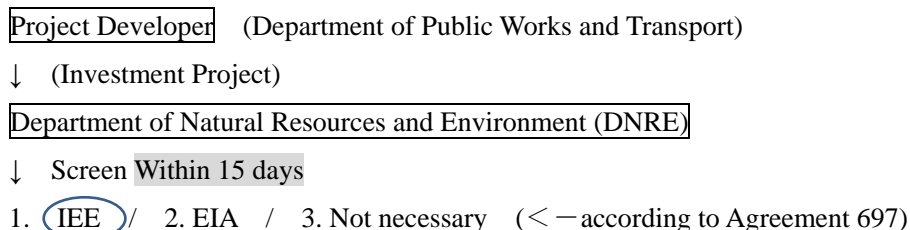
出典: JPST

図 2.2.3-4 ラオス国の環境社会配慮関連組織

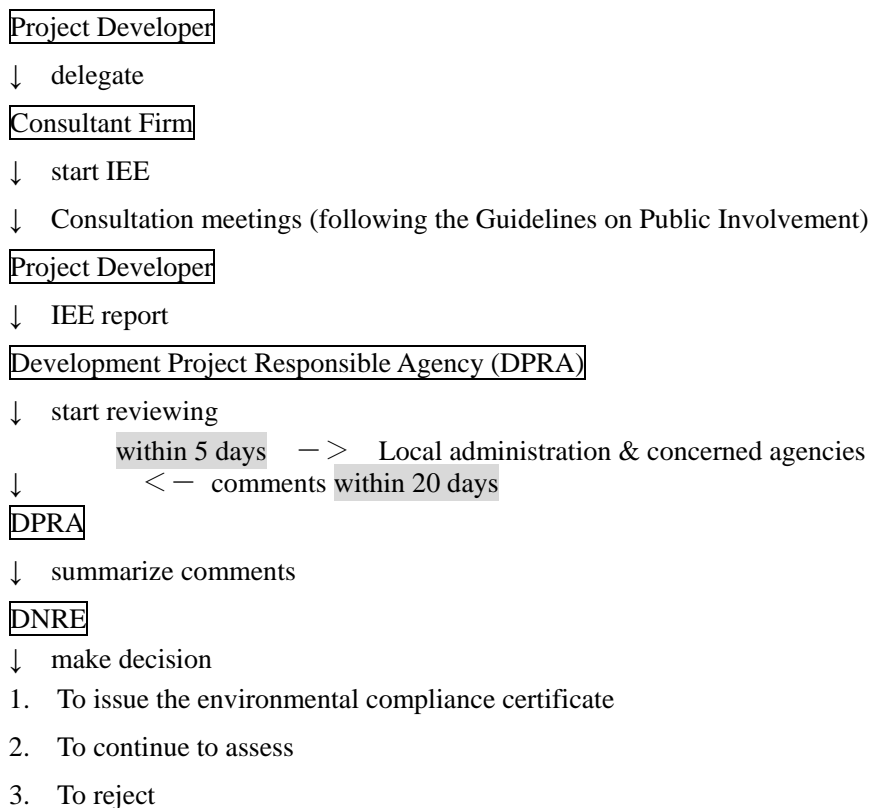


### (3) ラオス国の EIA 手続き

本事業に関する IEE 報告書および審査・承認に関する手続きは下の図 2.2.3-5 に示すとおりである。なお、本調査に係る IEE 報告書は、DNRE により 2012 年 6 月 6 日に承認された。



#### 【IEE (Initial Environmental Examination)】



出典: JPST (based on “Decree on Environmental Impact Assessment (Prime Minister’s Office, 2010)”) )

図 2.2.3-5 EIA 報告書および審査・承認に関する手続き

なお、IEE 報告書の内容例は下記のとおりである。

- I. Introduction
- II. Law and Regulation
- III. Project detail
- IV. The environmental situation of the present project area
- V. Participation by the head and local authority of the villages
- VI. Impact assessment during of the project construction and implementation

- VII. Prevention and reduce impact of the environment
- VIII. Social and environmental management action plan
- IX. Conclusion and recommendation

#### (4)ラオス国の EIA 制度と JICA ガイドラインの乖離

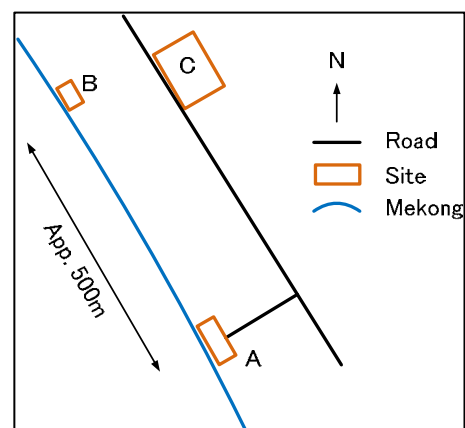
本調査に関して、ラオス国の EIA 制度においても JICA ガイドラインにおいても IEE レベルの調査としていることから、大きな乖離は無いものの、ラオス国の IEE においてはステークホルダー協議が義務付けられていることなど、細目に関しては相違がある。JICA ガイドラインに記載され、ラオス国の IEE に欠けているものとしては、環境項目の具体性、スコアリング、代替案の検討が挙げられるが、今回ラオス国の EIA 制度および JICA ガイドラインの両方の条件を満たすよう調査を行い、その内容を本報告書に記載した。

#### 2-2-3-1-5 代替案(ゼロオプションを含む)の比較検討

##### (1) 代替案の比較結果 (取水ポンプ施設用地)

取水ポンプ施設用地に関する代替案として i)取水ポンプ施設を建設しない場合、ii)候補地-A を用地とする場合、iii) 候補地-B を用地とする場合の三案を検討した。i)取水ポンプ施設を建設しない場合に関しては、地下水利用に関して検討した。ii) 候補地-A は、NPKM 所有地であるが浄水場から離れている。iii) 候補地-B は、用地取得と住民移転問題があるが、候補地-1 と比較して 500m ほど浄水場 (候補地-C) に近い (右に示す概略図参照)。

代替案の比較評価した結果を表 2.2.3-11 に示した。環境影響や用地取得の必要性が無いことなどから、候補地-A 案を採用とした。



出典: JPST

図 2.2.3-6 候補地概略図

表 2.2.3-11 代替案の比較結果 (取水ポンプ施設用地)

	ゼロ・オプション (地下水利用)	代替案 1 候補地-A	代替案 2 候補地-B
地盤沈下	△ (不明)	—	—
原水水量	△ (不明)	—	—
建設費	△	△	— (比較的小さい)
地形・地質	△	—	—
用地取得	—	—	△
非自発的住民移転	—	—	×
代替案の検討結果	不採用	採用	不採用

	ゼロ・オプション (地下水利用)	代替案1 候補地-A	代替案2 候補地-B
決定的な理由	環境影響	最小影響	住民移転

【凡例】 ー：影響なし、×：大きな負の影響、△：負の影響、○：正の効果、◎：大きい正の効果

## (2) 代替案の比較結果（取水ポンプ施設方式）

取水ポンプ施設の方式に関する代替案として i)取水塔を建設する場合、 ii)取水パイプを建設する場合、iii)フローティング式（筏式）ポンプ施設を建設する場合、の三案を検討した。

i)取水塔は小規模構造物を河川内に建設するもので、数万 m<sup>3</sup>/日を超える取水規模に適した恒常的な施設である。ii)取水パイプは河岸内部（地下）にパイプを建設するもので、取水塔と同様の恒常的な施設である。iii)フローティング式ポンプ施設は、ポンプを筏状の設備上に配置するもので、主に数千 m<sup>3</sup>/日程度の取水規模に適した仮設的な施設である。

本調査で対象とする新浄水場規模は 15,000 m<sup>3</sup>/日、給水率は 80%を予定しており、今回のみならず、将来的に処理水量を拡張する計画である。取水塔および取水パイプ建設は、河川内での施工が必要となり、環境影響を与えるが、その期間は一時的で、取水塔は河川専有面積が数十 m<sup>2</sup>と構造物としての規模は小さく、取水パイプは内水面の占有はほとんど無い。フローティングポンプ方式はより廉価であるが、将来的には増設を繰り返すことになる。

代替案の比較評価した結果を表 2.2.3-12 に示した。将来的な拡張の必要性が明確であることや、構造物としての信頼性、規模の適性、また環境へ大きな影響を及ぼすことが予想されないことなどから、取水塔および取水パイプ案が有力であり、コスト面から取水パイプ案を採用とした。

表 2.2.3-12 代替案の比較結果（取水ポンプ施設方式）

	代替案1 取水塔	代替案2 取水パイプ	代替案3 フローティングポンプ
原水水量	◎	◎	○(△) (将来的に不足)
建設費	×	△	○(△) (将来的に必要)
地形・地質	△	△	ー (比較的小さい)
環境影響	△ (一時的)	△ (一時的)	ー
信頼性（強度）	○	○	△
代替案の検討結果	不採用	採用	不採用
決定的な理由	高コスト	将来性	信頼性不足

【凡例】 ー：影響なし、×：大きな負の影響、△：負の影響、○：正の効果、◎：大きい正の効果

### (3) 代替案の比較結果（浄水場用地）

浄水場用地に関する代替案として i)浄水場を建設しない場合、ii)候補地-A を用地とする場合、iii) 候補地-C を用地とする場合の三案を検討した。ii)候補地-A は、面積が広いが取水ポンプ施設から離れている。iii) 候補地-C は、取水ポンプ施設敷地内であるが、面積が狭い（概略図参照）。

代替案の比較評価した結果を表 2.2.3-13 に示した。必要性や将来的計画などから、候補地-C 案を採用とした。

表 2.2.3-13 代替案の比較結果（浄水場用地）

	ゼロ・オプション (事業を実施しない)	代替案 1 候補地-A	代替案 2 候補地-C
供給水量	×	○	◎
将来拡張用地	—	△ (用地不足)	○
建設費	—	△	× (比較的大きい)
用地取得	—	△ (将来的に用地不足)	—
代替案の検討結果	不採用	不採用	採用
決定的な理由	供給水不足	効果が小さい	最大の正の効果

【凡例】 —：影響なし、×：大きな負の影響、△：負の影響、○：正の効果、◎：大きい正の効果

### (4) 代替案の比較結果（送水ルート）

送水管に関する代替案として、事業を実施しない場合は 5)-3 で検討したことから省略し、i) 最短ルートで送水する場合、ii)迂回ルートで送水する場合の二案を検討した。i)最短ルートは、距離は短くなるが市街地を通り、比較的複雑で曲がり角が多い。ii)迂回ルートは距離は長くなるが通過する市街地部分は大幅に削減され、道路の直線距離の長い農地が多くなる。

代替案の比較評価した結果を表 2.2.3-14 に示した。社会影響や施工性などから、迂回ルート案を採用とした。

表 2.2.3-14 代替案の比較結果（送水ルート）

	代替案 1 最短ルート	代替案 2 迂回ルート
距離（コスト）	△	×
施工性（時間・コスト）	×	△
影響を受ける人口	×× (特に多い)	△

	代替案1 最短ルート	代替案2 迂回ルート
代替案の検討結果	不採用	採用
決定的な理由	社会影響	最小影響

【凡例】 - : 影響なし、× : 大きな負の影響、△ : 負の影響、○ : 正の効果、◎ : 大きい正の効果

### (5) 代替案の比較結果（配水池建設）

配水池建設に関する代替案として i)配水圧力増加を実施しない場合、ii)配水池を建設せず、浄水場からの圧力増強する場合、iii)現候補地に高架タンクを建設して増圧する場合、iv) 他の候補地に高架タンク等を建設する場合の四案を検討した。iii)現候補地は、公用地であり、既に NPKM が使用許可を得ている用地である。iii) 他の候補地は、用地取得が必要であり、場合によっては住民移転が発生する可能性もある。

代替案の比較評価した結果を表 2.2.3-15 に示した。コストや用地取得の問題が無いことなどから、現候補地案を採用とした。

表 2.2.3-15 代替案の比較結果（配水池建設）

	ゼロ・オプション (圧力増強なし)	代替案1 送水圧増強	代替案2 高架タンク(現候補地)	代替案3 高架タンク(他の候補地)
供給人口	× (不足)	○	○	○
用地取得費	-	-	-	×
建設費	-	△	×	×
ランニングコスト	-	×× (特に大きい)	△	△
住民移転	-	-	-	△ (発生する可能性あり)
代替案の検討結果	不採用	不採用	採用	不採用
決定的な理由	給水偏差	高コスト	最大の正の効果	用地取得

【凡例】 - : 影響なし、× : 大きな負の影響、△ : 負の影響、○ : 正の効果、◎ : 大きい正の効果

### 2-2-3-1-6 スコーピング

今回対象となる浄水施設に関するスコーピング結果を表 2.2.3-16 に、またその選定理由を表 2.2.3-17 に示した。取水ポンプ施設、浄水場、導・送・配水管、配水池と、規模や施工場所が異なるコンポーネントから構成されるため、コンポーネント毎に整理した。

表 2.2.3-16 スコーピング結果

環境項目	評価	工事前	工事中				供用時				
		取得 各種用地 (の)	取水ポンプ施設	浄水場	導・送・配水管	配水池	取水ポンプ施設	浄水場	導・送・配水管	配水池	給水サービス
1 大気汚染	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2 水質汚濁	C	D	C	D	D	D	D	C	D	D	D
3 土壌汚染	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
4 廃棄物	B	D	B	B	B	B	D	D	D	D	D
5 騒音・振動	B	D	B	B	B	B	D	D	D	D	D
6 地盤沈下・土壌浸食	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
7 悪臭	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
8 地形・地質	B	D	B	D	D	D	D	D	D	D	D
9 底質	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
10 生物・生態系	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
11 水利用	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
12 事故・災害（リスク）	B	D	B	B	B	B	B	B	D	D	D
13 地球温暖化	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
14 用地取得・住民移転	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
15 地域経済	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
16 土地利用等	B	D	B	B	B	B	D	D	D	D	D
17 社会組織	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
18 社会インフラ・サービス	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
19 貧困層・先住民・少数民族	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
20 被害と便益の偏在	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
21 地域内の利害等	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
22 ジェンダー	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
23 子供の権利	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
24 文化遺産	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
25 HIV/AIDS 等の感染症	B	D	B	B	B	B	D	D	D	D	D

評価 A：重大な負の影響が予想される。B：何らかの負の影響が予想される。C：負の影響の程度は不明。D：負の影響は予想されない。

表 2.2.3-17 スコーピングの評価項目とその選定理由

評価	No.	項目	理由
B	4	廃棄物	各施設における建設工事に伴い、建設発生土が生じる。発生土は埋戻しや施設内利用が可能であるため、大規模な発生は予想されないが、使い切れない部分に関しては廃棄が必要と想定される。アスファルト塊などの建設廃材、工事作業現場からの一般廃棄物やし尿等に関しても廃棄が必要である。なお、浄水汚泥に関しても埋立てを予定している。
	5	騒音・振動	各施設建設に当たって、騒音・振動が発生するが、影響は一時的である。住宅地が近い場合は、低騒音・低振動型の建設機械の採用や、工事時間帯などの配慮が必要である。また浄水場や配水池に関しては、資材等の搬入・搬出に関して運搬車両の速度を抑えるなどの配慮が必要である。
	8	地形・地質	取水施設の基礎建設のため、限定的に地形が改変される。
	12	事故	各施設における建設工事、および浄水場等の運転に関しては事故のリスクがあるため、安全管理に配慮が必要である。
	16	土地利用等	陸上の各施設の用地は限定的な土地利用であるが、掘削時等は土埃の発生などが周囲に及ぼす影響が考えられる。
	25	HIV/AIDS 等の感染症	各施設における建設工事に伴い、外部からの労働者の長期滞在が予想され、感染症等の伝染等の負の影響が懸念される。
C	2	水質汚濁	取水施設建設の初期段階に基礎を建設する際、短期的に濁水が発生する可能性がある。浄水場からの排水が環境に影響する可能性がある。なお、浄水場から生ずる排泥や逆流洗浄排水は、固液分離し、上澄水のみを排水するため、水質汚濁の恐れはない。なお、固体部分は乾燥後、埋め立て処分とする。
	19	貧困層・先住民 民族・少数民族	水道サービスが貧困層・先住民・少数民族に与える負の影響に関して調査が必要である。
	20	被害と便益の 偏在	水道サービスが利用者等に与える被害と便益の偏在の可能性に関して調査が必要である。
D	1	大気汚染	建設工事に伴い排気ガスやダストが発生するが、影響は一時的あり、環境基準に抵触するような物質の発生は予想されないため、影響は軽微と考えられる。なお、供用時におけるポンプは電力を使用し、停電時の自家発電以外に排気ガスは発生しない。
	3	土壌汚染	工事中の廃棄物や供用時の排水が土壌に浸透廃棄されることはない。
	6	地盤沈下・土壌 浸食	ボーリング調査結果に基づき設計するため、地盤沈下・土壌浸食は発生しない。
	7	悪臭	消毒のための塩素による臭気は、作業員の安全を確保するレベルで制御されるため、外部に臭気として影響するものではない。その他、特に浄水施設から生ずる臭気は予想されない。
	9	底質	浄水場から生ずる排泥や逆流洗浄排水は、固液分離し、上澄水のみを排水するため、水質汚濁の恐れはなく、放流先の底質に影響は与えない。
	10	生物・生態系	浄水場用地は雑草・雑木のみ存在する更地で、面積も約 0.85ha と限定的である。また配水池用地も同様で、専有面積は約 0.2ha である。管路は全て既存の道路を利用する。取水ポンプ施設は取水パイプ施設を予定しており、河川内に構造物を造成する必要はなく、河川生態系に与える影響は僅少である。以上から、生物・生態系に関する特別な配慮は必要ないものと判断される。
	11	水利用	取水は大河川であるメコン川であり、地下水や小河川を利用するものではなく、周辺の水利用に対する影響は想定されない。
	13	地球温暖化	供用時におけるポンプは電力を使用し、停電時の自家発電以外に排気ガスは発生しない。
	14	用地取得・住民 移転	用地取得は公用地のみで行われ、また過去に住民移転は発生せず、今後も発生しない。
	15	地域経済	現時点では、水道サービスの開始に伴い、雇用の拡大などの正の影響が見込まれるが、負の影響は予想されない。
	17	社会組織	現時点では、水道サービスの開始に伴う社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織に与える負の影響は予想されない。
	18	社会インフラ・サ ービス	現時点では、水道サービスの開始に伴い、社会インフラ・サービスに与える正の影響が見込まれるが、負の影響は予想されない。
	21	地域内の利害 等	各地域における給水には偏差はなく、地域内の利害等の発生は予想されない。
	22	ジェンダー	水道利用に関して、性的差別の発生は予想されない。
	23	子供の権利	水道利用に関して、子供の使用に関する制限は予想されない。
24	文化遺産	建設用地に文化遺産は存在しない。	

### 2-2-3-1-7 環境社会配慮調査の TOR

#### (1) 環境社会配慮調査の目的

ラオス国タケク上水道拡張整備計画準備調査において基本設計を行う上下水道整備事業による、自然環境、社会環境への影響の内容及び程度を予測評価する。

#### (2) 調査及び評価対象とする環境項目

原則として、2-2-3-1-6 スコーピング において総合評価 C 以上とした項目について調査及び評価を行う。また、現地調査における新たな事実等の確認により、その他の項目についても影響発生が予想される場合には、当該項目も調査、評価対象に含める。

#### (3) 評価対象地域

本調査において基本設計を行う施設の建設予定地及びその周辺とする。また、建設事業において、アクセス道路等を整備する必要性は、現在のところ認められない。

#### (4) 評価対象時期

計画段階および事業実施段階とする。

#### (5) 環境社会配慮調査の内容・手法

##### a. 環境社会配慮に係る情報収集

各項目の調査内容および調査手法は以下の通りである。

表 2.2.3-18 想定される環境社会配慮調査（対策）の概要

判定	No.	環境項目	調査（対策）手法
B	4	廃棄物	・ 建設発生土、埋戻し、再利用量の試算
			・ コンクリート塊などの建設廃材、工事作業現場からの一般廃棄物やし尿等の処分方法検討、受け入れ先確認
			・ 浄水汚泥量の試算
			・ 浄水汚泥の受け入れ先確認
	5	騒音・振動	・ 建設前の騒音現況調査、将来（施工時）予測および対策案の策定
			・ 施設建設予定地および周辺の特別配慮施設に関する調査
			・ 施工時の低騒音、低振動型建設機械使用の提案
			・ 資材等運送時の道路利用時等の騒音、振動対策（制限速度の規定等）提案
	8	地形・地質	・ 地形改変規模の最小化検討
	12	事故	・ 関連部局（Dep. of Labour & Social Welfare）との協議
			・ 施工時における安全対策の徹底を提案
			・ 浄水場における一般的な安全対策を提案



判定	No.	環境項目	調査（対策）手法
	16	土地利用等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浄水場予定地は数 ha の限定的な土地利用であるが、用地は大部分が裸地であるため、散水等による除塵対策を提案する。</li> <li>・ 取水施設建設時の濁水発生防止方法の検討</li> </ul>
	25	HIV/AIDS 等の感染症	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関連部局（District Health Office）との協議</li> </ul>
C	2	水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 取水施設建設時の濁水発生防止方法の検討</li> <li>・ 排水方法の検討</li> </ul>
	19	貧困層・先住民民族・少数民族	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 貧困層等の存在に関する調査（地方局等）</li> </ul>
	20	被害と便益の偏在	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関連部局協議やアンケート調査、ステークホルダー協議での確認。</li> </ul>

#### b. 事業による影響の予測・評価

事業計画案について、**2-2-3-1-6 スコーピング**において総合評価 C 以上と評価した項目について影響の予測・評価を行う。

実際の作業と並行しながら、それぞれの評価項目について、予測評価を行う（A、B）、引き続き調査を行う（C）、調査の必要なし（D）の判断をし、スコーピング結果を随時更新する。続いて、更新後、A、B の評価となった項目（影響があると予測された項目）について、直接的な負の影響の程度を評価する。

#### c. 環境管理計画（EMP）およびモニタリング計画の検討

事業計画案の実施により回避できない環境影響が発生すると予測された場合、影響の程度を緩和するための EMP と、その実施状況を把握するためのモニタリング計画を作成する。内容には、実施項目、頻度、体制および予算額等の検討を含める。

#### d. ステークホルダー協議

上記について、調査計画や結果の概要を現地ステークホルダー協議にて説明し、各ステークホルダーの意見を聴取する。

### 2-2-3-1-8 環境社会配慮調査結果および影響評価

スコーピングに基づき調査を行った。調査に基づいて影響を予測・評価した結果を表 **2.2.3-19** に示した。最終的な評価結果が B の項目については、対応策を示した（評価結果が A の項目はなかった）。対応策の内容は **2-2-3-1-9 緩和策**に記載した。

表 2.2.3-19 影響予測・評価結果

環境項目	スコアリング	影響予測・評価結果	理由 / 対策
2 水質汚濁	C	B	取水施設建設は、シートパイル工法の採用により、濁水を発生させない。浄水場排水は天日乾燥床を用いて固液分離し、上澄水のみ排水するため環境影響は生じないが、適正な監視を行う必要がある。
	緩和策		排水水質の監視
4 廃棄物	B	B	建設発生土は埋戻しや施設内利用が可能であるため、試算によれば発生量は30-60m <sup>3</sup> 程度であり、最大量でも2m高に積みば5.5m x 5.5mの敷地に仮置きできる小規模な量である。 コンクリート塊などの建設廃材、工事作業現場からの一般廃棄物は、UDAA管轄のSanitary Landfill Site(タケク郡から南に9km離れた郊外)で受け入れが可能である。し尿等の処分は、UDAAの管理下にあり、衛生回収車による引取りが可能である。 なお、UDAAによれば、浄水汚泥は河川への放流も可能であるが、本調査では乾燥後の埋立てを予定している。 また、上記のいずれの種類の廃棄物に関しても受け入れが可能である民間の処分業者も確認済みである。 以上から、各種廃棄物も埋立等の処分が可能であり、環境影響は生じないが、適正な管理を継続する必要がある。
	緩和策		廃棄物適正処分の監視
5 騒音・振動	B	B	建設工事に伴い、騒音・振動が発生する。
	緩和策		DD段階において、建設前の騒音現況調査、将来(施工時)予測を行う。対策案として、低騒音・低振動型の建設機械の採用の指定や、資材等の搬入・搬出時の運搬車両の速度を抑えるなどの順守事項をコンストラクターへのTORに明示する。
8 地形・地質	B	B	取水施設の基礎建設のため、限定的に地形が改変される。
	緩和策		地形改変を最小規模に抑えた設計および施工方法とする。なお、影響範囲は数十平米程度である。
12 事故・災害(リスク)	B	B	建設工事に関しては事故のリスクがあり、安全管理の徹底が必要である。浄水場施設における構造上の安全は設計上確保される。浄水場運営上の安全はマニュアル等の整備と順守により確保される。
	緩和策		安全管理の徹底
16 土地利用等	B	B	浄水場予定地は数haの限定的な土地利用であるが、用地は大部分が裸地であるため、除塵対策が必要である。 取水施設建設は、シートパイル工法の採用により、濁水を発生させない。なお、漁業を管轄するタケク郡農業局は、騒音・振動により漁獲行為への影響は多少予想されるが、一時的なものであるため問題とはならず、周辺の漁獲行為は職業的に行われている行為ではなく補償は特に必要ない、としている。
	緩和策		散水等による除塵対策
19 貧困層・先住民族・少数民族	C	D	給水地域内に貧困層・先住民族・少数民族は居住していない。また、給水地域の優先順位の決定は物理的要素により行われ、差別的要素は一切含まれない。
20 被害と便益の偏在	C	D	各省庁、地域住民へのアンケート、ステークホルダー協議を通じて、悪影響は予想されないことを確認した。
25 HIV/AIDS等の感染症	B	B	各施設における建設工事に伴い、外部からの労働者の長期滞在が予想される。
	緩和策		衛生対策・教育に関するプログラム利用や実施段階におけるタケク地方健康局との連携。

評価 A：重大な負の影響が予想される。B：何らかの負の影響が予想される。C：負の影響の程度は不明。D：負の影響は予想されない。

### 2-2-3-1-9 緩和策および緩和策実施のための費用

#### a. 緩和策

2-2-3-1-8 環境社会配慮調査結果および影響評価において示された結果に基づき、必要となる緩和策を以下の表 2.2.3-20 環境管理計画 (EMP) に示した。内容に関しては、今後の詳細設計等の段階で変更や追加が必要となることが予想され、適宜変更するものとする。

#### b. 費用

緩和策はいずれも、請負業者やNPKMにより、社会的責任上当然実施されるべき項目であり、必然的に必要となる費用は建設費および運営維持管理費に含まれる性質のものである。即ち環境社会配慮上特別に計上されるべき項目ではなく、別途費用は発生しない。

### 2-2-3-1-10 環境管理計画・モニタリング計画

本調査結果に基づき作成した環境管理計画 (案) を以下に示す。

表 2.2.3-20 環境管理計画 (案)

No.	内容	項目	緩和策	コスト	実行機関	監督機関
<b>I 計画段階</b>						
1	土地取得	なし	-	-	-	-
2	現況調査	騒音	建設前騒音ベース調査	建設費に含む	請負業者	DNRE / NPKM
<b>II 建設段階</b>						
3	建設および資材・廃材の運搬	騒音	運搬車の速度規制 低騒音・低振動型重機の使用 工事時間帯の配慮	建設費に含む	請負業者	DNRE / NPKM
4		塵埃	散水 運搬時の積荷シート使用・速度規制			
5		土地利用	散水 / 土砂等仮置き時のシート使用 (必要に応じて)			
6		事故等	労働法第42項「安全対策と労働条件」の順守. 衛生管理 (手洗い水・救急箱の設置等) 適切な標記とフェンスの設置	建設費に含む	請負業者	保険局 / 労働局
7	労働環境	一般廃棄物・し尿等	労働者キャンプや全ての工事現場におけるゴミ箱の設置等を含む一般廃棄物収集および廃棄の実施 仮設トイレの設置とメンテナンス	建設費に含む	請負業者	UDAA
8		公衆衛生	労働者キャンプの適切な衛生管理 タケク健康局との連携	建設費に含む	請負業者	保険局 / 労働局
9	建設一般	廃棄物 (固体及	処分場・処分施設への適切な廃棄 (液体廃棄物 (環境に影響を及ぼす油な	建設費に含む	請負業者	UDAA

No.	内容	項目	緩和策	コスト	実行機関	監督機関
		び液体)	ど) に関して、固体に吸収させるなど適切に処分する。)			
<b>III 供用時</b>						
10	浄水場運営	事故	建設業者や独自に作成する運転マニュアルの順守の徹底	建設費およびNPKM	NPKM	労働局
11		水質汚濁	適切な排水水質管理	NPKM (運転維持管理費)	NPKM	DNRE

本事業の実施に当たり、環境社会配慮上必要となるモニタリング計画を以下に示した。内容に関しては、今後の詳細設計等の段階で変更や追加が必要となることが予想され、適宜変更するものとする。

表 2.2.3-21 モニタリング計画 (案)

項目	モニタリング指標	実施場所	頻度****)	基準	監督機関 / 施行機関	報告
<b>計画段階</b>						
<b>M-1:</b> 騒音	デシベル (dB)	工事現場とその周辺 (計15 <sup>*</sup> )箇所)	2回	Agreement on the National Environmental Standard 2010 ( Part II,Article 4 (4.4))	DNRE / PMU, Environmental Consultant	Monitoring reportsをDNREへ報告 (2回)
<b>建設段階</b>						
<b>M-2:</b> 騒音	デシベル (dB)	工事現場とその周辺 (計15 <sup>*</sup> )箇所)	2回/年	Agreement on the National Environmental Standard 2010 ( Part II,Article 4 (4.4))	DNRE / PMU, Environmental Consultant	Monitoring reportsをDNREへ報告 (2回/年)
<b>M-3:</b> 塵埃	散水回数・散水量	工事現場とその周辺 (計15 <sup>*</sup> )箇所)	6回/年	Agreement on the National Environmental Standard 2010 ( Part II,Article 4 (4.3))	同上	Monitoring reportsをDNREへ報告 (6回/年)
<b>M-4:</b> 建設発生土、建設廃材、一般廃棄物などの回収・廃棄、ごみ箱の設置状況	廃棄物の発生概要 (種類・量)、工事現場と労働者キャンプのごみの管理状況	工事現場と労働者キャンプ (計20 <sup>**</sup> )箇所)	2回/年	N/A	UDAA / PMU, Environmental Consultant	Monitoring reportsをUDAAへ報告 (2回/年)
<b>M-5:</b> 労働安全管理/工事個所の表示とフェンスの設置状況	事故・ケガの発生状況 (状況・場所・回数等)	工事現場と労働者キャンプ (計15 <sup>*</sup> )箇所)	2回/年	Labor Law, 2007, Charter 6: Prevention of Labour, Article 42	Dep. of Labour & Social Welfare / PMU, Environmental Consultant	Monitoring reportsをDep. of Labour & Social Welfareへ報告(2回/年)
<b>M-6:</b> 労働者および公衆に係る保健・衛生状況	地方保健局によるプログラムの順守状況	工事現場とその周辺および労働者キャンプ (計60 <sup>***</sup> )箇所)	2回/年	地方保健局のプログラム (Basic knowledge on HIV/AIDs, Sexually transmitted Diseases, Prevention methods)	Dep. of Labour & Social Welfare, District Health Office / PMU, Environmental Consultant	Monitoring reportsをDep. of Labour & Social Welfare およびDistrict Health Officeへ報告(2回/年)

供用段階						
M-7: 水質汚濁	TSS	排水放流口 (1箇所)	毎月	Agreement on the National Environmental Standard 2010 ( Part II,Article 5 (5.1))	DNRE / NPKM	記録を保管 (毎月)

\*) 各施設(取水施設・浄水場・配水池)の周辺に3点程度の測定点を設置(計9か所) ■大きく分けて5エリアに伸びるパイプライン建設地域に各1点(計5か所) ■予備1点=15か所  
 \*\*) \*)の15か所 ■労働者キャンプ地内の5か所=20か所  
 \*\*\*) \*)の15か所の周辺の労働者および住民の各3名程度を対象(計45名) ■労働者キャンプ地内の15名=60名  
 \*\*\*) 頻度の詳細は、下表2.2.3-22の「回数」参照。

以上に示したモニタリング計画を実施するに当たり、必要となる費用を以下に示した。以上の表の項目番号(M-1~7)は、下表の項目に対応している。内容に関しては、今後の詳細設計等の段階で変更や追加が必要となることが予想され、適宜変更するものとする。

表 2.2.3-22 計画・建設段階のモニタリング実施費用(案)

項目	箇所数	回数	単価 (USD/Station/Time)	コスト(USD)
M-1: 騒音(建設前)	15	2(ベースライン値とし、精度確保のため2回)	5	150
M-2: 騒音(建設中)	15	5(2回/年 x 2.5年)	5	375
M-3: 塵埃	15	15(6回/年 x 2.5年)	3	675
M-4: 建設発生土、建設廃材、一般廃棄物などの回収・廃棄、ごみ箱の設置状況	20	5(2回/年 x 2.5年)	3	300
M-5: 労働安全管理/工事個所の表示とフェンスの設置状況	15	5(2回/年 x 2.5年)	2	150
M-6: 労働者および公衆に係る保健・衛生状況	60	5(2回/年 x 2.5年)	2	600
騒音測定業者の交通・宿泊・手当	-	7	100(USD/Time)	700
諸経費・間接費				1,700
税金				1,000
合計				5,650

表 2.2.3-23 供用段階のモニタリング実施費用(案)

項目	箇所数	回数	単価 (USD/Station/Time)	コスト(USD)
M-7: TSS(年間費用)	1	12	App. 4.00	48

#### 2-2-3-1-11 ステークホルダー協議

本調査においては、プロジェクト実施主体(DPWT/NPKM)が委託した現地コンサルタントによる住民聞き取り調査や、調査団によるアンケート調査などが進行中であり、住民等からの要望等が収集されている状況であった。ステークホルダー協議開催前は、工事等から生ずる不便に関する要望よりも、1日でも早い給水開始を望む声が多く寄せられていた。しかしながら、ラオス国のEIA制度上、IEEレポートの作成段階でステークホルダー協議の開催が必要であるため、同協議が開催された。概要は表 2.2.3-24のとおりである。

表 2.2.3-24 ステークホルダー協議の概要

目的	スコーピング案・調査方法に関する協議
開催日時	2012/5/18 8時～12時
開催場所	カムアン県タケク郡 Department of Public Work and Transport 会議室
内容	- プロジェクト概要 - スコーピング案・調査方法・これまでの調査結果 - 質疑・応答
ステークホルダー	表 2.2.3(11)-2 の通り

表 2.2.3-25 ステークホルダー協議参加者概要

団体名等	人数
カムアン県職員 (公共事業・環境・健康・農業・インフラ整備等、各部局) (広報担当含む)	9
タケク郡職員 (副市長、農業・気象等、各部局)	4
対象地域住民 (漁をしていた人を含む)	51
JICA Preparatory Survey Team	7
合計	71

ステークホルダー協議では、DPWT および NPKM より、事業概要および調査結果概要、環境社会配慮調査方法等に関する説明がなされ、その後参加者を交えた質疑応答が行われた。

協議の主な協議内容は、「パイプラインの布設場所（公用地のみか）・方法（道路を完全に塞ぐ場合があるか/事前連絡はあるか）」、「建設廃材・浄水汚泥の処理方法」、「新規浄水の水质」、「新規給水率」、等であったが、全て適切に配慮している旨の説明がなされたところ概ね問題は無かった。

また、参加者からの意見を広く聴取するため、事前に配布された用紙に匿名で意見等の記入を依頼し、協議後に回収した。内容と回答・対応策に関しては上記の議事録に併せて記載した。目立った意見およびその回答または対応策を以下に記した。

表 2.2.3-26 ステークホルダー協議にて聴取された匿名意見

意見/コメント	回答/対応策
建設基準は国際基準を順守すべき 各施設の品質向上	構造物の建設はラ国のテクニカルガイドラインの順守を基本とし、詳細については記載が無い場合は日本または国際基準を参照している。
建設発生土の処分方法	発生土は（少量であり、）保管、利用、または処分場に埋立される。
建設時の防塵	輸送時・保管時のシートカバー使用、掘削時の散水を環境管理計画で規定。
年間安定給水	雨期・乾期によらない安定給水を計画。

意見/コメント	回答/対応策
給水の拡大と水質の向上	政府により示された2020年における80%給水を目標とする。新規設備においては飲料水基準を満たす浄水処理を設計する。
恒常的施設の要望（旧施設が仮設であったため）	新規施設は恒常的構造物とする。
工期の短縮（早期給水開始）	施工は適切な設計計画に基づいて行われる。
取水施設建設時の影響緩和	シートパイル工法の採用により、騒音発生期間の短縮や濁水発生防止を配慮する。また資材輸送時の速度制限等により周囲への影響緩和を配慮する。
高架タンクの十分な容量と品質	容量は給水計画に基づき十分量とし、構造をRC造として十分な水質の確保を計画する。

概ね適切に対応できる計画である旨の回答または対応策を記した。取水施設建設に係る漁獲行為への影響に関しては意見が無く、「船が衝突しないように照明を備えて欲しい」という要望があったのみだった。これは取水塔案に対する要望であったが、以後の検討により取水パイプ案に決定し、構造物は河川内に造成されないこととなった。このため、この要望に対する配慮は必要では無くなった。

### 2-2-3-2 用地取得・住民移転

本事業の構成要素は、取水施設、浄水場、導・送・配水管、配水池から成る。各施設用地はNPKMの所有地または使用権を獲得済みの公用地であり、住民移転は過去に発生しておらず、今後も発生しない。導・送・配水管は、全て公道を利用して埋設する計画であり、全てのコンポーネントに関して住民移転の問題はない。

### 2-2-3-3 その他

#### 2-2-3-3-1 モニタリングフォーム案

資料 7-4 に記載。

#### 2-2-3-3-2 環境チェックリスト

資料 7-4 に記載。

#### 2-2-3-3-3 ステークホルダー協議議事録

資料 7-4 に記載。

## 2-3 その他

ラオス国政府は、2020年までに後発開発途上国（LDC）からの脱却を目標に、第7次5カ年計画（2011年～2015年）でも経済基盤の強固を含めた経済成長の維持を掲げている。こうした中、我が国のラオス国の水道セクターに対する支援と協力は、ODA大綱の重点課題でもある「貧困削減」、「人間の安全保障」へも寄与するものであり、その意義は大きい。

本プロジェクトでは、ラオス国の水道セクター上位目標である“2020年までに都市部の80%に対し24時間給水を行うこと”を目的とし、タケク郡の都市部人口における80%の住民に対して2020年までに24時間給水が可能となるよう施設計画を行った。



## 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

上位目標：上水道施設整備に関する首相令（Decision No. 37/ PM dated 30 September 1999）により、2020年までに都市部人口の80%に対して24時間連続給水を行う。

プロジェクト目標：ラオス国中部カムアン県の県都であるタケク郡において、上位目標である2020年までに都市部人口の80%に対して24時間連続給水を実現する。

#### 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タケク郡における水道施設整備を行うとともに、浄水場運転維持管理および配水量管理に関わるソフトコンポーネントを実施することである。これにより、タケク郡において2020年までに都市部人口の80%に対して連続給水の実現が期待されている。この中において、協力対象事業は新規取水施設および新規浄水場の建設、送配水システムの改善を実施し、浄水場の運転および安全な給水水質確保に必要な、水質分析機器を調達するものである。

協力対象事業の主なコンポーネントは以下の通りである。

- 新規取水施設 16,500 m<sup>3</sup>/日の建設
- 新設浄水場 15,000 m<sup>3</sup>/日の建設
  - 急速攪拌
  - フロック形成池（上下迂流式、2池）
  - 沈澱池（2池）
  - 砂ろ過池（4池）
  - 浄水池（1,500 m<sup>3</sup>）
  - 送水ポンプ3台設置（内1台予備）
  - 電気設備、薬品設備
  - 管理棟
- 送水管 10.8 km の布設
- 配水本管 39.7 km の布設
- 高架水槽 2ヶ所（700 m<sup>3</sup>、600 m<sup>3</sup>）の建設
- ソフトコンポーネント（浄水場運転維持管理および配水量管理）の実施

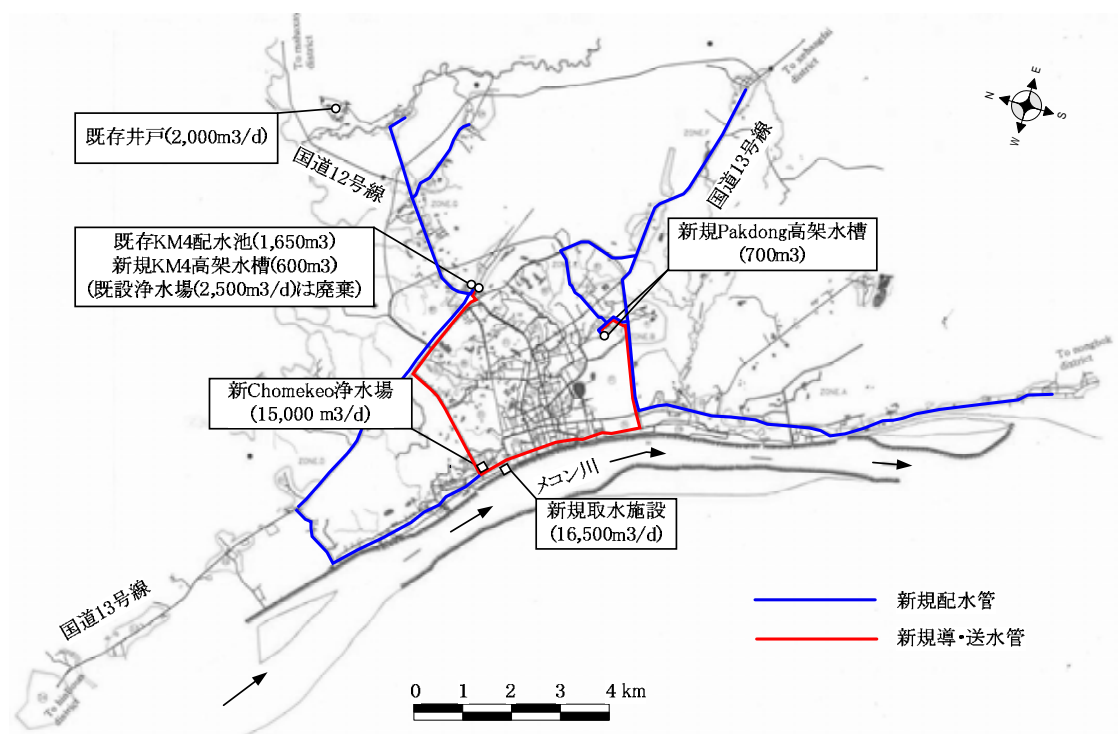


図 3.1.2-1 コンポーネント位置図

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### 3-2-1-1 基本方針

##### (1) 既存浄水場の取り扱いおよび新規浄水場の規模

タケク郡の既存施設は、要約すると下記の状況である。また、詳細に調査した施設状況を資料 7-1「既存施設の機能劣化診断結果」に示す。

タケク郡は、当初 EU により建設された井戸(取水量雨期 4,000m<sup>3</sup>/日、乾期 2,000m<sup>3</sup>/日)を水道水源として利用していたが、その後地下水の水質悪化と水量不足の問題が発生し、緊急措置として、ラオス国政府は、2001 年にメコン川を水源とする取水施設(フロート式)と浄水施設(2,500 m<sup>3</sup>/日)を建設した。

これら既存施設は一時的な施設としてラオス国により建設されたもので、現在は、浄水場の鋼板構造部分の腐食等も進んでおり、壁や底面で著しい撓みや錆の発生および腐食による漏水、H 鋼材部分の柱や梁で腐食による劣化と断面欠損が発生する等問題が生じている。さらに、増大するタケクの水需要に対応するため一年を通じて過負荷運転(約 4,000~6,000 m<sup>3</sup>/日)を強いられている。

このような状況から、ラオス国側は今後廃棄する意向を有していた。この浄水場の今後の取り扱いについて、修繕維持管理に必要な追加コストや運営維持管理体制、配水システム全体としての合理性等から、総合的に新規浄水場との併用または廃棄といった対応を検討した。技術情報の収集・整理を行い、既存施設・新規施設の併用時、及び既存施設を廃棄し新規施設に一本化した場合における、それぞれの運営維持管理費用を含む長期的な必要経費を算出し、比較検討を行った。比較検討においては異なる目標年度について以下の3ケースについて、それぞれ既存浄水場を活用する場合、既存浄水場を廃棄する場合を比較検討した。

表 3.2.1.1-1 比較検討ケース一覧

比較検討ケース	目標年度	水需要 (m <sup>3</sup> /日)	既存浄水場の継続使用/廃棄	
Case 1	2015 年	12,000	Case 1-1	継続使用
			Case 1-2	廃棄
Case 2	2018 年	15,500	Case 2-1	継続使用
			Case 2-2	廃棄
Case 3	2020 年	17,000	Case 3-1	継続使用
			Case 3-2	廃棄

これらのケースそれぞれについて、事業費、O&M 費（電力費比率）、持続性、浄水場運転要員について比較検討を行った結果を表 3.2.1.1-2、表 3.2.1.1-3、表 3.2.1.1-4 に示す。

表 3.2.1.1-2 目標年次毎の既存浄水場継続使用あるいは廃棄の場合の事業費等比較

目標年次	水需要 (日最大) m <sup>3</sup> /日 (必要施設能力)	ケース名	供給能力(m <sup>3</sup> /日)				事業費 (億円)	O&M費 (電力費) (比率)	持続性	浄水場運転要員(人)			都市部 水道 普及率 (%)	給水人口 (裨益人口)	都市部人口
			既存 井戸	既存 浄水場	新設 浄水場	合計				既存 浄水場	新設 浄水場	合計			
<b>Case 1</b>															
2015年	12,000	Case 1-1	2,000	2,500	7,500	12,000	13.32	1.00	既存施設改修後の耐用年数不明且 つ継続的な修繕が必要	6	9	15	65	36,000	55,900
		Case 1-2	2,000	廃棄	10,000	12,000	12.37	0.96	一般的に土木構造物 40～50年間	不要	9	9			
<b>Case 2</b>															
2018年	15,500	Case 2-1	2,000	2,500	11,000	15,500	15.46	1.29	既存施設改修後の耐用年数不明且 つ継続的な修繕が必要	6	9	15	77	46,000	59,700
		Case 2-2	2,000	廃棄	13,500	15,500	14.6	1.25	一般的に土木構造物 40～50年間	不要	9	9			
<b>Case 3</b>															
2020年	17,000	Case 3-1	2,000	2,500	12,500	17,000	16.32	1.41	既存施設改修後の耐用年数不明且 つ継続的な修繕が必要	6	9	15	80	50,000	62,300
		Case 3-2	2,000	廃棄	15,000	17,000	15.43	1.39	一般的に土木構造物 40～50年間	不要	9	9			

注) 既存井戸の水量は、現状乾期いおいても、安定して取水できる 2,000m<sup>3</sup>/日とした。O&M 費（電力費）（比率）は Case 1-1 を「1」とした場合の比率で示している。

表 3.2.1.1-3 概算事業費内訳

	既存浄水場 改修費	新設浄水場 建設費	送・配水施 設建設費	機材費	設計 監理費	合計
Case 1-1	0.97	4.90	5.90	0.17	1.38	13.32
Case 1-2	不要	5.18	5.82	0.17	1.20	12.37
Case 2-1	0.97	5.49	7.45	0.17	1.38	15.46
Case 2-2	不要	5.82	7.41	0.17	1.20	14.60
Case 3-1	0.97	5.79	8.01	0.17	1.38	16.32
Case 3-2	不要	6.07	7.99	0.17	1.20	15.43

ここに示している概算事業費は、過去の類似プロジェクト等を参考に用いた概算であり、設計図面作成後、積算により求められた値ではない。浄水場建設費は取水施設、浄水池建設費を含む。送・配水施設建設費は高架水槽建設費を含む。送・配水施設建設費の既存浄水場を使用しない場合は、新規浄水場から全量送水となり、送水ポンプの揚程を増加させる必要がある。この送水ポンプ揚程の増加により、送水管の管径及びそれぞれの管径に対する延長のバランスに変化が生じており、送・配水施設建設費で、既存浄水場を使用する場合、しない場合で非常に微妙な差異が計算上発生する。ケース毎の比較のため、送水・配水施設建設費は純粋に浄水場における生産水量を送配水するための管路システム（管径＋延長）を基に計算しており、浄水場規模が増加し、生産水量が増加した分、管径が増加し、建設費が増加している。

表 3.2.1.1-4 既存浄水場継続使用あるいは廃棄の場合の比較結果

比較項目	結果
事業費	どのケースにおいても、既存浄水場を廃棄した場合のほうが、事業費が少なく、新設浄水場に統合するケースがより経済的であることが判明した。
O/M 費（電力費）	電力費は既存+新設というように、施設が分散する場合より、新設に統合した場合のほうがより経済的であることが判明した。
持続性	既存浄水場については、上述の通りかなり腐食等劣化が進行していることから、大規模な補修が必要となる。補修後は既存浄水場の運転は可能となるが、その後施設寿命がどこまで延びるのか想定は困難である。また、鋼構造部分については、今後も継続して塗装や、腐食による漏水防止などを実施する必要がある。その都度、長期に亘り浄水施設の運転停止を行うことになり、今後水需要が伸びた場合には困難が伴う作業となる。一方で新設浄水場は、建設後 40 年から 50 年の継続使用は可能であることから、持続性においても、新設浄水場に統合することが有利である。
浄水場運転要員	運転要員の人数は 2 箇所の浄水場より、当然新設 1 箇所の浄水場のほうが少なく、この側面からも新設浄水場に統合することが有利と言える。

以上の比較検討から、どのケースにおいても、既存浄水場を補修し今後も継続して使用することよりも、既存浄水場は廃棄し、新設浄水場に統合する形が望ましい結果となり、既存浄水場の廃棄・新設浄水場への統合の方針で施設計画・設計を行うこととした。

また、目標年度については、2020 年における都市部給水普及率 80% というラオス国側の目標達成を支援すべく、2020 年を目標年度とし、新規浄水場規模は 15,000 m<sup>3</sup>/日とした。

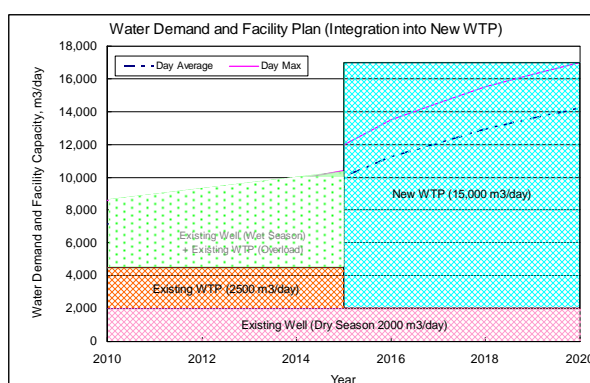


図 3.2.1.1-1 目標年度（2020 年）までの水需要と施設計画

## (2) 配水拠点からの自然流下システムの採用

本プロジェクト完成後のタケク郡における全体水供給システムは、図 3.2.1.1-2 に示すとおりとなる。既存施設と統合される 1 つの新規浄水場（Chomkeo 浄水場）および既存の井戸施設から、ポンプにより 1 つの既存配水池（KM4 配水池）と 2 つの新規高架水槽（KM4 高架水槽と Pakdong 高架水槽）に送水され、その配水池と高架水槽より、自然流下で既存および拡張給水地域へ配水される。

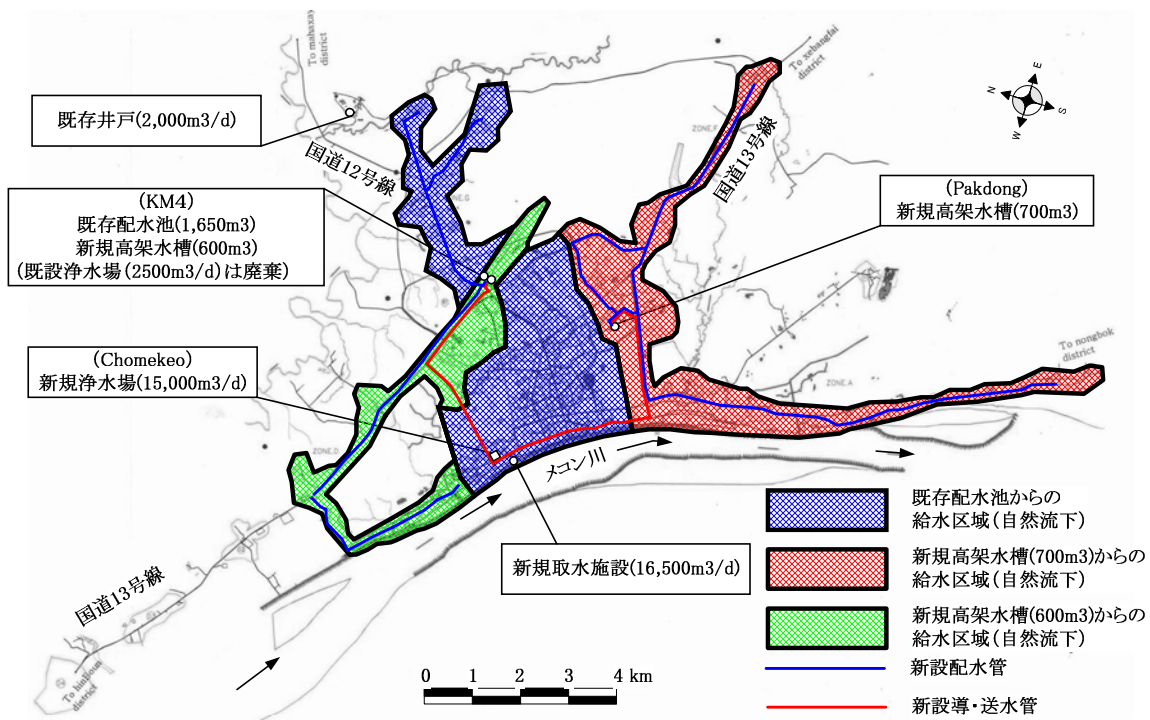


図 3.2.1.1-2 全体給水システム

### 3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

#### 水位

タケク郡における 1968～2011 年までの水位変化のデータでは、最低水位は 2010 年 3 月の 1.39 m で、最高水位は 1995 年 9 月の 14.85 m であった。一年を通した水位変化は 10 m を超え、また近年の渇水時における水位低下が問題となっている。図 2.1.2-1 に分析結果を示す。

取水施設においては、乾期・雨期において、取水河川（メコン川）の水位変化が大きいことから、一年を通し安定して取水ができ、また流木等のリスクを回避できる施設として、取水管方式を採用した。

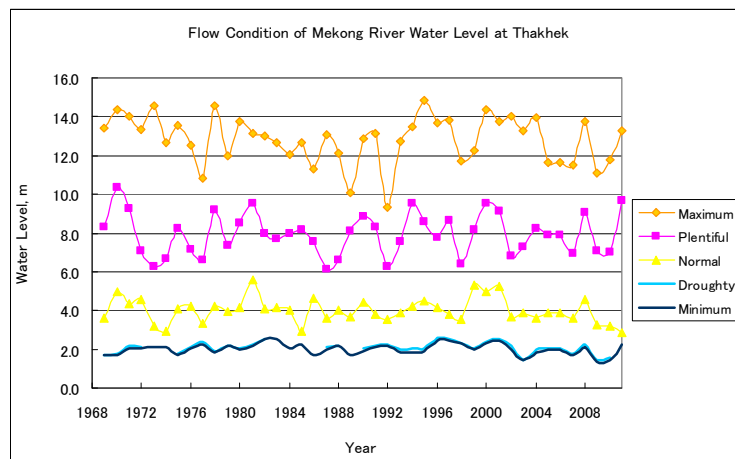


図 3.2.1.2-1 メコン川の水位変動（タケク観測所）

#### 地形・地質

ラオス国の中部に位置するカムアン県（16,961 km<sup>2</sup>）において人口最多の都市であるタケク

郡は、西にメコン川、東に山塊を擁する面積 980 km<sup>2</sup> の地域である。対象地域は、比較的平坦であるため、自然流下方式とポンプ直接配水方式を比較検討し、建設コストや維持管理の面から自然流下方式を採用した。また、土質調査の結果を考慮しながら、将来的に安定した施設構造の設計、安全な施工法について検討した。

## 水質

現在 NPKM が水源としている井戸の水質は、有機物が 12-13 mg/L と高いことを除き、重金属やシアンなどの有害物質は検出されておらず、清浄な水質と判断される。また、メコン河表流水の水質に関して、ラオス国水質基準値を超過する項目は色度、濁度、有機物および大腸菌であるが、いずれの項目も予定されている凝集沈澱処理で十分に低減が可能であり、大腸菌に関しては更に塩素消毒により確実に除去できる。またその他の有害物質は検出されておらず、水道原水として特に問題はない。本調査においてメコン河表流水を対象に現地再委託にて水質調査を行っており、表 3.2.1.2-1 に水質分析結果を示す。

表 3.2.1.2-1 メコン川原水の水質

一般水質項目			
項目	乾季(2月)	ラオス国水質基準	単位
pH	7.6	6.5-8.5	-
色度	85.0	5	CU
濁度	63.0	10	NTU
臭気	Soil	Acceptable	
硬度	124	300	mg/L
溶存物質	138	600	mg/L
アルカリ度	80.0	-	mg/L
有機物 (KMnO <sub>4</sub> )	17.9	10	mg/L
塩化物イオン	8.0	250	mg/L
大腸菌	2.2	0	MPN/100 mL
金属類・有害物質			
項目	乾季(2月)	ラオス国水質基準	単位 (検出下限値)
ヒ素	不検出	0.05	mg/L (<0.005)
カドミウム	不検出	0.003	mg/L (<0.01)
クロム	不検出	0.05	mg/L (<0.02)
水銀	不検出	0.001	mg/L (<0.0005)
鉛	不検出	0.01	mg/L (<0.02)
銅	不検出	2.0	mg/L (<0.1)
アルミニウム	不検出	0.2	mg/L (<0.1)
鉄	0.37	1.0	mg/L (<0.03)
マンガン	不検出	0.5	mg/L (<0.03)
シアン	不検出	0.07	mg/L (<0.01)
アンモニア	0.25	1.5	mg/L (<0.07)

出典：調査団資料

浄水施設の設計（凝集剤の注入率）で特に必要となる濁度データは KM4 浄水場内にある水質分析室の原水水質データや過去のビエンチャン市上水道施設拡張計画基本設計調査のデータから判断する。2010～2011 年の KM4 浄水場内で測られた濁度データを表 2.1.2-2 に示す。

表 3.2.1.2-2 既存 KM4 浄水場分析室によるメコン川の濁度データ

単位：NTU

	2010 年	2011 年
1 月	26.7	26.0
2 月	17.8	14.8
3 月	12.4	23.4
4 月	12.1	18.0
5 月	23.8	85.1
6 月	89.0	156.9
7 月	185.2	186.3
8 月	218.8	171.0
9 月	217.8	281.8
10 月	139.4	227.4
11 月	102.0	128.7
12 月	34.4	86.7

出典：NPKM

タケク郡の KM4 浄水場分析室での結果は、最低値が 2010 年 4 月の 12 NTU、最高値が 2011 年 9 月の 282 NTU、平均値が 100 NTU 程度であった。しかしながら、2002 年 7 月 17 日にチナイモ浄水場分析室で検査された（タケク郡で採水された）メコン川の濁度は 658 NTU であった。

一方で、2004 年のビエンチャン市上水道施設拡張計画基本設計調査では、最大濁度 4,600 NTU 以上が過去に検出されていることも報告されている。ビエンチャン市上水道施設拡張計画基本設計調査では、薬品注入計画を考える上で以下の計画値を設定している。

最大値	:	6,000 NTU
平均値	:	450 NTU
最小値	:	10 NTU

本件でも上記ビエンチャン市と同じメコン川を水源としていることから、薬品注入計画は上記の値を採用する。

#### 保護区

タケク郡東部の山地は National Protected Area や Provincial Protected Area などの保護区の指定を受けている。しかし、本計画の給水地区は、市街地にあるため保護区には属さない。また、最も近接する箇所においても、給水管と保護区は約 200 m 離れており、計画上の問題はないものとする。



### 3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

2011年に第3メコン橋が開通し、また国道13号線の拡幅計画など、今後交通量も増加することも予測される。よって管路布設工事期間中の車両通行の維持と通行の安全確保について十分考慮する必要がある。また、国道13号線の拡幅計画を含め、将来の道路建設計画と調整を図りながら、管路占有位置や管路計画を策定する。

### 3-2-1-4 建設／調達事情、業界特殊事情／商習慣に対する方針

現在、タケク郡の水道施設で多く使用されている管材は、鋼管(SP)、ダクタイル鋳鉄管(DIP)および、硬質塩化ビニル管(PVC)である。また、昨今ではKOICAのセーバンファイプロジェクト等で、高密度ポリエチレン管(HDPE)も採用実績が増えている。

導・送・配水管においては、これらの管材を、強度、耐圧性、経済性、施工性、(現地での)入手容易性等から検討し、以下のように選定した。

導・送水管については、管路施設の中でも最も重要な施設であるため、外部荷重や内部水撃圧等の衝撃に最も強いDIP管を選定した。また、配水管については、管径350mmの幹線では、送・配水管と同様の理由からDIP管を採用した。それ以下の管径については、DIP管よりも外部・内部の耐圧では劣るが、経済的に有利であるPVC管とHDPE管を比較検討した結果、比較的漏水の少ないHDPE管を採用することとした。また配管材については、コスト、実績等を比較し、DIP管はインド、台湾等の第三国から、またHDPE管はタイからの調達が可能である。

### 3-2-1-5 現地業者の活用に係る方針

浄水場、取水施設、導水管、送配水管、配水池建設については、ラオス国内に経験を持つ大手建設会社が複数存在する。よって、本邦建設会社の管理の下、ローカル建設業者を活用できる。

### 3-2-1-6 運営・維持管理に対する方針

新設および拡張される水道システムを運営管理するため、既存のカムアン県水道公社(NPKM)タケク郡の組織強化が必要である。他方で2012年6月には、セーバンファイ地区でも水道施設が完成する。セーバンファイ地区の運営管理に従事するためにタケク郡から移動する技術職員の補充も考慮した、現実的で実現可能な組織体制を検討した。

既存のKM4浄水場では、設計施設容量が2,500m<sup>3</sup>/日のところ、現在では3,000m<sup>3</sup>/日～6,000m<sup>3</sup>/日と過負荷運転を強いられており、またそのため薬品注入量等に関しても適切ではない。本プロジェクトで新設される浄水場の運転に関し、施設の運転維持管理体制を確立するこ

とや、浄水場内に設置される送水ポンプおよび送水量の適切な管理のためソフトコンポーネントによる支援を含める。

### 3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

浄水施設は機械電気設備の少ない、また薬品処理はラオス国で現地調達可能な薬品の選定等を考慮して設計した。

送配水管は、原則、(大きな外圧が発生しない) 道路外側における布設とし、また、土被りは NPKM の標準断面を採用する。ただし、管材は漏水削減も考慮して選定した。

道路横断、河川伏越し部では、既存カルバート利用やコンクリートによる保護を行う。一部の水管橋(ビーム)や橋梁添架では、鋼管(SP)もしくはダクタイル鋳鉄管(DIP)を採用する。

### 3-2-1-8 工法/調達方法、工期に係る方針

取水施設については、シートパイルによる締切りおよび水替え工法やケーソン工法を土質調査結果を鑑みながら検討した。土質調査結果に基づき、杭基礎の必要性も検討した。

取水施設建設はメコン川の水位に大きく依存するが、メコン川の水位低下は12月から4月の間に見られ、この時期に基礎部分等の工事が完了するよう、施工計画を策定した。

管布設の工事量が多く工期が限られているため、複数区間を同時進行で工事を行う必要がある。そのため、工事体制はもちろんのこと、施工監理体制もこれらに十分対応できるよう要員配備を検討した。

## 3-2-2 基本計画

### 3-2-2-1 水需要予測

#### (1) タケク郡の人口と増加率

NPKMより、タケク郡の全91 villageにおける2009年(84,555人)、2010年(86,376人)、2011年(88,229人)の人口を入手した。その結果、増加率は2.15%であった。一方で、"Report of the Project on Amending Planning of Thakhek District, Khammouan Province"によれば、2005年から2015年までの都市部(Urban Area)の人口増加のトレンドを2.2%としていることから、本計画でも今後2.2%の人口増加率が続くことを想定した。

#### (2) 本プロジェクト対象地域の水道普及状況

NPKMで確認された現在の給水地域(24 village)における2010年の世帯数及び給水接続数

を下表に示した。給水地域における水道普及率は高く全世帯数の 72%に対してパイプ給水を行っている。今後、これら給水地域においては、2020 年までに普及率 80%の目標を達成できるものと推測される。しかし、これら以外の Village は未給水地域（普及率 0%）であり、都市部全体では、50%程度に留まっている。今後は、本プロジェクトを通して、2020 年までに給水地域および未給水地域を合わせた対象地域で 80%の水道普及率を計画する。

表 3.2.2.1-1 タケク給水地域における水道普及率（2010 年）

Area Code*	Name of Village	Number of Population	Number of Household	Number of Connection
H1	Viengvilay	1,827	350	227
H2	Phonsaath	2,395	479	366
H3	Souksavan	1,989	354	208
H4	Santisouk	1,542	303	158
H5	Pakdong	1,702	337	210
H6	Sivilay	1,007	193	81
	<b>Sub-total (Area Code: H)</b>	<b>10,462</b>	<b>2,016</b>	<b>1,250</b>
I1	Somsaath	1,377	221	231
I2	Phonsanam	1,805	371	353
I3	Nabo	936	181	175
I4	Somsanook	1,646	302	244
I5	Chomphet	1,998	353	208
I6	Thakhek neu	1,236	209	198
I7	Chomkeo	1,582	256	208
I8	Nameung	1,229	216	169
	<b>Sub-total (Area Code: I)</b>	<b>11,809</b>	<b>2,109</b>	<b>1,786</b>
J1	Chomthong	1,731	349	262
J2	Nongbouakham	1,709	317	187
J3	Thakhek kang	1,386	290	306
J4	Donekheunxang	1,133	222	119
J5	Chomcheng	662	147	111
J6	Nabong	1,660	297	233
J7	Laophosay	1,087	187	154
J8	Houaynangli	1,405	256	149
J9	Laophokham	1,191	210	66
J10	Thakhek tai	528	99	58
	<b>Sub-total (Area Code: J)</b>	<b>12,492</b>	<b>2,374</b>	<b>1,645</b>
<b>Total (All existing supply areas)</b>		<b>34,763</b>	<b>6,499</b>	<b>4,681</b>
<b>Service Ratio</b>				<b>72%</b>

注：\* ; NPKM によるエリアコード別

出典：NPKM

### (3) 原単位

人口と世帯数のデータから一世帯あたりの構成人員（Family Size）は 5.3 人と計算された。また、給水栓の接続数と毎月の水販売量から一世帯当たり一日の水使用量を算出し、さらに Family Size から一人当たり一日の水使用量を算出した。これは、2010 年で 153 lpcd であり、2011 年では 148 lpcd と減少している。その理由は、既存井戸と既存浄水場の生産能力（井戸 2,000~4,000 m<sup>3</sup>/日、浄水場 2,500 m<sup>3</sup>/日）が実際の水需要量（日平均約 7,300 m<sup>3</sup>/日）に対して、すでに不足しているためである。今後、新規浄水場が完成するまでは、原単位は横ばいか、または減少傾向になると予測される。

ラオス国における水道施設計画ガイドライン（Management and Technical Guidelines for Water Supply, 2009）では、50,000～100,000 人の都市部では、計画原単位は 120～200 lpcd とあり、新規浄水場の完成予定年度の 2015 年で 155 lpcd、2020 年で 160 lpcd と設定した。

#### (4) 家庭用水需要量

家庭用水の日平均使用量は、2010 年と 2011 年の実績で日平均 3,750 m<sup>3</sup>/日程度となっている。2020 年に、都市部人口の 80% で 160 lpcd の水需要を満たすためには、日平均で約 8,000 m<sup>3</sup>/日の供給量が必要になると予測される。

#### (5) 非家庭用水需要量

水販売量のデータから、家庭用以外に、Government, Commercial (Business), Factory のカテゴリーがある。2010 年と 2011 年の非家庭用水使用量の実績を下表に示す。全体の水使用量に対し家庭用水量が 70%、非家庭用水量が 30% の比率になっており、今後 2020 年まで、この比率が続くものと想定した。

表 3.2.2.1-2 タケク給水地域の家庭用・非家庭用の水使用比率

Year	Domestic	Government	Commercial	Factory
2010	70%	11%	17%	2%
2011	70%	10%	18%	2%

出典：NPKM

#### (6) NRW（無収水率）

NPKM より受領したデータから給水地域の NRW は、この過去約 10 年間で 21%～26% を示している。今後、パイプの老朽化が進み漏水が放置されるようになると NRW も増加するが、本計画で拡張される地域は新規の管布設であること（漏水は少ない）、および今後の NPKM による削減努力を鑑みて、2015－2020 年の NRW を 20% で計画した。

#### (7) ピークファクター

2011 年の配水量データでは、日最大給水量は日平均給水量の 1.20 であった。また、ビエンチャン市上水道施設拡張計画（2005 年）やサバナケット地区上水道施設改善計画（2002 年）では、ラオス国の例および日本の例（給水人口 3 万～5 万人の都市で平均 1.24 または負荷率 80.7%、5 万～10 万人でから 1.22 または負荷率 81.9%）を参考に 1.1～1.25 を使用している。本計画でも日平均給水量の 1.2 倍を日最大給水量とした。

#### (8) 日最大水需要

上述のファクターから、対象地域の 2020 年までの水需要量は、以下のように推定した。

	Unit	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>A Domestic Demand</b>												
1	Growth rate	%	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
2	Population in service area		34,763	35,528	36,310	37,109	37,925	38,759	39,612	40,483	41,374	42,284
3	Population in extension area		15,389	15,728	16,074	16,428	16,789	17,158	17,535	17,921	18,315	18,718
4	Total population in urban Thakhek		50,152	51,256	52,384	53,537	54,714	55,917	57,147	58,404	59,689	61,002
5	Coverage in service area	%	72	72	74	76	78	80	80	80	80	80
6	Coverage in extension area	%	0	0	0	0	0	30	50	60	70	75
7	Served population in service area		25,029	25,580	26,869	28,203	29,582	31,007	31,690	32,386	33,099	33,827
8	Served population in extension area		0	0	0	0	0	5,147	8,768	10,753	12,821	14,039
9	Total served population in urban Thakhek		25,029	25,580	26,869	28,203	29,582	36,154	40,458	43,139	45,920	47,866
10	Service ratio in urban Thakhek	%	50	50	51	53	54	65	71	74	77	78
11	Per capita consumption	l/c/d	150	150	150	150	150	155	156	157	158	159
12	Total domestic demand	m <sup>3</sup> /d	3754	3837	4030	4230	4437	5604	6311	6773	7255	7980
<b>B Non Domestic Demand</b>												
1	Government, Business, Factory	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
3	Non Domestic Demand	m <sup>3</sup> /d	1609	1644	1727	1813	1902	2402	2705	2903	3109	3262
<b>C Total Consumption</b>												
		m <sup>3</sup> /d	5363	5481	5757	6043	6339	8006	9016	9676	10364	10873
<b>D Physical Water Loss in Distribution System</b>												
1	Rate of physical water loss	%	25	25	25	23	23	20	20	20	20	20
2	Physical water loss	m <sup>3</sup> /d	1788	1827	1919	1805	1893	2002	2254	2419	2591	2718
<b>E Average Daily Water Demand (C+D)</b>												
		m <sup>3</sup> /d	7151	7308	7676	7848	8232	10008	11270	12095	12955	13591
<b>F Daily Maximum Demand</b>												
1	Peak daily factor		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
2	Daily maximum demand	m <sup>3</sup> /d	8581	8770	9211	9418	9878	12010	13524	14514	15546	16309
3	Daily maximum demand	l/s	99.3	101.5	106.6	109.0	114.3	139.0	156.5	168.0	179.9	188.8
<b>G Daily Maximum Demand (WTP Output)</b>												
		m <sup>3</sup> /d	8600	8800	9200	9400	9900	12000	13500	14500	15500	16300
<b>H Water Loss at WTP</b>												
1	Water loss and backwashing as % of WTP output	%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2	Water loss and backwashing	m <sup>3</sup> /d	860	880	920	940	990	1200	1350	1450	1550	1630
<b>I Raw Water System</b>												
1	Required capacity of source & raw water system	m <sup>3</sup> /d	9460	9680	10120	10340	10890	13200	14850	15950	17050	17930
2	Required source capacity (rounded)	m <sup>3</sup> /d	9500	9700	10100	10300	10900	13200	14900	16000	17100	18800
3	Required source capacity	l/s	110.0	112.3	116.9	119.2	126.2	152.8	172.5	185.2	197.9	207.2
<b>J Peak Hourly Demand (Distribution System)</b>												
1	Peak hourly factor		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
2	Hourly maximum demand	l/s	164.9	168.4	175.3	178.8	189.2	229.2	258.7	277.8	296.9	310.8

図 3.2.2.1-1 本調査対象地域の 2020 年までの水需要量

### 3-2-2-2 取水施設計画

#### (1) 取水施設の概要

タケク郡の既存の取水施設は、1990 年代に EU によって同地区の北東部に建設された 3 つの井戸群 (No.1、No.2、No.3)、および 2001 年にラオス国政府により緊急的にメコン川に設置されたフローティング式の取水場から成る。

既存の井戸群については、1 年を通じて安定的な取水が可能な井戸は、No.2 であり、No.1 は雨期に高い濁度を示し、No.3 は乾期に水量低下といった問題がある。NPKM から入手した 2010 年と 2011 年のデータでは、概ね、乾期に 3,000 m<sup>3</sup>/日、雨期に 4,400 m<sup>3</sup>/日の実績である。(なお、調査団が乾期 (2 月) に超音波流量計で計測した結果は、No.3 井戸が故障中であったため 2,300 m<sup>3</sup>/日であった。)

メコン川を水源とする既存の取水施設は、4 台の陸上ポンプと 2 台の水中ポンプの計 6 台が設置され、内 2 台運転で KM4 浄水場へ導水している。導水量は浄水場能力(2,500 m<sup>3</sup>/日)を上回っており、NPKM の 2010 年と 2011 年のデータでは、雨期 2,900 ~ 乾期 4,900 m<sup>3</sup>/日である。(なお、調査団が、乾期 (2 月) に超音波流量計で計測した結果では、メコン川からの導水量は 4,500 m<sup>3</sup>/日であった。)

取水施設計画では、既存の 3 井戸からは今後も 2,000 m<sup>3</sup>/日は取水可能とし、また既存の (メコン川に設置された) 取水施設は廃棄し、新規の取水施設に統合する。新規の取水施設からの取水量は、計画一日最大給水量 15,000 m<sup>3</sup>/日に (逆洗用の用水など) 10%の割り増しを

見込み、16,500 m<sup>3</sup>/日とする。

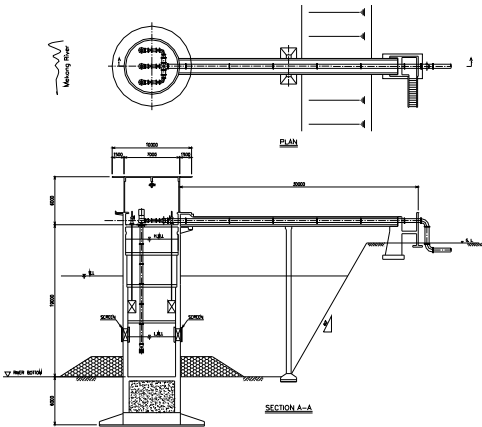
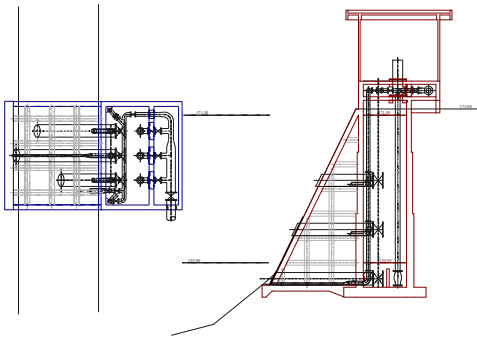
## (2) 取水施設構造物

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、その概略図を図 2.2.2-1 に示す。

- ① 取水塔方式
- ② 取水パイプ方式
- ③ 取水パイプ推進工法方式

各方式を比較検討した結果、下記の理由から取水パイプ推進工法方式を採用する。

- ・ 水位変動が大きい河川に対して適した取水方法で渇水期でも所定量取水できる。
- ・ メコン川の堤体部において大規模掘削を行わないことから、完成後の雨期高水位時のメコン川激流による堤防の浸食リスクが少ない。
- ・ 河道部に構造物が無く、河川流を妨げない
- ・ 建設費が3方式の中で最も安い。

<p style="text-align: center;">取水塔方式 (カオリオ浄水場及びサバナケット浄水場)</p>	<p style="text-align: center;">取水パイプ方式 (カオリオ浄水場)</p>
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 河川の水深が一定以上の所に設置すれば、年間水位変動が大きくとも安定した取水が可能である。</li> <li>・ 開口部を水位変動によって使い分ければ、選択取水が可能である。</li> <li>・ 大量取水の場合経済的である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 取水口部を複断面河川の護岸に設けて表流水を取水し、パイプを経て取水渠内に導水する施設である。法面の状況により取水パイプが長くなる。</li> <li>・ 河川水位の変動に応じた選択取水ができる。</li> <li>・ 河川流向への障害が少ない。</li> </ul>

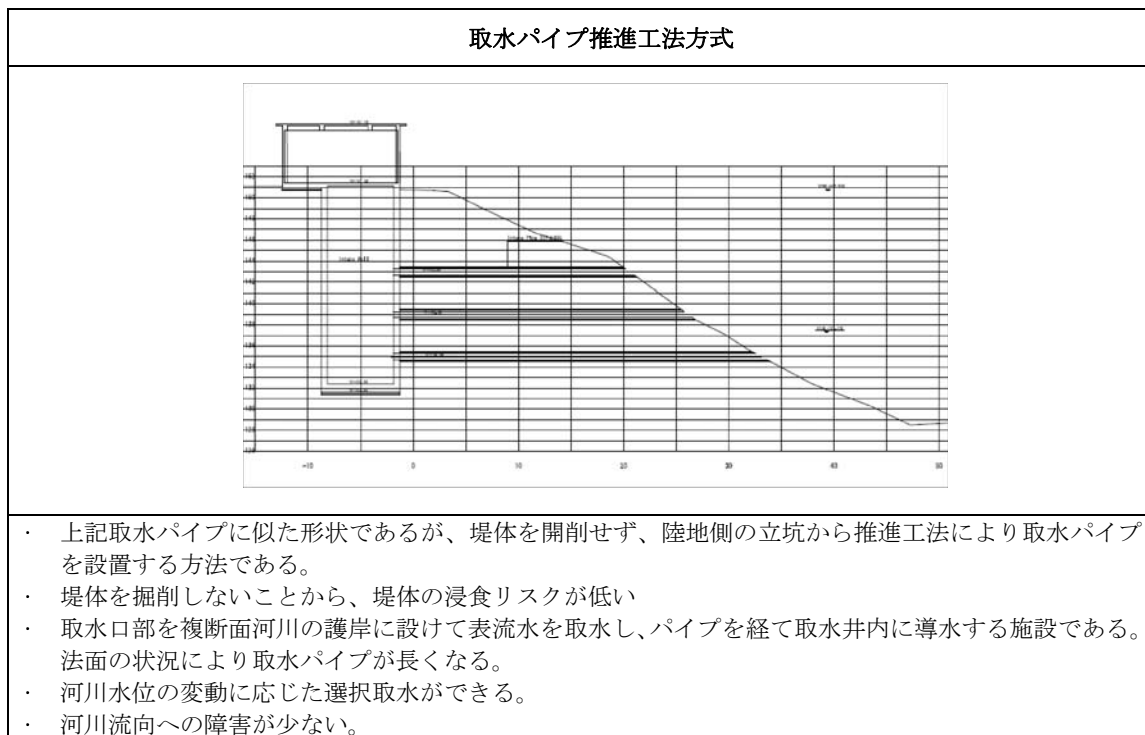


図 3.2.2.2-1 取水方式の比較検討

### (3) 仮設工法

取水パイプ及び取水井の築造にあたっての仮設は以下の3仮設とする。

#### 発進立坑土留め工

設置目的： 取水管設置に伴う推進工の発進立坑(取水井外型枠を兼ねる)として、周辺地山の崩壊防止を目的に設置する。

構成及び性能： 土留め工はライナープレート及び補強リングで構成する。土留め材は外圧(主に土圧)により発生する部材の撓み及び応力に対し、その安全を確保できる仕様とする。補強リング設置段数についても同様である。

形状寸法： 形状は外圧に対し最も有利な円形とし、推進工3個所の発進及びその後の取水井築造を考慮した寸法とする。

#### 取水口廻り土留め工

設置目的： 推進工到達坑口及び同位置廻り防護の築造時おける止水を目的として設置する。

構成及び性能： 土留め工は鋼矢板及び支保(H形鋼)で構成する。土留め材は外圧(主に水圧)により発生する部材の撓み及び応力に対し、その安全を確保できる仕様とする。支保設置段数についても同様である。

形状寸法： 土留め形状は一般に流通する鋼材の使用を考慮しコの字型(一辺は堤体)とする。土留め内寸法は坑口(取水口)廻り防護寸法に築造時余裕(0.6m)を加えた寸法とする。

### 栈橋工

設置目的： クローラクレーン(鋼矢板打抜、荷役作業)を主とした施工機械を施工位置直近に配置できるようにすることを目的に設置する。

構成及び性能： 栈橋工は覆工板及び同受桁(H形鋼、溝形鋼)並びに杭(H形鋼)で構成する。各部材は上部荷重(重機作業時荷重及び自重)により発生する撓み及び応力に対し、その安全を確保できる仕様とする。また、杭材の根入れ長については上部荷重による沈下が発生しないよう十分な長さを確保する。

形状寸法： 架設高さはメコン川高水位+0.5 mを補強部材の下端とし設定する。栈橋幅は使用重機の稼動時を考慮した幅とする。

### (4) 護岸工

河川斜面部分については、設置幅を取水口廻り防護の上下流各 10 m (河川管理施設等構造令より) の範囲とし護岸工を施す。護岸工構造は蛇籠及びこれの移動防止用止杭とする。

### (5) 取水施設計画概要一覧

取水施設を構成する施設・設備内容は表 3.2.2.2-1 に示すとおりである。

表 3.2.2.2-1 取水施設計画の内容・諸元

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
取水施設	取水井	本体	鉄筋コンクリート造 円形：内径 7.50 m × 深 19.12 m (高水位時水深 18.56 m)
		頂部建屋	鉄筋コンクリート造 半円矩形：幅 5.75~7.10 m × 長 10.55 m × 高 5.45 m (内寸法) 占有設備：受電盤、操作盤、ポンプ吐出側配管 維持管理用天井クレーン (5t 吊り)
	取水ポンプ設備	取水ポンプ	水中モーターポンプ 3台 (常用 2台、予備 1台) Q=5.73 m <sup>3</sup> /min h=25 m P=45 KW 3Φ380V 50Hz
		自家発電設備	200 KVA (防音型、燃料槽内蔵)
	仮設工	栈橋工	架設面積：A=240 m <sup>2</sup>
		土留め工	発進立坑部土留工：一式 (φ 7.50 m × 深 19.60 m) 取水口部土留工：一式 (6.80 m × 18.80 m)
	管理室		床面積：48.0 m <sup>2</sup> 用途：事務室 (2人)、便所、倉庫、自家発電機室
導水施設	導水管路		DIPφ450、L≒550 m

### 3-2-2-3 浄水施設計画

#### (1) 浄水施設の概要

国道 13 号線のロータリー付近にある既存の KM4 浄水場 (計画浄水量 2,500 m<sup>3</sup>/日) は 2001 年にラオス国政府により緊急的に建設された。



現在この浄水施設は、鋼板部分の壁や底面で著しい撓みや、錆の発生、および腐食による漏水、H 鋼材部分の柱や梁で腐食による劣化と断面欠損が発生する等、問題が生じている。さらに、増大するタケク郡の水需要に対応するため、一年を通じて過負荷運転（約 3,000～6,000 m<sup>3</sup>/日）を強いられている。

浄水施設計画では、既存の浄水施設は廃棄し、新たに Chomkeo に浄水場（15,000 m<sup>3</sup>/日）を建設する。浄水場の用地は、NPKM で用意された概ね 80 x 100 m の敷地内であり、将来の拡張計画や、周辺の水道公社職員を招いた研修場としての機能等も視野に入れて、施設計画を行う。

## (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選定を設計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た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：80,000 m<sup>3</sup>/日）及びカオリオ浄水場（施設能力：20,000 m<sup>3</sup>/日及び 40,000 m<sup>3</sup>/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。

### 混和池の選定

凝集を十分に効果的に行うには、添加した凝集剤は急速、かつ均一に原水中に混和する必要がある。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。概略図については図 3.2.2.3-1 に示す。

- ① 機械攪拌方式
- ② 拡散ポンプ方式
- ③ 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維持管理が容易で、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及びカオリオ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。

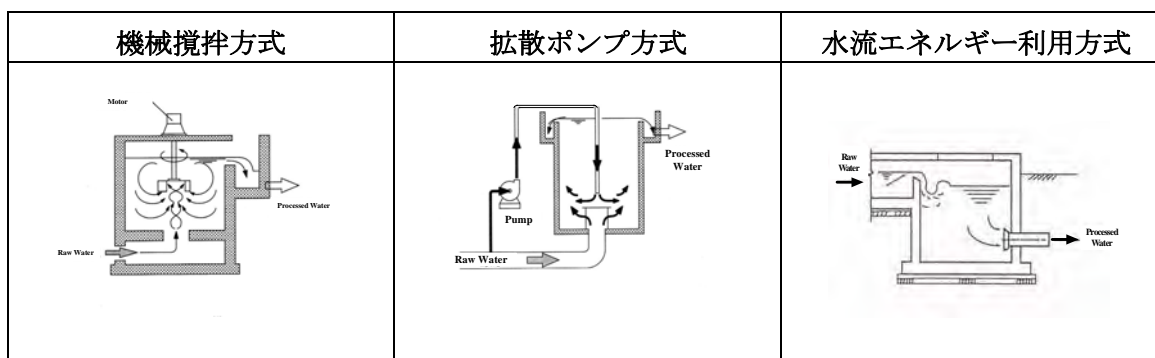


図 3.2.2.3-1 混和方式の比較検討

### 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、混和池と沈澱池の間とし、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。

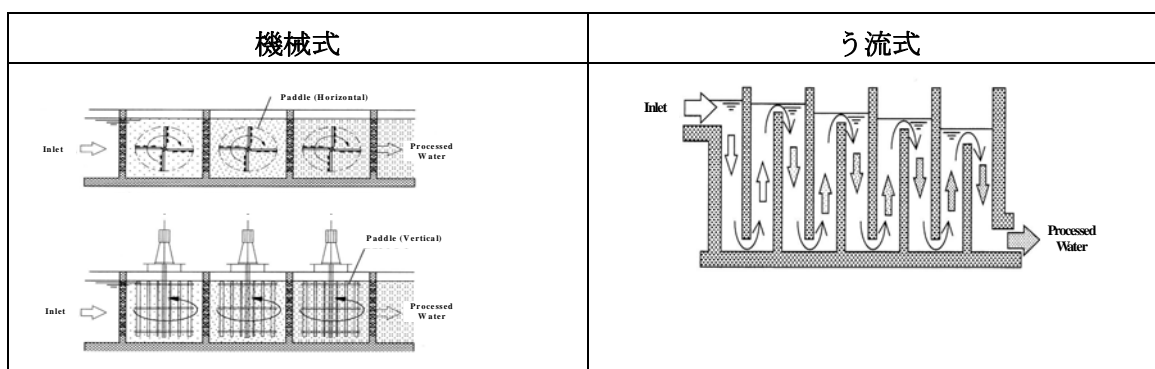


図 3.2.2.3-2 フロック形成池の比較検討

### 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、表 3.2.2.3-1 のようになる。

表 3.2.2.3-1 沈澱池の分類

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作る働き）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。

#### 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図 3.2.2.3-3 に示す。

- ① 空気洗浄方式（チナイモ方式）
- ② 標準方式（旧カオリオ方式）
- ③ 自己洗浄形方式（バルブ）
- ④ 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及びカオリオ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こと。
- 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。

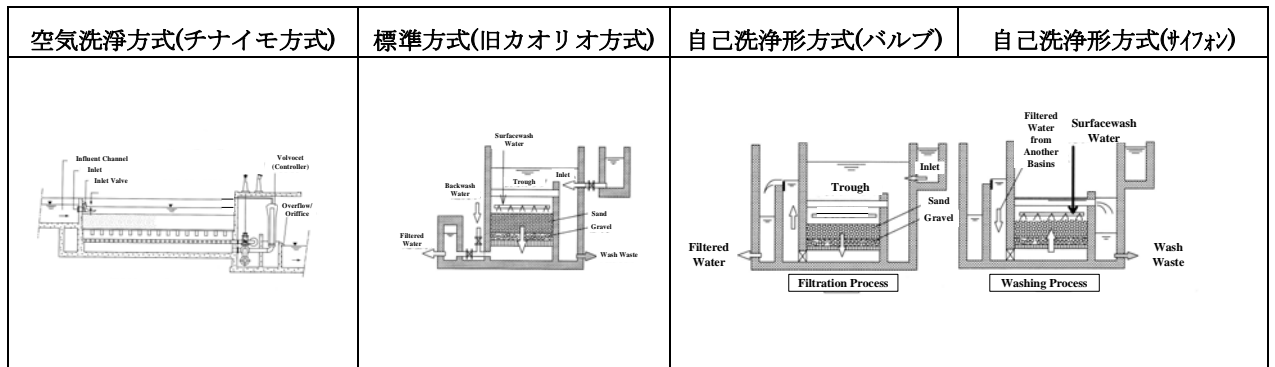
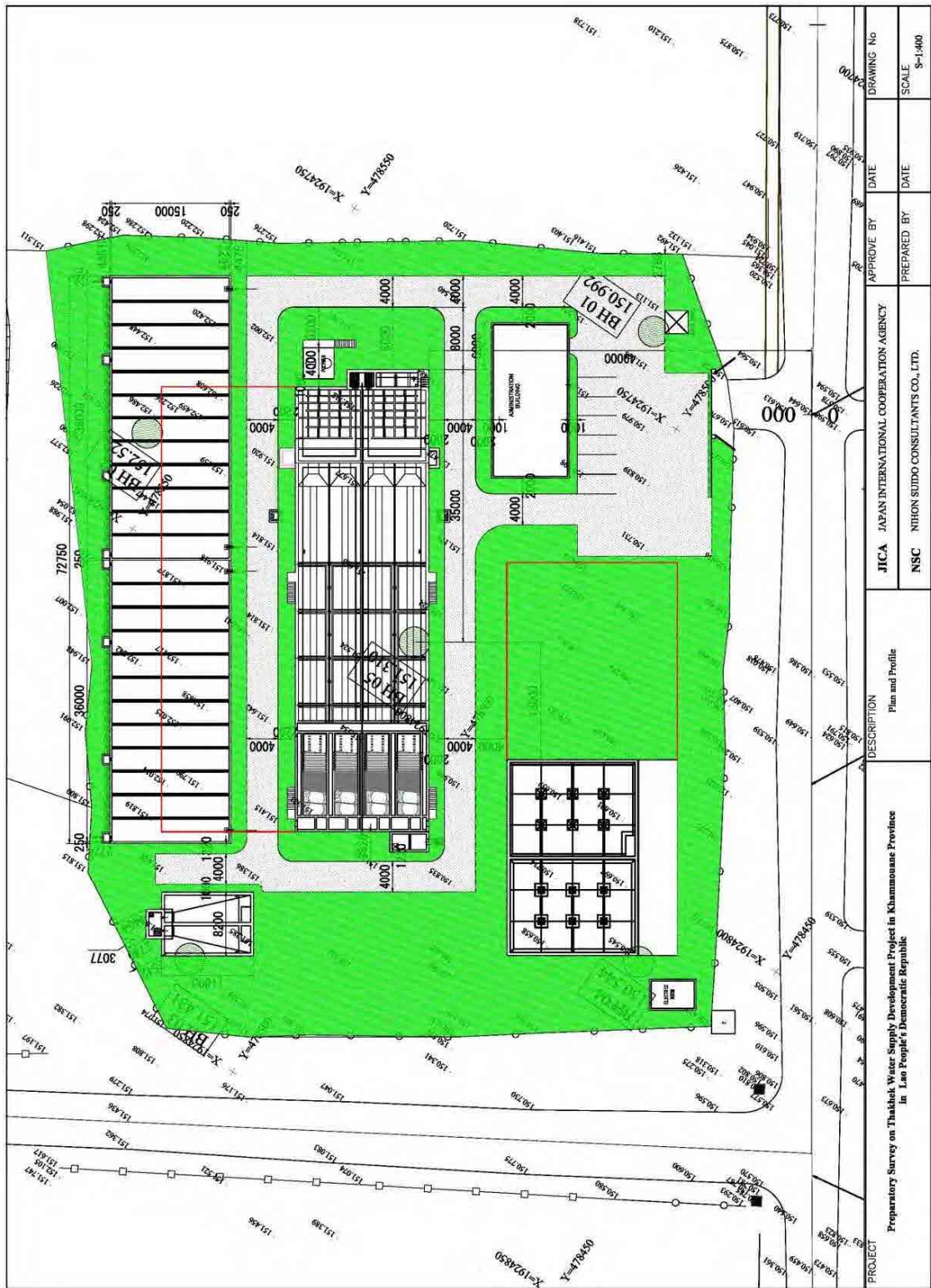


図 3.2.2.3-3 急速ろ過方式の比較検討

### 浄水施設の配置

浄水場の施設配置図を図 3.2.2.3-4 に示す。



PROJECT	Preparatory Survey on Thakhek Water Supply Development Project in Khammouane Province in Lao People's Democratic Republic	DESCRIPTION	Plan and Profile	JICA	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	APPROVE BY	DATE	DRAWING NO
						PREPARED BY	DATE	SCALE
				NSC		NISON SUDO CONSULTANTS CO., LTD.		9-1-400

図 3.2.2.3-4 浄水施設配置図

### (3) 発生汚泥の処理・処分方法

#### 沈澱池

沈澱池洗浄時に発生する汚濁水については以下の方法で処理、処分する。

- ・ 沈澱池上部の汚濁度の低い水については、壁面に開口部を設け、これに設置するゲートを開け、排水路を介し自然流下により隣接水路へ排水する。
- ・ 下部の汚濁度の高い水及び堆泥については、排泥ポンプにより天日乾燥床に移送する。
- ・ 天日乾燥床では、上澄水は角落しを順次取り隣接水路へ排水する。また、汚泥については所定の含水率になるまで天日乾燥し、所定の場所へ移送投棄する。

#### 急速ろ過池

急速ろ過池洗浄水については、短時間に多くの水量を隣接水路へ放流することを避ける目的から排水池を設け、排水池に設置した排水ポンプにより時間をかけ隣接水路へ放流する。

### (4) その他各施設計画の主要事項

#### 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。

#### 電気・計装設備

- ・ 受変電設備は新規容量の設備を設置する。
- ・ 非常用自家発電設備を設置する。

#### 場内配管・場内整備

- ・ 施設の周りには管理用道路を整備することとする。
- ・ 適正な口径で各施設を連絡させる配管整備とする。
- ・ 浄水場から発生する上澄水は、隣接する排水路へ排水する。

### (5) 浄水施設計画概要一覧

浄水施設に必要な施設・設備内容は表 3.2.2.3-2 に示すとおりである。

表 3.2.2.3-2 浄水場施設計画の内容・諸元

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
浄水施設	着水井		鉄筋コンクリート造 内寸法：巾 1.80 m × 長 3.20 m × 水深 3.00 m 容量、滞留時間：V=17.3 m <sup>3</sup> 、T=1.5 分（基準値:T≥1.5 分）
	急速攪拌池		鉄筋コンクリート造 内寸法：巾 1.80 m × 長 6.70 m × 水深 2.40 m 容量、滞留時間：V=28.9 m <sup>3</sup> 、T=2.5 分（基準値:1< T< 5 分）
	フロック形成池		鉄筋コンクリート造 緩速攪拌方式：上下う流式 池数：2 池 1 池当り内寸法：巾 7.95 m × 長 7.55 m × 高さ 4.20 m + 平均有効水深 3.59 m

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
	薬品沈澱池		鉄筋コンクリート造 横流式薬品沈澱方式 上澄水集水装置：集水トラフ+潜りオリフィス 池数：2池 1池当り内寸法：巾 8.05 m × 長 31.00 m × (水深 3.50 m + 堆泥深 0.30 m) 表面負荷率：Q/A=23.0 mm/分(基準値:15~30 mm/分) 平均流速：V=0.20 m/分(基準値:0.40 m/分以下)
	急速ろ過池		鉄筋コンクリート造 池数：4池 1池当り内寸法：巾 3.00 m × 長 10.50 m ろ過砂厚：100 cm 下部集水装置：ポーラスろ床方式 ろ過速度：V=131 m/日(基準値:120~150 m/日) 流量制御：下部制御方式 逆洗方式：空気、水同時逆洗方式
	浄水池		鉄筋コンクリート造、フラットスラブ構造 池数：2池 有効容量：V=1,500 m <sup>3</sup> (750 m <sup>3</sup> × 2池) 有効水深：H=4.00 m (基準値:3~6 m) 滞留時間：T=2.2 時間 (基準値:T≥1 時間) 1池当り内寸法：巾 12.00 m × 長 16.00 m × 高 4.70 m
	薬品注入設備		硫酸バンド、次亜塩素酸カルシウム、ポリマー
	自家発電設備	自家発電装置/室	450 KVA (防音型、燃料槽内蔵) 床面積：24 m <sup>2</sup>
	管理棟		鉄筋コンクリート造、4階建て、延床面積：784 m <sup>2</sup> 用途 1階：場長室 (1人) 事務室 (5人) 水質試験室 (2人) 便所 薬品倉庫 (1、2階吹抜け) 2階：会議室 監視室 便所 3階、4階：薬品溶解槽 (2槽+2槽) 注入ポンプ室 各階共通：階段室 非常階段：外付螺旋階段 (1F~RF)

### 3-2-2-4 送配水施設計画

#### (1) 送配水施設の概要

本事業で給水の対象となる計画給水区域は図 3.2.2.4-1 に示す通りである。既存の給水区域はタケク郡の市街地を中心にカバーしているが、計画給水区域は、街の広がりに合わせて国道 13 号線、国道 12 号線沿い及びメコン川沿いに広がった区域となっている。

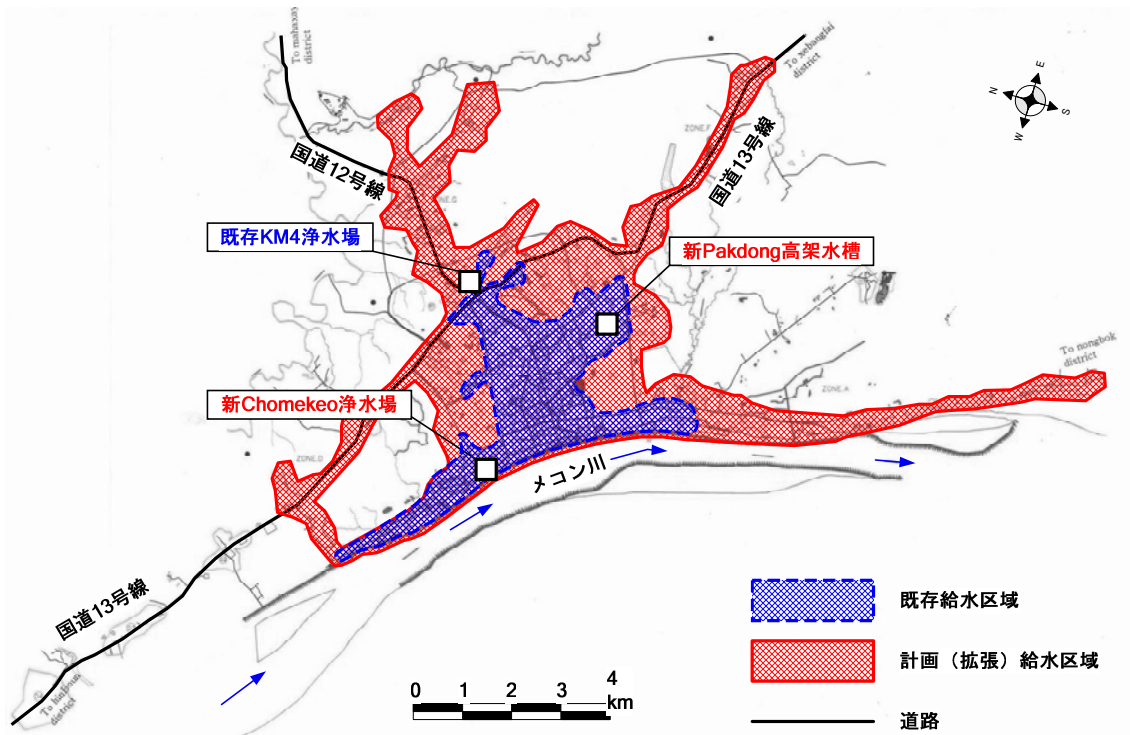


図 3.2.2.4-1 計画給水区域

この計画給水区域に対してどのように給水を行うかは、既存の配水管ルート、既存の浄水場に位置する配水池、新規浄水場及び新規高架水槽の位置を考慮し、効率的な最適の水道システムを計画する。

#### 送配水システムの完全分離

送配水システムについては、送水ポンプの運転制御及び確実な配水池・高架水槽までの送水を考慮すると、送水システムと配水システムを完全に分離した送配水システムを構築することとする。なお、既設井戸群からの送水システムについては（2,000 m<sup>3</sup>/日）、将来にわたりそのシステムを維持することとする。

#### 配水区域

給水区域は、図 3.2.2.4-2 に参照されるとおり、①既存の配水池（1,650 m<sup>3</sup>）からの給水区域、②新規高架水槽（700 m<sup>3</sup>）からの給水区域、および③新規高架水槽（600 m<sup>3</sup>）からの給水区域の3区域に分けて計画する。



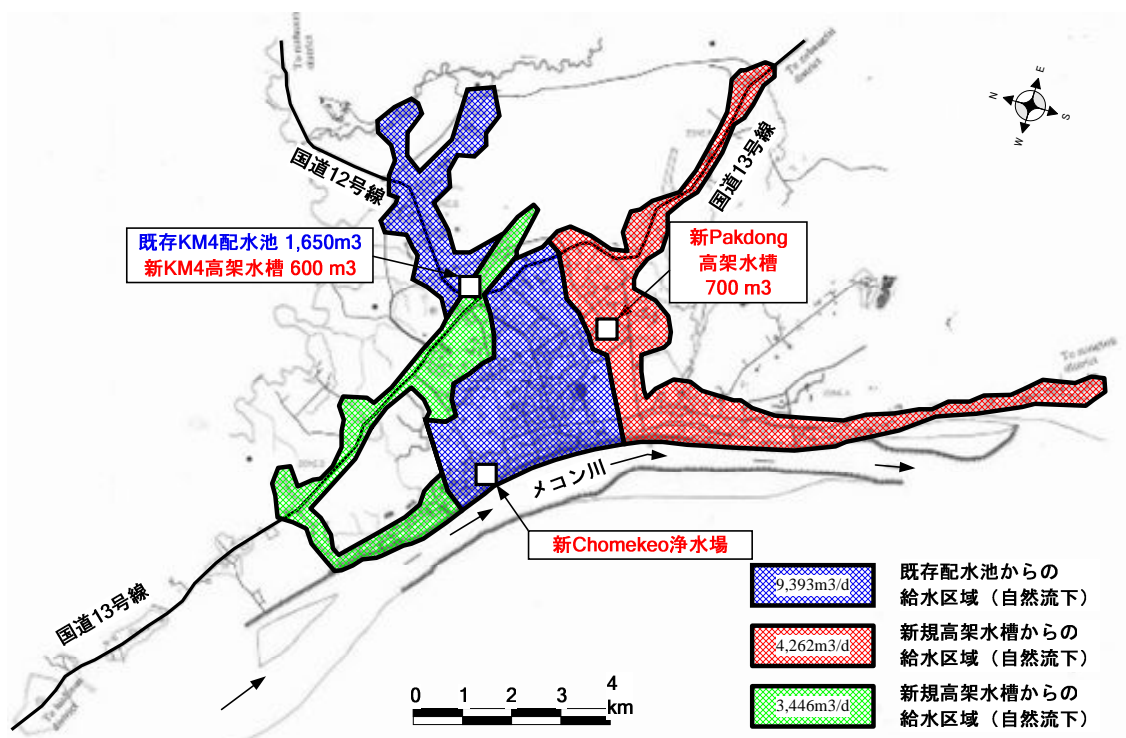


図 3.2.2.4-2 配水システム

#### 配水システムの検討

将来の計画給水区域の配水システムについては図 3.2.2.4-3 に示すように大きく 6 つの配水区域に分類される。配水区 4～6 が新規に給水される地域である。

配水区 1：既存の KM4 配水池から既存の配水管路を經由して配水される地区

配水区 2：新 KM4 高架水槽から既存の配水管路を經由して配水される地区

配水区 3：主に既存の KM4 配水池から既存の配水管路を經由して配水される地区だが、現状で給水状況がよくない地域

配水区 4：既存の KM4 配水池から新設の配水管路を經由して配水される地区

配水区 5：新 Pakdong 高架水槽から新設の配水管路を經由して配水される地区

配水区 6：新 KM4 高架水槽から新設の配水管網を經由して配水される地区。

上記 6 つの配水区のなかで、配水区 3 及び 6 以外の地域については、その配水システムには代替案がないが、配水区 3・6 に関しては、その配水方法の検討が必要となる。

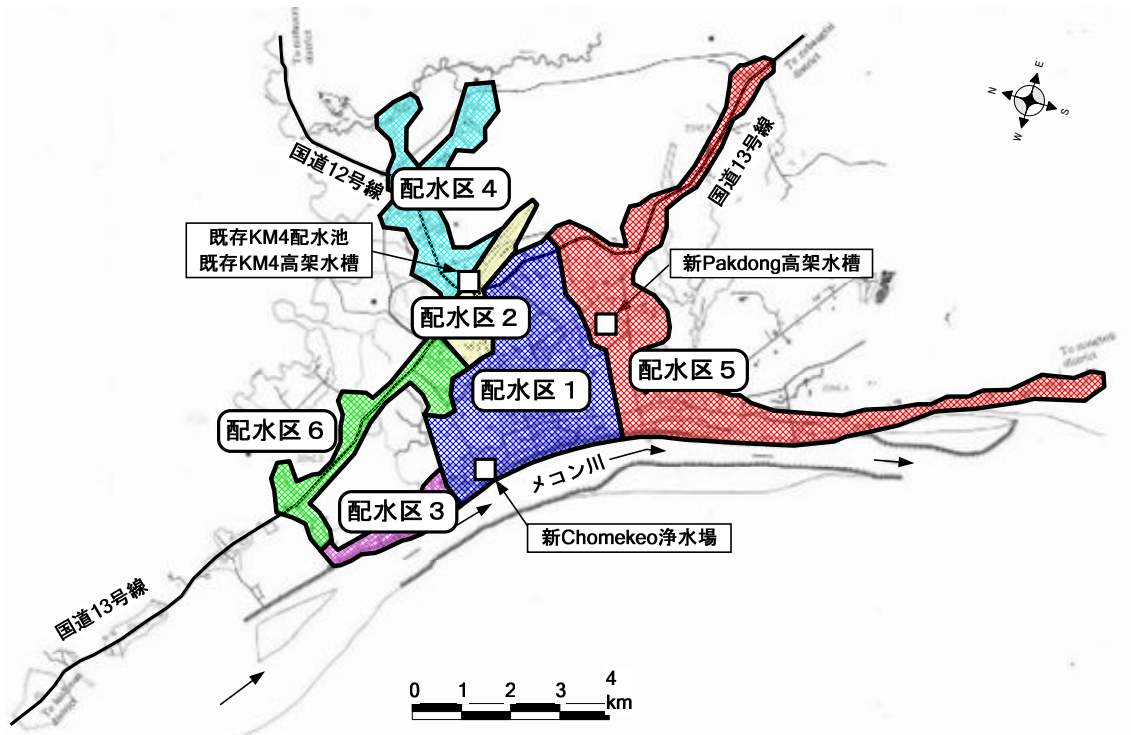


図 3.2.2.4-3 配水区

## (2) 高架水槽案と配水ポンプ案の比較検討

配水区 3 及び 6 への給水のための代替案は下記のように 2 案考えられる。

代替案 1 は、既存の浄水場敷地に高架水槽を建設し、全区域へ自然流下方式によって給水する方式である。現在、配水区 2 への給水に使用されている既存の高架水槽の容量では、これら 3 区域全域への配水は困難であるため、配水区 2・3・6 への給水へ対応できる容量の高架水槽を建設する。

代替案 2 は、配水区 3・6 への給水を、新設浄水場からのポンプ圧送方式とする案である。既存の浄水場への新規高架水槽の建設は必要ではないが、ポンプ圧送で配水するために、新規浄水場に、送水ポンプ系統とは別に、配水ポンプ系統が必要となり、配水ポンプの運転制御が必要となる。

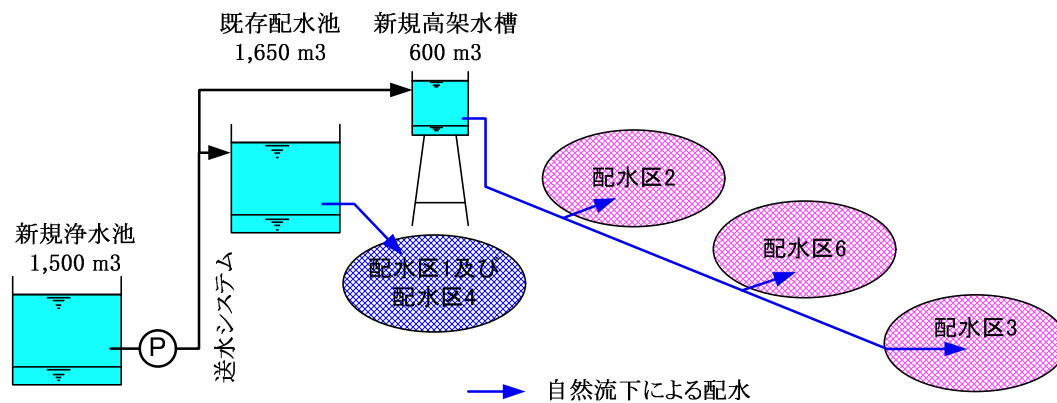


図 3.2.2.4-4 代替案 1：自然流下案

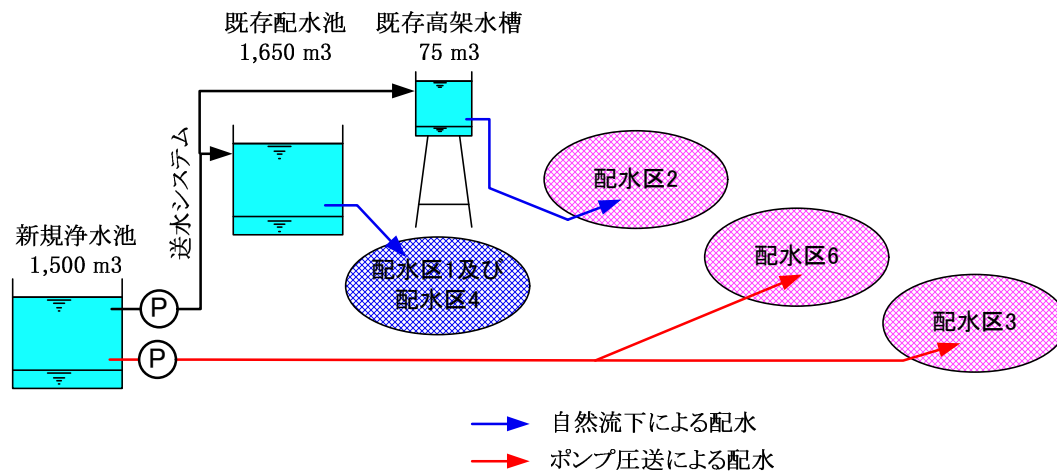


図 3.2.2.4-5 代替案 2：ポンプ配水方式

### 代替案の検討

	代替案 1	代替案 2
工事費	100	108
維持管理費	○	×
維持管理費	100	103
維持管理費	○	×
運転制御の容易さ	高架水槽の水位だけを注意していれば、特別な運転管理は不要	毎時間の需要変動に合わせた配水ポンプの運転管理が必要
総合判断	○	×

工事費、維持管理費は代替案 1 を 100 とした場合の代替案 2 の比率を示している。

代替案 1 が有利であり、運転制御の観点から自然流下を主体とした代替案 1 を採用することとした。

### (3) 送配水管の管網計算結果

本調査の送配水管の管網計算は、EPANET ver2.0 を使い、下記の条件で行った。

- 管水路の流量公式 : ヘーゼン・ウィリアムズ公式

- 流速計数 : 110
- 時間係数 : 1.5 (図 3.2.2.4-6 参照)

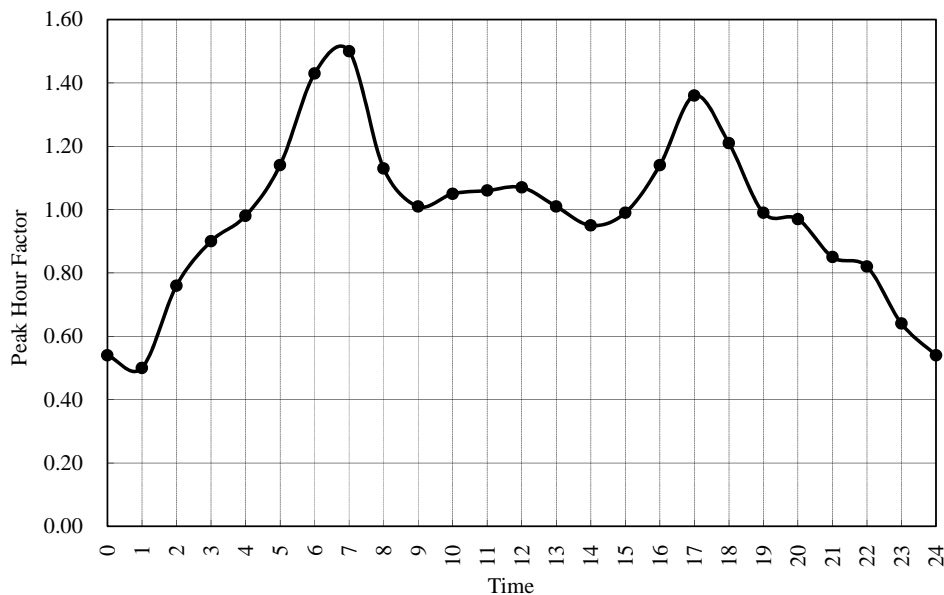


図 3.2.2.4-6 時間係数

送配水施設計画のための管網計算で特に留意した点は下記のとおりである。

- 残存水頭を確保できるような送配水管口径及び高架水槽の水位を確保する。
- 時間最大需要を満足する高架水槽の容量とする。

管網計算結果得られた各配水池及び高架水槽の水位の変化を図 3.2.2.4-7 に、需要が最大となる午前 7 時の残存水頭の状況を図 3.2.2.4-8 に示す。

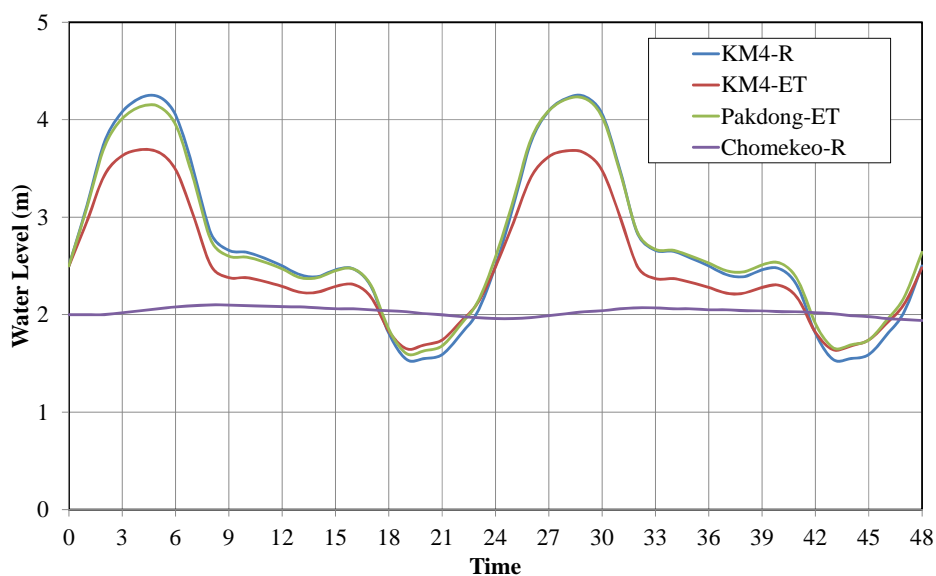


図 3.2.2.4-7 配水池及び高架水槽の水位 (48 時間の推移)

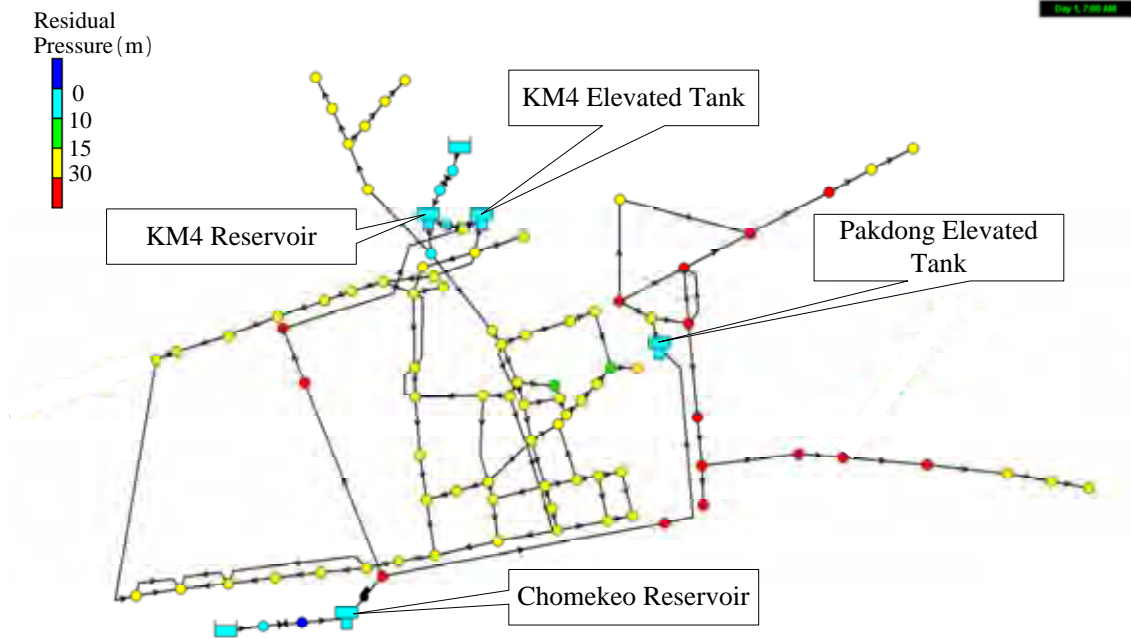


図 3.2.2.4-8 午前7時における各節点での残存水頭

(4) 送配水管の配管計画

送水管

水力計算の結果、新規浄水場から既存配水池および新規高架水槽までの送水管の口径は、図 3.2.2.4-9 に参照されるとおり、口径 250~400 mm として計画する。

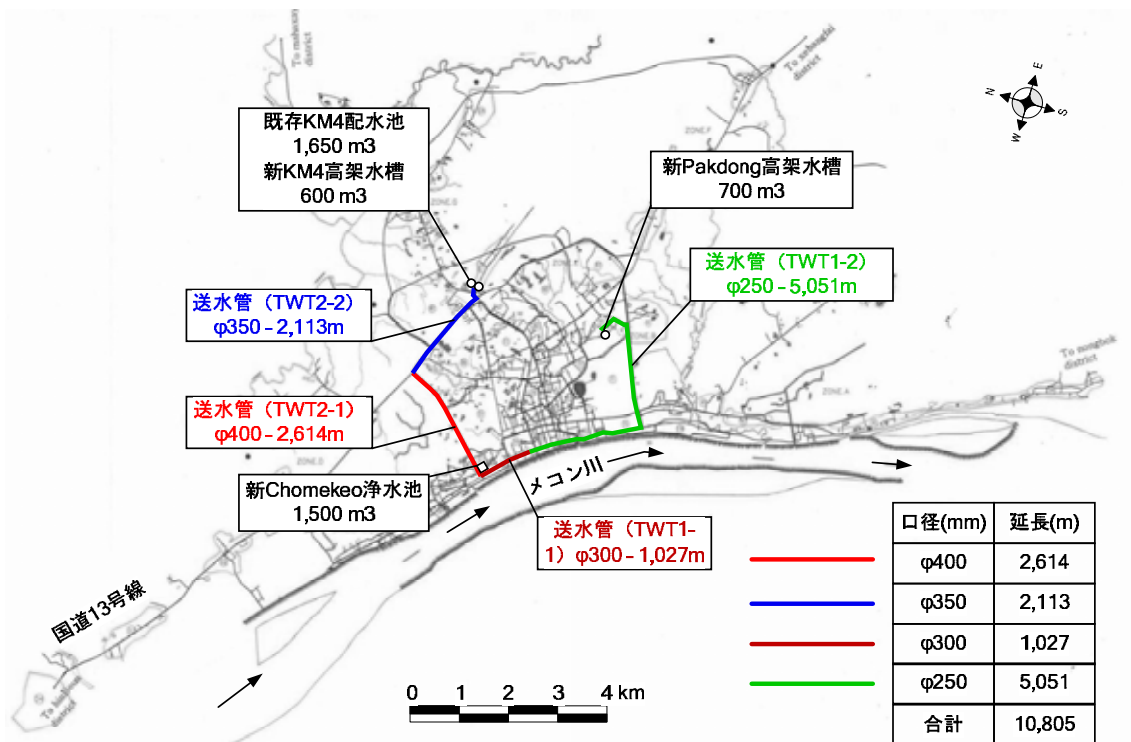
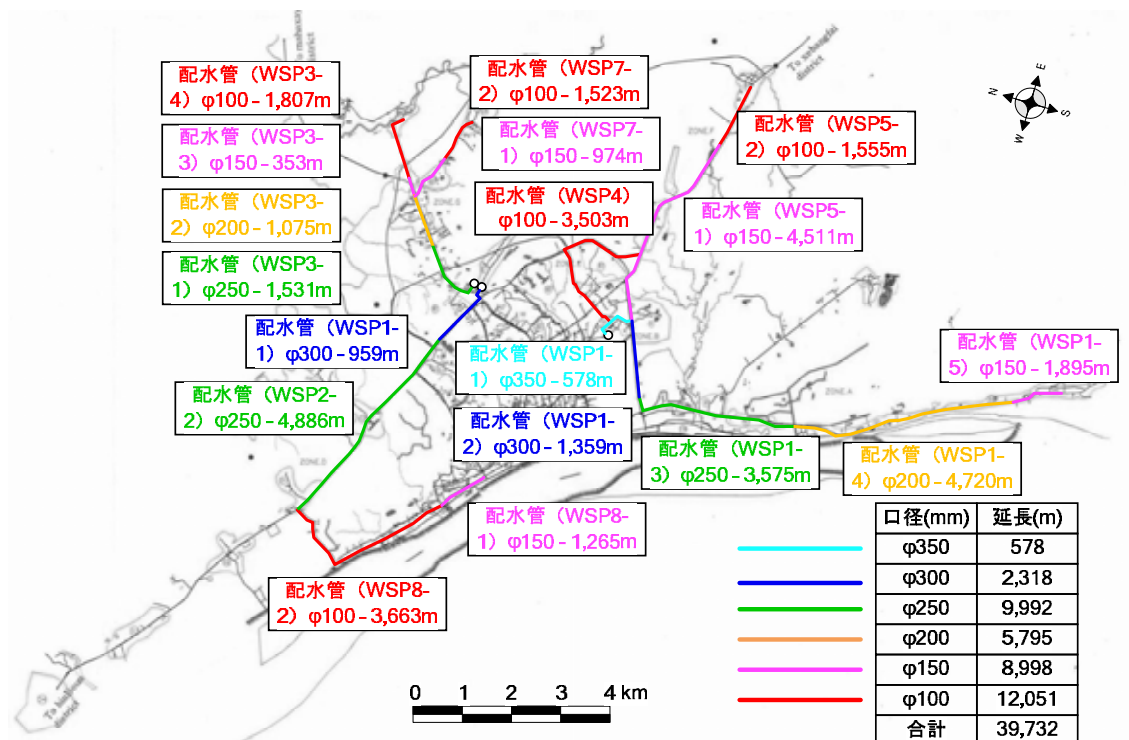


図 3.2.2.4-9 送水管路布設概要図

### 配水本管

水理計算を行った結果、既存配水池（1,650 m<sup>3</sup>）および新規高架水槽（700 m<sup>3</sup>と 600 m<sup>3</sup>）からの配水本管は、**図 3.2.2.4-10** に参照されるとおり、口径 100～350 mm として計画する。



**図 3.2.2.4-10** 配水管路布設概要図

### 基本的条件・基準の設定（土質・コンクリート等）

現地再委託調査によって送配水管ルート沿い 5 箇所土質調査を実施しているの、その結果を基に概略設計に必要な単位体積重量、内部摩擦角等の土質条件を設定する。また、構造計算に係るコンクリート、鉄筋等の設計基準強度はラオス国では設定されていないので、日本の設計基準を準用する。

### 管路布設位置

送配水管ルートのほとんどが道路沿いに布設を予定しており、その布設位置は NPKM との協議により、特別な場合を除き**図 3.2.2.4-11** に示すように、道路沿いに設置されている電柱の内側 1～1.5 m のところに布設することとする。

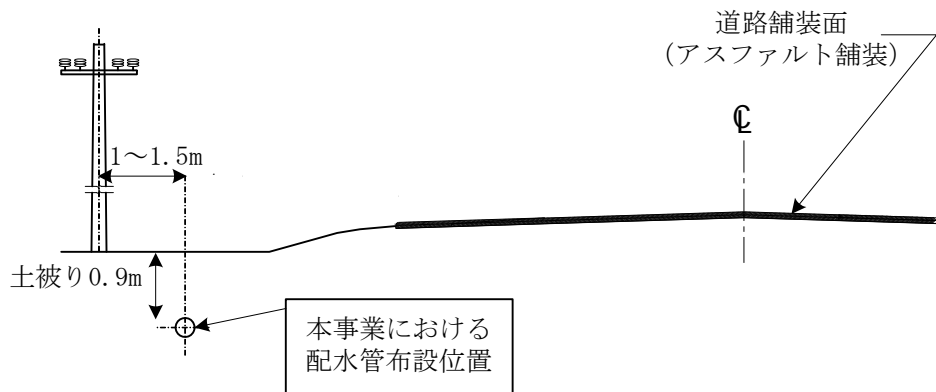


図 3.2.2.4-11 一般的な管路布設位置



写真 3.2.2.4-1 一般的な管路布設予定位置の現況

また、国道 13 号線沿いの布設の場合、カムアン県 DPWT により国道幅員の拡幅が 2011 年に計画されているため（2014-2015 年建設予定）、道路管理者であるカムアン県 DPWT と協議をし、図 3.2.2.4-12 に示すように布設することとする。

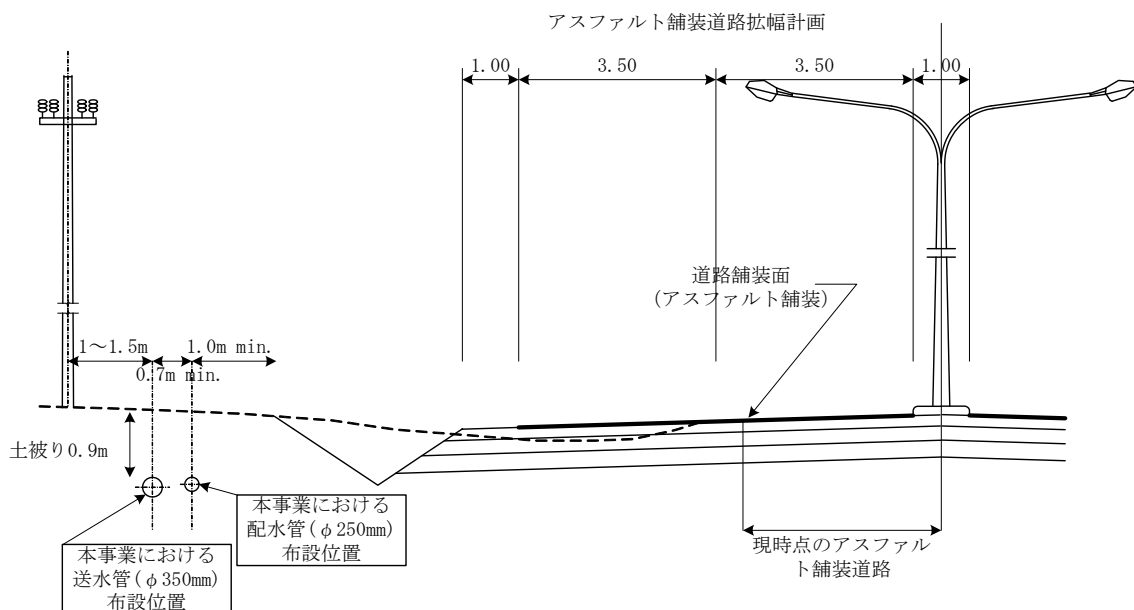


図 3.2.2.4-12 国道 13 号線沿いの管路布設位置



写真 3.2.2.4-2 国道 13 号線沿い管路布設予定位置の現況

市街地に布設する送水管に関しては、道路の外側に布設する場所が確保できないことから、**図 2.2.4-13** に示すように、道路アスファルト舗装下に布設することとする。

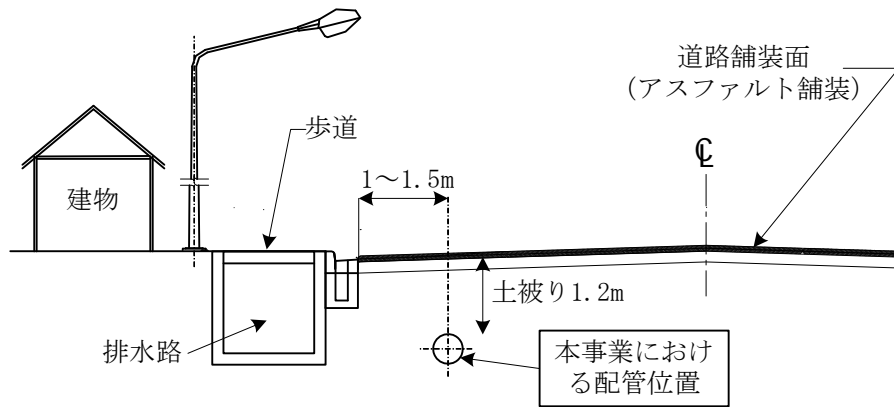


図 3.2.2.4-13 市街地での管路布設位置



写真 3.2.2.4-3 市街地での管路布設予定位置の現況

#### 掘削・埋め戻し仕様

掘削・埋め戻し仕様については、**図 3.2.2.4-14** に示すようにラオス国 (NPNL) の基準及び NPKM の施工実績に準拠したものとする。土被りについては、管種、口径、布設位置に応じて定められているため、これに基づき仕様を設定する。概ね、今回対象となる  $\Phi 100 \sim 350$  については、道路下への布設は  $0.9 \text{ m} \sim 1.4 \text{ m}$ 、路肩への布設は  $0.6 \text{ m} \sim 1.2 \text{ m}$ 、それ以外の車重がかからない場所への布設は  $0.8 \text{ m} \sim 1.3 \text{ m}$  の土被りが必要となる。



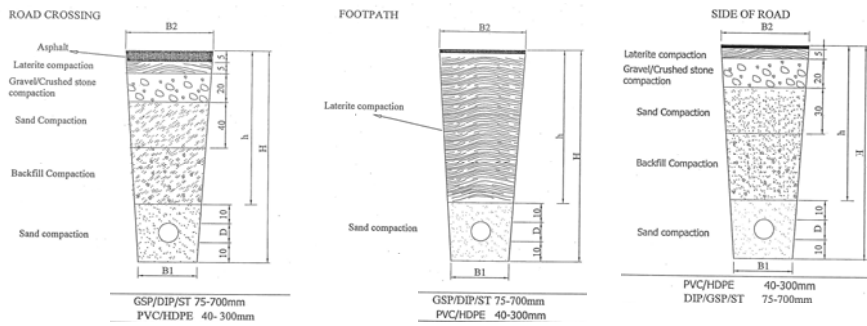


図 3.2.2.4-14 掘削・埋め戻し標準図

(5) その他各施設計画の主要事項

送水ポンプとその制御方法

1つの既存配水池、および2つの新規高架水槽（合計3地点）に送水するため、浄水池先にポンプ室を設け、下記3台の送水ポンプを設置する。

Q5.2 m<sup>3</sup>/min x H98 x 3台（2台常用、1台予備）

送水システムの概念図は図 3.2.2.4-15 に示す通りである。送水管（L1）と送水管（L2）は送水量が異なるため、それぞれに送水流量計と流量制御弁を設置する（図 3.2.2.4-16 参照）。

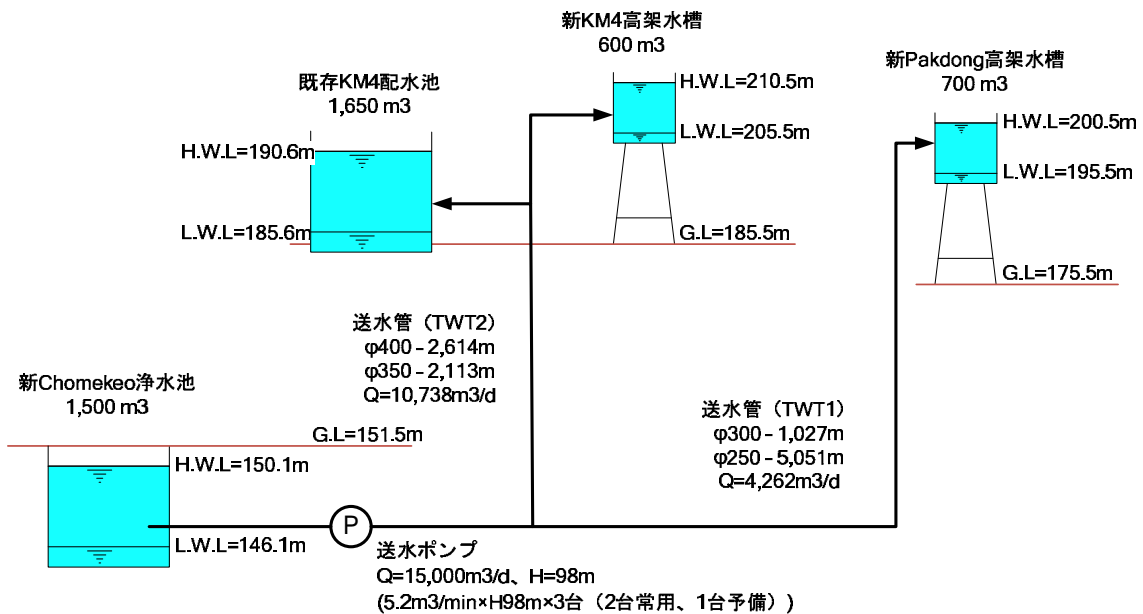


図 3.2.2.4-15 送水システム概念図

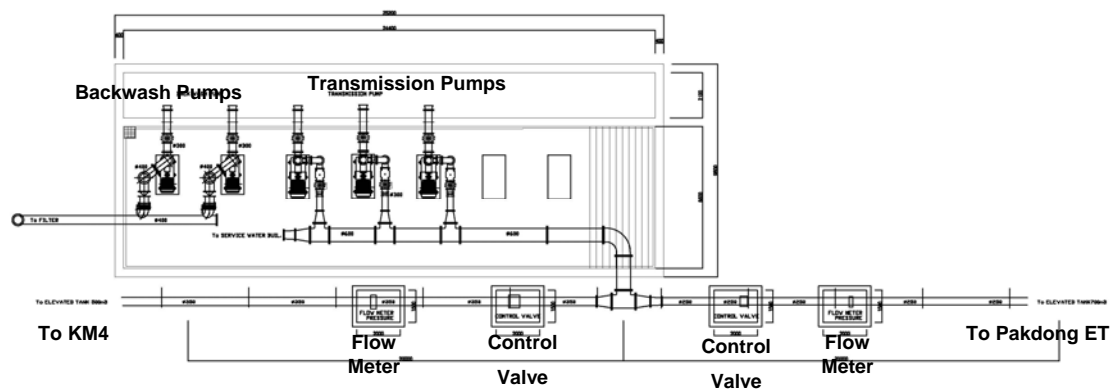


図 3.2.2.4-16 送水ポンプ場概要

### 浄水池容量

新規に浄水場内に建設される浄水池容量は、下記のとおりとする。

$$V=1,500 \text{ m}^3$$

### 配水池

既存の配水池は、1991年のEUによる井戸建設と併せて、建設された。現地調査（その1）における調査の結果、この既存配水池については、今後も活用していく計画である。

$$V=1,650 \text{ m}^3 \text{ (既存施設)}$$

### 高架水槽

新規高架水槽の貯留容量を日最大配水量の4時間分として計算し、下記の施設を計画する。

$$V=700 \text{ m}^3 \text{ (県所有敷地内、Pakdong 新規高架水槽)}$$

$$V=600 \text{ m}^3 \text{ (既存浄水場敷地内、KM4 新規高架水槽)}$$

## (6) 送配水管の管材の選定

送配水管の総延長は、送水管が約11 km、配水管が約40 km、合計約51 kmとなっており、送配水管の管材を選定するにあたって、以下の点を考慮する。

- 1) 送配水管管材費縮減
- 2) 送配水管布設施工費縮減
- 3) 送配水管布設工期の短縮
- 4) 送配水管拡張のための管材市場性及び施工能力の確保
- 5) 送配水管の拡張・補修などの維持管理容易性の確保
- 6) 送配水管の漏水事故発生の減少
- 7) 送配水管の漏水率の減少

導水管および送水管は取水・浄水場から、配水池（1ヶ所）および高架水槽（2ヶ所）へ送

水する重要な水道施設で、強度、耐久性の優先度が高い。よって、導・送水管の管材はダクタイル鋳鉄管とする。

タケク郡では、現在、道路整備工事が進められており、将来において本事業計画の配水管ルートも道路幅拡張等の道路整備工事が予想される。このような道路工事では、既存埋設管の損傷事故が発生することが容易に予想され、配水管損傷事故が発生した場合、早急に復旧する必要がある、容易に必要な管材を入手できることが必須となる。従って本事業計画での配水管材の選定においては、管材がタケク郡において容易に入手可能であることが重要である。従って、管材の入手可能性を考慮して、本プロジェクトの配水管の管材は、350 mm 以上をダクタイル鋳鉄管、300 mm 以下を HDPE 管として計画する。

#### (7) 水管橋及び伏越し

送配水管ルートにおいて水路横断があるため、水路幅に応じて水管橋もしくは伏越しを設置する。水管橋の管材については、管の自重が小さく、構造上有利な鋼管も合わせて用いることとする。伏越しの管材については、ダクタイル鋳鉄管とする。水管橋の構造例及び伏越しの構造例をそれぞれ図 3.2.2.4-17、図 3.2.2.4-18 に示す。

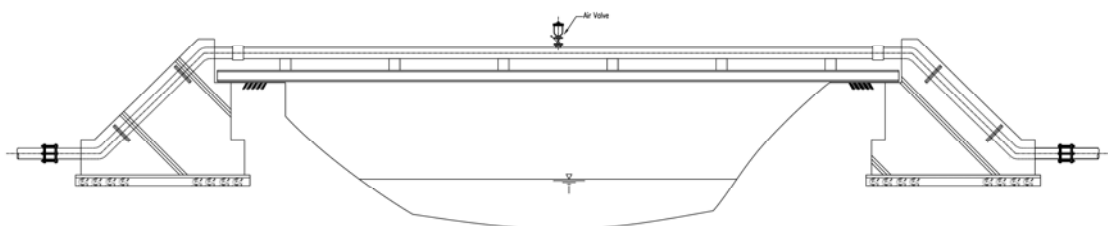


図 3.2.2.4-17 水管橋構造例

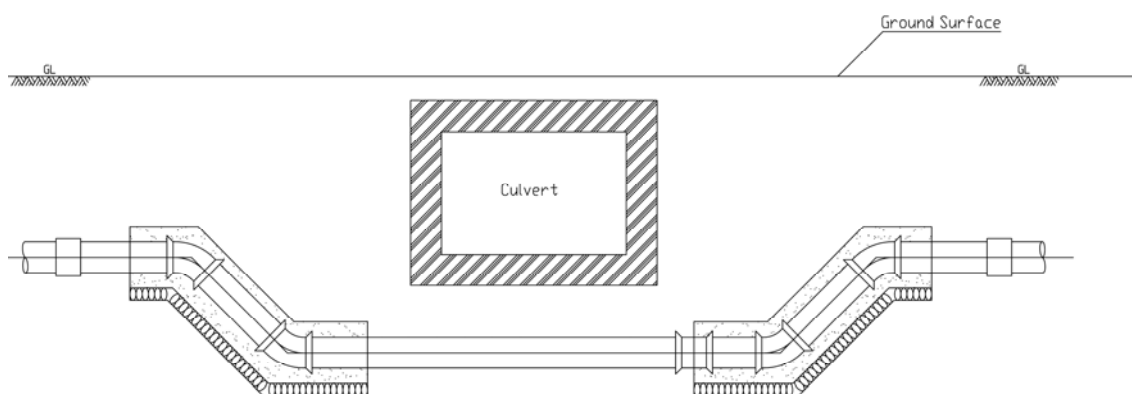


図 3.2.2.4-18 伏越し構造例

## (8) 付帯構造物

### 空気弁

管路上に設置する空気弁は管内に存在する空気を適切に排除すること、管内の水を排除する際に必要な吸気をし、管内の円滑な通水及び排水を行うことを目的とする。設置する箇所は水管橋、伏越しと伏越しの間等、基本的に管路の凸部とする。空気弁室の構造例を図 3.2.2.4-19 に示す。

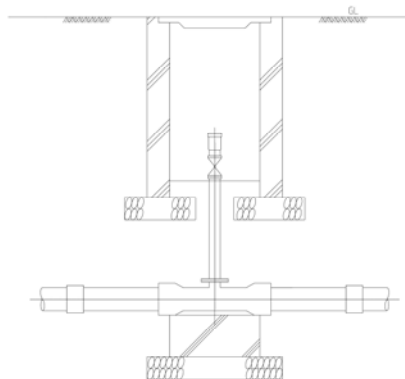


図 3.2.2.4-19 空気弁室の構造例

### 排水設備

管路上に設置する排水設備は管の布設時における夾雑物の排出、管内に発生した濁水等の排水及び工事並びに事故等非常時の管内排水を行うことを目的とする。設置する箇所は管路の低部で排水が可能な水路近傍とする。排水設備の構造例を図 3.2.2.4-20 に示す。

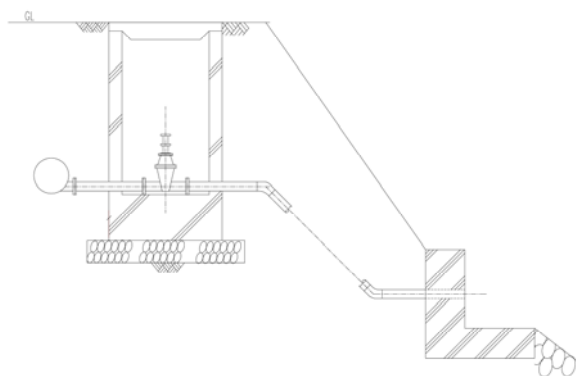


図 3.2.2.4-20 排水設備の構造例

### 異形管防護

管路の屈曲部、分岐部、仕切弁などには、水圧によって管を動かそうとする力（不平均力）が働くため、このような箇所では防護コンクリート（図 3.2.2.4-21）もしくは離脱防止金具（図 3.2.2.4-22）を使用する必要がある。防護コンクリートもしくは離脱防止金具の選定については、基本的に防護コンクリートを設置するものとする。但し、防護コンクリートを

設置する場合には管路布設後の埋め戻しまでに数日間を必要とするため、商店・民家等の軒先、交通量の多い箇所等では防護コンクリートではなく、離脱防止金具を使用する。

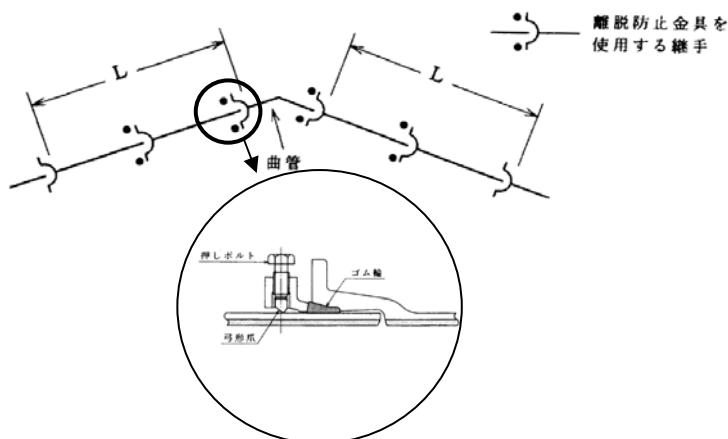
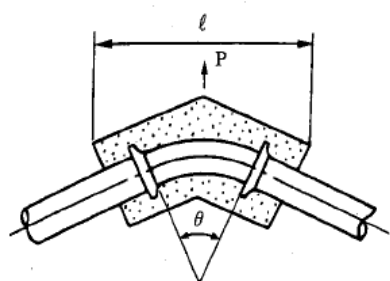


図 3.2.2.4-21 防護コンクリートの設置例

図 3.2.2.4-22 離脱防止金具の設置例

(9) 送配水施設計画概要一覧

送配水施設に必要な施設・設備内容は表 3.2.2.4-1 に示すとおりである。

表 3.2.2.4-1 送配水施設計画の内容・諸元

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
送水施設	送水ポンプ設備 (Chomekeo 浄水場場内)	送水ポンプ	陸上モーターポンプ φ250 mm x φ200 mm 横軸片吸込多段渦巻ポンプ 5.21 m <sup>3</sup> /min × 98 m 160 kW × 3 台 (内 1 台は予備)
		ポンプ井	浄水池が兼ねる
	送水管		浄水場～新設高架水槽 (計画送水量 Q=4,262 m <sup>3</sup> /日) DIPφ250-300 L≒6,100 m 一般埋設、独立水管橋 × 1 橋 浄水場～既設浄水場 (計画送水量 Q=10,738 m <sup>3</sup> /日) DIPφ350-400 L≒4,800 m
配水施設	高架水槽	新用地内 高架水槽 (Pakdong)	鉄筋コンクリート造、円形 池数：1 池 有効容量：V=700 m <sup>3</sup> 、有効水深：H=5.00 m 水位：HWL+195.00 m、LWL+190.00 m 寸法：内径 φ13.50 m × 脚長 15.00 m 基礎：杭基礎
		既設浄水 場内高架 水槽 (KM4)	鉄筋コンクリート造、円形 池数：1 池 有効容量：V=600 m <sup>3</sup> 、有効水深：H=5.00 m 水位：HWL+209.00 m、LWL+204.00 m 寸法：内径 φ12.40 m × 脚長 18.00 m 基礎：直接基礎
	配水管		管種：φ350 (DIP)、φ300～φ100 (HDPE) 口径別延長：φ350 L=578 m、φ300 L=2,318 m φ250 L=9,992 m、φ200 L=5,795 m φ150 L=8,998 m、φ100 L=12,051 m 一般埋設、添架水管橋 × 2 橋

### 3-2-2-5 機材調達計画

要請には、2,000 個の水道メータ、ピックアップ 1 台 (2,500 cc)、バイク 2 台 (100 cc) の調達が含まれている。これらの調達については、本プロジェクトの実施により、給水栓数（メータ含む）が約 3,800 件増えること、そのために給水管接続チームが増えることなどから、その必要性が確認された。ただし、これら要請のあった機材調達については、表 3.2.2.5-1 に示す理由から、ラオス国側で負担すべき、又は負担できるものと判断し、本邦無償資金協力のスキームに含めないこととする。

要請された機材につき、必要性および本邦無償資金協力のコンポーネントに含むかどうかの妥当性について、表 3.2.2.5-1 に整理する。

表 3.2.2.5-1 要請書に含まれている機材調達の妥当性

項目	数量	妥当性
水道メータ	- 口径 13 mm、2,000 個	NPKM では、水道メータを含めた給水管接続費用は、住民負担となっている。仮に、本無償資金協力で水道メータが調達された場合は、その水道メータ代が負担費用から控除されることになる。よって、ある特定の住民のみが利益を得ることになるため、本項目は、無償資金協力のスコープに含めないこととする。
維持管理用車両	- ピックアップ (2,500 cc)、1 台 - バイク (100 cc)、2 台	現地調査（その 2）の期間内において、NPKM は独自に韓国製のピックアップを 1 台購入している。このことから、NPKM もしくはラオス国政府は、自ら維持管理用車両を調達する能力を（財務面も含め）有すると判断され、本項目は、無償資金協力のスコープに含めないこととする。

本プロジェクトによる新規の浄水場建設において、管理棟内の水質試験室に常備する水質分析機器は、当初要請には含まれていなかった。しかし、施設完成後の適切な浄水場運営のために、十分な精度で必要な分析項目を網羅でき、耐久性の高い水質分析機器を整備することは、重要かつ不可欠の課題である。他方で、メコン川の原水濁度の変動が大きいいため、年間を通じて最適な浄水処理を行うためには、NPKM に要求される分析項目を十分な精度で継続的に分析することが望まれる。これらの理由から、新規浄水場水質試験室に常備する水質分析機器は、本邦無償資金協力により調達することが適切と考えられる。当初要請に含まれていない機材調達の妥当性について、表 3.2.2.5-2 に整理する。

表 3.2.2.5-2 要請書に含まれていない機材調達の妥当性

項目	数量	妥当性
水質分析機器	項目、数量等は下記参照	施設完成後の適切な浄水場運営のために、十分な精度で必要な分析項目を網羅でき、耐久性の高い水質分析機器を整備することが重要不可欠であり、水質分析機器の調達は、本邦無償で調達されることが適切。

(1) 水質分析機器の調達

新規浄水場における水質管理に関して、最低限必要と考えられる測定項目を表2.2.5-3に挙げた。なお、当該項目の決定に関してはラオス国における浄水場の水質検査実績（例：チナイモ浄水場水質試験室）を参考とし、ラオス国内における測定方法の研修の実現可能性や継続性も考慮した。

各測定項目に関して想定される検査頻度は表 3.2.2.5-3 の通りである。pH 等の基本項目に関しては毎日測定する。凝集試験は、毎日測定を基本とするが、原水水質の安定期には測定が省略可能であることから1～3日に1回の頻度とした。基本項目に準ずる硬度等の項目は、2ヵ月に1回（年6回）とし、一般に濃度変化が少なく、高度な測定機器が必要な金属等の項目は雨季と乾季の年2回の測定とした。

表3.2.2.5-3 測定項目および頻度

項目	原水	凝集試験サンプル (1回/1-3日)	浄水
pH	毎日	1回/1-3日	毎日
色度	毎日	1回/1-3日	毎日
濁度	毎日	1回/1-3日	毎日
臭気	毎日	-	毎日
残留塩素	-	-	毎日
アルカリ度	-	1回/1-3日	1回/1-3日
硬度	-	-	年6回
溶存物質	-	-	年6回
有機物 (KMnO4)	-	-	年6回
塩化物イオン	-	-	年6回
大腸菌	-	-	年6回
シアン	-	-	年6回
アンモニア	-	-	年6回
ヒ素	年2回	-	年2回
カドミウム	年2回	-	年2回
クロム	年2回	-	年2回
水銀	年2回	-	年2回
鉛	年2回	-	年2回
銅	年2回	-	年2回
アルミニウム	年2回	-	年2回
鉄	年2回	-	年2回
マンガン	年2回	-	年2回

表 3.2.2.5-3 に挙げた項目のうち、測定頻度の高い項目を新規浄水場に設置する水質試験室で測定し、それ以外の年6回以下の測定頻度の項目は外部機関による測定とする。当該試験室に整備すべき機器等のリストを表 3.2.2.5-4 および表 3.2.2.5-5 に示す。

表3.2.2.5-4 必要測定機器等

項目	測定機器等	数量	備考
pH	電極式卓上型 pH 計	1	-
	BTB 式簡易 pH 計	1	電力を用いないもの

項目	測定機器等	数量	備考
色度	色度計	1	または色濁度計
濁度	卓上型濁度計	1	
臭気	-	-	官能試験
残留塩素	残留塩素計	1	バッテリー式
アルカリ度	湿式分析用器具一式	-	表 4.1-3 参照
凝集試験	ジャーテスター	1	-
その他一般器具	ビーカー (300 mL)	10	-
	ビーカー (500 mL)	10	
	ビーカー (1,000 mL)	10	
	メスフラスコ (100 mL)	5	
	メスフラスコ (200 mL)	5	
	メスフラスコ (500 mL)	2	
	メスフラスコ (1,000 mL)	2	
	ピペット (10 mL)	5	
	ピペット (50 mL)	5	
	ピペット (100 mL)	5	
	洗瓶 (500 mL)	5	
	洗瓶 (1,000 mL)	5	
	その他一般設備	蒸留水製造機	
精密天秤		1	
ドラフトチャンバー		1	
実験台		1	
硬度他、年 6 回および年 2 回の測定項目	-	-	外部委託

表3.2.2.5-5 アルカリ度分析用器具

必要器具類	仕様	数量
コニカルビーカー	300 mL	10
コマゴメピペット	5 mL	5
ビュレット	100 mL	2
ビュレット台	ビュレットに合うもの	1

## (2) 水質分析機器の調達先

水質分析機器は特殊な機器や品質が特に重要となるものであり、日本調達とする。

### 3-2-3 概略設計図

本準備調査で作成した以下の概略設計図を資料に添付する。

#### 概略設計図面リスト

図番号	施設	図面標題
A1	全体	全体施設位置図
A2	全体	計画水位高低図
B1	取水場	取水場平面図
B2	取水場	取水施設縦断図
B3	取水場	取水ポンプ単線結線図
C1	浄水場	浄水場平面図
C2	浄水場	着水井/フロック形成池平面図
C3	浄水場	着水井/フロック形成池断面図



<u>図番号</u>	<u>施設</u>	<u>図面標題</u>
C4	浄水場	沈殿池平面図
C5	浄水場	沈殿池断面図
C6	浄水場	ろ過池平面図
C7	浄水場	ろ過池断面図
C8	浄水場	浄水池平面図
C9	浄水場	浄水池断面図
C10	浄水場	送水ポンプ施設図
C11	浄水場	送水ポンプ単線結線図
C12	浄水場	ラグーン構造図
C13	浄水場	管理棟断面図(1)
C14	浄水場	管理棟断面図(2)
C15	浄水場	自家発電機室
D1	配水池	高架水槽(700 m <sup>3</sup> )平面図
D2	配水池	高架水槽(700 m <sup>3</sup> )構造図
D3	配水池	高架水槽(600 m <sup>3</sup> )平面図
D4	配水池	高架水槽(600 m <sup>3</sup> )構造図
E1	導・送・配水管路	空気弁、排泥弁、仕切り弁標準図
E2	導・送・配水管路	水管橋標準図
E3	導・送・配水管路	既存埋設管横断標準図

### 3-2-4 施工計画／調達計画

#### 3-2-4-1 施工方針/調達方針

##### (1) 事業実施体制

本事業は、日本国政府無償資金協力のスキームに基づいて実施され、プロジェクトの実施決定後、ラオス国政府は日本国法人の建設コンサルタントおよび施工業者を選定し事業を実施する。図 3.2.4.1-1 に事業実施体制の概念図を示す。

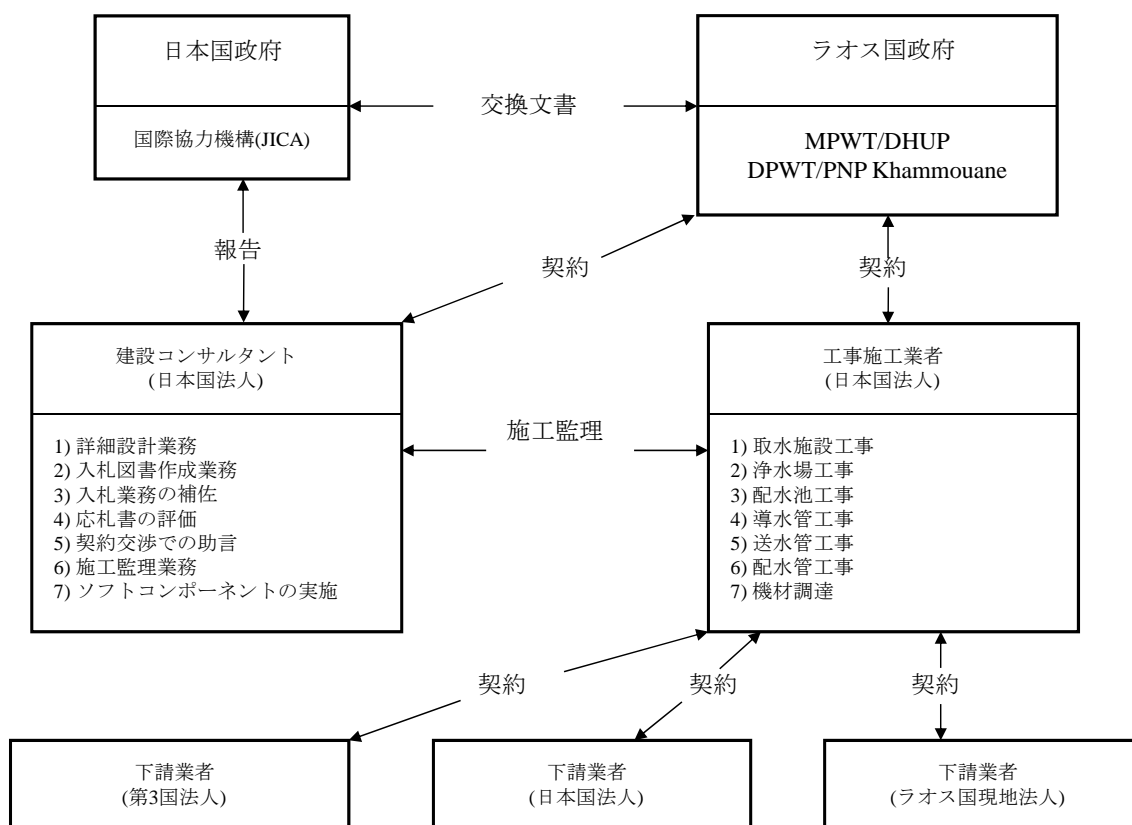


図 3.2.4.1-1 事業実施体制の概念図

## (2) 事業実施機関

本事業の実施機関は、公共事業省住宅都市計画局（DHUP/MPWT: Department of Housing and Urban Planning, Ministry of Public Works and Transport）である。また、事業実施後の施設の運営維持管理はカムアン県水道公社（NPKM: Nam Papa Khammouane）であり、この NPKM と連携・協力し、事業実施を円滑に進める。

## (3) 建設コンサルタント

日本国側負担の取水施設工事、浄水場工事、配水池工事、導送配水管の布設工事及び機材調達に関する実施設計・施工監理は、日本国法人で水道施設の設計監理に精通し経験のある建設コンサルタントを選定し実施する。

## (4) 工事施工業者

日本国側負担の工事は、日本国法人である施工業者によって行われる。本工事は取水施設工事、浄水場工事、配水池工事、導送配水管の布設工事及び機材調達であり、建築工事機械工事、電気工事が含まれているが、大部分が土木工事となっている。よって本件のような中規模都市土木工事かつ水密構造物の品質を確保することができる、総合建設業者を選定する。

#### (5) 技術者派遣の必要性

上述の通り本件は総合建設業者によって施工されるが、浄水場の建設、機械・電気設備の据付・試運転等に関して、また、構造物および管路の水密性を確保するために、技術者を本邦より派遣する必要がある。日本人技能工の派遣が必要となる分野は下記の通りである。

- 機械工事据付技術者
- 電気工事据付技術者
- 取水管推進工事技術者
- 薬品注入設備据付技術者
- 水位制御装置設置及び不断水工法技術者

#### 3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項

各施設工事における留意事項は下記の通りである。

##### (1) 取水施設工事

取水施設工事はメコン川水位に大きく依存しており、水位が低下する 11 月から 6 月の間に工事を実施する必要がある。水位が上昇する 7 月から 10 月は河川内での作業は行わない。

まず、取水管推進工事のための構造物である発進立坑掘削から作業を開始する。発進立坑終了後、メコン川へ向かって取水管を推進し、仮締切及び水中ポンプによる常時排水を行って、取水管到達現場の水抜きを行う。

取水管の推進工事が終了したのち、発進立坑をそのまま利用して、取水井の建設と取水ポンプ据え付け等を行う。

##### (2) 浄水場工事

浄水施設は取水施設から約 550 m 離れた水道公社が所有する空き地に建設される。空地の地盤状況等に問題はない。

浄水場予定地は比較的交通量の多い道路に面しているため、浄水場工事施工にあたっては安全に十分注意を払い、円滑に作業ができるようにする。

##### (3) 配水池工事

Pakdong にある公共事業省所有の空地に 700 m<sup>3</sup> の高架水槽を建設する。地質調査の結果、杭基礎を必要とする礫層であることが判明し、コンクリート杭基礎とする。

また、KM4 に位置する既存浄水場の敷地内に 600 m<sup>3</sup> の高架水槽を建設する。既存浄水場の廃棄に伴い、同敷地内にある既存の KM4 配水池へも新規の浄水場から送水する。

既存配水池改修に伴い断水にならないように、高架水槽を先に建設し、連絡管と既設配水管を不断水連絡工法により接続する。

#### **(4) 導送配水管布設工事**

導水管、送水管、配水本管及び配水支管の総管路延長は約 72.3 km となる。管路布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、極力管路布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。また、工事にあたっては、断水期間や場合によっては給水が濁ることについて、事前に住民への広報を行い、理解協力を得る。

### **3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分**

取水場敷地内及び浄水場敷地内の工事、高架水槽敷地内の工事、導送配水管路の布設工事は日本国側負担とする。また、既存の取水施設及び浄水場は、工事期間も稼働中であることから、工事完了後の既存取水施設及び浄水場施設・設備の撤去費用はラオス国側負担とする。

なお、ラオス国側の負担事業については、「第 3 章 相手国側分担事業の概要」にて詳細を述べる。

### **3-2-4-4 施工監理計画/調達監理計画**

#### **(1) 施工監理計画**

建設コンサルタントによる施工監理では、主に次のような業務を実施する。

- 1) 建設業者が作成する製作図面のチェック、承認
- 2) 主要資機材の出荷前の検査
- 3) 施工工程の管理
- 4) 工事完了後の検査
- 5) 施設試運転検査
- 6) 調達機材の検査
- 7) 日本国およびラオス国側への工事進捗状況の報告
- 8) ラオス国側負担工事分に対する技術指導
- 9) 施設運転・維持管理のための技術移転
- 10) 無償資金協力業務においてラオス国側が行う業務上必要な手続きの補佐

本事業には、取水施設工事、浄水場工事、配水池工事及び導送配水管布設が含まれており、一連の水道施設の工事となっている。施工期間中、相互に関連したこれらの工事について一貫した施工監理を行うため、工事着工から試運転・竣工まで専任の常駐監理者を 1 名配置すると共に、各種分野の工事内容に対応するため、以下に挙げる専門分野の技術者を短

期的に派遣する。

## (2) 業務主任（施工監理技術者）

業務主任の主な業務は下記の通りである。

- 施工開始前にラオス国側実施機関、建設コンサルタント、施工業者による会議を開催し、各自の責任担当、工事内容、工事期間等を確認する。
- 工事竣工検査のための現地確認を実施し、承認判断及びラオス国側への説明を行なう。
- 施設完成後の受け渡しにおいて、ラオス国側を補佐する。

## (3) 常駐施工監理技術者

常駐施工監理技術者は工事全般について、とりわけ、施工内容の質や進捗状況について把握し、施工業者への助言・指導を行う。また、施工期間中は、毎月ラオス国側へ工事全般について報告を行う。常駐監理者の主な業務は下記の通りである。

- 入札図書・図面、各種基準・仕様、測量及び土質調査資料、施工業者提出書類等を維持保管する。
- 施工計画や工程、製作図面について検討し、必要な提言と指導により、承認判断をする。
- 工事に使用される資機材を検査し、承認判断をする。
- 施工業者の工事を監督検査し、承認判断をする。
- 工事の進捗状況を管理し、必要な助言を行う。
- 工事の安全状況を検査し、必要な助言を行う。
- 発注者、建設コンサルタント及び施工業者との定期的な、また、特別に必要となる場合に、会議を開催する。
- 竣工図を検査し、承認判断をする。
- ラオス国側負担工事分について補佐する。
- 製作図面のチェック、施工監理、試運転検査、技術指導・助言を行う。

## (4) スポット監理者

施工工程の進捗状況に応じて、下記に示す専門分野の技術者を定期的に派遣する。施設完成後の試運転時には、現地の維持管理担当者に対する技術指導が行われる。

### ① 土木施工監理技術者

土木工事に係る製作図面のチェック、施工監理、試運転検査、技術指導・助言。

### ② 建築施工監理技術者

建築工事に係る製作図面のチェック、施工監理、試運転検査、技術指導・助言。

### ③ 機械・電気施工監理技術者

機械・電気工事に係る製作図面のチェック、施工監理、試運転検査、技術指導・助言。

④ 配管施工監理技術者

導送配水管工事に関わる承認図のチェック、施工監理、漏水検査監理、技術指導・助言。

⑤ 機材調達監理技術者

機材調達に関わる承認書類のチェック、船積前検査・助言。

3-2-4-5 品質管理計画

品質管理にあたっては、品質管理計画表として取りまとめる管理項目、内容、方法、適用規格等について、仕様書と照らし合わせ実施することとする。原則として、品質規格は JIS あるいは国際規格を適用することを前提とする。表 3.2.4.5-1 に、本工事の主な工事に関する主要な品質管理項目を示す。

表 3.2.4.5-1 主要品質管理項目と管理方法

区分	管理項目	管理内容	管理方法	標準品質規格	測定頻度	結果の整理方法	備考
ポンプ設備	ポンプ	仕様書に適合していること	観察 承認図 試験成績表	JIS B 8301 JIS B 8302	搬入時適宜 工場検査	搬入記録 試験成績表 承認図	コンサルタント立会い コンサルタント立会い
配管材料	ダクタイル鋳鉄管	規格に適合していること	承認図	JIS G 5526 JIS G 5527	配管系統毎	承認図	
		種類	観察		種別毎、搬入の都度	搬入記録	コンサルタント立会い
配管工	配管継手	継手の状況	観察	—	管工事時	報告書	コンサルタント立会い
			水圧漏水試験	漏水の観測がない	配管系統毎	試験結果表	コンサルタント立会い
			超音波試験		10口に1ヶ所	試験結果表	
コンクリート材料	鉄筋	鉄筋の種類（異型、丸鋼）	観察	JIS G 3112 JIS G 3117	種別毎、搬入の都度	搬入記録	コンサルタント立会い
		規格に適合していること	試験成績表			試験成績表	
	セメント	セメントの種類	観察	JIS R 5210	搬入の都度	搬入記録	コンサルタント立会い
		規格に適合していること	試験成績表			試験成績表	
	水	水道水使用あるいは清浄な河川水等	観察	—	配合時	配合表に記載	コンサルタント立会い
		水質（水道水以外）	水質試験	JIS A 5308 付属書9	配合設計前	試験結果表	
	骨材	粗骨材の最大寸法	観察	鉄筋コンクリート:25mm	搬入時適宜	搬入記録	コンサルタント立会い
		粒度	JIS A 1102	JIS A 5005	配合設計前	試験結果表	
コンクリート用混和材料	規格に適合していること	試験成績表	JIS A 6201-6207	搬入の都度	試験成績表	必要に応じて	
材料の保管	保管場所、状態	観察	—	適宜	報告書（仮設計画）	コンサルタント立会い	

区分	管理項目	管理内容	管理方法	標準品質規格	測定頻度	結果の整理方法	備考
コンクリート工	コンクリート示方配合 (主要構造物)	試験練り	品質の確認	28日強度： 21N/mm <sup>2</sup> スランプ：10.0±2.5cm 空気量：±1.5% W/C比：65%以下 (水密コンクリート： 55%以下) セメント：270kg/m <sup>3</sup> 以上	施工前1回	試験成績表	コンサルタント立会い
	コンクリート現場配合	細骨材の表面水量	JIS A 1111,1125	—	練混ぜ毎	試験結果表	コンサルタント立会い
		骨材の粒度	JIS A 1102	JIS A 5005	材料搬入時	試験結果表	
		水及び骨材の温度	温度測定	—	練混ぜ毎	試験結果表	コンサルタント立会い
		水、セメント		誤差1%未満			
	スランプ	仕様書に適合していること	JIS A 1101	10.0±2.5cm	打設毎適宜	試験結果表	コンサルタント立会い
	空気量	仕様書に適合していること	JIS A 1128	±1.5%	打設毎適宜	試験結果表	コンサルタント立会い
	圧縮強度試験	試験機関	—	コンサルタントの承認	試験実施前	—	
		サンプルリング	JIS A 1132	7日強度：3ヶ 28日強度：3ヶ	50m <sup>3</sup> 毎 or 1回/日 1回/工種	—	コンサルタント立会い
		規格に適合していること	JIS A 1108	設計基準強度＝ 21 N/mm <sup>2</sup>	50m <sup>3</sup> 毎 or 1回/日 1回/工種	試験結果表	
漏水試験(配水池等)	仕様書に適合していること	水位測定観察	24時間以上の間 水位低下が認められないこと	施工後	試験結果表	コンサルタント立会い	

### 3-2-4-6 資機材等調達計画

#### (1) 資機材等調達計画

資機材の調達は、原則として現地調達もしくは日本調達としたが、第三国調達の可能性についても調査を行った。資機材調達先に関しては、以下の事項を考慮して決定した。

- ・ 資機材の品質が要求事項を満たすものであること
- ・ 品質や供給量に関してラオス国市場での可能性があること
- ・ スペアパーツ供給を考慮した修理・保守の容易性をもつこと
- ・ 価格の妥当性
- ・ アフターケアの確約

資機材の調達は、建設コンサルタントの監理の下、施工業者が行う。資機材の調達については、現地調達を優先するが、現地調達が困難な資機材については、第三国調達及び日本調達とする。全体事業費に占める割合が特に大きい配管類の生産が、ラオス国で行なわれていないため、配管類は価格の低い第三国からの調達を基本とする。具体的には、インド、タイ等の隣国からの調達を検討する。表 3.2.4.6-1 に、主要資機材調達先区分表を示す。

表 3.2.4.6-1 主要資機材調達先区分表

資機材名	調達先			備考
	日本	現地	第三国	
<b>1. 建設材料</b>				
生コンクリート		○		
砂、砂利		○		
セメント		○		
鉄筋		○		
型枠合板		○		
木材		○		
鋼矢板及びH型鋼等鋼材			○	タイ製
プレストレストコンクリート杭			○	タイ製
亜鉛メッキ波板鋼板		○		
ペイント類	○	○		薬品溶解槽内面塗料は日本製
潤滑油		○		
燃料		○		
止水材、防水材	○			
ろ過砂		○		
足場材、支保工材等			○	タイ製を現地購入
<b>2. 機器</b>				
ポンプ等	○			
薬品注入機器等、水処理機器等	○			
電気設備機器等	○			
分電盤等	○			
照明器具・外灯等		○		タイ製を現地購入
ケーブル・電線管等		○		タイ製を現地購入
計装機器及び制御機器等	○			
エアコン・インターホン等		○		タイ製を現地購入
配管類 (DIP)			○	インド、台湾、中国
配管類 (HDPE)			○	タイ
取水場、浄水場、高架水槽場内の弁類	○			
導送配水管の弁類			○	タイ
<b>3. 機材調達</b>				
水質試験機器	○			

建設機械については、基本的に現地でのリースとするが、使用期間が長く少額である水中ポンプのみ、現地購入とする。

## (2) 輸送計画

各調達国からの輸送ルート、及び積算のための輸送費計上区分を、以下に示す。

- 1) 日本調達資機材
  - i) メーカーから横浜港での指定倉庫渡し、
  - ii) 横浜港からタイ国バンコク港への海上輸送、
  - iii) バンコク港からラオス国との国境であるナコーンパノムへのトラック輸送、
  - iv) ナコーンパノムから第3メコン橋を渡ってラオス国タケク郡へ輸入、
  - v) 第3メコン橋での輸入通関後に、現地ストックヤードまでのトラック輸送。



- 2) 第3国調達資機材
- i) メーカーから各国の主要の港で船積み、
  - ii) 各国国内港からタイ国バンコク港への海上輸送、
  - iii) バンコク港からラオス国との国境であるナコーンパノムへのトラック輸送、
  - iv) ナコーンパノムから第3メコン橋を渡ってラオス国タケク郡へ輸入、
  - v) 第3メコン橋での輸入通関後に、現地ストックヤードまでのトラック輸送。
- 3) タイ調達資機材
- i) メーカーによりバンコク市でトラック積み、
  - ii) バンコク市からラオス国との国境であるナコーンパノムへのトラック輸送、
  - iii) ナコーンパノムから第3メコン橋を渡ってラオス国タケク郡へ輸入、
  - iv) 第3メコン橋での輸入通関後に、現地ストックヤードまでのトラック輸送。

また、バンコク港及びバンコク市から、現地ストックヤードまでの陸路については、**図 3.2.4.6-1** に示す。



**図 3.2.4.6-1 輸送経路**

### 3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本工事にて施工される施設や、ポンプやバルブ等の個々の機器の初期操作指導は、施工業者によって行われる。また、取水施設での流量調整による浄水場浄水処理水量の調節や、

薬品注入量の調節、送水流量の調節など、水道システムとしての各施設の組み合わせ操作によって適切な運用を行うための指導は、施工監理を行う建設コンサルタントが、ソフトコンポーネントで実施する。

### 3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

本プロジェクトにより建設される水道施設を永続的に運営維持管理し、それにより本プロジェクトが住民等への便益を発現し続けていくためには、NPKM のタケク郡の運転維持管理（O&M）職員が、それぞれの担当部署の業務を十分に遂行しうる技術力を施設完成までに持っている必要がある。

これまでの調査および施設計画等から明らかになった運営維持管理上の課題および技術向上の必要性、それらへの対策を表 3.2.4.8-1 に列挙した。

なお、NPKM の O&M 職員の技術向上を図る手段としては、NPKM 内でのトレーニング、首都ヴィエンチャン水道公社のトレーニングセンターの活用、コントラクターの施設引渡し時の操作方法説明、本件実施設計・工事監理段階でのソフトコンポーネント、さらに JICA で計画中の技術協力プロジェクト「ラオス国水道公社事業管理能力向上プロジェクト」との連携などが考えられる。これらの選択肢・スキームを技術向上の必要性に応じて適切に活用することが効率的に効果を発現する上で重要である。

運営維持管理上の課題を克服するための技術改善をどの選択肢・スキームで対応することが適切と考えられるかについて、表 3.2.4.8-1 に示した。

表 3.2.4.8-1 運営維持管理能力の課題と対策・活用されるスキーム

No	課題/技術改善の必要性	対策	本件ソフトコンポーネントでの指導内容
1	現在の技術者数（31名）に対し、本プロジェクトに伴う追加技術者数は11名であるが、セーバンファイに移動する技術職員が7名おり、O&M 部署職員42名中、新規職員が18名（43%）になる。	技プロとソフトコン、首都ヴィエンチャン水道公社（NPNL）のトレセンの訓練を効果的に活用する。新規職員の訓練についてはNPKM 内部、もしくは必要に応じてNPNL のトレセンで基礎的な水道技術の訓練を行う。	—
2	給水管布設の品質を保ちつつ急速に（5年間で3,767件）工事しなければならないNPKM の能力に不安がある。	必要に応じて技プロを活用し、給水管布設技術のNPKM 給水課職員に対する訓練（主に予算・調達などの事業計画）を行う。	（給水管布設技術→技プロ）

No	課題/技術改善の必要性	対策	本件ソフトコンポーネントでの指導内容
3	既存浄水場の運転操作が、効果的に行われていない（フロックの形成・沈殿等）ため、新規浄水場の処理能力を十分に発揮するための全体的な運転維持管理については訓練が必要。	個々の機械設備の操作に関してはコントラクターの引渡し時に行われるが、薬品注入量・浄水場流量の調節等、処理能力を十分に発揮させるために、浄水場全体としての運転管理能力向上が必要であり、具体的・総合的なマニュアルの作成等を含め、NPKM 浄水施設課職員に対しソフコンで指導する。	<u>浄水場運転維持管理</u>
4	公共水道として水質の安全性をチェックする機能が不足している。	NPNL のトレーニングセンターで、NPKM 浄水施設課の水質担当職員を訓練。	（水質管理→ラピッドイオン交換・トレセン）
5	浄水場からの配水システムが3系等に分かれ、配水池の水位を見つづつ両系統に必要な水量を適時適切に配分するためのポンプ・バルブの組み合わせ操作やデータ保管管理に関する技術が新たに必要になる。	ポンプ等の個々の機器の操作についてはコントラクターの引渡し時に行われるが、本件に特別なバルブとポンプの組み合わせの操作・記録管理・活用についてはソフコンで指導する。	<u>配水量管理</u>
6	NPKM 職員が過去数年で急増しており、人員配置計画の考え方の指導が必要。	技プロの長期・中期・短期事業計画策定能力強化と実施管理、もしくは業務指標(PI)を含む事業計画のモニタリング強化で対処されることを提案する。	（人員配置計画→技プロ）

出典：JPST

以上より、本プロジェクトでは、次の2つの分野に対するソフトコンポーネントの実施を提案する。

1. 浄水場運転維持管理
2. 配水量管理

### (1) 浄水場運転維持管理

現在タケク郡にある浄水場からは、濁度の高い処理水が生産されており、適正な浄水処理が行われていない。その原因としては、計画処理能力を超える過負荷運転を行っていること、薬品注入量が適切に調節されておらず、フロックの形成が十分ではないこと、傾斜パイプ（沈殿池）とろ過池で、十分な濁質の除去が行われていないことが挙げられる。他方で、最適な浄水処理を継続的に行うために必要な、薬品注入量や逆洗、浄水場内流量等の実績データの全体的かつ整然とした整備が行われておらず、常時適正な運転を行なえる体制とはなっていない。本プロジェクトによる能力増強と他地域への移動により、新しい職員も補充・増員されて新浄水場の運転維持管理を行うことになった場合に、特別な訓練をせずにスムーズに十分な浄水処理が行われるようになるとは考えられない。そこで、新浄水場の処理能力を発揮して十分に処理された安全・清潔な浄水を生産するためには、全体的な浄水場の運転維持管理に関する訓練が必要である。

ポンプやバルブ等の個々の機器の操作については、施設建設を担当するコントラクターが施設の引渡しをする際に説明を行う。しかし、取水施設の流量調整バルブによる浄水場内の流量調節や薬品注入量の調節等、浄水処理システムとして各操作の組み合わせによって適切な浄水処理を行う浄水場全体の操作指導については、コントラクターの業務の範囲外であり、浄水場を設計したコンサルタントが指導しなければならない。そこで、本件のソフトコンポーネントとして、十分な浄水処理を可能とする浄水場の運転維持管理の訓練を行う。さらに、定期的なデータの取得と記録・保管の方法について指導し、その後の運転維持管理に活用できるようにする。最終的には浄水場運転維持管理マニュアルを作成して、継続的に浄水場の処理能力を発現できるようにする。なお、水質分析・管理については、ラオス国側で事前にトレーニングを行うことを前提としており、本ソフトコンポーネントには含まず、マニュアルにも含まない前提で計画を作成している。

## (2) 配水量管理

本プロジェクトの送配水施設では、新浄水場からの送水管が2系等に分かれ、1系統は新規高架水槽に接続し、他の1系統は既存浄水場敷地内でさらに既存配水池と新規高架水槽の2系統に分かれる。すなわち、全体では1つの浄水場から送配

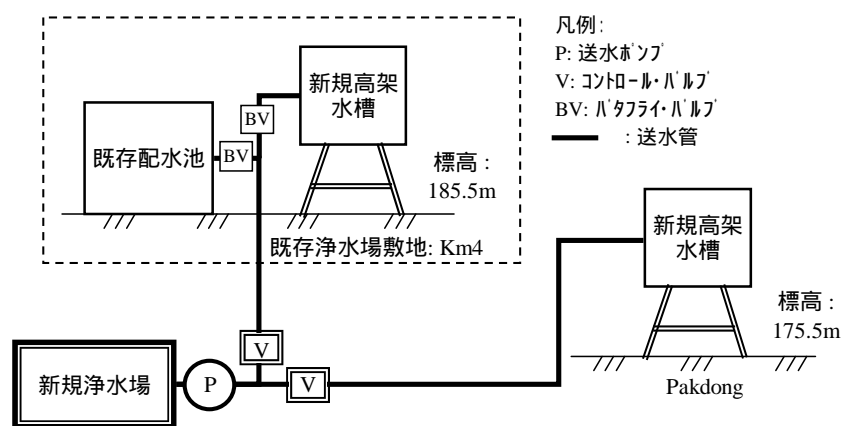


図3.2.4.8-1 配水量管理の関連施設のイメージ

水システムが3系等に分かれる構造になっている（図 3.2.4.8-1 参照）。他方で、送水ポンプ施設は新規浄水場に設置される。それぞれ標高が異なるこれら3系統の配水池・高架水槽の水位を適正に保つためには、これらの水位をチェックしながら、流量調整バルブの開閉や新規浄水場の送水ポンプの運転・停止を適時適切に行わなければならない。すなわち、配水池と2つの高架水槽の水位を見つつ、3系統に必要な水量を適正に配分するための送水ポンプ・流量調整バルブの組み合わせ操作、ならびに水位データ等の蓄積・保管・活用を適正に行うための技術が新たに必要になる。

送水ポンプや流量調整バルブ等の個々の機器の操作については、コントラクターの引渡し時に説明がなされるが、送配水システムとして流量調整バルブと送水ポンプの組み合わせの操作・記録管理については、これまで行われなかった特別な技術が必要となる。そこで、配水量管理と必要なデータの定型書式を用いた蓄積・保管・活用についてはソフトコンポーネントで指導を行う。

#### 3-2-4-9 実施工程

本プロジェクトの実施工程は、工事内容・工期の関係から、複数年度案件として実施計画を策定した。最初の年度に実施設計を行い、翌年度から工事（施工・調達）を実施するものとする。工期は、実施設計が 5.0 ヶ月、入札契約期間が 3.5 ヶ月、施工・調達が 26 ヶ月となっている。

実施工程は、**図 3.2.4.9-1** に示すとおりである。

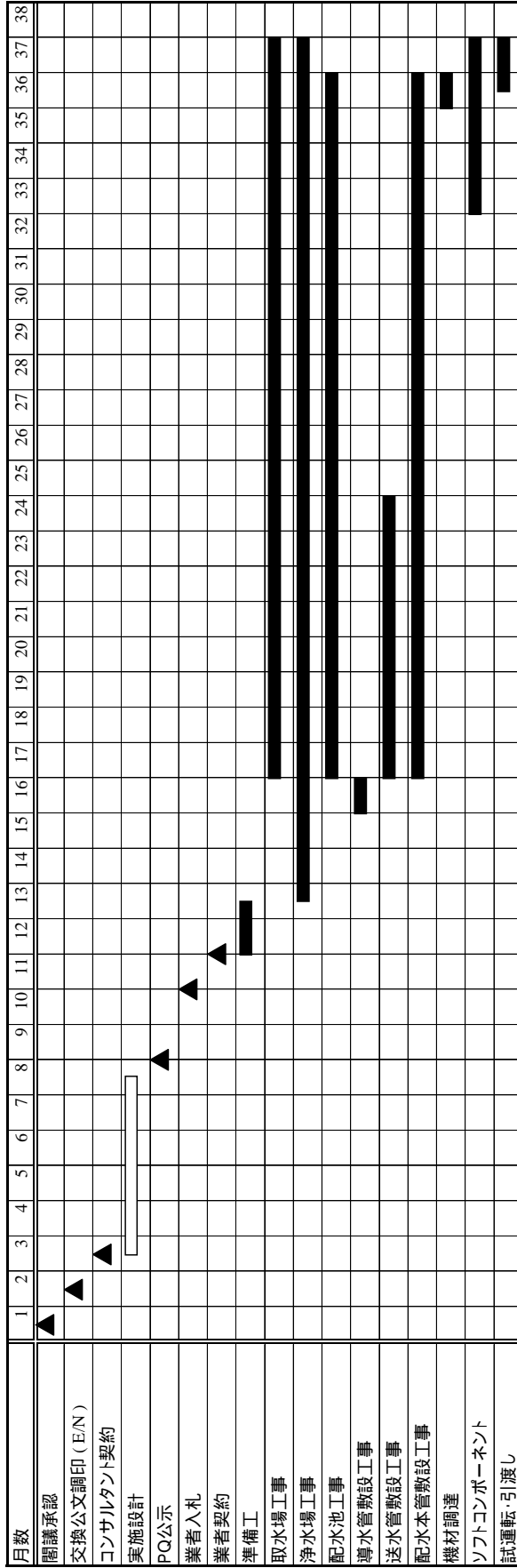


図 3.2.4.9-1 実施工程計画

### 3-3 相手国側分担事業の概要

#### 3-3-1 用地取得

本事業の構成要素は、取水施設、浄水場、導・送・配水管、配水池から成る。各施設用地は NPKM の所有地または使用権を獲得済みの公用地であり、住民移転は過去に発生しておらず、今後も発生しない。導・送・配水管は全て公道を利用して埋設する計画であり、全てのコンポーネントに関して住民移転の問題は無い。

##### (1) 取水ポンプ施設用地

NPKM 所有の既設の取水ポンプ施設用地は、過去の用地取得時に将来的に 2,500m<sup>2</sup>/日程度の浄水場建設を想定に入れていたため、敷地に余裕があり、新たな取水ポンプ施設の増設用地として適している。用地は柵で囲われており、NPKM の常駐職員により管理されている。周辺環境として、陸側に数件の民家が見られるが、河岸においては上下流ともに家屋等の構造物は見られない。



出典：JICA 調査団撮影

写真 3.3.1-1 取水ポンプ施設用地

##### (2) 浄水場用地

浄水場用地は、タケク郡の中心から離れた NPKM 所有の更地であり、周囲は宅地等が散在している。当用地は新浄水場建設予定地として確保されているが、建設計画が具体化するまでの間、地元の建設会社は無償で貸し出されていたため、現在は建設資材が散見される。



出典：JICA 調査団撮影

写真 3.3.1-2 浄水場用地

当プロジェクト開始に伴い、NPKM は当該会社に通達し、当地は現在明け渡し中である。

### (3) 管路用地

導・送・配水管用地は、全て既設道路を使用予定である。用地の多くは写真（左）のような2車線道路であるが、限定的に写真（右）のような1車線道路がある。なお、1車線道路に関しては迂回路となる道路が存在する。



出典：JICA 調査団撮影

写真 3.3.1-3 導・送・配水管用地（道路）

### (4) 配水池用地

新規配水池は高架水槽を予定している。用地は、現在空き地である公用地を利用する計画であり、NPKM はすでに使用許可を取得済みである。当用地は、タケク郡の中心から離れた場所にあり、周囲は宅地が散在している。



出典：JICA 調査団撮影

写真 3.3.1-4 配水池用地

## 3-3-2 既存の取水・浄水施設の廃棄

既存の取水施設や浄水場は、ラオス国政府の資産であり、また以下のような用途も考慮して、ラオス国側の責任により確実に廃棄することで、相手国側との同意を得た。

- ・取水ポンプ等は、取外して他地区での利用も可能である。
- ・フローティング（バージ）部分の構造物は解体して建設材料としての再利用が可能である。



- ・既存浄水場は、解体して鉄などは売却することも可能である。

### 3-3-3 新規取水場及び浄水場への電力引込みと電話線の引込み

新規の取水場および浄水場用地内に設置する変電設備までは、無償資金協力に含まれ、当該変電設備までの電力引き込みをラオス国側に依頼した。NPKM は、日本側の依頼を受け、ラオス電力会社（EDL）と協議を行っている。

### 3-3-4 導水管ルート及び送・配水管ルートの占有許可の取得

送配水管は、全ての路線において公道沿いの公用地下に埋設することを想定している。よって、民用地買収などの問題は無いが、公共事業省による国道 13 号線の将来拡幅工事などの計画もあるため、調整が必要となる。

上記拡幅工事等も考慮した送配水管の占有位置について、カムアン県公共事業省と 2012 年 5 月 22 日にミニッツを交わし合意している。

### 3-3-5 配水本管の整備

給水エリア拡張のため、本邦無償資金協力にて、約 40km の配水本管（口径 100～350mm）布設が計画されている。その後、国道 13 号線沿いのルート WSP2-3、WSP2-4（口径 100～150mm）と中心部から東へ向かうルート WSP6-1、WSP6-2（口径 100～150mm）については、ラオス国側の負担により配水本管を延長する。先方負担による配水本管の位置図を図 3.5-1 に示す。

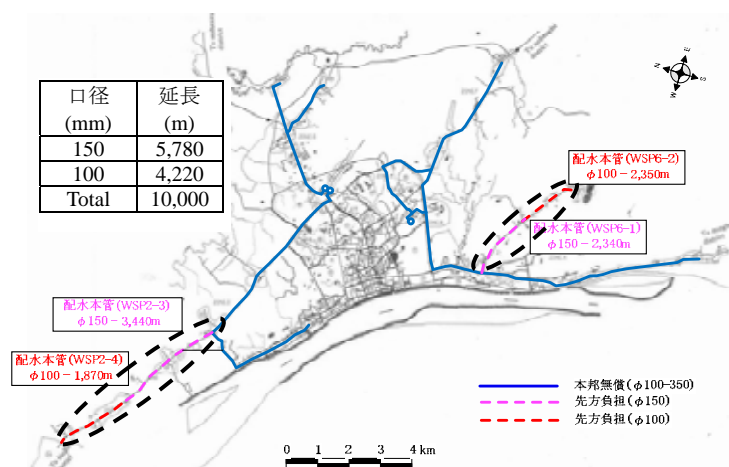


図 3.5-1 先方政府による配水本管布設

### 3-3-6 配水支管の整備

#### 1) 既設配水管網の延長による配水支管整備

配水本管の整備以外に 100mm 未満の配水管（配水支管）については、先方負担により整備する。既設の配水管網に係り最低限必要となる配水支管の整備は図 3.3.6-1 及び図 3.3.6-2 の通りであり、口径別の布設延長は右表の通りである。

口径(mm)	延長(m)
80	220
65	710
Total	930

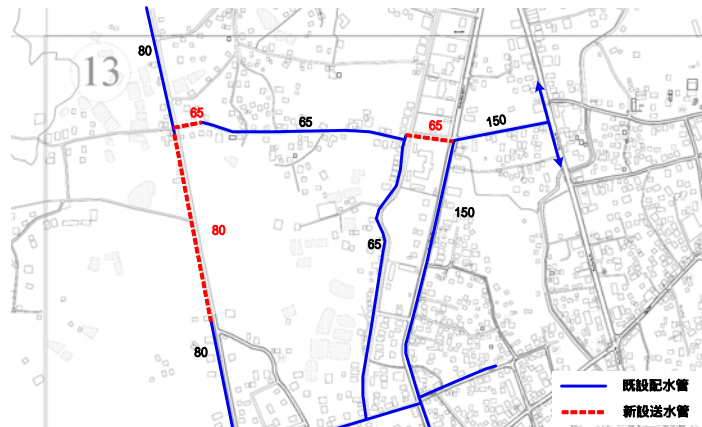


図 3.3.6-1 先方負担による配水支管布設ルート（その 1）

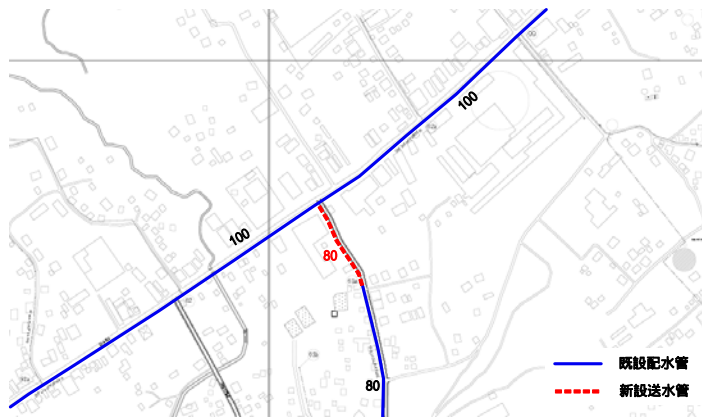


図 3.3.6-2 先方負担による配水支管布設ルート（その 2）

## 2) 新規配水本管から分岐する配水支管整備

新規に布設される配水本管から分岐する口径 80mm 以下の配水支管について、NPKM より入手した CAD データ等をもとに拡張村落(21 村落)において配管計画を検討した。図 3.3.6-3 に拡張村落の位置図を示す。



図 3.3.6-3 拡張村落

これらの拡張村落内における口径 25～80mm の配水支管についても NPKM で布設する。布設位置については、配水本管と同様に道路沿いに布設することを基本とする。先方負担による配水支管の配管計画の一例を図 3.3.6-4 に示す。

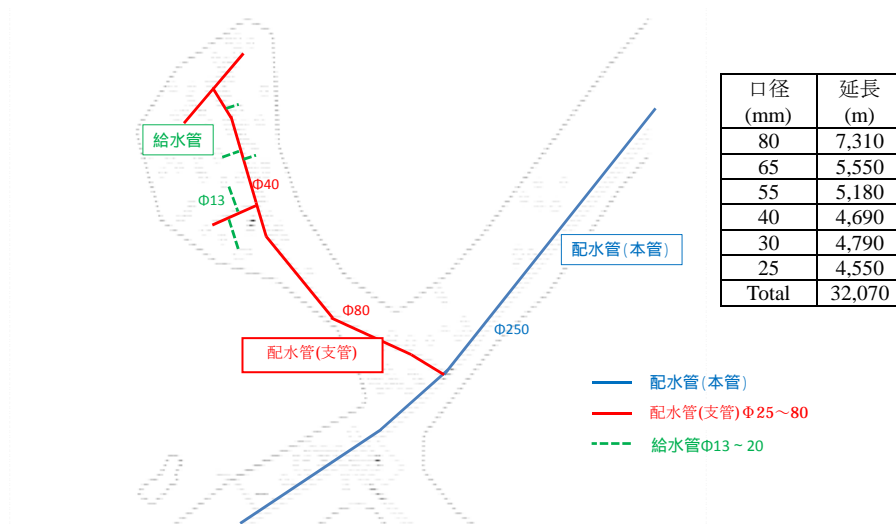


図 3.3.6-4 先方政府による配水支管布設の一例

### 3-3-7 各戸給水管接続と水道メータの調達と設置

#### 給水施設の整備（住民負担分）

配水支管から先の給水管等については、図 3.3.7-1 に示すように水道メータ、給水栓、給水管を含めた給水施設は NPKM の給水課（給水管接続チーム）により設置される。給水管の口径 13 mm または 20 mm を用いられており、水道メータとともに住民負担となる。

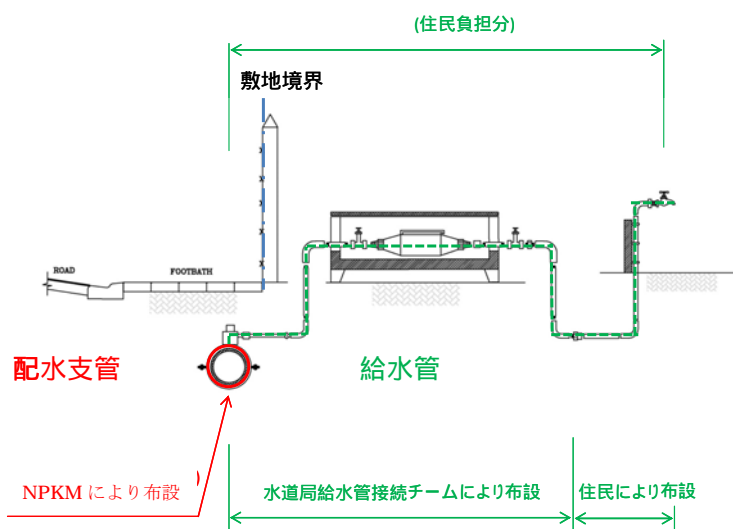


図 3.3.7-1 各戸給水管接続図

2020 年までの新規給水栓接続数は、約 3,800 件と推測されている。

本プロジェクトによる給水量拡張に伴い、これら新規接続申請者への各戸給水管接続と水道メータの調達・設置を行わなければならない。この作業は、新規接続希望者の費用負担で、NPKM 給水課の技術者により、各戸の近くまで枝管が布設されたタイミングで行われる。給水管布設・メータ設置の工事は本体工事の完了 2,3 ヶ月前から開始されることとなる。

表 3.3.7-1 は、3,800 件の新規接続を 2020 年までに滞りなく完了させるための工程案を示している。

表 3.3.7-1 各戸給水管接続及び水道メータ調達・設置スケジュール案

期間(年/月)	2015/7-12	2016	2017	2018	2019	2020	合計
設置数(件)	345	691	691	691	691	691	3,800

出典：JPST

### 3-3-8 その他

#### (1) 機材調達について

要請内容に含まれていた、下記の機材については、先方負担で調達することとする。

- ・水道メータ（口径 13 mm）：3,800 個（要請は 2,000 個であったが、調査の結果 3,800 個が必要）

### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本プロジェクトの水道施設完成後のタケク郡での維持管理項目を、表 3.4-1 に示す。

表 3.4-1 維持管理計画

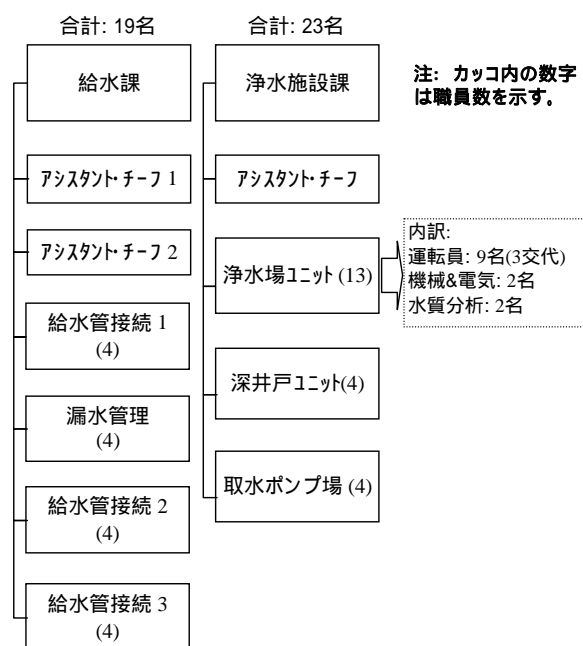
施設名及び機器名	毎日業務	毎週業務	毎月業務	毎年業務
<b>取水施設</b>				
取水塔施設				
メコン河水位の確認および記録	●			
取水ゲートの検査	●			
他施設の状態確認	●			
週報の提出準備		●		
メコン河の水位上昇、低下の確認			●	
河川水位計と目視による水位の比較			●	
天井クレーンの動作確認			●	
取水ポンプ施設				
取水塔内水位確認	●			
取水ゲートの観察	●			
機器の状態検査	●			
週報の提出準備		●		
塔内清掃		●		
ゲートハンドルのグリス点検			●	
金属ヒンジ部のグリス点検			●	
塔内ごみ等観察および排泥作業			●	
スペアパーツ、修理部品の確認および注文				●
取水導水管施設				
流量計のチェック	●			
流量制御弁のチェック	●			
導水管の状態検査	●			
<b>浄水処理施設</b>				
着水井設備				
薬品注入管路のチェック	●			
緩速攪拌設備				
フロック生成状態の検査	●			
運転水位および越流水深のチェック	●			
可動越流堰の水深検査	●			
排泥弁および開閉台の検査	●			
槽内水面スカムの清掃		●		
週報の提出準備		●		
槽内沈殿物の移動			●	
プラント施設の検査			●	
月報の提出準備			●	

施設名及び機器名	毎日業務	毎週業務	毎月業務	毎年業務
スペアパーツ、修理部品の確認および注文				●
薬品沈殿設備				
ブロック生成の検査	●			
沈殿池水位のチェック	●			
沈殿スラッジの堆積量検査	●			
排泥弁、開閉台の検査	●			
沈殿地水面スカムの清掃		●		
週報の提出準備		●		
沈殿汚泥の排泥および清掃作業			●	
プラント施設の検査			●	
月報の提出準備			●	
開閉台等のグリスアップ				●
スペアパーツ、修理部品の確認および注文				●
薬品沈殿池排泥設備				
槽内汚泥量の確認	●			
機械・電気設備のチェック	●			
沈殿汚泥槽設備				
槽内汚泥量の確認	●			
機械・電気設備のチェック	●			
ろ過池設備				
電源供給の確認	●			
機械・電気・計装設備のチェック	●			
沈殿池上澄水状態の確認	●			
ろ過池洗浄作業	●			
ろ過池運転作業	●			
週報の提出準備		●		
ろ過砂の検査			●	
配管・バルブの検査			●	
月報の提出準備			●	
電動機・回転機器のオイル・グリスアップ				●
ろ過洗浄排水槽設備				
槽内水位の確認	●			
水位計の検査	●			
機械・電気設備のチェック	●			
送水ポンプ設備				
流量制御装置の確認	●			
機械・電気・計装設備のチェック	●			
配管・バルブの検査	●			
送水流量の確認(2系統)	●			
週報の提出準備		●		
配管・バルブの検査			●	
月報の提出準備			●	
電動機・回転機器のオイル・グリスアップ				●
スペアパーツ、修理部品の確認および注文				●
配水施設				
浄水池設備(1500 m <sup>3</sup> )				
槽内水位検査(水位計)	●			
槽内水質検査	●			
流入・流出排水弁の確認	●			
金属製品の状態検査	●			
機械・計装設備の検査	●			
週報の提出準備		●		
コンクリート構造物・配管・バルブ等の検査			●	
水位計水位と実測水位の比較			●	

施設名及び機器名	毎日業務	毎週業務	毎月業務	毎年業務
月報の提出準備			●	
弁開閉台のオイル・グリスアップ				●
スペアパーツ、修理部品の確認および注文				●
既存配水池(1,650 m <sup>3</sup> )				
槽内水位検査 (機械水位計)	●			
槽内水質検査	●			
流入・流出排水弁の確認	●			
機械式水位計のチェック	●			
週報の提出準備		●		
コンクリート構造物・配管・バルブ等の検査			●	
月報の提出準備			●	
スペアパーツ、修理部品の確認および注文				●
高架水槽設備(700 m <sup>3</sup> )				
槽内水位検査 (機械水位計)	●			
槽内水質検査	●			
流入・流出排水弁・配管の確認	●			
機械式水位計のチェック	●			
週報の提出準備		●		
鋼製構造物・配管・バルブ等の検査			●	
月報の提出準備			●	
スペアパーツ、修理部品の確認および注文				●
高架水槽(500 m <sup>3</sup> )				
槽内水位検査 (機械水位計)	●			
槽内水質検査	●			
流入・流出排水弁・配管の確認	●			
機械式水位計のチェック	●			
週報の提出準備		●		
鋼製構造物・配管・バルブ等の検査			●	
月報の提出準備			●	
スペアパーツ、修理部品の確認および注文				●

出典：JPST

表 3.4-1 の維持管理項目に基づき、提案された運営・維持管理体制を図 3.4-1 に示す。



出典: JPST

図 3.4-1 本プロジェクトの施設完成後の運営・維持管理体制

なお、給水課と浄水施設課の NPKM における位置は、現状から変更されない。給水課では、給水管接続 3 の部署が新設され、4 名が配置される。彼らが新規給水管布設と新たな送配水管網（約 60 km）を含む全送配水管網の修理を給水管接続 1 および 2 の部署とともに担当する。浄水施設課では、浄水場ユニットが現在の 6 名から、既設よりも大規模な浄水場の新設に伴い 13 名に増員される。その内訳は図 3.4-1 に示すとおりである。なお、「2-1-3 技術水準」に記載した通り、現在の 2 つの課の職員のうち 7 名はセーバンファイ地区に移動の予定であり、移動者分も補充される必要がある。

なお、人員増を最小限にするため、新取水施設の管理は、現在の取水ポンプ場（4 名）がそのまま移行して行い、高架水槽の維持管理は常駐ではなく、給水課の職員が見回りで行うこととする。

上述以外に増員が必要なのは、メータ検針・請求・徴収職員が所属する営業課である。2020 年に 3,800 件の顧客が現在よりも増加するが、現在、メータ検針員 1 名当り 800 件の顧客を担当している。そこで、メータ検針員は、2020 年時点で、現在より 5 名増員される必要がある。ただし、メータ検針員の追加は、顧客数の増加に伴い、2020 年まで段階的に行われる。

NPKM 全体では、本プロジェクトの施設完成直後には 11 名の増員（給水課 4 名、浄水施設課 7 名）、2020 年にはメータ検針員の 5 名を合わせて、16 名の増員となる。これは、NPKM 全体の給水量が約 2 倍に増加し、顧客数が 7,315 件から 3,800 件、すなわち 52%増加する一方で、NPKM 全体の職員数が、97 名（2012 年）から 113 名（2020 年）に 17%増加すると



いうことであり、必要最低限の適正な増員であると考えられる。

プロジェクト実施後（2020年以降）のタケク郡上水道施設のO&M費用を予想したところ、表3.4-2のように推定された。

表 3.4-2 タケク郡上水道施設の年間 O&M 費用（2020 年以降）

（単位：百万 Kip）

No.	費目	2020 年
1	電気代	2,071.23
2	薬品代	908.89
3	人件費	592.20
4	燃料代	88.48
5	その他*1	5.40
6	維持管理費*2	154.17
7	減価償却費*3	2,040.00
8	合計	5,860.37

注：\*1；2011年度実績の1.5倍で算出、\*2；2011年度実績の2倍で算出、

\*3；NPKMにより更新される機械設備のみの減価償却費推定値で、更新設備以外は見込んでいない。

なお、表3.4-2の減価償却費は、機械設備に対するものであり、NPKMに蓄積され更新時期に費用として当てられる。

2020年のタケク郡の給水量は水需要予測によると11,400 m<sup>3</sup>/日であるため、単位給水量当りのO&M費用は1,408 Kip/m<sup>3</sup>である。これをタケク郡の平均水道料金収入（3,118 Kip/m<sup>3</sup>）と比較すると、タケク郡のO&M費用は料金収入で十分に回収できることがわかる。ただし、現在NPKM全体としては、上記O&M費以外にもNPKM本部にかかる費用があり、さらに採算の取れないカムアン県内の地方水道の赤字の補填も行っている。表3.4-3は、NPKM全体の将来収支予想を示している。なお、タケク郡以外の地域については将来予想が困難なため、現状の収支金額がそのまま継続されるものと仮定して予測している。NPKM全体としては、操業開始当初は赤字が発生するものの、それ以降は黒字が続くと予想され、タケク郡以外の収支が現在より悪化しない限り、財務面でのプロジェクトの持続性には問題がないものと考えられる。

表 3.4-3 プロジェクト実施後の NPKM 収支予測

（単位：百万 Kip）

No	項目	2015 年	2018 年	2020 年	2023 年	2025 年
<b>1</b>	<b>カムアン県水道公社全体収入</b>	<b>10,092</b>	<b>12,775</b>	<b>13,954</b>	<b>13,954</b>	<b>13,954</b>
1.1	タケク郡収入	9,111	11,795	12,974	12,974	12,974
1.2	タケク郡外収入	980	980	980	980	980
<b>2</b>	<b>カムアン県水道公社全体支出</b>	<b>10,658</b>	<b>11,616</b>	<b>12,255</b>	<b>12,255</b>	<b>12,255</b>
2.1	タケク郡 O&M 費用	4,263	5,221	5,860	5,860	5,860
2.2	タケク郡外総費用	6,395	6,395	6,395	6,395	6,395

<b>3</b>	<b>カムアン県水道公社全体収支</b>	<b>-566</b>	<b>1,159</b>	<b>1,699</b>	<b>1,699</b>	<b>1,699</b>
3.1	タケク郡収支	4,848	6,574	7,114	7,114	7,114
3.2	タケク郡外収支	-5,414	-5,414	-5,414	-5,414	-5,414

出典：調査団作成

### 3-5 プロジェクトの概略事業費

#### 3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本プロジェクトを日本の無償資金協力により実施する場合の概略事業費は、以下のように総額 17.44 億円（日本側 16.12 億円、ラオス国側 1.32 億円）となる。

#### (1) 日本側負担分

概算事業費合計： 約 16.12 億円

表 3.5.1-1 本プロジェクトの概算事業費内訳

費 目		概算事業費（百万円）
施設	取水施設	・ 取水場の新設（取水井、取水ポンプ設備、管理室他） 213
	浄水施設	・ 浄水場の新設（着水井、混和池、フロック形成池、沈殿池、急速ろ過池、薬品注入設備、浄水池、送水ポンプ室、管理棟他） 530
	導・送・配水施設	・ 高架水槽の新設（2ヶ所） ・ 既存配水池の改良 ・ 導水管の布設 ・ 送水管の布設 ・ 配水管の布設 706
機材	水質試験機器	2
実施設計・施工監理		151
ソフトコンポーネント		10
合計		1,612

注) 上記概算事業費は即交換公文上の供与限度額を示すものではない。

#### (2) ラオス国側負担分

概算事業費合計： 約 1.32 億円

表 3.5.1-2 新規取水場と浄水場への電気引き込み費用

	容量	概算費用（百万円）
Chomkeo 取水場	150 kVA	0.5
Chomkeo 浄水場	500 kVA	1.0
合計		1.5

\*概算費用は、NPKM より入手した EDL からの見積もりより。

表 3.5.1-3 配水本管建設費用

	口径(mm)	延長(km)	概算費用 (百万円)
先方負担による配水本管整備	150	5.78	13.4
	100	4.22	8.4
合計		10.00	21.8

\*概算費用は、先方政府の委託のもと直接ローカル業者が請負うことを前提としており、無償資金協力に含める場合は、（本邦業者が請負うため）同等額ではない。

表 3.5.1-4 配水支管建設費用

	口径(mm)	延長(km)	概算費用 (百万円)
既設配水管網の延長による配水支管整備	80	0.22	0.4
	65	0.71	1.2
新規配水本管から分岐する配水支管整備	80	7.31	13.5
	65	5.55	9.3
	55	5.18	7.3
	40	4.69	5.9
	30	4.79	5.3
合計		33.00	46.8

\*概算費用は、先方政府の委託のもと直接ローカル業者が請負うことを前提としており、無償資金協力に含める場合は、（本邦業者が請負うため）同等額ではない。

表 3.5.1-5 給水管接続費用(水道メータ含まない) (住民負担)

	給水戸数	概算費用 (百万円)
給水施設整備	3,800	43.0

\*概算費用は、NPKM より入手した給水管接続費の見積もりより算出。

表 3.5.1-6 水道メータの調達費用 (住民負担)

	数量	概算費用 (百万円)
水道メータ	3,800 個	7.0

表 3.5.1-7 既存施設の廃棄 (撤去) 費用

	内容	概算費用 (百万円)
既存 KM4 浄水場	2,500 m <sup>3</sup> /日、鋼製及び RC	11.7
既存取水ポンプ場	陸上ポンプ 4 台、水中ポンプ 2 台、バージ	0.3
合計		12.0

### (3) 積算条件

- 1) 積算時点： 平成 24 年 6 月
- 2) 為替交換レート： US\$1= 80.52 円
- 3) 施工期間： 複数年度案件として実施する  
 実施設計期間 5.0 ヶ月  
 入札契約期間 3.5 ヶ月  
 施工調達期間 26.0 ヶ月
- 4) その他： 日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施される

### 3-5-2 運営・維持管理費

プロジェクト実施後（2020 年以降）のタケク郡上水道施設の年間 O&M 費用を予想したところ、表 3.5.2-1 のように推定された。表 3.5.2-2 は、年間 O&M 費用の内訳を示している。

表 3.5.2-1 タケク郡上水道施設の年間 O&M 費用（2020 年以降）

(単位：百万 Kip)

No.	費目	2020 年
1	電気代	2,071.23
2	薬品代	908.89
3	人件費	592.20
4	燃料代	88.48
5	その他 <sup>*1</sup>	5.40
6	維持管理費 <sup>*2</sup>	154.17
7	減価償却費 <sup>*3</sup>	2,040.00
8	合計(年額)	5,860.37

注：\*1；2011 年度実績の 1.5 倍で算出、\*2；2011 年度実績の 2 倍で算出、

\*3；NPKM により更新される機械設備のみの減価償却費推定値で、更新設備以外は見込んでいない。機械設備の調達・設置費用は、3 億円で 15 年償却で算出。

表 3.5.2-2 タケク郡上水道施設の年間 O&M 費用内訳

(単位：百万 Kip)

	Intake Pump	Transmission Pump	WTP	Deep Well pumps	Total (Million Kip/year)
電気代 (Year 2020)	391.497	1,395.555	23.510	260.670	2,071.232

	WTP	Deep Well Pumps	Total (Million Kip/year)
薬品代 (Year 2020)	908.887	29.7	938.587

	Year	Unit cost (Kip/month)	No. of staff	Personnal cost (Million Kip/year)
人件費	Year 2015	1,050,000	42	529.200
	Year 2020	1,050,000	47	592.200

	Existing Fuel Cost in 2011	Additional monthly cost (Million Kip)	No. of month	Total (Million Kip/year)
燃料代 (Year 2020)	68.24	1.687	12	88.48

## 第4章 プロジェクトの評価

### 4-1 事業実施のための前提条件

事業実施のための前提条件、相手国側による負担項目等については、3-3 に詳述した通りであるが、主な項目としては以下が挙げられる。

#### 用地取得

本事業の構成要素は、取水施設、浄水場、導・送・配水管、配水池から成る。各施設用地は NPKM の所有地または使用権を獲得済みの公用地であり、住民移転は過去に発生しておらず、今後も発生しない。導・送・配水管は全て公道を利用して埋設する計画であり、全てのコンポーネントに関して住民移転の問題は無い。よって事業実施のための必要となる用地はすでに取得されている。

#### 既存の取水・浄水施設の廃棄

既存の取水施設や浄水場は、ラオス国政府の資産であり、ラオス国側の責任により確実に廃棄される。

#### 新規取水場及び浄水場への電力引込みと電話線の引込み

新規の取水施設および浄水場用地内に設置する変電設備までは、無償資金協力に含まれ、当該変電設備までの電力引き込みはラオス国側により実施される。

#### 導水管ルート及び送・配水管ルートの占有許可の取得

導水管および送・配水管は、全ての路線において公道沿いの公用地下に埋設することを想定している。よって、民用地買収などの問題は無いが、公共事業省による国道 13 号線の将来拡張工事などの計画もあるため、調整が必要となる。

### 4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

#### 配水本管および支管の布設

本プロジェクトの目標はタケク郡都市部における給水普及率を 2020 年までに 80% を達成することである。そのための上水供給施設として、浄水場の新設、送・配水管が無償資金協力により整備されるが、一部の配水本管（約 10 km）はラオス国側により布設される必要がある。

さらに、給水管を分岐するための、配水支管（約 33 km）についても、ラオス国側により布設される必要がある。

### 給水管の布設

上記配水本管、配水支管の整備に伴い、ラオス国側により新規給水管（各戸給水栓）（2020年までに約3,800栓）が布設されることにより、都市部における給水普及率80%が達成される。

### NPKMの職員数の増員

NPKMにおいて、本プロジェクトの施設完成直後には11名の増員（給水課4名、浄水施設課7名）、2020年にはメータ検針員の5名を合わせて、16名の増員となる。これは、NPKM全体の給水量が約2倍に増加し、顧客数が7,315件から3,800件、すなわち52%増加する一方で、NPKM全体の職員数が、97名（2012年）から113名（2020年）に17%増加するということであり、必要最低限の適正な増員であると考えられる。

## **4-3 外部条件**

プロジェクト効果を発現、持続するための外部条件として以下が挙げられる。

- 大規模な天候不順や自然災害が発生しないこと
- 社会・経済状況が著しく悪化しないこと

## **4-4 プロジェクトの評価**

### **4-4-1 妥当性**

#### プロジェクトの裨益対象

本事業実施によりタケク郡における上水道システムが整備される。給水普及率（タケク郡都市部）は2010年に50%であったものが2020年に80%まで上昇する。増加する裨益人口は約25,000人である。総給水人口は50,000人となる。

#### プロジェクトの緊急性

既存の浄水場はすでに大幅な過負荷運転を強いられており、浄水水質も悪化している。さらに、浄水場の鋼構造部分は腐食等により老朽化が激しく、修理のための運転停止も発生している。現在の都市部の水道普及率は約50%であり、緊急に上水道施設整備を実施する必要がある。

#### プロジェクトの上位計画との整合性

ラオス国政府は2020年における都市部での水道普及率80%達成を目標としており、本事業はタケク郡都市部において、その実現を図るものである。

#### 我が国の援助政策との整合性

上水道施設整備事業は、社会インフラ整備事業であり、これはラオス国に対する援助の重点

分野と位置付けられていることから、我が国の援助政策と整合している。

#### 4-4-2 有効性

本プロジェクトの実施により、期待されるアウトプットは以下の通りである。

##### (1) 定量的効果

新規浄水場（15,000m<sup>3</sup>/日）建設および送配水施設整備により、下表のとおり給水人口、給水率が増加する。

表 4.4.2-1 定量的効果

No.	指標	基準値(2010年)	目標値(2020年) 供用開始後5年
1	給水人口 (人)	25,029	49,880
2	都市部給水率 (%)	50	80
3	日平均給水量 (m <sup>3</sup> /日)	7,151	14,250
4	日最大給水量 (m <sup>3</sup> /日)	8,600	17,000
5	平均施設利用率 (%)	110	83
6	最大施設利用率 (%)	132	100

##### (2) 定性的効果

定性的効果は以下の通りである。

- ① 乾期の地下水位低下及び既存浄水場老朽化およびその修理のための運転停止による、給水能力の低下が改善され、住民に年間を通して 24 時間安定した給水が可能となり、住民の不安が解消される。
- ② 給水率が都市部で 80%を達成し、住民の安全な水へのアクセス率が増加することにより、住民の公衆衛生環境が改善され、水因性疾患数が減少する。
- ③ 老朽化した浄水場を過負荷状態で運転していたことにより、浄水水質が懸念されていたが、適切な浄水システムを備えた新規浄水場の建設により、安全で衛生的な水道水を給水することができる。