

ラオス人民民主共和国  
公共事業運輸省水道局  
ルアンパバーン県公共事業運輸局  
ルアンパバーン県水道公社

ラオス国  
ルアンパバーン市上水道拡張計画

準備調査報告書  
(先行公開版)

平成31年1月  
(2019年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 日水コン  
有限会社 エクシディア

環境
JR(P)
19-003



通貨換算率（積算時点 2018 年 6 月）

US \$ 1.00 = JPY 108.75

LAK1.00 = JPY 0.0132



## 要 約

### 1. 国の概要

ラオス人民民主共和国（以下、ラオス国とする）は、237,000 km<sup>2</sup>の国土を持つ、中国、ベトナム、ミャンマー、タイ、カンボジアと国境を有する内陸国である。人口は、2013年に650万人、2017年で690万人であり、近年の人口増加率は年間1.3～1.5%である。

ラオス国の北部に位置するルアンパバーン県（16,875km<sup>2</sup>）の人口は約43万人で、ルアンパバーン市の人口は県内で最も多く県全体の約21%の人口（約9万人）が集まっている。

ラオス国の気象は、熱帯モンスーン気候に属し、一年は大きく雨季（5～9月）と乾季（10～4月）に分けられる。特に、3～5月は酷暑となり、日中の気温が35～40℃になる。ラオス国の年間降水量は1,834mm<sup>1</sup>である。

ラオス国の2017年における一人当たり名目GDPは2,542ドルで、直近の10年では6～8%台の成長率である<sup>2</sup>。産業別内訳GDP比では、農業が16.2%、工業が30.9%、サービス業が41.5%である<sup>3</sup>。

鉱業や製造業、サービス業などの継続的な成長に支えられ、2017年の経済成長率は6.89%であった。投資分野では中国及びベトナム企業の進出が顕著である。

2017年の輸出は約49億米ドル、輸入が約48億ドル（ラオス商工業省）である。主な輸出品は、銅製品や電力で、主な輸入品は、電気機器、機械類、燃料等である。貿易相手国としては、輸出、輸入ともタイがトップであるが、近年、対中貿易量の増加が顕著である。

### 2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

ラオス国では、第8次国家社会経済開発五カ年計画（NSEDP）（2016年）により2020年までに全国各都市の中心部の水道普及率を90%にすること、また公共事業運輸省（MPWT: Ministry of Public Works and Transport）「上下水道セクター開発計画」（2016年）では、2020年、2025年、2030年の全国各都市の中心部の水道普及率の目標をそれぞれ80、85、90%とすることが掲げられている。

本プロジェクトの対象地域の既存給水区域では、2017年時点で水道普及率が95.3%となっており既に目標を達成している。また、本プロジェクトで給水区域の拡張を予定している区域を含め、2017年時点で90.2%となっており、目標を達成している。しかし、ルアンパバーン県全体で見ると、「ルアンパバーン県第7次社会経済開発五カ年計画」では2020年までに全ての郡に水道システムを整備するとあるが、現状で水道が整備されているのが12郡中6郡で、2郡が新たに整備中、残り4郡は未整備の状況である。また、90%を超える水道普及率ではあるが、JICAによる技術協力プロジェクトである「水道公社事業管理能力向上プロジェクト（2012～2017年）：通称MaWaSUプロジェクト」で作成した水道事業計画作成ガイドラインでの「安全で清潔な水道を安定的かつ持続的に提供する」という観点からは、ナムカン浄水場の沈澱池の能力不足による浄水水質の濁度問題、配水池及び配水管路の老朽化による漏水や給水水圧不足というような課題を抱えており、安全な水を適切な水圧で給水を行えていない状況である。

上記のとおりルアンパバーン市では水道普及率は高いものの、浄水場の機能改善及び給水区域

<sup>1</sup> The World Bank Group, Climate Change Knowledge Portal, Average rainfall from 1991-2015

<sup>2</sup> JETRO、基礎的経済指標（2018年7月）

<sup>3</sup> JICA、国別主要指標一覧（2018年11月版）

における配水管の更新・拡張を行うことにより世界遺産地区を有するルアンパバーン市の水供給サービスの改善が急務となっている。

上記の背景のもと、ラオス国政府は日本に対して2018年8月に同市の水道施設改善及び給水区域の拡張、世界遺産地区の防火機能向上を目的とした無償資金協力事業の要請を行った。要請内容は以下に示すとおりである。

区分		要請内容
施設	ナムカン浄水場	既存浄水施設の改良 取水ポンプ、送水ポンプ 一式 排水処理施設
	プーブン浄水場	浄水場設備及び水道メーターの硬度対策
	送配水施設	配水池 1,500m <sup>3</sup> 、流量計 5箇所
	送配水管網更新	19.8km
	消火栓	120基
	配水管網拡張	13.25km
	モニタリングシステム	モニタリングシステム 一式
ソフトコンポーネント		ルアンパバーン県水道公社の関係職員への流量管理の指導 防火訓練及び消火栓を用いた消火活動の指導

独立行政法人国際協力機構（JICA：Japan International Corporation Agency）は、無償資金協力事業を検討するために協力準備調査を実施することを決定した。協力準備調査では、概略事業費を積算するために、無償資金協力として適切な事業規模及び内容の妥当性を検討し、概略設計を行った。

### 3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容（概略設計、施設計画・機材計画の概略）

#### 3.1 調査結果概要

JICAは、以下の期間に協力準備調査団をラオス国に派遣した。

インセプションレポート説明・現地調査：2018年4月22日～7月3日

準備調査報告書（案）説明・現地調査：2018年11月25日～12月1日

同調査団は対象地域であるルアンパバーン市において、概略設計に必要なデータ収集、既存水道施設の現況調査、測量調査、土質調査、地下埋設物調査（ナムカン浄水場）、水質調査、水圧調査、及び社会条件調査等を実施した。

調査結果及び国内作業を基に作成した概略設計案について現地説明及び協議を行い、概略設計の内容及び両国の負担事項について合意を得た。

プロジェクトの主なコンポーネントは、ナムカン浄水場の改良、配水池の新設、送配水管路の更新、拡張区域における配水管整備、消火栓の整備、モニタリングシステムの導入及びソフトコンポーネントの実施である。なお、プーブン浄水場については、硬度対策は実施せず、これまでどおり水道メーターの維持管理を継続することで合意した。

### 3.2 プロジェクトの内容

#### 3.2.1 水道施設建設

施設建設計画は以下のとおりである。

項目		内容	
施設	配水管	延長約 60.2km 新設配水池～ : 約 1.6km (OD400) 老朽管更新 : 約 44.3km (OD80～225) 給水区域拡張のための配水管 : 約 14.3km (OD80～225) 消火栓 : 45 基	
	給水管	給水管切替 : 2,400 箇所	
	配水池	新設配水池 容量 : 1,500m <sup>3</sup>	
	送水管	延長約 5.0km プールン浄水場～クアティヌン配水池 : 約 3.4km (OD225) 既設送水管～新設配水池 : 約 1.6km (OD400)	
	ナムカン 浄水場	取水施設	・ 取水ポンプ (6 台 : 大 3 台 (2 台常用、1 台予備)、小 3 台 (2 台常用、1 台予備)) ・ ポンプ廻り配管及び電気設備
		浄水施設	・ 着水井、混和池 ・ フロック形成池及び沈澱池 (6,000m <sup>3</sup> /日) 及び関連施設 ・ 既存施設及び機器の更新
送水施設		・ 送水ポンプ (6,000m <sup>3</sup> /日×2 台 : 1 台予備) ・ ポンプ廻り配管及び電気設備	
排水処理施設		・ 排水・排泥池、ラグーン	
モニタリングシステム		・ 一式 (コンピュータースクリーン、ソフトウェア、データロガー装置、流量計、水位計等)	

#### 3.2.2 調達機材

本プロジェクトで、ナムカン浄水場に新規に排水処理施設を建設する。それに伴い、汚泥搬出に必要となるベルトコンベアを調達する。

品目	詳細	用途	数量
ベルトコンベア	機長 7m、ベルト幅 350mm	汚泥搬出	1

#### 3.2.3 ソフトコンポーネント

本プロジェクトの実施により運転方法が変更になる部分について技術指導を実施する計画としており、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. ナムカン浄水場の水質及び運転管理

- 取水の流量制御方法及びそれに伴う薬品注入率の設定

- 新たに整備される排水処理施設の運転管理

## 2. モニタリングシステムの活用

- 取水、送水、配水量の計測データ整理とそれに基づく水運用方法への活用
- 水位データに基づく水道施設運転管理

## 4. プロジェクトの工期及び概略事業費

工事内容・工期の関係から、複数年度案件として実施工程計画を策定した。最初の年度に詳細設計を行い、翌年度から工事（施工・調達）を実施する工程となっている。工期は、詳細設計が 5.0 ヶ月（契約から入札図書承認まで 7.0 ヶ月）、入札契約期間（事前審査～施工開始まで）が 4.0 ヶ月、施工・調達が 26 ヶ月である。

本プロジェクトの概略事業費は、入札関連情報につき非公開（ラオス国側 4,010 万円）となる（詳細は、「3.5.1 協力対象事業の概略事業費」参照）。

## 5. プロジェクトの評価

### 5.1. 妥当性

#### 5.1.1 プロジェクトの裨益対象

本プロジェクトの実施により、給水区域が拡張され、拡張区域の住民は新規に水道サービスを受けられることになる。目標年次の 2025 年までに想定される拡張区域の新規の水道接続件数は 600 件であり、本プロジェクトはこの新規接続顧客に裨益する。

上記給水拡張区域を含む本プロジェクトの給水対象地域の水道普及率は、2017 年の 90.2%が目標年次の 2025 年には 96.2%に増加し、給水人口は約 59,000 人から約 71,000 人に増加すると想定され、約 12,000 人の給水人口増が見込まれる。本プロジェクトによりナムカン浄水場の改善や老朽管の更新、新設配水池の建設によって、水量の安定化、水質及び水圧の向上により水道サービスが改善されるため、2025 年時点の給水人口 71,000 人が本プロジェクトにより裨益する。

加えてルアンパバーン市の町並みは世界遺産に登録されており、2017 年には約 65 万人の観光客がルアンパバーン市を訪れる。本プロジェクトの実施による水道サービスの向上は、これらの観光客に対する安全で安定した水の供給に寄与する。

さらに、本プロジェクトによる消火栓の設置は、世界遺産地区及びルアンパバーン市の防火機能の向上にも寄与する。

#### 5.1.2 プロジェクトの緊急性

水道普及率は高いものの、ナムカン浄水場の沈澱池の能力不足による浄水濁度、配水池及び配水管路の老朽化による漏水や給水水圧不足等の課題を抱えており、安全な水を安定的に適切な水圧で給水を行えていない状況にある。特に、ナムカン浄水場の浄水濁度と老朽管については下記のとおり、早期に対策が必要な状況にある。

ナムカン浄水場は、12,000m<sup>3</sup>/日の処理能力を有するろ過池が整備されているが、その前段のフロック形成池及び沈澱池は 6,000m<sup>3</sup>/日しか整備されていない。これにより、フロックが沈澱池で十分に沈降できずに、ろ過池に流入し、ラオス国の水質基準である浄水濁度 5NTU を満足できな

いことがあり、安全な水を給水できない場合がある。さらに、原水が高濁度の場合（特に雨季）には、取水量を抑えなければならないことにより生産水量が安定せず、安定的な給水が難しい状況にある。安全な水を安定的に給水するためには、不足しているフロック形成池及び沈澱池を早期に建設し、これら課題を解消する必要がある。

送配水管については布設されてから 50 年近く経った管路もあり、漏水の一因と考えられる。近年、漏水を含む無収水率は顕著な増加傾向を示しており、ここ 5 年間だけで無収水率が 10% も増加している。漏水が多い送配水管を更新することにより、漏水率の低減が期待でき、それとともに給水水圧の向上も期待できる。漏水率及び無収水率は今後も増加することが懸念され、それにより給水水圧の低下を含む給水サービスへの影響が生じるため、それら送配水管の更新が早期に必要な状況にある。

### 5.1.3. プロジェクトの上位計画との整合性

第 8 次国家社会経済開発計画五カ年計画では、全国各都市の中心部について、2020 年までに水道普及率を 90% とするという計画を掲げている。プロジェクトの対象地域であるルアンパバーン市の既存給水区域ではすでに水道普及率が 95.3% となっており開発計画の目標を達成している。しかしながら、水道事業計画作成ガイドラインで掲げられている「全ての利用者に安全性、安定性、持続性のある水道を提供し、健康を促進するだけでなく、利用者の生活環境を改善することである」という観点からは、十分な水道サービスを提供できていない状況にある。その要因として、ナムカン浄水場の沈澱池の能力不足による浄水濁度、配水池の老朽化による安定給水への懸念、送配水管路の老朽化による漏水や給水水圧不足、未普及地域への配水管整備等の課題が挙げられる。従って、本プロジェクト実施による浄水場の機能改善、配水池の新設及び送配水管の更新・拡張は上位計画と整合している。

### 5.1.4. 我が国の援助政策との整合性

我が国の対ラオス人民民主共和国国別援助方針（2012 年）の、重点分野「経済・社会インフラ整備」において、主要都市を中心に都市給水を含むインフラ整備を行うとしている。また、対ラオス人民民主共和国 JICA 国別分析ペーパー（2015 年）の重点分野「経済・社会インフラ整備」において、都市部の既存浄水場の拡張、浄水場や送配水管等の関連設備の整備及び老朽管の更新の必要性が高いと分析しており、本プロジェクトはこれら我が国の方針・分析に整合する。

## 5.2. 有効性

### 5.2.1. 定量的効果

本プロジェクトの実施により下記の定量的効果が期待される。

No.	指標	ベースライン (2017年)	目標値 (2025年)
1	給水人口	58,760 人	70,812 人
2	拡張区域の新規接続件数	-	600 件
3	ナムカン浄水場の浄水濁度 (最大)	12NTU (過去5年(2013-2017)の最大値)	5NTU 未満
4	水圧 (低水圧地域)	0~10m	10m 以上

### 5.2.2. 定性的効果

定性的効果は以下のとおりである。

- ・ 配水管網の更新・拡張により低水圧地区及び漏水多発区間が解消される。
- ・ ナムカン浄水場の浄水処理時のろ過池への負荷が軽減され、安定した水質・水量が供給される。
- ・ 世界遺産地区を中心とした消火栓の設置・計画的配置によりルアンパバーン市の火災事故への備えが強化され、世界遺産地区の防火機能が向上する。

## 目 次

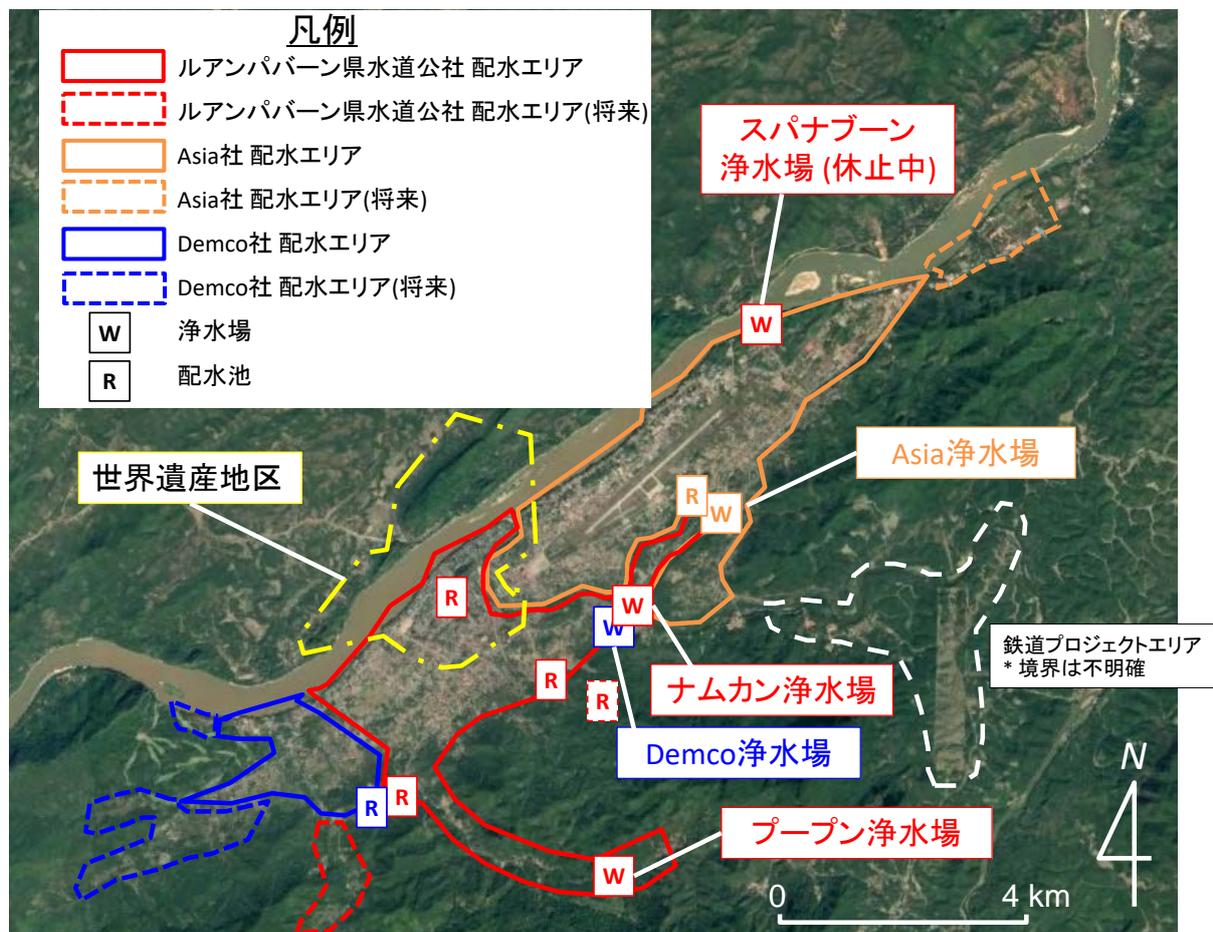
要 約.....	i
目 次.....	vii
プロジェクト位置図.....	ix
完成予想図.....	x
写 真.....	xi
図リスト.....	xv
表リスト.....	xvii
略 語 表.....	xxii
1. プロジェクトの背景・経緯.....	1
1.1 当該セクターの現状と課題.....	1
1.1.1 現状と課題.....	1
1.1.2 開発計画.....	1
1.1.3 社会経済状況.....	3
1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	3
1.3 我が国の援助動向.....	4
1.4 他ドナーの援助動向.....	5
2. プロジェクトを取り巻く状況.....	7
2.1 プロジェクトの実施体制.....	7
2.1.1 組織・人員.....	7
2.1.2 財政・予算.....	9
2.1.3 技術水準.....	9
2.1.4 民間企業運営の浄水場.....	10
2.1.5 既存施設・機材.....	15
2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状態.....	29
2.2.1 関連インフラの整備状況.....	29
2.2.2 自然条件.....	29
2.2.3 環境社会配慮.....	40
2.3 その他（グローバルイシュー等）.....	77
3. プロジェクトの内容.....	80
3.1 プロジェクトの概要.....	80
3.1.1 上位目標とプロジェクト目標.....	80
3.1.2 プロジェクトの概要.....	80
3.2 協力対象事業の概略設計.....	83
3.2.1 設計方針.....	83
3.2.2 基本計画（施設計画／機材計画）.....	87
3.2.3 概略設計図.....	161

3.2.4	施工計画／調達計画 .....	162
3.3	相手国側分担事業の概要 .....	183
3.3.1	相手国負担事項一覧 .....	183
3.3.2	用地取得 .....	183
3.3.3	配水池用地からの排水 .....	184
3.3.4	環境社会配慮への対応 .....	184
3.3.5	ナムカン浄水場工事に伴う浄水場運転調整 .....	185
3.3.6	給水管接続 .....	186
3.3.7	電力引き込み工事 .....	188
3.3.8	UXO 対応 .....	188
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画 .....	188
3.5	プロジェクトの概略事業費 .....	189
3.5.1	協力対象事業の概略事業費 .....	189
3.5.2	運営・維持管理費 .....	191
4.	プロジェクトの評価 .....	206
4.1	事業実施のための前提条件 .....	206
4.2	プロジェクト全体計画達成のための必要な相手方投入（負担）事項 .....	206
4.3	外部条件 .....	207
4.4	プロジェクトの評価 .....	207
4.4.1	妥当性 .....	207
4.4.2	有効性 .....	208

[ 資料 ]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. ソフトコンポーネント計画書
6. 参考資料
7. その他の資料・情報

プロジェクト位置図



地図データ: Google、DigitalGlobe

WSSE-LPB: ルアンパバーン県水道公社

Asia 社: Asia Nampapa Luang Prabang Co., Ltd.を指し、Asia 浄水場を運営する民間企業 (Asia 社)

Demco 社: Demco De Lao Co., Ltd を指し、Demco 浄水場を運営する民間企業 (Demco 社)

完成予想図



写 真

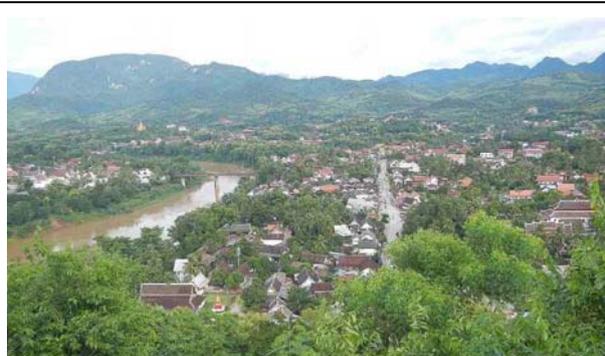


写真-1：ルアンパバーン市の地形  
ルアンパバーン市は周囲を山に囲まれている。



写真-2：ナムカン浄水場（浄水場入口）  
2001年竣工（ドイツ援助）、ろ過池増設は2011年に実施された（ラオス予算）。



写真-3：ナムカン浄水場（取水施設）  
メコン川の支流であるカン川より、取水を行っている。土木構造物はそのまま活用し、取水ポンプの更新を行う予定である。



写真-4：ナムカン浄水場（沈澱池予定池）  
左側にはろ過池は整備されているが、沈澱池が整備されておらず、安定した水質および水量の確保が難しく、沈澱池の整備が必要な状況にある。



写真-5：ナムカン浄水場（ろ過池洗浄状況）  
ろ過池洗浄排水の懸濁物質濃度は約 1,000mg/L であり、排水基準の 50mg/L を大きく超過している。現状はそのまま河川に排水しているため排水処理施設の整備が必要である。



写真-6：ナムカン浄水場（送水ポンプ）  
既設プーシー配水池への送水ポンプ施設の設置状況である。送水先の変更により、送水ポンプの入替えが必要である。



写真-7：ナムカン浄水場（送水ポンプ）  
既設プーナノン配水池への送水ポンプは問題なく稼働している。



写真-8：ナムカン浄水場（薬品棟）  
凝集剤注入設備のタンク設置状況である。高濁度時は、ポリマーが使用されている。薬品注入箇所の変更に伴い更新する予定である。



写真-9：プーポン浄水場（浄水場入口）  
ドイツの援助により 1969 年に竣工した。原水が湧水であり、乾季と雨季で処理水量が変動する。また硬度が高い。



写真-10：プーポン浄水場（着水井、フロック形成池、ろ過池）  
硬度が高いものの、問題なく稼働している。



写真-11 プーシー配水池  
1969 年竣工（ドイツ援助）、容量 1,400m<sup>3</sup>



写真-12：プーシー配水池（配水池上部）  
建設から約 50 年が経過しているため、上部に大きなクラックがある。代替施設等の検討が必要である。



写真-13：プーナノン配水池  
2011年竣工（ラオス予算）、容量1,000m<sup>3</sup>  
問題なく運用されている。



写真-14：クアティヌン配水池  
2000年竣工（ドイツ援助）、容量1,570m<sup>3</sup>  
問題なく運用されている。



写真-15：新設配水池建設予定地  
新配水池の建設予定地の現況である。土地の所有権は政府側にあり、土地の利用権が水道公社に移管された。



写真-16：既存配水管の現状①（漏水修理状況）  
既設配水管は、古いものは50年以上経過している。漏水工事は、頻繁に実施されており、老朽管の更新が必要な状況にある。



写真-17：世界遺産地区の道路状況  
配水管更新予定路線の状況である。毎日夜間にはナイトマーケットが開催されている。



写真-18：ナイトマーケットの状況  
ルアンパバーン市の目抜き通りで每晚実施されるナイトマーケットの状況である。管路工事は関係者と調整を行いながら実施することになっている。



写真-19：スパナブーン浄水場  
2007年竣工（韓国援助）、処理能力1,000m<sup>3</sup>/日  
現在休止中である。



写真-20：Asia 浄水場（取水施設）  
2013年竣工（Asia社）、処理能力14,000m<sup>3</sup>/日  
カン川より取水している。



写真-21：Demco 浄水場（取水施設）  
2017年竣工（Demco社）、処理能力14,400m<sup>3</sup>/日  
カン川より取水している。中央奥に見えるのは、  
ナムカン浄水場の取水塔である。



写真-22：Demco 配水池  
2017年竣工（Demco社）、容量1,500m<sup>3</sup>  
問題なく運用されている。



写真-23：消防局における消防車  
世界遺産地区の防火機能向上のために消火栓が  
必要な状況にある。また、現地の消防局が所有  
している消防ホースに適用できる消火栓を設置  
する必要がある。



写真-24：現地での生活状況  
給水拡張区域は水道がないため、既設河川から  
ポンプで水を汲み上げることで生活用水を確保  
している。既設河川には排水が流下しており、  
水道整備が必要な状況にある。

図リスト

図 1.4.1	ルアンパバーン県内の行政界 .....	6
図 2.1.1	公共事業運輸省水道局（DWS）の組織図 .....	7
図 2.1.2	ルアンパバーン県公共事業運輸局（DPWT-LPB）の組織図 .....	8
図 2.1.3	ルアンパバーン県水道公社の組織図 .....	9
図 2.1.4	ルアンパバーン市における配水分担 .....	11
図 2.1.5	メーターステーション（Asia） .....	11
図 2.1.6	メーターステーション（Demco） .....	11
図 2.1.7	送水管の概要図 .....	15
図 2.1.8	配水管の概要図 .....	17
図 2.1.9	ナムカン浄水場平面図 .....	20
図 2.1.10	取水塔断面図 .....	20
図 2.1.11	既存の浄水処理プロセス（ナムカン浄水場） .....	21
図 2.1.12	プープン浄水場既設平面図 .....	27
図 2.1.13	既存の浄水処理プロセス（プープン浄水場） .....	27
図 2.2.1	月間降雨量 .....	30
図 2.2.2	日最大降雨量（月別） .....	31
図 2.2.3	日降雨量 10mm 以上の日数（月別） .....	31
図 2.2.4	対象地区の地形 .....	32
図 2.2.5	カン川の月別平均水位 .....	33
図 2.2.6	カン川の月別最大水位 .....	33
図 2.2.7	カン川における月別平均、最高、最低水位（2013～2017 年） .....	34
図 2.2.8	降雨量とカン川水位の関係 .....	34
図 2.2.9	取水塔断面図 .....	35
図 2.2.10	カン川水位と降雨量の関係（2013 年 8 月） .....	35
図 2.2.11	カン川水位と降雨量の関係（2016 年 8 月） .....	36
図 2.2.12	原水濁度（2013～2017 年） .....	39
図 2.2.13	ナムカン浄水場内の建設予定施設位置図及びナムカン浄水場の位置図 .....	41
図 2.2.14	更新する配水管、拡張する配水管及び送水管の位置図 .....	42
図 2.2.15	新設配水池位置図 .....	43
図 2.2.16	世界遺産地区内に設置予定の消火栓及び配水管更新予定位置図 .....	43
図 2.2.17	ルアンパバーン市保護区 .....	44
図 2.2.18	ナムカン浄水取水口周辺及び地元住民からの聞き取り .....	56
図 2.3.1	ラオス国の平均降雨量（25 年間） .....	77
図 2.3.2	ラオス国平均気温（30 年間） .....	78
図 3.1.1	協力対象事業の主なコンポーネント位置図 .....	82
図 3.2.1	給水区域拡張要望区域 .....	87
図 3.2.2	人口予測結果 .....	96
図 3.2.3	一人一日平均水使用量の推移（2010～2017 年） .....	97

図 3.2.4	顧客アンケート調査結果.....	98
図 3.2.5	家庭用の有収水量と給水件数の伸び率の比較（2010～2017年）.....	98
図 3.2.6	水道普及率（2010～2016年）.....	100
図 3.2.7	生活用水量推計結果.....	100
図 3.2.8	政府系・商工業への給水量実績（2010～2017年）.....	101
図 3.2.9	その他水量のトレンド式.....	102
図 3.2.10	その他水量の将来推計値の比較.....	102
図 3.2.11	無収水量及び無収水率の推移（2010～2017年）.....	103
図 3.2.12	流量データ（毎日）.....	104
図 3.2.13	給水人口と負荷率.....	105
図 3.2.14	水需要予測検討結果.....	106
図 3.2.15	現況の送配水システム.....	108
図 3.2.16	北部給水拡張区域.....	112
図 3.2.17	南部給水拡張区域.....	112
図 3.2.18	送配水施設計画.....	113
図 3.2.19	管路更新優先順位.....	115
図 3.2.20	新設配水池の予定位置図及び写真.....	117
図 3.2.21	配水池及び配管計画図.....	119
図 3.2.22	世界遺産に係る登録建築物（黒着色の建物が該当）.....	122
図 3.2.23	消火栓設計標準図.....	126
図 3.2.24	消火栓設置箇所（案）（世界遺産地区）.....	127
図 3.2.25	消火栓設置箇所（案）.....	128
図 3.2.26	管網計算結果.....	130
図 3.2.27	地盤高図.....	131
図 3.2.28	プーポン浄水場～クアティヌン配水池の送水管概要図.....	132
図 3.2.29	埋設断面図.....	135
図 3.2.30	浄水濁度（2013～2017年）.....	137
図 3.2.31	設計概要図（着水井及び混和池）.....	143
図 3.2.32	汚泥処理フロー.....	151
図 3.2.33	場内配管図（ナムカン浄水場）.....	153
図 3.2.34	施設計画概要図（ナムカン浄水場）.....	155
図 3.2.35	メーターステーション（Asia）.....	158
図 3.2.36	メーターステーション（Demco）.....	158
図 3.2.37	システム構成図（モニタリングシステム）.....	161
図 3.2.38	事業実施体制.....	163
図 3.2.39	ラオス国内での内陸輸送ルート.....	175
図 3.3.1	配水池用地の排水管.....	184
図 3.3.2	配水支管整備の費用負担について.....	186
図 3.3.3	ラオス国側負担となる給水管接続資材（給水拡張区域）.....	187

図 3.3.4	既存配水管更新に伴う給水管への接続	187
図 3.5.1	WSSE-LPB 組織図	196
図 3.5.2	水道料金改定フロー	198
図 3.5.3	ルアンパバーン支所及び WSSE—LPB の利益シミュレーション	203
図 4.4.1	低水圧地域	209

表リスト

表 1.1.1	開発計画（上位計画）の内容	1
表 1.1.2	MaWaSU プロジェクトで作成支援した計画類	2
表 1.1.3	一人当たり GDP 及び GDP セクター別割合	3
表 1.2.1	ラオス国側からの要請内容	4
表 1.3.1	関連する我が国の技術協力・有償資金協力、無償資金協力等の協力実績	4
表 1.4.1	ルアンパバーン県内における他ドナーの支援状況（水道関連）	5
表 2.1.1	水道関連政府予算	9
表 2.1.2	ルアンパバーン市で実施されている技術協力プロジェクト及び草の根技術協力事業	9
表 2.1.3	ルアンパバーン県と Asia 社の契約概要	12
表 2.1.4	ルアンパバーン県水道公社と Asia 社の契約概要	12
表 2.1.5	ルアンパバーン県と Demco 社の契約概要	13
表 2.1.6	ルアンパバーン県水道公社と Demco 社の契約概要	13
表 2.1.7	水道公社の送水管の布設年代と延長	16
表 2.1.8	水道公社の配水管の布設年代と延長	18
表 2.1.9	現地調査結果（配水池）	19
表 2.1.10	現地調査結果（ナムカン浄水場土木施設）	21
表 2.1.11	現地調査結果（ナムカン浄水場機械設備）	22
表 2.1.12	現地調査結果（ナムカン浄水場電気設備）	24
表 2.1.13	ナムカン浄水場の既存取水及び導水施設の課題	25
表 2.1.14	ナムカン浄水場の既存浄水施設の課題	26
表 2.1.15	現地調査結果（プープン浄水場土木施設）	28
表 2.1.16	現地調査結果（プープン浄水場機械設備）	28
表 2.1.17	現地調査結果（プープン浄水場機械設備）	28
表 2.2.1	月間降雨量	30
表 2.2.2	日最大降雨量（月別）	30
表 2.2.3	日降雨量 10mm 以上の日数（月別）	31
表 2.2.4	カン川の月別平均水位	32
表 2.2.5	カン川の月別最大水位	33
表 2.2.6	水道公社飲料水水質基準及び水質試験結果	37
表 2.2.7	飲料水水質基準以外の測定項目及び水質試験結果	38

表 2.2.8	原水濁度（月平均） .....	39
表 2.2.9	原水濁度（月最大） .....	39
表 2.2.10	環境社会配慮に係る法令 .....	46
表 2.2.11	IEE に関する GAP 分析 .....	49
表 2.2.12	排水処理施設代替案 .....	52
表 2.2.13	新設配水池代替案 .....	52
表 2.2.14	スコーピング .....	53
表 2.2.15	環境社会調査の TOR .....	54
表 2.2.16	取水口周辺に生息する魚類 .....	56
表 2.2.17	工事時における予見される事業による影響とその緩和策 .....	57
表 2.2.18	ステークホルダー協議結果概要 .....	60
表 2.2.19	スコーピング及び IEE 結果 .....	61
表 2.2.20	実施体制及びその役割 .....	64
表 2.2.21	緩和策（工事前・工事時） .....	66
表 2.2.22	緩和策（供用時） .....	67
表 2.2.23	モニタリング計画（工事前・工事時） .....	68
表 2.2.24	モニタリング計画（供用時）（案） .....	70
表 2.2.25	モニタリングスケジュール（工事時） .....	72
表 2.2.26	工事時の環境管理に係る費用 .....	72
表 2.2.27	実施スケジュール .....	74
表 2.2.28	用地取得にかかる JICA ガイドラインと相手国制度との比較 .....	75
表 2.2.29	用地取得の規模・範囲 .....	76
表 2.2.30	エンタイトルメント・マトリックス .....	77
表 2.3.1	脆弱性の評価 .....	78
表 3.1.1	プロジェクトの主なコンポーネント .....	80
表 3.2.1	一人当たり GDP 及び GDP セクター別割合 .....	84
表 3.2.2	水道公社が新たに習得すべき事項 .....	85
表 3.2.3	主な工事の工法及び調達方法 .....	86
表 3.2.4	施工計画上考慮すべきイベント .....	86
表 3.2.5	給水区域拡張検討対象の村の基本情報 .....	87
表 3.2.6	給水拡張対象村の検討結果及び優先順位 .....	90
表 3.2.7	人口及び水道普及率（2010～2017 年実績） .....	91
表 3.2.8	計画給水区域内人口（ルアンパバーン市） .....	92
表 3.2.9	人口増加率（既存給水区域） .....	94
表 3.2.10	人口増加率（給水拡張区域） .....	95
表 3.2.11	人口予測結果 .....	96
表 3.2.12	給水実績データ（2010～2017 年） .....	97
表 3.2.13	水道計画における一人一日水使用量のガイドライン .....	99
表 3.2.14	水道普及率の設定 .....	99

表 3.2.15	その他水量の実績値（2010～2017年）	101
表 3.2.16	その他水量の推計方法	101
表 3.2.17	その他水量の将来推計値の比較	102
表 3.2.18	無収水率及び漏水率の設定	103
表 3.2.19	日最大配水量係数の比較	105
表 3.2.20	水需要予測検討結果	107
表 3.2.21	送配水システム検討結果の比較表	110
表 3.2.22	更新候補の送配水管延長の概要	114
表 3.2.23	管路更新優先順位	114
表 3.2.24	配水池容量設定条件及び配水池容量	116
表 3.2.25	配水池の容量に加算する人口別消火用水量	116
表 3.2.26	各配水池の貯留時間	116
表 3.2.27	配水池計画	118
表 3.2.28	消火栓設置方式の比較表	121
表 3.2.29	消火栓の設計方針	123
表 3.2.30	計画最小動水圧（日最大配水量に消火栓水量を考慮）	128
表 3.2.31	消火栓水量	129
表 3.2.32	最大静水圧	129
表 3.2.33	管網計算条件	129
表 3.2.34	受け渡し点において確保してもらう必要がある水圧	130
表 3.2.35	管種の比較検討結果	133
表 3.2.36	ポリエチレン管の接合方法（EF接合とバット接合の比較）	134
表 3.2.37	施設計画概要（送配水施設）	136
表 3.2.38	ナムカン浄水場の浄水水質	136
表 3.2.39	水質基準超過日（濁度：NTU）	138
表 3.2.40	容量計算結果	138
表 3.2.41	機械設備に関する計画内容（ナムカン浄水場取水設備）	140
表 3.2.42	電気設備に関する計画内容（ナムカン浄水場取水設備）	141
表 3.2.43	着水井及び混和池の比較検討	142
表 3.2.44	混和方式の比較	143
表 3.2.45	機械設備に関する計画内容（ナムカン浄水場 浄水場既存施設系列）	144
表 3.2.46	機械設備に関する計画内容（ナムカン浄水場 浄水場新施設系列）	145
表 3.2.47	機械設備に関する計画内容（ナムカン浄水場 薬品注入施設）	146
表 3.2.48	電気設備に関する計画内容（受変電設備）	147
表 3.2.49	電気設備に関する計画内容（運転操作設備）	148
表 3.2.50	ろ過池洗浄排水の上澄み水の水質試験結果	150
表 3.2.51	作業内容（汚泥処理工程）	152
表 3.2.52	施設計画概要一覧（ナムカン浄水場）	153
表 3.2.53	硬度への対応方法の比較検討	155

表 3.2.54	既存流量計設置位置.....	156
表 3.2.55	生産コスト及び買取り単価.....	156
表 3.2.56	監視制御方法の比較.....	157
表 3.2.57	監視対象項目.....	158
表 3.2.58	モニタリングシステムに関する計画内容.....	159
表 3.2.59	設備計画概要（モニタリングシステム）.....	160
表 3.2.60	概略設計図面リスト.....	162
表 3.2.61	施工区分.....	166
表 3.2.62	給水管に関する補足説明.....	166
表 3.2.63	詳細設計要員計画（日本人技術者）.....	166
表 3.2.64	詳細設計要員計画（現地傭人、通訳）.....	167
表 3.2.65	入札関連業務 1 要員計画（日本人技術者）.....	167
表 3.2.66	入札関連業務 1 要員計画（現地通訳）.....	167
表 3.2.67	入札関連業務 2 要員計画（日本人技術者、日本人通訳）.....	167
表 3.2.68	施工監理要員計画（日本人技術者）.....	168
表 3.2.69	施工監理要員計画（現地傭人）.....	169
表 3.2.70	ソフトコンポーネント（技術支援）要員計画（日本人技術者）.....	170
表 3.2.71	ソフトコンポーネント（技術支援）要員計画（通訳）.....	170
表 3.2.72	施工管理要員計画（日本人現場作業員）.....	170
表 3.2.73	施工管理要員計画（通訳）.....	171
表 3.2.74	主要品質管理項目と管理方法.....	171
表 3.2.75	機材調達リスト.....	172
表 3.2.76	主要資機材調達先区分表.....	173
表 3.2.77	工事材料の調達先選定理由.....	174
表 3.2.78	主要資機材調達先区分表.....	174
表 3.2.79	輸送経路.....	176
表 3.2.80	ソフトコンポーネント（技術支援）各分野・成果ごとの達成度の確認方法.....	177
表 3.2.81	ソフトコンポーネント（技術支援）の活動（投入計画）.....	178
表 3.2.82	全体実施工程計画（案）.....	180
表 3.2.83	実施工程計画.....	182
表 3.3.1	主な相手国負担事項一覧.....	183
表 3.3.2	給水管接続等に関する状況.....	186
表 3.4.1	本事業実施後の運営・維持管理体制（職員の配置及び業務内容）.....	188
表 3.4.2	職員数及び配置状況（2018年3月時点）.....	189
表 3.5.1	本プロジェクトの日本側負担費用内訳.....	190
表 3.5.2	ラオス国側負担費用割合.....	190
表 3.5.3	積算条件.....	191
表 3.5.4	人員配置計画及び給与.....	191
表 3.5.5	プロジェクト実施により増加する人件費.....	192

表 3.5.6	薬品費及び電気代の実績（2016年ナムカン浄水場）	192
表 3.5.7	プロジェクト実施により増加する運転維持管理費	193
表 3.5.8	プロジェクト実施による増加する運営・維持管理費	194
表 3.5.9	WSSE-LPB 生産性指標	194
表 3.5.10	WSSE-LPB 財務指標	195
表 3.5.11	顧客種別未収金回収日数*	195
表 3.5.12	WSSE-LPB 勤続年数別職員数（2017年12月）	196
表 3.5.13	ルアンパバーン県水道公社 年齢層別職員数（2017年12月）	197
表 3.5.14	ルアンパバーン県水道公社水道料金	197
表 3.5.15	WSSE-LPB の2017年度損益計算書とその各支部内訳	199
表 3.5.16	WSSE-LPB 水道公社全体の2017年度損益計算書	200
表 3.5.17	ルアンパバーン水道公社貸借対照表	201
表 3.5.18	長期借款と条件（2018年7月1日現在）	202
表 3.5.19	浄水場別日平均生産量	203
表 3.5.20	プロジェクトインパクト財務シミュレーション	204
表 3.5.21	プロジェクトインパクト財務シミュレーション（水道料金改定）	205
表 4.4.1	本プロジェクト実施により期待される定量的効果	208

略 語 表

略語	英文	和文名
ADB	: Asian Development Bank	: アジア開発銀行
Asia	: Asia Nampapa Luang Prabang Co., Ltd.	: Asia 社
BOT	: Build Operate Transfer	: 建設・運営・移転
Demco	: Demco De Lao Co., Ltd	: Demco 社
DF	: Department of Forestry of Luang Prabang Province	: ルアンパバーン県森林局
DIP	: Ductile Iron Pipe	: ダクタイル鉄管
DOD	: Draft Outline Design	: 概略設計(案)
DOF	: Department of Finance of Luang Prabang Province	: ルアンパバーン県財務局
DOH	: Department of Health of Luang Prabang Province	: ルアンパバーン県保健局
DONRE	: Department of Natural Resources and Environment of Luang Prabang Province	: ルアンパバーン県天然資源環境局
DP	: Department of Police of Luang Prabang Province	: ルアンパバーン県警察局
DPI	: Department of Planning and Investment of Luang Prabang Province	: ルアンパバーン県計画投資局
DPWT	: Department of Public Works and Transport	: 公共事業運輸局 (県)
DPWT-LPB	: Department of Public Works and Transport of Luang Prabang Province	: ルアンパバーン県公共事業運輸局
DWS	: Department of Water Supply	: 水道局(公共事業運輸省)
ECC	: Environmental Compliance Certificate	: 環境遵守証
EIA	: Environmental Impact Assessment	: 環境影響評価
ESMMP	: Environmental and Social Management and Monitoring Plan	: 環境社会管理・モニタリング計画
ESS	: Environmental and Social Staff	: 環境社会担当者
FRP	: Fiber-Reinforced Plastics	: 繊維強化プラスチック
GDP	: Gross Domestic Product	: 国内総生産
GOJ	: Government Of Japan	: 日本政府
GSP	: Galvanized Steel Pipe	: 亜鉛メッキ鋼管
HDPE	: High Density Polyethylene Pipe	: 高密度ポリエチレン管
HIA	: Heritage Impact Assessment	: 遺産影響評価
IEE	: Initial Environmental Examination	: 初期環境影響調査
JICA	: Japan International Cooperation Agency	: 国際協力機構
JIS	: Japan International Standard	: 日本工業規格
JPST	: JICA Preparatory Survey Team	: JICA 協力準備調査団
JWWA	: Japan Water Works Association	: 社団法人日本水道協会
KfW	: Kreditanstalt für Wiederaufbau (ドイツ語)	: ドイツ復興金融公庫
Lao PDR	: Lao People's Democratic Republic	: ラオス人民民主共和国
LDB	: Lao Development Bank	: ラオス開発銀行
LPB	: Luang Prabang Province	: ルアンパバーン県
LPCD	: Liters per Capita per Day	: 一人一日平均水使用量
MaWaSU	: Capacity Development Project for Improvement of Management Ability of Water Supply Authorities	: ラオス水道公社事業管理能力向上プロジェクト
MaWaSU2	: The Project for Improvement of Management Capacity of Water Supply Sector	: 水道事業運営管理能力向上プロジェクト
MOH	: Ministry of Health	: 保健省
MPI	: Ministry of Planning and Investment	: 計画投資省
MPWT	: Ministry of Public Works and Transport	: 公共事業運輸省
NPLP	: Nam Papa Luang Prabang	: ルアンパバーン県水道公社

NRW	: Non-Revenue Water	: 無収水
PAC	: Poly-Aluminum Chloride	: ポリ塩化アルミニウム
PAP	: Project Affected Person	: 事業に因る被影響者
PPP	: Public-Private Partnership	: 官民連携
PVC	: Polyvinyl Chloride	: ポリ塩化ビニル
SOP	: Standard Operating Procedure	: 標準作業手順書
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	: ユネスコ
UPS	: Uninterruptible Power Supply	: 無停電電源装置
u-PVC	: Un-plasticized Polyvinyl Chloride	: 無可塑ポリ塩化ビニル
UXO	: Unexploded Ordnance	: 不発弾
VAT	: Value Added Tax	: 付加価値税
WHS	: World Heritage Site	: 世界遺産地区
WSSE	: Water Supply State Enterprise	: 水道公社
WSSE-LPB	: Luang Prabang Water Supply State Enterprise	: ルアンパバーン県水道公社
WTP	: Water Treatment Plant	: 浄水場



## 1. 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、ラオス国とする）では、第 8 次国家社会経済開発五カ年計画（NSEDP）（2016 年）により 2020 年までに全国各都市の中心部の水道普及率を 90%にすること、また公共事業運輸省（MPWT）「上下水道セクター開発計画」（2016 年）では、2020 年、2025 年、2030 年の全国各都市の中心部の水道普及率の目標をそれぞれ 80、85、90%とすることが掲げられている。

本プロジェクトの対象地域の既存給水区域では、2017 年時点で水道普及率が 95.3%となっており既に目標を達成している。また、本プロジェクトで給水区域の拡張を予定している区域を含め、2017 年時点で 90.2%となっており目標を達成している。しかし、ルアンパバーン県全体で見ると、「ルアンパバーン県第 7 次社会経済開発五カ年計画」では 2020 年までに全ての郡に水道システムを整備するとあるが、現状で水道が整備されているのが 12 郡中 6 郡で、2 郡が新たに整備中、残り 4 郡は未整備の状況である。また、90%を超える水道普及率ではあるが、JICA による技術協力プロジェクトである「水道公社事業管理能力向上プロジェクト（2012～2017 年）：通称 MaWaSU プロジェクト」で作成した水道事業計画作成ガイドラインでの「安全で清潔な水道を安定的かつ持続的に提供する」という観点からは、ナムカン浄水場の沈澱池の能力不足による浄水水質の濁度問題、配水池及び配水管路の老朽化による漏水や給水水圧不足というような課題を抱えており、安全な水を適切な水圧で給水を行えていない状況である。

このようにルアンパバーン市では水道普及率が高いものの、給水区域における、浄水場の機能改善及び配水管の更新・拡張を行うことにより世界遺産地区を有するルアンパバーン市の水供給サービスの改善が急務となっている。

#### 1.1.2 開発計画

国、公共事業運輸省、及びルアンパバーン県で策定している上水道セクターに係る開発計画の内容を表 1.1.1 に示す。

表 1.1.1 開発計画（上位計画）の内容

計画	策定主体	策定期間	内容
第 8 次国家社会経済開発計画五カ年計画	国	2016 年	全国各都市の中心部について、2020 年までに水道普及率を 90%とする。
上下水道セクター開発計画	公共事業運輸省	2016 年	全国各都市の中心部について、2020 年、2025 年、2030 年の水道普及率をそれぞれ 80、85、90%とする。
ルアンパバーン県第 7 次社会経済開発五カ年計画（2016－2020）	県	2015 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 全ての郡の中心部に対して、2020 年までに水道システムを整備する。</li> <li>- 郡の中心部について、2020 年までに水道普及率を 90%とする。</li> <li>- 安全な水へのアクセス率について、2020 年までに全人口の 95%とする。</li> </ul>

JICA による技術協力プロジェクトである「水道公社事業管理能力向上プロジェクト（2012～2017年）：通称 MaWaSU プロジェクト」では、活動の中でラオス国側によるガイドラインや長期計画等の作成を支援してきた。作成支援を行ったガイドライン及び長期計画のうち、水道整備に関する計画について記述している内容を抜粋して表 1.1.2 に示す。

ここで作成されているガイドラインや長期計画では、水道普及率に関するだけでなく、水道の安全性、安定性、持続性について言及しており、より質の高い水道サービスを提供することを掲げている。

表 1.1.2 MaWaSU プロジェクトで作成支援した計画類

文書	内容
水道事業計画 作成ガイドライン (Technical Guidelines for planning) (2017 年に DWS /MPWT に承認され ている) (DWS: Department of Water Supply)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水道サービスの目的は、全ての利用者に安全性、安定性、持続性のある水道を提供し、健康を促進するだけでなく、利用者の生活環境を改善することである。</li> <li>・安全性とは、清潔な水を提供し、安全に飲めることであり、また保健省による飲料水水質管理基準を満足し、安全な水利用のための水道計画を実施することで、全ての利用者の信頼を得ることである。</li> <li>・安定性とは、水道を安定的に提供することを意味し、全ての場所において、1日 24 時間、週 7 日継続して水道サービスを実施することである。</li> <li>・持続性とは、安全で清潔な水道を安定的かつ持続的に提供することである。</li> <li>・目的: 市町村部において、2020 年には人口の 80% が、2030 年には 95% が、清潔な水を 24 時間使用可能にすることが目標</li> <li>・長期計画では以下の 3 つの主要目標を設定している。               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 安全な水を提供すること</li> <li>2. 安定的に供給すること</li> <li>3. 丈夫で持続可能なこと</li> </ol> </li> </ul>
ルアンパバーン県 水道公社改善に向 けた長期計画 (2014 ～2020 年)	<p>「安全な水道供給計画」</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水質管理・改善計画</li> <li>2. 残留塩素消失の問題解決に向けた送配水管網の改善計画</li> </ol> <p>「バランスのとれた給水計画」</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 各種施設改善計画(更新) (3.1 浄水場の新設計画、3.2 水道管網新設計画、)</li> <li>4. 浄水場拡張、機材取り換え、改善計画(4.1 浄水場拡張計画、4.2 浄水場の機材取り換え計画、4.3 大規模補修工事計画、4.4 配水管網拡張計画)</li> <li>5. 低水圧区域の排除計画</li> <li>6. 無収水量管理計画(6.1 現状調査・送水量分析・MNF 調査、6.2 配水管データベース改良計画、6.3 計画的な漏水調査、6.4 水道管破損・漏水修理計画、6.5 流量計改良計画、6.6 水圧管理計画、6.7 配水管改良計画、6.8 水道メーターの交換計画、)</li> </ol> <p>「水道サービス管理計画」</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. 人材育成計画、職員採用計画、</li> <li>8. (8.1 水道メーター読み取りの改善計画、Call Center の設立・改善計画、8.3 顧客アンケート実施計画、8.4 水道教室実施計画)</li> </ol>

### 1.1.3 社会経済状況

ラオス国の地表面積は 237,000 km<sup>2</sup> を持ち、中国、ベトナム、ミャンマー、タイ、カンボジアと国境を有する内陸国である。人口は、2013 年に 650 万人、2017 年で 690 万人であり、年間 1.3～1.5%の増加率である。本プロジェクトの対象地区であるルアンパバーン市は、メコン川と山地の間にある平野部に町が形成されている。平野部の開発可能な土地のほとんどが開発済の状況であるため、平野部に近い山地部分に住宅建設が進みつつあるのが現状である。土質調査結果から、全体的に地盤は固く、構造物設計上良い地盤であるものと想定されている。

ルアンパバーン市の 2017 年の民族分布は、ラオ族（低地ラオ族）28.7%、カム一族（中地ラオ族）47.3%、モン族（高地ラオ族）17.8%、その他 6.2%となっている。山間部に多く居住しているラオ語（国語）を母国語としないカム一族及びモン族の割合が高いが、本プロジェクトは小中学教育施設の充実した市街地を対象としており、これら母国語としない部族もすでに地域社会に溶け込んで長く生活をしている。

ラオス国全体及びルアンパバーン市の一人当たり GDP 及び GDP セクター別割合を表 1.1.3 に示す。ルアンパバーン市の一人当たりの年間 GDP は、国の平均に比べて約 40%高い。ルアンパバーン市の GDP のセクター別割合は、サービス・通商が 59.6%と全体の半分以上を占めており、世界遺産地区を活かした観光産業が発展している状況が数値上からも見て取れる。

表 1.1.3 一人当たり GDP 及び GDP セクター別割合

No.	Item	GDP
1	Laos GDP	1,730 (USD/person/year)
2	Luang Prabang City GDP	2,401 (USD/person/year)
3	Luang Prabang City GDP Sector	Agriculture 21.5%
		Industry 18.9%
		Service and Trade 59.6%

出典：National Statistic Bureau, Luang Prabang City Social-economic development plan 2016-2017

## 1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

ルアンパバーン市の水道システムは、ナムカン浄水場の改良、老朽管の更新、給水区域の拡張、消火栓の不足等の課題を有している。こうした背景のもと、ラオス国政府は日本に対して 2018 年 8 月に同市の水道施設改善及び給水区域の拡張、世界遺産地区の防火機能向上を目的とした無償資金協力事業の要請を行った。要請内容は表 1.2.1 に示すとおりである。

表 1.2.1 ラオス国側からの要請内容

区分		要請内容
施設	ナムカン浄水場	既存浄水施設の改良 取水ポンプ、送水ポンプ 一式 排水処理施設
	プープン浄水場	浄水場設備及び水道メーターの硬度対策
	送配水施設	配水池 1,500m <sup>3</sup> 、流量計 5箇所
	送配水管網更新	19.8km
	消火栓	120基
	配水管網拡張	13.25km
	モニタリングシステム	モニタリングシステム 一式
ソフトコンポーネント		ルアンパバーン県水道公社の関係職員への流量管理の指導 防火訓練及び消火栓を用いた消火活動の指導

JICA は、無償資金協力事業を検討するために協力準備調査を実施することを決定した。協力準備調査では、概略事業費を積算するために、無償資金協力として適切な事業規模及び内容の妥当性を検討し、概略設計を行った。

概略設計案について現地説明及び協議を行い、概略設計の内容及び両国の負担事項について合意を得た。

プロジェクトの主なコンポーネントは、ナムカン浄水場の改良、配水池の新設、送配水管路の更新、拡張区域における配水管整備、消火栓の整備、モニタリングシステムの導入及びソフトコンポーネントの実施である。なお、プープン浄水場については、硬度対策は実施せず、これまでどおり水道メーターの維持管理の継続することで合意した。

### 1.3 我が国の援助動向

我が国によるラオス国に対する過去の水分野に関連する援助を表 1.3.1 に示す。

表 1.3.1 関連する我が国の技術協力・有償資金協力、無償資金協力等の協力実績

協力内容	実施年	案件名/その他	概要
技術協力プロジェクト	2003～ 2006年	水道事業体人材育成プロジェクト	ラオス全国の水道事業体職員の業務遂行方法（水道管布設・管理、浄水場運転管理、水質管理の各分野）の改善に資する協力
	2012～ 2017年	水道公社事業管理能力向上プロジェクト	首都ビエンチャン、カムアン県、ルアンパバーン県水道公社の中長期的な視野に基づく事業管理能力の強化に資する協力
	2014～ 2017年	首都ビエンチャン都市水環境改善プロジェクト	首都ビエンチャンの下水道計画策定能力の向上、環境教育に資する協力
	2018～ 2023年	水道事業運営管理能力向上プロジェクト(MaWaSU 2)	水道セクター管理体制と水道公社の能力を強化するために必要な基盤の整備に資する協力 (公共事業運輸省の水道局、及び3つの水道公社（首都ビエンチャン、カムアン県、ルアンパバーン県）が主要な対象)
開発計画調査型技術協力プロジェクト（旧開発調査）	2003～ 2004年	ラオス国ビエンチャン市上水道拡張整備計画調査	ビエンチャン市の水環境管理のマスタープラン策定
	2009～	ビエンチャン市水	ビエンチャン市の上水道マスタープランの

協力内容	実施年	案件名/その他	概要
	2011 年	環境改善計画調査	策定及び優先プロジェクトのフィージビリティ調査の実施
有償資金協力	2016 ～ 2021 年	首都ビエンチャン上水道拡張事業（供与限度額：102.71 億円）	首都ビエンチャン南部に位置するチナイモ浄水場の拡張、取水場、送配水関連設備の整備、配水センターの改修・拡張による上水道サービスの改善、衛生環境の向上及び投資促進に寄与する
無償資金協力	2006～ 2008 年	ビエンチャン市上水道施設拡張計画（供与限度額：28.75 億円）	ビエンチャン市の浄水場能力の拡張、老朽化した既存浄水場・増圧ポンプ場の改修、送・配水管の布設による安定給水の確保
	2013～ 2014 年	タケク上水道拡張計画（詳細設計）（供与限度額：0.41 億円）	下記タケク上水道拡張計画の詳細設計
	2013～ 2017 年	タケク上水道拡張計画（供与限度額：16.43 億円）	タケク郡の都市部において、老朽化している既存浄水場を代替する新規浄水場の建設及び導水施設の整備を行い、乾期の水不足、不安定な給水状況、低い水道普及率等の問題の改善を図る

出典：JICA ナレッジサイト

上記の他、ラオス国ルアンパバーン世界遺産の持続可能な管理保全能力向上プロジェクトが 2018 年 12 月～2021 年 12 月の期間で実施される予定である。同プロジェクトのプロジェクト目標は以下に示すとおり。

- ルアンパバーン遺産地区の維持管理及びルアンパバーン県全域を対象とした地域振興実施に関する関係機関職員の能力が向上する。

#### 1.4 他ドナーの援助動向

ルアンパバーン県内における水道に関するプロジェクトによる支援状況を表 1.4.1 に示す。

表 1.4.1 ルアンパバーン県内における他ドナーの支援状況（水道関連）

ドナー	対象郡・市	年	内容等
ドイツ	ルアンパバーン	2000 年	ナムカン浄水場新設（6,000m <sup>3</sup> /日） プーブン浄水場（6,000m <sup>3</sup> /日→9,000m <sup>3</sup> /日に増設） クアティヌン配水池（1,570m <sup>3</sup> ）
韓国	ルアンパバーン	2006 年	スパナブーン大学内に浄水場新設（1,000m <sup>3</sup> /日）
ADB	ナン	2007-2010 年	受益者：11,090 人（2012 年）、17,280 人（2027 年）
	ゴイ	2008-2012 年	受益者：5,290 人（2012 年）、8,240 人（2027 年）
NORAD	ルアンパバーン 県※	2013-	会計システムと請求システムを統合させたコンピュータープログラムの導入

※ラオス国内の 15 県が対象であり、ルアンパバーン県はその対象県の一つである。

出典：「ラオス上水道セクター情報収集・確認調査（2017 年）」及びヒアリングを基に JPST 作成

上記の他、現在パリ市水道局によりポンサイ郡の水道施設について支援を受けるための協議を行っている。このポンサイ郡は、図 1.4.1 に示すとおり、ルアンパバーン市に隣接する郡である。ルアンパバーン県内の水道公社より確認したパリ市支援に関する経緯を以下に示す。

- 2010～2014年にフランスの水道関連の民間企業により、ルアンパバーン県のポンサイ郡に対して浄水施設能力 100m<sup>3</sup>/日の浄水場建設に関する支援があったが、浄水場建設が途中の段階で当該民間企業が撤退した。
- その後、水道公社の資金により上記工事の継続及び新たに 500m<sup>3</sup>/日の浄水場を建設し、合計 600m<sup>3</sup>/日の浄水場が完成している。現状は 250m<sup>3</sup>/日程度の運転を行っている。これは配管整備が不十分なために 250m<sup>3</sup>/日しか使用できない状況にある。
- 上記を解消するために、パリ市水道局が配水管整備に関する支援を実施することで調整が行われている。

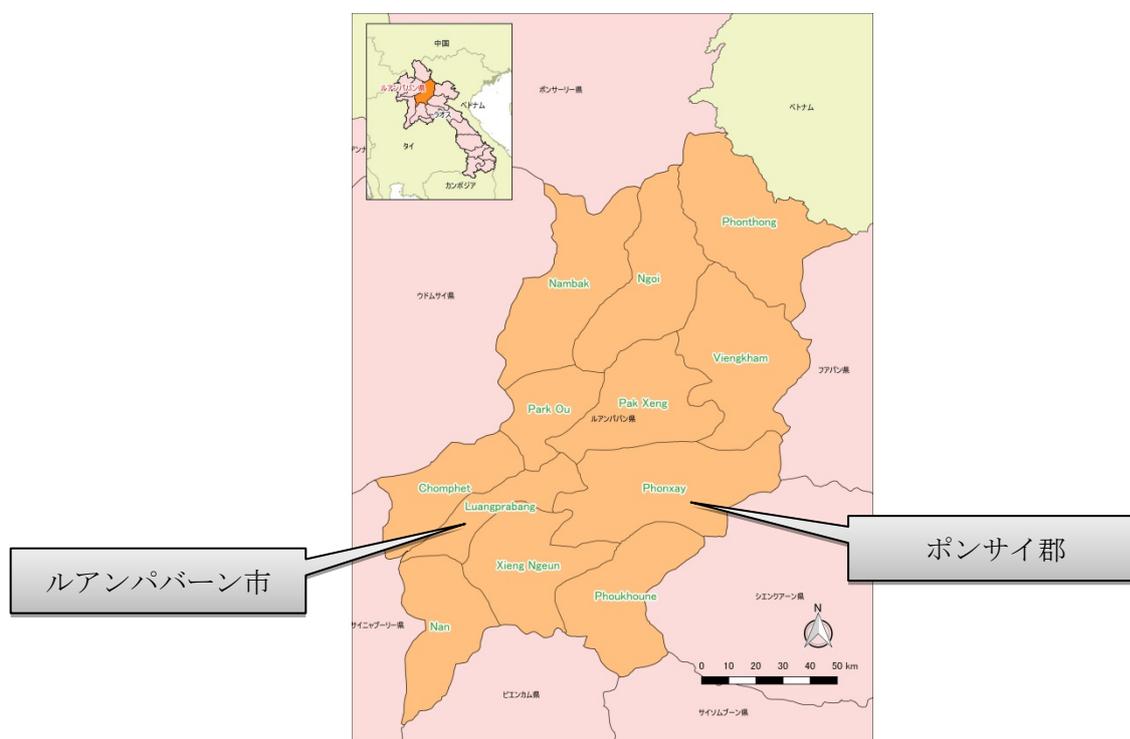


図 1.4.1 ルアンパバーン県内の行政区

## 2. 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

本プロジェクトの主管官庁/実施責任機関(Executing Agency)は、公共事業運輸省水道局であり、事業実施機関(Implementing Agency)は、ルアンパバーン県公共事業運輸局及びルアンパバーン県水道公社である。

公共事業運輸省水道局の中の Water Supply Division が本プロジェクトを担当する。

水道施設を運営管理するのは、ルアンパバーン県水道公社である。ルアンパバーン県公共事業運輸局は、ルアンパバーン県水道公社を指導する立場にあり、県内の事業について建設許可等を出す機関である。

#### 2.1.1.1 公共事業運輸省水道局 (DWS)

公共事業運輸省水道局の組織図を図 2.1.1 に示す。

公共事業運輸省水道局の職員は全 48 人であり、Water Supply Division (職員数 7 名) が本プロジェクトを担当する。

Water Supply Division の主な役割は以下に示すとおり。

- ・ 水道事業の調査及び立案の指導 (全国の水道事業が対象)
- ・ 水道事業の維持管理の指導 ( " )
- ・ 水道事業の施工監理の指導 ( " )
- ・ 民間水道事業者への規制等の作成及び運用管理

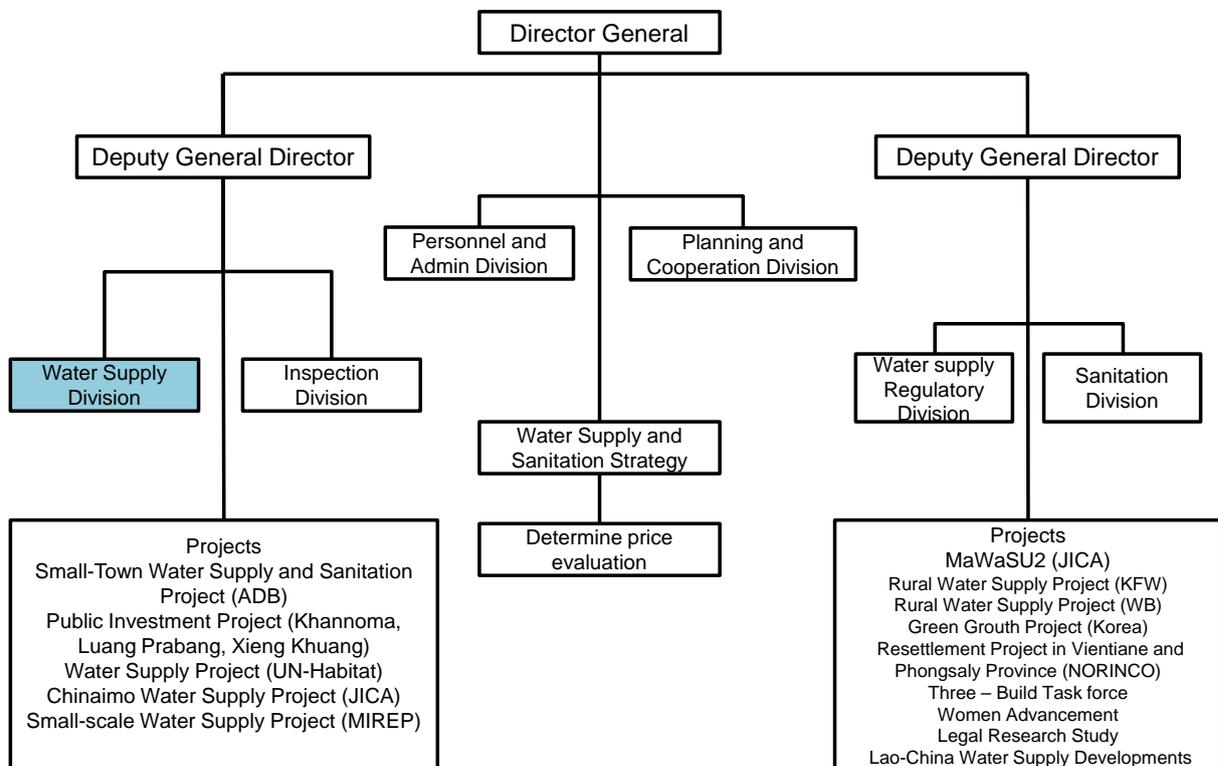


図 2.1.1 公共事業運輸省水道局 (DWS) の組織図

### 2.1.1.2 ルアンパバーン県公共事業運輸局 (DPWT-LPB)

ルアンパバーン県公共事業運輸局の組織図を図 2.1.2 に示す。

ルアンパバーン市を担当している職員は 67 名であり、Section of Management Housing, Urban Planning and Environment (SHUPE) (職員数 12 名) の中の Division of Water Supply and Sanitation (職員数 3 名) が水道事業を担当する。

Division of Water Supply and Sanitation の主な役割は以下に示すとおり。

- ・ 水道事業の調査及び立案の指導 (県内の水道事業が対象)
- ・ 水道事業の維持管理の指導 ( // )
- ・ 水道事業の施工監理の指導 ( // )
- ・ 民間水道事業者への指導
- ・ 水道料金改定規則等の改訂

なお、Division of Water Supply and Sanitation は、間もなく Section of Water Supply and Sanitation に格上げされる予定である。

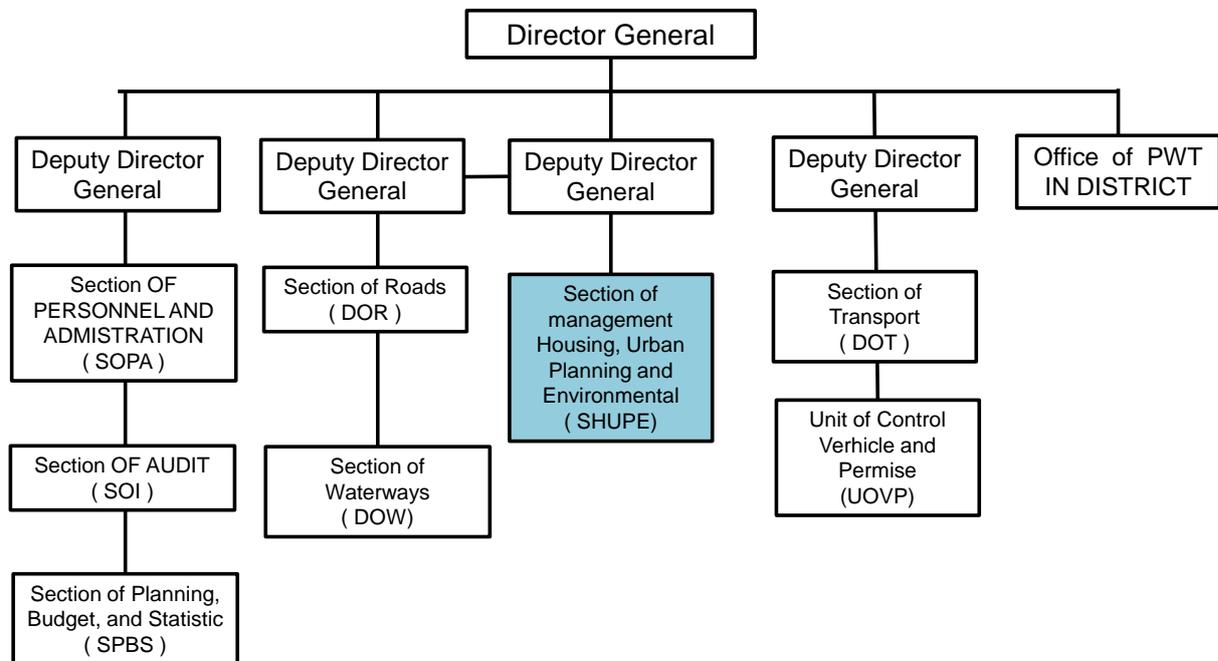


図 2.1.2 ルアンパバーン県公共事業運輸局 (DPWT-LPB) の組織図

### 2.1.1.3 ルアンパバーン県水道公社 (WSSE-LPB)

ルアンパバーン県水道公社の組織図を図 2.1.3 に示す。

ルアンパバーン県水道公社の職員は 207 名であり、本事業に関わる主な部署は以下に示すとおり。

Water Treatment Plant Section : 浄水場の運転管理

Non-revenue Water Section : 管路施設の維持管理

Administration – Planning Section : 水道事業計画・経営 (本事業で導入するモニタリングシステムを主に活用する部署)

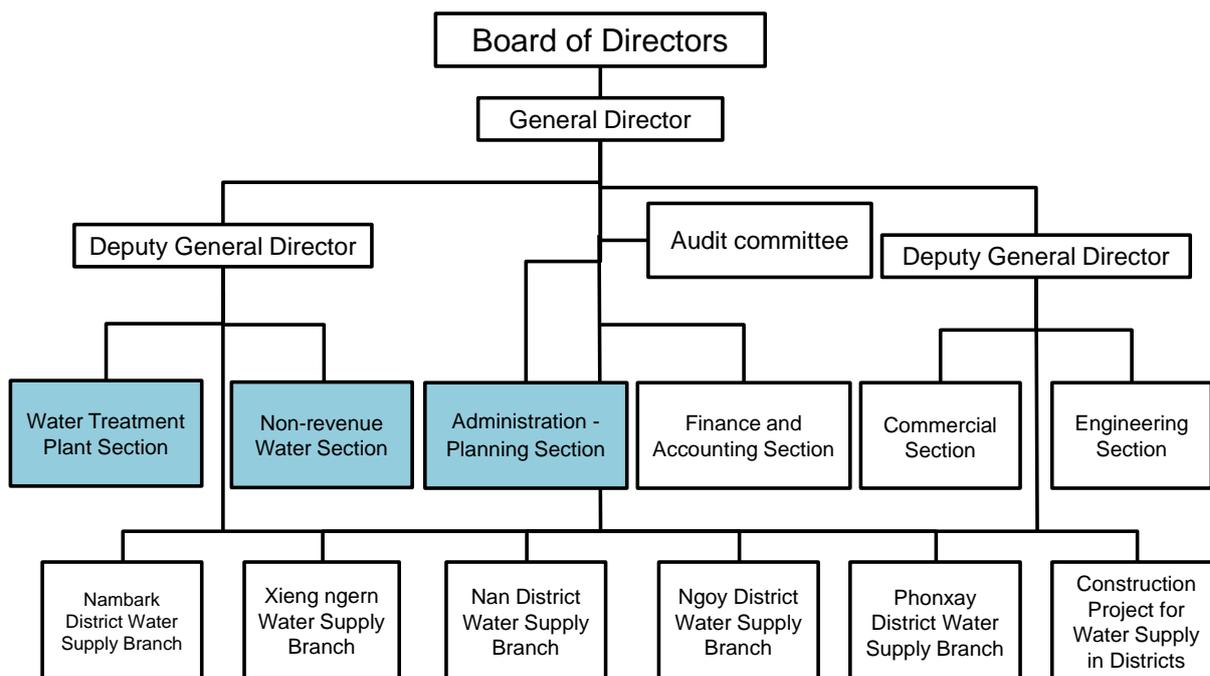


図 2.1.3 ルアンパバーン県水道公社の組織図

### 2.1.2 財政・予算

表 2.1.1 に DWS の予算及び DPWT-LPB の上水道関連の予算を示す。DPWT-LPB の 2017 年の予算は、中央政府予算による Chompet Town Water Supply Project、Pakxang Town Water Supply Project の建設を目的としている。

表 2.1.1 水道関連政府予算

単位：US ドル

年	2015	2016	2017
DWS/MPWT	N/A	799,713	871,329
DPWT-LPB*	0	0	4,409,000

注:DPWT-LPB の水関連のみの予算

### 2.1.3 技術水準

ルアンパバーン県水道公社に対しては、表 2.1.2 に示す技術協力プロジェクトが実施されている。

表 2.1.2 ルアンパバーン市で実施されている技術協力プロジェクト及び草の根技術協力事業

No	プロジェクト名	期間 (予定含)	日本側 専門家	主なカウンターパート	備考
1	水道公社事業管理 能力向上プロジェクト (MaWaSU)	2012年8月 ～2017年8 月	さいたま市、 埼玉県、横 浜市、川崎 市、	・公共事業運輸省水道局 ・公共事業運輸局(ビエン チャン、ルアンパバーン、カ ムアン) ・水道公社(ビエンチャン、 ルアンパバーン、カムアン)	・技術協力プロジ ェクト
2	水道事業運営管理 能力向上	2018年5月 ～2023年5	さいたま市、 埼玉県、横	・公共事業運輸省水道局 ・公共事業運輸局(ビエン	・技術協力プロジ ェクト

No	プロジェクト名	期間 (予定含)	日本側 専門家	主なカウンターパート	備考
	プロジェクト (MaWaSU2)	月	浜市、川崎 市、	チャン、ルアンパバーン、カ ムアン) ・水道公社(ビエンチャン、 ルアンパバーン、カムアン)	・ <u>MaWaSU プロジ ェクトのフェーズ2</u>
3	水道公社における 浄水場運転・維持管理 能力向上支援事業	2016年1月 ～2019年1 月	埼玉県	・公共事業運輸省水道局 ・水道公社(ビエンチャン、 ルアンパバーン、カムアン)	・草の根技術協 力 ・ <u>ナムカン浄水場 の運転管理指導 含む</u>
4	水道公社における 上水道管路維持管理 能力向上支援事業	2018～2021 年予定	さいたま市	・公共事業運輸省水道局 ・水道公社(ビエンチャン、 ルアンパバーン、カムアン)	・草の根技術協 力 ・配水管、給水管 の施工能力向上

これらの支援により、データ管理、計画策定、浄水場運転管理、水質管理、管路の維持管理、財務管理等、水道事業に関するあらゆる面の能力が強化されている。

本事業で改良を実施するナムカン浄水場についても、埼玉県による草の根技術協力により標準作業手順書が整備されており、それを適切に運用している。管路の維持管理については、維持管理データを GIS で整理しており、管路の維持管理能力が強化されていることを確認している。

本事業の主な内容は、ナムカン浄水場の改良、配水池の新設及び管路施設の更新・新設となり、水道公社が既に運営維持管理している施設であるため、施設完成後も問題なく施設を運営維持管理できると考えられる。

#### 2.1.4 民間企業運営の浄水場

ルアンパバーン市では、下記の民間2社が浄水場を運営している。下記2社は、ルアンパバーン県及びルアンパバーン県水道公社とそれぞれ契約締結して浄水場を運営し、浄水を水道公社へ販売している。

- ① Asia Nam Papa Luang Prabang Co., Ltd. (Asia 社)
- ② Demco De Lao Co., Ltd. (Demco 社)

##### 2.1.4.1 水道公社と民間企業の配水分担

ルアンパバーン県水道公社、Asia 社及び Demco 社の配水エリアを図 2.1.4 に示す。ただし、民間企業は各戸に直接給水しておらず、図 2.1.5 及び図 2.1.6 に示すメーターステーションにおいて、水道公社に浄水を受渡し、メーターステーション以降は水道公社の配水管により各戸に給水している。

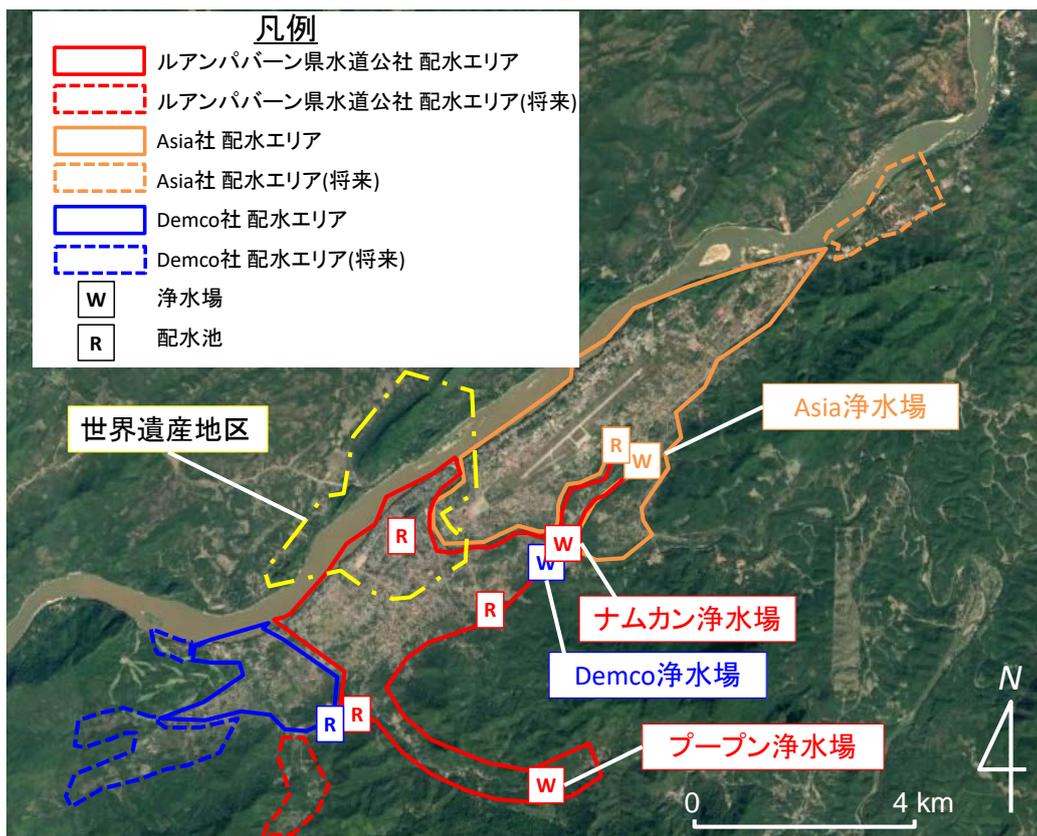


図 2.1.4 ルアンパバーン市における配水分担

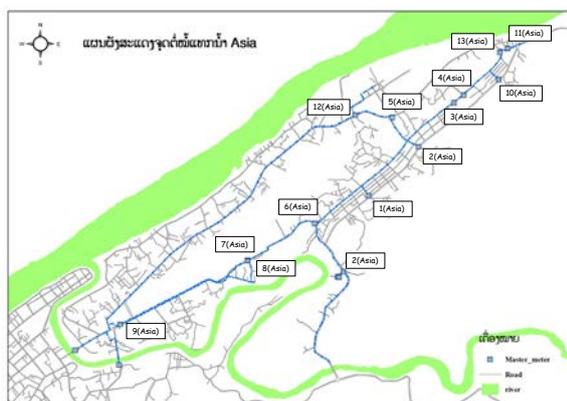


図 2.1.5 メーターステーション (Asia)  
出典：ルアンパバーン県水道公社

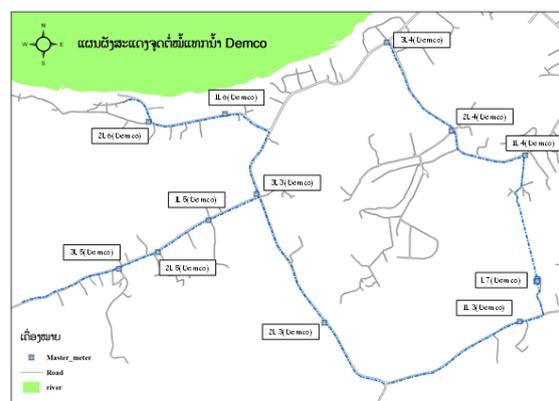


図 2.1.6 メーターステーション (Demco)

#### 2.1.4.2 Asia 社との契約概要

ルアンパバーン県と Asia 社の契約概要を表 2.1.3 に、ルアンパバーン県水道公社と Asia 社の契約概要を表 2.1.4 に示す。

表 2.1.3 ルアンパバーン県と Asia 社の契約概要

契約項目	契約内容
契約者	ルアンパバーン県計画投資局（県政府代表者） Asia 社の代表者（タイ国籍）
契約日	2011 年 4 月 6 日
契約期間	工事期間 24 カ月、運営 30 年間（契約延長最大 10 年間）
事業規模	浄水場施設能力 3,000m <sup>3</sup> /日 以上
契約形態	BOO (Build-Own-Operate) Asia 社の施設を引き継ぎ、水道事業を実施する主体が、契約終了時の資産価値相当額を Asia 社に支払い、施設を買い取る。
買取り価格	ルアンパバーン県水道公社への販売価格については、水道公社と Asia 社が合意した価格とする。

出典：契約書を基に作成

表 2.1.4 ルアンパバーン県水道公社と Asia 社の契約概要

契約項目	契約内容	備考
契約者	ルアンパバーン県水道公社（代表者：水道公社総裁） Asia 社の代表者（タイ国籍）	
契約日	2011 年 8 月 12 日	
最低買取り水量	3,000m <sup>3</sup> （12 カ月（一年間）の平均で一日当たり 3,000 m <sup>3</sup> ） 買取り実績に基づき、双方で最低買取り水量の調整を行う。	これまでの実績は下記の通り 2011 年～：施設容量 6,000 m <sup>3</sup> /日、最低買取り水量 3,000 m <sup>3</sup> /日 2015 年～：施設容量 15,000 m <sup>3</sup> /日、最低買取り水量 6,000 m <sup>3</sup> /日 2018 年：最低買取り水量 7,000 ～ 8,000 m <sup>3</sup> /日で調整中
買取り水量測定	Asia 社がバルク水量計を設置し、その水量計に基づき買取り量を計測する。3 ヶ月毎に水量計の精度を双方で確認する。	
買取り価格 (LAK/m <sup>3</sup> )	- 水道売買開始日の水道料金は 1m <sup>3</sup> 当たり 2,000LAK（付加価値税別）とする。 - 各年度の水道売買において料金は LAK・Baht の為替及びインフレ率により調整される	実績価格 2014: 1,797 LAK/m <sup>3</sup> 2015: 1,817 LAK/m <sup>3</sup> 2016: 1,778 LAK/m <sup>3</sup> 2017: 1,735 LAK/m <sup>3</sup> 2018: 1,813 LAK/m <sup>3</sup>
配水施設	配水施設については、双方が協力し合う義務があり、別の契約において合意する必要がある。	

出典：契約書を基に作成

### 2.1.4.3 Demco 社との契約概要

ルアンパバーン県と Demco 社の契約概要を表 2.1.5 に、ルアンパバーン県水道公社と Demco 社の契約概要を表 2.1.6 に示す。

表 2.1.5 ルアンパバーン県と Demco 社の契約概要

契約項目	契約内容	備考
契約者	ルアンパバーン県計画投資局長（県政府代表者） Demco 社の代表者（タイ国籍）	
契約日	2015 年 5 月 5 日	
契約期間	運営 30 年間（2015 年 5 月 5 日～2045 年 5 月 4 日）	
事業規模	浄水場施設能力 14,400m <sup>3</sup> /日、需要に応じて施設能力を拡大する。	
契約形態	BOO T(Build-Own-Operate-Transfer) 契約終了後に Demco 社が県政府に施設を供与する。	
段階開発	Phase1：調査、設計、許可申請 Phase2：工事 ・2015 年に生産量 14,400m <sup>3</sup> /day, 工事費：17,477,004 USD ・2019 年に生産量拡大 7,200m <sup>3</sup> /day, 工事費：2,404,875 USD ・2023 年に生産量拡大 7,200m <sup>3</sup> /day, 工事費：2,404,875 USD ・2027 年に生産量拡大 7,200m <sup>3</sup> /day, 工事費：2,404,875 USD ・2035 年に生産量拡大 7,200m <sup>3</sup> /day, 工事費：2,404,875 USD ※Demco 社は上記の段階開発を実施しなければならない	14,400 m <sup>3</sup> /day 21,600 m <sup>3</sup> /day 28,800 m <sup>3</sup> /day 36,000 m <sup>3</sup> /day 43,200 m <sup>3</sup> /day
買取り価格	ルアンパバーン県水道公社への水の販売価格については、水道公社と Demco 社が合意した価格とする。	

出典：契約書を基に作成

表 2.1.6 ルアンパバーン県水道公社と Demco 社の契約概要

契約項目	DEMCO	備考
契約者	ルアンパバーン県水道公社（代表者：水道公社総裁） Demco 社の代表者（タイ国籍）	
契約日	2015 年 12 月 7 日	
契約の範囲	- Demco De Lao Co.,Ltd は、ルアンパバーン県水道公社に対する水販売を目的とした浄水場を建設し、公共消費用の配水サービスとルアンパバーン県パーノム村からポンワン村及びシエンケオ村までの 15km の配水本管を整備する。 - 浄水場からの配水管を建設し、水道公社が指定するプーシー及びプーナノン配水池※への送水を行わなければならない。	※実際は、Demco 配水池に送水し、そこからクアティヌン配水池へ送水している。
契約期間	30 年間	
最低買取り	- 水道水実売買開始日における最低購入水量は、12 ヶ月もし	

契約項目	DEMCO	備考
水量	<p>くは1年間平均 9,000 m<sup>3</sup>/日とする。</p> <p>- 水道公社と Demco 社は、次の期間の最低買取り水量 (12,000 m<sup>3</sup>/日) について改めて協議する。</p>	
買取り水量測定	<p>- Demco 社がバルク水量計を設置し、その水量計に基づき買取り量を計測する。3ヶ月毎にメーターの精度を双方で確認する。</p>	
買取り価格	<p>- 水道売買開始日の料金は 2,019.45LAK/m<sup>3</sup> (付加価値税別) を採用する。</p> <p>- 毎年水道売買上、LAK・Baht 間の為替レート及びラオス中央銀行のインフレ率に応じ水道料金に変動が生じる。</p>	<p>実績価格</p> <p>2017: 1,818 LAK/m<sup>3</sup></p> <p>2018: 1,987 LAK/m<sup>3</sup></p>

出典：契約書を基に作成

#### 2.1.4.4 契約内容の解釈について

契約内容について水道公社及び Demco 社にヒアリングを実施した内容を以下に示す。

##### (1) 水道公社へのヒアリング結果

- 水道公社と Demco 社の契約書添付資料には、最低購入水量を段階的に引き上げる計画になっている。ただし現状は水量が伸びていないため、相互に協議し合意しながら進めている。例えば、最低購入水量については 2017 年 7 月～2018 年 7 月の購入水量を見ながら、次の年の最低購入水量を決定することになっている。

##### (2) Demco 社へのヒアリング結果

- 表 2.1.5 の開発手順 (段階開発) について、県から指示がある場合、Demco 社は施設の拡張に従わなければならない。ただし、Demco 社配水エリアにおける配水量が伸びていないため、県との協議において、生産量拡大の開発は現状のところ必要ないという共通理解となっている。

##### (3) 契約内容の運用方法

契約内容について確認し、契約内容の運用方法について確認した事項を以下に示す。

- ルアンパバーン県と Demco 社の契約 (表 2.1.5) において、定期的に生産水量を増加する旨が記述されているが、これは自動的に施設能力及び最低買取り水量を増加させるわけではない。水需要が増え、ルアンパバーン県が Demco 浄水場の施設能力拡張が必要と判断した場合に、県が Demco 社に対して施設能力拡張の指示を出すことができ、Demco 社はそれに従う必要があるという内容の契約である。

#### 2.1.4.5 Asia 社及び Demco 社の事業計画について

Asia 社及び Demco 社へのヒアリングを基に、各社の事業計画について確認した内容を以下に示す。

(1) Asia 社

- 水需要があれば浄水場の拡張を行いたい。
- 費用対効果から、新たな配水管整備については基本的には消極的である。
- ただし、ルアンパバーン市東部の開発地域（本プロジェクトの対象エリア外）については Asia 社から水道公社に対して費用折半での計画を提案中である。

(2) Demco 社

水需要があれば浄水場の拡張を行いたい、現状は最低買取り水量すら供給していないため、施設拡張は当面ないと考えている。

2.1.5 既存施設・機材

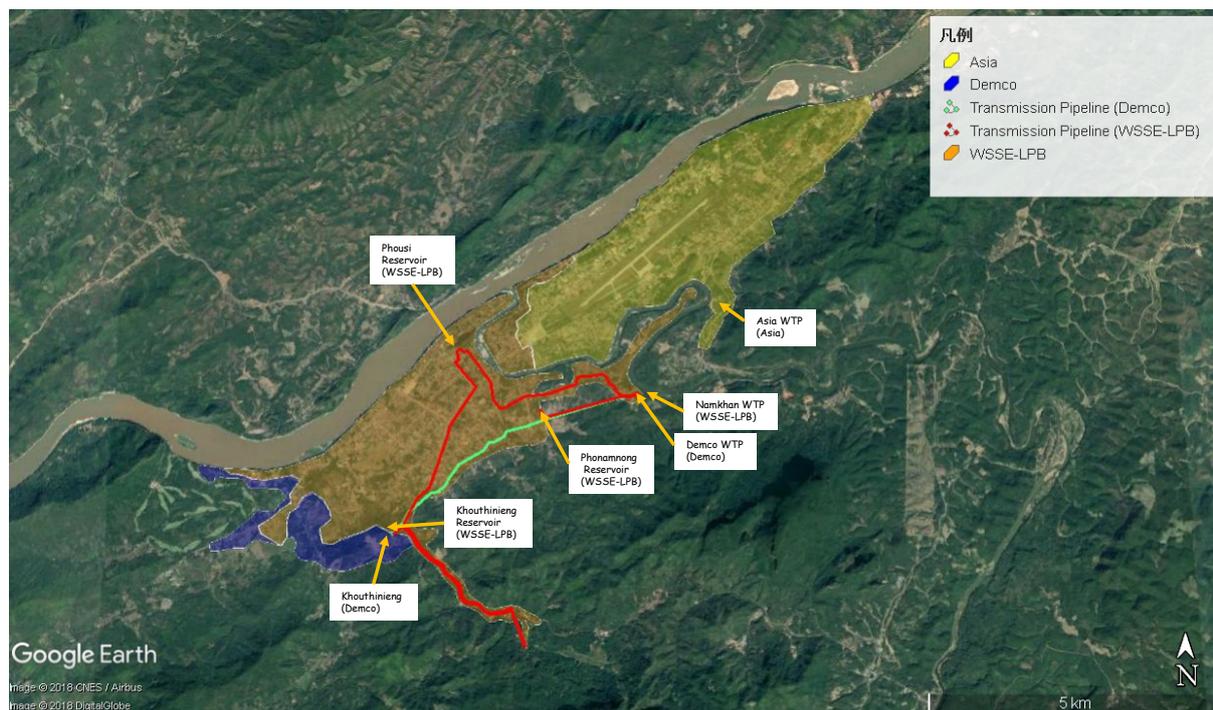
2.1.5.1 送配水施設

(1) 送配水管

1) 送水管

送水管の概要を図 2.1.7 及び表 2.1.7 に示す。

ルアンパバーン県水道公社が所有する送水管は、ナムカン浄水場からプーシー配水池への送水管、ナムカン浄水場からプーナノン配水池への送水管、プーポン浄水場からクアティヌン配水池への送水管及びプーシー配水池への送水管である。



地図データ: Google、DigitalGlobe

図 2.1.7 送水管の概要図

表 2.1.7 水道公社の送水管の布設年代と延長

管種	口径	布設年(1969-1975)	布設年(2000)	布設年(2007~2017)	合計
DIP	200	6,492	3,140	2,752	12,384
	250	-	-	2,190	2,190
	300	-	308	-	308
	350	-	4,391	-	4,391
	小計	6,492	7,839	4,942	19,273
GSP	200	-	-	460	460
	250	-	-	264	264
	300	-	-	60	60
	小計	-	-	784	784
u-PVC	300	-	-	340	340
合計		6,492	7,839	6,066	20,397

(単位:m)

DIP (Ductile Iron Pipe) : ダクタイル鋳鉄管

GSP (Galvanized Steel Pipe) : 亜鉛メッキ鋼管

u-PVC (Un-Plasticized Polyvinyl Chloride) : 無可塑ポリ塩化ビニル管

出典 : ルアンパバーン県水道公社提供情報を基に JPST 作成

送水管のうち、プーブン浄水場からプーシー配水池への送水管は布設年が1969年と古く、かつ土被りが大きく<sup>4</sup>漏水状況の確認が難しいことと、それにより適切な維持管理ができていないために管の老朽化が懸念されている。この送水管の延長は約6.5kmあり、ラオス国側より本事業による更新が要望されている。

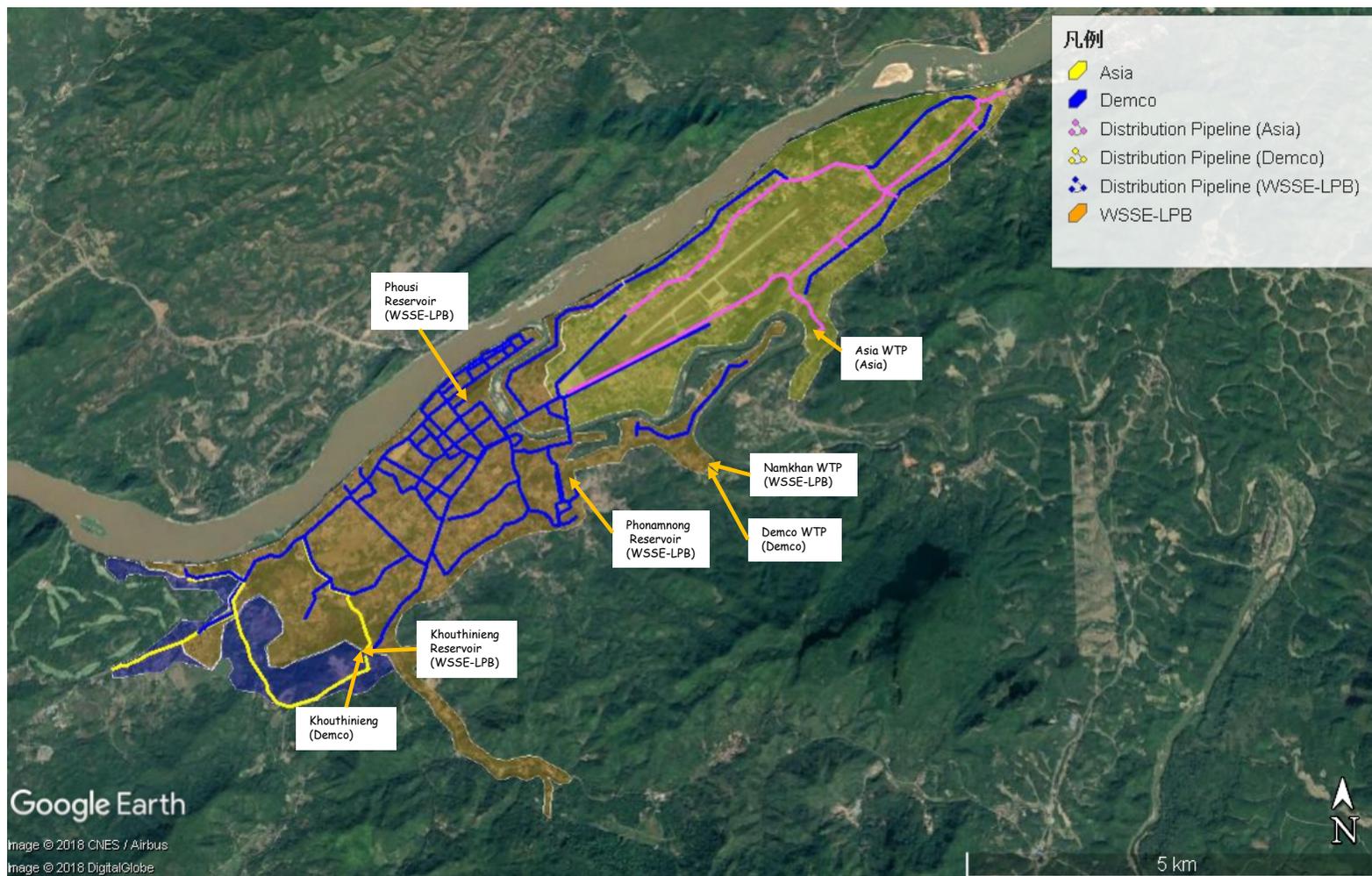
## 2) 配水管

配水管の概要を図2.1.8及び表2.1.8に示す。

ルアンパバーン県水道公社が所有する配水管は、プーシー配水池から世界遺産地区及び市内中心部、プーナノン配水池から市内、クアティヌン配水池から市内へ布設されている。

また、北部はAsia社の配水本管に、南部はDemco社の配水本管に水道公社が所有する配水管が接続されており、各地点のバルク水量計にて配水圧及び配水量が計測されている。

<sup>4</sup>水道公社も正確に把握できておらず、おそらく土被りが3~4m程度ではないかということである。



地図データ: Google、DigitalGlobe

図 2.1.8 配水管の概要図

表 2.1.8 水道公社の配水管の布設年代と延長

管種	口径	布設年(1969-1975)	布設年(2000)	布設年(2007~2017)	合計
DIP	100	739	794	15	1,548
	150	2,157	-	-	2,157
	200	3,278	-	-	3,278
	250	782	1,680	-	2,462
	300	-	235	-	235
	350	-	3,066	618	3,684
	小計	6,956	5,775	633	13,364
GSP	15	-	-	2,342	2,342
	20	-	-	2,190	2,190
	25	-	-	348	348
	30	-	-	1,765	1,765
	40	-	-	6	6
	50	-	-	224	224
	63	2,794	-	2,945	5,739
	80	-	-	831	831
	100	665	-	1,483	2,148
	110	-	-	12	12
	150	-	-	314	314
	200	-	-	749	749
	210	-	-	278	278
	250	-	-	1,742	1,742
	400	-	-	12	12
小計	3,459	-	15,240	18,699	
u-PVC	15	-	-	27	27
	25	-	-	11	11
	30	-	-	13	13
	40	1,281	-	3,513	4,794
	50	-	5,065	515	5,580
	80	-	4,331	3,856	8,187
	100	-	8,030	5,780	13,810
	150	4,219	7,472	4,417	16,108
	200	1,120	5,369	258	6,747
	250	-	1,639	2,768	4,407
小計	6,620	31,906	21,157	59,683	
HDPE	15	-	-	2,542	2,542
	20	-	-	2,733	2,733
	25	-	-	2,991	2,991
	40	-	-	6,893	6,893
	50	-	-	10,869	10,869
	63	-	-	24,197	24,197
	80	-	-	3,068	3,068
	100	-	100	4,082	4,182
	150	-	-	904	904
	200	-	-	5,736	5,736
	小計	-	100	64,015	64,115
合計		17,035	37,781	101,045	155,861

(単位:m)

DIP (Ductile Iron Pipe) : ダクタイル鋳鉄管

GSP (Galvanized Steel Pipe) : 亜鉛メッキ鋼管

u-PVC (Un-Plasticized Polyvinyl Chloride) : 無可塑ポリ塩化ビニル管

HDPE (High Density Polyethylene) : ポリエチレン管

出典 : ルアンパバーン県水道公社提供情報を基に JPST 作成

配水管のうち、プーポン浄水場の建設当時（1969年から1975年）に布設されたものは、約17kmであり、全体の11%を占めている。これらの古い配管は、布設当時から道路造成等が行われたため埋設深さが深く、維持管理ができていないのが現状である。

## (2) 配水池

水道公社が管理しているプーシー配水池、クアティヌン配水池、プーナノン配水池のコンクリート構造の健全度を調査した。調査は、目視により漏水、ひび割れの有無、白華現象の有無を確認した。調査結果概要を表2.1.9に示す。

表 2.1.9 現地調査結果（配水池）

施設名	調査位置	供用開始年	調査結果
プーシー配水池 (1470 m <sup>3</sup> )	側壁	1970	<ul style="list-style-type: none"> <li>モルタル仕上げとなっており、全体の状況は確認できなかったが、一部モルタル剥離箇所コンクリート面は健全であった。</li> <li>ドーム部分に崩落の危険性のある亀裂が複数見られた。</li> <li>管理人によると、「位置は特定できないが、地中部分での漏水がある」とのことであった。</li> </ul>
	頂版		
	その他		
クアティヌン配水池 (1,570 m <sup>3</sup> )	側壁	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>十数箇所の白華現象が見られ、内2箇所で見られた。</li> <li>問題となる箇所は見当たらなかった。</li> </ul>
	頂版		
プーナノン配水池 (1,000 m <sup>3</sup> )	側壁	2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打継ぎと思われる箇所に白華現象が見られた。</li> <li>問題となる箇所は見当たらなかった。</li> </ul>
	頂版		

プーシー配水池については、写真2.1.1に示すとおり、頂版部に多数のクラックが発生しており、頂版部の崩落の危険性が確認されている。



写真 2.1.1 頂版部のクラック（プーシー配水池）

## 2.1.5.2 ナムカン浄水場

### (1) 施設運転上の課題

ナムカン浄水場は、着水井～沈澱池（着水井・混和池・フロック形成池・沈澱池）が 6,000m<sup>3</sup>/日の施設容量に対して、ろ過池容量が 12,000m<sup>3</sup>/日となっており（図 2.1.9 参照）、着水井～沈澱池容量が不足しているために下記の課題を有している。

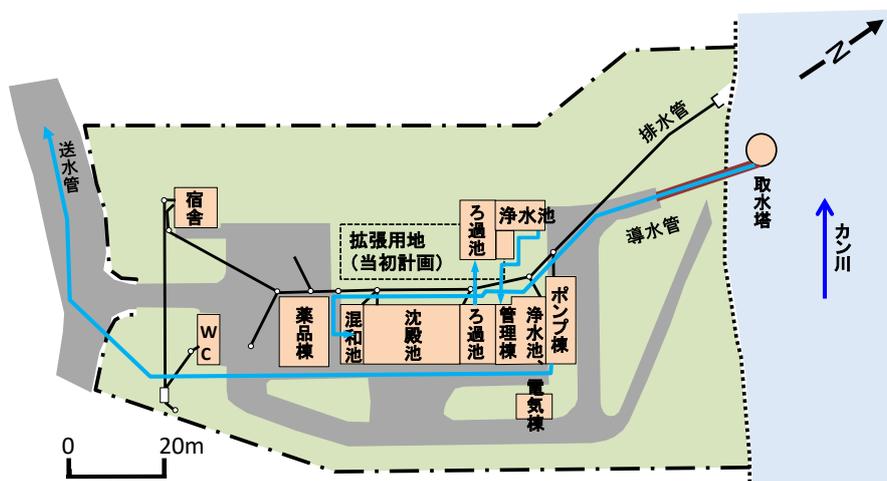


図 2.1.9 ナムカン浄水場平面図

- 着水井～沈澱池では施設能力以上の水量を処理する必要があり、ろ過池流入水においてフロックのキャリーオーバーが発生しており、浄水水質（濁度）が安定していない。
- フロックのキャリーオーバーによりろ過池への負荷がかかり、頻繁に逆洗を実施する必要がある。逆洗用水は浄水を使用するため、逆洗時には生産水量が減少することになり、生産水量が安定しない。
- 着水井～沈澱池の容量が不足しているために、高濁度原水（特に雨季）の場合に取水量を抑えなければならず、生産水量が安定しない。
- 2016年に洪水被害を受けている（写真 2.1.2 参照）。その洪水時の水位は、図 2.1.10 に示すとおり、計画高水位より約 3m 高かった。



写真 2.1.2 洪水時の被災状況写真

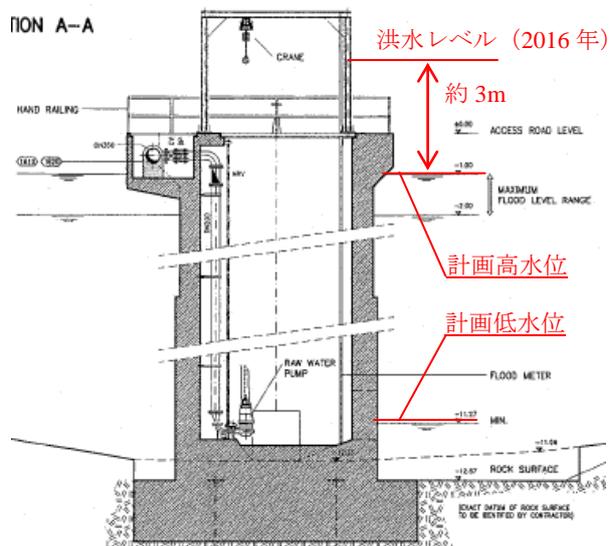


図 2.1.10 取水塔断面図

## (2) 既存処理プロセス

ナムカン浄水場の既存浄水処理プロセスフローを図 2.1.11 に示す。カン川表流水を原水とする浄水処理施設は、2000 年に供用開始された計画浄水量 6,000 m<sup>3</sup>/日の能力を持つ混和池、フロック形成池、薬品沈殿池、急速ろ過池及び 2011 年に供用開始された 6,000 m<sup>3</sup>/日処理できる急速ろ過池から成っている。現在、沈殿排泥やろ過池洗浄排水は、カン川へ直接放流されている。

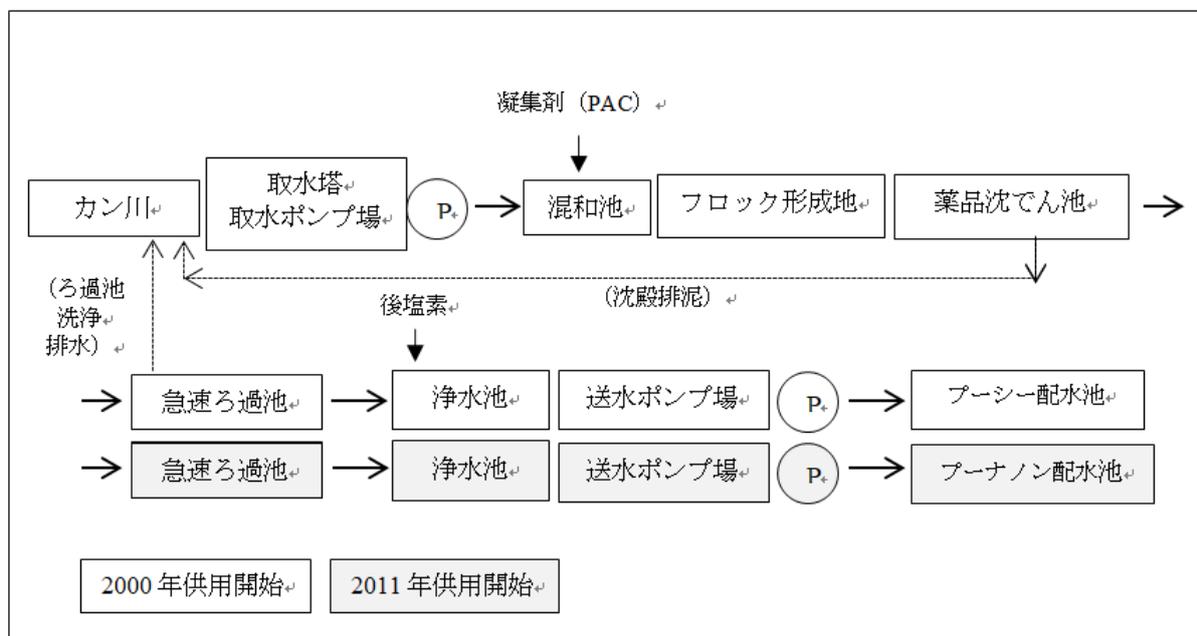


図 2.1.11 既存の浄水処理プロセス (ナムカン浄水場)

## (3) 土木

既存施設に関する現地調査結果を表 2.1.10 に示す。なお、本プロジェクトで対応（更新・補修等）する施設については、下線を付している。

既存施設（土木）については、薬品溶解槽廻りのコンクリート劣化部分を除き問題ない状況である。

表 2.1.10 現地調査結果 (ナムカン浄水場土木施設)

施設名	調査位置	供用開始年	調査結果
取水施設	取水塔	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 躯体（コンクリート）にひび割れ等無し</li> <li>• 梁、柱（鋼製）に塗装はがれ、錆浮き無し</li> <li>• トラス桁（鋼製）に塗装はがれ、錆浮き多数有り</li> </ul>
	上屋		
	連絡橋		
導水施設 (導水管)	連絡橋添加部	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• フランジ継手部からの漏水無し</li> <li>• 管外面錆浮き無し</li> </ul>
	同上吊り材		
	埋設部		
	露出部（流量計、薬注点ピット）		
浄水施設	混和池	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 躯体にひび割れ等無し</li> <li>• 躯体にひび割れ等無し</li> </ul>
	フロック形成池		
	沈殿池側壁		
			<右側> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ひび割れ 12 箇所有り、内 1 箇所白華現象</li> <li>• ひび割れからの漏水跡無し</li> </ul> <左側> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ひび割れ 13 箇所有り、内 2 箇所白華現象</li> </ul>

施設名	調査位置	供用開始年	調査結果
	ろ過池側壁	2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ひび割れからの漏水跡 7箇所有り</li> <li>• 左右側壁にひび割れ等無し</li> <li>• 管廊側壁に 1 箇所白華現象（短期的には問題ないが、長期間放置すると漏水の原因になるため、補修することが望ましい）</li> <li>• 管廊側壁管貫通部廻り漏水跡無し</li> </ul>
	ろ過池側壁		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 右側壁に 1 箇所白華現象</li> <li>• ポンプ室側側壁に縦横に多数白華現象</li> </ul>
薬液注入施設	薬液注入棟	2000	<外面> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 塗装はがれ</li> <li>• レンガ積壁仕上げモルタルにひび割れ</li> </ul> <内面> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 天井、壁、階段の塗装はがれ</li> </ul>
	薬品溶解槽廻り		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 左より 2 槽目底部より薬品漏れ</li> <li>• 防食塗装のはがれ（4 槽全て）</li> <li>• 攪拌モーター受桁（コンクリート）下面の一部欠損 → 薬品漏れがあり、補修が必要である。</li> </ul>
	配管用トラフ		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 腐食が激しい（グレーチング蓋、同受枠）</li> </ul>
送水施設	浄水池	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ポンプ室側壁に 1 箇所白華現象</li> </ul>
	ポンプ室（建屋）		<外面> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 塗装のはがれ無く健全</li> </ul> <内面> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 天井、壁の塗装はがれ</li> </ul>
	浄水池	2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 右側壁に 1 箇所白華現象</li> </ul>
	ポンプ室（建屋）		<外面> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 塗装のはがれ無く健全</li> </ul> <内面> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 塗装のはがれ無く健全</li> </ul>

#### (4) 機械設備

既存施設（機械設備）に関する調査結果を表 2.1.11 に示す。なお、本プロジェクトで対応（更新・補修等）する施設については、下線を付している。

表 2.1.11 現地調査結果（ナムカン浄水場機械設備）

施設	諸元	台数	現地調査結果
<u>取水ポンプ</u>	水中モーターポンプ 295 m <sup>3</sup> /h x 36 m (7,080m <sup>3</sup> /d 相当) (2011 年)	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 時間連続運転可能な仕様ではない。</li> <li>• 組み合わせ交互運転しており、予備機がない状況である。</li> <li>• 汚水用の羽根車で高濁度原水に対応する材質の羽根車ではなく、羽根車が摩耗しているとのこと。</li> </ul> →高濁度原水対応のポンプに更新する
	450 m <sup>3</sup> /h x 36 m (10,800m <sup>3</sup> /d 相当) (2008 年)	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 時間連続運転可能な仕様ではない。</li> <li>• 汚水用の羽根車で高濁度原水に対応する材質の羽根車ではなく、羽根車が摩耗しているとのこと。</li> </ul> →高濁度原水対応のポンプに更新する
<u>送水ポンプ</u> (プーシー配水池系統)	No. 1 to No. 4 240 m <sup>3</sup> /h (5760 m <sup>3</sup> /d 相当) x 50 m (2011 年)	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 稼働している。</li> </ul> →送水先が新設配水池に変わり、このポンプでは送水できないため、更新する。
	No.5	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ポンプ容量は必要送水量に対して非常に大きい</li> </ul>

施設	諸元	台数	現地調査結果
	390 m <sup>3</sup> /h (9360 m <sup>3</sup> /d 相当) x 49 m (2008 年)		い。運転効率が悪く、余計な電気代がかかる。 • 運転休止状態 → 廃止する
送水ポンプ (プーナノン配水池系統)	155.9 m <sup>3</sup> /h (3741.6 m <sup>3</sup> /d 相当) x 49 m (2011 年)	3	• 問題なく運転されている。またポンプ容量もプーナノン配水池への送水量 6,000 m <sup>3</sup> /d に対して適正な送水ポンプ容量であると判断できる。
逆洗ポンプ	横軸片吸い込み渦巻きポンプ 200 m <sup>3</sup> /h (3.33 m <sup>3</sup> /min) x 9 m (2000 年)	2	• 現在運転されておりろ過池逆洗浄は行われている • ポンプ容量から算出したろ過池面積に対する洗浄速度は以下となる。 ろ過池(2011) : 0.3 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /min ろ過池(2000) : 0.38 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /min • ろ過池(2011) に対する洗浄速度は小さい。
ろ過池空気洗浄 ブロワ	ルーツ式ロータリー ブロワ		• 空気洗浄速度を 1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /min とすると必要空気量は以下となる。 ろ過池(2011) : 10.96 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /min ろ過池(2000) : 8.7 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /min
	16.96 m <sup>3</sup> /min x 1,650 min-1 (2018)	1	• 必要空気量に対する容量が 1.7 倍と非常に大きい。 → ベルト駆動用プーリーを変更して風量調整することにより活用する
	600 m <sup>3</sup> /h (10m <sup>3</sup> /min)	1	• 故障中 (必要空気量としては十分な容量) → 更新する。
薬品注入設備	Alum 溶解槽, RC 造り 攪拌機付き定液槽	2	• PAC 溶解槽として使用されている。 • RC 製タンク内側表面はかなり腐食されている。 → FRP (Fiber-Reinforced Plastics : 繊維強化プラスチック) タンクに更新する
	消石灰溶解槽, RC 造り、攪拌機付き定液槽	2	• PAC 溶解槽として使用されている。 • RC 製タンク内側表面はかなり腐食されている。 → FRP タンクに更新する
	ポリマー溶解槽 ポリエチレンタンク、 攪拌機付き	2	• ポリマー溶解槽は機能している。
	前塩素注入設備 次亜塩素酸カルシウム溶解タンク、ポリエチレン製定液槽	1	• タンク内面に次亜塩素酸カルシウムのスケールが付いた状態で放置されている。 • 前塩素は注入されていない。 → 設置箇所の変更に伴い更新する
	後塩素注入設備 次亜塩素酸カルシウム溶解タンク、ポリエチレン製定液槽	2	• 浄水池上部に注入設備が設置されている。 • タンク内面に次亜塩素酸カルシウムのスケールが付いた状態で使用されているが後塩素は注入されている。

#### (5) 電気設備

既存施設（電気設備）に関する調査結果を表 2.1.12 に示す。なお、本プロジェクトで対応（更新・補修等）する施設については、下線を付している。

表 2.1.12 現地調査結果（ナムカン浄水場電気設備）

施設	諸元	台数	現地調査結果
受変電設備 <u>No.1 変圧器</u>	500kVA 22kV/380V 50Hz 油入変圧器	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水ポンプ（プーシー配水池）、取水ポンプ×1台（大ポンプ）、ろ過設備の負荷用変圧器</li> <li>屋内（変圧器室）に設置されているが、剥き出しの状態に設置されており、電気事故の保護ができていない。</li> <li>換気が十分ではなく、変圧器が剥き出しのため、掃除ができていない。埃が発生しており、電気事故の可能性はある。</li> <li>変圧器の設置場所は、屋内と屋外の2ヶ所となっており、維持管理性が悪い。</li> </ul>
<u>No.2 変圧器</u>	250kVA 22kV/380V 50Hz 油入変圧器	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水ポンプ（プーナノン配水池）、取水ポンプ×3台（小ポンプ）の負荷用変圧器</li> <li>屋外の電柱上に設置されており、安全性が確保されている。また、屋外のため、換気のための設備が不要。</li> <li>変圧器の設置場所は、屋内と屋外の2ヶ所となっており、維持管理性が悪い。</li> </ul>
運転操作設備 <u>監視盤</u>	屋内自立形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>浄水場全体監視制御、浄水場（取水ポンプ、薬品注入設備、送水ポンプを除く）の動力回路、浄水場全体の制御回路</li> <li>旧コントロールルームに設置されている。</li> <li>当初は、監視盤にて、集中監視制御が可能であった。但し、故障により、取水ポンプ、送水ポンプは、別の動力制御盤にて操作しているため、運転操作性が悪い。</li> </ul>
<u>取水ポンプ動力制御盤</u>	屋内自立形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水ポンプ（大ポンプ×1台）の動力回路用</li> <li>旧コントロールルームに設置されている。</li> <li>取水ポンプの小ポンプと動力回路が分かれているため、運転操作性が悪い。</li> </ul>
<u>取水ポンプ動力制御盤</u>	屋内自立形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水ポンプ（小ポンプ×3台）の動力回路用</li> <li>新コントロールルームに設置されている。</li> <li>取水ポンプの大ポンプと動力回路が分かれているため、運転操作性が悪い。</li> </ul>
<u>薬品注入設備動力制御盤</u>	屋内自立形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>薬品注入設備の動力回路用</li> <li>薬品注入棟に設置されている。</li> <li>換気が不十分な場所であり、薬品を貯蔵している近くに設置されており設置環境が悪い。</li> </ul>
<u>送水ポンプ動力制御盤（プーシー配水池）</u>	屋内自立形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水ポンプ（プーシー配水池）の動力回路用</li> <li>旧コントロールルームに設置されている。</li> <li>送水ポンプ（プーナノン配水池）動力制御盤とコントロールルームが分かれているため、運転操作性が悪い。</li> </ul>
<u>送水ポンプ動力制御盤（プーナノン配水池）</u>	屋内自立形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水ポンプ（プーナノン配水池）の動力回路用</li> <li>新コントロールルームに設置されている。</li> <li>送水ポンプ（プーシー配水池）動力制御盤とコントロールルームが分かれているため、運転操作性が悪い。</li> </ul>
<u>取水ポンプスイッチボックス</u>	屋外形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水ポンプの現場運転用</li> <li>取水塔上部に設置されている。</li> <li>簡易的な屋根で保護されているが、雨風が直接あたる可能性があり、設置環境が悪い。</li> </ul>
<u>ろ過池空気洗浄ブ</u>	屋内形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>ろ過池空気洗浄ブロワの現場運転用</li> </ul>

施設	諸元	台数	現地調査結果
<u>ロウスイッチボックス</u>			<ul style="list-style-type: none"> <li>旧ポンプ棟に設置されている。</li> <li>換気が不十分な場所であり、設置環境が悪い。</li> </ul>
<u>逆洗ポンプスイッチボックス</u>	屋内形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆洗ポンプの現場運転用</li> <li>旧ポンプ棟に設置されている。</li> <li>換気が不十分な場所であり、設置環境が悪い。</li> </ul>
<u>ろ過池空気洗浄ブロウスイッチボックス</u>	屋外形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>ろ過池空気洗浄ブロウの現場（屋外）運転用</li> <li>旧浄水池屋外上部に設置されている。</li> <li>簡易的な屋根で保護されているが、雨風が直接あたる可能性があり、設置環境が悪い。</li> </ul>
<u>逆洗ポンプスイッチボックス</u>	屋外形	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆洗ポンプの現場（屋外）運転用</li> <li>旧浄水池屋外上部に設置されている。</li> <li>簡易的な屋根で保護されているが、雨風が直接あたる可能性があり、設置環境が悪い。</li> </ul>
<u>送水ポンプスイッチボックス</u> (プーシー配水池)	屋内形	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水ポンプ（プーシー配水池）の現場運転用</li> <li>旧ポンプ棟に設置されている。</li> <li>換気が不十分な場所であり、設置環境が悪い。</li> </ul>
<u>硫酸アルミニウム溶解槽スイッチボックス</u>	屋内形	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>硫酸アルミニウム溶解槽攪拌機の現場運転用</li> <li>薬品注入棟に設置されている。</li> <li>換気が不十分な場所であり、薬品を貯蔵している近くに設置されているため、設置環境が悪い。</li> </ul>
<u>消石灰溶解槽スイッチボックス</u>	屋内形	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>消石灰溶解槽攪拌機の現場運転用</li> <li>薬品注入棟に設置されている。</li> <li>換気が不十分な場所であり、薬品を貯蔵している近くに設置されているため、設置環境が悪い。</li> </ul>
<u>計測設備</u> <u>取水流量</u>	電磁式流量計	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水ポンプからの取水量把握用</li> <li>旧浄水池横の流量計ピットに設置されている。</li> <li>流量計ピットは、屋外のため、雨風が直接当たる可能性があり、設置環境が悪い。</li> </ul>
<u>送水流量</u> (プーシー配水池)	電磁式流量計	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水ポンプ（プーシー配水池）からの送水量把握用</li> <li>旧ポンプ棟に設置されている。</li> </ul>
送水流量 (プーナノン配水池)	電磁式流量計	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水ポンプ（プーナノン配水池）からの送水量把握用</li> <li>新ポンプ棟に設置されている。</li> </ul>

## (6) ナムカン浄水場の課題

### 1) 取水及び導水施設

ナムカン浄水場の既存取水及び導水施設の課題を表 2.1.13 に示す。

表 2.1.13 ナムカン浄水場の既存取水及び導水施設の課題

施設及び設備	課題
取水ポンプ	汚水用の羽根車で高濁度原水に対応する材質の羽根車ではなく、羽根車が摩耗している。
取水ポンプの保守用ホイストクレーン	既存の電動ホイストは単巻き式のため、ホイストのフックの位置がワイヤー巻き上げに合わせて移動する。このため、ポンプを吊り上げ及び吊り下げする際に、ポンプが取水塔にあたってしまう。
取水塔内の排砂	取水塔内に堆砂しており、砂がポンプに吸い込まれてしまい、ポンプの

施設及び設備	課題
	羽根車に損傷を与えている。
原水流量制御装置	カン川の水位変動により取水ポンプによる取水量が変動するが、既存施設には原水流量制御装置が設置されていないため、取水量を一定に制御することができない。浄水水質の安定化のために薬品注入率を一定にするためには、取水量を一定にする必要がある。

## 2) 浄水施設

ナムカン浄水場の既存浄水施設の課題を表 2.1.14 に示す。

表 2.1.14 ナムカン浄水場の既存浄水施設の課題

施設及び設備	課題
着水井・混和池	ブロック形成池及び沈澱池が合計 12,000m <sup>3</sup> /日に整備される場合、既存の着水井では各ブロック形成池に流量を均等配分することができない。ろ過池容量 12,000m <sup>3</sup> /日に対して、6,000m <sup>3</sup> /日しか整備されていない。
ブロック形成池、沈澱池	ろ過池容量 12,000m <sup>3</sup> /日に対して、6,000m <sup>3</sup> /日しか整備されておらず、施設能力が不足しており、ブロックのキャリーオーバーが発生している。
ろ過池	沈澱池の容量不足に起因するブロックのキャリーオーバーにより、ろ過池の目詰まりが早く、洗浄回数が増え、それにより浄水生産量が減少する。 ろ過砂上に藻が発生している。
土木施設	沈澱池、ろ過池にひび割れ（漏水跡あり）が発生している。
ろ過池逆洗ポンプ	既設逆洗ポンプ容量が小さい。
ろ過池空気洗浄ブロワ	既存ブロワ 2 台のうち 1 台は故障している。
連通管（浄水池）	浄水池が 2 池あるが相互の池が繋がっていない（連通管が整備されていない）。ろ過池の洗浄水は片側の池の水を使用しており、送水用と洗浄用の水量配分に留意しながら運転する必要があり、運転しにくい状態となっている。連通管が必要な状態にある。
送水ポンプ（新設配水池用）	現状の送水ポンプ（プーシー配水池送水用）では、新設配水池への送水仕様を満足できないため、新設配水池送水用のポンプが必要となる。
排水処理施設	現状は施設がなく排水は未処理でカン川に放流している。
薬品注入施設	凝集剤は導水管へ管注入している。ただし、取水量が多い場合は、仮設のホースを用いて注入量を増やしており、凝集剤の注入量管理が煩雑な状態となっている。

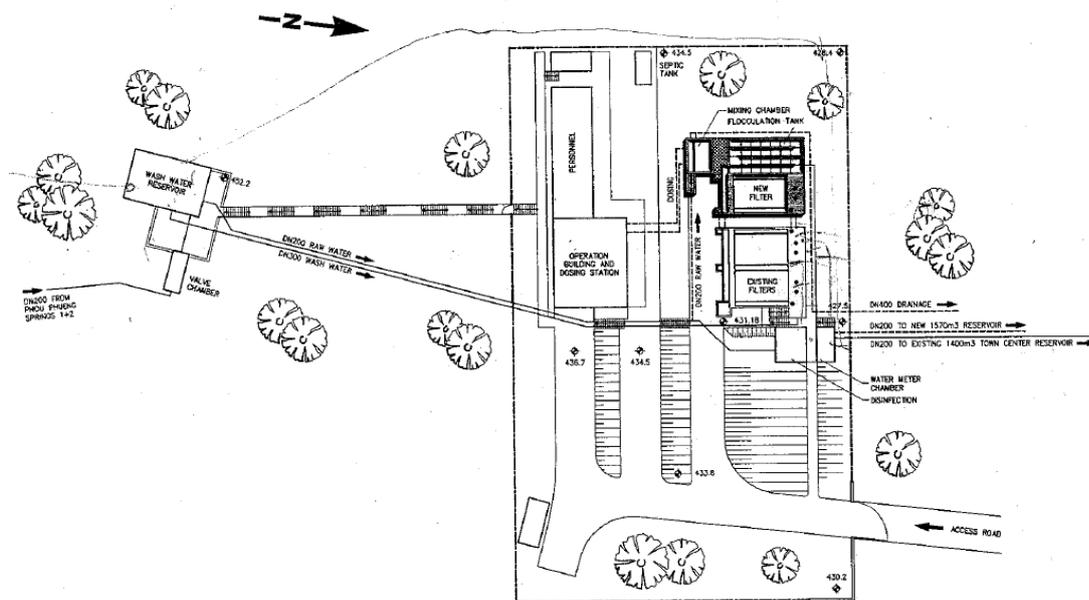
### 2.1.5.3 プーポン浄水場

#### (1) 施設運転上の課題

プーポン浄水場の既設平面図を図 2.1.12 に示す。

プーポン浄水場は、水源である湧水の硬度が高いという課題があり、水道メーターにスケール

が詰まる等の問題が発生している。



出典：ルアンパバーン県水道公社

図 2.1.12 プーポン浄水場既設平面図

### (2) 既存処理プロセス

プーポン浄水場の既存浄水処理プロセスを図 2.1.13 に示す。湧水を原水とし、1970年に供用開始された浄水処理施設は、ろ過池のみで、2000年には、混和池、フロック形成池及び急速ろ過池が拡張され供用が開始された。

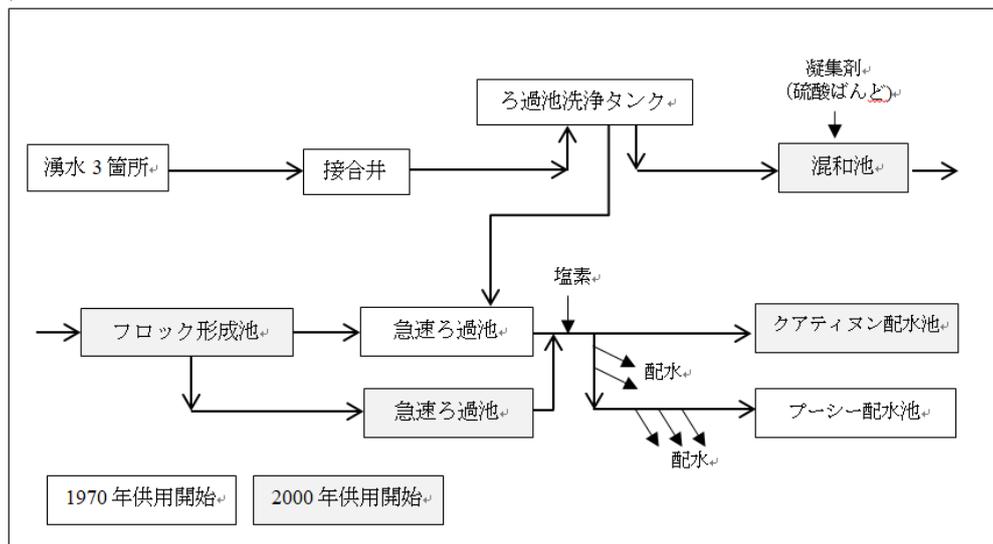


図 2.1.13 既存の浄水処理プロセス（プーポン浄水場）

### (3) 土木

既存施設（土木施設）に関する現地調査結果を表 2.1.15 に示す。

表 2.1.15 現地調査結果（プーポン浄水場土木施設）

施設名	調査位置	供用開始年	調査結果
導水施設	接合井 (逆洗水槽)	1970	<側壁外面> ・モルタル仕上げ面にひび割れが見られるものの、 躯体損傷及びこれに伴う漏水は見られない。 <内面> ・人孔より確認できる範囲問題無し ・足掛金物に錆浮き無し
浄水施設	着水、混和池	2000	・躯体にひび割れ等無し
	ブロック形成池		・躯体にひび割れ等無し
	ろ過池	1970	・流入渠の5箇所ひび割れ（上部は貫通） ・左右側壁にそれぞれ1箇所ひび割れ有り
	ろ過池	2000	・躯体にひび割れ等無し
薬液注入施設	薬品溶解室	2000	・問題無し
	薬品小出槽室		・鋼製階段、トラフ鋼製蓋（グレーチング）を含め 問題無し

プーポン浄水場の土木、建築構造物についてもナムカン浄水場と同様で、概ね健全と言える。なお、1970年供用開始ろ過池側壁部のひび割れについては、今後漏水に繋がる可能性があることから、補修する必要がある。

#### (4) 機械設備

既存施設（機械設備）に関する現地調査結果を表 2.1.16 に示す。

表 2.1.16 現地調査結果（プーポン浄水場機械設備）

施設	諸元	台数	現地調査結果
逆洗浄ポンプ	立軸ラインポンプ	1	・ろ過池逆洗浄状況を確認し、逆洗浄ポンプ運転状態を確認したが特段運転状況に問題は見受けられない。
ろ過池空気洗浄ブロワ	ルーツ式ロータリー ブロワ 13.58 m <sup>3</sup> /min x 1470 min-1（製造年月日； 2014年12月）	1	・空気洗浄速度を1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /min とするとろ過池面積が24.3 m <sup>2</sup> なので、必要洗浄空気量は24.3 m <sup>3</sup> /min となる。 ・設計上のブロワの容量は小さいが、実際の洗浄状況に大きな問題がないことを確認した。
硫酸アルミニウム注入設備	溶解槽	2	・注入は自然流下で行われ、注入量は制御されていると判断する。
	定液槽	1	
次亜塩素酸ナトリウム注入設備	溶解槽	4	・注入は自然流下で行われている。 ・定液槽内のボールタップがスケールにより故障していたが、注入されている。
	定液槽	2	

#### (5) 電気設備

既存施設（電気設備）に関する現地調査結果を表 2.1.17 に示す。

表 2.1.17 現地調査結果（プーポン浄水場機械設備）

施設	諸元	台数	現地調査結果
変圧器	100kVA 22kV/380V 50Hz 油入変圧器	1	・屋外に設置されている。特に問題点は見られない。
動力制御盤	屋内自立形	1	・コントロールルームに設置されている。特に問題点は見られない。
取水流量	電磁式流量計	1	・取水源は、湧水となっている。混和池の流入

施設	諸元	台数	現地調査結果
			前に流量計が設置されている。流量計に気泡の影響があり流量計の値が安定していないと考えられる。
送水流量	電磁式流量計	2	・故障中である。

## (6) プールン浄水場の課題

硬度が高いことに起因する配水エリアにおけるスケール発生が課題である。原水の硬度が高い課題はあるものの、浄水施設としては問題なく稼働している。

## 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

#### 2.2.1.1 道路

ルアンパバーン市内の道路はそのほとんどが舗装されており、車での通行に問題ない状態である。幹線道路としては、市内に国道1号及び13号線が通っている。

#### 2.2.1.2 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：Electricite Du Laos）が行っている。停電の実績については、停電回数が2～9回/月で、月の平均停電回数が5.6回、停電時間は3分～12時間で1回あたりの停電時間は平均54分である。停電回数及び停電時間は徐々に減少傾向にあり、電力事情は悪くない。

#### 2.2.1.3 鉄道

ルアンパバーン市東部では、中国ラオス鉄道（China-Laos Railway）の駅が建設中である。この鉄道プロジェクトについては、関連する情報が得られなかったため、水道公社職員等へのヒアリングで分かった事項を以下に示す。

- 2021年の完成を予定
- 約3km×5kmのエリアが対象
- 水道及び電気の整備はラオス国側負担

#### 2.2.1.4 観光関連施設

世界遺産都市であるルアンパバーン市は、毎年多くの観光客が訪れている。市内には400を超えるホテル、ゲストハウスがあり、レストランも多数ある。

これら観光関連施設は多くの水を使用するため、水需要予測等で留意する必要がある。

## 2.2.2 自然条件

### 2.2.2.1 降水量

ルアンパバーン市における月間降雨量を表2.2.1及び図2.2.1に示す。また、月別の日最大降雨量を表2.2.2及び図2.2.2に、日降雨量10mm以上の日数を表2.2.3及び図2.2.3に示す。

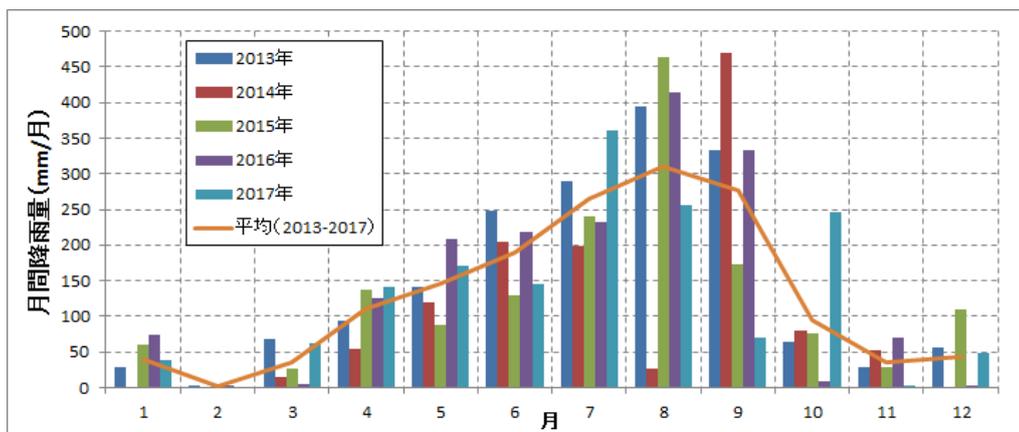
降雨量からは、5～9月頃が雨季に相当すると考えられる。雨季に降雨量が増えるものの、日当

り 10mm 以上の降雨が観測される日数が、多い月で 7~8 回程度のため、雨季においても工事ができるものとして計画する。

表 2.2.1 月間降雨量

年	月												合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	28	2	68	94	141	248	290	394	333	65	28	57	1,748
2014	0	0	15	55	119	205	198	27	470	80	52	0	1,221
2015	61	5	27	137	87	129	239	463	174	76	28	110	1,536
2016	74	3	4	126	209	218	232	414	333	9	71	4	1,697
2017	38	0	63	140	172	146	362	257	71	247	1	48	1,545
平均	40	2	35	110	146	189	264	311	276	95	36	44	1,548

(単位: mm)



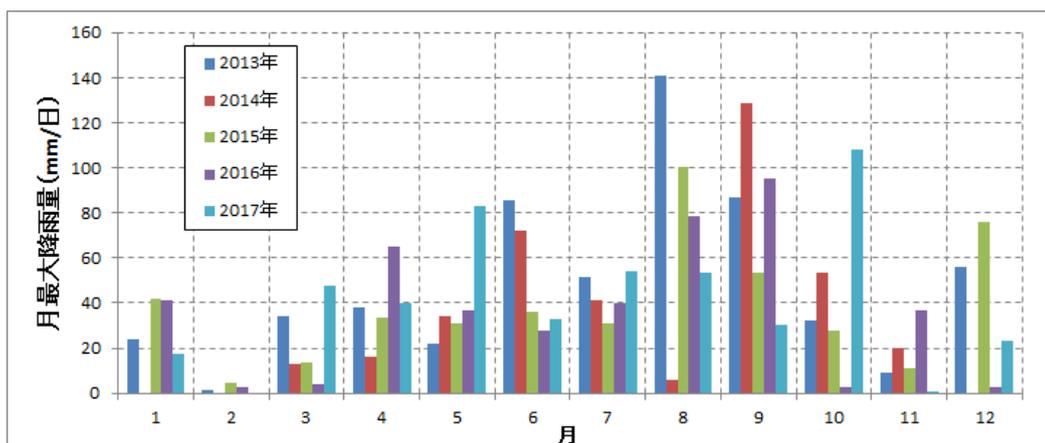
出典：ルアンパバーン市気象データを基に JPST 作成

図 2.2.1 月間降雨量

表 2.2.2 日最大降雨量 (月別)

年	月												最大
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	24	2	35	38	22	86	52	141	87	33	9	56	141
2014	0	0	13	16	34	72	42	6	129	54	20	0	129
2015	42	5	14	34	31	36	31	100	54	28	11	76	100
2016	42	3	4	65	37	28	40	79	95	3	37	3	95
2017	17	0	48	40	83	33	54	53	31	108	1	23	108
最大	42	5	48	65	83	86	54	141	129	108	37	76	141

(単位: mm)



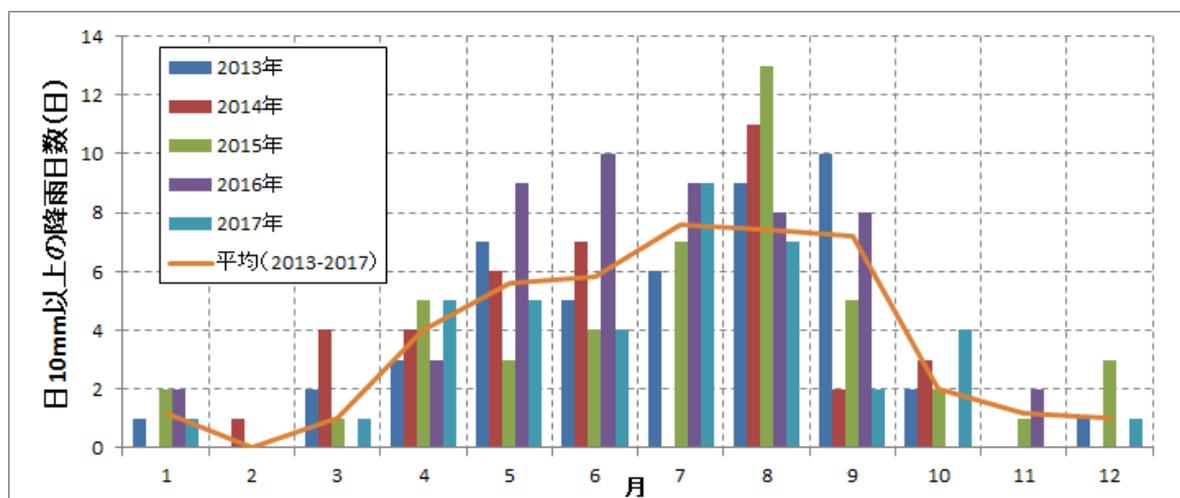
出典：ルアンパバーン市気象データを基に JPST 作成

図 2.2.2 日最大降雨量 (月別)

表 2.2.3 日降雨量 10mm 以上の日数 (月別)

年	月												合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	1	0	2	3	7	5	6	9	10	2	0	1	46
2014	0	0	1	4	4	6	7	0	11	2	3	0	38
2015	2	0	1	5	3	4	7	13	5	2	1	3	46
2016	2	0	0	3	9	10	9	8	8	0	2	0	51
2017	1	0	1	5	5	4	9	7	2	4	0	1	39
平均	1.2	0.0	1.0	4.0	5.6	5.8	7.6	7.4	7.2	2.0	1.2	1.0	44

(単位: 日)



出典：ルアンパバーン市気象データを基に JPST 作成

図 2.2.3 日降雨量 10mm 以上の日数 (月別)

### 2.2.2.2 地形・地質

対象地区は、図 2.2.4 に示すようにメコン川と山地の間にある平野部に位置する。平野部の開発可能な土地のほとんどが開発済の状況であるため、平野部に近い山地部分に住宅建設が進みつつあるのが現状である。

ナムカン浄水場において土質調査を実施し、現況地盤から深さ 12~15m 程度で N 値 50 以上の粘性土が確認されている。全体的に地盤は固く、構造物設計上良い地盤であるものと想定される。

ナムカン浄水場及び配水池において土木工事を実施するが、地盤が良いため杭等は不要であり、直接基礎で施設を計画する。



地図データ: Google、DigitalGlobe

図 2.2.4 対象地区の地形

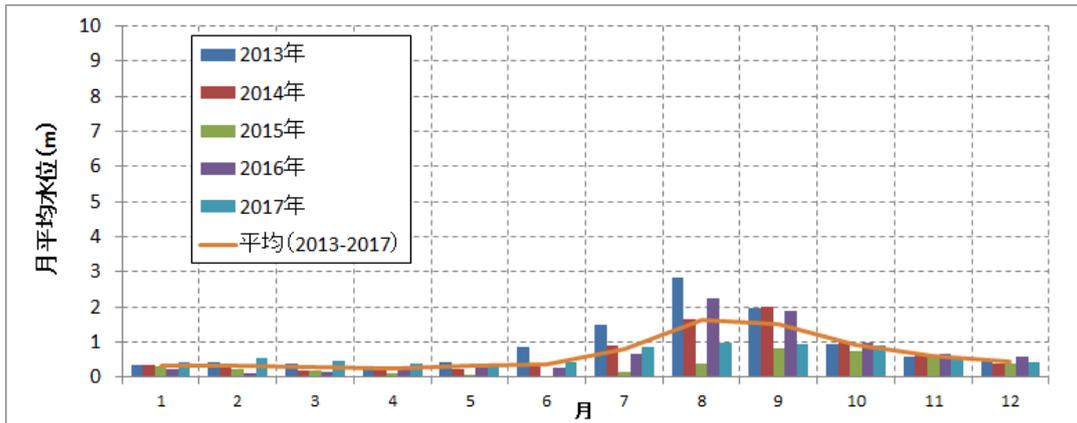
### 2.2.2.3 水位（カン川）

ナムカン浄水場の取水先である、カン川の月別平均水位を表 2.2.4 及び図 2.2.5 に、月別最大水位を表 2.2.5 及び図 2.2.6 に示す。

表 2.2.4 カン川の月別平均水位

年	月												合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	0.34	0.44	0.37	0.31	0.44	0.84	1.49	2.83	1.95	0.92	0.60	0.49	0.92
2014	0.35	0.26	0.20	0.21	0.23	0.30	0.90	1.66	1.99	0.99	0.65	0.38	0.68
2015	0.31	0.21	0.18	0.13	0.06	0.05	0.17	0.41	0.81	0.75	0.59	0.39	0.34
2016	0.25	0.10	0.15	0.27	0.40	0.28	0.68	2.26	1.90	0.96	0.67	0.58	0.71
2017	0.43	0.53	0.48	0.39	0.41	0.41	0.85	0.98	0.96	0.90	0.60	0.43	0.62
平均	0.34	0.31	0.28	0.26	0.31	0.38	0.82	1.63	1.52	0.91	0.62	0.45	0.65

(単位:m)



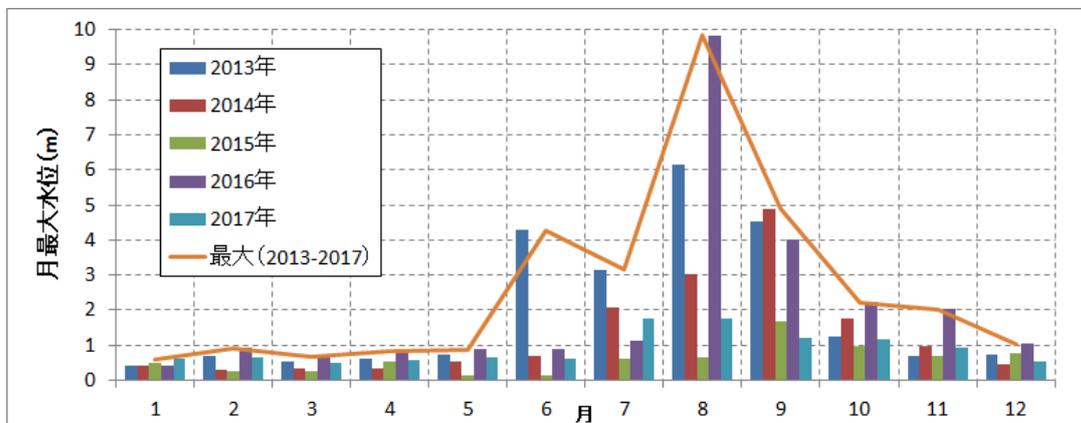
出典：ルアンパバーン市気象データを基に JPST 作成

図 2.2.5 カン川の月別平均水位

表 2.2.5 カン川の月別最大水位

年	月												最大
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	0.40	0.69	0.55	0.61	0.75	4.29	3.15	6.15	4.54	1.26	0.71	0.72	6.15
2014	0.40	0.30	0.32	0.32	0.54	0.69	2.06	3.01	4.90	1.75	0.95	0.46	4.90
2015	0.49	0.24	0.25	0.55	0.12	0.12	0.60	0.65	1.67	0.95	0.69	0.76	1.67
2016	0.40	0.93	0.68	0.82	0.88	0.88	1.13	9.84	4.01	2.22	2.02	1.04	9.84
2017	0.61	0.64	0.50	0.58	0.66	0.62	1.75	1.75	1.23	1.16	0.92	0.55	1.75
最大	0.61	0.93	0.68	0.82	0.88	4.29	3.15	9.84	4.90	2.22	2.02	1.04	9.84

(単位:m)



出典：ルアンパバーン市気象データを基に JPST 作成

図 2.2.6 カン川の月別最大水位

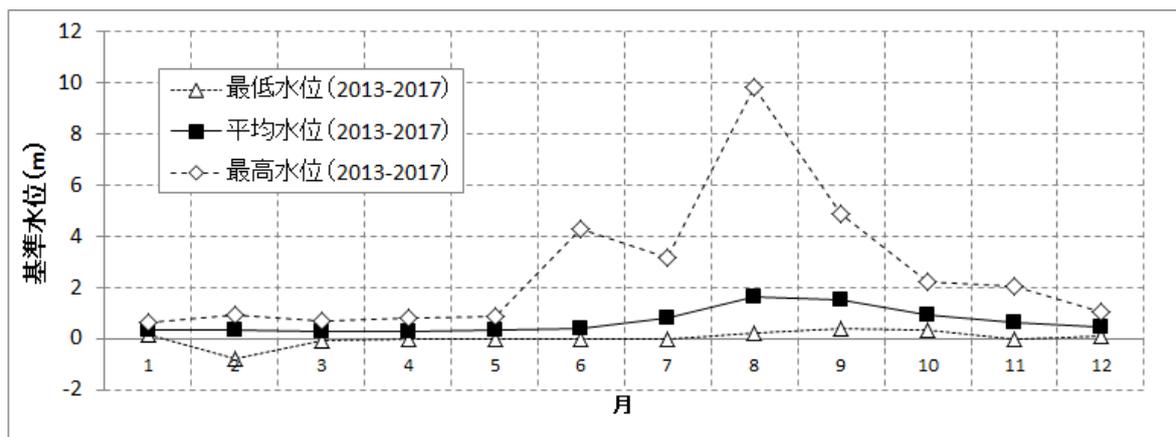


図 2.2.7 カン川における月別平均、最高、最低水位 (2013~2017年)

カン川の水位データより分かる事項を以下に示す。

- 月別最大水位より、年間を通して水位変動は最大 10m 程度である。
- 月別平均水位で見ると、平均水位は 2m 弱程度の変動があり、水位変動は大きくない。

#### 2.2.2.4 過去の降雨状況と浸水被害

ナムカン浄水場では、2016年8月に浸水被害を受けている。図 2.2.8 に 2013 年以降の降雨量の履歴とカン川における水位を示す。なお、カン川の上流ではダムが建設され、2016年6月より運用開始されている。

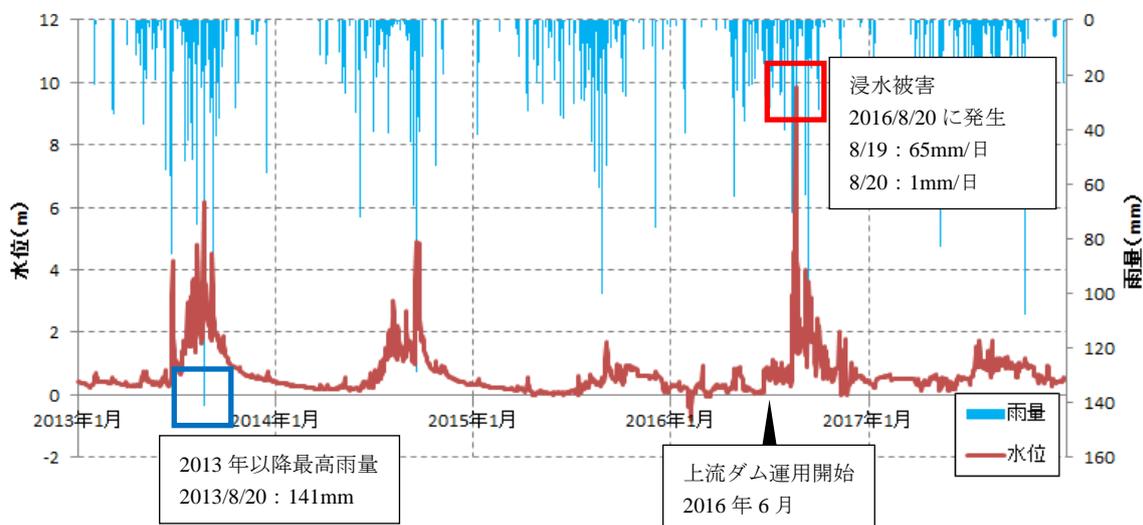


図 2.2.8 降雨量とカン川水位の関係

現地ヒアリングによると、2016年8月20日の被災時は計画高水位より 3m ほど高い位置まで浸水し、ポンプ室のポンプ設備が浸水した状態となった (写真 2.2.1 及び図 2.2.9 参照)。



写真 2.2.1 洪水時の被災状況写真

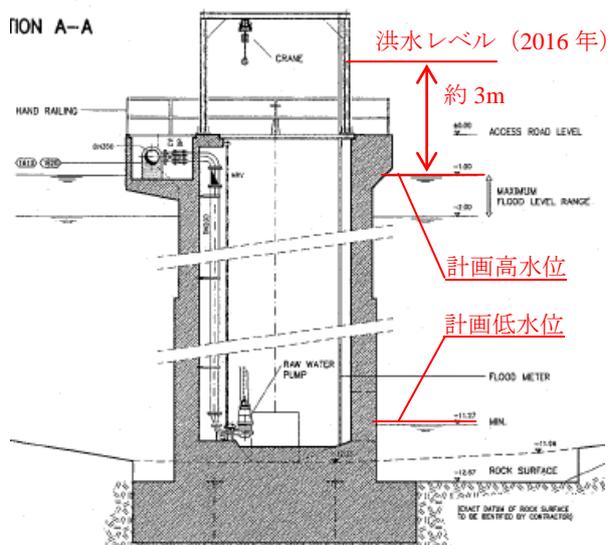


図 2.2.9 取水塔断面図

降雨により慢性的に浸水被害が見られる場合は設備類の浸水対策（嵩上げなど）を実施する必要があるが、本施設においては、図 2.2.9 からわかるように記録期間内の最高雨量を示した日（2013年8月20日）には被害が起こらず、ダム建設後の、より雨量が少ない日（2016年8月20日）に被害が発生している。

この「期間内の最高雨量記録日（2013年8月20日）」及び「浸水被害発生日（2016年8月20日）」の前後を比較すると図 2.2.10 及び図 2.2.11 に示すとおりとなる。ダム建設前の2013年8月時点では、降雨量が翌日の水位に影響している状況となっている。一方、ダム建設後の2016年8月には、8月14日までは2013年と同様の降雨と水位の関係が見られるが、8月15日には降雨と水位の対応が見られない。その後の8月19日の降雨に対しては降雨量に対応する以上の水位の上昇が見られ、浸水被害へと至っている。このことより、8月15日～8月20日の間にダムの放流量操作があったと推測され、それが水位の上昇をもたらし浸水の原因となった可能性が想定される。

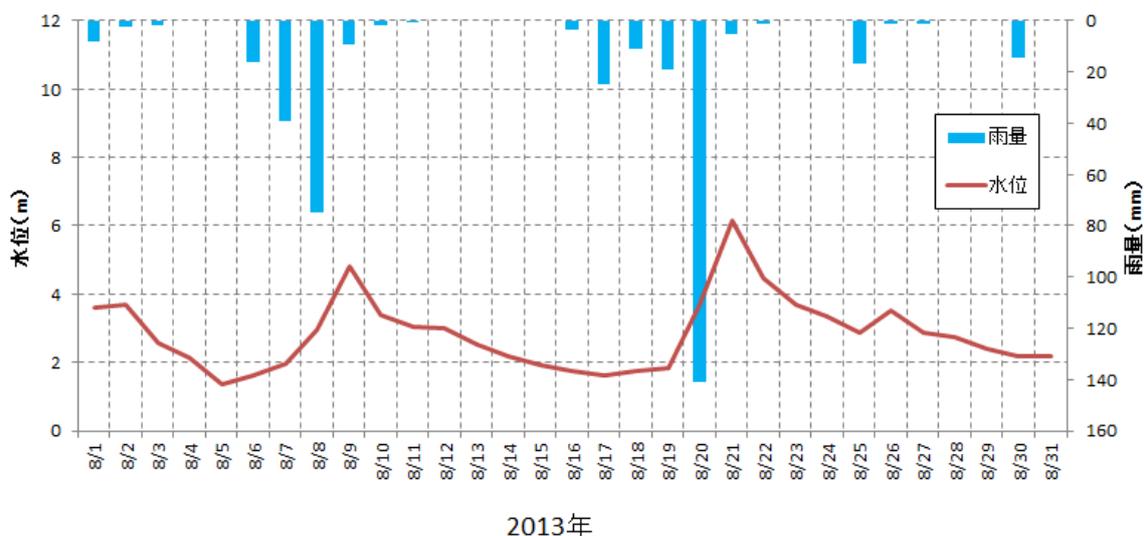


図 2.2.10 カン川水位と降雨量の関係 (2013年8月)

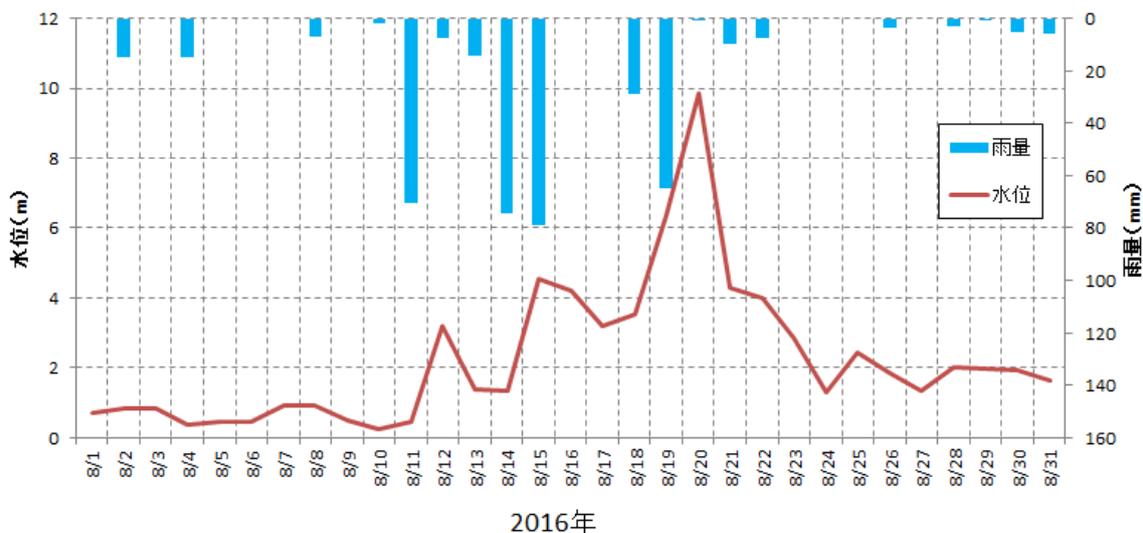


図 2.2.11 カン川水位と降雨量の関係 (2016年8月)

2013～2017年の過去5年間で、洪水時(2016年8月20日)を除いた中で最大水位を記録したのは、2013年の8月21日であり、洪水時の水位よりおよそ4m低い。この時の水位は、図2.2.9に示す洪水時の水位より4m低いとすると、計画高水位より約1m低い水位であった。このことより、ダム運用に伴って洪水が発生したと考えられる日以外については、計画高水位を上回る水位が発生していないため、2001年建設時に設定した計画高水位は問題ないと判断できる。

以上のことから、ダムの適正な運用によりカン川水位は計画高水位以下におさまると考えられ、浄水場施設側で対策を実施することは過大投資となると考えられる。このため、堤防を設けること等の特別な浸水対策は不要とする。

### 2.2.2.5 原水水質

2017年に水道公社で整理している原水水質試験結果及び本準備調査の再委託で実施した水質試験結果の概要を表2.2.6及び表2.2.7に示す。

表 2.2.6 水道公社飲料水水質基準及び水質試験結果

水質項目	単位	許容値	検査頻度			ルアンパバーン県水道公社 2017年次報告書より		本調査再委託結果	
			毎週	毎月	毎年	ナムカン 浄水場 原水	ブーブン 浄水場 原水	ナムカン浄水場 原水 (2018年4 月25日)	ブーブン浄水場原 水 (2018年4月25 日)
微生物学的項目									
大腸菌群数 (E. Coli)	No./100 ml	0		✓		-	-	検出	未検出
化学的項目									
アルミニウム	mg/l	<0.2		✓		0.015~0.03	0.012~0.023	-	-
ヒ素	mg/l	<0.01			✓	-	-	ND (<0.005)	ND (<0.005)
塩化物イオン	mg/l	<250			✓	3.0~4.0	3.0~9.0	4.3	11.1
遊離残留塩素	mg/l	0.1 - 2.0	✓			-	-	-	-
銅	mg/l	<2				-	-	-	-
シアン	mg/l	<0.5			✓	-	-	-	-
フッ素	mg/l	<1.5			✓	0.04	0.02 以下	0.13	ND (<0.05)
鉄	mg/l	<0.3			✓	0.08	0.02	0.09	ND (<0.03)
鉛	mg/l	<0.01			✓	-	-	-	-
マンガン	mg/l	<0.1			✓	-	-	ND (<0.01)	ND (<0.01)
水銀	mg/l	<0.006			✓	-	-	-	-
硝酸イオン	mg/l	<50	✓			0.6~1.1	0.6~1.1	2.7	1.5
亜硝酸イオン	mg/l	<3	✓			0.005~0.006	0.005~0.007	ND (<0.05)	ND (<0.05)
ナトリウム	mg/l	<200			✓	-	-	-	-
硫酸イオン	mg/l	<250			✓	-	-	-	-
亜鉛	mg/l	<3			✓	0.05	0.07	-	-
味	-	Acceptable	✓			-	-	-	-
物理的項目									
色度	TCU	<5	✓			0	0	9.0	6.0
pH	-	6.5 - 8.5	✓			<u>7.39~8.20</u> 7.85	<u>7.20~7.60</u> 7.25	8.3	7.8
電気伝導度	µS/cm	<1000			✓	208~276	448~554	485	193
濁度	NTU	<5	✓			<u>6.5~928</u> 49	<u>0.85~76.0</u> 2.13	6.6	0.7
全硬度 (CaCo3)	mg/l	<300			✓	<u>112~168</u> 128	<u>122~290</u> 162	124	304

ND: Not detected

上段: 最小値~最大値 下段: 平均値

出典: Minister's Decision on Water Quality Standard Management for Drinking and Domestic Use (MOH, March 2014) から調査団による編集

表 2.2.7 飲料水水質基準以外の測定項目及び水質試験結果

水質項目	単位	ルアンパバーン県水道公社 2017 年次報告書より				本調査再委託結果	
		ナムカン浄水場 原水	ナムカン浄 水場 処理水	プーブン浄水場 原水	プーブン浄 水場 処理水	ナムカン浄水場 原水	プーブン浄水場 原水
M アルカリ度 (総アルカリ度)	mg/l	101~130	91~125	261~312	268~307	44	292
溶解性物質	mg/l	102~123	105~124	246~261	241~261	-	-
臭気	-	ノーマル	ノーマル	ノーマル	ノーマル	ノーマル	ノーマル
アンモニアイオン	mg/l	-	-	-	-	0.49	0.23
永久硬度	mg/l	-	-	-	-	52	77
一時硬度	mg/l	-	-	-	-	72	227
リン酸塩	mg/l	-	-	-	-	0.08	0.06
COD <sub>Mn</sub>	mg/l	-	-	-	-	3.2	1.5

(1) ナムカン浄水場

2017年におけるナムカン浄水場の原水の最大濁度は928NTU（2017年）であり、雨季に高くなる傾向にある。その他の項目では原水は特段高い数値は無く、原水水質で問題となる項目はない。したがって、濁度除去が浄水場運転管理上重要となる。

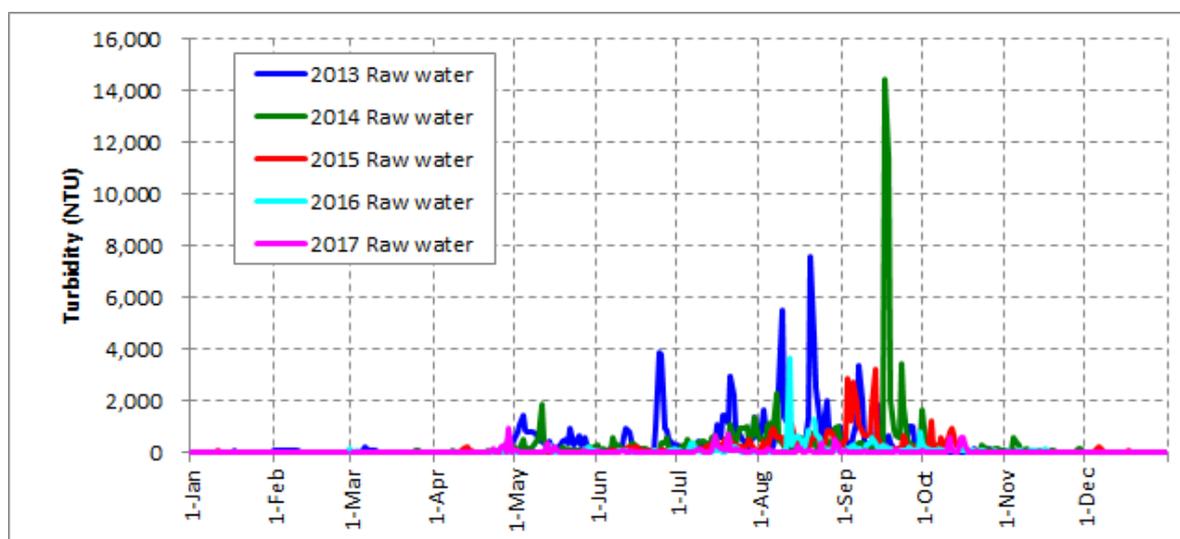
ナムカン浄水場の原水について、過去5年間の月平均濁度を表 2.2.8 に、月最大濁度を表 2.2.9 に示す。また、原水濁度データを図 2.2.12 に示す。

表 2.2.8 原水濁度（月平均）

年	月(平均)												平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	44	53	49	77	527	559	683	1,432	632	70	46	-	379
2014	22	15	35	57	248	208	516	525	1,377	186	114	30	278
2015	26	15	18	49	33	91	219	490	772	226	46	57	170
2016	29	30	30	21	67	60	109	385	216	97	47	15	92
2017	14	11	13	79	56	44	121	86	34	96	14	18	49
平均	27	25	29	56	186	193	330	584	606	135	54	30	194

表 2.2.9 原水濁度（月最大）

年	月(最大)												最大
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	64	111	262	694	1,480	3,882	2,945	7,575	3,385	159	99	-	7,575
2014	37	34	90	310	1,880	630	1,375	2,300	14,409	1,655	569	45	14,409
2015	68	25	47	209	65	253	560	1,125	3,201	1,265	56	255	3,201
2016	40	176	64	81	301	204	578	3,659	787	363	181	40	3,659
2017	22	27	28	928	411	87	742	531	186	628	24	42	928
最大	68	176	262	928	1,880	3,882	2,945	7,575	14,409	1,655	569	255	14,409



出典：ルアンパバーン県水道公社提供データを基に JPST 作成

図 2.2.12 原水濁度（2013～2017年）

原水濁度データより分かる事項を以下に示す。

- 原水濁度は雨季（5～10月頃）にかけて上昇する。
- 乾季は安定して濁度が低い。
- 2017年は原水濁度が全体的に低く、最大値も過去5年で最小となっている。上流のダムが

運用開始された 2016 年 6 月以降は、それまでと比べて原水濁度が低くなっている。これに伴い 2017 年の原水濁度が低くなっていると考えられる。

ナムカン浄水場は原水濁度が 1,500NTU を超える場合に取水停止している。

## (2) プーブン浄水場

プーブン浄水場の 2017 年の原水の平均濁度は 2.13NTU と低く、処理水濁度は平均で 0.85NTU であった。ただし、原水の全硬度は基準値 300 mg/l 以下ではあるものの、最大値が 290 mg/l と高い状況にある。また、今回の再委託水質試験結果では、全硬度は 304 mg/l であった。その他の項目については問題となる項目はない。

## 2.2.3 環境社会配慮

### 2.2.3.1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本事業の概要を環境社会配慮の観点から、1) ナムカン浄水場の処理性能向上のための施設改良、2) 送配水管の更新及びルアンパバーン市内の送配水管の整備、3) ルアンパバーン市郊外における配水池の新設、4) 世界遺産地区内における施設整備の 4 つの建設コンポーネントに分けて説明する。

#### (1) ナムカン浄水場(Namkhan WTP)の処理性能向上のための施設改良

ナムカン浄水場は、ルアンパバーン市旧市街から約 3 k m 西北の林地を切り拓いて建設されており、現在も周辺は林地で、近隣には民間の資材置き場、民間浄水場等があるが、住宅地からは約 500m 離れたところに位置する。

現在は処理後の排水は直接カン川に放流されているが、浄水処理施設だけでなく、排水処理施設も併せて建設することにより、川の濁度成分と上澄み水に分離され、濁度の低くなった上澄み水のみをカン川に放流することになり、自然環境への負荷が最小化される。

浄水処理施設、排水処理施設共に既存のナムカン浄水場の敷地内に建設するため、用地取得の必要はない。また、施設へのアクセス道路の建設の必要もない。

ナムカン浄水場内の建設予定施設位置図及びナムカン浄水場の位置図を図 2.2.13 に示す。

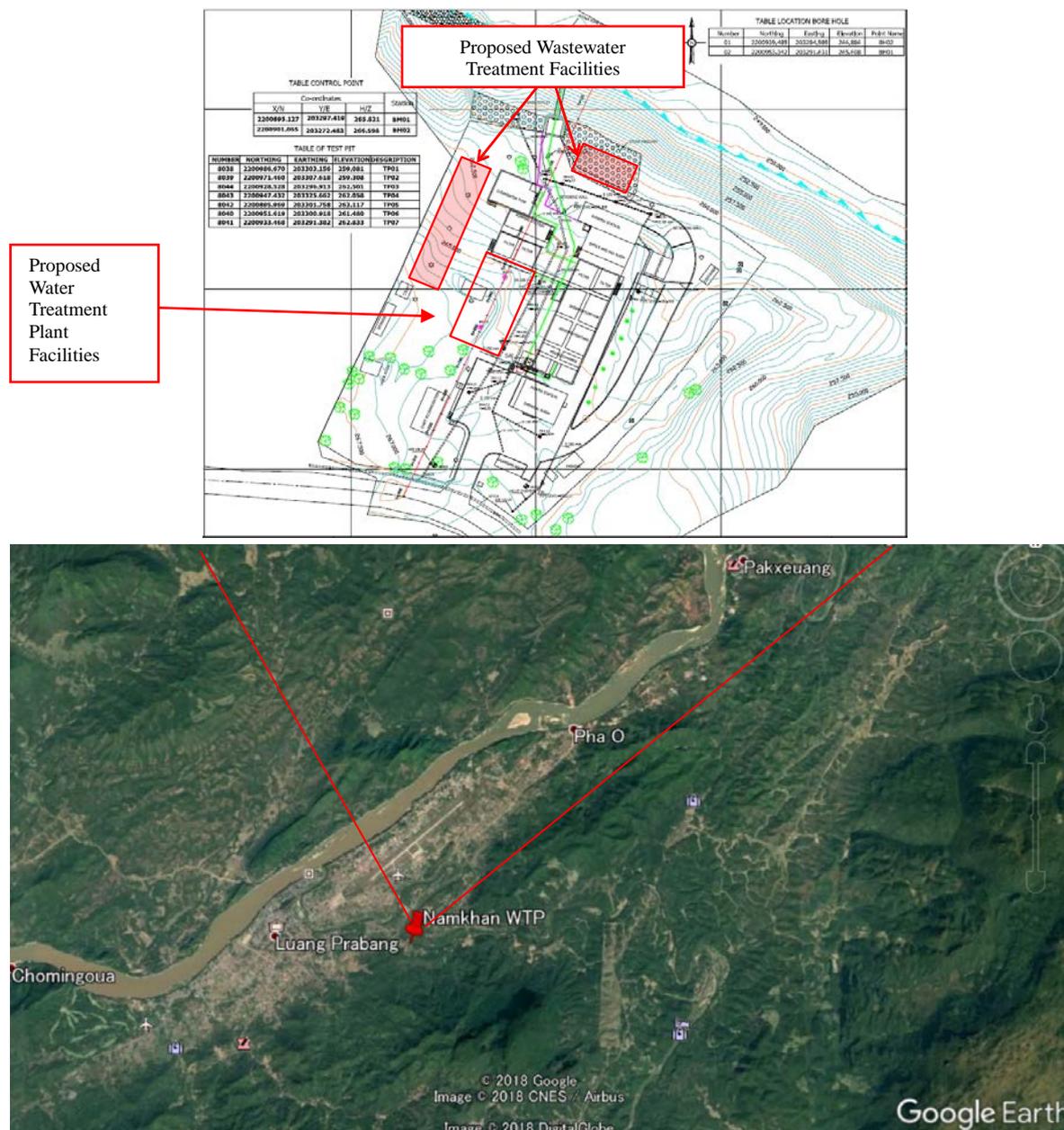


図 2.2.13 ナムカン浄水場内の建設予定施設位置図及びナムカン浄水場の位置図

(2) 送配水管の更新及びルアンパバーン市内の送配水管の整備

更新及び新設される送配水管は公道下に埋設されるため、用地取得の必要はない。工事現場は既存の道路上となる。

既設配水管路、更新する送配水管、拡張する配水管及び送水管の位置図を図 2.2.14 に示す。

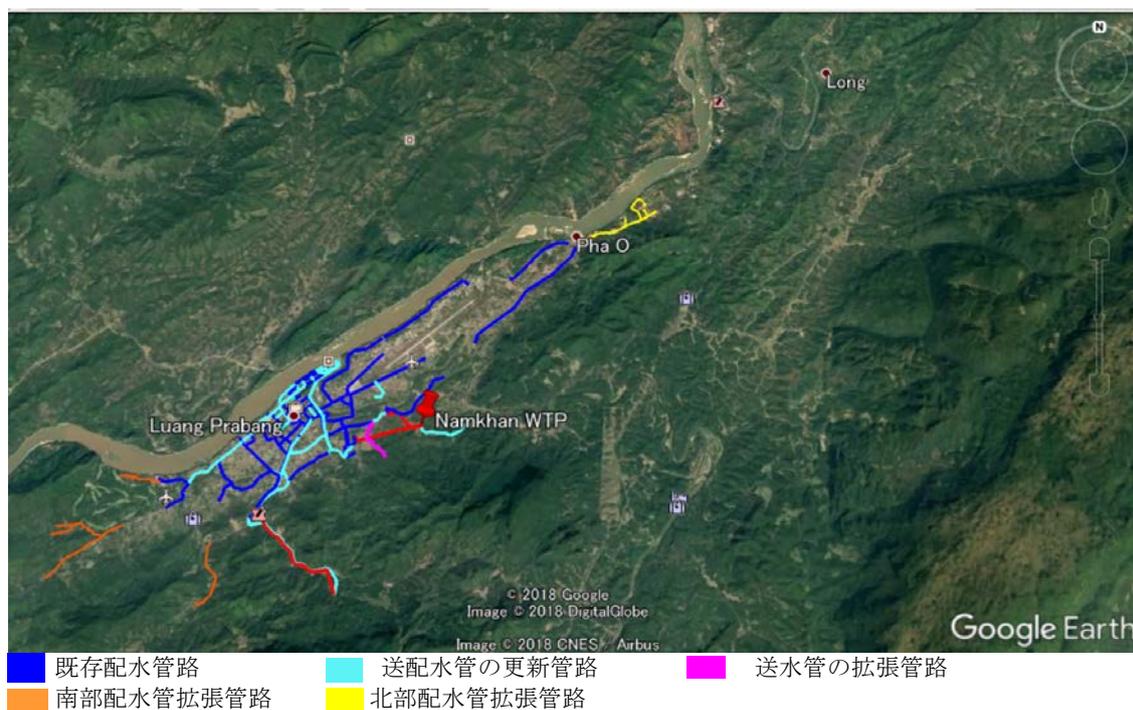


図 2.2.14 更新する配水管、拡張する配水管及び送水管の位置図

### (3) 配水池の新設

老朽化した既存配水池（プーシー配水池）にかわる配水池を、ナムカン浄水場から 1.2 km 南西に建設する。配水池自体の大きさは、27m x 10m であるが、建設用地としては、計 50m x 100m の土地が必要となる。建設予定地は政府用地内に位置している。このうち、約 30m<sup>2</sup> のパノム村住民の利用している土地については、補償が必要である。必要となる用地は林地であり、居住者はいないため住民移転は発生しない。

既存道路から新設配水池までの 100m 区間は、現時点では公道ではないが、周辺が住宅地として開発中のため、近い将来その一部が公道になる可能性が高い。WSSE-LPB は、詳細設計時に道路の建設状況を確認し、状況に応じて、アクセス道路を確保する必要がある。

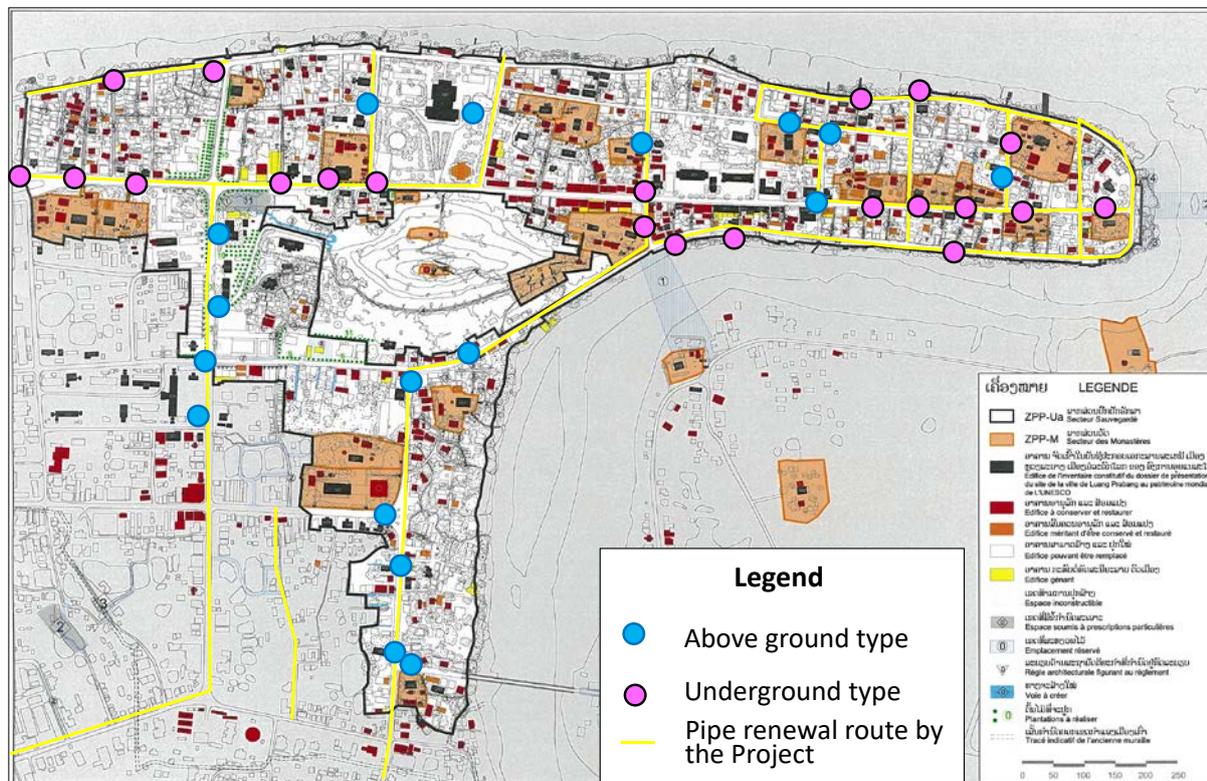
新設する配水池の位置図を図 2.2.15 に示す。



図 2.2.15 新設配水池位置図

(4) 世界遺産地区における施設整備（老朽管の更新及び消火栓の設置）

施設整備は、世界遺産地区の歴史的建造物へは影響を与えず、公道上が建設現場となる。  
世界遺産地区内に設置予定の消火栓及び配水管更新予定位置図を図 2.2.16 に示す。



出典：Plan de sauvegarde et de mise en valeur (2001) を基に JPST 作成

図 2.2.16 世界遺産地区内に設置予定の消火栓及び配水管更新予定位置図

## 2.2.3.2 ベースとなるプロジェクトの環境及び社会の状況

### (1) 自然環境

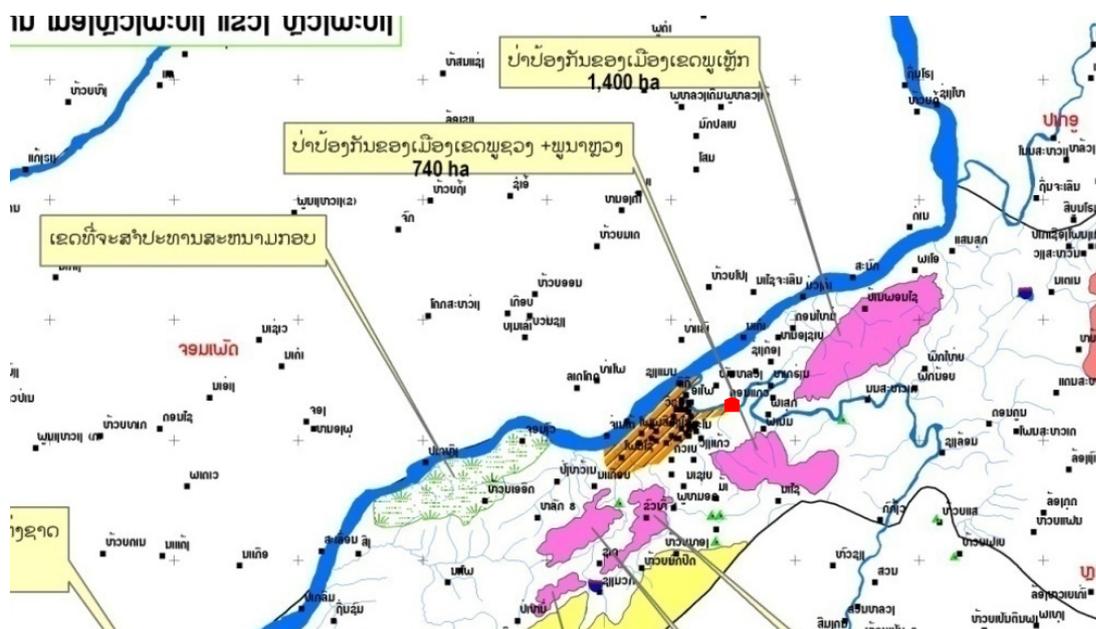
プロジェクトサイトの降水量、地形・地質、カン川水位・水質については、「2.2.2 自然条件」に記載する。このセクションでは、保護区及び絶滅危惧種に係る情報を述べる。

#### 1) 保護区・絶滅危惧種・植生

本事業の建設予定地は、新設の配水池を除いてすべて市街地あるいはその周辺部に位置している。

これらの建設予定地には自然保護区等は設定されておらず、また絶滅危惧種は確認されなかった。新設の配水池は、林地であるが、一次林はなく、長年にわたって伐採のすすんだ灌木疎林で成っている。

配水池予定地は最も近い市指定の保護林から約 2km 離れたところに位置する。ルアンパバーン市の保護区の地図を図 2.2.17 に示す。



■ 新設配水池予定地、

■ 市保護林、

■ 市街地

出典: Forestry Map in Luang Prabang Province (Department of Agriculture and Forestry, Luang Prabang Province, 2012)

図 2.2.17 ルアンパバーン市保護区

### (2) 社会環境

#### 1) 民族

ルアンパバーン市の 2017 年の民族分布は、ラオ族（低地ラオ族<sup>5</sup>）28.7%、カム一族（中地ラオ族）47.3%、モン族（高地ラオ族）17.8%、その他 6.2%となっている<sup>6</sup>。山間部に多く居住しているラオ語（国語）を母国語としないカム一族及びモン族の割合が高いが、本事業は小中学教育

<sup>5</sup> 居住地を標高別に分けた民族区分で、政府の公式区分ではないが、政府発行の統計資料をはじめ広く使用されている。

<sup>6</sup> 出典: Luang Prabang City Lao Front 2017

施設の充実した市街地を対象としており、これら母国語としない部族もすでに地域社会に溶け込んで長く生活をしていることから、特に配慮を講じる事項はない。しかしながら、少数民族に属する被影響世帯が確認された場合には、注意を払う必要がある。

## 2) 不発弾 (UXO)

ラオス国は、第一次インドシナ戦争(1946-1954)及び第二次インドシナ戦争(1960-1975)に因る不発弾が今も国土 17 県すべてにおいて残っている。アメリカ合衆国は、1964 年から 1973 年の間に、200 万 t 以上もの爆弾を投下した<sup>7</sup>。

本事業の位置するルアンパバーン市では、過去に空港北の農地にて一発の不発弾が発見され、無事に処理されている。その事例以降、不発弾の報告はない。

## 3) ナイトマーケット

世界遺産地区の配水管の更新予定地内にナイトマーケットが開催されている。このマーケットの営業時間は、午後 4 時半から午後 10 時半の通年営業で、世界遺産地区の目抜き通りであるシーサヴォンストリートの博物館前から南に 420m の区間を歩行者天国とし、約 320 店が路上で衣料品若しくは手工芸品の販売を行っている。このナイトマーケットが開催されている道路の両側の歩道下が、老朽化した配水管の更新予定地となっている。

出店は登録制となっており、出店者は毎年 35,000 キップ(約 4 ドル)を販売ライセンス料として市に納めている。また、販売ライセンス料とは別に、出店料として最高で 9,000 キップ(約 1.2 ドル)で電気、水道、ごみ処理代含む。料金は占有面積による。)を出店毎に、市よりこのマーケットの運営を委託されているパッカム村に支払うことになっている。パッカム村は、出店料と販売ライセンス料の一部を委託料として市から得ている。

工事の際には、これらの出店は、ナイトマーケット内の別の場所へ容易に移設できるため、本事業による住民移転の必要は生じない。

## 4) 年中行事

ルアンパバーン県では一年を通して様々なイベントが催されている。その中でも、水かけ祭り(ラオス国新年、毎年 4 月中旬の 5 日程度)とボートレース祭り(8 月最終週~9 月最初の週)は、観光客に最も人気があるイベントである。

### 2.2.3.3 ラオス国における環境社会配慮制度・組織

#### (1) 環境社会配慮に係る法令

##### 1) 環境社会配慮に係る法令概略

環境社会配慮に係る法令を表 2.2.10 にまとめた。

<sup>7</sup> UXO-NRA [www.nra.gov.la](http://www.nra.gov.la)

表 2.2.10 環境社会配慮に係る法令

No	Law	Enacted No. and Year	Key Contents
1	Constitution	No.25/NA May 2003	States the responsibility of all organizations and citizens to protect the natural environment and resources of the state
2	Environmental Protection Law	No. 29/NA December 2012	Defines principles, regulations and measures related to environmental management, monitoring of protective measures, including control, preservation and rehabilitation, to sustain and protect natural resources and public health and to contribute to national socio-economic development and reduction of global warming.
3	Ministerial Instruction on the Process of Environmental and Social Impact Assessment of Investment Projects and Activities	No.8030/MONRE* December 2013	Establishes standardized environmental and social impact assessment requirements and procedures for all investment projects categorized as Group 2 in Ministerial Agreement No.8056/MONRE.
4	Ministerial Instruction on the Process of Initial Environmental Examination of Investment Projects and Activities	No.8029/MONRE December 2013	Establishes standardized initial environmental examination requirements and procedures for all investment project categorized as Group 1 in Ministerial Agreement No.8056/MONRE Article 2.4. Describes the review process for IEE.
5	Ministerial Agreement on the Environment and Promulgation of List of Investment Projects and Activities Requiring Environmental and Social Impact Assessment	No.8056/MONRE December 2013	Categorizes investment projects and activities into two groups: (1) Group 1 shall prepare Initial Environmental Examination (IEE) and (2) Group 2 shall prepare environmental and social impact assessment (ESIA); and classifies the investment projects and activities into 5 sectors: (1) Energy, (2) Agriculture and Forestry, (3) Industrial Processing, (4) Infrastructure and Service, and (5) Mining.
6	Environment Impact Assessment Report Guidelines	MONRE 2016	Establishes guidelines for preparing an EIA report pursuant to the Decree on Environmental Impact Assessment.
7	Initial Environmental Examination Report Guidelines	MONRE April 2016	Establishes guidelines for preparing an IEE report pursuant to the Decree on Environmental Impact Assessment.
8	Agreement on National Environmental Standards	No.0832/MONRE February 2017	Establishes national environmental standards as a basis for environmental monitoring and pollution control on water, air, soil and noise.
9	Water and Water Resources Law	No.23/ NA May 2017	Regulates the management, exploitation, development, protection and sustainable use of water and water resources. Article 38 defines users in 3 categories: small, medium and large-scale, and requires medium and large-scale users to obtain water use permits. Article 42 defines the water use permit as an official document that gives permission to use water. It stipulates that to obtain the water permit, environmental and social impact assessment is required as well as the need to follow related regulations.
10	Law on Aquatic Animals and Wild Life	No.07/NA December 2007	Establishes principles and measures to protect and manage wildlife and aquatic animals.
11	Law on Water Supply	No.04/NA July 2009	Sets principles, regulations and measures regarding the implementation, operation, support, management and monitoring of water supply business entities. Article 17 stipulates that water supply quality shall fulfill assurance of cleanliness, health and safety, consistent with the water supply quality regulations

No	Law	Enacted No. and Year	Key Contents
			set by the Ministry of Health.
12	Minister's Decision on Water Quality Standard and Management for Drinking and Domestic use	No.561/MOH Feb 2014	Sets standards for drinking water quality for treated and untreated natural water as well as minimum requirements of water supply system, management of treated and untreated natural water monitoring and drinking water quality surveillance to ensure water safety and protect consumer health. It also defines the roles and responsibilities of key organizations in the implementation of these requirements. Article 9 stipulates the monitoring parameters and frequency, for water quality supplied by Water Supply State Enterprise.
13	Decree on Compensation and Resettlement of the Development Projects	No. 84/GOV April 2016	Establishes guidelines for resettlement and compensation to affected residents.
14	Land Law	No.04/NA Oct 2003	Establishes rules on management, protection and use of land.
15	Degree on the Implementation of the Land Law	No.88/PM June 2008	Establishes guidelines on implementation of the Land Law relating to the management, protection, use and development of land, as well as ensuring compliance with set-targets and the uniformity of practice throughout the country.
16	Public Road Law	No.03/ NA Oct 2016	Defines principles, regulations and measures relating to management, use, planning, survey, design, construction and maintenance of public roads. Articles 21 and 22 stipulate total area of roads as road surface, road shoulder, footpaths, drainage channels, road slope and boundaries for public road.
17	Law on National Heritage	No.08/NA November 2005	Establishes the principles, regulations and measures for the administration, use, protection, conservation, restoration, rehabilitation of the national culture, history and natural heritage. Article 33 stipulates the responsibility to report to local authority the discovery of national heritage items during the conduct of any activities and requires the subsequent suspension of the activities. Article 42 stipulates the responsibility for individuals/organizations to obtain approval from the Ministry of Information and Culture prior to pursuing socio-economic development in national and cultural areas.
18	Agreement on the Organization and Movement of Heritage Department	No.535/MOICT** July 2012	Establishes status, roles, obligations, scope, organizational structure, principles and work plan as terms of reference for the movement of Heritage Department.

注) \*MONRE: Ministry of Natural Resources and Environment (天然資源環境省)

\*\*MOICT: Ministry of Information, Culture and Tourism (情報文化観光省)

## 2) 水利権

水及び水資源法 (No.23/NA/May 2017) では、水利用者を小規模水利用者、中規模水利用者、大規模水利用者の3つのカテゴリに区分している (第 38 条)。家庭や農家等の小規模水利用者を除く、すべての水利用者は、河川からの取水についての水利用許可を取得しなければならない (第

39 条、第 40 条、第 41 条)。水利用許可の取得には、環境社会影響評価の実施とその他関係する法令の遵守が求められている (第 42 条)

本事業の場合、ナムカン浄水場はすでに 12,000m<sup>3</sup>/日の取水許可を得ており、また、今回は浄水場の処理性能の改善が目的で、さらなる取水量が増えることはないため、天然資源環境省からの新たな許可は必要ない。

### 3) 事業に係る環境評価手順

事業者は、開発事業における初期影響評価 (Initial Environmental Examination: IEE) 及び環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA) の実施区分に係る協約 (Ministerial Agreement on the Endorsement and Promulgation of List of Investment Projects and Activities Requiring for Conducting the Initial Environment Examination or Environmental and Social Impact Assessment No.8056/MONRE 2013) に示される分類に従い、IEE 若しくは EIA を実施し、事業の工事開始前までに、環境遵守認証 (Environmental Compliance Certificate: ECC) の交付を受けなければならない。この協約において、事業が Group1 に分類されている場合は IEE を、また、Group2 に分類されている場合は EIA をそれぞれ実施することが必要とされている。本事業については、この協約の「3.35 給水処理事業」に該当し、すべての給水処理事業は Group1 に分類されていることから、規定により IEE の実施が義務づけられている。

IEE 実施手順は、開発事業及び開発活動に係る IEE 手続き規定 (Ministerial Instruction on the Process of Initial Environmental Examination of the Investment Projects and Activities No.8029/MONRE) に定められている。この規定によると、10 営業日の書類記載方法等確認のための形式審査及び 40 営業日の内容審査の、少なくとも計 50 営業日が、ECC を取得するために必要とされている。<sup>8</sup>

本事業の場合、DPWT-LPB はルアンパバーン県天然資源環境局 (Department of Natural Resources and Environment: DONRE) に IEE 報告書を提出しなければならない。また、IEE 報告書の審査期間中に、DPWT-LPB は、事業概要と IEE の結果説明及び関係者からの意見を収集するため、事業域内のすべての村長、市及び県の政府諸機関を対象とした関係者会議を招集しなければならない。IEE 報告書の審査結果は、文書で DPWT-LPB に通知される。その際、修正等の必要が求められた場合は、DPWT-LPB は適宜修正し、DONRE に再提出する必要がある。その後、IEE 報告書が承認されれば、ECC が DPWT-LPB へ交付される。

IEE 報告書は 2018 年 10 月に DONRE に提出され、同年 11 月に ECC が交付された。交付された ECC は、**参考資料 1** に添付されている。

### 4) JICA による環境社会配慮

本事業は、JICA 環境社会配慮ガイドライン (以下ガイドライン) の遵守が要件とされている。

本事業は、このガイドラインに基づき、カテゴリ B プロジェクトと分類された。カテゴリ B プロジェクトは、ガイドラインにおいて、「一般的に影響はサイトそのものにしか及ばず不可逆的影響は少なく、通常の方策で対応できると考えられる」<sup>9</sup>と規定されている。カテゴリ B プロジェクトにおいては、IEE レベルでの環境社会配慮調査を実施し、回避・最小化・代償を含む環境緩和

<sup>8</sup> Article 2.4 Review of the Initial Environmental Examination Report, Ministerial Instruction on the Process of Initial Environmental Examination of the Investment Projects and Activities (No.8029/MONRE)

<sup>9</sup> JICA 環境社会配慮ガイドライン 2.2 カテゴリ分類 (2010 年)

策やモニタリング及び環境社会配慮実施体制の案を作成する。また、事業を実施しない案を含む代替案の検討も必要とされる。環境社会配慮調査結果についての現地ステークホルダー協議は、カテゴリ B プロジェクト場合、必要に応じて実施することとされている。

## 5) 環境社会ガイドラインとの乖離

ラオス国法令により、本事業は IEE の実施が必要とされている。本事業は JICA ガイドラインでは、カテゴリ B プロジェクトと分類され、IEE の実施が要件となっている。ガイドラインの IEE に係る要件は、Ministerial Instruction on the Process of Initial environmental Examination of the Investment Project and Activities (No.8026/MONRE 2013) 及び Initial Environmental Examination Writing Guidelines (MONRE 2016) にすべて網羅されているため、ラオス国政府と JICA の規定の間における乖離はない。IEE に係る、ガイドラインとラオス国政府法令のギャップ分析結果を表 2.2.11 に示す。

表 2.2.11 IEE に関する GAP 分析

Issue	JICA Guidelines	Lao PDR Law	Gap between JICA Guidelines and Lao PDR
Underlying Principles	Environmental impacts that may be caused by the project must be assessed and examined in at the earliest possible planning stage. (1. Underlying Principles, Appendix 1)	For the result of the IEE to be effectively incorporated into the project design, the environmental team shall coordinate with the technical/engineering team during the preliminary and detailed process. (3.7.2.2, IEE Guidelines)	None
Alternatives	Alternatives or mitigation measures to avoid or minimize adverse impacts must be examined and incorporated into the project plan. (1. Underlying Principles, Appendix 1)	The IEE report shall include the description of realistic alternatives for achieving the basic development objectives of the project. The IEE report shall describe each alternative in reasonable detail to enable all potential biophysical, economic, social, health, cultural and visual impacts to be identified or predicted and evaluated. At least two alternatives plus the option of not proceeding with the project should be described. (3.5.1, IEE Guidelines)	None
Mitigation Measures		For each project phase, the IEE report shall specify the actions, infrastructure, design modifications, additions, or any other actions required to reduce the magnitude of the impact. Mitigation measures shall be as detailed as possible. (3.7.2.2, IEE Guidelines)	None
Impacts to be Assessed	Include impacts on human health and safety, as well as on the natural environment, that are transmitted through air, water, soil, accidents, water use, climate change, ecosystems, fauna and flora, including trans-boundary or global scale impacts. These also include social impacts, including migration and involuntary resettlement, local economy such as employment and livelihood, utilization of land and local resources, social institutions such as social capital and local decision-making institutions, existing social infrastructures and services, vulnerable social groups such as poor and indigenous peoples, equality of benefits and losses and equality in the development process, gender,	The methodology for the assessment should consider project-related impacts that are positive, negative, direct, indirect, and if applicable, impacts that are cumulative, synergistic, reversible, and irreversible. Impact significance should be clearly presented. The significance of an impact depends on factors such as: 1) intrinsic value of the affected ecosystem component(s) (i.e., sensitivity, uniqueness, rareness, and reversibility); 2) social, cultural, economic, and aesthetic values attributed to the component(s) by the population. The more the population values a component in an ecosystem, the more likely the impact on this component will be considered significant; 3) The level of concern of the population regarding health and safety issues, or regarding protection of their archaeological sites, 4) Whether the affected environmental components(s) have already undergone modification. (3.7.2.2, IEE Guidelines)	None. However, the JICA Guidelines presents more specific parameters for impact assessment. Accordingly, these parameters in the Guidelines will be used for the IEE of the project.

Issue	JICA Guidelines	Lao PDR Law	Gap between JICA Guidelines and Lao PDR
	children's rights, cultural heritage, local conflicts of interest, infectious diseases such as HIV/AIDs, and working conditions including occupational safety. (3. Scope of Impacts to be Assessed)		
Monitoring	After the start of the project, the project proponent will monitor whether any unforeseeable situations have occurred and if the performance and effectiveness of mitigation measures are consistent with the assessment's prediction take appropriate measures based on the results of such monitoring. (8. Monitoring)	The project owner shall be obliged to take the lead in monitoring by concluding and reporting the status of monitoring, the implementation of the mitigation measures for environmental and social impacts of the investment project and activities as specified under Environmental and Social Management and Monitoring Plan (ESMMP) and the Environmental Compliance Certificate to the Provincial/Capital Department of Natural Resources and Environment for information from time to time as specified in the Environmental Compliance Certificate. If necessary, in case of the IEE Reports, the project owner shall establish the environmental management office and the public involvement office in order to ensure the efficient implementation and performance, management and monitoring of mitigation measures of environmental and social impacts. (2.18 Self-monitoring by the Project Owner, Ministerial Instruction on the Process of Initial Environmental Examination of the Investment Projects and Activities)	None
Stakeholder Meeting	For Category B project, JICA encourages project proponents to consult with local stakeholders when necessary.	During data collection for the preparation of the IEE report and ESMMP, information dissemination meetings shall be held for the project-affected persons and stakeholders in Lao and local dialect to explain the development plan of the investment project and activities, the benefits and social and environmental impacts, and gather comments. Consultation meetings shall be held at the village/district and district/provincial levels as required by the review process, to give an opportunity for stakeholders to comments on all stages of IEE reporting and ESMMP. At the start of project, the project owner shall inform the affected persons and stakeholders of the project activities which are likely to cause social and environmental impacts. In addition, the project owner shall access to general information about the project. (2.11 Public involvement process, Ministerial Instruction on the Process of Initial Environmental Examination of the Investment Projects and Activities)	None. However the Laos legislation describes the purpose and timing of stakeholder meetings in much more detail. The project will follow the Lao process.

## (2) 環境行政組織

本事業における環境行政関連諸機関は以下のとおりである。

### 1) ルアンパバーン県天然資源環境局 (DONRE) 環境影響評価課

ルアンパバーン県の天然資源環境局 (Department of Natural Resources and Environment: DONRE) 環境影響評価課は、管轄内における新規開発事業の IEE 報告書及び環境社会管理・モニタリング計画 (Environmental and Social Management and Monitoring Plan: ESMMP) についての審査及び承認

をする役割を担っている。DONRE は IEE 報告書の承認後、開発事業者に ECC を交付し、IEE 報告書に則って実施される開発事業者によるモニタリング状況を監査する。

本事業の場合、DPWT-LPB が ECC を取得する必要がある。

工事期間中は、DONRE の職員が工事現場を定期的に監査し、ESMMP の有効性を確認するとともに、DPWT-LPB から定期的に提出されるモニタリングレポートを審査する。

## 2) ルアンパバーン市天然資源環境室

ルアンパバーン市の天然資源環境室は、ルアンパバーン市管轄下の自然社会環境の管理及びモニタリングを行っている。工事期間中は、DONRE の職員と共に、工事現場を定期的に監査する。

## 3) ルアンパバーン県世界遺産室

ルアンパバーン県世界遺産室は、ルアンパバーン県庁文化情報観光局内に設けられている。世界遺産地区が世界遺産条約に則って管理する責任を担い、また、世界遺産地区をルアンパバーン県のマスタープランに沿って保存し、世界遺産地区内の建築規制に係る支援を地元のコミュニティに対して行い、また、伝統家屋保存のための基金を提供する役目を担っている。

DPWT-LPB は、世界遺産地区でのいかなる建設工事についても、事業の建築工法、建築現場の場所、建造物、景観、ビジネス等への影響を最小化するための緩和策等の詳細な情報を世界遺産室に提出し、建設許可を得なければならない。建設許可が出たのち、事業者は工事を始めることができる。

## 4) ステアリングコミッティ

本事業のステアリングコミッティは、ルアンパバーン県知事により 2018 年 5 月に設置された。環境社会配慮に関しては、配水管路の最終化を担うコミッティとして、また、建設による苦情を調停する機関として、さらには、建設業者の環境緩和策実施状況を監査する機関として機能することになる。

### 2.2.3.4 代替案

「2.2.3.1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要」記載のとおり、環境社会影響を与える可能性のある 4 つの主な事業コンポーネントについて検討を行った結果、2)<sup>10</sup> 老朽化した配水管の更新及びルアンパバーン市内の送水管・配水管の新設、4)<sup>10</sup> 世界遺産地区内における施設整備（老朽管の更新及び消火栓の設置）の 2 つのコンポーネントについては、環境社会配慮上の大きな課題はなく、プロジェクトを実施する中で適切な緩和策を講じることで影響を回避・最小化できると考えられる。ここでは残る事業コンポーネント 1)<sup>10</sup> ナムカン浄水場の処理性能の改善のための施設改良（排水処理施設の新設）、3)<sup>10</sup> 配水池の新設について環境社会配慮の観点も踏まえ、代替案の比較・検討を行う。

#### (1) 排水処理施設

排水処理施設に係る環境社会配慮の視点から検討した代替案の比較結果を表 2.2.12 に示す。検討の結果、ナムカン浄水場については現在のラオス国排水基準を満たしておらず、本事業にあわ

<sup>10</sup> 「2.2.3.1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要」参照

せて排水基準を満たす排水処理施設の整備を行うことが望ましい。施設内に建設する代替案が、表 2.2.12 より実行可能な案として選ばれた。

表 2.2.12 排水処理施設代替案

項目		事業を実施しない案 (排水は処理しない)	代替案 ナムカン浄水場内に排水処理施設 の建設 (排水を処理する)
自然環境への影響	水質	△	◎
結果			
総合評価		△ 原水を処理する過程で発生する濁度の高い排水は、処理されことなくカン川に直接放流されており、ラオス国排水基準を満たしていない <sup>11</sup> 。	◎ 排水は、カン川に放流する前に処理されることにより、自然環境への負荷が最小化され、また、排水基準も満たされる。

## (2) 新設配水池

老朽化したプーシー配水池について、修復するか、若しくは配水池を新設するかを環境社会配慮の視点から検討した代替案の比較結果を表 2.2.13 に示す。検討の結果、パノム村内に配水池を新設する代替案 2 が、特段、用地取得上の問題もなく最適と判断された。

表 2.2.13 新設配水池代替案

項目		事業をしない案 (既存のプーシー配水池 を利用)	代替案 1 (既存のプーシー配水池 の修復)	代替案 2 (パノム村に配水池を新 設)
社会環境への影響	用地確保	-	△	△
	上水へのアクセス	△	△	○
結果				
総合評価		△ プーシー配水池は建設からすでに 50 年たっており、コンクリートの劣化による漏水や近い将来に倒壊するリスクが高い。	△ プーシー配水池は修復によって耐用年数を延ばすことができるが、現在アクセス道路がないため、新たなアクセス道路整備のための用地取得及び建設が必要となる。また、既存の配水池では、これ以上給水範囲を拡張するのに十分な配水圧を確保できない。	○ 建設用地の約 0.6%がパノム村住民によって利用されているため、その利用に対しての補償が必要となるが、漏水が増加しない範囲で適度な給水水圧が確保でき、将来の給水範囲の拡張も可能となるような標高に選定される。また、給水地域の拡大により、給水を受けられる住民が増える。

パノム村に配水池を計画することになった経緯を以下に示す。

- プーシー配水池の老朽化が進行しており、代替配水池のための用地がないかを JICA 調査団より水道公社に相談した。
- 水道公社より、既設クアティヌン配水池近くで、かつ自然流下に適した標高が高い用地が提案された。しかしながら、その後、当該用地は民間が土地利用権を所有する土地であり、その用地取得のための費用が捻出できないことが判明した。
- その後、水道公社は政府の所有用地でかつ標高が高い土地を探した結果、パノム村の土地

<sup>11</sup> 3.2.2.3(6)を参照のこと。

が候補に上がり、位置も良かったため、配水池を新設する計画を進めることになった。

## 2.2.3.5 スコーピング及び環境社会調査の TOR

### (1) スコーピング

本事業を環境社会配慮の観点から検討した。スコーピング結果を表 2.2.14 に示す。

スコーピング結果によると、事業による甚大な負の影響は予見されなかった。主な負の影響は、工事時における建設機材の稼働等に伴う大気汚染、水質汚濁、廃棄物の排出、騒音・振動等の一時的かつ局所的な汚染である。

一方、工事時における地元での雇用の創出は、地域経済へ貢献するプラスの影響と予見される。

表 2.2.14 スコーピング

	影響項目	評価		評価理由
		工事前工事中	供用時	
<b>1. 汚染対策</b>				
1.1	大気汚染	B-	D	<b>工事中:</b> 建設機材の稼働等に伴い、特に乾季において粉塵等による大気質の悪化が予見される。 <b>供用時:</b> 大気質の悪化に影響を及ぼす活動は予見されない。
1.2	水質汚濁	B-	D	<b>工事中:</b> 一時的であるが、工事請負業者のキャンプからの廃水による水質汚濁が予見される。 <b>供用時:</b> 水質汚濁に影響を及ぼす活動は予見されない。
1.3	廃棄物	B-	B-	<b>工事中:</b> 工事請負業者のキャンプからの一般廃棄物の発生が予見される。工事現場からのアスファルト及びコンクリートの建設廃棄物の発生が予見される。 <b>供用時:</b> 沈澱池からの汚泥の発生が予見される。
1.4	土壌汚染	D	D	<b>工事中/供用時:</b> 土壌を汚染するような活動は予見されない。
1.5	騒音・振動	B-	D	<b>工事中:</b> 建設機材の稼働に伴う、騒音及び振動が予見される。 <b>供用時:</b> 騒音及び振動を発生させる活動は予見されない。
1.6	地盤沈下	D	D	<b>工事中:</b> 地盤沈下を引き起こす作業は予見されない。 <b>供用時:</b> 取水は河川からであり、地盤沈下を引き起こす活動は予見されない。
1.7	悪臭	D	B-	<b>工事時:</b> 悪臭を発生させる作業は予見されない。 <b>供用時:</b> 薬剤の取り扱いミスによる悪臭の発生が予見される。
1.8	底質	D	D	<b>工事中/供用時:</b> 底質に影響をおよぼす活動は予見されない。
<b>2. 自然環境</b>				
2.1	保護区	D	D	事業域内に保護区は位置しない。
2.2	生態系	B-	D	<b>工事中:</b> 事業は既存施設（浄水場、一般道路）を対象としており、植物相、動物相若しくは生物多様性への新たな影響は予見されない。また、新設の配水池についても希少種の報告は確認されていない。新設配水池については、林地に位置することから、工事時に野生生物の狩猟や違法な森林伐採が行われる可能性が懸念される。 <b>供用時:</b> 植物相、動物相若しくは生物多様性に悪影響を及ぼす活動は予見されない。
2.3	水象	D	D	<b>工事時/供用時:</b> 水象に影響を及ぼす活動は予見されない。
2.4	地形、地質	D	D	<b>工事時/供用時:</b> 地形及び地質に影響を及ぼす活動は予見されない。
<b>3. 社会環境</b>				
3.1	用地取得・住民移転	C	D	<b>工事中:</b> 配水池の建設予定地については、政府用地に建設予定で調整中であり、政府用地内の住民が利用している土地との境界を確認中である。その他の事業域は、既存施設の拡張もしくは、配水管の一般道路下への埋設であるため、用地取得及び住民移転は発生しない。 <b>供用時:</b> 用地取得もしくは住民移転を伴う活動は予見されない。
3.2	貧困層	D	D	<b>工事中/供用時:</b> 貧困層への事業による直接的な悪影響は予見されない。
3.3	少数民族・先住民族	D	D	<b>工事中/供用時:</b> 少数民族及び先住民族への事業による直接的な悪影響は予見されない。
3.4	雇用や生計手段等の地域経済	B+/-	A+	<b>工事時:</b> 雇用の創出が想定される一方、ナイトマーケット開催地における老朽管の更新時には、出店者へ不便・不都合がかかることが予見される。 <b>供用時:</b> 給水地域の拡張はルアンパバーン県民の生活環境の向上につながる。
3.5	土地利用や地域資源	D	D	<b>工事時/供用時:</b> 事業は既存施設、一般道路若しくは政府用地を対象として

	影響項目	評価		評価理由
		工事前工事中	供用時	
	利用			おり、土地利用や地域資源への甚大な悪影響は想定されない。
3.6	水利用	C	C	工事時/供用時: 取水口周辺の水利用への影響については、現時点では評価材料が乏しいため、調査を通して明らかにする必要がある。
3.7	既存の社会インフラや社会サービス	B-	A+	工事時: 一般道路下への配水管の埋設のため、作業時には通行車両及び通行者の流れを妨げることが予見される。同様に、世界遺産地区のナイトマーケット開催地における老朽管の更新時には、出店者に不便・不自由をかけることが予見される。 供用時: 浄水場の改良により、給水域が広がり、また、老朽管の更新により、水質も向上することが予見される。
3.8	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	工事時/供用時: 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織へ悪影響を及ぼす活動は予見されない。
3.9	被害と便益の偏在	D	D	工事時/供用時: 被害と便益の偏在を引き起こす活動は予見されない。
3.10	地域内の利害対立	D	D	工事時/供用時: 地域内の利害対立を引き起こす活動は予見されない。
3.11	文化遺産	B-	A+	工事時: 老朽管の更新時には、世界遺産地区での歴史建造物の損傷の可能性が懸念される。 供用時: 世界遺産地区における防火システムの向上が予見される。
3.12	景観	B-	B-	工事時: 世界遺産地区における老朽化した配水管の更新時には、景観を一時的に損なうことが予見される。 供用時: 世界遺産地区に設置される消火栓が景観を損なうことが予見される。
3.13	ジェンダー	D	D	工事時/供用時: ジェンダーに悪影響を及ぼす活動は予見されない。
3.14	子供の権利	D	D	工事時/供用時: 子供の権利に悪影響を及ぼす活動は予見されない。
3.15	HIV/AIDS 等の感染症	B-	D	工事時: 工事請負業者のキャンプからの労働者のローカルコミュニティへの流入は、感染症罹患のリスクを高くすることが予見される。 供用時: 感染症罹患率を高くする活動は予見されない。
3.16	労働環境（労働安全を含む）	B-	D	工事時: 労働環境の不適切な管理は、事故や病気のリスクを高くすることが予見される。 供用時: 労働環境に悪影響を及ぼす活動は予見されない。
<b>4. Others</b>				
4.1	事故	B-	D	工事時: 一般道路での工事は、ローカルコミュニティの事故へのリスクを高めることが予見される。 供用時: 事故を誘発する活動は予見されない。
4.2	越境の影響及び気候変動	D	D	工事時/供用時: 越境及び気候変動に悪影響を及ぼす活動は予見されない。
4.3	UXO（不発弾）	B-	D	工事時: 新設の配水池工事現場における不発弾のリスクが懸念される。 供用時: 不発弾に係るリスクを高める活動は予見されない。

Rating

A+/-: Significant positive/negative impact is expected, B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent, C: Extent of impact is unknown and examination is needed (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses) D: No impact is expected

(2) 環境社会配慮調査の TOR

スコーピング結果に基づき作成された環境社会調査の TOR を表 2.2.15 に示す。

表 2.2.15 環境社会調査の TOR

	影響項目	調査項目	調査手法
<b>1. 汚染対策</b>			
1.1	大気汚染	1.大気質現状把握 2.事業域の現況把握 3.工事時の影響	1.既存資料調査 2.現地踏査及びヒアリング 3.工事の内容、工法、期間、現場の位置等の確認
1.2	水質汚濁	1.事業域の現況把握 2.工事時の影響	1.工事請負業者のキャンプ予定地に係る情報収集 2.工事請負業者のキャンプ予定地の概要、使用期間、位置等の確認
1.3	廃棄物	1.廃棄物処理に係る現況把握 2.工事時の影響 3.供用時の影響	1.ルアンパバーン市の廃棄物処理管理に係る情報収集 2.工事請負業者のキャンプから排出される一般ゴミ処理に係る情報収集及び工事時に排出される建設ゴミの量及び廃棄先に係る情報収集

	影響項目	調査項目	調査手法
			3.供用時に排出される汚泥の廃棄先に係る情報収集
1.5	騒音・振動	1.ラオス国の騒音・振動に係る基準値の把握 2.事業域の現況把握 3.工事時の影響	1.基準値に係る情報収集 2.現地踏査及びヒアリング 3.工事の内容、工法、期間、現場の位置等の確認
1.7	悪臭	1.供用時の影響	1.既存施設の施設管理体制の把握
<b>3. 社会環境</b>			
3.1	用地取得・住民移転	1.配水池の建設予定地の利用権者の把握	1.建設予定地管轄の村長に、予定地及び周辺の政府用地の利用状況及び用地内の住民の利用している土地の境界について確認
3.4	雇用や生計手段等の地域経済	1.ナイトマーケットの運営方法等についての情報収集 2.工事時の影響	1.ナイトマーケット運営責任者へのヒアリング 2.工事の内容、工法、期間、現場の位置等の確認
3.6	水利用	1.事業域の現況把握	1.取水口周辺の水利用に係る関係機関及び地元コミュニティへのヒアリング 2.水利権に係る関係機関へのヒアリング
3.7	既存の社会インフラや社会サービス	1.工事時の影響	1.工事の内容、工法、期間、現場の位置等の確認
3.11	文化遺産	1.世界遺産地区における工事に係る規定の把握 2.工事時の影響	1.関係機関（世界遺産室等）へのヒアリング 2.工事の内容、工法、期間、現場の位置等の確認
3.12	景観	1.世界遺産地区における工事に係る規定の把握 2.世界遺産地区における景観に係る規定の把握	1.関係機関（世界遺産室等）へのヒアリング及び工事の内容、工法、期間、現場の位置等の確認 2.関係機関（世界遺産室等）へのヒアリング
3.15	HIV/AIDS 等の感染症	1.工事時の影響	1.工事請負業者のキャンプの概要の把握
3.16	労働環境（労働安全を含む）	1.労働安全に係るラオス国の規定の把握	1.現存資料調査
<b>4. その他</b>			
4.1	事故	1.工事時の影響	1.工事の内容、工法、期間、現場の位置等の確認
4.3	UXO（不発弾）	1.新設配水池周辺の UXO の有無の確認 2.新設配水池周辺の UXO の処理	1.新設配水池周辺の UXO に係る情報収集 2. UXO 処理に係る情報収集
	ステークホルダーミーティング	1.スコーピング及び IEE 報告書作成時に関係機関、関係者への事業説明及び意見聴取 2. IEE 報告書ドラフト時	1.個別訪問、グループインタビュー 開催時期: 2018 年 6 月頃 対象: ルアンパバーン市担当職員（農業森林局）、ルアンパバーン県担当職員（道路局、都市計画局、天然資源環境局）、事業対象域管轄村長、ナイトマーケット担当者等 2.関係者協議（村/市レベル及び県レベルの開催） 開催時期: 2018 年 11 月頃 事業管轄地域村長、ルアンパバーン市担当職員、ルアンパバーン県担当職員等

## 2.2.3.6 調査結果

### (1) ナムカン浄水場周辺での川利用状況

ナムカン浄水場取水口付近の川利用について、当該地の位置するパノム村の村長、村役員及び村民への聞き取り調査を 2018 年 6 月 14 日に実施した。



図 2.2.18 ナムカン浄水取水口周辺及び地元住民からの聞き取り

取水口付近では、漁業及び川海苔の採集が行われており、どちらも基本的には家庭内消費を目的としているが、余剰分については市場で取引されることもある。その他、レクリエーションや洗濯、灌漑等での利用はない<sup>12</sup>。

漁業については、乾季の1kg/回未満から雨季の特に6月から9月にかけての10kg/回以上と漁獲量は季節によって異なる。

川海苔の採集は、3月から5月までと11月から12月までの年2回行われている。

カン川の既存のナムカン浄水場取水口付近における水棲生物相及び生息地の統計資料はない。そのため、地元住民から、これらの情報の聞き取り調査を行った。取水口付近に生息する魚類を表 2.2.16 に示す。取水口付近に生息する魚類は、ラオス国では一般的な魚であり、希少種は確認されなかった。

表 2.2.16 取水口周辺に生息する魚類

Name in Lao Language	Scientific Name	IUCN* Category
Pa Nai	Cyprinus carpio Linnaeus,	Least concern
Pa Khupheng	Hemibagrus wychioides	Least concern
Pa Hnam/Pa Hlang Hnam	Mystacoleucus ectypus	Least concern
Pa Khing	Osteochilus-vittatus	Least concern
Pa Pao	Tetraodon baileyi	Least concern
Pa Chao	Poropuntius laoensis	Least concern

\*IUCN: International Union for Conservation of Nature (国際自然保護連合)

本事業による取水口付近での工事は予定されておらず、よって、負の影響は予見されないと判断される。

## (2) 世界遺産区内における配水管の更新及び消火栓の設置

### 1) 予見される事業による影響

本事業は、世界遺産地区内の既存の歴史建造物若しくは歴史的景観の改変を目的としていない。老朽化し、更新の対象となる配水管は公道下にあり、同じ場所に埋設することが可能であり、ま

<sup>12</sup> 聞き取り調査結果の概要は参考資料 3 に添付。

た、新たに設置される消火栓は公道上に設置されることが計画されている。配水管の更新に伴い、域内の水質の向上とともに、消火栓を設置可能にする水圧の増加、消火栓の設置数の増加により、建造物の保護機能が向上し、結果として世界遺産地区の価値を高めることになる。

工事期間中、現場作業終了後直ちに原状回復されるとはいえ、景観が一時的に工事活動により損なわれる。また、埋蔵しているかもしれない未発見の遺物や遺構の損傷、掘削箇所や掘削方法を間違え、既存の遺物や歴史建造物を損傷する等の負の影響が起こりうる可能性がある。しかしながら、これらの影響は、適切な緩和策を講じることにより回避若しくは最小化することができる。

予見される事業の影響、及びその緩和策を表 2.2.17 にまとめた。

表 2.2.17 工事時における予見される事業による影響とその緩和策

予見される影響	緩和策	
歴史的景観の阻害	1. 適切な工事工法による工事期間の最短化	一工事区間（約 50m）につき、現場で工事を行うのは計 3 日とする  1 日目：更新する配水管のための掘削、設置、埋設（露出部は路盤材による埋戻し）を同日で実施。よって、建設現場路上に埋設のための砂利等の補給材料や資材が日を跨いで放置されることはない。 2 日目：予備日（1 日で終わらない場合は施工の続きを実施） 3 日目（管布設から 30 日以上経過後）：現形舗装による復旧（1 日作業）
埋蔵する遺物・遺構の損傷	1. 工事に関わる全ての従業員に、工事に見つかった遺物・遺構の適切な取り扱い方について指導しておく	遺物・遺構の適切な取り扱い方の指導は、毎回、必ず工事作業開始前に行う。
	2. 遺物・遺構を発見した場合、速やかに工事を中止し、ステアリングコミッティに報告し、その後の対応を仰ぐ。	
掘削箇所の取り違え、間違った工法等による既存の遺物・歴史建造物への破損	1. 工事に関わるすべての従業員に、正確な工事（掘削）箇所を指示し、また、適切な工法を指導する（必要以上の掘削をしない等）。	正確な建設現場の場所確認及び適切な工法の指導は、毎回、必ず工事作業開始前に行う。

## 2) 世界遺産室から工事に係る許可を取得するための手続き

ルアンパバーン県世界遺産室は、世界遺産地区内の開発事業の精査を担っており、その事業が世界遺産に負の影響を及ぼさないと判断された場合、建設を承認する。

世界遺産室と DPWT-LPB で世界遺産地区内における本事業実施についての協議が行われ、本事業は世界遺産に負の影響を及ぼさないと判断され、世界遺産への本事業による影響を評価する追加調査（Heritage Impact Assessment: HIA）の実施は不要であることを確認し、2018 年 11 月 30 日付にて世界遺産室長名で HIA 実施不要の見解を示す証明書が発行された。（参考資料 2 に添付）

工事中、WSSE-LPB は、世界遺産室もメンバーに含まれるステアリングコミッティに、詳細な工事スケジュールを、進捗月報という形で報告し、承認を得る必要がある。また、WSSE-LPB は、世界遺産地区内では、1. 管布設の掘削の際に、遺構・遺品を見つけた場合、慎重に保護すると共

に、一時的に工事を中断し、調査のために関係機関への通知を行うこと、2. 世界遺産保護リストの建築物の近くで、コンクリートや石の地面を掘削する際には、重機使用を避けること、3. 水道管の布設の工事完成後には、インフラの原状回復工事を行うこと、4. 水道管の布設ルートを変更する際には、世界遺産室への相談を行うこと、5. 消火栓の設置については、適切な位置に設置するために関係機関と協議を行うこと、6. 問題が発生した場合、世界遺産室は、関係機関との調整を行い、計画のとおり事業を実施できるように、世界遺産地区における問題解決を行うこと等が工事実施の付帯条件とされている。

### 3) ナイトマーケット開催地での工事

老朽管更新予定地の中には、ナイトマーケット開催時に約 320 の露店が営業する区間がある。

ナイトマーケットを開催しているパッカム村村長に本事業の説明をしたところ、水道サービスの質の向上は村にとって有益であるとして、積極的な賛同を得た。また、工事の進め方について、下記の要望があった。

- 観光シーズンである乾季を避け、雨季の工事の実施。
- 一回の工事範囲は、歩道の片側 50m若しくは両側の歩道の工事延長計 50mぐらいまで。工事範囲を短くして長期間ナイトマーケット内で工事をするのではなく、50mぐらいの単位で工事を進めて、できるだけナイトマーケット内の全体の工事期間を短くして欲しい。また、50mより長い距離になると、出店者の臨時営業場所の確保が困難となる。
- 工事の範囲及び工事期間については、必ず工事前に情報を共有。(住民への工事の告知及び工事現場となる出店者の臨時営業場所の手配のため)

これらの要望は、施工上の留意点として施工計画に反映された(後述の「3.2.1.7(2) 工期」、「3.2.4.2 施工上/調達上の留意事項」に記載)。

### (3) 配水池予定地の用地

配水池予定地の政府用地は、スコーピング時にはその用地内で住民が利用している土地の境界がわからなかった。その後パノム村村長と土地を利用している住民に境界線について確認したところ、利用地は約 30m<sup>2</sup>であり、同利用損失の補償が必要であると判明した。配水予定地の用地確保については、以下の2とおりの手続きが必要となる。

**政府用地の土地利用権の移譲：**配水池予定地(約 0.5ha)は、現在パノム村の管理下にある政府用地である。そのため、土地の管理を村から WSSE-LPB へ移譲する必要がある<sup>13</sup>。(詳細については「2.2.3.12 用地取得」を参照のこと)

**住民使用地の補償：**配水池予定地の約 0.6% (30m<sup>2</sup>) の住民使用地のその利用損失についての補償は、用地取得及び移転に係る布告 (Decree on Land Acquisition and Resettlement No.84) の規定に従う必要がある。(詳細については「2.2.3.12 用地取得」を参照のこと)

### (4) 送水管・配水管埋設

送水管・配水管の埋設にあたっては、これまでの WSSE-LPB 管轄内の建設工事では以下の施工

---

<sup>13</sup> 2018年12月25日付で、パノム村から WSSE-LPB に土地の利用権が移譲された。(参考資料7)

手順が適用されてきた。

- 水道管は、公道内にある電柱・通信塔等公共工作物及び公道内を一部占有している個人の塀等を回避して埋設する<sup>14</sup>。
- これら建造物の回避が難しい場合、管路は車道側にずらす。
- 水道管理設工事後は速やかに現場の原状回復をする。

本プロジェクトも、同様にこの施工手順を踏襲する。

また、更新及び新設する管路は、詳細設計時（D/D 時）に本プロジェクトのステアリングコミッティで最終化される。

## (5) 不発弾（UXO）

新設配水池予定地及び周辺の表層部分に関する UXO 有無の確認を実施済みであり、2018 年 5 月にルアンパバーン県 UXO 室より UXO の確認終了の証明書が交付されている。今後、D/D 時に、掘削等の作業等に鑑み、深度の深い UXO 有無の調査の実施如何につき検討し、必要に応じて調査を実施する。また、アクセス道路についても、D/D 時点での状況を確認後、必要に応じて調査を実施する。

## (6) ステークホルダー協議結果概要

IEE を通して、事業域を管轄する地方政府諸機関、住民及びローカルコミュニティ等、主要な関係者（ステークホルダー）を対象に、様々な形でのコンサルテーションミーティングを実施した。

ステークホルダーとの協議は、大きく分けて二つの目的を有する。一つ目の目的は、ステークホルダーへの事業説明（事業目的、事業の場所等）と IEE を実施するための事業域の自然・社会環境の情報収集であり、これは、IEE 報告書（案）及び環境管理計画（案）を作成することに役立てられる。二つ目の目的は、この IEE 報告書と環境管理計画（案）で取り纏めた事業による環境・社会への影響や事業者の環境社会管理計画についてステークホルダーに説明し、理解を得るとともに、協議を通して得た意見を事業の設計に役立てることである。

当該事業のステークホルダーとの協議は、以下の形式をとった。

- 地方政府諸機関との公式協議
- 事業域内の村長及び住民へのインタビュー
- IEE 報告書（案）に係る協議

ステークホルダーとの協議概要を表 2.2.18 に示す。これらの協議を通して得た情報は、当該事業の IEE を実施するうえで役立てられ、また、環境影響緩和策、モニタリング計画作成の材料となった。対象となる村の村長との協議及び IEE 報告書（案）にかかる協議についての詳細は**参考資料 3**に示す。

---

<sup>14</sup> 公道とは、車道、路肩、歩道、排水溝、沿道斜面及び国道、県道、郡道及び村道のための路上施設帯を含むと定義される。（ラオス国道路法第 21 条 2016 年）

表 2.2.18 ステークホルダー協議結果概要

Type of Meeting	Stakeholders	Main Topics	Remarks
Formal meeting with administrative bodies	Division of Environmental and Social Impact Assessment, Department of Natural Resources and Environment in Luang Prabang Province (DONRE)	-Environmental assessment requirement for the project - Water rights	- IEE is required for this project - IEE report to be submitted to Department of Natural Resources and Environment (DONRE) in Luang Prabang Province to obtain ECC.
	Department of Public Works and Transportation	-Definition of Public Road	- Total area of public road as road surface, road shoulder, footpaths, drainage channels, road slope and delimitation area for public road (No.3 /NA Oct2016 Public Road Law)
	Office of Forestry and Agriculture in Luang Prabang city	-Protected forest in Luang Prabang city -Necessity of cutting trees at the new reservoir site	- No protected forest is found in the project area. - An officer from the office of forestry and agriculture visited and checked the type of trees in the new reservoir site (confirmed that no trees there require approval for cutting).
	Luang Prabang World Heritage Office	-Procedure on obtaining approval for the project in World Heritage Site	-Submit detail construction schedule, design and method to Luang Prabang World Heritage Office.
Interview (record of meeting at village level is attached as Appendix 1 Records on Consulting Meeting at Village Level)	Head of Phanom Village	- Activities near existing Namkhan water intake	- No commercial fishery near intake area. - Types of fish near intake area.
	Villagers in Phanom Village		
	Head of Phakam Village	- Night market management	- Request to adjust construction schedule to minimize impact on business.
	Head of Phanxay Village	- Information dissemination on project	- Offer workers for construction
	Head of Houayphiy Village		- Request for detail information on construction schedule prior to construction activity.
	Head of Lakpeath Village		- Strong support for project
	Head of Pongvane Village		- Strong support for project
	Head of Naxay Village		- Strong support for project
Head of Pha Village	- Request for early start so that villagers can access water supply.		
Stakeholder meeting on the result of drafted IEE report	Project affected persons, village heads, city and provincial government officials in the project area	- Project description - Result of IEE	- Support for implementation of the project - Request for detail construction schedule to be provided to village authority prior to start of construction activities

### 2.2.3.7 初期環境影響調査(IEE)結果

既存資料、ステークホルダーからの聞き取り及び現場踏査等によって IEE を実施した。IEE の結果によれば、予見される事業による影響はほぼスコーピング時の結果と同じであった。よって、事業による甚大な負の影響は予見されず、また、何らかの影響が予見される項目についても、適切な緩和策を講じることにより回避・最小化が可能であると判断された。主な負の影響は、工事時における建設機械の稼働に伴う大気汚染、水質汚濁、廃棄物の排出、騒音・振動等の一時的かつ局所的な汚染である。以下、IEE の結果概要について述べる。また、スコーピングと IEE 結果の比較表を表 2.2.19 に示した。この結果に基づき作成した Environmental Check List を参考資料 4 に添付した。

表 2.2.19 スコーピング及び IEE 結果

No.	影響項目	スコーピング結果		IEE 結果		評価理由
		工事前・工事中	供用時	工事前・工事中	供用時	
<b>1. 汚染対策</b>						
1.1	大気汚染	B-	D	B-	N/A	<b>工事中:</b> 建設機材の稼働等に伴い、特に乾季において粉塵等による大気質の悪化が予測される。乾季での工事現場周辺での散水等の緩和策により、粉塵の発生は最小化する。 <b>供用時:</b> 大気質の悪化に影響を及ぼす活動は予測されない。
1.2	水質汚濁	B-	D	B-	B-	<b>工事中:</b> 一時的であるが、工事請負業者のキャンプからの廃水による水質汚濁が予測される。廃水を工事請負業者のキャンプの外に排出する前に、仮の污水处理施設を設置することにより、水質汚濁は回避することができる。 <b>供用時:</b> 排水施設の不適切な処理により、排水がカン川の水質を悪化させる懸念があるが、施設を適切に管理することにより影響は回避することができる。また、溶解槽清掃時の排水によりカン川の水質を悪化させる懸念があるが、排水を希釈して放流することにより影響は回避することができる。
1.3	廃棄物	B-	B-	B-	B-	<b>工事中:</b> 工事時における廃棄物の排出による負の影響は以下の方法で回避する。 1. 工事請負業者のキャンプから排出される生ごみやし尿等: キャンプ内に一時ゴミ集積所を設置し、定期的に認可を受けているゴミ収集業者に収集させる。 2. 建設残土: ナムカン浄水場裏手に確保予定のストックヤードにて仮置きするか、もしくはナムカン浄水場から約 8.5km 南西に位置する市管理下の廃棄物処分場に廃棄する。 3. コンクリート及びアスファルト: 2.同様、市管理下の処分場に廃棄する。 <b>供用時:</b> ナムカン浄水場に新設される排水処理施設から排出される汚泥による負の影響は、排水施設に溜まった汚泥を集め 2.同様、市管理下の処分場に廃棄することで回避できる。
1.4	土壌汚染	D	D	N/A	N/A	<b>工事中/供用時:</b> 土壌を汚染するような活動は予測されない。
1.5	騒音・振動	B-	D	B-	N/A	<b>工事中:</b> 建設機材の稼働に伴う、騒音及び振動が予測される。工事開始間の十分余裕のあるタイミングで、工事予定地住民に工事スケジュールを周知し、工事についての理解をうる。また、商店等の営業時間帯の工事はなるべく避けるようにすることで、影響を最小化することができる。 <b>供用時:</b> 騒音及び振動を発生させる活動は予測されない。
1.6	地盤沈下	D	D	N/A	N/A	<b>工事中/供用時:</b> 地盤沈下を引き起こす作業は予測されない。
1.7	悪臭	D	B-	N/A	B-	<b>工事中:</b> 悪臭を発生させる作業は予測されない。 <b>供用時:</b> 薬剤の取り扱いミスによる悪臭の発生が予測されるが、既存の浄水施設と同様に施設管理担当者が薬剤の適正な取り扱い方を現場で徹底させることにより回避できる。
1.8	底質	D	D	N/A	N/A	<b>工事中/供用時:</b> 底質に影響を及ぼす活動は予測されない。
<b>2. 自然環境</b>						
2.1	保護区	D	D	N/A	N/A	事業域内に保護区は位置しない。
2.2	生態系	B-	D	B-	N/A	<b>工事中:</b> 事業は既存施設（浄水場）若しくはルアンパバーン市市街地（一般道路）を対象としており、植物相、動物相若しくは生物多様性への新たな影響は予測されない。また、新設の配水池予定地の植生については、ルアンパバーン市農業林業室にて、2次林であるため、森林伐採許可を申請する必要はないと判断された。新設配水池については、工事時に野生動物の狩猟や違法な森林伐採が行われる可能性が懸念されるため、工事従事者にはそれらの行為は禁じられている旨を遵守させることで影響を回避することができる。 <b>供用時:</b> 植物相、動物相若しくは生物多様性に悪影響を及ぼす活動は予測されない。
2.3	水象	D	D	N/A	N/A	<b>工事中/供用時:</b> 水象に影響を及ぼす活動は予測されない。
2.4	地形、地質	D	D	N/A	N/A	<b>工事中/供用時:</b> 地形、地質に影響を及ぼす活動は予測されない。

No.	影響項目	スコーピング結果		IEE 結果		評価理由
		工事前・工事中	供用時	工事前・工事中	供用時	
						ない。
3. 社会環境						
3.1	用地取得・住民移転	C	D	B-	N/A	<b>工事時:</b> 事業による住民移転は発生しない。 配水池の建設予定地は、村管理下の政府用地に位置する。この政府用地に関しては、パノム村、WSSE-LPB、DPWT-LPB 及び DONRE 間で土地管理の移譲のための調整が必要である。また、政府用地の約 0.6%の住民が利用している土地に関しては、同地の利用損失についての補償を必要とする。これについては、ラオス国法令及び JICA 環境社会配慮ガイドラインに沿った補償を行う。 その他の事業域は、既存施設の拡張もしくは、配水管の一般道路下への埋設であるため、用地取得は発生しない。 <b>供用時:</b> 用地取得もしくは住民移転を伴う活動は予見されない。
3.2	貧困層	D	D	N/A	N/A	<b>工事中/供用時:</b> 貧困層への事業による直接的な悪影響は予見されない。
3.3	少数民族・先住民	D	D	N/A	N/A	<b>工事中/供用時:</b> 少数民族及び先住民への事業による直接的な悪影響は予見されない。
3.4	雇用や生計手段等の地域経済	B+/-	A+	B+/-	A+	<b>工事中:</b> 雇用の創出が想定される。また、ナイトマーケット開催地における工事については、事前に詳細な日時、期間、工事場所等の工事スケジュールをパッカム村村長（ナイトマーケットの管理者を兼任している）に連絡することにより、工事により影響を受ける露店を当該区間の工事終了時まで一時的にナイトマーケット内の他の場所に移動する手配をすることが可能になり、工事による影響を最小化することができる。 <b>供用時:</b> 給水地域の拡張はルアンパバーン県民の生活環境の向上につながる。
3.5	土地利用や地域資源利用	D	D	N/A	N/A	<b>工事時/供用時:</b> 事業は既存施設、一般道路若しくは政府用地を対象としており、土地利用や地域資源への甚大な悪影響は想定されない。
3.6	水利用	C	C	D	D	<b>工事時:</b> 水利用: 漁業及び川海苔の採集がナムカン浄水場取水口付近で行われている。取水口付近での新設工事が予定されていないため、直接的な影響は予見されない。 水利権: ナムカン浄水場はすでに 12,000m <sup>3</sup> /日の取水許可を得ており、また、今回は浄水場の処理能力の向上が目的で、さらなる取水量が増えることはないため、MONRE からの新たな許可は必要ない。
3.7	既存の社会インフラや社会サービス	B-	A+	B-	A+	<b>工事時:</b> 一般道路下への配水管の埋設のため、作業時には通行車両及び通行者の流れを妨げることが予見される。道路脇に、工事用建設資材や掘削土を置く場所が確保できない場合、道路の一部を工期期間（一日）中、資材置き場として利用し、歩道の通行への影響を最小化する。また、ナイトマーケット開催地における工事については、事前に詳細な日時、期間、工事場所等の工事スケジュールをパッカム村村長（ナイトマーケットの管理者を兼任している）に連絡することにより、工事により影響を受ける露店を工事終了時まで一時的にナイトマーケット内の他の場所に移動する手配をすることが可能になり、工事による影響を最小化することができる。 <b>供用時:</b> 浄水場の改良により、給水域が広がり、また、老朽化した配水管の更新により、水質も向上することが予見される。
3.8	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	N/A	N/A	<b>工事時/供用時:</b> 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織へ悪影響を及ぼす活動は予見されない。
3.9	被害と便益の偏在	D	D	N/A	N/A	<b>工事時/供用時:</b> 被害と便益の偏在を引き起こす活動は予見されない。

No.	影響項目	スコーピング結果		IEE 結果		評価理由
		工事前・工事中	供用時	工事前・工事中	供用時	
3.10	地域内の利害対立	D	D	N/A	N/A	<b>工事時/供用時:</b> 地域内の利害対立を引き起こす活動は予見されない。
3.11	文化遺産	B-	A+	B-	A+	<b>工事時:</b> 老朽化した配水管の更新や消火栓の設置による世界遺産地区内の歴史建造物への直接的な負の影響は、世界遺産地区内でのその工事現場がすべて公道のみを対象としているため、予見されない。また、工事に関わる全ての従業員に、工事に見つかった遺物・遺構の適切な取り扱い方について指導し、正確な建設現場を指示し、適切な工法を指導し（必要以上の掘削をしない等）、また、工事中に遺物・遺構を発見した場合は、速やかに工事を中止し、ステアリングコミッティに報告し、今後の対応を仰ぐことで、歴史建造物の損傷を回避することができる。 <b>供用時:</b> 世界遺産地区における給水システムの向上が予見される。
3.12	景観	B-	B-	B-	B-	<b>工事時:</b> 世界遺産地区内での工事による景観の阻害は、工事を観光のオフシーズンである雨季に実施することにより最小化できる。 <b>供用時:</b> 世界遺産地区内に設置される消火栓による景観の阻害は、景観に調和したデザイン、設置場所を配慮することにより回避できる。
3.13	ジェンダー	D	D	N/A	N/A	<b>工事時/供用時:</b> ジェンダーに悪影響を及ぼす活動は予見されない。
3.14	子供の権利	D	D	N/A	N/A	<b>工事時/供用時:</b> 子供の権利に悪影響を及ぼす活動は予見されない。
3.15	HIV/AIDS 等の感染症	B-	D	B-	N/A	<b>工事時:</b> 工事請負業者のキャンプからの工事従事者のローカルコミュニティへの流入による感染症罹患のリスクは、HIV/AIDS 等感染症に関する啓発活動・トレーニングを実施することで回避することができる。 <b>供用時:</b> 感染症罹患率を高くする活動は予見されない。
3.16	労働環境（労働安全を含む）	B-	D	B-	N/A	<b>工事時:</b> 労働環境の不適切な管理による事故のリスクは、工事期間を通じて、工事請負業者従事者への防護具の提供や健康と安全に係る教育を施すことにより、回避・最小化することができる。 <b>供用時:</b> 労働環境のリスクを高める活動は予見されない。
4. その他						
4.1	事故	B-	D	B-	N/A	<b>工事時:</b> 一般道路での工事によるローカルコミュニティの事故へのリスクは、工事現場に囲いを設ける、交通誘導員を配置する等の適切な緩和策を講じることにより回避できる。 <b>供用時:</b> 事故を誘発する活動は予見されない。
4.2	越境の影響及び気候変動	D	D	N/A	N/A	<b>工事時/供用時:</b> 越境及び気候変動に悪影響を及ぼす活動は予見されない。
4.3	UXO（不発弾）	B-	D	B-	N/A	<b>工事時:</b> 新設の配水池工事現場における不発弾のリスクは、工事開始前に専門家による UXO 有無の調査を実施することで回避できる。 <b>供用時:</b> 不発弾に係るリスクを高める活動は予見されない。

#### Rating

A+/-: Significant positive/negative impact is expected, B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent, C: Extent of impact is unknown and examination is needed (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses) D: No impact is expected, N/A: Impact assessment isn't conducted because the item was categorized into D in scoping phase

#### 2.2.3.8 環境社会管理実施体制

工事時及び供用時における事業の環境社会管理実施体制及びその役割についてまとめたものを表 2.2.20 に示す。

表 2.2.20 実施体制及びその役割

Institution	Roles and Responsibilities
<b>Construction Phase</b>	
Department of Water Supply (DWS), Ministry of Public Works and Transport (MPWT)	- Supervise Project Implementation Unit (PIU)
DPWT of Luang Prabang Province (DPWT-LPB)	- Establish PIU with WSSE-LPB, and implement project and report to DWS/MPWT - Submit environmental monitoring report to DONRE, Luang Prabang
WSSE-LPB	- Establish PIU with DPWT-LPB
Project Implementation Unit (PIU)	- Assign environmental and social staff (ESS) to PIU - Disburse compensation for the affected land of new reservoir before construction - Review monitoring report prepared by ESS and submit to DWS/MPWT
Environmental and Social Staff (ESS) in PIU	- Responsible for environmental and social impact management based on environmental and social management and monitoring plan (ESMMP), approved by DONRE - Inspect the contractor's mitigation activities in accordance with ESMMP, record the result in monthly report to PIU
Project Steering Committee Chair: Vice Governor, Member*: DPWT-LPB, DPI, DF, DONRE, Vice Mayor of Luang Prabang city, Heritage Office, WSSE-LPB and DP	- Monitor compensation disbursement - Review and advise on pipeline route during detailed design - Mediate complaints resulting from construction activities - Inspect construction sites to confirm the effectiveness of environmental mitigation measures implemented by the contractor as required.
Contractor	- Assign environmental and social staff - Submit monthly environmental and social management report to PIU
Environmental and Social Staff in the construction contractor's organization	- Ensure the implementation of the contractor's ESMMP at all construction sites - Prepare environmental and social management report
<b>Operation Phase</b>	
WSSE-LPB	- Formulate policy on inspection and maintenance and supervision of Namkhan WTP - Implement routine inspection/maintenance of new facilities together with existing ones.

\*DPWT-LPB (Department of Public Works and Transportation of Luang Prabang Province), DPI (Department of Planning and Investment of Luang Prabang Province), DF (Department of Forestry of Luang Prabang Province), DONRE (Department of Natural Resources and Environment of Luang Prabang Province), DP (Department of Police of Luang Prabang Province)

### (1) 工事前

詳細設計時に、用地取得計画が最終化される。DPWT-LPB/WSSE-LPB は、村から WSSE-LPB への土地利用権の移譲<sup>15</sup>を、また、政府用地を利用してきた住民には、同地の利用の損失についての補償金額を算定し、DONRE に取得申請をし、承認された補償金を同住民に支払う必要がある。すべての手続きは、工事開始前までに終了していなければならない。これらのプロセスは、ステアリングコミッティがモニタリングすることになる。

### (2) 工事時

DPWT-LPB は工事開始前までに DONRE より IEE 報告書と一緒に環境社会管理モニタリング計画(ESMMP: Environmental and Social Management and Monitoring Plan)<sup>16</sup>の承認を受ける必要があり<sup>17</sup>、工事請負業者は、同 ESMMP に基づき、工事請負業者環境社会管理計画 (Contractor's Environmental and Social Management Plan: Contractor's ESMP)を作成する必要がある。工事請負業者は、この Contractor's ESMP に従い、環境影響緩和策を実施しなければならない。また、工事請負

<sup>15</sup> 2018年12月25日付で、パナム村から WSSE-LPB に土地の利用権が移譲された。(参考資料 7)

<sup>16</sup> ESMMP は、環境管理実施体制、緩和策及びモニタリング計画で構成される。

<sup>17</sup> IEE 報告書及び ESMMP は 11月22日付で DONRE の承認を受け、ECC を交付された (参考資料 1)

業者は、工事従事者のキャンプを建設後、同キャンプ内で発生する廃水を処理した水の排出先にて水質検査を実施し、これをベースライン値として、工事期間中の参照値とする。さらに、工事請負業者は、工所用資材置き場、工事従事者のキャンプについては、工事終了後に原状回復することになるため、工事開始前に原状を記録しておく必要がある。緩和策の実施結果については、PIU に定期的に報告される。

また、工事請負業者による緩和策の実施状況は、ESS の報告に基づき PIU によりモニタリングされ、その結果は、PIU を通して DONRE 及び JICA に工事が終了するまで定期的に提出される。

環境管理計画の実施状況の査察は、DONRE 及びルアンパバーン市の天然資源環境室により 3 ヶ月毎に行われる。

### (3) 供用時

工事完了後は、本プロジェクトによって新設された施設は、既存の施設と共に WSSE-LPB に管理される。

### (4) 苦情処理体制

工事時：事業に係る苦情は、PIU を受付窓口とし ESS が担当することになる。ESS は、苦情申立人と工事請負業者の間に立ち、問題解決のための調整を行う。不調の場合には、ステアリングコミッティに提示し、問題を解決する。

住民の苦情の受付やその処理の方法については、ESS が工事開始前に工事スケジュールを工事現場管轄の村役場に連絡する際に併せて説明することとし、村役場から住民に周知する。

JICA への苦情処理についての報告は、四半期毎に実施機関より提出される進捗報告書を通して行われる。

供用時：事業に因る自然社会環境に係る苦情処理は、まず、苦情申し立人と WSSE-LPB との当事者間での話し合い、次に DPWT-LPB を調停者とする話し合い、それでも解決できない場合は DONRE を調停者とする話し合いの順に進められる<sup>18</sup>。

#### 2.2.3.9 緩和策

IEE の結果に基づき、影響が予見される各項目について緩和策（案）を作成した。緩和策実施状況は定期的に監理することになっている。事業の緩和策、緩和策の実施機関及び緩和策の監理機関を工事前・工事時についてまとめたものを表 2.2.21 に、供用時についてまとめたものを表 2.2.22 に示す。

ESMMP は詳細設計時にレビューし、最終化することになる。また、工事請負業者は、ESMMP に基づき、工事作業開始前までに Contractor's ESMP を作成し、PIU から承認を得る必要がある。

また、緩和策の費用について、工事時に係る費用は、施工費に含み（対政府機関との調整に係る緩和策については、DPWT-LPB が予算を講ずる必要がある）、供用時については、WSSE-LPB がナムカン浄水場の管理・運営費として予算を捻出することになる。

<sup>18</sup> Part IX Dispute Settlement, Environmental Protection Law No29/NA December 2012

表 2.2.21 緩和策（工事前・工事時）

Predicted Impacts	Proposed Mitigation Measures	Implementing Organization	Responsible Organization
<b>1. Pollution Control</b>			
<b>1.1 Air Pollution</b>			
-Emission from construction vehicles	- Maintain vehicles in good condition to minimize exhaust emissions - Use fuels and lubricants of good quality in compliance with national standards - Implement traffic control to reduce congestion	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
-Dust especially when the weather is dry	- Cover load-carrying platforms properly when carrying earth/sand - Spray water at construction sites, on unpaved roads adjacent to restaurants/shops during dry conditions		
<b>1.2 Water Pollution</b>			
- Polluted water from worker's camp	-Ensure good sanitation, especially in kitchens and latrines, and install proper drainage and treatment pond for the wastewater from kitchen and bathing facilities and septic tanks.	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
<b>1.3 Waste</b>			
- Domestic waste from worker's camp	- Designate temporary locations for garbage collection for transportation to city owned disposal site.	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
- Construction waste	- Designate temporary waste disposal points for transportation to city owned disposal site.		
<b>1.4 Noise and Vibration</b>			
- Noise and vibrations from vehicles transporting construction materials and on-site construction activities	- Minimize construction activities during business hours and peak tourist season as much as possible	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
<b>2. Natural Environment</b>			
- Disturbance to wild life and loss of trees	- Instruct construction workers not to hunt or collect wood in the forest	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
<b>3. Social Environment</b>			
<b>3.1 Land Acquisition, Involuntary Resettlement</b>			
- Loss of Land	- Provide proper compensation	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)	Steering Committee
<b>3.2 Local Economy, Employment, Livelihood</b>			
- Disruptions to businesses along the construction site	- Schedule construction activities to avoid business hours and peak tourist season as much as possible	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
	- Provide detailed information on construction schedule and location to Pakham village authorities so that they can make arrangement to temporarily relocate affected stalls during construction.	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
<b>3.3 Existing Social Infrastructures and Services</b>			
- Disruption to pedestrian and vehicle traffic during installation of transmission/distribution pipes	- Provide temporary pedestrian walkway and assign traffic guides to control traffic where there is not enough space for pedestrian walkways.	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
	- Provide detailed information on construction schedule and location to the village authorities in WHS so that they can deal with temporary parking prohibition during construction.	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)	
- Disruption to businesses at the night market in WHS	- Provide detailed information on construction schedule and location to Phakam village authorities, so that they can relocate affected stalls inside the night market area.	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)	
<b>3.4 Cultural Heritage</b>			
- Damage to the historical object/structure underground	- Instruct all workers on proper handling of historical objects/structures discovered during construction. - Inform all workers regarding the exact location and	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)

Predicted Impacts	Proposed Mitigation Measures	Implementing Organization	Responsible Organization
	proper method of excavation (no excess digging). - Suspend construction activities when historical objects or structures are found and report to the project steering committee for instruction.		
<b>3.5 Landscape</b>			
- Disturbance to the scenery in WHS	- Schedule construction during off season (rainy season) to avoid peak tourist season.	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
<b>3.6 Communicable Diseases such as HIV/AIDS</b>			
- Spread of communicable diseases	- Conduct information, education and communication (IEC) campaigns targeting staff and workers and local communities, concerning the risks, dangers and impacts, and appropriate avoidance behavior with respect to sexually transmitted diseases (STD) - or sexually transmitted infections (STI) in general and HIV/AIDS in particular.	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
<b>3.7 Work Environment (includes worker's safety)</b>			
Risk of accidents due to inappropriate management of work environment	- Prepare safety plan and safe construction plan - Provide personal protective equipment to workers - Give instructions on health and safety to workers regularly throughout construction phase	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
<b>4. Others</b>			
<b>4.1 Accidents</b>			
- Risk of accidents due to inappropriate management of construction activities	- Fence around the construction site - Assign traffic control person on site	Construction contractor	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)
<b>4.2 UXO</b>			
- UXO Risk	- UXO survey before access road construction - Deeper ground investigation for UXOs at reservoir construction site as needed	PIU (DPWT-LPB/WSSE-LPB)	Steering Committee

注) ESS: Environmental and Social Staff in PIU

表 2.2.22 緩和策 (供用時)

Predicted Impacts	Proposed Mitigation Measures	Implementing Organization	Responsible Organization
<b>1. Pollution Control</b>			
<b>1.1 Waste</b>			
Improper management of sludge generated from water treatment process	- Scrape and collect the sludge and transport to city owned disposal site	Namkhan WTP	WSSE-LPB
<b>1.2 Offensive Odor</b>			
Improper management of chlorine at water treatment plant	- Ensure proper handling of chlorine chemicals	Namkhan WTP	WSSE-LPB
<b>1.3 Water Quality</b>			
Improper management of sludge generated from water treatment process	- Discharge only supernatant to the Khan River.	Namkhan WTP	WSSE-LPB
Improper management of chlorine at water treatment plant	- Dilute the wash water from calcium hypochlorite solution tank before discharge to avoid releasing high concentration of calcium hypochlorite to the Khan River	Namkhan WTP	WSSE-LPB

## 2.2.3.10 モニタリング計画

### (1) 環境影響別モニタリング計画

工事時及び供用時それぞれについて作成したモニタリング計画を表 2.2.23 及び表 2.2.24 に示す。

工事時においては、PIU に所属する ESS が、工事請負業者による環境影響緩和策の実施状況を、工事請負業者より提出される環境報告書の確認及び現地監査を通じてモニタリングする。モニタリング計画の有効性については、定期的にレビューし、必要に応じて見直しする必要がある。

供用時には、ナムカン浄水場の汚泥の処理状況、排水の水質、溶解槽清掃時の排水の水質及び溶解槽でのさらし粉の取り扱いの記録が、WSSE-LPB によって定期的にチェックされる必要がある。なお、供用時のモニタリングについては、供用開始前までに最終化する必要がある。

モニタリング用のフォーム（案）を参考資料 5 に添付する。また、このモニタリングフォームとは別に、ESS が毎月実施するモニタリング時に、現場で結果を記録するためのサイト別モニタリングフォーム（案）も作成した（参考資料 6）。

表 2.2.23 モニタリング計画（工事前・工事時）

Monitoring Items	Monitoring Methods	Measurement Point	Frequency	Organization Concerned
<b>Air Pollution</b>				
- Maintain vehicles in good condition to minimize exhaust emissions	-Visual inspection on site	All construction sites	Monthly	PIU(DPWT-LPB/WSSE-LPB)
- Use fuels and lubricants of good quality in compliance with national standards	Visual inspection on site	All construction sites	Monthly	PIU(DPWT-LPB/WSSE-LPB)
- Implement traffic control to reduce congestion	Visual inspection on site	All construction sites	Monthly	PIU(DPWT-LPB/WSSE-LPB)
- Cover load-carrying platforms properly when carrying earth/sand	-Visual inspection on site	All construction sites	Monthly	PIU(DPWT-LPB/WSSE-LPB)
- Spray water at the construction sites, on unpaved roads, and adjacent to restaurant/shops during dry conditions	-Visual inspection on site	All construction sites	Monthly	PIU(DPWT-LPB/WSSE-LPB)
<b>Water Pollution</b>				
-Ensure good sanitation especially in kitchens and latrines and install good drainage and install treatment pond for the wastewater from kitchens and bathing facilities and septic tanks.	-Visual inspection on site	Construction contractor's camp	Monthly	PIU(DPWT-LPB/WSSE-LPB)
	- Water sampling (BOD≤30mg/l, Turbidity, Temperature, Color)	- Discharge point to the Khan River		
<b>Waste</b>				
- Designate temporary locations for garbage collection in the contractor's' camp for transportation to city owned disposal site.	-Visual inspection on site	Construction contractor's camp	Monthly	PIU(DPWT-LPB/WSSE-LPB)
- Designate waste disposal points at the construction site for transportation to city owned disposal site.	-Visual inspection on site	All construction sites	Monthly	PIU(DPWT-LPB/WSSE-LPB)
<b>Noise and Vibration</b>				

Monitoring Items	Monitoring Methods	Measurement Point	Frequency	Organization Concerned
- Minimize construction activities during business hours and peak tourist season as much as possible	-Interviews with village head	Construction sites of transmission/distribution pipes	Monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
<b>Ecosystem</b>				
- Instruct the Construction workers not to hunt or collect wood in the forest	-Visual inspection on site	Construction site of the new reservoir	Monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
<b>Land Acquisition, Involuntary Resettlement</b>				
- Provide proper compensation	-Confirm agreement on land compensation	Each project affected person	- Before the commencement of construction activity	Steering Committee
<b>Local Economy, Employment, Livelihood</b>				
- Schedule construction activities to avoid business hours and peak tourist season as much as possible	-Confirm the number of complaints at PIU	Construction sites of transmission/distribution pipes	Monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
- Provide detailed information on construction schedule and location to Pakham village authority so that they can make arrangement to temporarily relocate affected stalls during construction	-Confirm the number of complaints at PIU	Construction sites of transmission/distribution pipes	Monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
<b>Existing Social Infrastructures and Services</b>				
- Provide temporary pedestrian walkway and assign workers to control traffic where there is not enough space for pedestrian walkways	-Visual inspection on site	Construction sites of transmission/distribution pipes	Monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
- Provide detailed information on construction schedule and location to the village authorities in WHS so that they can deal with temporary parking prohibition during construction	-Confirm the number of complaints at PIU	Construction sites in WHS	At the time of construction in WHS, weekly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
- Provide detailed information on construction schedule and location to Pakham village authority so that they can relocate affected stalls inside the night market area	-Confirm the number of complaints at PIU	Construction site at night market area	At the time of construction at Night Market weekly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
<b>Cultural Heritage</b>				
- Instruct all workers on proper handling of historical objects/structures discovered during construction	-Confirm the number of incidents at PIU	Construction sites of distribution pipes in WHS	At the time of construction at WHS monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
- Inform all workers regarding the exact location and proper method of excavation (no excess digging)	-Confirm the number of incidents at PIU	Construction sites of distribution pipes in WHS	At the time of construction at WHS monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
- Suspend construction activities when historical objects or structures are found and report to the project steering committee for instruction	-Confirm the number of incidents at PIU	Construction sites of distribution pipes in WHS	At the time of construction at WHS monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
<b>Landscape</b>				
- Schedule construction in WHS during off season (rainy)	-Visual	Construction	At the time	PIU(DPWT-L)

Monitoring Items	Monitoring Methods	Measurement Point	Frequency	Organization Concerned
season) to avoid peak tourist season	inspection on site	sites of distribution pipes in WHS	of construction at WHS monthly	PB/ WSSE-LPB)
<b>Communicable Diseases such as HIV/AIDS</b>				
- Conduct Information, Education and Communication (IEC) campaigns targeting staff, workers and local communities concerning risks, dangers and appropriate avoidance behavior with respect to, sexually transmitted diseases (STD) - or sexually transmitted infections (STI) in general and HIV/AIDS in particular	-Check record of IEC	Construction contractor's camp	Every 6 Months	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
<b>Working Environment (includes worker's safety)</b>				
- Check safety measures conducted in accordance with safety plan and the detailed method statement	-Check plans	All construction sites	Monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
- Provide personal protective equipment to workers	-Visual inspection on site	All construction sites	Monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
- Give instruction on health and safety to workers regularly throughout construction phase	-Check record	Construction contractor's camp	Monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
<b>Others</b>				
<b>Accidents</b>				
- Fencing around the construction site	-Visual inspection on site	Construction sites of transmission/ distribution pipes	Monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
-Assign traffic control person on site	-Visual inspection on site	Construction sites of transmission/ distribution pipes	Monthly	PIU(DPWT-L PB/ WSSE-LPB)
<b>UXO</b>				
- UXO survey before access road construction	-Check record of examination	Construction site of the new reservoir and access road to the new reservoir	Before starting construction at new reservoir	PIU(DPWT-L PB/ Steering Committee)
- Deeper ground investigation for UXOs at reservoir construction site as needed	-Check record of examination	Construction site of the new reservoir and access road to the new reservoir	Before starting construction at new reservoir	PIU(DPWT-L PB/ Steering Committee)

表 2.2.24 モニタリング計画（供用時）（案）

Monitoring Items	Monitoring Measures	Monitoring Point	Frequency	Organization Concerned
<b>Waste</b>				
- Scrape and collect the sludge and transport to city owned disposal site	- Check record	Namkhan WTP	To be finalized	Implemented by Namkhan WTP, inspected by WSSE-LPB
<b>Offensive Odor</b>				

Monitoring Items	Monitoring Measures	Monitoring Point	Frequency	Organization Concerned
- Ensure proper handling of chlorine chemicals	- Check record	Namkhan WTP	To be finalized	Implemented by Namkhan WTP, inspected by WSSE-LPB
<b>Water Quality</b>				
- Discharge only supernatant to the Khan River	- Check record	Namkhan WTP	To be finalized	Implemented by Namkhan WTP, inspected by WSSE-LPB
- Dilute the wash water from calcium hypochlorite solution tank before discharge high concentration of calcium hypochlorite to the Khan River	- Check record	Namkhan WTP	To be finalized	Implemented by Namkhan WTP, inspected by WSSE-LPB

## (2) モニタリングスケジュール

### 1) 工事前

ステアリングコミッティは、土地利用の損失に係る補償支払い状況をモニタリングする。補償支払いは、工事開始前までに終了していなければならない。

### 2) 工事時

工事請負業者による緩和策実施状況をモニタリングする。モニタリングの種類及びその内容については以下のとおり。

#### 月毎モニタリング

一か月に一度、PIU の環境・社会担当(ESS)が工事現場の監査及び工事請負業者による緩和策実施状況の評価を行う。

主なモニタリング内容

- (a) ESMMP に基づく緩和策の実施状況を把握する。
- (b) ESMMP の有効性につき、PIU 所属の技術担当者から助言を得る。
- (c) 現場報告書を作成し、PIU のプロジェクトマネージャーに提出する。

#### 四半期モニタリング

四半期毎に、ESS と DONRE 及びルアンパバーン市天然資源環境室からなるモニタリング・評価チームが工事現場を訪問し、以下の作業を行う。

- (a) 緩和策実施状況を把握する
- (b) ESS と協働で、工事請負業者による工事の進捗及び ESMMP がスケジュールどおりに効果的に実施されているかどうかのレビューをする。
- (c) ESMMP の効果を高めるための見直しについて検討する。
- (d) 環境上の問題点及び環境緩和策の実施状況についての意見や提案を村代表や村民より聴取する。

表 2.2.25 モニタリングスケジュール（工事時）

Monitoring by:	Month						~ (until the end of construction)	Project
	1	2	3	4	5	6		Completed
ESS	*	*	*	*	*	*		*
ESS, DONRE, ルアンパバーン市役所天然資源環境室			*			*		*

### 3) 供用時

ナムカン浄水場は、汚泥の処理状況（適切に市の埋立地に廃棄されているか）、排水処理施設からの排水の水質、溶解槽からの排水のカン川放流時の水質を記録し、その記録は WSSE-LPB によって定期的にチェックされることが望ましい。

#### (3) モニタリング予算

環境モニタリングに係る費用を以下の前提条件で見積もった。

- 工事期間を 24 カ月とする。
- PIU の環境・社会担当者（ESS）は、工事のすべての期間にわたって毎月モニタリングを実施する。
- DONRE 及びルアンパバーン市役所天然資源環境室は、工事のすべての期間にわたって四半期毎にモニタリングを実施する。

これらの条件によって見積もられた費用を表 2.2.26 に示す。工事時の環境モニタリング費用のうち、人件費に係る費用は、DPWT-LPB が予算を講じる必要がある。また、水質検査及び健康啓発・トレーニングプログラムについては、工事請負業者が実施するため、施工費に含まれる。また、供用時のモニタリングは、既存の施設と共に WSSE-LPB によって実施されるため、ここでは費用は計上しない。

表 2.2.26 工事時の環境管理に係る費用

#### Environmental and Social Staff (PIU)

Description	Cost per unit (USD)	Number of days	Amount (USD)
Field Work	12	48	576
Fuel	12	48	576
Total			1,152

- 2 PIU staff will conduct field monitoring once a month during construction period, and submit the report to DONRE
- Fuel include driver and petrol cost
- The cost of field work for the PIU staff and DONRE and Office of Natural Resources and Environment in Luang Prabang City is calculated based on the Budget Administration of the Government of Laos 2017.

#### Water Sampling

Description	Cost per Unit (USD)	Number of Days	Amount (USD)
Analysis	42	24	1,008
Water Sampling Container	15	-	15
Staff	50	48	240
Transportation	150	24	3,600
Total			4,863

- Sampling at discharge point at worker's camp
- Sampling parameters including turbidity, color, temperature,, BOD
- 2 staff per day

*Health Awareness/Training Program*

Description	Cost per Unit (USD)	Number of Days	Amount (USD)
Health/Awareness Training Program	175	4	700
Total			700

- Health/Awareness Training Program to be organized once in 6 months

*DONRE*

Description	Cost per Unit (USD)	Number of Days	Amount (USD)
Field Work	12	16	192
Fuel	12	8	96
Contingency**	10% of Total Amount		28.8
Total			316.8

- 2 staff for quarterly monitoring
- Contingency includes cost incurred for emergency inspection

*Office of Natural Resources and Environment in Luang Prabang City*

Description	Cost per Unit (USD)	Number of Days	Amount (USD)
Field Work	12	8*	96
Vehicle	12	8	96
Contingency	10% of Total Amount		19.2
Total			211.2

- 1 staff for quarterly monitoring
- Contingency includes cost incurred for emergency inspection

### 2.2.3.11 実施スケジュール

DPWT-LPB 及び WSSE-LPB は、工事開始前までに、1) 新設する配水池のすべてのエリアにおける UXO の有無の確認、2) 新設配水池の土地を利用している住民への補償、3) PIU の設置及び 4) PIU による環境・社会担当者 (ESS) の任命を完了する。

工事開始時において、選定された工事請負業者は、Contractor's ESMP を PIU に提出し、承認を受けなければならない。

実施スケジュールを表 2.2.27 に示す。工事期間は 24 カ月としている。

表 2.2.27 実施スケジュール

Year (per calendar year)	2018												2019	2020												2021											
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	...	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
<b>Pre-Construction Stage</b>													↓																								
Finalize Compensation Price with PAPs																																					
Disburse Compensation to PAPs																																					
Examine UXO Risk by UXO Specialist at Access Road to New Reservoir Site (as appropriate)																																					
Assign ESS in PIU																																					
<b>Construction Stage</b>																																					
Approve Construction Contractor's EMP																																					
Environmental and Social Monitoring by ESS																																					
<b>Operation Stage</b>																																					
Environmental Management by Namkhan WTP/WSSE-LPB																																					

PAPs: Project Affected Persons

### 2.2.3.12 用地取得

配水池建設のために、約 0.5ha の政府用地が必要となる。そのうちの約 0.6%は村民が利用している土地である。

#### (1) 政府用地の土地利用権の移譲

必要となる政府用地は、パノム村の管理下にあったが、2018年12月25日付けで、パノム村から WSSE-LPB に土地の利用権が移譲された。参考資料 7 に、土地利用権の移譲に関するレターを示す。土地の利用権の移譲手続きは以下のとおりである。

1. WSSE-LPB は、当該土地管理者である村村長の立合いのもと、新設予定地の正確な位置を確認し、その土地の利用権を村から WSSE-LPB に移譲する申請を行う。
2. WSSE-LPB は、DONRE に土地移譲の許可を申請する。
3. DONRE の承認により、土地利用権は正式に WSSE-LPB に移譲される。

#### (2) 住民が利用している用地の利用損失に係る補償

配水池予定地の約 0.6% (30m<sup>2</sup>) は、パノム村の住民が土地を利用していたため、この土地の利用損失についての補償をする必要がある。なお、DONRE 及びステアリングコミッティが村関係者立ち合いの下、共同調査し、測量した際、同地は住民が長年利用してきた土地であるため補償する形で合意を得た。

##### 1) 用地取得にかかる法的枠組み

用地取得の手順は用地取得及び移転に係る布告 (No.84 2016) に以下のように規定されている。<sup>19</sup>

1. 事業者は、補償及び移転委員会と協働して、被影響者の情報収集を行い、適正な補償金額を

<sup>19</sup> 1 から 4 までは、補償と移転に係る布告に規定、5 から 6 は、過去の事例に基づく手順。

算定する。補償対象の評価及び補償金額の算定は、資産の種類や場所に応じて、政府評価額、市場価格もしくは補償期間の平均値等に基づくこととする。

2. 算定された補償金額は IEE 報告書と共に提出する環境社会管理計画書（ESMMP）に補償計画書として記載する。本プロジェクトの場合、ESMMP の記載は IEE 承認後に行う。
3. 被影響者は、プロジェクトの実施過程それぞれの段階で開かれるコンサルテーションミーティングに参加し、補償計画書についての意見を述べる機会が与えられる。
4. IEE 報告書及び ESMMP の承認をもってカットオフデート<sup>20</sup>とする。
5. 事業者は詳細設計時に、被影響者及び取得対象となる土地の面積と位置を確定し、ステアリングコミッティと共に補償金額を最終化する。
6. ステアリングコミッティ立合いのもと、補償を各被影響者に支払う。

## 2) JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

用地取得にかかる JICA ガイドラインとラオス国法令における規定のギャップ分析結果を表 2.2.28 に示す。JICA ガイドラインに規定されている「コンサルテーションの際は、被影響者に対してわかりやすい形、言語で説明すること」及び「被影響者の確定は事業の初期調査の段階で行うことが望ましい」の 2 点については、ラオス国の法令での規定がないため、本プロジェクトでは JICA ガイドラインに従うこととする。

表 2.2.28 用地取得にかかる JICA ガイドラインと相手国制度との比較

No.	JICA Guidelines	Laws of Lao PDR (Decree on Compensation and Resettlement Management in Development Projects, No.84, 2016)	JICA Guidelines and Laws of Lao PDR
1.	Compensation must be based on the full replacement cost as much as possible.	In case the affected person possesses documents concerning the land use rights in accordance with the laws and their land has been all or partly affected, and the remaining piece of land cannot be used, the project owner must compensate for the whole piece of land by allocating a new piece of land for compensation. The project owner must obtain documents concerning the land use rights for the new piece of land and be responsible for all expenses for obtaining such documents. In case the allocation for the new piece of land cannot be organized or in case the new piece of land has lower value than the affected land, the project owner must provide other forms of compensation based on the value of affected land.	No gap
2.	When consultations are held, explanations must be given in a form, manner, and language that are understandable to the affected people. (JICA GL)	There is no specific explanation on this matter in the Decree on compensation.	The project will follow the JICA Guidelines

<sup>20</sup> プロジェクト区域の線引きが行われた日。これ以降にプロジェクト区域に移転したものは原則として補償対象とならない。

No.	JICA Guidelines	Laws of Lao PDR (Decree on Compensation and Resettlement Management in Development Projects, No.84, 2016)	JICA Guidelines and Laws of Lao PDR
3.	Appropriate and accessible grievance mechanisms must be established for the affected people and their communities. (JICA GL)	In case the affected persons are of the view that the project owner is not complying with the plan for compensation, resettlement and rehabilitation of people's livelihood in accordance with his decree or other related plans that affected their interests, they can request relevant authorities to resolve the issue according to the procedures stipulated in paragraph 1, article 24 of this decree. (Article 23)	No gap
4.	Affected people are to be identified and recorded as early as possible in order to establish their eligibility through an initial baseline survey (including population census that serves as an eligibility cut-off date, asset inventory, and socio-economic survey), preferably at the project identification stage, to prevent an influx of encroachers who wish to take advantage of such benefits. (WB OP4.12 Para.6)	There is no specific explanation on this matter in the Decree on compensation.	The project will follow the JICA Guidelines
5.	Eligibility for benefits are extended to the PAPs who have formal legal rights to land (including customary and traditional land rights recognized under law), the PAPs who don't have formal legal rights to land at the time of census but have a claim to such land or assets and the PAPs who have no recognizable legal right to the land they are occupying. (WB OP4.12 Para.15)	In case the affected persons possesses the traditional land use right, the project owner has to compensate for the loss, provided that the affected persons have the land use rights for a long period of time and have taken care of, developed and used the land peacefully without invasion into protected forest areas or restricted areas and have certificates issued by local authorities and relevant state agencies. (3. Article 8) In case the affected persons do not have land use rights documents, they shall not be entitled to receive any compensation for the loss of such land. However, they will be entitled to receive compensation for the loss of constructed facilities, trees and crops from the project owner based on the calculated values. (4. Article8)	No gap. Both legislations recognize the rights of eligibility of benefits

### 3) 用地取得の規模・範囲

新設配水池の位置するパノム村の住民1名の利用している30m<sup>2</sup>の土地の利用損失が補償対象となる。この土地は村管轄の生産林内に位置しており、特に耕作は行っていない。

表 2.2.29 用地取得の規模・範囲

Affected Person	Occupation	Location	Land Type	Use of Land	Affected (m <sup>2</sup> )
Villager A	Deputy Village Head/Owner of microfinance company	Part of government land of proposed new reservoir in Phanom Village	Forest land	No agricultural activity	30 m <sup>2</sup>

### 4) 補償の具体策

用地取得に係るエンタイトルメントマトリックスを表 2.2.30 に示す。補償金額は、ラオス国の

法令及び JICA ガイドラインに準拠した再取得価格となる。本プロジェクトにおいては、用地取得のための補償は、現金で支払われることになる。補償を受ける資格のカットオフデイトは、開発事業の補償に係る布告に基づき、本プロジェクトの IEE 報告書が承認された日となる<sup>21</sup>。

DPWT-LPB/WSSE-LPB は、現在、被影響者と補償金額について話し合いを始めており、詳細設計時終了までに合意形成をすることになっている。DPWT-LPB/WSSE-LPB は、ステアリングコミッティと共に補償金額を最終化する。最終化した補償金額は、IEE 承認後の ESMMP に記載される。

DPWT-LPB は、工事開始前までに被影響者に補償を支払う必要がある。

表 2.2.30 エンタイトルメント・マトリックス

Type of Loss	Entitled Persons	Entitlement	Implementation Issues/Guidelines	Responsible Organization
Loss of land use	Land user of the land	Replacement value of land use (cash compensation)	A: Consultation/estimation/negotiation on compensation price B: Approval of compensation price C: Disbursement of compensation	A: DPWT-LPB/WSSE-LPB B: Steering Committee C: DPWT-LPB

## 5) 費用と財源

この 30m<sup>2</sup> の用地取得に係る補償費は、現在 DPWT-LPB/WSSE-LPB が被影響者と交渉中であるが、DPWT-LPB が予算措置を講じることになる。

## 2.3 その他（グローバルイシュー等）

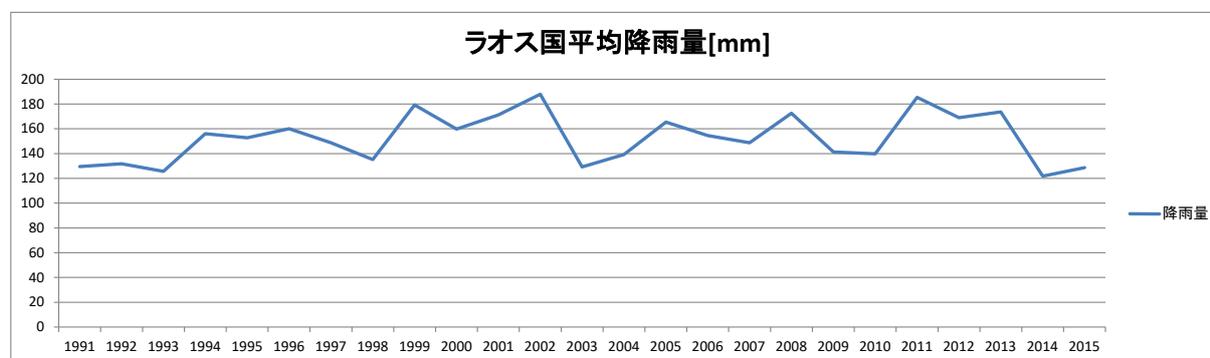
### (1) 気候変動の適応策について

#### 1) 気候変動の適応策

気候変動の影響により、降水量や降水パターンの変化による取水量への影響、及び気温上昇による影響等による将来の安定的な水道事業運営への影響について、JICA の気候変動対策支援ツール／適応策を基に検討を行う。

#### 2) 過去の降雨量及び平均気温

ラオス国における過去 25 年間の年間降雨量及び平均気温を図 2.3.1 及び図 2.3.2 に示す。降雨量及び平均気温については、過去 25 年間で大きな変動はない。



出典：World Bank, Climate Change Knowledge Portal

図 2.3.1 ラオス国の平均降雨量（25 年間）

<sup>21</sup> Article 7, Decree on Compensation of the Development Project (No.84, 2016)



出典：World Bank, Climate Change Knowledge Portal

図 2.3.2 ラオス国平均気温 (30 年間)

### 3) 脆弱性の評価

上記降雨量及び平均気温を踏まえて、ルアンパバーン市の水道事業について脆弱性の評価を実施する。脆弱性の評価項目については、「JICA 気候変動対策支援ツール/適応策 (2011 年 6 月)」を基に設定する。脆弱性の評価結果を表 2.3.1 脆弱性の評価に示す。

表 2.3.1 脆弱性の評価

評価項目	脆弱性	考察
将来の気候変動に対する感受性	少	過去、長期にわたり降雨量及び平均気温に大きな変動はなく、今後も同様な傾向であると考えられる。気温変動による影響は小さいと想定される。 上記のため、浄水場の水源であるカン川の水量及び水位への影響も小さいと想定され、浄水場の運転に大きな支障はないと想定される。
水道事業体の運営状況	中	技術協力プロジェクト及び草の根技術協力等により、データ管理、計画策定、浄水場運転管理、水質管理、管路の維持管理、財務管理を含め、水道事業に対する能力が強化されている。また、本プロジェクトにより老朽管が更新されることにより漏水率は改善される見込みである。これらによりルアンパバーン市の水道事業運営はより改善される見込みである。ただし、ルアンパバーン県内の他の水道事業の運営状況については経営を含め改善が必要と考えられる。
代替水源の利用可能量及び水質の状況	少	湧水を水源とするプーブン浄水場と、カン川を水源とするナムカン浄水場、Asia 浄水場、Demco 浄水場がある。水源水質については、やや硬度が高いがそれ以外については問題ない。
節水意識	少	全ての顧客に水道メーターが設置されており、メーター計量に基づき水道使用料金を支払う必要があるため、無駄な利用はされていないと考えられる。

評価項目	脆弱性	考察
対象居住区の社会経済状況	良好	ルアンパバーン市は、世界遺産を有するため毎年多くの観光客が訪れ、ラオス国平均よりも収入が多い。

※評価項目は、JICA 気候変動対策支援ツール／適応策（2011年6月）より設定

上記の検討結果より、本プロジェクト対象エリアは、気候変動に対する脆弱性が低いと考えられ、気候変動対策に資する案件ではない。

## (2) 持続可能な開発のための 2030 アジェンダ (SDGs) への貢献について

2015年には、「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための 2030 アジェンダ (2030 アジェンダ)」が国連総会で採択されている。この目標は、ミレニアム開発目標 (MDGs) の後継であり、17の目標と 169のターゲットからなる持続可能な開発目標 (SDGs) となっている。

本プロジェクトは、ルアンパバーン市の上水道拡張に資するものであり、2030 アジェンダの目標 6 の「安全な水とトイレを世界中に」に貢献している。貢献内容を以下に示す。

### 1) 目標 6 ターゲット 6.1

「2030 年までにすべての人々の、安全で安価な飲料水の普遍的かつ平等なアクセスを達成する。」では、本プロジェクトの実施により上水道施設が改善されるため、安全な水を供給する能力が強化される。

### 2) 目標 6 ターゲット 6.4

「2030 年までに全セクターにおいて水の利用効率を大幅に改善し、淡水の持続可能な採取及び供給を確保し水不足に対処するとともに、水不足に悩む人々の数を大幅に減少させる。」では、本プロジェクトの実施により送配水管の更新が行われることにより漏水量の減少に寄与するため、水の利用効率が改善する。さらに、給水区域を拡張するため、水道サービスを利用可能となる住民が増加する。

### 3. 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

###### (1) 上位目標

第8次国家社会経済開発計画五カ年計画では、全国各都市の中心部について、2020年までに水道普及率を90%とするという計画を掲げており、プロジェクトの対象地域であるルアンパバーン市の既存給水区域ではすでに水道普及率が95.3%となっており開発計画の目標を達成している。しかしながら、JICAによる技術協力プロジェクトである「水道公社事業管理能力向上プロジェクト（2012～2017年）：通称MaWaSUプロジェクト」で作成した水道事業計画作成ガイドラインでの「全ての利用者に安全性、安定性、持続性のある水道を提供し、健康を促進するだけでなく、利用者の生活環境を改善することである」という観点からは十分ではない。

上記より上位目標は以下とする。

上位目標 水道サービスの全ての利用者に安全性、安定性、持続性のある水道を提供し、健康を促進するだけでなく、利用者の生活環境を改善する

安全性： 清潔な水を提供し、安全に飲めることであり、また保健省による飲料水水質管理基準を満足し、安全な水利用のための水道計画を実施することで、全ての利用者の信頼を得る

安定性： 水道を安定的に提供することを意味し、全ての場所において、1日24時間、週7日継続して水道サービスを実施する

持続性： 安全で清潔な水道を安定的かつ持続的に提供する

###### (2) プロジェクト目標

ルアンパバーン市において、上水道施設の拡張を行うことにより、水供給能力の安定化を図り、もって世界遺産地区であるルアンパバーン市の持続可能な都市環境整備の改善に寄与する。

##### 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ルアンパバーン市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及びモニタリングシステムの活用に関するソフトコンポーネントを実施する。

これらにより、水供給能力の安定化を強化することが期待できる。プロジェクトの主なコンポーネントを表3.1.1及び図3.1.1に示す。

表 3.1.1 プロジェクトの主なコンポーネント

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
ナムカン 浄水場	取水施設	取水ポンプ	13,200 m <sup>3</sup> /日 取水ポンプ6台 (大3台(2台常用、1台予備)、小3台(2台常用、1台予備))
	浄水施設	着水井	12,000 m <sup>3</sup> /日 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎（混和池と一体構造）

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
			内法寸法：幅 4.20 m x 長 3.00 m x 水深 2.80 m = 35.28 m <sup>3</sup> 滞留時間：T = 35.28 / 9.17 = 3.8 分
		混和池	12,000 m <sup>3</sup> /日 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎（着水井と一体構造） 混和方式：水流自体のエネルギー（堰落）による方式 内法寸法：幅 0.90 m x 4 分配槽、長 1.50 m x 水深 2.00 m = 10.80 m <sup>3</sup> 滞留時間：T = 10.80 / 9.17 = 1.2 分
		フロック形成池	6,000 m <sup>3</sup> /日 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎（沈澱池と一体構造） 池数：2 池 攪拌方式：上下う流式 1 池当り内法寸法： 1 段目、2 段目：幅 0.60 m x 長 5.40 m 3 段目、4 段目：幅 0.70 m x 長 5.40 m 5 段目、6 段目：幅 0.96 m x 長 5.40 m 滞留時間：T = 27 分 G 値：13~73 /s GT 値：64,270
		凝集沈澱池	6,000 m <sup>3</sup> /日 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎（フロック形成池と一体構造） 池数：2 池 沈澱方式：横流式 1 池当り内法寸法：幅 5.40 m x 長 16.20 m x 有効水深 2.95~3.85 m (平均水深 3.10m、内堆泥深 = 0.3 m) 表面負荷率：6,600 / (5.40 x 16.20 x 2 x 24) = 1.57 m/時 = 26.2 mm/分池 内平均流速：6,600 / (5.40 x 3.10 x 2 x 24) = 8.21 m/時 = 0.14 m/分
	排水処理施設	排水・排泥池	有効容量：450 m <sup>3</sup> (225 m <sup>3</sup> /池 x 2 池) 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎 池数：2 池 1 池当り内法寸法：幅 10.00 m x 長 7.80 m x 水深 3.00 m
		ラグーン (排泥池・乾燥床)	有効容量：324m <sup>3</sup> (40.5m <sup>3</sup> ×8 池) 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎 床数：8 床 床面積：9.00 m x 4.50 m x 8 = 324 m <sup>2</sup>
		ベルトコンベア (機材調達)	1 基、長さ 7m、ベルト幅 350mm ラグーンから乾燥スラッジを搬出するために使用
	機械設備	送水ポンプ	6,000 m <sup>3</sup> /日 送水ポンプ (フライホイール付) ×2 台 (うち 1 台は予備) 及びポンプ廻り配管一式
		ろ過池逆洗ポンプ	ろ過池逆洗ポンプ×2 台
		ろ過池空気洗浄ブロウ	ろ過池空気洗浄ブロウ×1 台
薬品注入設備		PAC 注入設備：一式 (注入量：2.5-40mg/L) ポリマー注入設備：一式 (注入量：0.02-0.2mg/L) 塩素注入設備：一式 (注入量：0.2-1.0mg/L)	
電気設備	受変電設備	屋外 油入変圧器 500kVA 22kV/380V 50Hz	
	運転操作設備	動力制御盤、屋内自立形 4 面、3φ 380V 50Hz	
	運転操作設備	屋内スタンド形 4 面、屋外スタンド形 3 面、屋内自立形 1 面	
送水施設	送水管	延長：約 5.0 km ブーピン浄水場からクアティヌン配水池：約 3.4km (OD225) ナムカン浄水場既存送水管から新設配水池：約 1.6km (OD400)	
配水施設	配水池	本体 鉄筋コンクリート造、フラットスラブ構造 基礎形式：直接基礎 池数：2 池 有効容量：V=1,500m <sup>3</sup> (750m <sup>3</sup> ×2 池) 有効水深：H=5.00m 滞留時間：4.5 時間	

施設			規模及び構造	
大分類	中分類	小分類		
			1池当り内寸法：巾 12.40m×長 12.40m×高 5.70m	
	配水管		延長：約 60.2 km 新設配水池から配水管分岐まで：約 1.6 km (OD400) 給水区域拡張のための配水管整備：約 14.3km (OD80～225) 老朽管更新：約 44.3. km (OD80～225)	
消火栓			消火栓 45 基	
モニタリングシステム	データロガー監視装置		汎用コンピュータ×3、プリンタ×3 (WSSE-LPB、ナムカン浄水場、プーブン浄水場) ペーパーレス記録計×1 (ナムカン浄水場：デジタル約 20 点、アナログ約 5 点)、ペーパーレス記録計 (プーブン浄水場：アナログ約 2 点) インターネット接続用ルータ (3G 以上) ×3、UPS×3	
	データロガー一盤		ペーパーレス記録計 (デジタル約 2 点、アナログ約 2 点) ×3、インターネット接続用ルータ (3G 以上) ×3、UPS×3	
	計測設備	ナムカン浄水場		流量計 (取水、送水)、水位計 (カン川、排泥池)
		プーブン浄水場		流量計 (取水、送水)
		プーナノン配水池		流量計 (配水)、水位計 (配水池)
クアティヌン配水池			流量計 (配水)、水位計 (配水池)	
	新設配水池		流量計 (配水)、水位計 (配水池)	

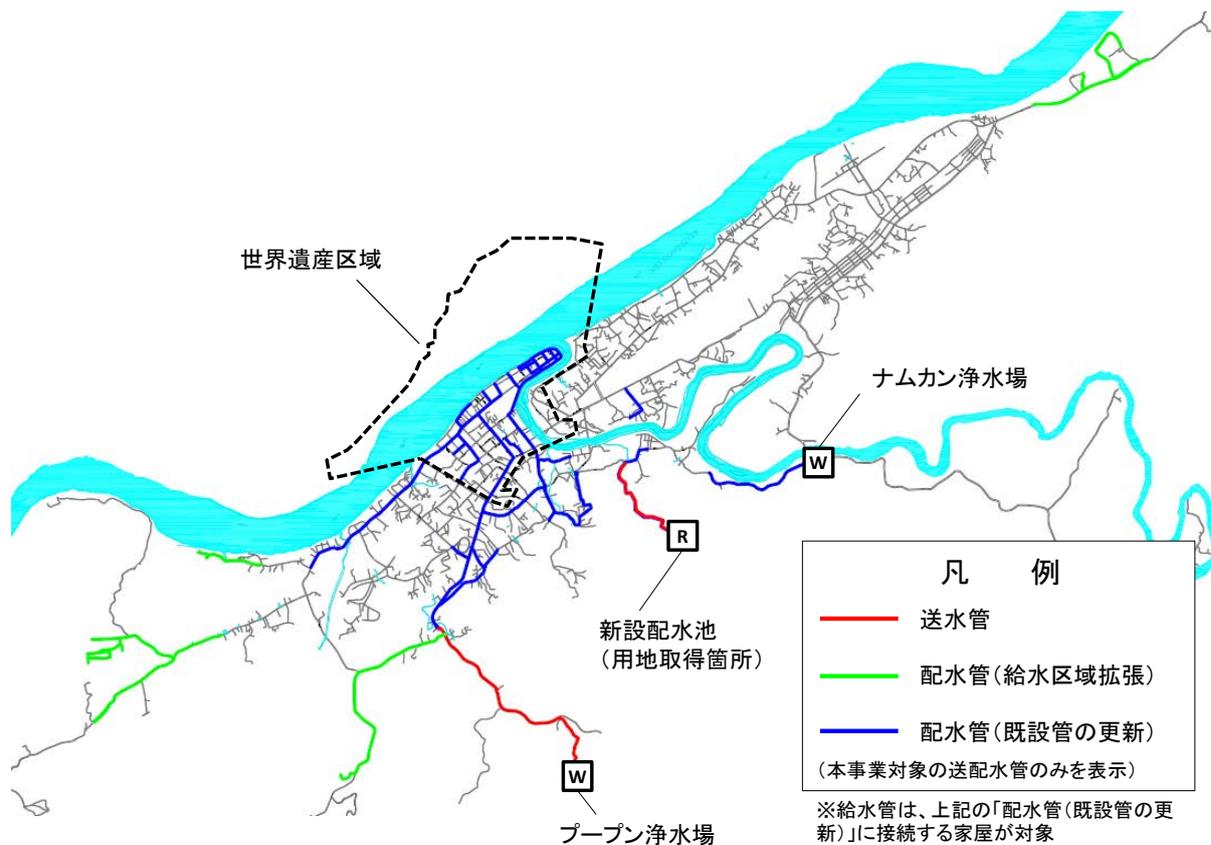


図 3.1.1 協力対象事業の主なコンポーネント位置図

## 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) 計画目標年次

施設の供用開始から3年後の2025年とする。

##### (2) 浄水場施設能力

民間を含む既存の浄水場施設能力が、目標年次である2025年の水需要を満足するため、浄水場の拡張は行わないが、安定した生産水量及び水質確保のための処理プロセスの改善を行う。

##### (3) 配水池の新設

既存施設であるプーシー配水池（1969年竣工）の経年劣化が進行しているため、これを廃止して、既設プーナノン配水池の南東側の山間部に新たな配水地を建設する。

##### (4) 設計基準

施設の概略設計に当たっては、ラオス国の水道施設に関する基準である「MPWT (2009) Management and Technical Guidelines Water Supply」をベースとし、必要に応じて日本の「水道施設設計指針」（財団法人日本水道協会）も参考とする。

##### (5) 給水管接続

###### 1) 既存給水区域

既存給水区域では一部配水管の更新を行う。配水管の更新に伴い、新設配水管への給水管の切替えが必要となる。この給水管の切替えについては、本事業により実施する。

###### 2) 給水拡張区域

給水拡張区域において配水管を整備する。配水管への給水管の接続については、地域住民の申請に基づいて実施されるため、本事業では実施しない。そのため、新設する配水管への給水管接続はこれまでどおり地域住民の申請に基づいて実施される。

##### (6) ソフトコンポーネント（技術支援）

本事業の実施により、浄水場の運転方法が一部変更される。この運転方法の指導のためにソフトコンポーネント（技術支援）を計画する。

また、モニタリングシステムを本事業にて導入する。この活用方法の指導についても、ソフトコンポーネント（技術支援）を計画する。

#### 3.2.1.2 社会経済条件に対する方針

##### (1) ラオス国及びルアンパバーン市の社会経済条件

ラオス国の地表面積は237,000 km<sup>2</sup>であり、中国、ベトナム、ミャンマー、タイ、カンボジアと国境を有する内陸国である。人口は、2013年に650万人、2017年で690万人であり、1.3～1.5%

の人口増加率である。

ラオス国全体及びルアンパバーン市の一人当たり GDP 及び GDP セクター別割合を表 3.2.1 に示す。ルアンパバーン市の一人当たりの年間 GDP は、国の平均に比べて約 40%高い。GDP のセクター別割合は、サービス・通商が 59.6%と全体の半分以上を占めており、世界遺産地区を活かした観光産業が発展している状況が数値上からも見て取れる。

表 3.2.1 一人当たり GDP 及び GDP セクター別割合

No.	Item	GDP
1	Laos GDP	1,730 (USD/person/year)
2	Luang Prabang City GDP	2,401 (USD/person/year)
3	GDP Sector	Agriculture 21.5%
		Industry 18.9%
		Service and Trade 59.6%

出典：National Statistic Bureau, Luang Prabang City Social-economic development plan 2016-2017

ルアンパバーン市東部では、中国ラオス鉄道 (China-Laos Railway) の駅が建設中である。なお、この鉄道プロジェクトの計画等に関する情報収集をラオス国側へ依頼したが、ラオス国側も関連資料を持っていないため、水需要予測等に考慮しないこととする。鉄道プロジェクトについて水道公社へのヒアリングで確認した事項を以下に示す。

- 2021 年の完成を予定している。
- 約 3km×5km のエリアが対象
- 水道及び電気はラオス国側負担で整備することになっている。

## (2) 世界遺産地区での設計・施工上の制約

ルアンパバーン市のメインストリートでは、毎日ナイトマーケットが開催され、多くの観光客が足を運ぶ。そのため、ナイトマーケットの運営に配慮した施工計画とする必要がある。ナイトマーケット運営管理者と協議して確認した施工上の制約を以下に示す。

- 施工によるマーケット出店者への影響を考慮し、施工区間は 50m を最大とする。(50m であればマーケット運営管理者が代替用地を準備することが可能)

上記の他、下記についても配慮して設計・施工を行う必要がある。

- 景観に配慮した消火栓設置
- 工事中に地下遺構が発見された場合は、工事を中止する必要がある。なお、ルアンパバーン市では過去に地下遺構は見つかっていない。

### 3.2.1.3 建設事情／調達事情

工事材料はラオス国内で生産又は隣国のタイ国又はベトナム国等からの輸入品が流通しておりラオス国内での調達が可能である。配管材料の生産は、ラオス国では行われておらず、ダクタイル鋳鉄管、高密度ポリエチレン管は日本産品に比較して価格競争力のある第三国 (タイ、ベトナム)

ム)からの輸入品が流通している。本件の管材においては、製品の品質、経済性、調達の容易性等を考慮し調達先を選定する。

### 3.2.1.4 現地業者の活用に係る方針

#### (1) 現地施工業者の施工能力

##### 1) 一般建設工事

ラオス国での無償資金協力のプロジェクトではラオス国内の下請けを活用して施工されている。ラオス国の建設業者は土工事、コンクリート工事などに使用する一般的な施工機械を保有している。

##### 2) 水道管工事

水道管の修繕及び更新工事は、水道公社が調査、管材等の発注、工事を実施しているため、民間業者で実施していないが、給水メーターの布設工事は、水道局から一部の工事を民間に発注し、業務委託された会社が実施しているため、市内に水道工事の実績のある会社がある。

#### (2) 現地業者の活用方針

ラオス国内では、浄水施設建設及び配管布設工事に関して、これまでにプロジェクトが実施されており、国内に経験を持つ建設会社が存在する。建設会社は汎用施工機械を保有している。大規模の工事では現地建設業者だけでは施工管理が適切にできない場合もあるため、本邦建設会社の十分な管理指導の下、現地建設業者を活用するものとする。

### 3.2.1.5 運営・維持管理に対する対応方針

本プロジェクトで導入される各機器の初期操作は、建設業者によって指導される。ただし、水道施設を運転するためには、表 3.2.2 に示すような施設一連の運転操作についても、水道公社職員が身に着ける必要がある。この水道施設の一連の操作については、ソフトコンポーネント（技術支援）を通じて指導を実施する。

表 3.2.2 水道公社が新たに習得すべき事項

項目	運転・運用用法について新たに習得すべき内容
ナムカン浄水場の改良	以下に示す施設一連の運転操作指導が必要 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 取水施設の流量制御</li> <li>- 排水・排泥池、ラグーンの運用</li> <li>- 既設・新設沈澱池の上澄み水の排水方法</li> </ul>
流量等の監視システム	モニタリングシステムの使用・活用方法

### 3.2.1.6 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

浄水場の既設フロック形成池及び沈澱池はシンプルな設計となっている。これを踏まえて、運転維持管理及び経済性の面から有利となるため、既設と同じ形式のものを設計する。また、使用する薬品についても、現状と同じ薬品（固形 PAC、ポリマー、次亜塩素酸カルシウム）を使用する計画とする。

機械電気設備については、可能な限り運転及び維持管理コストが低減されるように最小限とする。また、エネルギー効率に配慮し、浄水処理を自然流下で行うための施設の設計、配置や工法に配慮する。

管材については、経済性及び耐久性を考慮し、場内配管にはダクタイル鋳鉄管を適用し、送配水管には高密度ポリエチレン管を適用する。

### 3.2.1.7 工法／調達方法、工期に係る方針

#### (1) 工法及び調達方法

工法に関わる主な工事内容及び調達方法を表 3.2.3 に示す。表 3.2.3 に示すとおり、本プロジェクトは、一般的な管路の開削工事と浄水場及び配水池の土木工事及び機械電気設備工事により構成される。

表 3.2.3 主な工事の工法及び調達方法

工事内容	工法	調達方法
送配水管（管路工事）	一般的な開削工法	配管材料は第三国調達
浄水場内、配水池	一般的な土木工事（掘削及び鉄筋コンクリート築造がメイン）	鉄筋コンクリート材料は現地調達
機械・電気	ポンプ等の機械設備、及びそれに伴う電気設備の設置工事	本邦調達

#### (2) 工期

ナムカン浄水場の改良工事では、同浄水場の既存施設を停止して工事を行わなければならない工程があるため、施設の停止期間について配慮する必要がある。

送配水施設の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な要員配備を検討する。

また、表 3.2.4 に示すイベントは施工計画上留意する必要がある。

表 3.2.4 施工計画上考慮すべきイベント

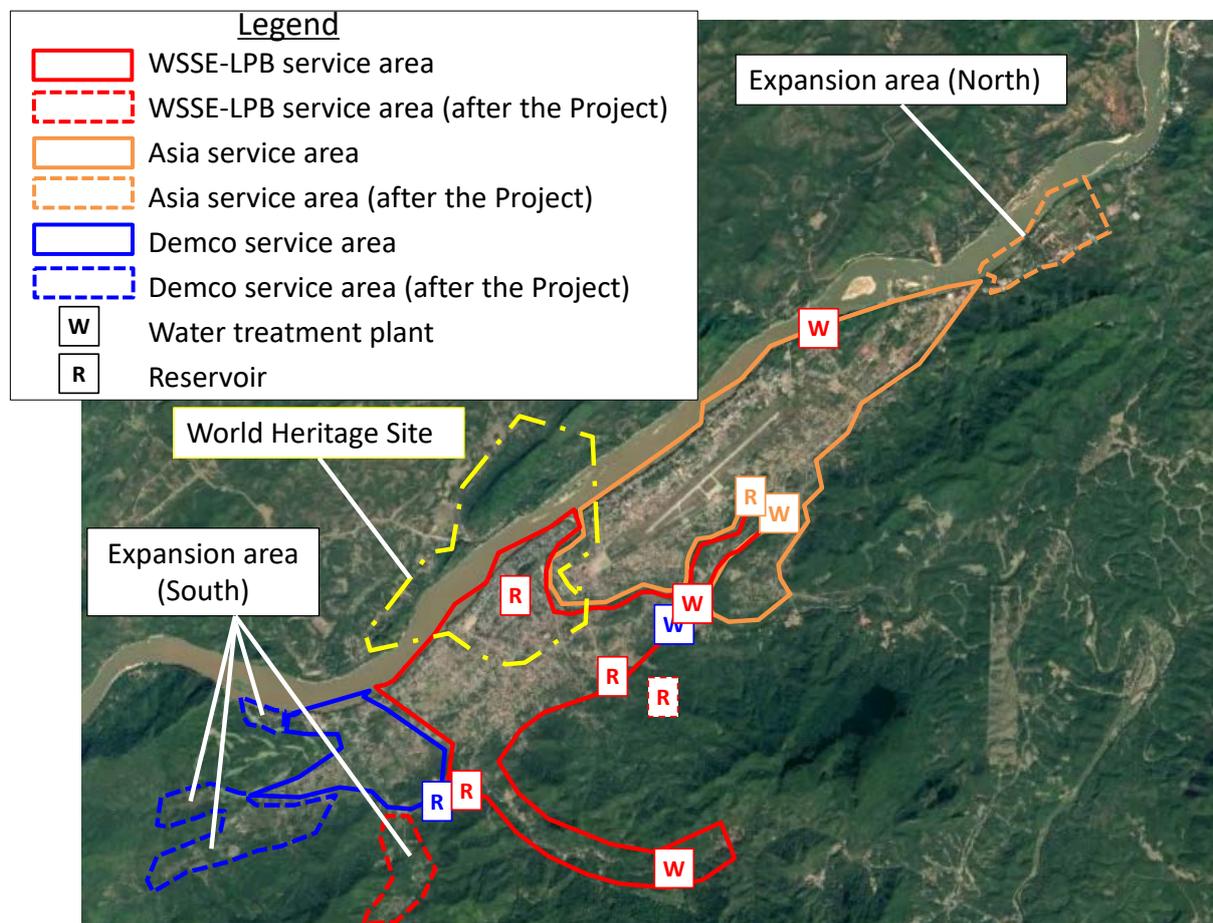
項目	考慮すべき内容
水祭り（正月）	- 毎年4月中旬の5日程度 - 基本的に全ての工事を休止する必要がある。
ボートレース祭り	- 8月最終週～9月最初の週 - 上記の時期に各村単位でボートレースに関するイベントが村単位で継続して行われる。各村におけるイベントは2日程度であり、週によって実施する村が異なる。 - 予定は事前に公表されるため、実際の施工時にスケジュールを調整すれば、工事は実施できる見込み。

### 3.2.2 基本計画（施設計画／機材計画）

#### 3.2.2.1 水需要予測

##### (1) 給水拡張区域

ラオス国側より本事業による給水区域の拡張要望があった区域を図 3.2.1 に示す。既存給水区域の北部及び南部に位置し、5村が含まれる。



地図データ: Google、DigitalGlobe

図 3.2.1 給水区域拡張要望区域

給水区域拡張要望区域の北部及び南部地域に位置する村の概要を表 3.2.5 に示す。

表 3.2.5 給水区域拡張検討対象の村の基本情報

エリア	村名	2017 人口 (人)	面積 (ha)	人口 密度 (人/ha)	既存給水区域 からの距離	現在の水利用状況
北部	Phao	1,043	67.3	15.5	2.2km	井戸、川、ボトルウォーター
南部	Phonxay	535	13.9	38.5	1.1km	井戸、川、水道（一部）、ボトルウォーター
南部	Lakpaeth	508	52.5	9.7	2.3km	井戸、川、ボトルウォーター
南部	Huayphaiy	934	28.8	32.4	2.0km	井戸、ボトルウォーター
南部	Naxay	476	28.4	16.8	2.0km	井戸、川、ボトルウォーター

出典：ルアンパバーン県水道公社情報を基に JPST 作成

新規給水対象村の計画優先順位について、水道公社からのコメントは以下のとおりである。

- メコン川の川沿いにある北部の対象地区と比較して、南部の対象地区はいずれもメコン川から離れた位置にあり、メコン川の水を直接利用することが難しく、南部地区の優先順位が高い。
- 給水区域北部へは民間の Asia 社から購入された水が配水されているが、現在の購入量は、同社との契約の最低買取り水量を満たしている。他方で、給水区域南部への浄水販売契約を行っている Demco 社からは、現在、契約上の最低買取り水量の買い取りができていないという観点からも、南部地区の優先順位が高い。
- 南部の Naxay 村については、生活用水として小川の水をくみ上げて使用している。この川には生活排水が流入している他、上流に養豚場があり、その排水も流入していることを承知の上で住民はその水を利用しており、早期の改善が望まれる状況にある。
- 南部の Phonxay (旧名 pakmoud) 村については水圧不足が課題である。村の半数に水道による給水が行われているため、他の区域より優先順位が低いものの、同一の村内で水道整備による不公平感があるため、水道整備が必要な状況にある。

新規給水対象村における現在の水利用状況及び水道への接続希望等について、調査団が実施したアンケート調査（水道未普及地域の 100 世帯が対象）及び現地踏査等で確認した結果を以下に示す。

- ボトルウォーターを使用しているが、費用が高いため井戸水、河川水（水汲み）も使用している。
- 調査対象とした 100 世帯中 33 世帯が河川水の水汲みを行っている。
  - ▶ 水汲みの所要時間は概ね 30 分未満（30 世帯）であるが、一部の家庭（3 世帯）では 30 分以上の時間を要している。
  - ▶ 1 日に 1 回水汲みをする家庭が多いが、一部の家庭では 2 回以上の水汲みを行っている。
- 現状の水利用方法、水量及び水質に満足していない家庭は、100 世帯中、水利用が 92 世帯、水量が 97 世帯、水質が 94 世帯であった。
- ほぼすべての世帯が水道施設への接続を要望している（100 世帯中 96 世帯）。

Naxay 村では、写真 3.2.1 に見られるように村民は各個人所有のポンプにより街中を流れる小川の水を汲んで利用しているが、すぐ近くでは家庭排水が小川に流入している。上流には養豚場もあり、水質は良くない。住民はそれを把握しているものの、その水を使用せざるをえないため、例えば、野菜等を洗う際には最初は小川の水で洗い、最後にボトルウォーターで洗ってから料理をしている状況であり、衛生的な水道整備への要望が非常に高い。



写真 3.2.1 拡張予定区域内における河川水利用

南部の Huayphaiy 村については、住宅が密集しており、配水管整備による単位当たりの便益（受益者数）が高い。

北部の Phao 村については、大規模な僧侶の学校が建設されたこと等により、近年人口が急増している。現地では、整地等の工事がよく見られたため、今後も人口が増加していくものと想定される。

上記調査の結果、対象 5 村は表 3.2.6 のとおりいずれの村も給水の需要が高く、その必要性も認められるため、本事業の対象区域に含めて新規配水管網等の整備を計画することとする。技術的な観点からも、各村は既存給水区域からの距離も近く、管網計算結果からは既存配水管網により配水可能（管網計算の詳細については「3.2.2.2(6)送配水管の設計計画」に示す。）であり、追加的に特別な施設・設備等は要しないことから、技術的・経済的な観点からも対象 5 村を本事業の対象とすることは妥当と判断される。

なお、給水拡張区域については、地理的及び水理的な条件から北部は Asia 社浄水場から、南部は Demco 社配水池から配水される。いずれも Asia 社及び Demco 社管理の配水本管から水道公社管理の配水管を經由して住民へ給水されるため、両社との受け渡し水量及び水圧に関わる調整は予め行っておく必要がある。ただし、南部の Naxay 村については、標高が高く Demco 社の配水池から自然流下で配水することができないため、プーポン浄水場の標高を活かし、プーポン浄水場から自然流下で配水する。

表 3.2.6 給水拡張対象村の検討結果及び優先順位

エリア	村名	現状・必要性	本事業での対応
南部	Naxay 村	生活用水として利用している河川に養豚場及び一般家庭からの排水が流入しており、その改善が必要。	◎ プープン浄水場から自然流下の配水管を新規に整備する。
南部	Huayphaiy 村	利用しやすい水源がない。 南部地区の中では最も人口が多く、配水管整備量に対する受益者が多い	◎ 既存配管網を延伸して給水する (Demco 浄水場より配水)
南部	Lakpaeth 村	利用しやすい水源がない。上記 Huayphaiy 村に隣接しており、同村と同時に配水管整備することが効率的である。	◎ Huayphaiy 村への配水管整備に併せて既存配管網を延伸して給水する (Demco 浄水場より配水)
北部	Phao 村	メコン川沿いでこれまで河川水を利用しているが、近年、僧侶学校の新設等もあり人口が急増しており、水道給水に対する需要が急増している。	○ 既存配管網を延伸して給水する (Asia 浄水場より配水)
南部	Phonxay 村	現状、村の半数には水道が普及しているため、同一村の中で不公平な状況が生じている。また、水道が普及している区域でも給水水圧が不足している。村全体への給水の整備と同時に低水圧の解消が必要な状況にある。	○ 既存配管網を延伸して給水する (Demco 浄水場より配水)

## (2) 人口予測

### 1) 人口データ（実績）

2010～2017年の人口実績データについて、ルアンパバーン郡内人口、計画給水区域内人口、既存給水区域内人口、給水人口等及びそれより算出した水道普及率、年平均増加率を表 3.2.7 に示す。「⑥人口（プロジェクト対象エリア：③+⑤）」については、該当する村の人口内訳を後述する。

表 3.2.7 人口及び水道普及率（2010～2017年実績）

項目	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	年平均増加率 (2010-2017)
①ルアンパバーン郡内人口 <sup>1)</sup>	82,056	80,952	81,994	82,189	86,556	87,761	88,495	90,291	1.38%
②計画給水区域内人口	64,277	62,363	62,945	63,300	69,321	69,079	72,190	73,018	1.84%
③既存給水区域内人口	56,316	53,950	54,807	54,735	59,694	60,045	61,399	61,658	1.36%
④計画給水区域外人口(②-③)	7,961	8,413	8,138	8,565	9,627	9,034	10,791	11,360	5.21%
⑤給水拡張区域内人口(本プロジェクト対象予定)	2,001	1,994	2,202	2,512	2,446	2,487	3,009	3,496	4.30%
⑥人口(プロジェクト対象エリア:③+⑤)	58,317	55,944	57,009	57,247	62,140	62,532	64,408	65,154	1.60%
⑦給水人口	42,097	44,391	48,525	51,200	53,167	54,679	56,718	58,760	4.88%
⑧水道普及率(計画給水区域)	65.5%	71.2%	77.1%	80.9%	76.7%	79.2%	78.6%	80.5%	2.99%
⑨水道普及率(既存給水区域)	74.8%	82.3%	88.5%	93.5%	89.1%	91.1%	92.4%	95.3%	3.53%
⑩水道普及率(プロジェクト対象エリア)	72.2%	79.3%	85.1%	89.4%	85.6%	87.4%	88.1%	90.2%	3.23%

1) ルアンパバーン郡特別市となる前のルアンパバーン郡の人口データ

出典：WSSE-LPB 提供データを基にJPST作成

### 2) 計画給水区域内人口

ルアンパバーン市の計画給水区域内の村別人口を表 3.2.8 に示す。

表 3.2.8 において、将来の給水区域は「Expansion」と記述している村であり、ルアンパバーン市の北部、南部、東部地区が計画給水区域となっている。

表 3.2.8 のうち、本プロジェクトによる給水区域拡張により新たに給水区域に入る予定の村は、No.58、62～64、75 である。

表 3.2.8 計画給水区域内人口（ルアンパバーン市）

No	Village name	Existing/ Expansion	Service Area	Population							
				2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	B. Xiangthong	Existing	NPLP	362	350	347	345	351	356	513	515
2	B. Phonhuang	Existing	NPLP	456	420	428	428	454	468	537	539
3	B. Vatsen	Existing	NPLP	306	263	274	274	246	217	216	217
4	B. Vatnong	Existing	NPLP	356	341	322	351	286	357	346	347
5	B. Xiangmoun	Existing	NPLP	256	247	266	194	250	353	301	302
6	B. Choumkhong	Existing	NPLP	329	289	284	270	281	274	252	253
7	B. Pakham	Existing	NPLP	631	634	641	625	675	644	699	702
8	B. Khamyong	Existing	NPLP	368	353	357	345	353	353	356	358
9	B. Aham	Existing	NPLP	392	303	315	317	347	347	316	317
10	B. Aphai	Existing	NPLP	346	339	327	322	281	318	288	289
11	B. Vixoun	Existing	NPLP	743	757	644	623	600	597	555	557
12	B. Munna	Existing	NPLP	388	527	553	492	561	451	521	523
13	B. Thatbosot	Existing	NPLP	820	765	675	767	810	623	706	709
14	B. Viang-Mai	Existing	NPLP	1,966	1,744	1,823	1,803	1,981	2,116	1,671	1,678
15	B. Nasangveuy	Existing	NPLP	1,859	1,609	1,703	1,853	2,158	2,709	3,836	3,852
16	B. Phanom	Existing	NPLP	1,343	1,256	1,256	1,378	1,421	1,489	1,412	1,418
17	B. Donkeo	Existing	NPLP	309	317	324	324	369	360	368	370
18	B. Muangnga	Existing	North (Asia)	1,956	1,811	1,814	1,216	1,889	1,686	1,628	1,635
19	B. Phanlouang	Existing	North (Asia)	2,065	2,065	1,837	1,837	2,018	1,936	1,809	1,817
20	B. Phasouk	Existing	North (Asia)	1,380	1,471	1,469	1,518	1,802	1,696	933	937
21	B. Hathian	Existing	North (Asia)	1,914	1,849	1,594	1,551	1,573	1,484	1,422	1,428
22	B. Thongchaleun	Existing	NPLP	330	331	330	329	328	320	329	330
23	B. Houaxiang	Existing	NPLP	498	393	439	421	434	393	448	450
24	B. Vatthat	Existing	NPLP	368	319	340	291	327	273	278	279
25	B. Talouang	Existing	NPLP	1,093	1,041	1,041	1,025	970	930	813	816
26	B. Phabat	Existing	NPLP	1,737	1,301	1,243	1,670	1,192	1,132	1,028	1,032
27	B. Phosi	Existing	NPLP	1,628	1,556	1,609	1,609	1,701	1,540	1,636	1,643
28	B. Saylom	Existing	NPLP	808	734	785	820	730	718	721	724
29	B. Nongkham	Existing	South (Demco)	669	687	742	774	897	1,155	1,846	1,883
30	B. Phonpheng	Existing	NPLP	1,096	474	929	929	1,078	1,326	1,875	897
31	B. Pongkham	Existing	NPLP	961	977	942	932	959	974	893	1,026
32	B. Mano	Existing	NPLP	1,320	1,212	1,323	1,300	1,273	1,142	1,022	964
33	B. Viangxai	Existing	NPLP	1,054	925	1,041	1,026	967	967	960	341
34	B. Viangkeo	Existing	NPLP	408	423	418	448	391	357	340	469
35	B. Naviangkham	Existing	NPLP	521	432	486	486	485	481	467	1,320
36	B. Nasamphan	Existing	NPLP	1,419	1,384	1,493	1,489	1,528	1,416	1,314	1,422
37	B. Nalouang	Existing	NPLP	1,533	1,479	1,532	1,538	1,608	1,387	1,416	1,542
38	B. Khouathi 1	Existing	NPLP	2,062	1,563	1,800	1,791	1,926	1,814	1,535	2,221
39	B. Don-Kang	Existing	NPLP	2,237	2,196	2,161	2,161	2,195	2,310	2,212	399
40	B. Ma	Existing	South (Demco)	420	431	436	428	443	453	397	608
41	B. Naxang	Existing	NPLP	589	622	784	627	721	753	605	554
42	B. Phoumok	Existing	South (Demco)	435	461	462	491	930	800	552	1,262
43	B. Khoy	Existing	South (Demco)	1,247	1,139	1,299	1,396	1,445	1,492	1,257	1,854
44	B. Sangkhalok	Existing	South (Demco)	1,603	1,495	1,599	1,599	1,678	1,550	1,508	1,514
45	B. Xiangkeo	Existing	South (Demco)	851	732	805	805	805	794	769	772
46	B. Phonxai	Existing	North (Asia)	382	364	371	371	365	333	325	326
47	B. Pouvvan	Existing	South (Demco)	1,998	1,847	1,922	1,913	2,054	2,046	2,565	2,576
48	B. Phonsa-At	Existing	North (Asia)	928	884	973	1,014	1,067	924	1,056	1,061
49	B. Xianglek	Existing	North (Asia)	341	331	400	415	453	425	388	390
50	B. Xangkhong	Existing	North (Asia)	341	470	571	514	634	578	551	553
51	B. Nongxay	Existing	North (Asia)	648	669	712	712	747	654	763	766
52	B. Khomkhouang	Existing	North (Asia)	671	1,004	1,071	1,072	1,135	1,769	1,077	1,082
53	B. Phakhom	Existing	North (Asia)	1,361	434	427	427	523	686	591	594
54	B. Khokva	Existing	North (Asia)	878	1,427	1,532	1,532	1,520	1,451	1,429	1,435
55	B. Don-Kao1	Existing	North (Asia)	916	777	515	496	568	537	513	515
56	B. Don-Kao2	Existing	North (Asia)	915	776	514	496	568	536	512	514
57	B. Don-Mai	Existing	North (Asia)	2,476	691	487	565	592	1,284	2,749	2,761
58	B. Phonxay	Existing	South (Demco)	283	231	440	469	553	453	533	535
59	B. Phou Xarng Kh	Existing	North (Asia)	0	2,655	2,055	1,881	2,555	2,231	2,263	3,192
60	B. Phoule	Existing	North (Asia)	746	1,373	1,525	1,640	2,663	2,827	3,178	2,273
58	B. Phonxai	Expansion	South (Demco)	283	231	441	470	553	453	534	535
61	B. Naduay	Expansion	South (Demco)	313	294	316	316	313	314	241	242
62	B. Huayphaiy	Expansion	South (Demco)	883	835	879	902	940	968	930	934
63	B. Lakpaeth	Expansion	South (Demco)	615	662	605	845	556	552	506	508
64	B. Phao	Expansion	North (Asia)	240	266	277	295	397	514	1,039	1,043
65	B. Sensouk	Expansion	North (Asia)	468	448	454	471	491	461	783	786
66	B. Paixuang	Expansion	North (Asia)	614	661	651	677	1,166	1,269	2,452	2,462
67	B. Viangsavan	Expansion	North (Asia)	382	374	423	423	426	948	426	424
68	xienloun	Expansion	East side	805	770	790	803	826	808	743	746
69	Pikyai	Expansion	East side	381	370	399	357	402	331	367	369
70	Piknoi	Expansion	East side	336	347	351	370	348	334	292	293
71	Nounsavat	Expansion	East side	543	569	559	618	650	605	594	597
72	B. Kokngiou	Expansion	East side	1,136	1,033	1,033	1,030	1,053	1,033	979	983
73	B. Lak 10	Expansion	East side	488	1,003	446	471	519	441	433	435
74	Ansavanh	Expansion	East side	494	550	514	514	465	525	476	527
75	B. Naxay	Expansion	South (Demco)	-	-	-	-	-	-	-	476
Sub-total		Existing	-	56,316	53,950	54,807	54,735	59,694	60,045	61,399	61,658
Sub-total		Expansion	-	7,961	8,413	8,138	8,565	9,627	9,034	10,791	11,360
Total				64,277	62,363	62,945	63,300	69,321	69,079	72,190	73,018

出典：ルアンパバーン県水道公社データを基に JPST 作成

(3) 計画給水区域内人口の予測

既存給水区域及び本プロジェクトで新たに給水区域となる区域を対象に人口予測を実施する。

1) 過去の人口推移

対象となる村の人口増加率を既存給水区域及び給水拡張区域別にそれぞれ表 3.2.9 及び表 3.2.10 に示す。

2010～2017 年の年平均人口増加率は、既存給水区域が 1.36%、給水拡張区域が 4.30%である。

表 3.2.9 人口増加率（既存給水区域）

No	村名	Existing/ Expansion	Service Area	Population								Groth ratio/year 2010-2017
				2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
1	B. Xiangthong	Existing	NPLP	362	350	347	345	351	356	513	515	5.17%
2	B. Phonhuang	Existing	NPLP	456	420	428	428	454	468	537	539	2.42%
3	B. Vatsen	Existing	NPLP	306	263	274	274	246	217	216	217	-4.79%
4	B. Vatnong	Existing	NPLP	356	341	322	351	286	357	346	347	-0.37%
5	B. Xiangmoun	Existing	NPLP	256	247	266	194	250	353	301	302	2.39%
6	B. Choumkhong	Existing	NPLP	329	289	284	270	281	274	252	253	-3.68%
7	B. Pakham	Existing	NPLP	631	634	641	625	675	644	699	702	1.53%
8	B. Khamyong	Existing	NPLP	368	353	357	345	353	353	356	358	-0.39%
9	B. Aham	Existing	NPLP	392	303	315	317	347	347	316	317	-2.99%
10	B. Aphai	Existing	NPLP	346	339	327	322	281	318	288	289	-2.54%
11	B. Vixoun	Existing	NPLP	743	757	644	623	600	597	555	557	-4.03%
12	B. Munna	Existing	NPLP	388	527	553	492	561	451	521	523	4.36%
13	B. Thatbosot	Existing	NPLP	820	765	675	767	810	623	706	709	-2.06%
14	B. Viang-Mai	Existing	NPLP	1,966	1,744	1,823	1,803	1,981	2,116	1,671	1,678	-2.24%
15	B. Nasangveuy	Existing	NPLP	1,859	1,609	1,703	1,853	2,158	2,709	3,836	3,852	10.97%
16	B. Phanom	Existing	NPLP	1,343	1,256	1,256	1,378	1,421	1,489	1,412	1,418	0.78%
17	B. Donkeo	Existing	NPLP	309	317	324	324	369	360	368	370	2.61%
18	B. Muangnga	Existing	North (Asia)	1,956	1,811	1,814	1,216	1,869	1,686	1,628	1,635	-2.53%
19	B. Phanlouang	Existing	North (Asia)	2,065	2,065	1,837	1,837	2,018	1,936	1,809	1,817	-1.81%
20	B. Phasouk	Existing	North (Asia)	1,380	1,471	1,469	1,518	1,802	1,696	933	937	-5.38%
21	B. Hathian	Existing	North (Asia)	1,914	1,849	1,594	1,551	1,573	1,484	1,422	1,428	-4.10%
22	B. Thongchaleun	Existing	NPLP	330	331	330	329	328	320	329	330	0.00%
23	B. Houaxiang	Existing	NPLP	498	393	439	421	434	393	448	450	-1.44%
24	B. Vatthat	Existing	NPLP	368	319	340	291	327	273	278	279	-3.88%
25	B. Tatlouang	Existing	NPLP	1,093	1,041	1,041	1,025	970	930	813	816	-4.09%
26	B. Phabat	Existing	NPLP	1,737	1,301	1,243	1,670	1,192	1,132	1,028	1,032	-7.17%
27	B. Phosi	Existing	NPLP	1,628	1,556	1,609	1,609	1,701	1,540	1,636	1,643	0.13%
28	B. Saylor	Existing	NPLP	808	734	785	820	730	718	721	724	-1.56%
29	B. Nongkham	Existing	South (Demco)	669	687	742	774	897	1,155	1,846	1,883	15.93%
30	B. Phonpheng	Existing	NPLP	1,096	474	929	929	1,078	1,326	1,875	897	-2.82%
31	B. Pongkham	Existing	NPLP	961	977	942	932	959	974	893	1,026	0.94%
32	B. Mano	Existing	NPLP	1,320	1,212	1,323	1,300	1,273	1,142	1,022	964	-4.39%
33	B. Viangxai	Existing	NPLP	1,054	925	1,041	1,026	967	967	960	341	-14.89%
34	B. Viangkeo	Existing	NPLP	408	423	418	448	391	357	340	469	2.01%
35	B. Naviangkham	Existing	NPLP	521	432	486	486	485	481	467	1,320	14.20%
36	B. Nasamphan	Existing	NPLP	1,419	1,384	1,493	1,489	1,528	1,416	1,314	1,422	0.03%
37	B. Nalouang	Existing	NPLP	1,533	1,479	1,532	1,538	1,608	1,387	1,416	1,542	0.08%
38	B. Khouathi 1	Existing	NPLP	2,062	1,563	1,800	1,791	1,926	1,814	1,535	2,221	1.07%
39	B. Don-Kang	Existing	NPLP	2,237	2,196	2,161	2,161	2,195	2,310	2,212	399	-21.83%
40	B. Ma	Existing	South (Demco)	420	431	436	428	443	453	397	608	5.43%
41	B. Naxang	Existing	NPLP	589	622	784	627	721	753	605	554	-0.87%
42	B. Phoumok	Existing	South (Demco)	435	461	462	491	930	800	552	1,262	16.43%
43	B. Khoy	Existing	South (Demco)	1,247	1,139	1,299	1,396	1,445	1,492	1,257	1,854	5.83%
44	B. Sangkhalok	Existing	South (Demco)	1,603	1,495	1,599	1,599	1,678	1,550	1,508	1,514	-0.81%
45	B. Xiangkeo	Existing	South (Demco)	851	732	805	805	805	794	769	772	-1.38%
46	B. Phonxai	Existing	North (Asia)	382	364	371	371	365	333	325	326	-2.24%
47	B. Pongvan	Existing	South (Demco)	1,998	1,847	1,922	1,913	2,054	2,046	2,565	2,576	3.70%
48	B. Phonsa-At	Existing	North (Asia)	928	884	973	1,014	1,067	924	1,056	1,061	1.93%
49	B. Xianglek	Existing	North (Asia)	341	331	400	415	453	425	388	390	1.94%
50	B. Xangkhong	Existing	North (Asia)	341	470	571	514	634	578	551	553	7.15%
51	B. Nongxay	Existing	North (Asia)	648	669	712	712	747	654	763	786	2.42%
52	B. Khomkhouang	Existing	North (Asia)	671	1,004	1,071	1,072	1,135	1,769	1,077	1,082	7.06%
53	B. Phakhom	Existing	North (Asia)	1,361	434	427	427	523	686	591	594	-11.17%
54	B. Khokva	Existing	North (Asia)	878	1,427	1,532	1,532	1,520	1,451	1,429	1,435	7.27%
55	B. Don-Kao1	Existing	North (Asia)	916	777	515	496	568	537	513	515	-7.90%
56	B. Don-Kao2	Existing	North (Asia)	915	776	514	496	568	536	512	514	-7.91%
57	B. Don-Mai	Existing	North (Asia)	2,476	691	487	565	592	1,284	2,749	2,761	1.57%
58	B. Phonxay	Existing	South (Demco)	283	231	440	469	553	453	533	535	9.52%
59	B. Phou Xarng Kham	Existing	North (Asia)	0	2,655	2,055	1,881	2,555	2,231	2,263	3,192	3.12%
60	B. Phoule	Existing	North (Asia)	746	1,373	1,525	1,640	2,663	2,827	3,178	2,273	17.25%
<b>Total</b>				<b>56,316</b>	<b>53,950</b>	<b>54,807</b>	<b>54,735</b>	<b>59,694</b>	<b>60,045</b>	<b>61,399</b>	<b>61,658</b>	<b>1.36%</b>

出典：ルアンパバーン県水道公社データを基に JPST 作成

表 3.2.10 人口増加率（給水拡張区域）

No	村名	Existing/ Expansion	Service Area	Population								Groth ratio/year 2010-2017
				2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
58	B. Phonxay	Existing	South (Demco)	283	231	441	470	553	453	534	535	9.52%
62	B. Huayphaiy	Expansion	South (Demco)	863	835	879	902	940	968	930	934	1.14%
63	B. Lakpaeth	Expansion	South (Demco)	615	662	605	845	556	552	506	508	-2.69%
64	B. Phao	Expansion	North (Asia)	240	266	277	295	397	514	1,039	1,043	23.35%
75	B. Naxay	Expansion	South (Demco)	-	-	-	-	-	-	-	478	-
<b>Total</b>				<b>2,001</b>	<b>1,994</b>	<b>2,202</b>	<b>2,512</b>	<b>2,446</b>	<b>2,487</b>	<b>3,009</b>	<b>3,496</b>	<b>4.30%</b>

※Naxay 村の人口は 2017 年のものしかないので、人口増加率の算出には適用していない。

出典：ルアンパバーン県水道公社データを基に JPST 作成

## 2) 人口予測

本プロジェクトで対象とする対象人口の将来推計を行う。人口は今もなお増加傾向にあり、今後も同水準で推移していくと考える。したがって、これまでの人口増加率の傾向で将来も人口推移するとして人口予測する。また、人口予測は、既存給水区域及び拡張区域別を実施する。村単位で実施する方法も考えられるが、以下に示す理由から、村単位では行わないこととする。

村単位でみると、人口増加率は村ごとに大きく異なる状況である（表 3.2.9 及び表 3.2.10 参照）。また、各村の各年の人口を見ると、年によって増減が大きいところもあり、データの信頼性としてはあまり高くないと考えられる。このデータを基に村単位で人口予測をする場合、人口が急激に増加する村や反対に急激に減少する村が出る結果になることが想定でき、人口予測として妥当ではない。これらの状況を踏まえて、人口予測は村単位では実施せず、既存給水区域及び給水拡張区域別単位で算定した人口増加率を基に行うこととする。

人口予測結果を表 3.2.11 及び図 3.2.2 に示す。

表 3.2.11 人口予測結果

Year	Population			Growth ratio/year	
	Existing	Expansion	Total	Existing	Expansion
2017	61,658	3,496	65,154	1.36%	4.30%
2018	62,497	3,646	66,143		
2019	63,347	3,803	67,150		
2020	64,209	3,967	68,176		
2021	65,082	4,138	69,220		
2022	65,967	4,316	70,283		
2023	66,864	4,502	71,366		
2024	67,773	4,696	72,469		
2025	68,695	4,898	73,593		
2026	69,629	5,109	74,738		
2027	70,576	5,329	75,905		
2028	71,536	5,558	77,094		
2029	72,509	5,797	78,306		
2030	73,495	6,046	79,541		
2031	74,495	6,306	80,801		
2032	75,508	6,577	82,085		
2033	76,535	6,860	83,395		
2034	77,576	7,155	84,731		
2035	78,631	7,463	86,094		

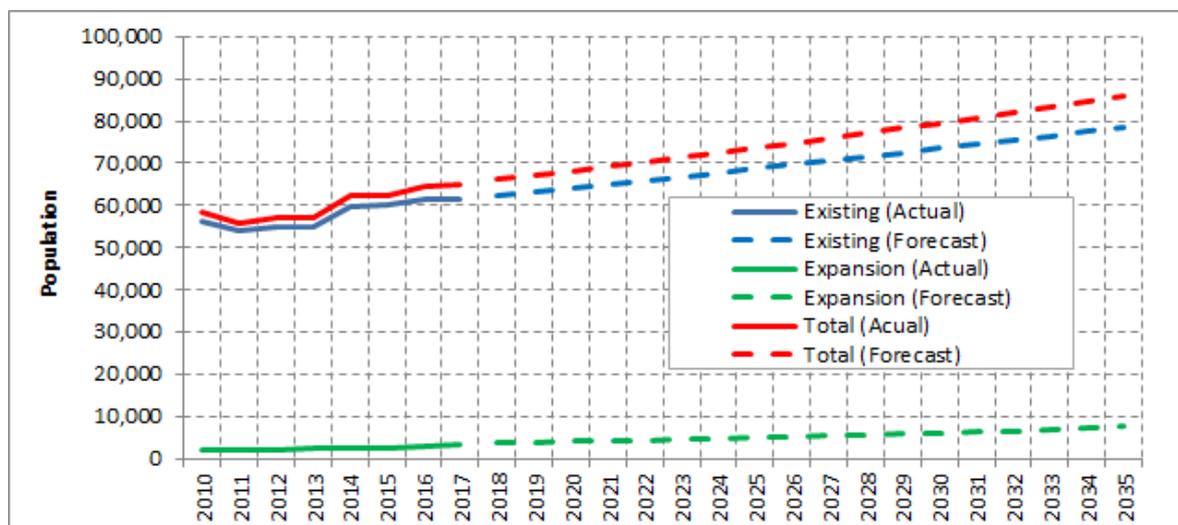


図 3.2.2 人口予測結果

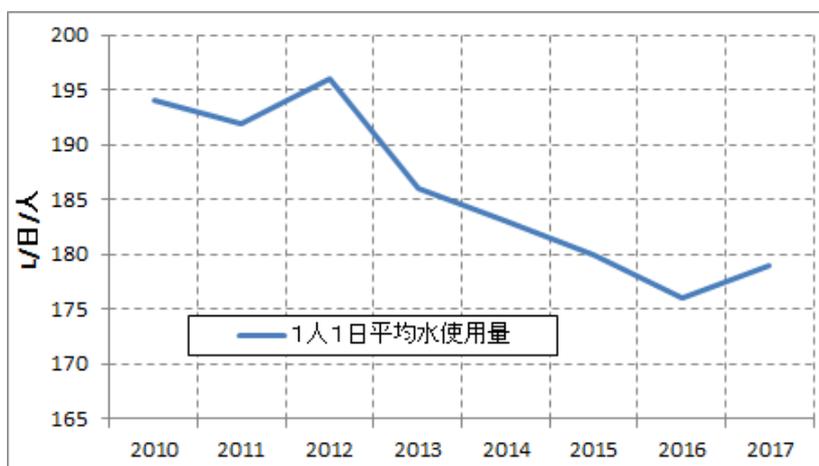
(4) 一人一日平均水使用量

2010～2017年の給水人口、給水件数、有収水量等の給水実績データを表 3.2.12 に示す。それらを基に算出した一人一日平均水使用量を図 3.2.3 に示す。

表 3.2.12 給水実績データ (2010～2017年)

項目	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
給水人口	人	42,097	44,391	48,525	51,200	53,167	54,679	56,718	58,760
行政世帯数	件	-	-	11,489	11,776	12,071	12,372	12,624	12,880
給水件数(全カテゴリー)	件	8,819	9,318	10,088	10,642	11,298	12,117	12,848	13,774
給水件数(家庭)	件	7,654	8,071	8,737	9,219	9,823	10,507	11,099	11,914
世帯人数(平均)	人/件	5.5	5.5	5.6	5.6	5.4	5.2	5.3	5.2
給水件数(政府、商業、工業)	件	1,165	1,247	1,351	1,423	1,475	1,610	1,749	1,860
年間総有収水量	m <sup>3</sup> /年	4,897,533	5,193,683	5,719,310	5,786,054	6,098,769	6,097,768	6,481,827	7,011,928
年間有収水量(カテゴリー1:家庭)	m <sup>3</sup> /年	2,977,223	3,110,545	3,487,510	3,476,191	3,559,404	3,590,015	3,793,928	4,093,560
有収水量(カテゴリー1:家庭)	m <sup>3</sup> /日	8,157	8,522	9,529	9,524	9,752	9,836	10,366	11,215
1人1日平均水使用量	ℓ/日/人	194	192	196	186	183	180	176	179

出典：ルアンパバーン県水道公社データを基に JPST 作成



出典：ルアンパバーン県水道公社データを基に JPST 作成

図 3.2.3 一人一日平均水使用量の推移 (2010～2017年)

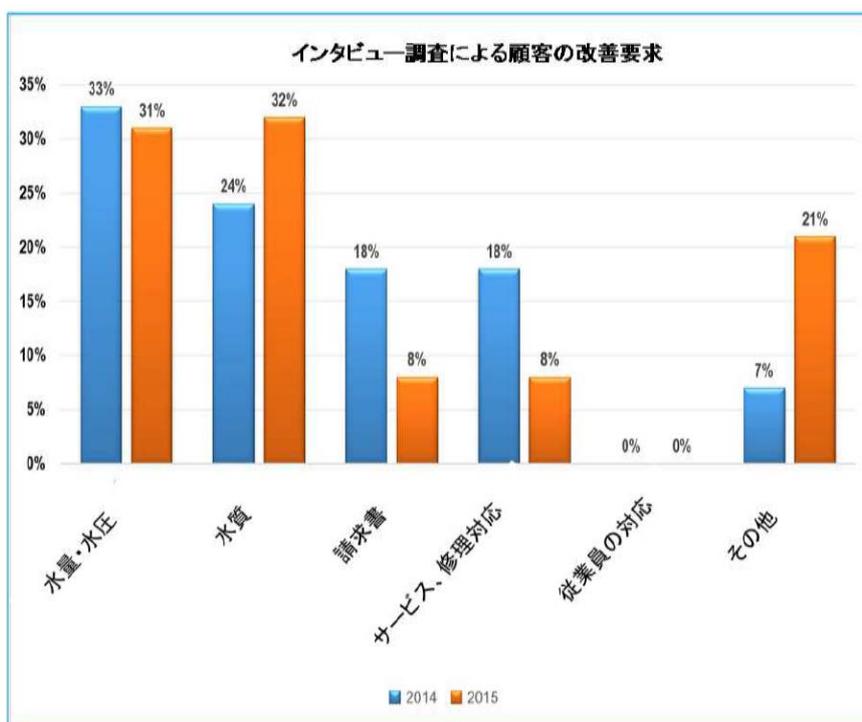
一人一日平均水使用量は、生活が豊かになるに伴い、洗濯機、水洗便所及びシャワー等の使用により上昇するのが一般的であるが、対象地域では、図 3.2.3 に示すとおり、一人一日平均水使用量は近年減少傾向である (2010～2017年の平均値は 186ℓ/日/人)。ここでは、一人一日平均水使用量が減少している要因を考察する。

ルアンパバーン水道公社の事業年報より、過去に実施した顧客アンケートにおいて、水量・水圧に対する改善要望が最も多く挙げられている (図 3.2.4 参照)。これらの事象は、水需要の増加に対して十分な給水ができていないことに起因していることが想定される。図 3.2.5 には、2010～2017年の家庭用の有収水量と給水件数の伸び率を示した。一般に、給水件数が伸びると同じ割合で有収水量も伸びるが、ここでは有収水量の平均伸び率が 4.7%で、給水件数の平均伸び率が 6.5%であり、給水件数の平均伸び率の方が大きい。これらより、現状の給水サービスにおいては、水需要の増加により水量・水圧不足が発生し、各家庭が満足に水を使用できていない可能性が想定される。

上記より、一人一日平均水使用量は減少傾向であるものの、サービス水準が向上することにより使用量は上昇する状況が想定され、将来の一人一日水使用量の設定にあたって留意する必要がある。

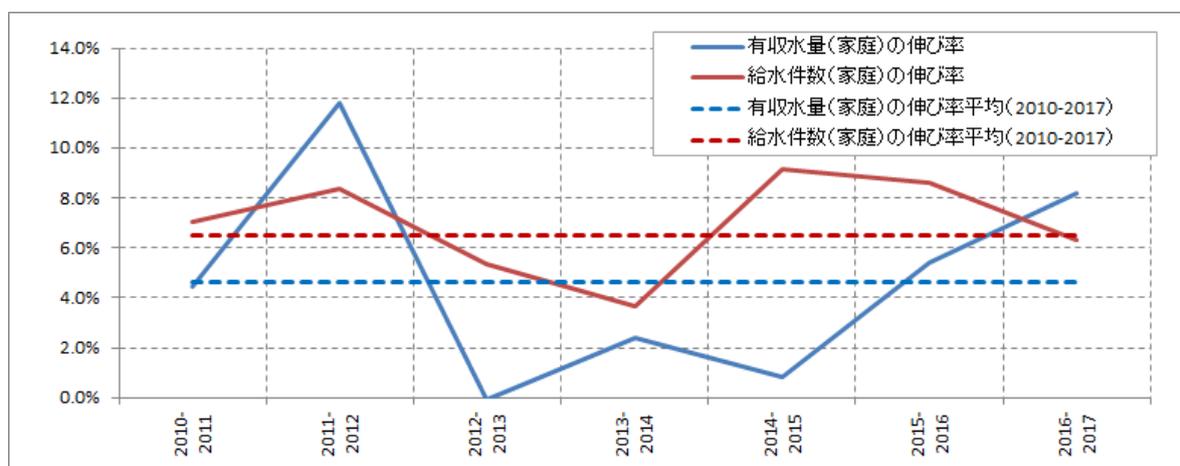
表 3.2.13 には、ラオス国の水道施設ガイドラインに掲載されている一人一日平均水使用量を示す。対象地域は No. II の Large City に該当し、一人一日平均水使用量は 120～200ℓ/日/人である。

対象地域の人口は増加傾向にあり、No. I の Municipality に近づいていること、及び水需要が近年よりも少なかった 2010 年は 194 L /日/人であったこと等を考慮し、本計画では目標年次である 2025 年の一人一日平均水使用量を 200 L /日/人とする。



出典：ルアンパバーン県水道公社 2015 年事業年報

図 3.2.4 顧客アンケート調査結果



出典：JPST (ルアンパバーン県水道公社データを基に作成)

図 3.2.5 家庭用の有収水量と給水件数の伸び率の比較 (2010～2017年)

表 3.2.13 水道計画における一人一日水使用量のガイドライン

No	分類	既に給水している人口規模	LPCD <sup>1)</sup>
I	Municipality	> 100,000	200 - 250
II	Large City	50,000 - 100,000	120 - 200
III	Small City	20,000 - 50,000	100 - 120
IV	Small Town (but many people living)	5,000 - 20,000	80 - 120
V	Small Town (but not many people living)	2,000 - 5,000	60 - 80
VI	Community	< 2,000	40 - 60

出典: *Management and Technical Guidance Water Supply (2009)*, WSD of DHUP in MPWT

1) LPCD: Liters per Capita per Day

### (5) 水道普及率

ラオス国では、第8次国家社会経済開発五カ年計画（NSEDP）（2016年）により2020年までに全国各都市中心部の水道普及率を90%にすること、また公共事業運輸省（MPWT）「上下水道セクター開発計画」（2016年）では、2020年、2025年、2030年の全国各都市中心部の水道普及率の目標をそれぞれ80、85、90%とすることが掲げられている。対象地域の既存給水区域では、2017年時点で水道普及率が95.3%となっており既に目標を達成している。また、本プロジェクトで給水区域の拡張を予定している区域を含めても、2017年時点で90.2%となっており、目標を達成している（表3.2.7参照）。

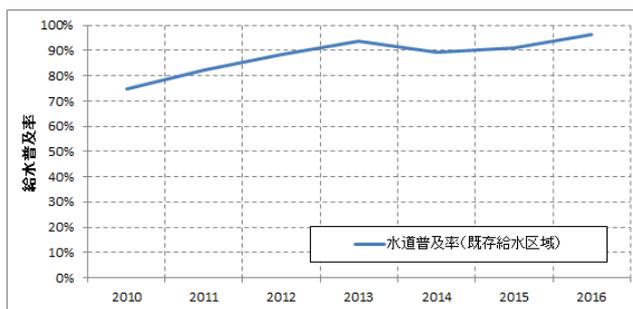
図3.2.6に示すとおり、水道普及率は上昇傾向にあるため今後も徐々に上昇するものとして、対象エリアでは2030年に98%の水道普及率になることを想定する。なお、水道普及率98%としたのは下記の理由による。

- 本準備調査で実施した拡張予定区域におけるアンケート調査では、100世帯中4世帯は水道への接続を希望していなかった。
- 現状の既存給水区域においても水道に接続していない世帯がある。
- 水道普及率は徐々に100%に近づくものと想定されるが、上記を踏まえて100%にはならないと想定し、上限を98%と見積もった。

表 3.2.14 水道普及率の設定

区域	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
既存給水区域	95.3	95.5	95.7	95.9	96.1	96.3	96.5	96.7	96.9	97.1	97.3	97.5	97.7	98.0
給水拡張区域	0	0	0	0	0	32.9	63.0	90.6	91.8	93.0	94.0	94.8	95.4	98.0

単位: %



出典：ルアンパバーン県水道公社提供データを基に JPST 作成

図 3.2.6 水道普及率 (2010~2016 年)

### (6) 生活用水量

上記の検討により得られた人口予測、一人一日平均水使用量、水道普及率より算定した生活用水量の将来推計結果を図 3.2.7 に示す。

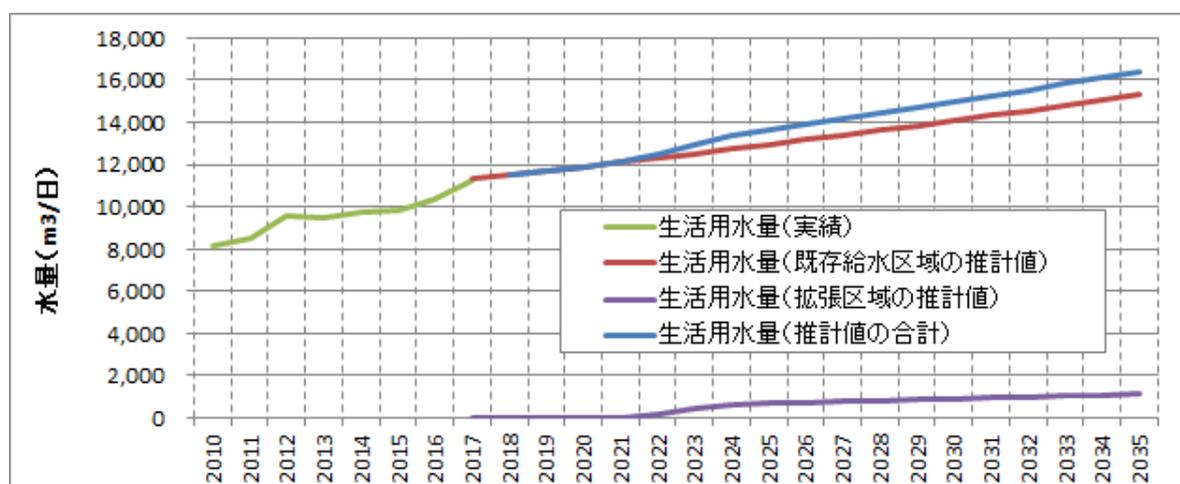


図 3.2.7 生活用水量推計結果

### (7) その他水量

ルアンパバーン県水道公社では、生活用水量の他に、その他水量として政府系機関及び商工業への販売水量を管理している。ここでは、その他水量について、これまでの実績データを基に将来の水需要の検討を行う。

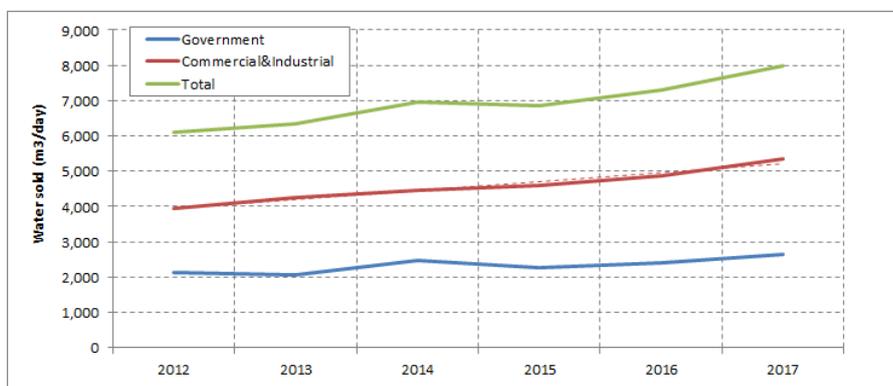
#### 1) その他水量の実績

政府系、及び商工業への給水量実績値を表 3.2.15 及び図 3.2.8 に示す。

表 3.2.15 その他水量の実績値（2010～2017年）

項目	分類	単位	2012	2013	2014	2015	2016	2017
給水件数	政府系	件	241	246	252	252	266	275
	商業・工業	件	1,110	1,177	1,223	1,358	1,472	1,585
	合計	件	1,351	1,423	1,475	1,610	1,738	1,860
年間有収水量	政府系	m3/年	786,431	753,166	907,256	833,917	883,217	968,419
	商業・工業	m3/年	1,445,369	1,556,697	1,632,109	1,673,836	1,789,358	1,949,949
	合計	m3/年	2,231,800	2,309,863	2,539,365	2,507,753	2,672,575	2,918,368
一日平均有収水量	政府系	m3/日	2,149	2,063	2,486	2,285	2,413	2,653
	商業・工業	m3/日	3,949	4,265	4,472	4,586	4,889	5,342
	合計	m3/日	6,098	6,328	6,958	6,871	7,302	7,995
1件あたりの平均使用水量	政府系	m3/日/件	8.9	8.4	9.9	9.1	9.1	9.6
	商業・工業	m3/日/件	3.6	3.6	3.7	3.4	3.3	3.4
	合計	m3/日/件	12.5	12.0	13.6	12.5	12.4	13.0

出典：ルアンパバーン県水道公社データを基に JPST 作成



出典：ルアンパバーン県水道公社データを基に JPST 作成

図 3.2.8 政府系・商工業への給水量実績（2010～2017年）

## 2) その他水量の推計

その他水量の推計方法は表 3.2.16 の 2 つの方法が考えられる。これら 2 手法による結果を基に、どの推計値を用いるかを検討する。

表 3.2.16 その他水量の推計方法

No	推計方法	内容
1	トレンド式による推計 1	・その他水量全量をトレンド式で算定
2	トレンド式による推計 2	・政府系、商・工業系別にトレンド式で算定

### ① トレンジ式による推計 1

その他水量（政府系、商工業、それらの合計値）の実績値を基に算出したトレンド式を図 3.2.9 に示す。

ここで算出された「 $Y=352.17x+5692.7$ 」を基に将来の需要予測を実施する。結果については後述する。

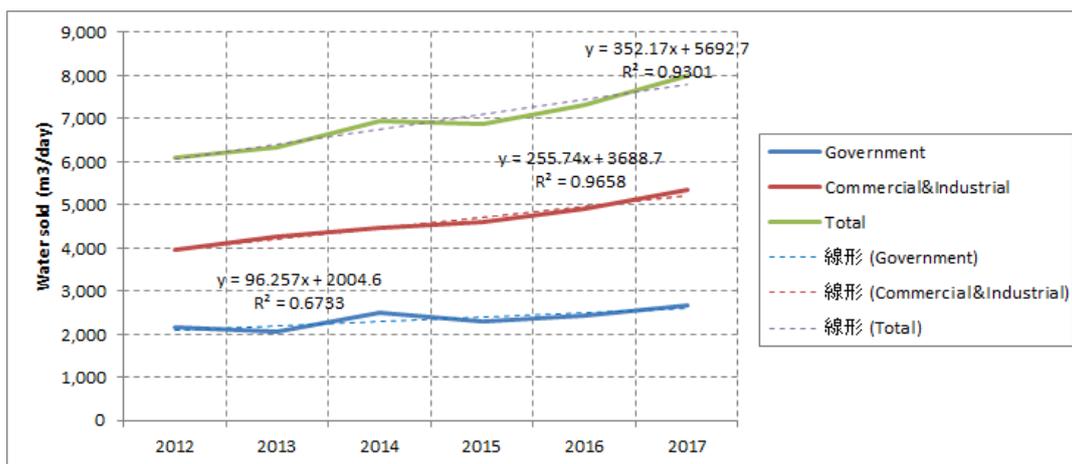


図 3.2.9 その他水量のトレンド式

② トrend式による推計 2

図 3.2.9 に示した、政府系機関及び商工業の水使用量実績を基に、それぞれについて下記のトレンド式を算出し、それより水需要予測を実施する。需要予測結果については後述する。

政府系機関のトレンド式： $Y=96.257x+2004.6$

商工業のトレンド式： $Y=255.74x+3688.7$

③ その他水量の将来推計値の比較

上記 2 つの手法で算定した将来推計値を表 3.2.17 及び図 3.2.10 に示す。

表 3.2.17 その他水量の将来推計値の比較

項目	単位	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
No.1 トレンド式による推計1	m³/日	8,228	8,589	8,949	9,310	9,670	10,031	10,391	10,751	11,112	11,472	11,833	12,193	12,554	12,914	13,275	13,635	13,995	14,356
No.2 トレンド式による推計2	m³/日	8,157	8,510	8,861	9,213	9,565	9,918	10,269	10,621	10,973	11,326	11,677	12,029	12,381	12,734	13,085	13,437	13,790	14,141

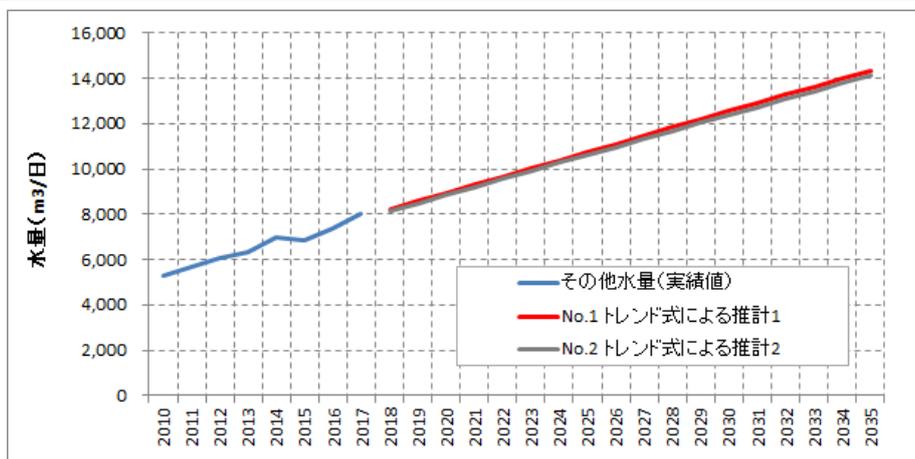


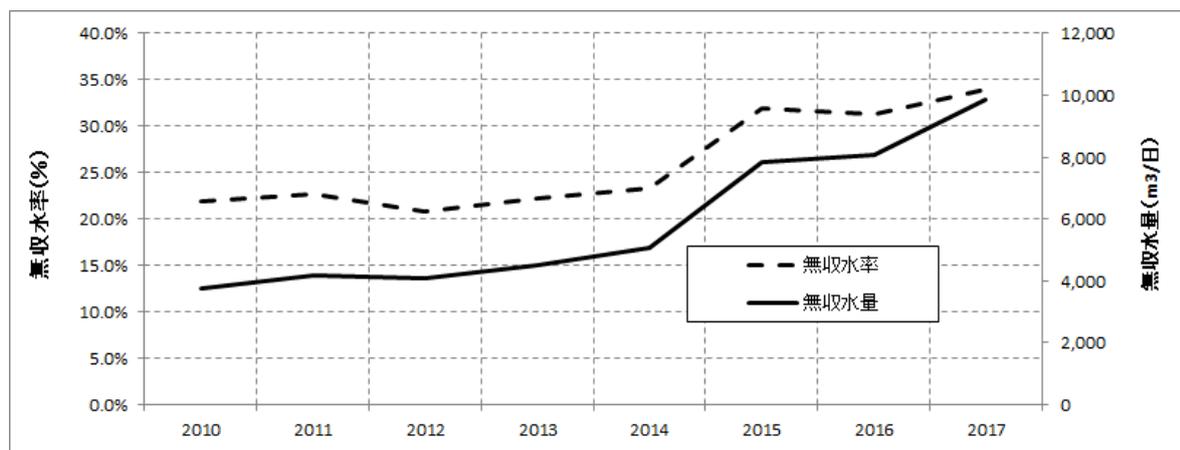
図 3.2.10 その他水量の将来推計値の比較

今後予定されている高速鉄道開通等により観光客の増加が見込まれること等を踏まえ、推計値が大きい「No.1 トレンド式による推計 1」を採用する。

(8) 無収水量

各浄水場における生産水量実績から給水量（生活用水量及びその他水量）の差を無収水量と

して算出し 2010～2017 年について示したものを図 3.2.11 に示す。図 3.2.11 に示すとおり、無収水量は近年増加傾向にある。



出典：ルアンパバーン県水道公社データを基に JPST 作成

図 3.2.11 無収水量及び無収水率の推移 (2010～2017 年)

プロジェクトにより老朽管が更新され、それにより漏水率は低減することが期待される。また、プロジェクト実施により配水圧力についても改善するが、その分、更新していない管路の漏水箇所からの漏水量が増えることも懸念される。そのため、老朽管を更新することにより漏水量の減少は期待できる一方で、配水圧力増加による影響もあり大きく改善することは難しいと考えられる。それを踏まえ、プロジェクト実施により、現況 34%ある無収水率を 30%に減少させ、その後も管路更新により漏水補修工事対象が限定されることやモニタリングシステムの活用等により 25%まで削減されることを期待し、表 3.2.18 に示すように、無収水率及び漏水率が徐々に低下するよう設定する (表 3.2.18 参照)。

無収水率と漏水率の関係を図るデータはルアンパバーン市では計測されていない。途上国では一般的に無収水率が 50%程度と高い場合は、漏水以外の割合が多く、漏水の割合は無収水の半分程度である。しかしながら、ルアンパバーン市では、基本的に全ての顧客に水道メーターが設置されており、販売水量が管理されている。また、プーペン浄水場の運転開始 (1969 年) から約 50 年が経過しており、古い管路が多いことから無収水に占める漏水の割合が高いことが想定される。一方で、水道メーターの故障も報告されているため、無収水のうちすべてが漏水と考えることも現実的ではない。したがって、対象地域の需要予測では、無収水の中で漏水の占める割合を 80%と仮定した (表 3.2.18 参照)。

表 3.2.18 無収水率及び漏水率の設定

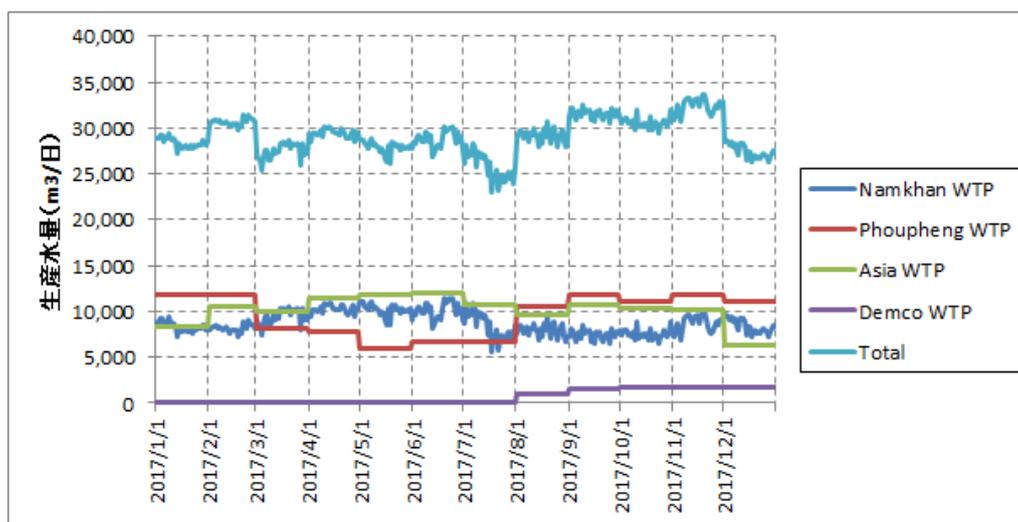
年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
無収水率 (%)	34	34	34	34	34	34	30	29	28	27	26	25	25	25	25	25	25	25	25
漏水率 (%)	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	24.0	23.2	22.4	21.6	20.8	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0

## (9) 日最大配水量係数 (負荷率の逆数)

### 1) 実績データに基づく日最大配水量係数 (負荷率の逆数)

ルアンパバーン市の 4 浄水場における毎日流量データを図 3.2.12 に示す。ただし、毎日の流量データがあるのはナムカン浄水場のみであるため、プーペン浄水場、Asia 浄水場及び Demco 浄水

場については、各月について毎日同じ流量として整理している。



出典：ルアンパバーン県水道公社データを基に JPST 作成

図 3.2.12 流量データ（毎日）

この流量データより日最大配水量係数（負荷率の逆数）を算定すると以下のとおりとなる。

$$\text{日最大配水量係数（負荷率の逆数）} = \text{日最大配水量} / \text{日平均配水量} = 33,695 / 29,112 = 1.16$$

ただし、上述のとおりプープン浄水場、Asia 浄水場、及び Demco 浄水場については各月毎日同じデータを用いているため、実際には日平均配水量と日最大配水量の差が更に大きくなると考えられる。

ラオス国基準及び日本における統計データを基に、算出された日最大配水量係数 1.16 の妥当性について検討する。

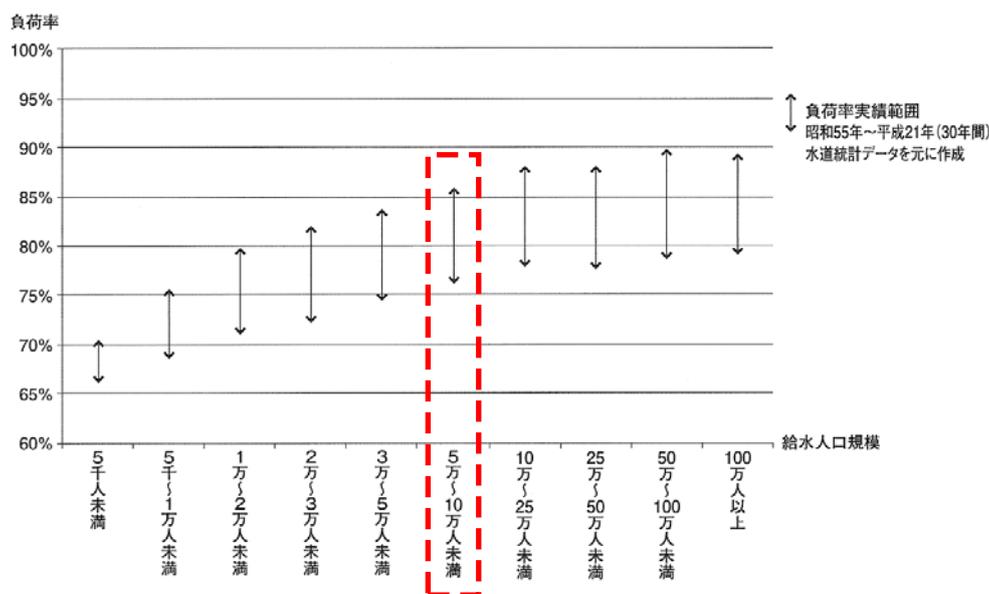
## 2) ラオス国基準における日最大配水量係数

ラオス国基準（Management and Technical Guidance Water Supply (2009), WSD of DHUP in MPWT、p.B-10）では日最大配水量係数は下記のとおり 1.2～1.5 とされている。

$$\text{日最大配水量} = \text{日最大配水量係数（1.2～1.5）} \times \text{日平均配水量}$$

## 3) 日本の水道施設指針における日最大配水量係数

日本水道協会の水道施設設計指針（2012）には、日本の水道事業者のデータから集計した負荷率（日最大配水量係数の逆数）が図 3.2.13 に示すとおり整理されている。



出典：日本水道協会（2012）水道施設設計指針、p.21

図 3.2.13 給水人口と負荷率

ルアンパバーン市の目標年度（2025年）における給水人口は7万人強のため、同給水人口規模でみると、図 3.2.13 より負荷率はおよそ 76~86%（日最大配水量係数：1.16~1.32）となる。この統計データにおいて、給水人口 5 万人が負荷率 76%、給水人口 10 万人が 86%とすると、給水人口 7 万人強では負荷率が 80%（日最大配水量係数：1.25）となる。

#### 4) 日最大配水量係数の設定

上記検討した日最大配水量係数を比較のために表 3.2.19 に示す。

表 3.2.19 日最大配水量係数の比較

日最大配水量係数の設定方法	設定値	備考
実績データに基づく日最大配水量係数	1.16	ナムカン浄水場の日流量データ及びプーポン浄水場、Asia 浄水場、Demco 浄水場の月別流量データから算定
ラオス国基準に基づく設定値	1.2~1.5	-
日本の水道施設指針に基づく設定値	1.16~1.32	給水人口規模 7 万人の場合、1.25

日最大配水量係数は最低でも 1.16 となること、及びラオス国基準の設定値の範囲内となること、水道施設指針に基づく算出結果が 1.25 であることを考慮し、対象地区の日最大配水量は 1.25 とすることが妥当と考える。

#### (10) 水需要予測結果

設定した条件に基づき算出した水需要予測結果を図 3.2.14 及び表 3.2.20 に示す。図 3.2.14 には、参考として 2013 年に策定された M/P における水需要予測結果（日最大及び日平均）も示している。

目標年次である 2025 年の日平均配水量は約 32,700m<sup>3</sup>/日、日最大配水量は 40,900m<sup>3</sup>/日であり、現況の浄水場施設能力（乾季：46,400m<sup>3</sup>/日、雨季：50,400m<sup>3</sup>/日）で配水できる状況にある。

今回実施した水需要予測結果は、M/P における水需要予測と比べると水需要が大きくなっている。この要因としては以下が考えられる。

- ・ M/P ではその他水量の予測が、今回実施した水需要よりも小さく見積もられている。
- ・ M/P では漏水量の予測が、今回実施した水需要よりも小さく見積もられている。これは、漏水量が近年増加しており、M/P 策定当時と状況が変化していることが影響している。
- ・ 日最大配水量係数を M/P では 1.1 を採用しており、本準備調査では 1.25 を採用している。

乾季の浄水場施設能力では、2032 年に水需要が日最大配水量を上回るため、浄水場施設の新設若しくは増設が必要になると考えられる。したがって、その数年前から事前に需要予測の実施や施設建設のための予算措置等の対策を講じておくことが望まれる。

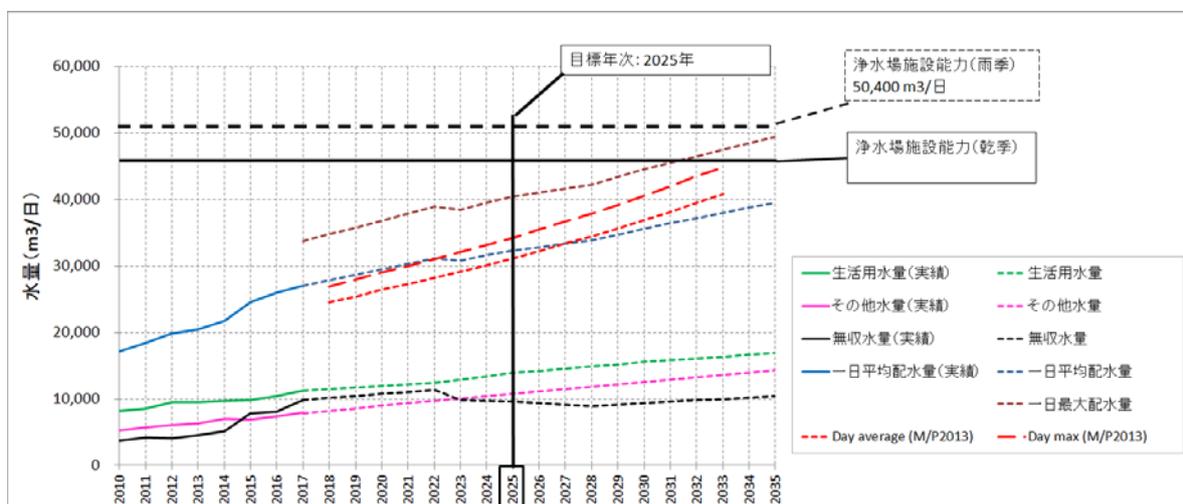


図 3.2.14 水需要予測検討結果

表 3.2.20 水需要予測検討結果

項目	単位	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
計画給水区域内人口	人	66,143	67,150	68,176	69,220	70,283	71,366	72,469	73,593	74,738	75,905	77,094	78,306	79,541	80,801	82,085	83,395	84,731	86,094
既存給水区域内人口	人	62,497	63,347	64,209	65,082	65,967	66,864	67,773	68,695	69,629	70,576	71,536	72,509	73,495	74,495	75,508	76,535	77,576	78,631
拡張区域人口(本プロジェクト対象)	人	3,646	3,803	3,967	4,138	4,316	4,502	4,696	4,898	5,109	5,329	5,558	5,797	6,046	6,306	6,577	6,860	7,155	7,463
給水人口(既存区域内)	人	59,685	60,623	61,576	62,544	63,526	64,524	65,536	66,565	67,610	68,670	69,748	70,841	72,025	73,005	73,998	75,004	76,024	77,058
給水人口(拡張区域内)	人	0	0	0	0	0	1,423	2,836	4,247	4,547	4,839	5,124	5,414	5,925	6,180	6,445	6,723	7,012	7,314
給水人口	人	59,685	60,623	61,576	62,544	63,526	65,947	68,372	70,812	72,157	73,509	74,872	76,255	77,950	79,185	80,443	81,727	83,036	84,372
普及率(既存区域内)	%	95.5	95.7	95.9	96.1	96.3	96.5	96.7	96.9	97.1	97.3	97.5	97.7	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0
普及率(拡張区域内)	%	0	0	0	0	0.0	31.6	60.4	86.7	89.0	90.8	92.2	93.4	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0
普及率(本プロジェクト対象)	%	90.2	90.3	90.3	90.4	90.4	92.4	94.3	96.2	96.5	96.8	97.1	97.4	98	98	98	98	98	98
給水件数(既存区域内)	件	10,793	10,963	11,135	11,310	11,488	11,668	11,851	12,037	12,226	12,418	12,613	12,810	13,024	13,202	13,381	13,563	13,748	13,935
給水件数(拡張区域内)	件	0	0	0	0	0	257	513	768	822	875	927	979	1,071	1,118	1,165	1,216	1,268	1,323
一人一日平均使用量	L/日/人	186	186	186	186	186	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
生活用水量(既存区域内)	m3/日	11,101	11,276	11,453	11,633	11,816	12,905	13,107	13,313	13,522	13,734	13,950	14,168	14,405	14,601	14,800	15,001	15,205	15,412
生活用水量(拡張区域内)	m3/日	0	0	0	0	0	285	567	849	909	968	1,025	1,083	1,185	1,236	1,289	1,345	1,402	1,463
生活用水量	m3/日	11,101	11,276	11,453	11,633	11,816	13,190	13,674	14,162	14,431	14,702	14,975	15,251	15,590	15,837	16,089	16,346	16,607	16,875
その他水量	m3/日	8,228	8,589	8,949	9,310	9,670	10,031	10,391	10,751	11,112	11,472	11,833	12,193	12,554	12,914	13,275	13,635	13,995	14,356
無収水量	m3/日	9,957	10,233	10,510	10,789	11,069	9,952	9,829	9,688	9,447	9,196	8,936	9,148	9,381	9,584	9,788	9,994	10,201	10,410
漏水量	m3/日	7,966	8,186	8,408	8,631	8,855	7,962	7,863	7,750	7,558	7,357	7,149	7,318	7,505	7,667	7,830	7,995	8,161	8,328
無収水率	%	34	34	34	34	34	30	29	28	27	26	25	25	25	25	25	25	25	25
漏水率	%	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	24	23.2	22.4	21.6	20.8	20	20	20	20	20	20	20	20
日最大配水量係数(負荷率の逆数)	%	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
一日平均配水量	m3/日	27,295	28,051	28,810	29,574	30,341	31,183	31,928	32,663	33,101	33,531	33,957	34,762	35,649	36,418	37,194	37,976	38,763	39,559
一日最大配水量	m3/日	34,119	35,064	36,013	36,968	37,926	38,979	39,910	40,829	41,376	41,914	42,446	43,453	44,561	45,523	46,493	47,470	48,454	49,449

### 3.2.2.2 送配水施設計画

#### (1) 送配水システムの検討

##### 1) 現況の送配水システム

現況の送配水システムを図 3.2.15 に示す。

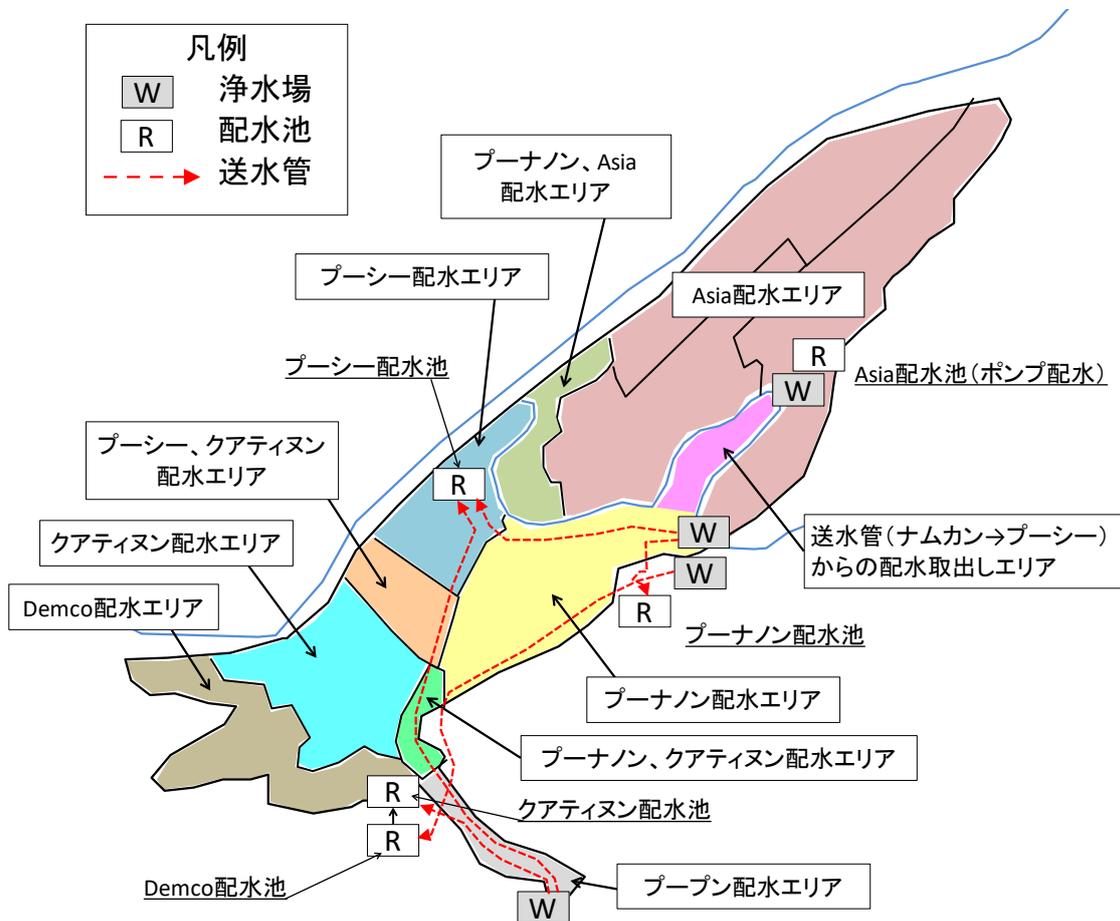


図 3.2.15 現況の送配水システム

現況の送配水システムの課題として以下が挙げられる。

- プーシー配水池が老朽化しており、プーシー配水池が使用できなくなった場合に、プーシー配水エリアを中心に配水に大きな影響を及ぼす。
- ナムカン浄水場からプーシー配水池への送水管の途中に配水管を接続しており、送配水分離が出来ていない。(送配水分離を行い、送水流量一定の条件で送水することが水量及び水圧管理上望ましい。)
- プーナノン配水エリアの南側は標高が高く、水圧がほとんど確保できていないエリアがある(0~5m程度)。

上記の他、目標年次である 2025 年において現況の送配水システムのまま使用した場合に想定される課題を以下に示す。

- プーシー配水池が使用できなくなるリスクがさらに高まる。
- ナムカン浄水場からプーシー配水池への送水管について、一部送配水分離ができていない区間があり、送配水量及び水圧のコントロールが難しくなる。

- 既存地域内においても水需要が徐々に増加することが見込まれており、それに伴い既存区域内において水圧不足エリアが既存給水区域全体に広がると見込まれる。これは、現状の配水本管の口径が小さいことによるためである。

上記より、このままの送配水システムでは目標年次の水需要に対して適切な水圧を確保できないエリアが拡大する見込みであり、かつプーシー配水池を継続利用するか否かにより、送配水システムが異なるため、将来の送配水システムのあるべき姿について検討する必要がある。

## 2) 送配水システムの検討

ルアンパバーン市の将来の送配水システムの検討においては、下記に留意する必要がある。

- 配水池容量
- プーシー配水池を継続利用するか（老朽化している。1969年施工で50年程度経過。）
- Asia 及び Demco 社の最低買取り水量が配水できるような配水システムであること。

ここでは、プーシー配水池を継続して活用し続ける案（No.1）と、廃止する案（No.2）の2案について送配水システムの比較検討を実施した。なお、プーシー配水池を廃止する場合は、貯留時間を確保する観点から新規の配水池が必要であるため、新規の配水池を計画した。これら2ケースに関する比較検討結果を表 3.2.21 に示す。

ラオス国側と協議の結果、「No.2 プーシー配水池廃止案（新設配水池建設）」で進めることになった。

表 3.2.21 送配水システム検討結果の比較表

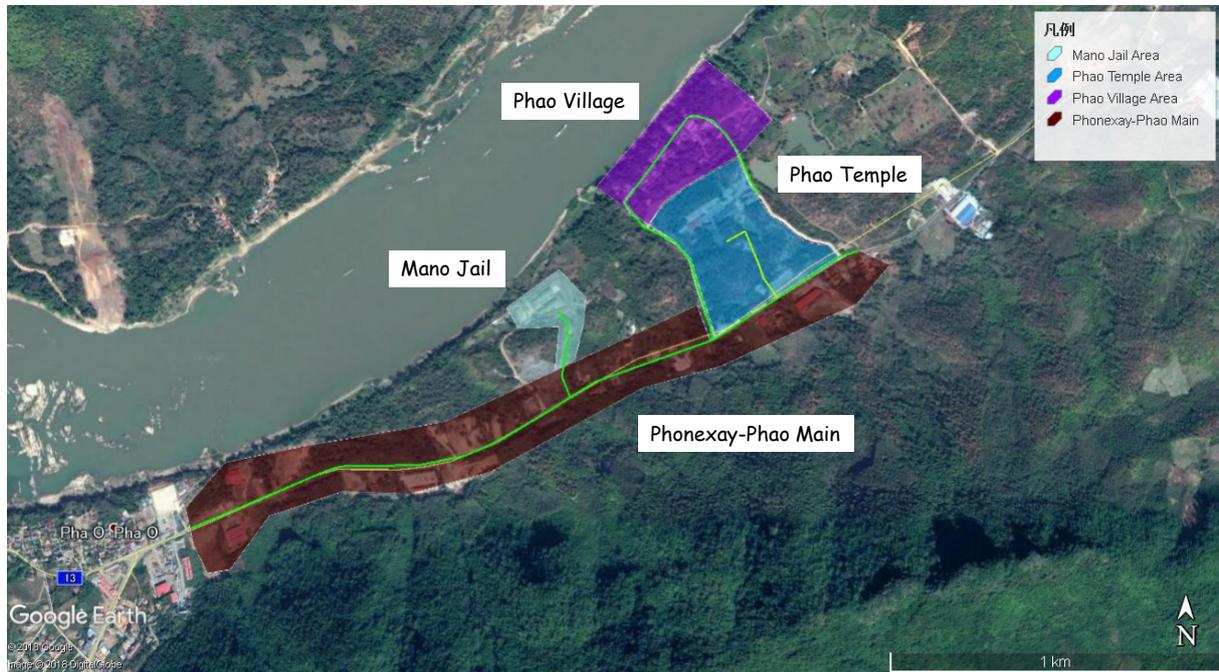
ケース名	No.1 プーシー配水池活用法	No.2 プーシー配水池廃止案（新設配水池建設）
概要図	<p>凡例          W 浄水場          R 配水池          - - - 送水管</p> <p>Asia配水エリア          プーシー配水エリア          プーシー配水池          クアティヌン配水エリア          クアティヌン配水エリア          Demco配水エリア          Demco配水池          プーナン配水池          プーナン配水エリア          クアティヌン配水エリア          クアティヌン配水池          プーブン配水エリア          Asia配水池(ポンプ配水)          送水管(ナムカン→プーシー)からの配水取出しエリア</p>	<p>凡例          W 浄水場          R 配水池          - - - 送水管</p> <p>Asia配水エリア          プーナン配水池エリア          Asia配水エリア          Asia配水池(ポンプ配水)          新設配水池エリア          クアティヌン配水エリア          クアティヌン配水エリア          Demco配水エリア          新設配水池          プーナン配水池          新設配水池エリア          クアティヌン配水池          プーブン配水エリア          Demco配水池</p>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 新規に配水池を建設する必要がない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 住宅地が拡大している標高が高いエリアについても配水圧が確保できる見込み。</li> <li>- プーシー配水池を活用する案よりも配水圧を確保しやすくなる見込み。</li> <li>- ナムカン浄水場からの送水について、送配水分離が可能となる。</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>- プーシー配水池が老朽化しており、使用できなくなった場合に成り立たなくなる。(プーシー配水池を更新することについても、ア</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 新規に建設用地・アクセス確保が必要である。</li> </ul>

ケース名	No.1 プーシー配水池活用案	No.2 プーシー配水池廃止案（新設配水池建設）
	<p>クセスロードがないために現実的ではない。）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プーブン浄水場からプーシー配水池への送水管が、施工からおよそ 50 年経過しており、更新する必要があるが、この送水管を更新したとしても送水先のプーシー配水池が老朽化しており、送水管更新への投資にリスクがある。</li> <li>- 将来の水需要に対する水圧が確保できない見込み</li> <li>- 住宅地等が拡大しており、それらの場所は標高が高いために配水圧が確保できない見込み</li> <li>- ナムカン浄水場からプーシー配水池への送水管において、送水管から配水を行っているエリアがあり、送配水分離ができないところがある。</li> </ul>	
評価	×	○（選定）

### 3) 給水区域拡張

#### ① 検討対象地域における配水管整備（北部エリア）

本プロジェクトにおける北部の給水拡張区域を図 3.2.16 に示す。

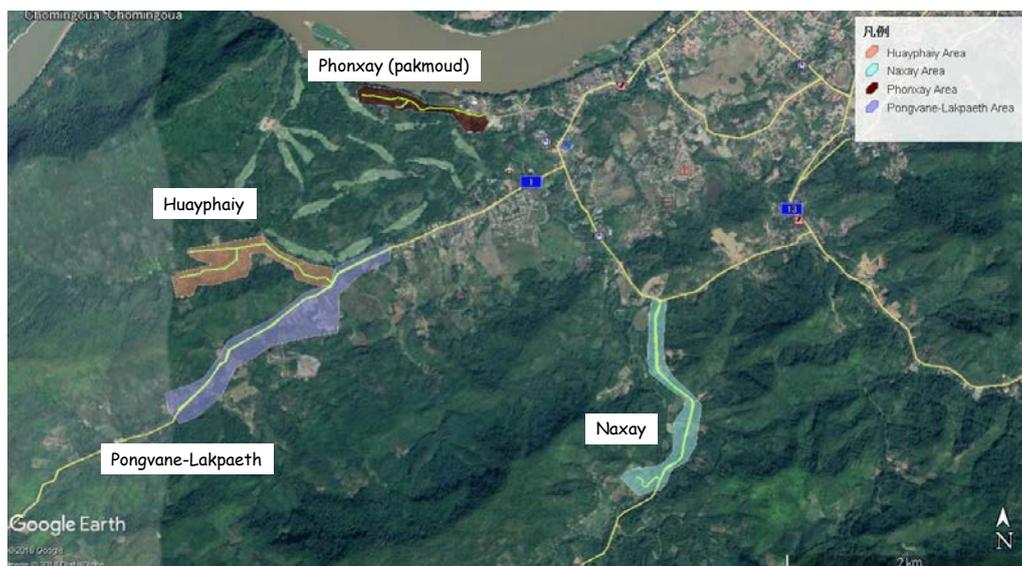


地図データ: Google、DigitalGlobe

図 3.2.16 北部給水拡張区域

#### ② 検討対象地域における配水管整備（南部エリア）

南部の給水拡張区域を図 3.2.17 に示す。



地図データ: Google、DigitalGlobe

図 3.2.17 南部給水拡張区域

## (2) 管路更新

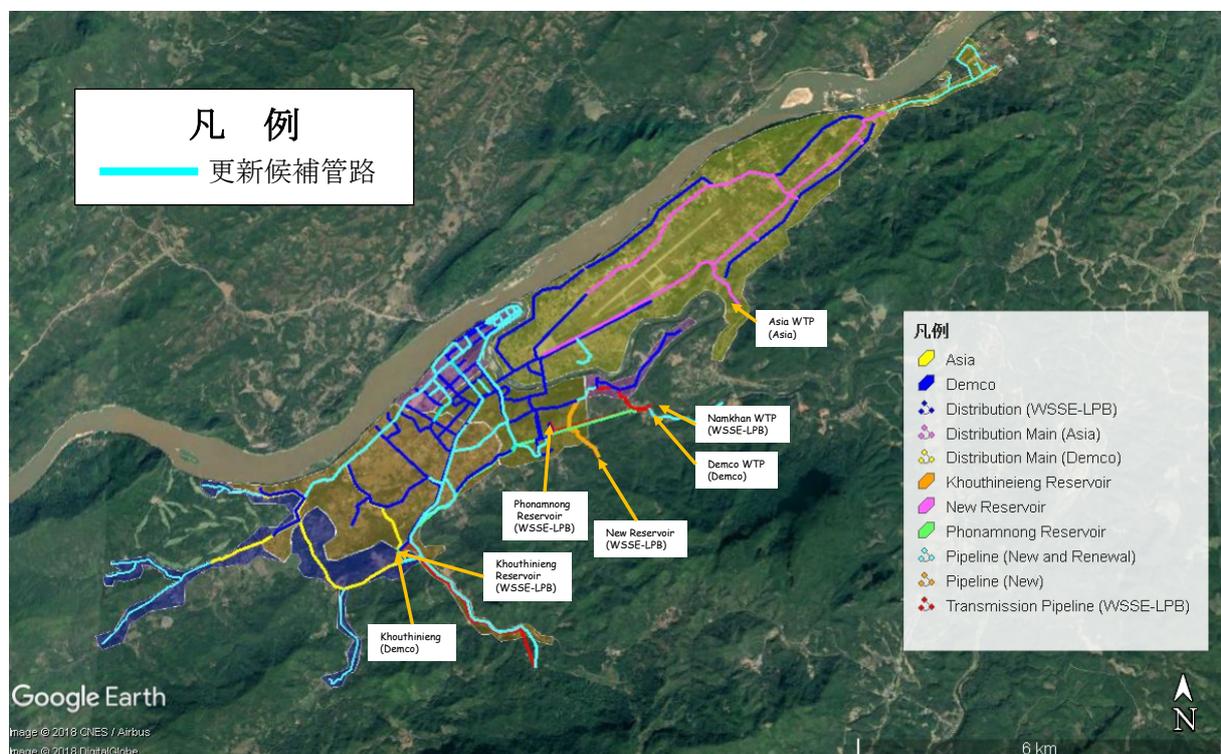
### 1) 更新候補管路の選定

本プロジェクトでは、老朽管を更新する他、「(1)送配水システムの検討」で検討したように、配水池を新設するためこれに伴う配水本管の整備が必要となる。また「3.2.2.2(5)消火栓」で後述するように、世界遺産地区に消火栓を設置するために消火栓に必要な水圧を確保する観点からも配水管の更新が必要となる管路も考慮する必要がある。これらを踏まえて、更新候補路線として以下の観点で候補路線を選定する。

#### <更新候補管路選定方針>

- ① 老朽化している管路を選定する（主に 1969 年施工路線）。
- ② 送配水システムの変更に伴い、管路口径を大きくする必要がある路線を選定する。
- ③ 消火栓水圧を確保するために管路口径を大きくする必要がある路線を選定する。
- ④ 土被りが大きく、適切な維持管理を実施することが難しい管路を選定する。
- ⑤ 水圧が不足している管路を選定する。（上記②、③に該当する管路を除く）
- ⑥ エリア単位での更新となるように配慮する。
- ⑦ 上記①～⑤の選定について、例えば「①老朽管」を更新するとともに、同時に「②管路口径を大きくする必要がある路線」を同一路線となるように配慮する。（一つの路線を更新することにより、上記①～⑥に示す対象管路への対策を包含してできるような効率的な更新となるように配慮する。）

上記を基に選定した更新候補管路の位置図を図 3.2.18 に、対象延長を表 3.2.22 に示す。



地図データ: Google、DigitalGlobe

図 3.2.18 送配水施設計画

表 3.2.22 更新候補の送配水管延長の概要

Category		Item
送配水施設	送水管	延長: 約 5.0 km プーブン浄水場からクアティヌン配水池: 約 3.4km ナムカン浄水場既存送水管から新設配水池: 約 1.6km
	配水管	延長: 約 45.9 km 新設配水池から配水管分岐まで: 約 1.6 km 老朽管更新: 約 44.3 km

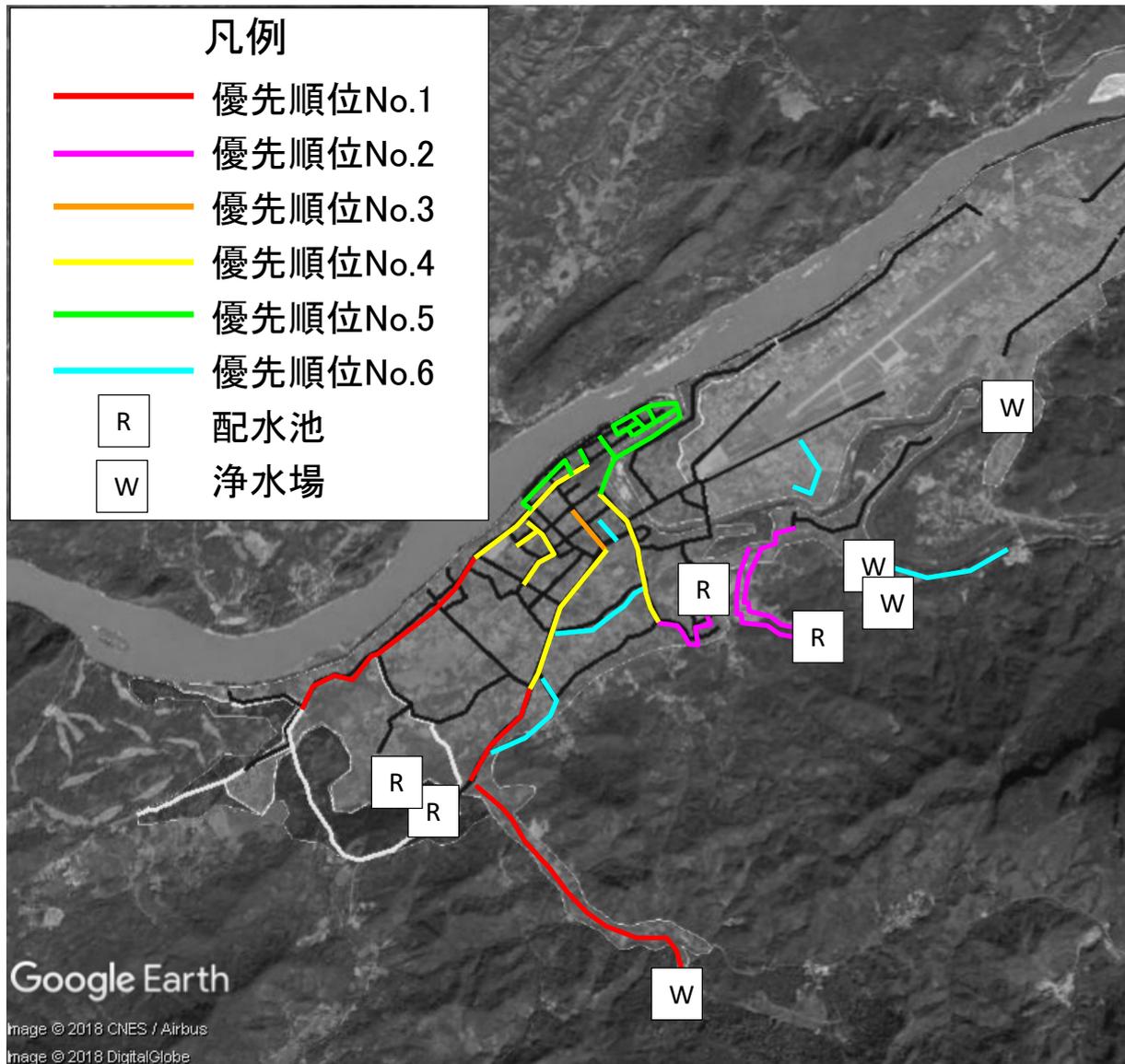
## 2) 更新候補管路の優先順位設定

上記で選定した更新候補路線について、更新優先順位を設定する。優先順位設定方法を表 3.2.23 に、それに基づいて優先順位の設定結果を示したものを図 3.2.19 に示す。

選定方針②に該当する管路は、本プロジェクトの実施に欠かせないものであるため最上位とした。次いで、1969 年施工の路線を優先した。これは、ラオス国側からの要望の優先順位が高く、かつ 1969 年施工の路線は実際に漏水が多いことも確認されているためである。次いで、消火栓水圧確保のための管路で、その次に、水圧確保のための管路とした。

表 3.2.23 管路更新優先順位

No.	対象路線	備考
1	送配水管の再構成上必要な管路 (1969 年施工)	選定方針①、②
2	送配水管の再構成上必要な管路	選定方針②
3	土被りが大きく適切な維持管理を実施することが難しい管路 (1969 年施工)	選定方針①、④
4	1969 年施工路線	選定方針①
5	消火栓水圧確保のために増径が必要な管路	選定方針③
6	水圧確保のために増径が必要な管路	選定方針⑤



地図データ: Google、DigitalGlobe

図 3.2.19 管路更新優先順位

### 3) 給水管の切替え工事

既設配水管については給水管が接続されている。したがって、配水管の更新に伴い、給水管の切替え工事が必要となる。これら給水管の切替え工事については、本事業で実施する。

### (3) 配水池容量

#### 1) 新設配水池容量の設定

新設配水池の配水池容量設定条件及び、それを基に設定した配水池容量を表 3.2.24 に示す。配水池容量には消火栓水量を見込むものとする。

表 3.2.24 に示すとおり、新設配水池容量を 1,500m<sup>3</sup> として設計を行う。

表 3.2.24 配水池容量設定条件及び配水池容量

項目	設定条件	備考
滞留時間	4 時間	ラオス国基準では滞留時間 2~4 時間
配水量	8,000m <sup>3</sup> /日	目標年次（2025 年）における最大配水量
消火用水のための配水池容量	100m <sup>3</sup>	新設配水池からの配水対象人口は約 10,000 人のため、水道施設設計指針より、配水池容量に 100m <sup>3</sup> を加算する。
配水池容量	1,500m <sup>3</sup>	1,333m <sup>3</sup> （4 時間分の配水池容量） + 100m <sup>3</sup> （消火用水量） = 1,433 ≒ 1,500 m <sup>3</sup>

表 3.2.25 配水池の容量に加算する人口別消火用水量

人口（万人）	消火用水量（m <sup>3</sup> ）	備考
1	100	当該配水池に該当
2	200	
3	300	
4	350	
5	400	

出典：日本水道協会（2012）水道施設設計指針 p.435

## 2) 配水池容量（2025 年）

目標年次（2025 年）における各配水池の最大配水量から滞留時間を算出したものを表 3.2.26 に示す。

表 3.2.26 各配水池の滞留時間

配水池	容量（m <sup>3</sup> ）	最大配水量（m <sup>3</sup> /日）	滞留時間（hour）	備考
プーナノン配水池	1,000	6,000	4	
新設配水池	1,500	8,000	4+0.5	左記 0.5 時間分は消火用水量分相当
クアティヌン配水池	1,570	18,000	3.9	クアティヌン配水池と Demco 配水池は接続しているため、2 つの配水池で滞留時間を算出
Demco 配水池	1,350			
Asia 配水池	1,500	14,000	2.6	

新設配水池を含む全ての配水池について、目標年次の最大配水量の条件下においても滞留時間をラオス国基準である 2~4 時間を確保できている。

#### (4) 配水池

##### 1) 設計計画

##### ① 計画位置状況

##### ①-1 位置

既設プーナノン配水池の南東約1kmに位置する。位置図及び対象箇所の写真を図 3.2.20に示す。

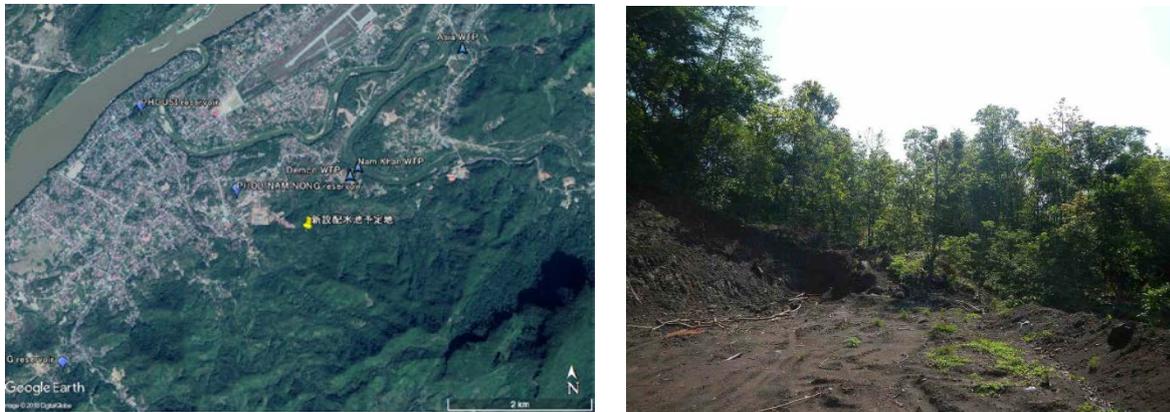


図 3.2.20 新設配水池の予定位置図及び写真

##### ①-2 地形

南北方向に走る尾根状の地形である。

##### ①-3 地盤状況

配水池予定位置において土質調査を実施し、表層から1.5m以下は岩盤であることを確認したため、地盤は良好であり直接基礎で問題ないと判断できる。また、用地付近に造成地があり、写真3.2.2に示すように露頭に岩が見えていることから地盤は良好と判断できる。



写真 3.2.2 用地付近の造成地

##### ② 標高

新設配水池に関する予定地の標高に関する情報を表 3.2.27に示す。

表 3.2.27 配水池計画

項目	内容	備考
予定地の標高	+305～+315m	測量調査結果
配水エリアの標高	+256～+265m 程度	

③ 構造及び基礎形式

③-1 構造

敷地の造成費用及び配水池の経済性を考慮して構造は以下とする。

構造：一般的に採用されているフラットスラブ構造とする。

平面形状：矩形

有効水深：水道施設設計指針に示される有効水深の範囲（3～6m）内で極力深くする。

鉄筋コンクリート造りその他諸元は日本の水道施設設計指針に準拠する。

③-2 基礎形式

地盤は良好であるため直接基礎とする。

④ 配管

配水池廻り配管として以下の配管を計画する。

④-1 流入管

④-2 流出管

④-3 池間連絡管（連通管）

④-4 越流管、排水管

排水については、敷地正面側にある尾根に排水する計画とする。この尾根の下流には水路が整備されている。

配水池及び配管計画図を図 3.2.21 に示す。

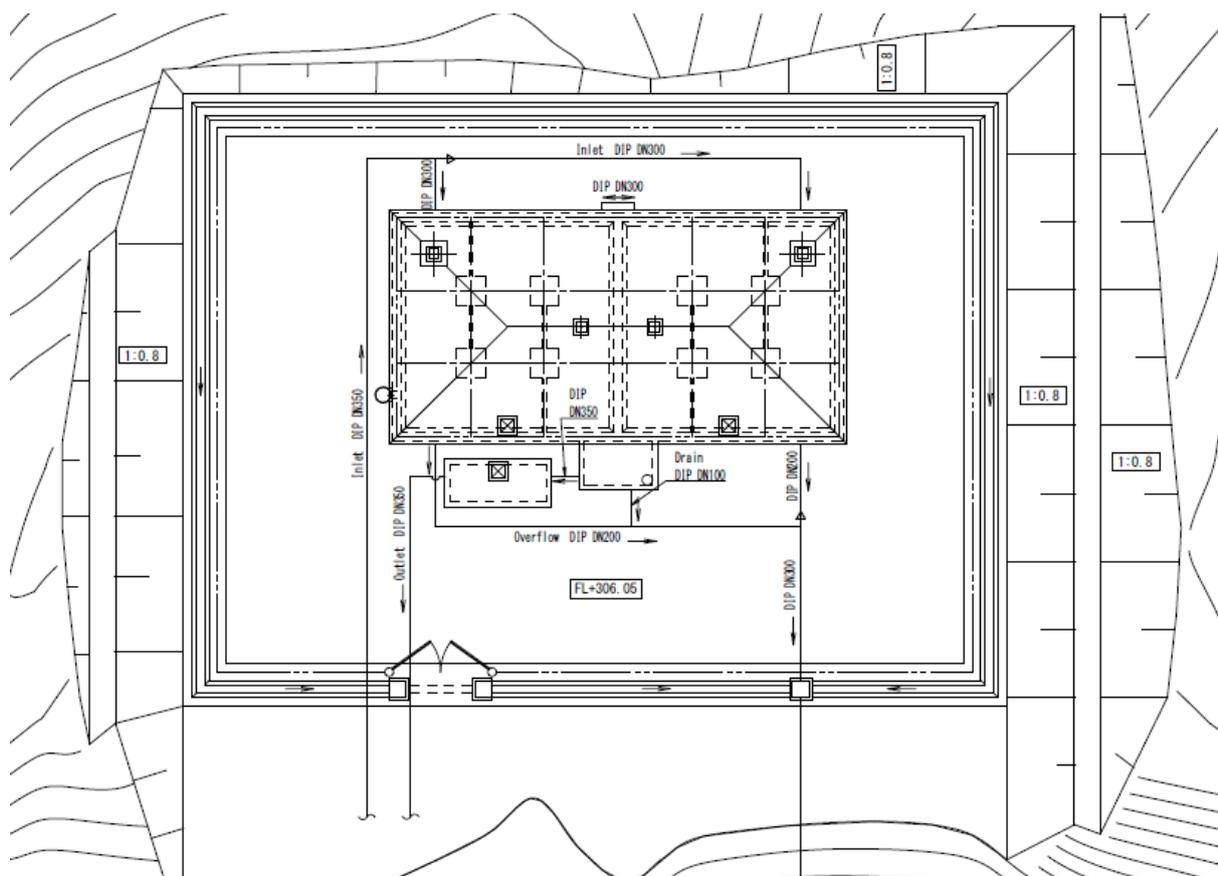


図 3.2.21 配水池及び配管計画図

## (5) 消火栓

### 1) 現況の消火栓設置状況

ルアンパバーン市内には、消火栓は4箇所のみ設置されている状況である。これは、数 km に1箇所の間隔で設置されていることになる。一方、ラオス国基準では、都市部においては300m間隔で設置することが推奨されている。また、日本水道協会の「水道施設設計指針」では、「沿線の建築物の状況などに配慮し、100～200m間隔に設置する」とされている。これは、建物の分布状況や消防用ホースの延長等に配慮して設定されている。

現状のように、数 km に1箇所の設置状況では、設置箇所周辺への火災へは対応が可能であるが、消火栓が設置されていないエリアには消火活動や消防車への給水ができないため、迅速な消火活動ができない状況である。

上記の他、消防署に確認したところ、Demco社が設置している消火栓は、消防署が所有しているホースのカップリング（写真 3.2.4 参照）に合わないために、実質的には使用できないということであった。また、消防署からは以下の依頼があった。

- 世界遺産地区だけでなく、地区外についても少しでも良いので設置してほしい。現状は消火栓がほとんどないために、河川で取水する場合もあるが、取水（タンクへの補給）しやすい場所が多くない。道路上で取水できる場所があれば、これまでよりも取水に要する時間短縮が期待でき、迅速な消火活動につながる。



写真 3.2.3 世界遺産区域及び市内の消火栓（左；世界遺産地区、右；市内）



写真 3.2.4 消火栓のカップリング

## 2) 消火栓の設置方式

消火栓の設置方式を表 3.2.28 に示す。本事業では、地上式及び地下式消火栓を採用する。

## 3) 設計計画

消火栓設置に関する設計計画を以下に示す。

- 世界遺産に係る登録建築物※の火災による被害リスクの低減のために消火栓を設置する（※登録建造物は図 3.2.22 に示す黒着色の建物）。
- 世界遺産地区外では消防車が給水できる箇所がほとんどないため、消防車への給水を可能とする消火栓を設置する。
- 設置場所に応じて地上式及び地下式消火栓を設置する。

表 3.2.28 消火栓設置方式の比較表

設置方式	地上式消火栓	地下式消火栓	放水銃
概要図			
適用事例	一般的な消火栓であり、ルアンパバーン市で使用されている。	日本では、都市部等を中心に地上に設置できない場所で設置されている。	日本でも白川郷等の限られた場所でのみ設置されている。
使用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>消火栓にホースを付けて、火点に向けて放水する。(放水圧力は設置箇所の水圧による)</li> <li>消火栓にホースを付けて、消防車に給水を行い、消防車から放水する。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>火点に向けて放水する。放水銃の銃口は動くが、位置は固定されている。</li> </ul>
適用条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>消防車に給水できるような圧力を確保できる場所（消火栓開栓時の水圧 0m 以上）。</li> <li>消火栓使用時の水圧が確保できるよう、配水管口径が 150mm 以上のところ。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>十分な水圧（50m 程度）を確保できるような箇所において有効である。</li> <li>配水管口径 150mm 以上のところ</li> </ul>
設置費用	低	中	高
本事業での適用	○	○	× <sup>1)</sup>

1) 放水銃を適用する場合、高水圧が必要となり、高水圧とした場合、配水管網で漏水が増える懸念がある。そのため放水銃の適用は現実的ではない。また、放水銃用に増圧ポンプを設置する場合、全ての放水銃に設置する必要があるため、導入及び維持管理コストが大きくなる。



ラオス国基準では、消火栓について設置間隔を 300m 以下と推奨している他、消火栓により保護する建物からの距離を 75m 以下とするように推奨している。ただし、消火栓により保護する建物については特に規定されていないため、設置者側の判断に委ねられている。これらは、消防車による消防活動の観点からは、300m 間隔程度で消火栓が設置されていることにより消火活動が円滑に実施でき、より重要な建物についてはできる限り消火栓を近くに設置すべきという考えに基づいているものと想定される。

世界遺産地区外の消火栓設置箇所は、本事業において管路更新を実施する路線上とする。

上記を踏まえた消火栓に関する設計方針を表 3.2.29 に示す。

表 3.2.29 消火栓の設計方針

項目	設計条件	備考
設置位置	<世界遺産地区> 図 3.2.22 の登録建築物（黒着色）の 周囲 50m 以内に消火栓を設置する。	・消火栓開栓時に 10m 程度の水圧は確保 できる見込みのため、ホース 40m（20m を 2 つ接続）+水圧 10m 分で 50m の範 囲内は消火可能となる。
	<世界遺産地区外> 500m に 1 基程度を設置する。	・管路更新を実施する路線で、かつ消防 車が走行しやすい大きい道路上に設置 する。
消火栓設置の 配水管口径	150mm 以上	・消火栓の水圧を考慮して、口径 150mm 以上の配水管に消火栓を設置する。
設置方式	地上式、地下式	・景観上の配慮が必要な箇所は地下式と し、それ以外の箇所は地上式とする。
デザイン	コストを考慮し、既製品を活用し色の みを規定する。	—
カップリング	消防署で所有しているカップリング に合うものと規定する。	—

表 3.2.29 に示すとおり、消火栓は図 3.2.22 の登録建築物（黒着色）付近に設置するため、登録建築物については、迅速な消火活動が可能となる施設が整備される。登録建築物以外でかつ消火栓が付近に設置されない建物については、消防車による消火を想定する。

地上式及び地下式消火栓の設置箇所のイメージを写真 3.2.5 及び写真 3.2.6 に、消火栓の標準図を図 3.2.23 に示す。写真 3.2.5 及び写真 3.2.6 に示すとおり、道路上の目立たない場所に消火栓が設置できる場合は地上式消火栓を設置し、目立たない場所がない場合は地下式消火栓を設置する。地下式消火栓を車道に設置する場合、駐車した車で消防車のアクセスが妨害されないような配慮（標識等の設置）を、詳細設計時にラオス国側と協議しながら検討する。



写真 3.2.5 消火栓設置のイメージ (地上式消火栓)



写真 3.2.6 消火栓設置のイメージ (地下式消火栓)

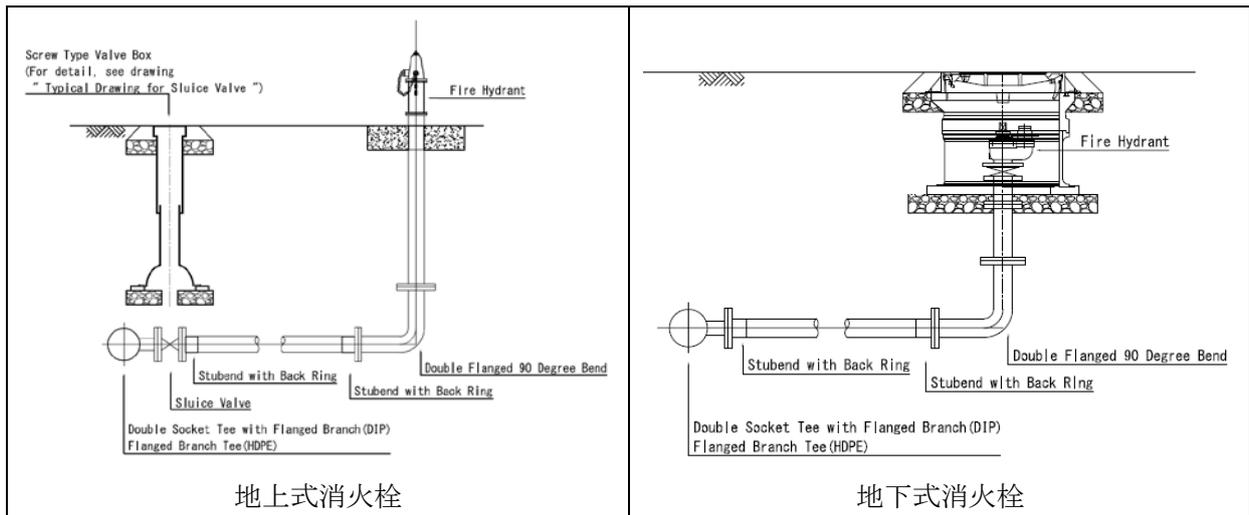
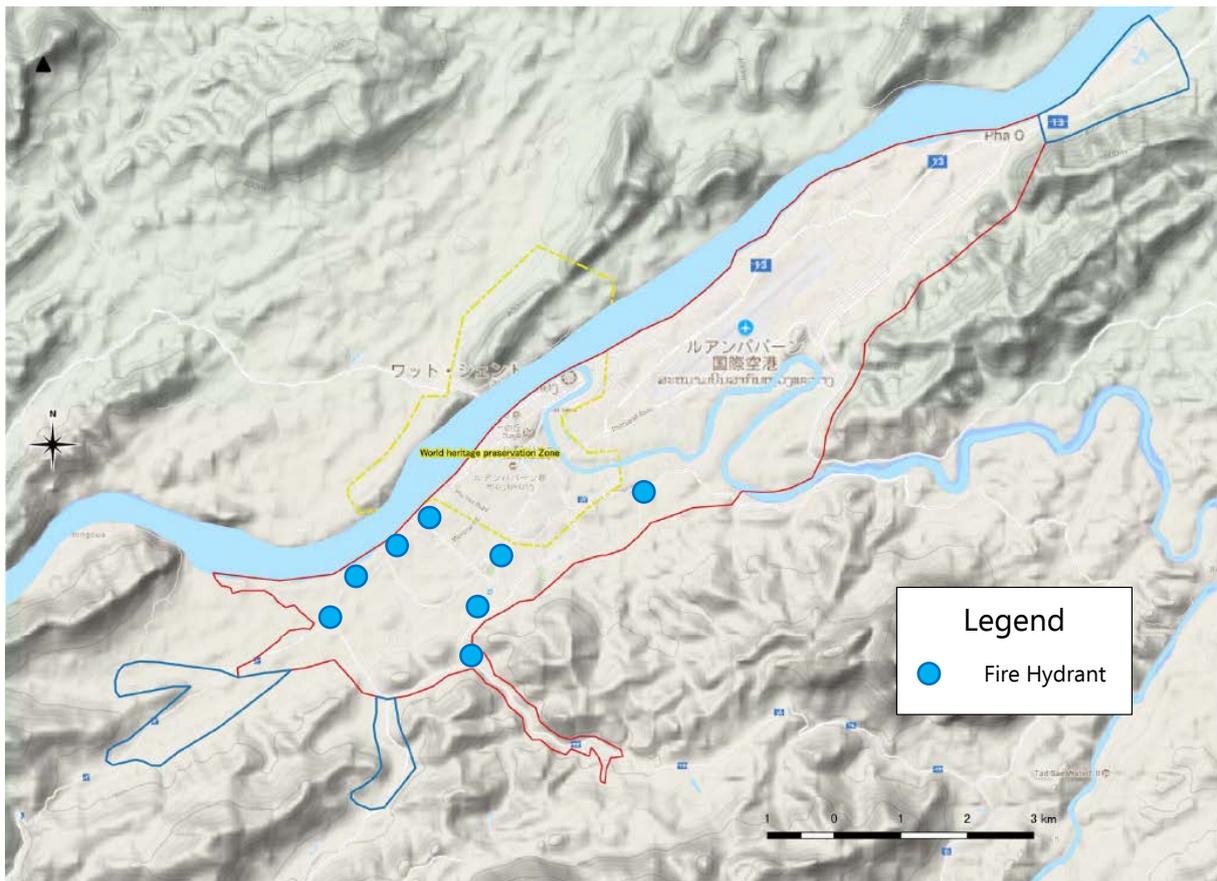


図 3.2.23 消火栓設計標準図

上記を踏まえた消火栓設置箇所（案）について、世界遺産地区の位置図を図 3.2.24 に、世界遺産地区外の位置図を図 3.2.25 に示す。





地図データ: Google、DigitalGlobe

図 3.2.25 消火栓設置箇所(案)

## (6) 送配水管の設計計画

### 1) 管網計算

#### ① 計画最小動水圧

ラオス国基準では、日最大配水量時に消火栓水量を考慮した場合に、表 3.2.30 に示す最小動水圧を確保することが目安とされている。ルアンパバーン市は「Large Town」に分類されているため、水圧として 10～15m を確保する必要がある。

表 3.2.30 計画最小動水圧(日最大配水量に消火栓水量を考慮)

No	分類	給水人口	最小動水圧	本プロジェクト
I	Big City	100,001 以上	15m	
II	Large town	50,000～100,000	10～15m	○
III	Medium Town	20,000～50,000	10m	
IV	Small Town (high potential)	5,000～20,000	10m	
V	Small Town (low potential)	2,000～5,000	5～10m	
VI	Community	2,000 未満	5m	

出典：ラオス国基準 (MPWT (2009) Management and Technical Guidelines Water Supply)

ラオス国基準では、消火栓水量は表 3.2.31 に示すとおり定められているため、消火栓水量として 12L/s を管路末端部の消火栓地点に適用して管網計算を行う。

表 3.2.31 消火栓水量

分類	給水人口	消火栓水量	本プロジェクト
II and I	50,000 以上	30 L/s (1.8m <sup>3</sup> /min)	
III and II	20,000～100,000	12 L/s (0.72m <sup>3</sup> /min)	○
IV	5,000～20,000	6 L/s	
VI and V	5,000 以下	設計者判断	

出典：ラオス国基準 (MPWT (2009) Management and Technical Guidelines Water Supply)

本プロジェクトでは、日最大配水量時の消火栓水量 (12L/s) を考慮した条件で水圧を 10～15m 確保する計画とする。

② 最大静水圧及び最大動水圧

ラオス国基準及び日本基準では、最大静水圧及び最大動水圧は表 3.2.32 に示すとおり記述されている。

表 3.2.32 最大静水圧

項目	最大静水圧	最大動水圧
ラオス国基準	—	40～45m
日本基準	0.74MPa を超えないこと (約 74m)	0.50MPa 程度までとすることが望ましい (約 50m)

ラオス国基準：(MPWT (2009) Management and Technical Guidelines Water Supply)

日本基準：日本水道協会(2012) 水道施設設計指針

上記より、最大静水圧は 74m 以内とし、最大動水圧は 40～45m として計画する。ただし、漏水量の増加に配慮し、局地的な部分は除き最大静水圧は概ね 50m 以下となるよう配慮する。

③ 管網計算条件

管網計算条件を表 3.2.33 に示す。

表 3.2.33 管網計算条件

項目	条件	備考
計算方法	ヘーゼン・ウィリアム式 $H=10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$	H: 摩擦損失 (m) C: 流速計数 (C 値) D: 管内径 (m) Q: 流量 (m <sup>3</sup> /s) L: 管路延長 (m)
流速係数 (C 値)	110	日本水道協会 (2012) 水道施設設計指針

④ 管網計算結果

上記を基に実施した管網計算結果を図 3.2.26 に示す。管網計算結果の詳細は、その他の資料・

情報 1 に示す。

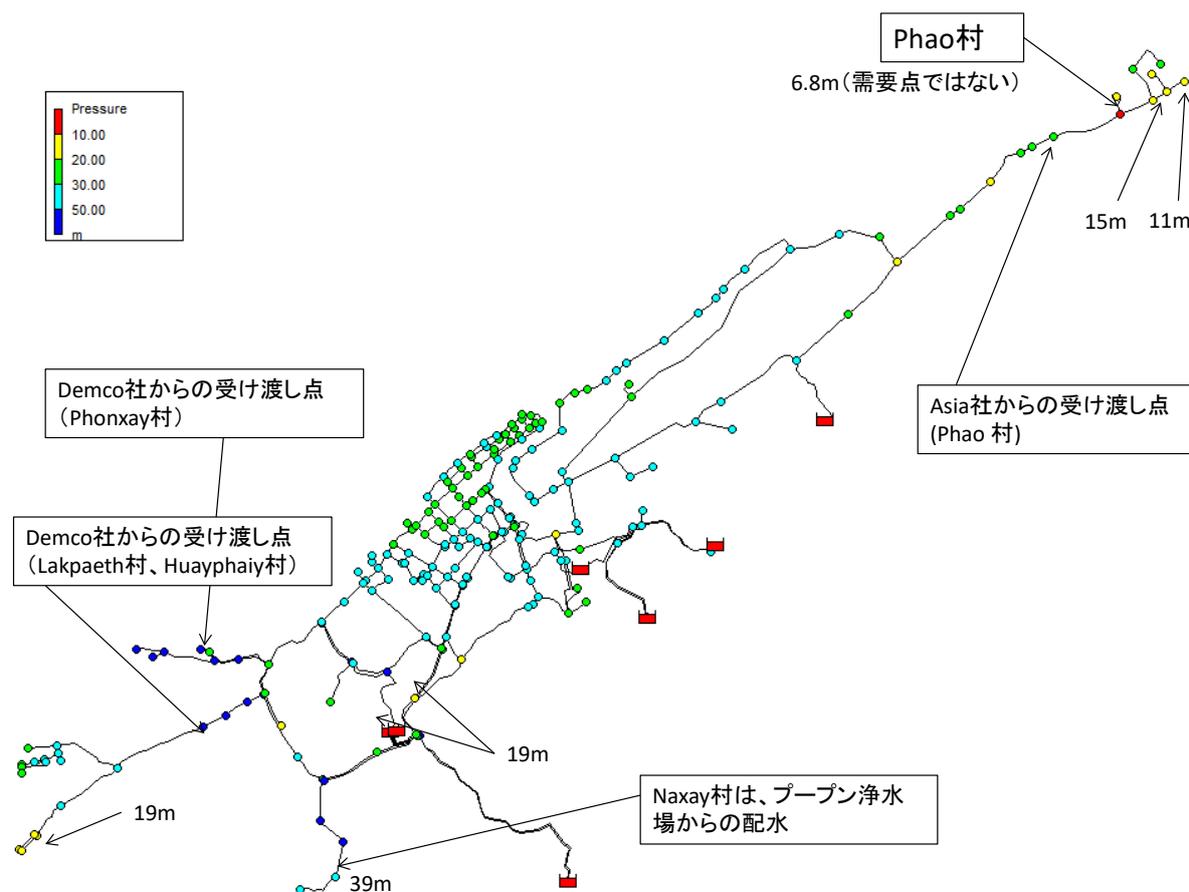


図 3.2.26 管網計算結果

給水区域拡張区域については、Asia 社及び Demco 社からの配水になるため、受け渡し点において表 3.2.34 に示す水圧を確保してもらう必要がある。

表 3.2.34 受け渡し点において確保してもらう必要がある水圧

対象エリア	民間	必要水圧 (受渡し点)	備考
Phao 村	Asia	30m	計算上確保されている
Phonxay 村	Demco	25m	計算上確保されている
Lakpaeth、Huayphaiy 村	Demco	50m	計算上確保されている

出典：JPST

一方、最も水圧が大きくなるのは、Demco 社からの受け渡し点周辺部で、動水圧で約 59m、静水圧で約 68m である (図 3.2.27 参照)。

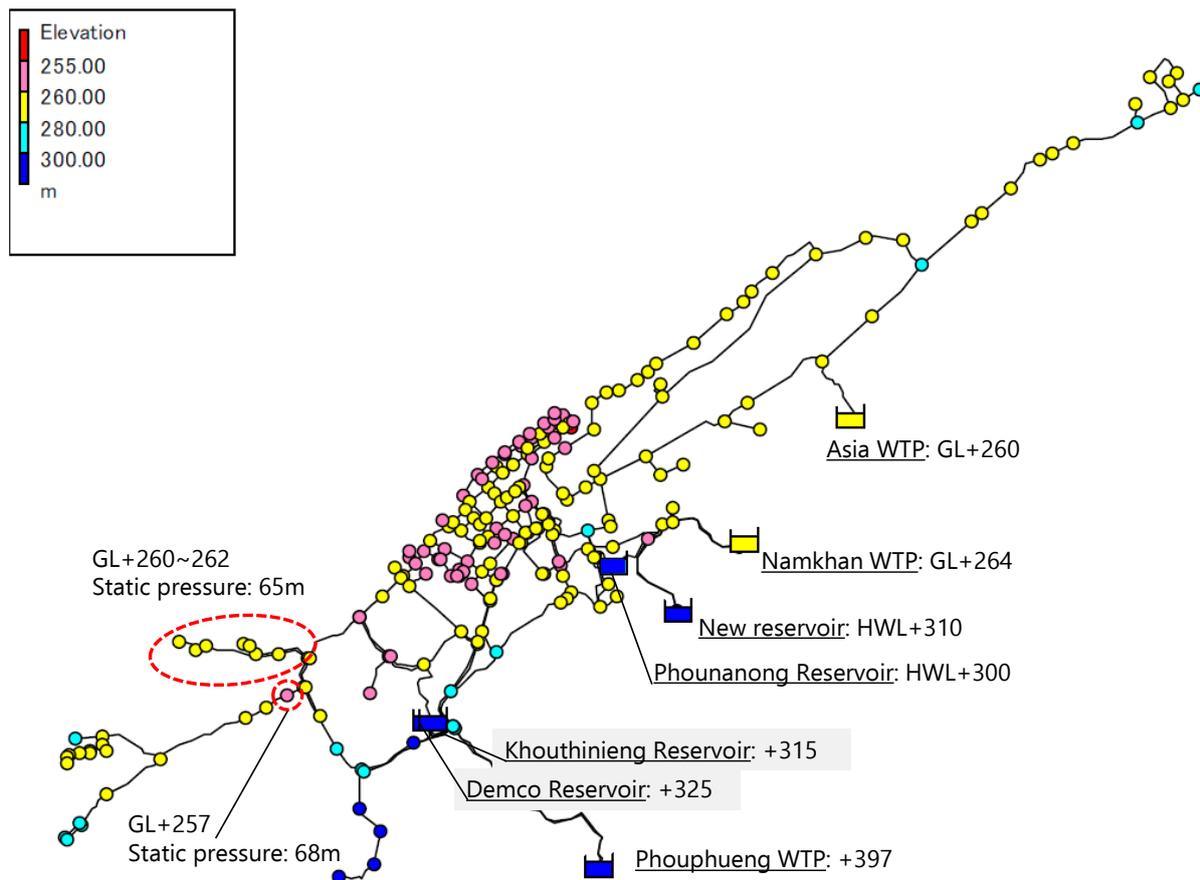


図 3.2.27 地盤高図

## 2) 水撃作用の確認

ナムカン浄水場～新設配水池の送水管、プーポン浄水場～クアティヌン配水池の送水管について水撃作用の有無について検討を行った。検討結果を以下に示す。

### ① ナムカン浄水場～新設配水池（送水ポンプ）

#### ①-1 何も対策しない場合

- 水撃作用が発生する可能性がある区間が確認された。（解析結果は添付の**その他の資料・情報 2**を参照）

#### ①-2 フライホイールを適用する場合

- 水撃作用は発生しない。
- 安価なフライホイールで対応が可能のため、その他の水撃圧対策は必要ない。

上記検討結果より、送水ポンプにはフライホイールを適用する。

### ② プーポン浄水場～クアティヌン配水池（自然流下区間：図 3.2.28 参照）

#### ②-1 Valve①若しくは Valve②のどちらかを閉める場合

- 片方のバルブが開いており、そちらに圧力が逃げるため水撃圧が発生しない

②-2 Valve①と Valve②の両方を閉める場合

- 水撃圧が発生する可能性がある。ただし、バルブを閉めることに伴う圧力波の速さは、概ね 1,000m/秒であり、圧力波の往復時間は約 7 秒である。経験上、この圧力波の往復時間の約 10 倍以上の時間をかけてゆっくりバルブを閉めることにより大きな水撃圧は発生しない。そのため、①と②のバルブを両方閉める場合、70 秒以上かけてバルブを閉める必要がある。

上記検討結果より、対象路線におけるバルブの開閉を 70 秒以上かけてゆっくり閉めることにより水撃圧への対応を行う。当該箇所バルブの開閉方法については、ソフトコンポーネントにおいて技術指導を行う。

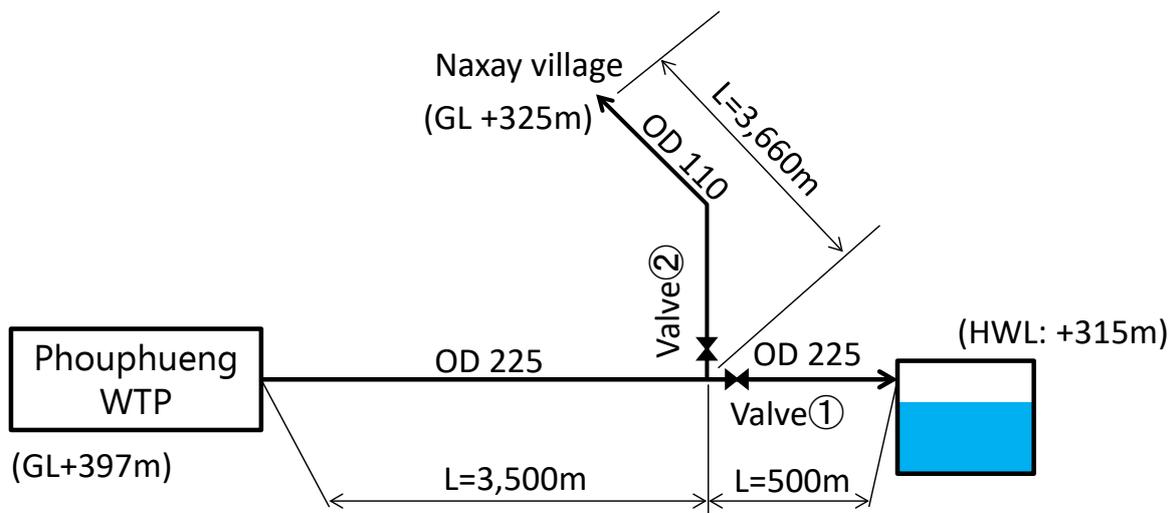


図 3.2.28 プーポン浄水場～クアティヌン配水池の送水管概要図

3) 管種選定

送配水管及び場内配管に用いる管種の比較検討結果を表 3.2.35 に示す。

表 3.2.35 管種の比較検討結果

管材	ダクタイル鋳鉄管 DIP (Ductile Iron Pipe)	高密度ポリエチレン管 HDPE (High Density Polyethylene)	無可塑ポリ塩化ビニル u-PVC (Un-plasticized Polyvinyl Chloride)
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>強度が大きい。</li> <li>紫外線に強い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐食性に優れる</li> <li>紫外線に強い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐食性に優れる</li> <li>紫外線に弱い</li> <li>衝撃性に弱い (道路工事等で損傷しやすい)</li> </ul>
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>プッシュオン方式の継手で施工性が良い。HDPE 及び u-PVC には劣る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>軽量で施工性が良い (特に直管部)。</li> <li>異形管の施工性は良くない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>軽量で施工性が良い</li> </ul>
適用実績	<ul style="list-style-type: none"> <li>ルアンパバーン市では古い送水管に適用実績が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ルアンパバーン市では近年導入し始めている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ルアンパバーン市でこれまで最も多く用いられている</li> </ul>
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>古い送水管へ適用されているため、故障時のスペアパーツの手配等滞りなく行われると考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ルアンパバーン市では近年導入し始められたので、スペアパーツの流通が限られる可能性があるが、民間浄水場は主に HDPE を適用しているため、問題ないと考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>最も多く適用されているため、スペアパーツは問題ない。</li> </ul>
経済性	高価	中	安価
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>管体の許容曲げ角度以内で、地盤に追従する。</li> <li>強度が強いため信頼性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>管体に柔軟性があり、地盤に追従する。</li> <li>継手部を融着するため継手部からの漏水が減少する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>継手部から漏水が生じやすい。</li> </ul>
採用	○ (場内配管)	○ (送配水管)	—

ルアンパバーン市では、u-PVC 管が最も多く適用されている。しかしながら、衝撃性に弱く道路工事等で損傷しやすい他、継手部から漏水が発生しやすいため、最近では HDPE 管が導入され始めている。これらの状況を踏まえて、送配水管には HDPE 管を採用する。なお、送配水管には、最大動水圧約 59m、最大静水圧約 68m がかかる見込みであり、水撃圧 (最大静水圧の約 40%<sup>22</sup>) を考慮すると、最大約 95m かかる見込みであり、耐水圧約 100m 相当の管を適用する。ただし、プーブン浄水場からクアティヌン配水池への送水管及び送水管から分岐する配水管については、最大静水圧約 95m かかる場所があるため、この区間については耐水圧約 160m 相当の管を適用する。

浄水場及び配水池の場内配管については、異形管が多くなり、HDPE 管の異形管の施工性は良くないため、施工性及び信頼性を踏まえて DIP 管を採用する。

#### 4) 継手

ポリエチレン管の接合方法については、エレクトロフュージョン接合 (EF 接合) とバットフュージョン接合 (バット接合) の 2 つがある。この EF 接合とバット接合の比較表を表 3.2.51 に示す。本事業では、EF 接合を採用する。

<sup>22</sup> 農林水産省 (1998) 土地改良事業計画設計基準設計「パイプライン」

表 3.2.36 ポリエチレン管の接合方法 (EF 接合とバット接合の比較)

項目	EF 接合	バット接合
施工概要		
施工方法	電熱線を埋め込んだ継手 (EF ソケット) に管を挿入した後、コントローラから通電して電熱線を発熱させ、管と継手の樹脂を加熱溶融して接合する方法である。	管端面を加熱溶融した後、端面どうしを圧着して融着する接合方法である。
施工性	◎ EF ソケットに管を挿入し、コントローラのスイッチを押すことでできるため、施工が容易かつバット接合よりも施工時間が短い	△ 管端を加熱溶融後、管端どうしを接合するため、接合に熟練を要し、また施工管理が難しい。 上記のため、日本では一般に EF 接合が推奨されている。
経済性	○ 施工手間はバット接合よりも安価となるが、材料費を含めるとバット接合よりも高価となる。	◎ 施工手間は EF 接合よりも高価であるが、材料費を含めると EF 接合よりも安価となる。
本事業への適用性	◎ 施工が容易なため、ラオス国での施工においても施工品質を確保しやすい。接合部分の品質管理は漏水防止に直結するため重要である。また、世界遺産地区では施工スピードも要求されるため、施工時間が短い EF 接合が有利である。	△ 施工に熟練を要するため、施工品質の管理が難しい。また、世界遺産地区では施工スピードも要求されるため、EF 接合と比較して不利である。
採用	採用	—

## 5) 埋設条件

### ① 土被り

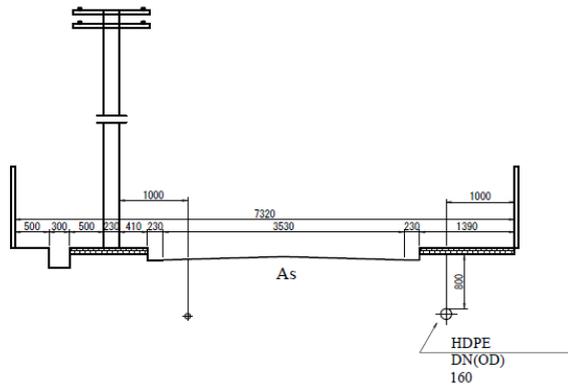
口径及び埋設位置 (路肩、歩道、車道) に応じて土被り 0.8~1.4m とする。

② 埋設位置

ラオス国側との協議を踏まえ、基本的には路肩及び歩道に埋設する。ただし、水路や既設管があり歩道や路肩に埋設できない場合等は車道に埋設する。

一般的な布設断面図（歩道及び車道）を図 3.2.29 に示す。

<歩道埋設>



<車道埋設>

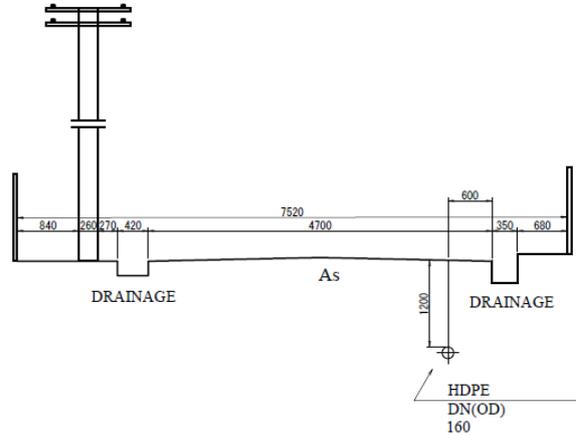


図 3.2.29 埋設断面図

6) 付帯設備

① 制水弁（送水管）

維持管理を考慮して、制水弁は 3km 程度を目安として設置する。送水管に設ける制水弁は、全開・全閉にて使用することから、本件では仕切弁を採用する。

制水弁は、伏越し部の前後、排泥設備の下流近接箇所、水管橋の上下流側にも設置を行う。

② 仕切弁（配水管）

維持管理を考慮して、配水管の接続点に仕切弁を設置する。

③ 空気弁

管内空気の排除のため、管路の凸部、水管橋部に空気弁を設置する。

④ 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、管路凹部で河川、排水路等の排水先が近い地点とする。

(7) 送配水施設計画概要一覧

送配水施設の施設計画概要を表 3.2.37 に示す。

表 3.2.37 施設計画概要（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	送水管		延長: 約 5.0 km プーブン浄水場からクアティヌン配水池: 約 3.4km (OD225) ナムカン浄水場既存送水管から新設配水池: 約 1.6km (OD400)	
配水施設	配水池	本体	鉄筋コンクリート造、フラットスラブ構造 基礎形式: 直接基礎 池数: 2 池 有効容量: V=1,500m <sup>3</sup> (750m <sup>3</sup> ×2 池) 有効水深: H=5.00m 滞留時間: 4.5 時間 1 池当り内寸法: 巾 12.40m×長 12.40m×高 5.70m	
		場内配管	流入管	DIP DN350, DN 300
			池間連絡管	DIP DN 300
			流出管	DIP DN 350, DN 300, DN 200
			越流管	DIP DN 300, DN 200
			排水管	DIP DN 100
	付帯設備	配水流量計室: 鉄筋コンクリート造、内寸法巾 2.20m×長 5.60m×高 2.20m		
配水管		延長: 約 60.2 km 新設配水池から配水管分岐まで: 約 1.6 km (OD400) 給水区域拡張のための配水管整備: 約 14.3km (OD80~225) 老朽管更新: 約 44.3. km (OD80~225)		
消火栓		消火栓 45 基		

### 3.2.2.3 ナムカン浄水場

#### (1) 施設計画に関する基本方針

ルアンパバーン市では、民間浄水場も含めた全浄水場の施設能力は、既に目標年次の水需要に対応できる能力を有している。しかし、後述するように安定した給水水質と水量を将来にわたり確保するためには、ナムカン浄水場の施設改善が必要であり、そのための施設計画を検討する。

#### (2) 浄水水質

##### 1) 浄水水質

ナムカン浄水場の2017年における浄水水質を表 3.2.38 に示す。2017年の浄水水質については、水質基準値を満たしている状況である。ただし、2017年以前では濁度について基準値を満たしていないことがあったため、詳細を確認するために過去5年分の濁度データを「2)水質（濁度）」に示す。

表 3.2.38 ナムカン浄水場の浄水水質

水質項目	単位	許容値	検査頻度			ルアンパバーン県水道公社 2017年次報告書より		本調査再委託 結果
			毎週	毎月	毎年	原水	処理水	原水(採水日:2018年4月25日)
微生物学的項目								
大腸菌群数 (E. Coli)	No./100 ml	0		✓		-	0	検出
化学的項目								
アルミニウム	mg/l	<0.2		✓		0.015~0.03	0.027~0.091	-
ヒ素	mg/l	<0.01			✓	-	-	ND (<0.005)
塩化物イオン	mg/l	<250			✓	3.0~4.0	5.0~8.0	4.3
遊離残留塩素	mg/l	0.1 - 2.0	✓			-	0.19~1.62	-

水質項目	単位	許容値	検査頻度			ルアンパバーン県水道公社 2017年次報告書より		本調査再委託 結果
			毎週	毎月	毎年	原水	処理水	原水(採水日:2018年4月25日)
銅	mg/l	<2				-	-	-
シアン	mg/l	<0.5			✓	-	-	-
フッ素	mg/l	<1.5			✓	0.04	0.15以下	0.13
鉄	mg/l	<0.3			✓	0.08	0.01	0.09
鉛	mg/l	<0.01			✓	-	-	-
マンガン	mg/l	<0.1			✓	-	-	ND (<0.01)
水銀	mg/l	<0.006			✓	-	-	-
硝酸イオン	mg/l	<50	✓			0.6~1.1	0.6~0.9	2.7
亜硝酸イオン	mg/l	<3	✓			0.005~0.006	0.004~0.005	ND (<0.05)
ナトリウム	mg/l	<200			✓	-	-	-
硫酸イオン	mg/l	<250			✓	-	-	-
亜鉛	mg/l	<3			✓	0.05	0.08	-
味	-	Acceptable	✓			-	-	-
物理的項目								
色度	TCU	<5	✓			0	0	9.0
pH	-	6.5 - 8.5	✓			7.39~8.20 7.85	7.26~8.10 7.74	8.3
電気伝導度	μS/cm	<1000			✓	208~276	217~282	485
濁度	NTU	<5	✓			6.5~928 49	0.21~3.98 1.29	6.6
全硬度 (CaCo3)	mg/l	<300			✓	112~168 128	98~166 119	124

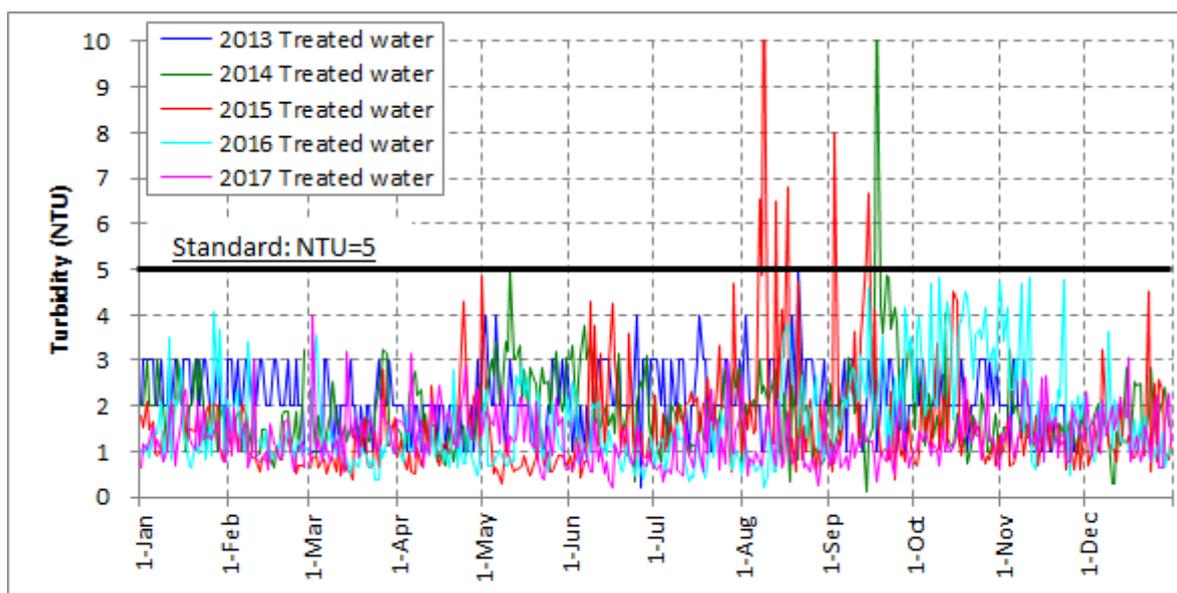
ND: Not detected 上段: 最小値~最大値 下段: 平均値

出典: Minister's Decision on Water Quality Standard Management for Drinking and Domestic Use (MOH, March 2014) から JPST による編集

## 2) 水質 (濁度)

### ① 濁度 (ナムカン浄水場)

ナムカン浄水場における浄水濁度を図 3.2.30 に示す。



出典: ルアンパバーン県水道公社提供データを基に JPST 作成

図 3.2.30 浄水濁度 (2013~2017年)

浄水濁度データより分かる事項を以下に示す。

- 浄水濁度は、ラオス国の水質基準である 5NTU を概ね下回っている。
- 水質基準を超過したのは過去 5 年間で全 8 回である。(基準値超過日を表 3.2.39 に示す。)

表 3.2.39 水質基準超過日 (濁度 : NTU)

項目	2014	2015						
	9/18	8/7	8/9	8/13	8/17	9/3	9/14	9/15
原水濁度	11,400	586	626	1,090	293	2,880	608	334
浄水濁度	11	6.56	12	6.48	6.82	8.00	5.37	6.67

測定データとしては測定頻度の問題もあり、基準値超過は 8 回のみとなっているが、高濁度時は取水量の調整・停止等により処理水量を落として対応している。つまり、生産水量を犠牲にして処理水質を基準内に維持できるような運転をしている。今後の水需要の増加や主たる産業である観光への影響等を鑑みると、年間を通して安定した水質と水量を確保できるような施設への改善が必要な状況にある。

### (3) 容量計算

ナムカン浄水場における容量計算結果を表 3.2.40 に示す。

表 3.2.40 容量計算結果

施設	既存浄水施設諸元	設計基準値及び評価
導水管	DIP, DN300 mm、延長 140 m DN200 mm の電磁流量計	ラオス国基準：1.5～2.0m/秒が推奨で最大 3.0m/秒以下 日本基準：流速 3.0m/秒以下
	処理水量 6,000m <sup>3</sup> /日：流速 0.98m/秒	問題なし
	処理水量 12,000m <sup>3</sup> /日：流速 1.96m/秒	問題なし
混和池	混和方式：水流 池数：1 形状寸法：幅 2.4 m x 長 4.35 m x 平均水深 2.805 m = 29.28 m <sup>3</sup>	ラオス国基準：なし 日本基準：滞留時間 1～5 分 (目安)
	処理水量 6,000m <sup>3</sup> /日 (4.17 m <sup>3</sup> /分)：滞留時間 7.0 分	問題なし
	処理水量 12,000m <sup>3</sup> /日 (8.33 m <sup>3</sup> /分)：滞留時間 3.5 分	問題なし
フロック形成池	フロック形成方式：上下う流式 池数：2 形状寸法：幅 0.6 m x 長 4.25 m x 平均水深 2.78 m x 5 段 = 35.45 m <sup>3</sup> /池	ラオス国基準： 流速 0.15～0.3m/秒 日本基準： 滞留時間 20～40 分 G 値 10～75/秒 GT 値 23,000～210,000
	処理水量 6,000m <sup>3</sup> /日 (2.08 m <sup>3</sup> /分/池) 滞留時間：17.0 分 上下う流流速：0.10 m/秒 設計 G 値：19.6 秒 <sup>-1</sup> 設計 GT 値：19,961	流速が遅い GT 値が小さい
	処理水量 12,000m <sup>3</sup> /日 (4.16 m <sup>3</sup> /分/池) 滞留時間：8.5 分 上下う流流速：0.19 m/秒 設計 G 値：51.7 秒 <sup>-1</sup> 設計 GT 値：260,100	GT 値が大きい

施設	既存浄水施設諸元	設計基準値及び評価
沈澱池	形式：横流式 池数：2 形状寸法：幅 5.5 m x 長 19.2 m x 平均水深 2.879 m = 304.0 m <sup>3</sup> /池	ラオス国基準： 池の長さは幅の 3～6 倍 表面負荷率 16.7～50mm/分 日本基準： 池の長さは幅の 3～8 倍 表面負荷率 15～30mm/分 滞留時間 20～40 分 池内平均流速 0.4/分以下
	処理水量 6,000m <sup>3</sup> /日 (2.08 m <sup>3</sup> /分/池) 表面負荷率：19.7 mm/分 池内平均流速：0.13 m/分 (末端部は 0.17 m/分)	問題なし
	処理水量 12,000m <sup>3</sup> /日 (4.17 m <sup>3</sup> /分/池) 表面負荷率：39.4 mm/分 池内平均流速：0.26 m/分 (末端部は 0.34 m/分)	表面負荷率が高い (日本基準)
急速ろ過池 (2000年:ドイツ援助)	形式：自然平衡方式、砂単層ろ過 池数：4池 形状寸法：幅 2.4 m x 長 3.55 m x 2 池 (8.52 m <sup>2</sup> /池) 幅 2.45 m x 長 3.55 m x 2 池 (8.70 m <sup>2</sup> /池) = 34.44 m <sup>2</sup> 洗浄方式：水洗浄＋空気洗浄	ラオス国基準： ろ過速度 120～360m/日 日本基準： ろ過速度 120～150m/日が一般的 (砂単層ろ過)
	処理水量：6,000 m <sup>3</sup> /日 ろ過速度：174 m/日 (1 池洗浄中は 233 m/day)	問題なし
急速ろ過池 (2011年:ラオス国予算)	形式：自然平衡方式、砂単層ろ過 池数：4池 形状寸法：幅 2.425 m x 長 4.52 m x 4 池 = 43.84 m <sup>2</sup> 洗浄方式：水洗浄＋空気洗浄	ラオス国基準： ろ過速度 120～360m/日 日本基準： ろ過速度 120～150m/日が一般的 (砂単層ろ過)
	処理水量：6,000 m <sup>3</sup> /日 ろ過速度：137 m/日 (1 池洗浄中は 182 m/日)	問題なし
浄水池 (2000年:ドイツ支援)	池数：1 形状寸法：幅 12.0 m x 長 9.0 m x 水深 3.45 m = 373 m <sup>3</sup>	ラオス国基準：なし 日本基準：滞留時間 1 時間以上
	処理水量：6,000 m <sup>3</sup> /日 (250 m <sup>3</sup> /時間) 滞留時間 (容量)：1.5 時間	問題なし
浄水池 (2011年:ラオス国予算)	池数：1 形状寸法：幅 12.0 m x 長 9.0 m x 水深 3.68 m = 397 m <sup>3</sup>	ラオス国基準：なし 日本基準：滞留時間 1 時間以上
	処理水量：6,000 m <sup>3</sup> /日 (250 m <sup>3</sup> /時間) 滞留時間 (容量)：1.6 時間	問題無し

ラオス国基準：MPWT (2009) Management and Technical Guidelines Water Supply

日本基準：日本水道協会(2012) 水道施設設計指針

容量計算結果をラオス国基準及び日本基準と比較した結果、導水管、混和池、浄水池については両基準を満足していることを確認した。一方、フロック形成池、沈澱池、急速ろ過池 (2000年) については、ラオス国若しくは日本の基準に合致しないところもある。フロック形成池及び急速ろ過池 (2000年) は下記の理由から今後も問題なく活用できると判断できる。沈澱池については、施設能力が不足しており、下記のとおり施設の増設が必要と考えられる。

#### フロック形成池

既存施設の運転状況より、6,000～12,000 m<sup>3</sup>/日においてフロックは良好に形成されていると判

断できる。一方、GT 値（G：攪拌強度、T：攪拌継続時間）を算出すると、12,000m<sup>3</sup>/日の処理条件下では GT 値が 260,100 と日本の設計基準と比べると大きく、6,000 m<sup>3</sup>/日の処理条件下では GT 値が 19,961 と若干小さい。

実際の運転上ではフロックが形成していることを確認できているため、既存施設のまま使用することが妥当と判断する。GT 値を大きくしようとする場合は、阻流板の高さを調整することが考えられる。

#### 沈澱池

12,000m<sup>3</sup>/日の処理条件下では表面負荷率が 39.4mm/分と日本基準（15～30mm/分）よりも大きく、実際の運転状況下においてもフロックのキャリーオーバーを確認している。また、ろ過池容量 12,000m<sup>3</sup>/日に対して、既存沈澱池容量は 6,000m<sup>3</sup>/日しか整備されていないため、現状の施設では不足していると判断するのが妥当である。

#### 急速ろ過池（2000 年）

ろ過速度が 174m/日と日本基準（120～150m/日）よりは早い、ラオス国基準には整合しており、問題ない範囲内である。

### (4) 取水及び導水施設計画

#### 1) 設計計画

##### ① 土木施設

既存施設に問題がないためそのまま活用する。

##### ② 機械設備

機械設備に関する計画内容を表 3.2.41 に示す。

表 3.2.41 機械設備に関する計画内容（ナムカン浄水場取水設備）

No	設備	諸元	台数	設置理由
1	取水ポンプ	水中モーターポンプ 9.2 m <sup>3</sup> /min x 25 m x 75 kW 4.6 m <sup>3</sup> /min x 25 m x 37 kW	3 3	既設ポンプの材質が高濁度原水に適していない。（下記補足参照）
2	排砂ポンプ	水中サンドポンプ 0.5 m <sup>3</sup> /min x 15 mx 5.5 kW	2	取水ポンプ塔に堆積する砂を排砂し、取水ポンプを保護する。
3	取水ポンプ保守用ホイスト	電動チェーンホイスト 1.5 トン	1	既設電動ホイストは単巻き式チェーンホイストで取水ポンプ保守管理に不向きであるため。 （下記補足参照）
4	排砂ポンプ運転用ジブクレーン	360 度回転式手動ジブクレーン（手動チェーンブロック付き）	1	排砂ポンプの搬出入と運転位置の変更を行う。
5	原水流量制御弁	口径 300mm 手動くし歯弁体	1	既設導水管には流量制御弁がない。

表 3.2.41 に示す設備に関する補足事項を以下に示す。

### 取水ポンプ

既設の取水塔に設置するため、既設ポンプと同形式のポンプのみ設置可能である。この場合、最長の連続運転時間が 12 時間のため、一日 2 台の交互運転が必要となる（6,000m<sup>3</sup>/日容量のポンプ 2 台で、6,000m<sup>3</sup>/日を連続運転可能なポンプ 1 台に相当する）。また、運用上 1 系列（6,000m<sup>3</sup>/日）を止めて運転することも想定されるため、大小のポンプを設置する。

以上の事項及び予備のポンプを含め、大 3 台、小 3 台のポンプを設置する。

また、水位変動がそれほど大きくないため、固定速のポンプで台数制御方式とする。

### 取水ポンプ保守用ホイスト

既設ホイストは単巻き式のため、ホイストのフックの位置がワイヤー巻き上げに合わせて移動する。このためポンプを吊り上げ下げする際、フックの平面上の位置を調整する必要がある、この動作を適切に行わないと、ポンプを吊り上げ下げすることが出来ない。新設ホイストはチェーン式のため、フックの位置は平面上一定であり、ポンプ吊り上げ下げする動作に適している。

### ③ 電気設備

電気設備に関する計画内容を表 3.2.42 に示す。

表 3.2.42 電気設備に関する計画内容（ナムカン浄水場取水設備）

No	設備	諸元	台数	設置理由
1	取水ポンプ 動力制御盤	屋内自立形	1	取水ポンプの能力、台数の見直しに伴い電気設備の運転制御方法の見直しを行う。 排泥ポンプ新設に伴い、電気設備の動力回路を設置する。
2	取水ポンプ 現場操作盤	屋外スタンド形	1	取水ポンプの能力、台数の見直しに伴い電気設備の運転制御方法の見直しを行う。
3	排砂ポンプ 現場操作盤	屋外スタンド形	1	排砂ポンプ新設に伴い、現場操作用に設置する。

## (5) 浄水施設計画

### 1) 設計計画

#### ① 処理プロセス

既存の着水井は導水管原水の流量配分を均等配分することができない。浄水水質をより安定化させるためには、流量を均等配分することが望ましい。したがって、着水井及び混和池の整備方針について検討を行う。

着水井及び混和池の比較検討結果を表 3.2.43 に示す。

表 3.2.43 着水井及び混和池の比較検討

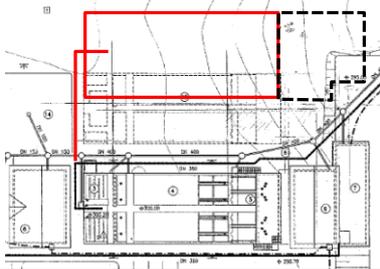
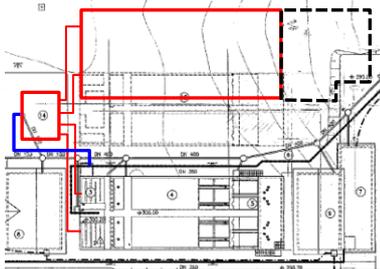
	検討ケース 1	検討ケース 2
概要図		
説明	既設の導水管を活かして、新たに建設する着水井・混和池・フロック形成池・沈澱池に接続する。	着水分配井・混和池を整備して、そこから各系列に原水を分配する。
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 既存の導水管を有効活用できる。</li> <li>• シンプルな施設整備となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 薬品混和が効率的になり、より良好なフロック形成が期待でき、浄水水質の安定化に寄与する。</li> <li>• 各系列のフロック形成池及び沈澱池に流量を均等配分でき、薬品注入率を一定にできるため、浄水水質の安定が期待できる。</li> <li>• 良好なフロック形成により、ろ過池への負荷が減少する。</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 各系列への流量均等配分が難しい。</li> <li>• 薬品注入箇所が導水管への管注入となり、薬品混合の効率がケース 2 よりも劣る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 駐車場用地の一部を使用する必要がある。</li> </ul>
選定	—	○

表 3.2.43 に示すとおり、検討ケース 1 の方がシンプルな施設整備となるが、着水分配井を設けること（検討ケース 2）により、流量の均等配分が可能となり、それにより浄水水質の安定化を図ることができるため、検討ケース 2 を採用する。また、検討ケース 2 にすることにより、現在煩雑となっている薬液注入方法を改善でき、かつ効率的な薬品混和が期待できる。なお、水道公社は、検討ケース 2 を希望した。

## ② 土木施設

### ②-1 着水井、混和池

12,000m<sup>3</sup>/日に対応する着水井、混和池を建設する。

混和池には、機械設備によりエネルギーによる方式（機械攪拌方式及び拡散ポンプ方式）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。本プロジェクトでは、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い「水流エネルギー利用方式」を採用する。

着水井については、水流エネルギー利用方式の混和池と合理的に組み合わせる必要がある。それを踏まえて計画した着水井及び混和池の設計概要図を図 3.2.31 に示す。

表 3.2.44 混和方式の比較

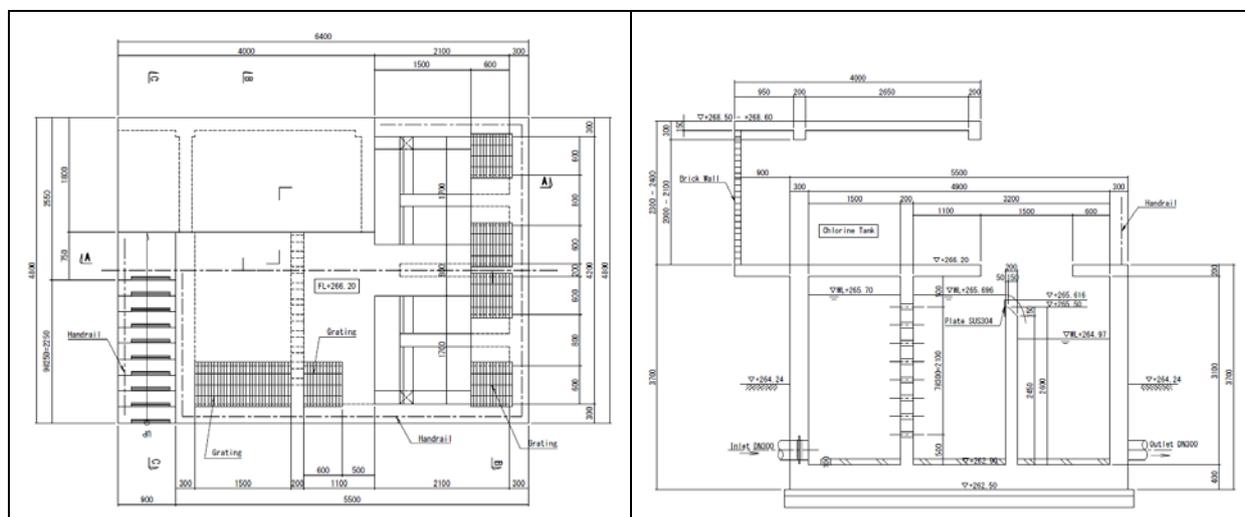
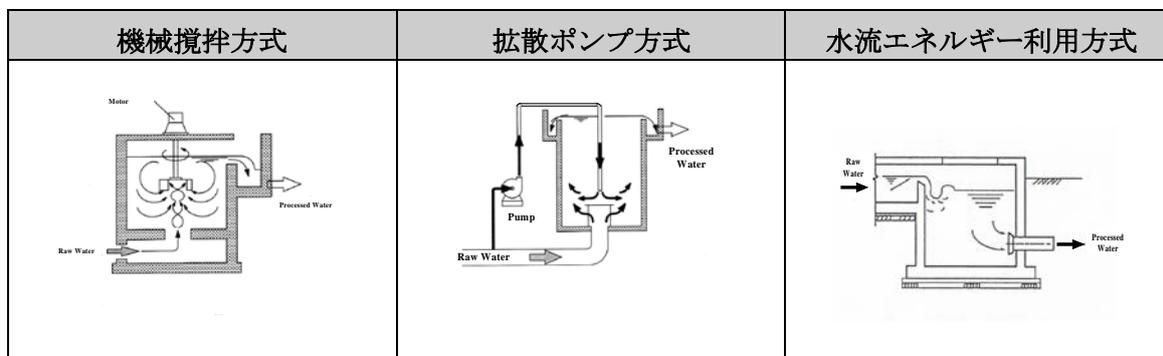


図 3.2.31 設計概要図（着水井及び混和池）

②-2 フロック形成池及び沈澱池（新設系列）

ナムカン浄水場において安定した水質・水量の浄水を生産できるようにするため、不足している 6,000m<sup>3</sup>/日分のフロック形成池、沈澱池を建設する。

フロック形成池、沈澱池は既存施設との景観上の均衡を図るため、極力既存施設の平面形状寸法に合わせる。

②-3 基礎形式

上記浄水施設及び排水処理施設の基礎形式は、既存施設基礎形式及び土質試験結果から判断し、「直接基礎」とする。

②-4 既存施設系列

特に変更なし

## ②-5 連通管

2 浄水池間をつなぐ連通管を設置する。なお、連通管は浄水池にある既設排水弁（φ200 及びφ250）を活用して、浄水池の水を抜かずには整備できるように計画する。

## ②-6 補修

沈澱池にひび割れが発生しており、補修を実施することが望まれるが、水道公社自ら既存コンクリート構造物の補修は実施できることを現地調査で確認しているため、これらひび割れ補修はラオス側負担で実施される。

## ③ 機械設備

### ③-1 既存施設系列

機械設備（既存施設系列）に関する計画内容を表 3.2.45 に示す。

表 3.2.45 機械設備に関する計画内容（ナムカン浄水場 浄水場既存施設系列）

設備	諸元	台数	設置理由等
沈澱池排水設備	サイホン排水管及び真空ポンプ	2	沈澱池から汚泥を引き抜く際に上澄み水だけを別に排水するため。
ろ過池逆洗ポンプ	4 m <sup>3</sup> /min x 10 m	2	既設ろ過池を最適洗浄速度で洗浄するためにポンプを新設する。（下記補足参照）
ろ過池空気洗浄ブロワ	11 m <sup>3</sup> /min x 40 kPa	1	既設一台の回転数を変更し休止中の一台を廃棄し新しいブロワを設置。（下記補足参照）
送水ポンプ	4.5 m <sup>3</sup> /min x 55 m（フライホイール付き）	2	新設配水池への必要送水量を経済的に揚水するため。（下記補足参照）
送水流量制御弁	口径 250mm 手動くし歯弁 体バタフライ弁	1	新設配水池への送水を最適に制御するため。（下記補足参照）

表 3.2.45 に示す設備に関する補足事項を以下に示す。

### 沈澱池排水設備

沈澱池下部に排水弁があるが、上澄み水のみを排水する施設がなく、汚泥の引き抜きの際に汚泥とともに上澄み水も一緒に排水することになり、計画している排水処理施設における沈澱効率が悪くなる。これを改善するために沈澱池排水設備を導入する。

### ろ過池逆洗ポンプ

既設逆洗ポンプ容量が小さいため、最適洗浄速度で洗浄するために新しいポンプと交換する。

### ろ過池空気洗浄ブロワ

最近据え付けられた既設ブロワ 1 台（ベルト駆動方式）は必要空気量に対する容量が 1.7 倍と非常に大きい。メーカー資料を調べると、回転数を下げる事で風量を下げる事ができ、かつ、動力も下げる事ができる。そこでこのブロワのベルト駆動用プーリーを変更して風量を合わせ使用する。2000 年運転当初から設置されており、今後保守が困難となることから既設他一台は廃棄し、新しいブロワに交換する。

## 送水ポンプ

下記に示す送水ポンプが設置されている。

- ・ PACO 社製ポンプ；吐出量（4.0 m<sup>3</sup>/min）、揚程（50m）、4 台
- ・ 中国製ポンプ；吐出量（6.5 m<sup>3</sup>/min）、揚程（49m）、1 台

上記送水ポンプは、新設配水池への要求送水ポンプ仕様（吐出量 4.5 m<sup>3</sup>/min で揚程 55 m 程度）を満足できないため、要求送水ポンプ仕様を満足するポンプを設置する。新設配水池への概略管路プロファイルを基にポンプ緊急停止時に発生する圧力サージを制御するため、フライホイールを適用した送水ポンプを設置する。

## 送水流量制御弁

新設配水池への送水を最適に制御し、間欠運転を行う事を避け、できるだけ送水ポンプ連続運転を行うための流量制御弁を設置する。

## 中間塩素設備

既設ろ過池においては藻類の発生が認められた。ろ過池の藻類の発生抑制のために中間塩素設備の導入も考えられるが、下記の理由から設置しないこととした。

- 藻類の発生程度が小規模であるため、清掃をするなどすれば改善が期待できる。
- 中間塩素設備を導入しても使用されない可能性が高い。
- 高価なものではないため、必要に応じて水道公社が導入することが可能である。

### ③-2 新施設設系列

機械設備（新施設設系列）に関する計画内容を表 3.2.46 に示す。

表 3.2.46 機械設備に関する計画内容（ナムカン浄水場 浄水場新施設設系列）

設備	諸元	台数	設置理由等
ポリ塩化アルミニウム (PAC) 溶液分配希釈槽	150 Liter PVC 製	1	計量された PAC 溶液を 4 分割し、希釈するため。（下記補足参照）
前塩素注入設備	500 Liter 次亜塩素酸カルシウム溶解注入タンク（攪拌機付き）	2	フロック形成池及び沈澱池内の細菌の減少及び生物の繁殖防止。
沈澱池排泥弁	口径 150 mm ソフトシール式仕切り弁（外ねじ式開閉器付き）	6	沈澱汚泥排泥。
沈澱池排水弁	口径 200 mm ソフトシール式仕切り弁（T レンチ開閉式）	2	沈澱池清掃時に上澄みを排水するため
沈澱池洗浄水用ポンプ	片吸い込み渦巻ポンプ 0.75 m <sup>3</sup> /min x 60 m 洗浄水配管（散水栓含む）	1	沈澱池清掃時に必要な圧力水を得るため。

表 3.2.46 に示す設備に関する補足事項を以下に示す。

### PAC 溶液分配希釈槽

新設 4 均等分配堰を持つ着水井（堰より越流する落下するエネルギーを使う急速攪拌）により 4 分割された原水に PAC 溶液を注入するために設置する。

#### ③-3 薬品注入施設

機械設備（薬品注入施設）に関する計画内容を表 3.2.47 に示す。

表 3.2.47 機械設備に関する計画内容（ナムカン浄水場 薬品注入施設）

設備	諸元	台数	設置理由
PAC 溶解槽	円形 FRP タンク 2.5m <sup>3</sup>	4	(下記補足参照)
PAC 溶解促進用 ブロワ	0.32 m <sup>3</sup> /min x 20 kPa	2	(下記補足参照)
PAC 定液槽	PVC 製 250 Liter	2	PAC 溶液注入を自然流下方式で行うため (下記補足参照)
PAC 溶液流量制 御配管	PVC 配管及び制御弁	2	PAC 溶液の流量制御を最適に行うため
ポリマー溶液貯 留槽	500 Liter タンク ポリエチレン製 (攪拌機付き)	2	ポリマー溶液の貯留用
ポリマー溶液注 入ポンプ	ダイヤフラム式定量ポンプ 1.2 – 0.12 L/min	4	必要ポリマー溶液を正確に計量注入するため (下記補足参照)

表 3.2.47 に示す設備に関する補足事項を以下に示す。

### PAC 溶解槽

既設 RC 製薬品タンクは内面ライニングがほぼすべて剥がれている。MaWaSU プロジェクト専門家による報告ではその一部が流出し、配管のつまりなどを起こしている。コンクリート表面処理後、下地処理を行い十分乾燥させ、壁埋め込み配管を設置し、再ライニングを行う事は技術的には可能である。しかし下地処理と乾燥工程が十分でない場合、どのような材料で再ライニングを行っても、ライニングの耐久性は長くない。現地での再ライニングはこの下地処理と乾燥工程を最適に行う事の困難が予想されるため、推薦できない。工場で製造された FRP 及びポリエチレンタンクは RC 製のタンクに比べ軽量でかつ耐薬品性にも優れ、耐久性も非常に高い。また FRP タンクの場合には現地での破損修理も簡単に行う事ができる。

### PAC 溶解促進用ブロワ

PAC 溶解槽に溶解促進用機械式攪拌機を設置する場合、溶解槽と攪拌機は 1 対 1 となり、攪拌機が故障するとその溶解槽は使用できなくなる。また溶解槽数が多い場合、攪拌機も多くなり、経済的ではない。空気吹込み溶液循環式の場合、空気吹込み用ブロワは 2 台 (1 台常用+1 台予備) を設置すれば溶解槽数は何槽でも対応できる。また空気配管の水没する一部だけが溶液に接触し、

ブローは溶液には接触せず、腐食の問題も発生しない。

### PAC 定液槽

FRP 溶解槽にする事で既設薬品注入室の高い位置に設置でき、既設で行われている、凝集剤の自然流下での注入（流量制御弁と面積式流量計を使用）が可能となる。また自然流下での正確な注入のため、定液槽（フロート弁による水位一定制御）を設置する。

### ポリマー溶液貯留槽

手動で生成するポリマー溶液を熟成貯留するためポリマー溶液貯留槽を設置する。

### ポリマー溶液注入ポンプ

熟成貯留されたポリマーは粘性があり、面積式流量計での流量測定では誤差が大きく不向きである。そこで PAC 注入で採用されている流量制御弁と面積式流量計を使用した手動流量制御方式は採用しない。注入量が PAC の 10%程度と非常に少ないため、正確な流量制御を行うためにダイヤフラム式定量注入ポンプを使用する。

#### ④ 電気設備

##### ④-1 受変電設備

電気設備（受変電設備）に関する計画内容を表 3.2.48 に示す。

表 3.2.48 電気設備に関する計画内容（受変電設備）

No	設備	諸元	台数	設置理由
1	変圧器	500kVA 22kV/380V 屋外形 油入変圧器	1	機械設備フロー、容量、台数の見直しに伴う変圧器容量の見直しを行う。維持管理性を向上させるために変圧器台数を 1 台とし、屋外設置とする。
2	配電盤	3φ 380V	1	各動力制御盤の盤構成の見直しに伴い、配電系統の見直しを行う。

受変電設備の変圧器は、現在 2 台設置されている。No.1 変圧器は、当初より設置されており、変圧器室内に設置している。No.2 変圧器は、ろ過池及び送水ポンプ（プーナノン配水池）増設時に設置している。No.2 変圧器は、変圧器室にスペースの関係で設置ができないため、屋外に設置している。No.1 変圧器は、感電事故防止用の保護の対策が行われておらず、剥き出しの状態で見直されている。また、十分に換気が行われておらず、掃除もできないことから、室内に埃が発生しており、電気事故発生の可能性がある。

今回の計画では、機械設備の計画容量に合わせた変圧器とする他、設置位置に関しても、維持管理性を考慮して、No.2 変圧器の設置方法と同様な屋外設置とする。

停電時は、可搬式自家発電装置で対応している。過去の停電実績を確認しても、頻度が多くないため、既設の可搬式自家発電装置による対応とする。

##### ④-2 運転操作設備

電気設備（運転操作設備）に関する計画内容を表 3.2.49 に示す。

表 3.2.49 電気設備に関する計画内容（運転操作設備）

No	設備	諸元	台数	設置理由
1	ろ過設備 動力制御盤	屋内自立形	1	ろ過設備の動力回路用
2	送水ポンプ設備 動力制御盤 (新配水池)	屋内自立形	1	送水ポンプ（新配水池）の動力回路用
3	薬品注入設備 動力制御盤	屋内自立形	1	薬品注入設備の動力回路用
4	取水ポンプ 現場操作盤	屋外スタンド形	1	送水ポンプ（プーナノン配水池）の 動力回路用
5	排泥ポンプ（取 水）現場操作盤	屋外スタンド形	1	排泥ポンプ（取水）の現場運転用
6	送水ポンプ 現場操作盤 (新配水池)	屋内スタンド形	1	送水ポンプ（新配水池）の現場運転用
7	沈澱池洗浄水ポ ンプ現場操作盤	屋内スタンド形	1	沈澱池洗浄水ポンプの現場運転用
8	逆洗ポンプ現場 操作盤	屋内スタンド形	1	逆洗ポンプの現場運転用
9	空気洗浄ブロワ 現場操作盤	屋内スタンド形	1	空気洗浄ブロワの現場運転用
10	排泥ポンプ（汚 泥）現場操作盤	屋外スタンド形	1	排泥ポンプ（汚泥）の現場運転用
11	薬品注入設備 現場操作盤	屋内自立形	1	薬品注入設備の現場運転用

運転操作設備の動力制御盤及び現場操作盤については、機械設備のフロー、容量、台数の見直しに伴い、盤構成の見直しを行う。

動力制御盤は、取水ポンプ設備、洗浄設備、送水ポンプ設備、薬品注入設備の負荷構成で設置する。動力制御盤の設置位置は、旧コントロールルームの監視盤を撤去し、その場所に設置する。既設の送水ポンプ（プーナノン配水池）動力制御盤は、機械設備の更新が行われなため、現状維持とする。

現場操作盤は、機械設備のフロー、台数、運転制御方式の見直しに伴い設置する。また、形式は、設置環境の悪い場所に設置するため、現況のスイッチボックス形式ではなく、防塵や防水が可能な盤形式とする。

## (6) 排水処理施設計画

### 1) 排水処理施設の必要性

ラオス国の排水基準には、「一般工場からの排水基準値」（国家環境基準の承認・公布に関する政府令 No81,2017/2/21）があり、ナムカン浄水場においてもこの基準に準拠する必要がある。この基準において、ナムカン浄水場からの排水で考慮すべき項目、基準値は以下である。

TSS (Total Suspended Solids : 総浮遊残留物) :	50mg/L 以下
-----------------------------------------	-----------

上記に対し、ナムカン浄水場からの排水は

- ① 沈澱池排泥、洗浄排水
- ② ろ過池逆洗排水

の2種類となり、採水可能なろ過池逆洗排水の TSS（総浮遊残留物）を測定した結果、その値は 2,668mg/L であり、上記排水基準値を大幅に上回る結果となったため、排水処理施設を建設する必要がある。

### 2) 既存排水性状調査

排水性状を確認するために、ろ過池洗浄排水を採水し、静置してその沈降状況を確認した状況を写真 3.2.7 に示す。

写真 3.2.7 より分かるように、時間の経過とともに濁度成分が沈降している状況を確認できる。



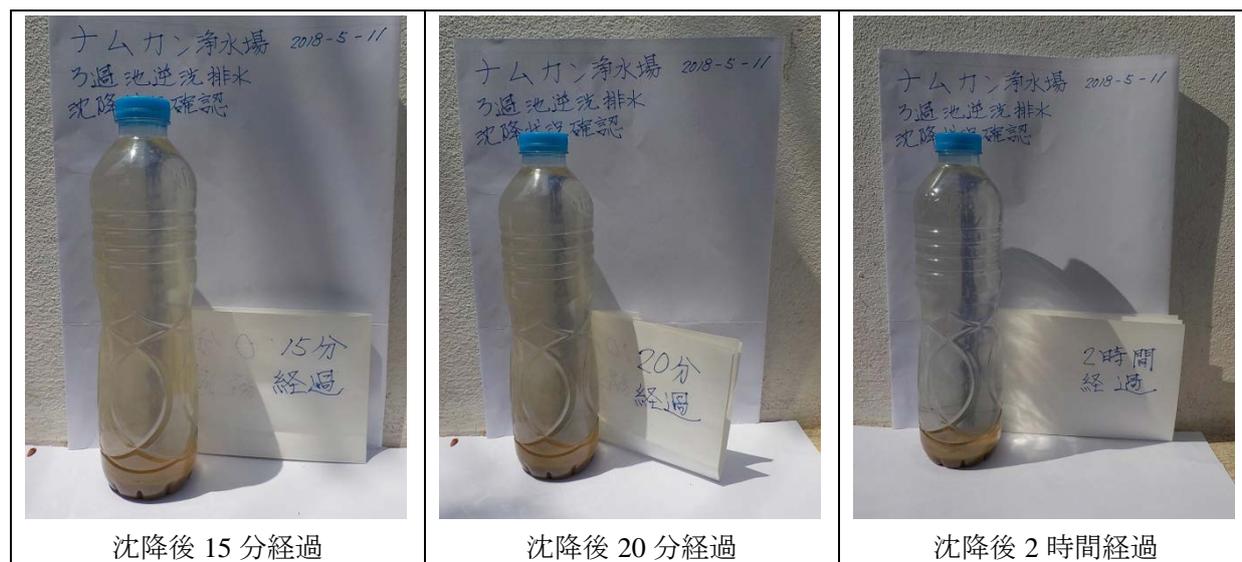


写真 3.2.7 ろ過池洗浄排水の沈降状況（2018年5月11日）

上記ろ過池洗浄排水の上澄み水について、排水基準を満たしているか否かを確認するために TSS の水質試験を実施した。水質試験は、ろ過池洗浄排水に対して、0、30、60、90、120 分経過後のそれぞれの上澄み水の TSS を測定した。その水質試験実施結果を表 3.2.50 に示す。

水質試験結果から分かるとおり、60 分経過後に排水基準を下回っていることが確認できる。なお、120 分経過後の TSS が 90 分経過後の TSS より高かったのは、測定誤差の範囲内と考えられる。この結果からは、1 時間経過後に上澄み水の TSS が概ね 50 未満になるという結果として捉えることが妥当と考えられる。

表 3.2.50 ろ過池洗浄排水の上澄み水の水質試験結果

項目	0 分経過	30 分経過後	60 分経過後	90 分経過後	120 分経過後
Total Suspended Solids (TSS)	2,668	60	34	18	33

### 3) 設計計画

#### ① 滞留時間

上記の排水性状調査を踏まえて、排水の上澄み水が排水基準を満足するために、滞留時間として 2 時間以上を見込む。

#### ② 施設構成

排水処理施設は排水・排泥池、ラグーンで構成するものとし、それぞれの用途は以下とする。

排水池 : 急速ろ過池の逆洗排水を貯留し、角落しを設けることで順次上澄み水をカン川へ放流する。

排泥池 : 沈澱池の底部堆泥水を貯留し、角落しを設けることで順次上澄み水をカン川へ放流する。

ラグーン : 排水・排泥池底部に沈降した堆泥水の更なる濃縮及び乾燥を行う。この施設についても上澄み水及びろ過水はカン川へ放流する。

③ 基礎形式

上記浄水施設及び排水処理施設の基礎形式は、既存施設基礎形式及び土質試験結果から判断し、「直接基礎」とする。

④ 連絡配管

以下に示す配管を計画する。

- 排泥管 (1) : 沈澱池から排水・排泥池まで
- 排泥管 (2) : 排水・排泥池からラグーンまで
- 排水管 : 急速ろ過池から排水池まで

4) 汚泥処理方法

ナムカン浄水場の汚泥処理フローを図 3.2.32 に、各処理工程の作業内容を表 3.2.51 に示す。

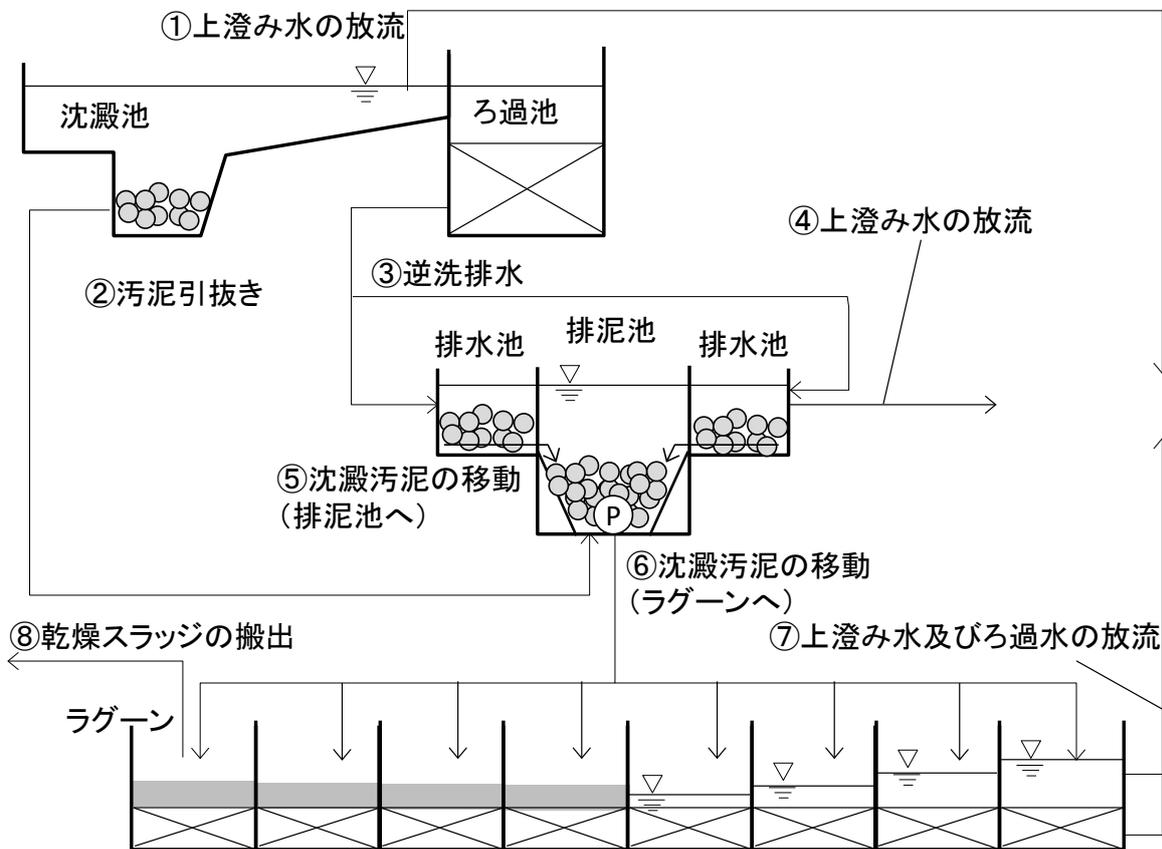


図 3.2.32 汚泥処理フロー

表 3.2.51 作業内容（汚泥処理工程）

項目	作業内容	備考
①上澄み水の放流	バルブ操作（新設沈澱池） ・新規施設はバルブ操作により既設排水柵に流下させ、カン川へ放流。 真空ポンプの使用（既設沈澱池） ・真空ポンプを用いて既設排水柵に流下させ、カン川へ放流。	沈澱池洗浄時のみ
②汚泥引抜き	バルブ操作 ・沈澱池から汚泥を引抜き、排泥池に移動させる。	
③逆洗排水	バルブ操作 ・2つある排水池の片側へ逆洗排水を流下させる。	
④上澄み水の放流	バルブ操作 ・逆洗排水を静置後、上澄み水をカン川へ放流させる。	排水池及び排泥池の上澄み水が対象
⑤沈澱汚泥の移動（排泥池へ）	バルブ操作 ・逆洗排水の静置後に沈澱する汚泥を、有孔管を通して排泥池に流下させる。	
⑥濃縮汚泥の移動（ラグーンへ）	ポンプ起動 ・排泥ポンプを用いて沈澱した濃縮汚泥をラグーンへ送泥する。	
⑦上澄み水及びろ過水の放流	角落しの開閉 ・濃縮汚泥静置後、角落しの開閉操作により上澄み水をカン川へ放流させる。 ・濃縮汚泥静置後、ラグーン下部に浸透する排水が有孔管を通過して柵に集水され既設排水柵を通過してカン川へ放流させる。	
⑧乾燥スラッジの搬出	汚泥の掻き取り及び搬出 ・濃縮汚泥の静置後、含水率が減少した乾燥スラッジを人力で掻き取り、ベルトコンベアを用いてラグーン外側へ搬出し、廃棄物処理場へ移動させる。 ・搬出先は、ルアンパバーン市南部にある廃棄物処理場（Lakpaeth）とする。（民間浄水場が搬出している処理場と同じ場所）	

(7) 場内配管計画

ナムカン浄水場の場内配管模式図を図 3.2.33 に示す。

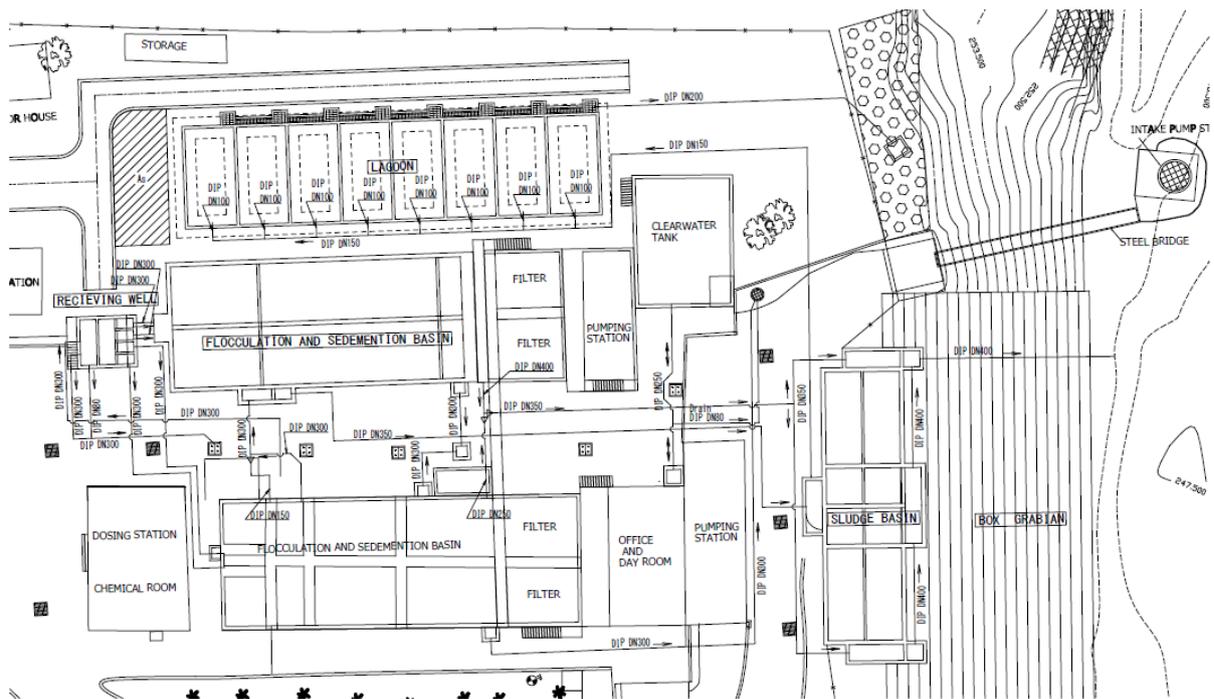


図 3.2.33 場内配管図（ナムカン浄水場）

(8) 洪水対策

「2.2.2.4 過去の降雨状況と浸水被害」に示したとおり、ナムカン浄水場において堤防を設ける等の特別な洪水対策は実施しない。

しかしながら、2016年に発生したようにダム運用等によっては洪水が発生する可能性がないわけではない。したがって、本事業では堤防等の洪水対策は実施しないものの、実施可能なものについて洪水対策を検討する。

土木施設は水没しても使用できるようになるが、機械電気設備は水没すると使用できなくなる可能性が高いため、機械電気設備は地盤高が高い場所へ移動することが望ましい。したがって、本事業で更新する電気設備については、重要である動力制御盤を全て地盤高が高い既存コントロールルームへ設置する。ただし、送水ポンプについては、既存施設（浄水池及びポンプ棟）を動かさないため、現状の位置に設置する。

(9) 施設計画概要一覧（ナムカン浄水場）

ナムカン浄水場における施設計画概要一覧を表 3.2.52 に、施設計画概要図を図 3.2.34 に示す。

表 3.2.52 施設計画概要一覧（ナムカン浄水場）

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
取水施設	取水ポンプ設備	取水ポンプ	13,200m <sup>3</sup> /日 取水ポンプ 6 台 (大 3 台 (2 台常用、1 台予備)、小 3 台 (2 台常用、1 台予備))
浄水施設	着水井		12,000m <sup>3</sup> /日 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎（混和池と一体構造） 内法寸法：幅 4.20 m x 長 3.00 m x 水深 2.80 m = 35.28 m <sup>3</sup>

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
			滞留時間： $T = 35.28 / 9.17 = 3.8$ 分（「水道施設設計指針 2012」に対する照査： $T \geq 1.5$ 分）
	混和池		12,000m <sup>3</sup> /日 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎（着水井と一体構造） 混和方式：水流自体のエネルギー（堰落）による方式 内法寸法：幅 0.90 m x 4 分配槽、長 1.50 m x 水深 2.00 m = 10.80 m <sup>3</sup> 滞留時間： $T = 10.80 / 9.17 = 1.2$ 分（同指針： $T \geq 1.0$ 分）
	ブロック形成池		6,000m <sup>3</sup> /日 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎（沈澱池と一体構造） 池数：2 池 攪拌方式：上下う流式 1 池当り内法寸法： 1 段目、2 段目：幅 0.60 m x 長 5.40 m 3 段目、4 段目：幅 0.70 m x 長 5.40 m 5 段目、6 段目：幅 0.96 m x 長 5.40 m 滞留時間： $T = 27$ 分（同指針： $T \geq 20 \sim 40$ 分） G 値：13～73 /秒（同指針：10～75 /秒） GT 値：64,270（同指針：23,000～210,000）
	凝集沈澱池		6,000m <sup>3</sup> /日 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎（ブロック形成池と一体構造） 池数：2 池 沈澱方式：横流式 1 池当り内法寸法：幅 5.40 m x 長 16.20 m x 有効水深 2.95～3.85 m（平均水深 3.10m、内堆泥深 = 0.3 m） 表面負荷率： $6,600 / (5.40 \times 16.20 \times 2 \times 24) = 1.57$ m/時 = 26.2 mm/分（同指針：15～30 mm/分） 池内平均流速： $V = 6,600 / (5.40 \times 3.10 \times 2 \times 24) = 8.21$ m/時 = 0.14 m/分（同指針： $V \leq 0.40$ m/分）
排水処理施設	排水・排泥池		有効容量：450 m <sup>3</sup> （225 m <sup>3</sup> /池 x 2 池） 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎 池数：2 池 1 池当り内法寸法：幅 10.00 m x 長 7.80 m x 水深 3.00 m
	ラグーン（排泥池・乾燥床）		有効容量：324m <sup>3</sup> （40.5m <sup>3</sup> x 8） 構造細目：鉄筋コンクリート造、直接基礎 床数：8 床 床面積：9.00 m x 4.50 m x 8 = 324 m <sup>2</sup>
機械設備	ポンプ設備	送水ポンプ	6,000m <sup>3</sup> /日 送水ポンプ（フライホイール付）×2 台（うち 1 台は予備）及びポンプ廻り配管一式
		ろ過池逆洗ポンプ	逆洗ポンプ×2 台
	ブロワ	ろ過池空気洗浄ブロワ	ろ過池空気洗浄ブロワ×1 台
	薬品注入設備		PAC 注入設備：一式（注入量：2.5-40mg/L） ポリマー注入設備：一式（注入量：0.02-0.2mg/L） 塩素注入設備：一式（注入量：0.2-1.0mg/L）
電気設備	受変電設備		屋外 油入変圧器 500kVA 22kV/380V 50Hz
	運転操作設備	動力制御盤	屋内自立形 4 面 3φ 380V 50Hz
	運転操作設備	現場操作盤	屋内スタンド形 4 面、屋外スタンド形 3 面、屋内自立形 1 面

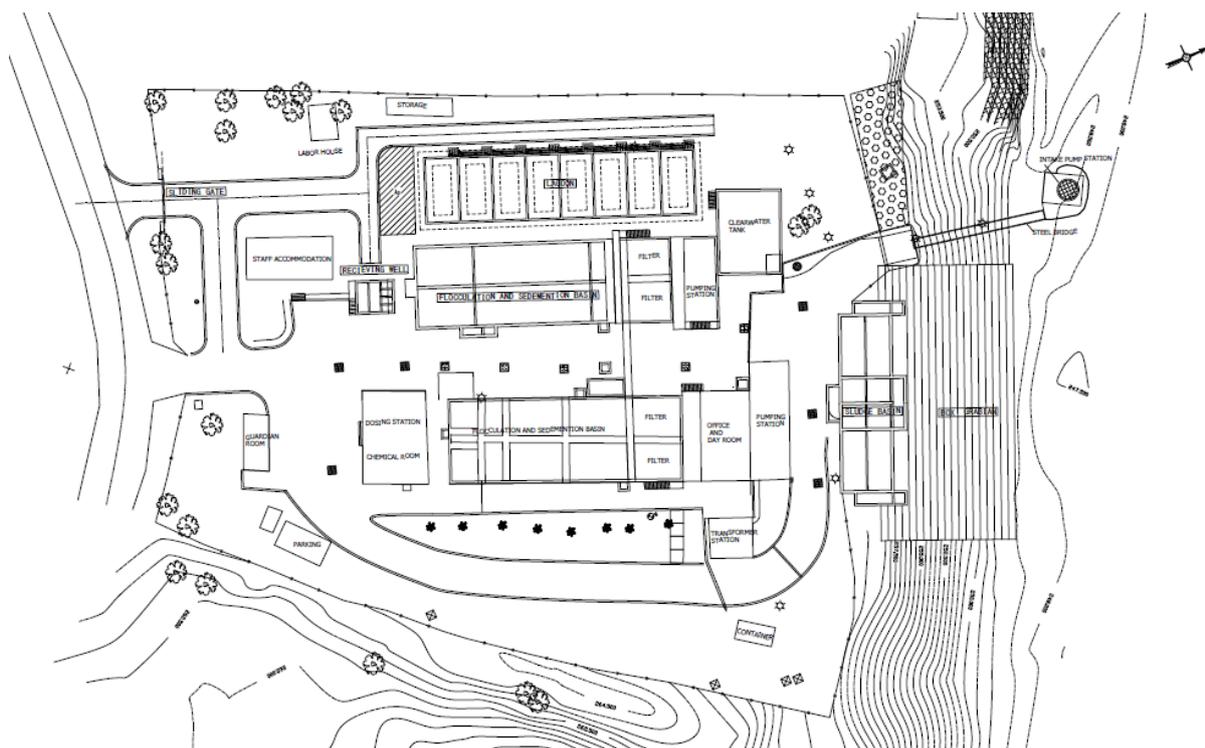


図 3.2.34 施設計画概要図（ナムカン浄水場）

### 3.2.2.4 プーポン浄水場

#### (1) 施設計画に関する基本方針

プーポン浄水場については、原水硬度が高いという課題があるが、表 3.2.53 に示す比較検討結果より、硬度処理装置は導入しないことになった。そのため、本プロジェクトによるプーポン浄水場へ実施する事業内容は、「3.2.2.5 流量等の監視制御」に示すモニタリングシステムの設置のみである。

表 3.2.53 硬度への対応方法の比較検討

項目	① 水道メーターの維持管理を継続	② 硬度処理装置の導入
概要	硬度に起因するスケールに対しては、従来とおり水道メーターの維持管理を実施する。	硬度処理装置を導入して、硬度成分を除去する。
導入費用	不要	約 3.2 Million USD
維持管理費用	2,500USD/年	330,000 USD/年
その他留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>これまでとおり、水道メーターの維持管理を実施する。</li> <li>プーポン浄水場の処理水は、クアティヌン配水池で Demco 浄水場の処理水と混合し、希釈して運用する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>導入する場合、運転管理に要する人員を増やす必要があり、維持管理費用は上記よりかかる見込みである。</li> <li>プーポン浄水場以外の配水エリアでもスケールの問題が発生しているため、導入することにより、スケールの問題は減少するもののゼロにはならない。</li> <li>水道料金の値上げを実施する必要があると考えられる。</li> </ul>
選定	○	—

## (2) 設計計画

ろ過池（1970年供用開始）にひび割れが発生しており、補修を実施することが望まれるが、水道公社自ら既存コンクリート構造物の補修は実施できることを現地調査で確認しているため、本プロジェクトにはろ過池のひび割れ補修は含めない。

プーブン浄水場については、モニタリングシステム設置のために流量計を取り換える予定であり、その計画内容は「3.2.2.5 流量等の監視制御」に示す。

### 3.2.2.5 流量等の監視制御

#### (1) 現況の流量計測状況

水道公社が管理している流量計を表 3.2.54 に示す。浄水場及び配水池に設置しているものの、多くが故障中の他、動いている流量計も精度が良くないと想定される状況にある。

ルアンパバーン市のように、対象エリアに複数の浄水場及び配水池がある場合、効率的な送配水コントロールを実施することが重要になる。そのためには、まずは送配水量の現状を把握する必要があるが、それができない状況にある。また、表 3.2.55 に示すように、民間からの買取り単価よりも、水道公社の浄水場で生産した方が安価であるため（2017年除く）、民間からの買取り水量を計画的に調整できるようにするためにも、送配水量を把握できるようにする必要がある。

表 3.2.54 既存流量計設置位置

施設	設置位置	備考
プーブン浄水場	流入	
	流出（プーシー系）	故障中
	流出（クアティヌン系）	故障中
ナムカン浄水場	流入	全て動いているが、流入と流出の差が約20%と大きく、精度が良くないと想定される。
	流出（プーシー系）	
	流出（プーナノン系）	
プーシー配水池	流出	故障中
クアティヌン配水池	流出	故障中
プーナノン配水池	流出	故障中

表 3.2.55 生産コスト及び買取り単価

浄水場	生産コスト／買取り価格	備考
プーブン浄水場	2015 : 236 kip/m <sup>3</sup> 2016 : 224 kip/m <sup>3</sup> 2017 : 240 kip/m <sup>3</sup>	維持管理費、修繕費、薬品費、電気代、人件費
ナムカン浄水場	2015 : 1,608 kip/m <sup>3</sup> 2016 : 1,699 kip/m <sup>3</sup> 2017 : 1,742 kip/m <sup>3</sup>	維持管理費、修繕費、薬品費、電気代、人件費
Asia 浄水場	2014 : 1,797 kip/m <sup>3</sup> 2015 : 1,817 kip/m <sup>3</sup>	買取り単価

浄水場	生産コスト／買取り価格	備考
	2016 : 1,778 kip/m <sup>3</sup> 2017 : 1,735 kip/m <sup>3</sup>	
Demco 浄水場	2017 : 1,818 kip/m <sup>3</sup> 2018 : 1,987 kip/m <sup>3</sup>	買取り単価

出典：ルアンパバーン県水道公社提供資料を基に JPST 作成

## (2) 流量等の監視制御方法の検討

上水道施設を運用する上では、流量等の管理が重要であるため、流量監視制御について、ラオス国側より SCADA システム設置の要望があった。監視制御方法について比較検討を行う。

さらに、民間浄水場からの買取り単価よりも、水道公社の浄水場で生産した方が安価であるため、民間からの買取り水量を計画的に調整できるようにするためにも、送配水量を正確に把握できるようにする必要がある。

表 3.2.56 に示す検討の結果、データロガーの導入が妥当と判断した。以下、データロガーによる監視装置をモニタリングシステムと言う。

表 3.2.56 監視制御方法の比較

項目	データロガーによる監視	伝送装置による監視	SCADA システムによる監視制御
概要	必要なデータを現地で収集する必要がある。ただし、インターネット経由でデータ収集が可能な装置もあり、必要なデータを監視室で確認できる。自動制御は含まれない。	必要なデータを、現場より伝送して監視室で確認できる。ただし、自動制御は含まれない。	必要なデータを監視室で確認できる他、流量コントロール等に関する自動制御装置も含まれる。
費用	低	中	高
選定	○	—	—
選定理由	インターネット経由で必要データを確認できる。停電及びインターネットが使えない場合でも現場でデータ保存が可能のため、データの欠損がない。	監視室でデータを確認することができるため、必要な時に必要なデータを入手できる。ただし、概ね同様の機能を有するデータロガーがあるため、ここでは採用しない。	監視室でデータを確認することができるため、必要な時に必要なデータを入手できる。ただし、制御までを含めると費用が高価になり、また制御は手動で実施できるため、制御装置までは必要ない。

## (3) モニタリングシステム

計画しているモニタリングシステムの概要を以下に示す。

### 1) モニタリング場所

モニタリングは、ルアンパバーン県水道公社の現本部事務所の他、ナムカン浄水場、プープン浄水場でも配水池の水位、流量の確認が必要であることから、モニタリングできるように計画している。

民間浄水場が管理しているメーターステーション（図 3.2.35 及び図 3.2.36 参照）の下流側に、水道公社が管理するメーターステーションを整備することについても検討したが、下記理由から

本事業には含めないこととした。

- ルアンパバーン県水道公社と Asia 社及び Demco 社のそれぞれの契約書には、3ヶ月ごとにバルク水量計（積算式流量計）の精度を双方で確認する旨が記載されている。そのため、契約書どおりに精度確認を実施すれば、買取り水量の精度を保つことができる。
- メーターステーションにおける水量は、民間のメーターステーション設置箇所のバルク水量計で計測されているため、必要に応じて水量を確認することが可能である。
- モニタリングシステムで計測している流量データと民間のメーターステーションで計測されているデータを活用することにより、民間浄水場からの購入水量を計画的に調整することは可能である。

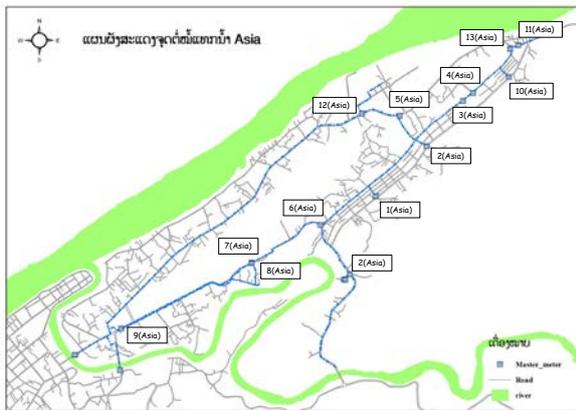


図 3.2.35 メーターステーション (Asia)

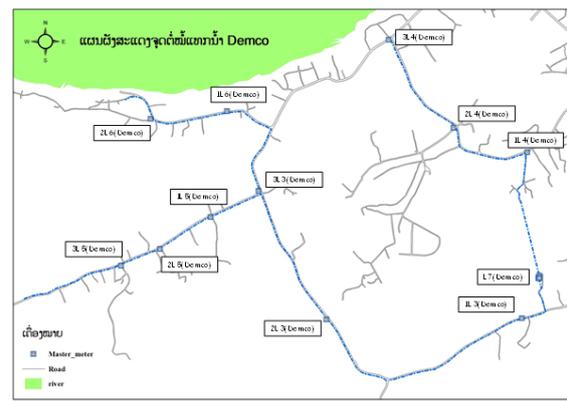


図 3.2.36 メーターステーション (Demco)

出典：ルアンパバーン県水道公社

## 2) モニタリングシステムについて

モニタリングシステムは汎用ソフトで構築する。また、モニタリング場所に設置する監視装置も汎用パソコンで行う。

## 3) 監視項目

監視対象項目を表 3.2.57 に示す。

表 3.2.57 監視対象項目

場所	監視項目
ナムカン浄水場	ポンプ運転状況、カン川水位、排泥池水位、取水流量、送水流量
プーペン浄水場	取水流量、送水流量
各配水池	配水池水位、配水流量

## 4) 各信号の監視方法

モニタリングシステムは、インターネット経由で監視を行う。インターネット接続方法は、海外で一般的に使用されている携帯端末による接続により行う。接続のための通信規格は、最新の4G方式では未だ接続地域が限定されるため、3G方式とする。

## 5) 設計計画

モニタリングシステムに関する計画内容を表 3.2.58 に示す。

表 3.2.58 モニタリングシステムに関する計画内容

No	設備	諸元	台数	設置理由
1	データロガー監視装置 (WSSE-LPB 事務所)	汎用パソコン インターネット 接続装置 3G 以上	1	浄水場、配水池の状態把握
2	データロガー監視装置 (ナムカン浄水場、プープ ン浄水場)	汎用パソコン インターネット 接続装置 3G 以上	2	浄水場、配水池の状態把握
3	カン川河川水位計 (ナムカン浄水場)	投込式流量計	1	カン川河川水位の把握 取水ポンプの運転水位の把握
4	取水流量計(ナムカン浄水場)	電磁式流量計	1	取水ポンプ流量の把握
5	送水流量計 (ナムカン浄水場)	電磁式流量計	1	送水ポンプ(新配水池) 流量の把握
6	排泥池水位計 (ナムカン浄水場)	超音波式 水位計	1	排泥池水位の把握 排泥ポンプの運転水位の把握
7	取水流量計 (プープン浄水場)	電磁式流量計	1	取水(表流水) 流量の把握
8	送水流量計 (プープン浄水場)	電磁式流量計	1	送水流量(クアティヌン配水池) の 把握
9	配水流量計(プーナノン配 水池、クアティヌン配水池、 新配水池)	電磁式流量計	3	配水流量の把握
10	配水池水位計(プーナノン 配水池、クアティヌン配水 池、新配水池)	投込式水位計	3	配水池水位の把握
11	データロガー盤 (プーナノン配水池、クア ティヌン配水池、新配水池)	屋外自立形 インターネット 接続装置 3G 以上	3	配水池の流量、水位の把握

### (4) モニタリングシステム設備計画概要一覧

モニタリングシステムの設備計画概要を表 3.2.59 に示す。

表 3.2.59 設備計画概要（モニタリングシステム）

設備			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
モニタリングシステム	データロガー監視装置		汎用コンピュータ×3、プリンタ×3 (WSSE-LPB、ナムカン浄水場、プープン浄水場) ペーパーレス記録計×1 (ナムカン浄水場：デジタル約 20 点、アナログ約 5 点)、ペーパーレス記録計 (プープン浄水場：アナログ約 2 点) インターネット接続用ルータ (3G 以上) ×3、UPS×3
		データロガー盤	ペーパーレス記録計 (デジタル約 2 点、アナログ約 2 点) ×3、インターネット接続用ルータ (3G 以上) ×3、UPS×3
	計測設備	カン川河川水位	投込式水位計 0~15m (ナムカン浄水場)
		取水流量	電磁式流量計 φ 200、 0~700m <sup>3</sup> /h (ナムカン浄水場)
		送水流量	電磁式流量計 φ 200、 0~400m <sup>3</sup> /h (ナムカン浄水場)
		排泥池水位	超音波式水位計 0~5m (ナムカン浄水場)
		取水流量	電磁式流量計 φ 200、 0~500m <sup>3</sup> /h (プープン浄水場)
		送水流量	電磁式流量計 φ 300、 0~500m <sup>3</sup> /h (プープン浄水場)
		配水流量	電磁式流量計 φ 200、 0~300m <sup>3</sup> /h (プーナノン配水池)
		配水池水位	投込式水位計 0~10m (プーナノン配水池)
		配水流量	電磁式流量計 φ 300、 0~600m <sup>3</sup> /h (クアティヌン配水池)
		配水池水位	投込式水位計 0~10m (クアティヌン配水池)
		配水流量	電磁式流量計 φ 200、 0~600m <sup>3</sup> /h (新配水池)
		配水池水位	投込式水位計 0~10m (新配水池)

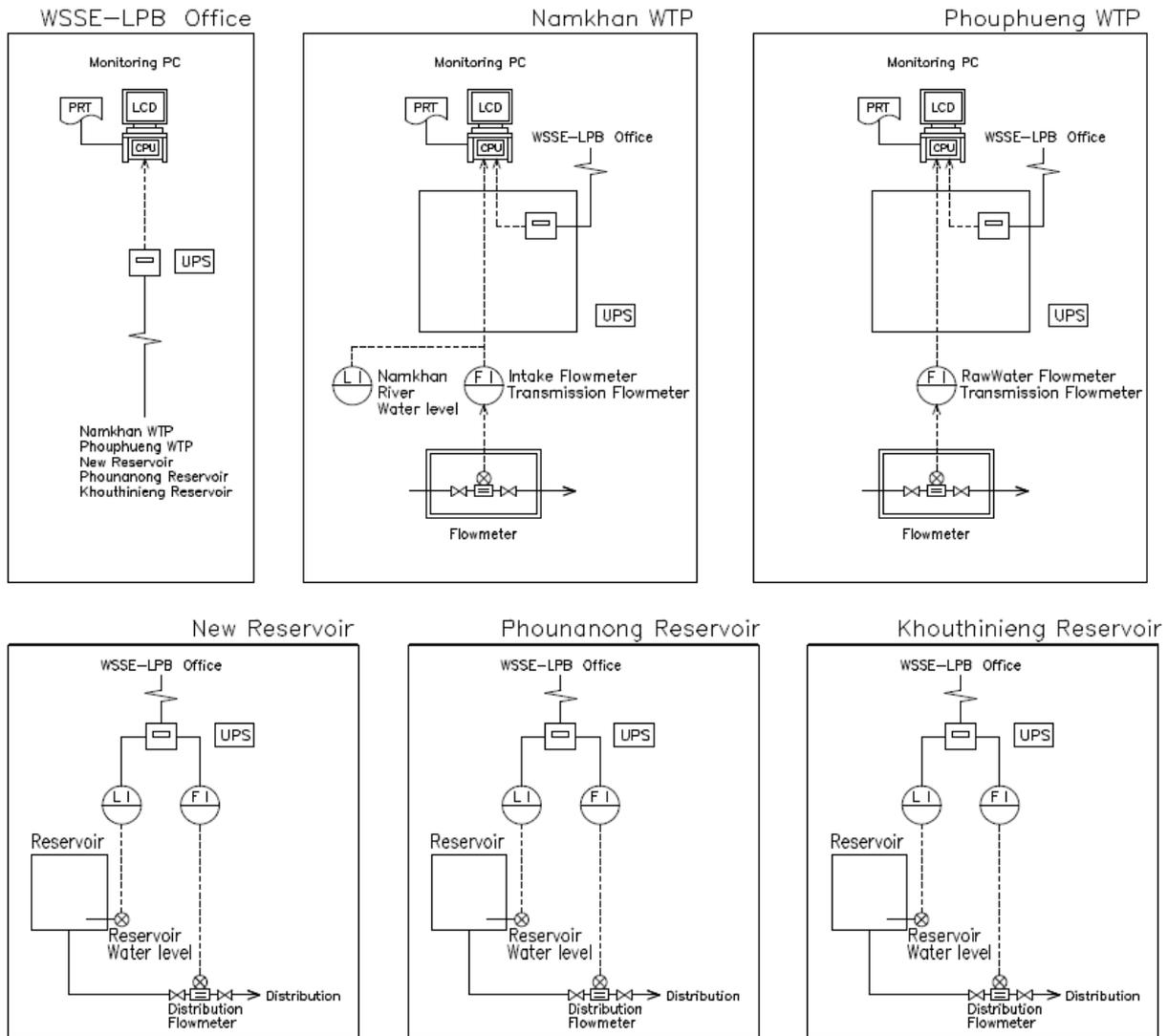


図 3.2.37 システム構成図（モニタリングシステム）

### 3.2.3 概略設計図

本準備調査で作成した図面のリストを表 3.2.60 に示す。図面については、添付の**その他の資料・情報 4** に示す。

表 3.2.60 概略設計図面リスト

施設区分	図面名称	図番号	縮尺
送配水管路	送配水管路概要図	LPB-P-001	None
	送配水管路見取図	LPB-P-002	None
	送配水管路詳細図(1)～(28)	LPB-P-011～038	1:3000
	送配水管路標準図(掘削断面)	LPB-P-TYP-001	1:200
	送配水管路標準図(仕切弁)	LPB-P-TYP-002	1:200
	送配水管路標準図(空気弁)	LPB-P-TYP-003	1:200
	送配水管路標準図(消火栓)	LPB-P-TYP-004	1:200
	送配水管路標準図(給水管)	LPB-P-TYP-005	None
新設配水池	配水池全体平面図	LPB-C-R-001	1:250
	配水池構造図(1)	LPB-C-R-002	1:100
	配水池構造図(2)	LPB-C-R-003	1:100
	流量計室構造図	LPB-C-R-004	1:50
	配水池場内配管図	LPB-C-R-005	1:250
ナムカン浄水場 (土木)	浄水場全体平面図	LPB-C-W-001	1:500
	着水井・混和池構造図(1)	LPB-C-W-002	1:50
	着水井・混和池構造図(2)	LPB-C-W-003	1:50
	フロック形成池・沈澱池構造図(1)	LPB-C-W-004	1:100
	フロック形成池・沈澱池構造図(2)	LPB-C-W-005	1:100
	フロック形成池・沈澱池構造図(3)	LPB-C-W-006	1:100
	フロック形成池・沈澱池構造図(4)	LPB-C-W-007	1:100, 1:20
	排水・排泥池構造図(1)	LPB-C-W-008	1:100
	排水・排泥池構造図(2)	LPB-C-W-009	1:100
	ラグーン構造図(1)	LPB-C-W-010	1:150
	ラグーン構造図(2)	LPB-C-W-011	1:50
	ラグーン構造図(3)	LPB-C-W-012	1:50
	浄水場場内配管図	LPB-C-W-013	1:300
ナムカン浄水場 (機械)	浄水場処理フロー図	LPB-M-W-01	None
	取水ポンプ・排砂ポンプ配置図	LPB-M-W-02	1:100
	取水ポンプ・排砂ポンプ廻り立体配管図	LPB-M-W-03	None
	着水井前塩素タンク・PAC注入配管図	LPB-M-W-04	1:50
	送水ポンプ配置図	LPB-M-W-05	1:100
	空気洗浄配管図	LPB-M-W-06	1:100
	送水ポンプ廻り・空気洗浄立体配管図	LPB-M-W-07	None
	薬品注入施設配置図	LPB-M-W-08	1:100
ナムカン浄水場 (電気)	システム構成図(モニタリングシステム)	LPB-E-01	None
	単線結線図(受電設備)	LPB-E-02	None
	単線結線図(取水ポンプ動力制御盤・送水ポンプ動力制御盤)	LPB-E-03	None
	単線結線図(ろ過池逆洗ポンプ)	LPB-E-04	None
	単線結線図(薬品注入設備)	LPB-E-05	None

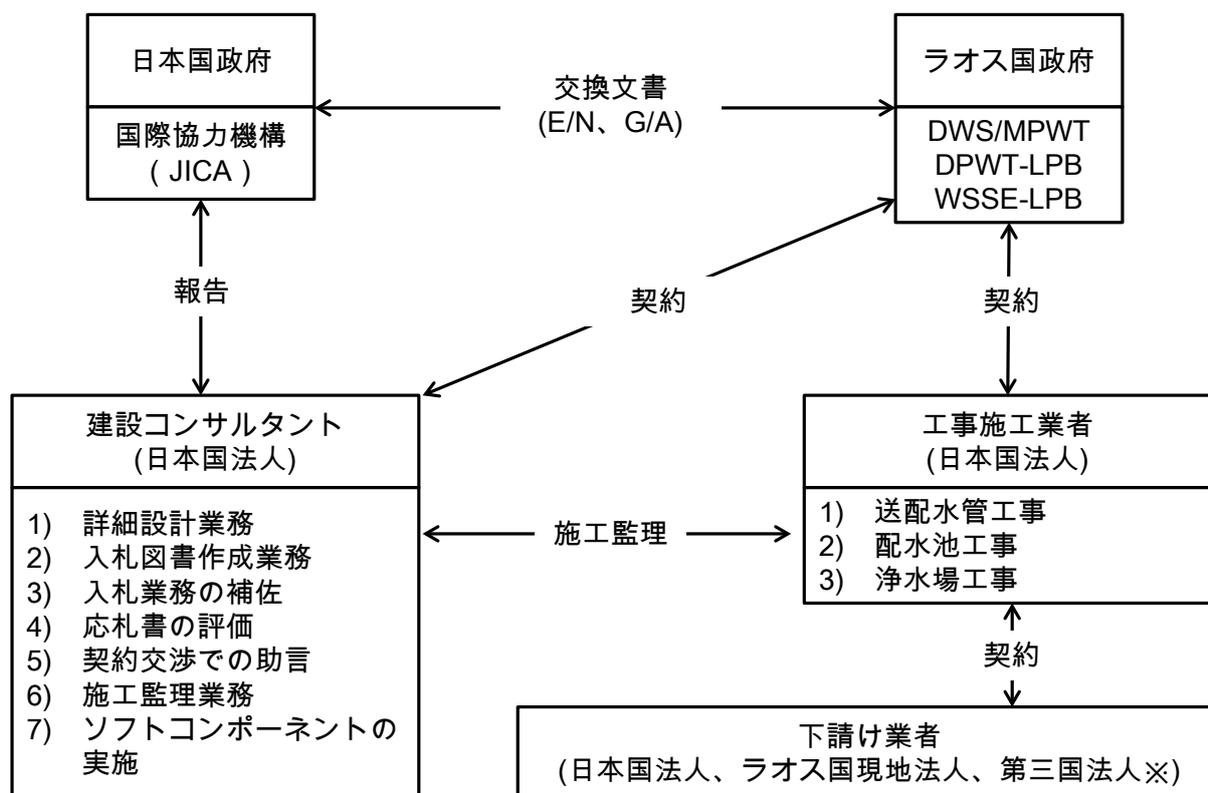
### 3.2.4 施工計画／調達計画

#### 3.2.4.1 設計方針／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及び施工業者を選定し事業を実施する。図

3.2.38 に事業実施体制を示す。



※工事施工業者（日本国法人）が選定する。

図 3.2.38 事業実施体制

## (2) 事業実施機関

本事業の主管官庁/実施責任機関（Executing Agency）は、公共事業運輸省水道局（DWS/MPWT: Department of Water Supply/Ministry of Public Works and Transport）である。主管官庁/実施責任機関は、本事業が円滑に進むように主に中央政府機関との調整を行う。

本事業の事業実施機関（Implementing Agency）は、ルアンパバーン県公共事業運輸局（DPWT-LPB: Department of Public Works and Transport）及びルアンパバーン県水道公社（WSSE-LPB）である。事業実施機関は、本事業を円滑に進めるために実施責任機関である DWS を支援する他、プロジェクト対象地域における関係機関との調整、事業実施後に施設の運転維持管理を担当する。

## (3) 建設コンサルタント

日本国側負担の送配水管の布設工事、配水池工事、浄水場工事等に関する詳細設計及び施工監理を実施する。当該建設コンサルタントは日本国法人で水道施設の設計・施工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。本工事は送配水管の布設工事、配水池工事、浄水場工事であり、機械及び電気工事も含まれている。機械及び電気工事

を含み、かつ水密構造物を含む土木工事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

本事業は総合建設業者によって工事が実施される。送配水管路及び浄水施設の建設、機械・電気設備の据付・試運転等、また構造物及び管路の水密性を確保するために、現場代理人としての所長 1 名、主任施工管理技術者、土木施工管理技術者、配管施工管理技術者、機械設備施工管理技術者、電気設備施工管理技術者、工事安全専任技術者を本邦より派遣する必要がある。

#### 3.2.4.2 施工上／調達上の留意事項

施工区分別（配水管、給水管、送水管、配水池、ナムカン浄水場）及び工事全般における留意事項を以下に示す。

##### (1) 全般

- ・ ラオス国側、建設業者、コンサルタント間の連携強化を図り、定期的な工程会議等、組織間の情報共有手段を明確にする。
- ・ ルアンパバーン市の建設現場においては、これまで 1 件の不発弾しか見つかっていない（空港北側）。管路工事において不発弾が出てくる可能性は極めて小さいため、管路工事区間において不発弾調査は実施しない。配水池建設予定地においては、本準備調査において、UXO Lao の協力を得て UXO 調査を実施後、測量及び土質調査を実施した。施工時には必要に応じてラオス国側負担で UXO 調査を実施する。

##### (2) 送配水管

- ・ ナイトマーケットの管理者との協議により、ナイトマーケットが開催されているメインストリートでは、下記に留意して工事を実施する必要がある。
  - － 施工前に管理者と十分に協議を行う。
  - － 観光客が少ない雨季に工事を実施する。
  - － 1 区間の施工延長が 50m 以内となるように配慮して施工を行う。
- ・ ナイトマーケット以外にも世界遺産地区にはレストランやホテル等が多数あるため、ステークホルダーミーティングの開催等を通じて影響がある住民等に周知をしてもらう等しながら工事を実施する。
- ・ 公道（歩車道）の掘削箇所周辺住民や観光客が誤って転落等しないよう安全に配慮する。

##### (3) 給水管

- ・ 既存送配水管の更新に伴い、既設管から新設管に給水管の切替えを実施する必要がある。
- ・ 更新対象となる既存送配水管に給水管を接続している家・レストラン・ホテル等は、既設管と家屋の位置関係から概ね分かるものの、完全には分からない状況である。工事実施前には家屋調査を実施し、可能な限り影響が出る顧客を把握した上で給水管の切替え工事を実施する必要がある。
- ・ 家屋調査実施の上でも、想定していない顧客への給水が切断される可能性がある。このため、事業実施機関の協力を得ながら対象路線周辺の家屋等に対して十分に周知した上で工

事を実施する必要がある。

- 給水管切替えの工事手順は以下のとおりとする。
  - 「①配水管及び配水支管の整備」、「②配水管及び配水支管への通水（新旧両方の配水管への通水）」、「③配水管及び配水支管と既設水道メーターの接続」
  - 「③配水管及び配水支管と既設水道メーターの接続」の前に、更新対象配水管に接続している家屋を確認するために家屋調査が必要となる。この家屋調査は配水管工事工程と切り離して実施可能なため、給水管切替え工事前までに実施する。
- 配水支管と給水管の接続は、断水の影響が少なくなるように留意する（Self tapping saddleの適用等）。

#### (4) 配水池

- 水密性が重要なため品質管理に留意する。

#### (5) ナムカン浄水場

- 水密性が重要なため品質管理に留意する。
- 工事による給水への影響を少なくするため、可能な限り浄水場を運転しながら工事できるような施工となるように配慮する。そのため、工事実施時に水道公社と十分な調整を行ないながら工事計画を検討する。
- 工事内容によっては既設浄水場を止める必要がある。既設浄水場を止める必要がある主な工事内容を以下に示す。なお、既設浄水場を止める必要があることについては、水道公社と協議しており、民間浄水場からの買取り水量を増やすことにより対応が可能ということで、1回あたり最大3週間は運転を止めることができるということを確認した。
  - 新設する着水井から既設のブロック形成池への管接続（コンクリートの養生のために2～3週間の停止が必要）
  - 2つの浄水池間の連通管（コンクリートの養生のために2～3週間の停止が必要）
  - 取水管の切替え（1日程度の停止が必要）
  - 取水ポンプの交換（1日程度の停止が必要）
  - 送水ポンプの交換（プーシー系統のみ2～3日の停止が必要）

#### 3.2.4.3 施工区分／調達・据付区分

表 3.2.61 に示すとおり、送配水管工事、浄水場内の工事、配水池工事、モニタリングシステムの設置は日本国側負担で、配水池予定地における表層部の処理（樹木の伐採、岩の撤去）はラオス国側の負担で実施する。

また、給水管については既設管路の更新に伴う給水管切替えと、新設配水管への給水管接続の2種類があり、前者は日本側負担、後者はラオス国側負担で実施する（表 3.2.62 参照）。ラオス国側負担事項については「3.3 相手国側分担事業の概要」についても参照のこと。

表 3.2.61 施工区分

負担	工事	備考
日本国側負担	<ul style="list-style-type: none"> <li>送配水管工事（管路更新、給水区域拡張のための管路工事）</li> <li>浄水場内の工事</li> <li>配水池工事（用地の切土及び整地含む）</li> <li>モニタリングシステムの設置</li> </ul>	管路更新に伴う給水管切替えについても、日本側の負担で実施。
ラオス国側負担	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水池用地における表層部の処理（樹木の伐採、岩の撤去）</li> <li>配水池用地へのアクセス道路建設</li> </ul>	

表 3.2.62 給水管に関する補足説明

給水管	補足説明
既設管路の更新に伴う給水管切替え	既設管路の更新に伴う給水管切替えは、日本側の負担で実施する。
新設配水管への給水管接続（給水区域拡張エリア）	給水区域拡張エリアにおける新設配水管への給水管接続は材料調達も含めてラオス国側負担で実施する。実際には、住民の申請により、住民負担で給水管接続が実施される。

### 3.2.4.4 施工監理計画／調達監理計画

#### (1) コンサルタンの設計・施工監理計画

コンサルタントは詳細設計に対して、業務主任含め以下の技術者を組織し、プロジェクトの詳細設計業務、入札関連業務 1（入札図書作成及び承認）、入札業務関連 2（公示、図渡し、現地説明、入札、入札評価）を行う。

#### 1) 詳細設計：日本人技術者

表 3.2.63 詳細設計要員計画（日本人技術者）

担当	主な業務
業務主任	総括責任者 ・関係機関との協議・打合せ ・詳細設計報告書作成編集監修 ・先方政府関係機関への詳細設計報告
浄水施設設計	浄水施設及び配水池の詳細設計技術者 ・浄水施設の詳細設計、計算、図面の作成 ・詳細設計図面に基づく仕様書の作成
送配水施設設計 1	送配水施設の詳細設計技術者 ・送配水施設の詳細設計、計算、図面の作成 ・詳細設計図面に基づく仕様書の作成 ・送配水管布設ルート of 測量・土質調査委託と管理
送配水施設設計 2	送配水施設の詳細設計技術者 ・送配水施設の実施設設計、計算、図面の作成 ・詳細設計図面に基づく仕様書の作成 ・送配水管布設ルート of 測量・土質調査委託と管理
機械設備設計	機械設備の詳細設計技術者 ・機械設備の詳細設計、計算、図面作成 ・詳細設計図面に基づく仕様書の作成

担当	主な業務
電気設備設計	電気設備の詳細設計技術者 ・電気設備の詳細設計、計算、図面作成 ・詳細設計図面に基づく仕様書の作成
施工計画/積算	施工計画・積算の責任者 ・詳細設計時の資機材単価の取得 ・事業費積算

## 2) 詳細設計：現地傭人

現地技術者を雇用し、派遣技術者の補佐及び通訳を行う。

表 3.2.64 詳細設計要員計画（現地傭人、通訳）

担当	主な業務
土木技術者 (送配水施設設計 1)	土木施設設計全般にかかる業務補佐 ・日本人技術者の土木施設設計等にかかる補完的作業 ・日本人技術者の通訳
土木技術者 (送配水施設設計 2)	土木施設設計全般にかかる業務補佐 ・日本人技術者の土木施設設計等にかかる補完的作業 ・日本人技術者の通訳
通訳	・ラオス語⇄英語通訳

## 3) 入札関連業務 1

入札関連業務 1 は、入札図書作成及び入札図書承認である。

表 3.2.65 入札関連業務 1 要員計画（日本人技術者）

担当	主な業務
業務主任	総括責任者 ・関係機関との協議・打合せ ・入札図書作成編集監修 ・先方政府関係機関への報告
入札図書作成	入札図書作成要員 ・入札図書の作成
予備的経費業務対応	予備的経費業務対応 ・単価合意に関する資料作成

表 3.2.66 入札関連業務 1 要員計画（現地通訳）

担当	主な業務
通訳	・ラオス語⇄英語の通訳

## 4) 入札関連業務 2

入札関連業務 2 は、公示・現地説明、入札、入札評価である。

表 3.2.67 入札関連業務 2 要員計画（日本人技術者、日本人通訳）

担当	主な業務
業務主任	総括責任者 ・関係機関との協議・打合せ ・入札図書作成編集監修 ・先方政府関係機関への報告 ・契約業者との単価合意に関する打合せ
入札	入札に関連する業務対応 ・入札公示 ・入札

担当	主な業務
	・ 入札評価
予備的経費業務対応	予備的経費業務対応 ・ 単価合意に関する資料作成及び交渉
通訳	ラオス語⇄日本語の通訳（日本人）

## 5) 施工監理：日本人技術者

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施工図のチェック、承認
- ② 主要調達資機材の審査・検査
- ③ 施工工程の監理
- ④ 安全管理、品質管理、出来高管理
- ⑤ 環境保護指導
- ⑥ 日本国及びラオス国側への工事進捗報告
- ⑦ 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
- ⑧ 施設試運転検査
- ⑨ 工事完了後の検査
- ⑩ 瑕疵検査

本事業には、浄水施設及び配水池の建設、並びに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。

土木構造物として浄水場施設及び配水池の建設に加え、管路工事についてはおよそ 65.2km あり、そのうち管路更新が 45.9km であり、既設管を使用しながら配水管及び給水管を切り替えていくことや世界遺産地区での施工もあり、一般的な新規の配水管整備と比べて調整事項が多い。これら土木構造物と管路工事の進捗及び品質等の監理を1名で実施することは難しいため、以下の期間については常駐監理技術者の他に、送配水管の施工監理技術者を派遣する。

- 施工開始時期
- 常駐監理者の事務作業が増える Term の移行期間
- 世界遺産地区の施工期間

上記の他、各種分野の工事内容に対応するため表 3.2.68 に挙げる専門分野の技術者を短期的に派遣する。

表 3.2.68 施工監理要員計画（日本人技術者）

担当	主な業務
施工監理技術者	総括責任者 ・ 工事着工前の先方政府関係機関との会合 ・ 竣工検査の立会い ・ 日本及びラオス国側への工事進捗・完了報告 ・ 施設完成後受け渡し時におけるラオス国側の補佐
常駐 施工監理技術者	常駐工事監理責任者 ・ 場内躯体・建築工事等に関わる全般作業監理 ・ 品質・工程・安全・出来高管理 ・ 関係機関等との協議会合

担当	主な業務
	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種書類承認・図面承認・施工計画審査及び承認</li> <li>定期報告書の作成及び施主・JICA 等への報告</li> <li>技術上の施工業者への助言・指導</li> </ul>
完成検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>完成検査立合いにかかる技術的補佐</li> </ul>
浄水施設 施工監理技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>浄水施設、配水池工事に関わる全般作業監理</li> <li>書類承認・図面承認・施工計画審査及び承認</li> <li>浄水施設、配水池工事等に関わる作業、出来形監理</li> </ul>
送配水施設 施工監理技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>送配水施設工事に関わる全般作業監理</li> <li>書類承認・図面承認・施工計画審査及び承認</li> <li>配管工事等に関わる作業、出来形監理</li> </ul>
機械 施工監理技術者	機械設備工事の監理責任者 <ul style="list-style-type: none"> <li>書類承認・図面承認・施工計画審査及び承認</li> <li>機械設備据付工事の作業監理</li> <li>試運転検査、保守マニュアル引渡し監理</li> </ul>
電気 施工監理技術者	電気設備工事の監理責任者 <ul style="list-style-type: none"> <li>書類承認・図面承認・施工計画審査及び承認</li> <li>電気設備据付工事の作業監理</li> <li>試運転検査、保守マニュアル引渡し監理</li> </ul>
瑕疵検査担当者	瑕疵検査の責任者

#### 6) 施工監理：現地傭人

コンサルタントは工事期間中、以下の現地技術者を雇用しプロジェクトの監理を行う。

表 3.2.69 施工監理要員計画（現地傭人）

担当	主な業務
土木技術者	土木工事全般の施工監理 <ul style="list-style-type: none"> <li>土木工事施工監理</li> <li>各種サイト立会検査業務</li> <li>日本人技術者による監理業務の補完的作業</li> </ul>
機械技術者	取水場、浄水場の機械工事施工監理 <ul style="list-style-type: none"> <li>機械工事施工監理</li> <li>各種サイト立会検査業務</li> <li>日本人技術者による監理業務の補完的作業</li> </ul>
電気技術者	取水場、浄水場の電気工事施工監理 <ul style="list-style-type: none"> <li>電気工事施工監理</li> <li>各種サイト立会検査業務</li> <li>日本人技術者による監理業務の補完的作業</li> </ul>
管布設技術者	管布設工事の施工監理 <ul style="list-style-type: none"> <li>管布設工事施工監理</li> <li>場内配管布設工事施工監理</li> <li>各種サイト立会検査業務</li> <li>日本人技術者による監理業務の補完的作業</li> </ul>
事務員	<ul style="list-style-type: none"> <li>事務所における事務一般</li> </ul>
オフィスボーイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>事務所における雑用一般</li> </ul>

#### 7) ソフトコンポーネント（技術支援）：日本人技術者

コンサルタントは下記2分野のソフトコンポーネント（技術支援）を実施するため表 2.4.8 に挙げる専門分野の技術者を短期的に派遣する。

- 浄水施設運転維持管理
- 配水量管理

表 3.2.70 ソフトコンポーネント（技術支援）要員計画（日本人技術者）

担当	主な業務
浄水場 運転維持管理	・流量制御、薬品注入量の設定やろ過池の洗浄方法等の浄水技術に関する研修
配水量管理	・浄水場からの送水量・配水池からの配水量を適正に保つために、把握すべき情報の理解、それら情報に基づく経済的な水運用方法に関する研修

8) ソフトコンポーネント（技術支援）：通訳

コンサルタントはソフトコンポーネント（技術支援）期間中、以下の通訳を雇用する。

表 3.2.71 ソフトコンポーネント（技術支援）要員計画（通訳）

担当	主な業務
浄水場運転維持管理 （通訳）	・ラオス国における経験に基づく研修、実務を伴う研修、ラオス語研修資料作成、日本人専門家活動時の通訳・翻訳、カウンターパートとの連絡調整
配水量管理 （通訳）	・ラオス国における経験に基づく研修、実務を伴う研修、ラオス語研修資料作成日本人専門家活動時の通訳・翻訳、カウンターパートとの連絡調整

(2) 施工業者の工事管理計画

1) 施工管理：日本人現場従業員

施工業者は所長を含め、表 3.2.72 に示す担当者を派遣し工事を完了するものとする。

表 3.2.72 施工管理要員計画（日本人現場作業員）

担当	主な業務
所長	施工全般にわたる常駐責任者 ・対外交渉総括 ・技術管理総括 ・安全管理現場総括 ・資機材総合管理総括
主任施工管理技術者	土木工事全体にわたる施工管理を行い、主に浄水施設及び配水場工事を担当する。 ・作業員割付 ・建設用機材調達 ・建設資材調達 ・安全管理担当補佐 ・浄水場の土木工事、施工図作成
土木施工管理技術者	管路工事を担当し、主に送配水管路における施工管理を行う。 ・送配水管工事 ・給水管工事 ・施工図作成
機械設備施工管理技術者	送配水ポンプ及び浄水施設設備の据付担当 ・資材調達／据え付け管理 ・機械施工図作成 ・機械工事総合管理
電気設備施工管理技術者	電気設備の設置及び据付担当 ・資材調達／据え付け管理 ・電気施工図作成 ・モニタリングシステムの動作確認 ・電気工事総合管理
工事安全専任技術者	配管施工現場における安全管理担当 ・工事現場における第三者の安全確保
事務管理者	現場全体の経理・庶務担当 工事所長の外渉補佐業務担当 ・労務管理補助 ・工事資機材調達 ・経理業務及び庶務関連業務

## 2) 施工管理：技能工派遣

本事業の工事内容については、上記表 3.2.72 に示す技術者で対応できるため、技能工派遣は計画しない。

## 3) 施工管理：通訳

施工業者の所長のための通訳を雇用する。

表 3.2.73 施工管理要員計画（通訳）

担当	主な業務
通訳	・ 工程会議等における通訳一般

### 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、品質規格は日本工業規格（JIS）あるいは国際規格を適用することを前提とする。表 3.2.74 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 3.2.74 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
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
	高密度ポリエチレン管	規格に適合していること	承認図	ISO4427	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	—	
		サブリック	JIS A 1132	7日強度：3ケ 28日強度：3ケ	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) 機材調達

計画している機材調達リストを表 3.2.75 に示す。

表 3.2.75 機材調達リスト

No	品目	詳細	用途	調達先
1	データロガー監視装置（本部事務所）	汎用パソコン、インターネット接続装置	流量及び水位監視	日本
2	データロガー監視装置（ナムカン浄水場）	〃	〃	〃
3	データロガー監視装置（プープン浄水場）	〃	〃	〃
4	データロガー装置盤（新設配水池）	屋外自立型	〃	〃
5	データロガー装置盤（プーナノン配水池）	〃	〃	〃
6	データロガー装置盤（クアティヌン配水池）	〃	〃	〃
7	ベルトコンベア	機長7m、ベルト幅350mm	汚泥搬出	〃

※No.1～6は、建設費で計上しており、No.7のみ機材調達費で計上している。

## (2) 建設資材調達

### 1) 労務

#### ① ラオス国における技術者、労務者の調達事情

本計画は浄水場の改良と設備更新、配管工事等による土木工事を主体としている。

工事における労務者は、作業員、世話役、測量士、溶接工、鉄筋工、型枠工、電気工、機械工等は現地ラオス人を雇用することを基本とする。

#### ② 現地の労働基準法等による各規制項目、労働条件

ラオス国において、Ministry of Labor and Social Welfare より入手した労働法によると労働時間についての規定は以下のとおりである。

労働時間：週6日で8時間/日、48時間/週を超えない

残業：月当たり30時間未満

休憩時間：昼食時間を含み1時間

### 2) 工事用資材

#### ① 資機材調達先の選定

資機材の調達は、原則として現地調達若しくは日本調達とするが、いずれの調達も困難な場合、第三国調達とする。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
- ・ 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
- ・ アフターケアの確約
- ・ 価格の妥当性

主要資機材調達先区分表を表 3.2.76 に示す。

表 3.2.76 主要資機材調達先区分表

資機材名	調達先			備考
	現地	日本	第三国	
1. 工事材料				
生コン、砂、砂利、セメント、鉄筋	○			
型枠合板、木材	○			
H形鋼等鋼材	○			
塗料類、潤滑油、燃料	○			
止水材、防水材	○			
足場材、支保工材等	○			
2. 機械・電気設備				
ポンプ		○		
天井クレーン	○			
浄水処理機器（薬品注入機器等）		○		
電気設備機器、分電盤		○		
照明器具、外灯、ケーブル、電線管	○			
計装機器、制御機器		○		
配水流量監視設備		○		
3. 配管材料				
ダクタイル鋳鉄管			○	台湾を想定
高密度ポリエチレン管			○	タイを想定

資 機 材 名	調 達 先			備 考
	現地	日本	第三国	
バルブ類*			○	タイを想定
消火栓			○	タイを想定
4.機材調達				
ベルトコンベア		○		

主要な建設資材及び機器材の調達先を決定した理由を表 3.2.77 示す。

①-1 工事材料

工事材料の調達先選定理由を表 3.2.77 に示す。

表 3.2.77 工事材料の調達先選定理由

工事材料	調達先	理由
セメント	ラオス	隣国のタイ国又はベトナム国産の普通ポルトランドセメントが市場で購入可能であり建設工事にて使用されている。
生コン	ラオス	ルアンパバーン北部にセメント工場（Vonethabing 社）があり、生産能力は 120m <sup>3</sup> /h のプラントを 2 基所有している。プラント施設及びコンクリートの品質管理の面では特に大きな問題は無いと考えられる。
鉄筋及び鋼材	ラオス	タイ製品、ベトナム製品、中国製品が流通している。
木材	ラオス	ラオス国内で生産しており、市場で入手可能である。
アスファルト	ラオス	輸入品をラオス国内の市場で入手可能である。
油脂類（燃料）	ラオス	輸入品をラオス国内の市場で入手可能である。

①-2 配管材料（ダクタイル鋳鉄管、高密度ポリエチレン管）

調達先については、コスト、実績等を考慮し、ダクタイル鋳鉄管は台湾を、ポリエチレン管についてはタイを想定する。

給水管への接続資機材については、事業実施後も水道公社が継続的に調達及び維持管理が可能な資機材である必要があるため、ルアンパバーン県水道公社水道公社での仕様と同じとし、ラオス国内での調達とする。

3) 建設機械

① 建設機械調達先の選定

ラオス国では建設工事に使用する汎用機械を保有している会社が数社ある。また、建設機械のリース会社も現地に存在し、保有する建設機械の種類は多くはないが、本事業に必要となる建設機械は調達可能なため建設機械の調達先を現地とした。使用する主要な建設機械の調達先を表 3.2.78 に示す。

表 3.2.78 主要資機材調達先区分表

機 械 名	仕 様	賃貸・ 購入	調 達 先			主 な 用 途
			日本	現地	第三国	
大型ブレーカ付き バックホウ	1,300kg	賃貸		○		掘削
ブルドーザ	15t, 21t	賃貸		○		盛土、埋戻

機 械 名	仕 様	賃貸・ 購入	調達先			主な用途
			日本	現地	第三国	
バックホウ	0.45, 0.8m <sup>3</sup>	賃貸		○		掘削、積込、埋戻
トラッククレーン	5, 15t, 25t	賃貸		○		コンクリート打設、配管 布設
クローラクレーン	35t, 50t	賃貸		○		H形鋼打込など
クレーン付トラック	4t, クレーン容量, 2.9t	賃貸		○		小運搬、配管布設
コンクリートポンプ車	100m <sup>3</sup> /h	賃貸		○		コンクリート打設
振動ローラ (ハンドガイド式)	0.5t, 1.0t	賃貸		○		埋戻転圧、路盤、アスフ アルト舗装
ダンプトラック	2t, 4t, 10t	賃貸		○		土砂運搬
発動発電機	150kVA	賃貸		○		排水
モーターグレーダ	3.1m	賃貸		○		路床、路盤
タイヤローラ	8-20 t	賃貸		○		路盤、アスファルト舗装

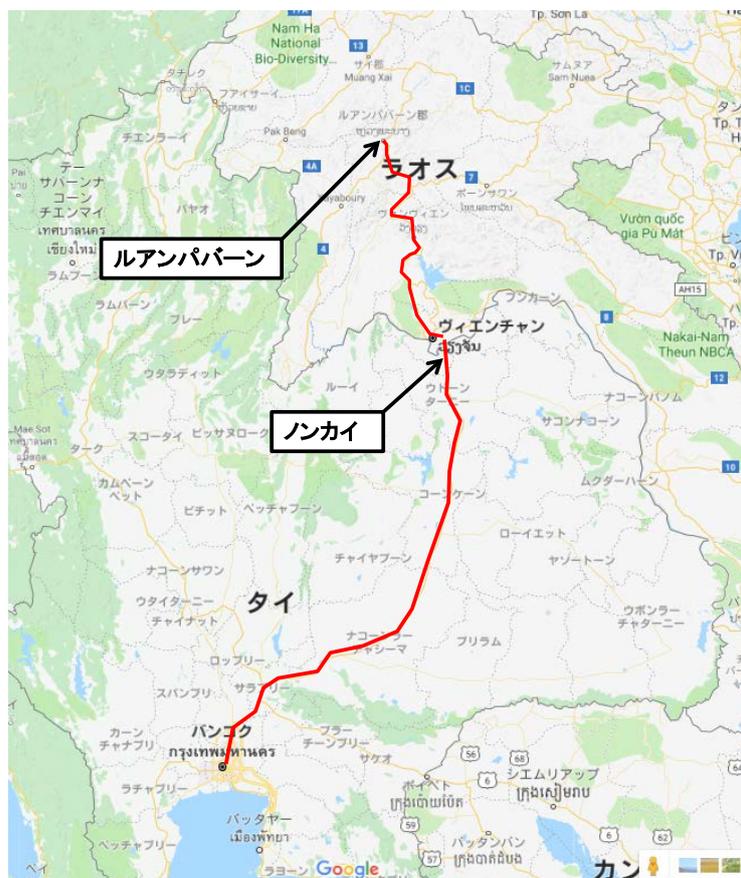
### (3) 輸送・梱包計画

#### 1) 輸送計画

「(2)建設資材調達」で示したように建設資機材は、基本的に現地調達となるが、日本及び第三国調達のものについては輸送が必要になる。

#### 2) 輸送経路

想定される内陸輸送ルート（バンコク港～ルアンパバーン市）を図 3.2.39 に示す。



地図データ: Google、DigitalGlobe

図 3.2.39 ラオス国内での内陸輸送ルート

日本調達の輸送経路は、日本よりタイまで海上輸送し、タイよりラオス国までの陸上輸送をし、ラオス国ビエンチャンからルアンパバーンに運搬されることを想定する。

- 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) バンコク港からタイ国ノンカイへのトラック輸送
- iv) ノンカイから第1友好橋を渡ってラオス国ビエンチャンへ輸入
- v) 第1友好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

想定される第三国調達の輸送経路は、各国の主要港よりタイまで海上輸送し、タイよりラオス国までの陸上輸送をし、ラオス国ビエンチャンからルアンパバーンに運搬されることを想定する。

- 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) バンコク港からタイ国ノンカイへのトラック輸送
- iv) ノンカイから第1友好橋を渡ってラオス国ビエンチャンへ輸入
- v) 第1友好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

ラオス国内の内陸輸送として、ビエンチャンからルアンパバーンまでのルートは国道13号線をとおり、運搬距離は約300km、車で10時間程である。途中の道路は舗装され幅員も確保されているが、山間部を通過する必要がある。

内陸輸送は表3.2.79に示すとおりである。

表 3.2.79 輸送経路

ルート	輸送資機材	道路状況	距離	時間
バンコク ～ノンカイ	鋼材、鋼矢板、 HDPE管等	アスファルト舗 装の国道	800km	13時間
ノンカイ ～ビエンチャン		第1友好橋	1km	1.0時間 (通関有り)
ビエンチャン ～ルアンパバー ン	足場、ケーブ ル、外灯、照明 等	アスファルト舗 装の国道	350km	10時間
ルアンパバーン ～建設サイト	ルアンパバー ン市内で入手 可能な資機材	アスファルト舗 装の国道やコン クリート舗装の 一般道	5-20km程度	0.5時間以内

### 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、ポンプ及び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。

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、施工監理を行うコンサルタントが、ソフトコンポーネント（技術支援）で実施する。

モニタリングシステムについても、個々の初期操作指導は施工業者により行われ、モニタリングシステムを用いた効率的な水運用方法等の活用指導については、建設コンサルタントによるソフトコンポーネント（技術支援）で実施される。

### 3.2.4.8 ソフトコンポーネント計画

#### (1) ソフトコンポーネント（技術支援）の目的

本事業では、送配水管、浄水施設及び配水池が建設され、またモニタリングシステムが導入される。これらの施設が効果的かつ持続的に活用されるために、建設コンサルタントがその操作指導等をラオス国側に対して実施する。

本事業の場合、浄水場施設の運転方法が変わる部分と新たに導入されるモニタリングシステムについてソフトコンポーネント（技術支援）計画により操作指導を行う。

#### (2) ソフトコンポーネント（技術支援）の目標

本プロジェクトにおけるソフトコンポーネント（技術支援）の目標として以下の二つを設定した。

- ルアンパバーン県水道公社の関係職員が、ナムカン浄水場の運転管理及び水質管理を適切にできるようになる
- 新たに導入するモニタリングシステムを効果的に活用し、適切に流量管理をできるようになる

#### (3) ソフトコンポーネント（技術支援）の成果

本プロジェクトにおけるソフトコンポーネント（技術支援）の成果として以下の二つを設定した。

##### 1) ナムカン浄水場の運転管理及び水質管理

ナムカン浄水場の技術系職員が、本プロジェクトの浄水システムを理解し、作成されたマニュアルや標準作業手順書（SOP）に基づき、水質基準を満たす水を安定的に生産・供給できるようになる。

##### 2) モニタリングシステムの活用

ルアンパバーン県水道公社の Administration Planning Division に所属する職員及び関係する各浄水場の職員が、モニタリングシステムを活用して効率的な水運用を実施できるようになる。

#### (3) 成果達成度の確認方法

本ソフトコンポーネント（技術支援）について、各分野・成果ごとの達成度の確認方法及び達成指標を表 3.2.80 以下に示す。

表 3.2.80 ソフトコンポーネント（技術支援）各分野・成果ごとの達成度の確認方法

分野	成果	達成度の確認項目	達成指標
ナムカン浄水場の運転管理及び水質管理	ナムカン浄水場の職員が作成されたマニュアルや SOP に基づき、水質基準を満たす浄水を安定的に生産・供給できるようになる。	1. 河川水位計の観測結果を用いて取水流量を制御し、それに合わせた適切な薬品注入を行い、安定した水質の浄水を生産できるか。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 本プロジェクトの実施により運転方法が変わる部分について、SOP が適切に改訂されていることを確認</li> <li>• 河川水位に依らず、取水流量を一定に制御できていることを確認</li> <li>• 制御した取水流量に対する適切な薬品注入率に設定できていることを確認（埼玉県草の根技協の支援により作成</li> </ul>

分野	成果	達成度の確認項目	達成指標
			<ul style="list-style-type: none"> <li>された薬品注入率設定表を活用)</li> <li>・運転記録フォーマットに適切にデータが入力されていることを確認(機器の日常点検、運転操作及び水位、流量等の入力)</li> <li>・現場での作業状況を確認</li> </ul>
		<p>2. 下記操作を連動して行い、新設された排水処理施設で適切に排水を処理できるか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 新設及び既設沈澱池の上澄み水を適切に排水させる。</li> <li>- 排水・排泥池に収集した排水・汚泥をラグーンに収集し汚泥の脱水を行い、ベルトコンベアを使用して汚泥の搬出を行う。</li> <li>- 排水・排泥池及びラグーンの上澄み水をカン川に放流する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新たに導入される排水処理施設に関する SOP が適切に作成されていることを確認</li> <li>・排水処理施設に関する運転記録フォーマット(機器の日常点検、運転操作及び水位等の入力)が作成されていることを確認</li> <li>・運転記録フォーマットに適切にデータが入力されていることを確認</li> <li>・現場での作業状況を確認</li> </ul>
モニタリングシステムの活用	ルアンパバーン県水道公社の職員が効率的な水運用を実施できるようになる。	<p>1. 送配水実績に基づき、効率的な水運用を実施することができるか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・送配水量記録フォーマットに適切に流量データ及び配水池水位データが入力されていることを確認</li> <li>・上記データを基に、送配水量の現状を把握できていることを確認</li> <li>・送配水量の現状から、各浄水場の生産水量の計画を適切に策定できていることを確認</li> </ul>

#### (4) ソフトコンポーネント（技術支援）の活動（投入計画）

本ソフトコンポーネント（技術支援）の活動（投入計画）の詳細を表 3.2.81 に示す。2 名の本邦専門家の現地業務をそれぞれ 2 回に分けて合計 2.94 M/M 派遣する。また、各派遣の間にルアンパバーン県水道公社職員が自分達で実地訓練を行うことを計画している。

表 3.2.81 ソフトコンポーネント（技術支援）の活動（投入計画）

分野	成果	活動	必要な投入量
ナムカン浄水場の運転管理及び水質管理	ナムカン浄水場の職員が作成されたマニュアルや SOP に基づき、水質基準を満たす浄水を安定的に生産・供給できるようになる。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本プロジェクトによるナムカン浄水場の改良点に関する講義(資料作成と講義)</li> <li>2. 現在の浄水場関連記録の確認</li> <li>3. 薬品混和⇒フロック形成⇒沈澱⇒ろ過の各プロセスのパフォーマンスの評価とモニタリング方法の講義・実習(既設及び新設フロック形成池のパフォーマンスの比較と既設の改善が必要な場合、その改善方法の検討と改善指導<sup>23</sup>を含む。)</li> <li>4. 沈澱池及びろ過池からの排水・排泥処理プロセスの運転管理方法の講義・実習</li> <li>5. 情報伝達フローを考慮しつつ、水量(取水、送水)、薬品注入量、逆流洗浄、排水・排泥、ポンプ運転台数・稼動時間等の浄水場運転記録フォーマットの改定版作成<sup>24</sup></li> <li>6. 上記フォーマットの記載方法指導</li> <li>7. 浄水場運転管理マニュアル及び標準作業手</li> </ol>	<p>浄水場運転維持管理専門家(本邦コンサルタント): 1名×1.47M/M (1.試運転期間中、2.施設引き渡し後 1 カ月後の 2 回に分けて派遣)</p> <p>通訳・支援(現地技術者): 1名×1.47M/M</p>

<sup>23</sup> 角落しの阻流板追加による混和強度の調整を想定しており、ソフトコンポーネントの講習を受けた水道公社職員が対応する。ソフトコンポーネントの 2 回目の現地派遣時にコンサルタントが確認する。

<sup>24</sup> 運転記録フォーマット及び SOP の改定版については、これまでの支援(主に草根の技協)で作成されたものを基に、本プロジェクトの実施により新たに追加及び変更が必要な部分を改定する。

分野	成果	活動	必要な投入量
		順書(SOP)の改定版作成 <sup>24</sup> 8. 上記マニュアルや SOP の講義・実地指導	
モニタリングシステムの活用	ルアンパバーン県水道公社の職員が効率的な水運用を実施できるようになる。	1. 本プロジェクトで導入するモニタリングシステムとその活用方法(配水量管理)に関する講義(資料作成と講義) 2. 既存 4 浄水場の送配水量のデータ確認 3. 上記送配水量データに基づく水運用方法に関する講義(資料作成と講義) 4. 流量データ及び各配水池の水位データ等の記録フォーマットの改定版作成 <sup>24</sup> 5. 上記フォーマットの記載方法指導 6. データに基づく水運用プラン作成に関する講義(資料作成と講義) 7. 送配水システム運転維持管理マニュアル(ポンプ・バルブ <sup>1)</sup> ・流量計類操作手順、送水ポンプ運転・維持管理スケジュール)の作成 8. 上記マニュアルの講義・実地指導	配水量管理専門家(本邦コンサルタント): 1名×1.47M/M (1.試運転期間中、2.施設引き渡し後1カ月後の2回に分けて派遣)  通訳・支援(現地技術者): 1名×1.47M/M

1) サージング防止のためのバルブ操作指導含む

## (5) ソフトコンポーネント（技術支援）の実施工程

全体実施工程計画（案）を表 3.2.82 に示す。

浄水場運営維持管理専門家及び配水量管理専門家の現地派遣を 2 回に分け、現地派遣 1 回目の帰国前にカウンターパートに課題を与える。課題については、各種フォーマットへの記載や SOP に記載すべき内容の検討等を計画している。2 回目の専門家の現地作業では、フォーマット記載状況のフォローアップと SOP 作成等の追加指導を行う。

## (6) ラオス国側の責務

### 1) 関連職員の配置

ターゲットである浄水場施設課と給水課の関連する職員が本ソフトコンポーネント（技術支援）に積極的に参加する必要がある。ラオス国側は本ソフトコンポーネント（技術支援）のカウンターパートとして該当する職員を指名する。

### 2) 会議室等の提供

技術指導期間中にはプロジェクトが利用可能な会議室を提供する。

### 3) 阻流板の準備及び設置

「ナムカン浄水場の運転管理及び水質管理」の指導において、既存ブロック形成池の攪拌強度の改善を指導する可能性がある。この場合、角落ちへの阻流板の追加が必要になるため、これに関する阻流板の準備及び設置作業をラオス国側で実施する。

表 3.2.82 全体実施工程計画（案）

No.	活動	2022年								
		5月			6月			7月		
1.	浄水場運転維持管理	■	■	■						■
1-1	本プロジェクトによるナムカン浄水場の改良点に関する講義（講義）	■	■	■						
1-2	現在の浄水場関連記録の確認	■							■	
1-3	薬品混和⇒フロック形成⇒沈澱⇒ろ過の各プロセスのパフォーマンスの評価とモニタリング方法の講義・実習（既設および新設フロック形成池のパフォーマンスの比較と既設の改善が必要な場合、その改善方法の検討と改善指導を含む。）	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1-4	沈澱池およびろ過池からの排水・排泥処理プロセスの運転管理方法の講義・実習	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1-5	情報伝達フローを考慮しつつ、水量（取水、送水）、薬品注入量、逆流洗浄、ポンプ運転台数・稼動時間等の浄水場運転記録フォーマットの改訂版作成		■	■					■	■
1-6	上記フォーマットの記載方法指導			■					■	■
1-7	浄水場運転管理マニュアル及び標準作業手順書（SOP）の改定版作成	■							■	
1-8	上記マニュアルやSOPの講義・実地指導		■	■					■	■
2.	モニタリングシステムの活用（配水量管理）	■	■	■					■	■
2-1	本プロジェクトで導入するモニタリングシステムとその活用方法（配水量管理）に関する講義（講義）	■	■	■						
2-2	既存4浄水場の送配水量のデータ確認	■							■	
2-3	上記送配水量データに基づく水運用方法に関する講義（資料作成と講義）	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2-4	流量データおよび各配水池の水位データ等の記録フォーマットの改定版作成		■	■					■	■
2-5	上記フォーマットの記載方法指導		■	■					■	■
2-6	データに基づく水運用プラン作成に関する講義（資料作成と講義）	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2-7	送配水システム運転維持管理マニュアル（ポンプ・バルブ・流量計類操作手順、送水ポンプ運転・維持管理スケジュール）の作成	■	■	■					■	■
2-8	上記マニュアルの講義・実地指導		■	■					■	■
	ソフトコンポーネント実施状況報告書の提出							▲		
	ソフトコンポーネント完了報告書の提出									▲

#### 3.2.4.9 実施工程

工事内容・工期の関係から、複数年度案件として実施工程計画を策定した。最初の年度に詳細設計を行い、翌年度から工事（施工・調達）を実施するものとする。工期は、詳細設計が 5.0 ヶ月（契約から入札図書承認まで 7.0 ヶ月）、入札契約期間（事前審査～施工開始まで）が 4.0 ヶ月、施工・調達が 26 ヶ月である。実施工程は、表 3.2.83 に示すとおりである。



### 3.3 相手国側分担事業の概要

#### 3.3.1 相手国負担事項一覧

主な相手国負担事項一覧を表 3.3.1 に示す。

表 3.3.1 主な相手国負担事項一覧

項目	内容	備考
銀行手数料	• 銀行口座開設、A/P <sup>1)</sup> 発行手数料	—
用地取得	• 配水池用地の用地取得	詳細を「3.3.2 用地取得」に示す。
整地	• 配水池用地における表層部の処理（樹木の伐採、岩の撤去）	—
アクセスロード建設	• 配水池用地へのアクセス道路建設	—
配水池用地からの排水	• 越流管及び雨水の排水用に設置される排水管から先の排水路の確保	詳細を「3.3.3 配水池用地からの排水」に示す。
環境社会配慮	• IEE の実施 • 工事中の環境モニタリング	詳細を「3.3.4 環境社会配慮への対応」に示す。
ナムカン浄水場	• 浄水場運転停止の調整 • 土木構造物の補修 • 沈澱池設置位置にある小屋の撤去 • 社、資材置き場の撤去 • 敷地内における整備箇所の伐木	詳細を「3.3.5 ナムカン浄水場工事に伴う浄水場運転調整」に示す。
給水管接続	• 給水拡張区域における給水管接続	詳細を「3.3.6 給水管接続」に示す。
電力引き込み工事	• 配水池用地	詳細を「3.3.7 電力引き込み工事」に示す。
資材置き場	• 施工業者のための資材置き場	—
UXO	• 工事前の UXO 調査 • 発見された場合の撤去作業	詳細を「3.3.8 UXO 対応」に示す。
地元住民への対応	• 主に管路工事における工事箇所周辺住民及びレストラン・ホテル等との調整及び対応	—
ソフトコンポーネント	• ソフトコンポーネントに参画する職員確保 • 会議室等の用意 • 阻流板の準備及び設置	詳細を「3.2.4.8(6) ラオス国側の責務」に示す。
免税措置	• 免税措置	—

1) A/P: Authorization to Pay

#### 3.3.2 用地取得

ラオス国側は本プロジェクトで建設する配水池の用地を取得する必要がある。

用地取得方法は「2.2.3.12 用地取得」に示すとおり。なお、2018年12月25日付で用地取得が完了している。

### 3.3.3 配水池用地からの排水

雨水排水用の側溝及び排水管、及び配水池からの越流水のための排水管を本事業で布設する。配水池用地の前には沢筋があり、そこに放流する。なお、沢筋の下流側には水路がある。

図 3.3.1 に示すとおり、配水池用地から約 10m 程度の排水管を整備し、沢筋に放流する。排水管より下流側の排水については、ラオス国側負担とする。

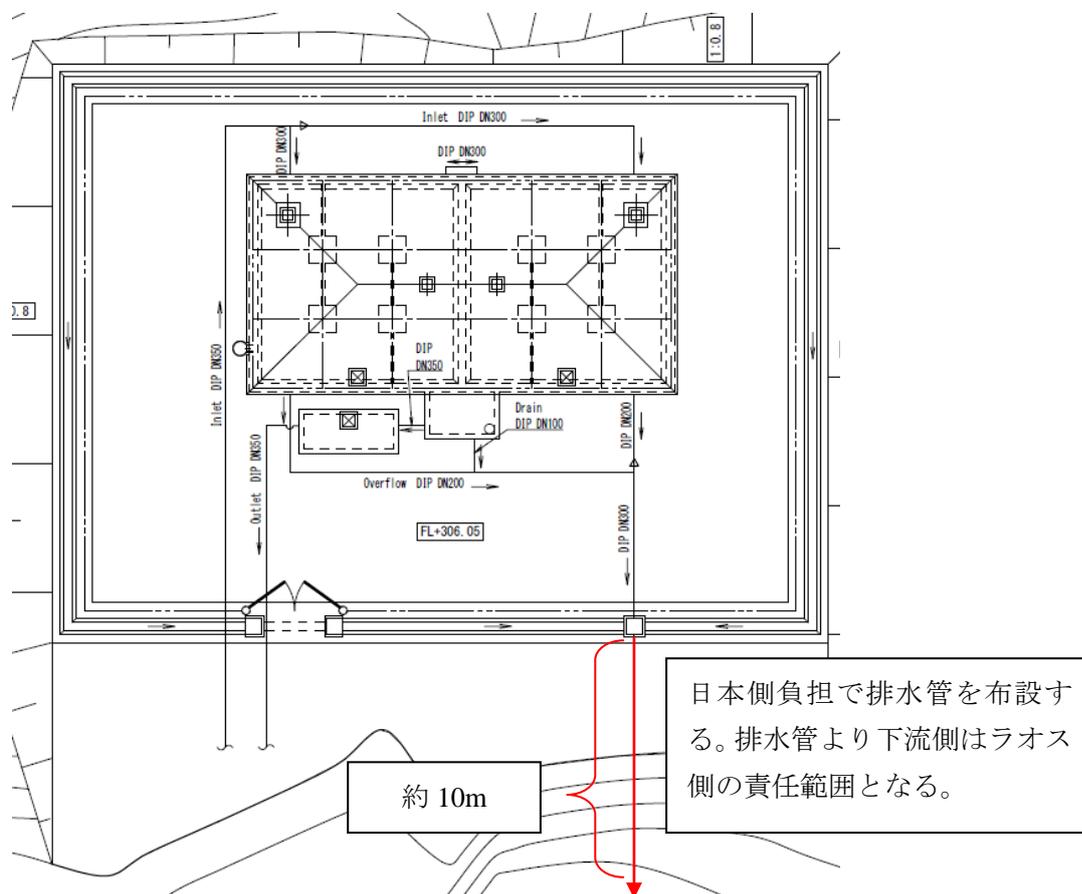


図 3.3.1 配水池用地の排水管

### 3.3.4 環境社会配慮への対応

#### 3.3.4.1 環境遵守証の取得

本プロジェクトは、ラオス国の法令により、初期影響調査（IEE）の実施と ECC の取得が義務付けられている。ラオス国政府側事業実施機関である DPWT-LPB 及び WSSE-LPB は、IEE の関係者への説明会（ステークホルダーミーティング）を開催し、説明会を経て得たコメントを反映させ最終化した IEE 報告書をルアンパバーン県天然資源環境局（DONRE）へ提出し、承認の証となる環境遵守証（ECC）の交付を受ける必要がある。DPWT-LPB は 2018 年 10 月に DONRE に IEE 報告書を提出し、同年 11 月 22 日付で ECC が交付されている。

#### 3.3.4.2 遺産への影響評価（HIA）

ルアンパバーン県世界遺産室と DPWT-LPB で世界遺産地区内における本事業実施についての協議が行われ、本事業は世界遺産に負の影響を及ぼさないと判断され、世界遺産への本事業による影響を評価する追加調査（Heritage Impact Assessment: HIA）の実施は不要であることを確認し、2018

年 11 月 30 日付にて世界遺産室長名で HIA 実施不要の見解を示す証明書が発行された。

### 3.3.5 ナムカン浄水場工事に伴う浄水場運転調整

ナムカン浄水場では、下記の工事を実施する際に池内（既設ブロック形成池及び浄水池）の水を各約 3 週間程度抜く必要がある。即ち、その期間は該当する系統について運転を停止する必要がある。

1. 浄水池間の連通管
2. 新設する混和池から既存ブロック形成池へ接続する管路

	<p>左図の赤線で示された以下の施設を本プロジェクトで建設する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 着水井、混和池</li> <li>- フロック形成池、沈澱池</li> <li>- 混和池とフロック形成池をつなぐ管路</li> <li>- 2 浄水池間の連通管</li> </ul>
	<p>施工段階 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 着水井、混和池、フロック形成池、沈澱池を建設する。</li> <li>- この段階では、浄水場は現状どおりの運転が可能である。</li> </ul>
	<p>施工段階 2（この工事で約 3 週間の停止が必要 ①）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プーナノン配水池に送水している浄水池を開口し、連通管を接続する（図の赤線部分）</li> <li>- この間、プーナノン配水池に送水している浄水池は水を抜く必要があり、プーナノン配水池への水は送水できない（約 3 週間の停止）。</li> </ul>
	<p>施工段階 3（この工事で約 3 週間の停止が必要 ②）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 混和池から既存のフロック形成池へ管路を接続する。</li> <li>- プーシーへ送水している浄水池を開口し、連通管を接続する。</li> <li>- この間、プーシー配水池に送水している浄水池は水を抜く必要があり、プーシー配水池への水は送水できない（約 3 週間の停止）。</li> </ul>

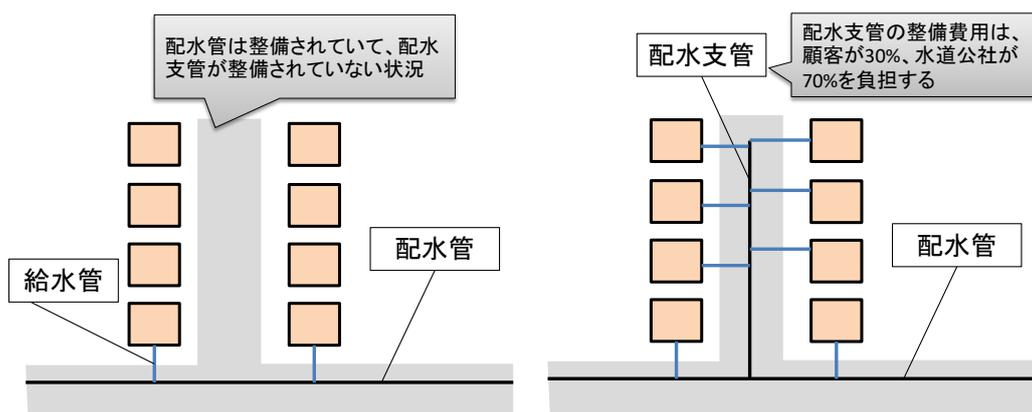
上図のとおり、施工段階に応じてそれぞれ3週間の運転停止をする必要がある。該当する工事期間中は Asia 及び Demco 浄水場からの給水量を増やすことにより、給水サービスの継続を事前に調整する必要がある。なお、現状においても、ナムカン浄水場を清掃する場合には、民間浄水場と調整の上、民間浄水場からの給水量を増やす等の対応を日常的に実施しており、本事業の工事時にも同様な対応を実施することにより対応する。

### 3.3.6 給水管接続

給水管接続についてルアンパバーン県水道公社に確認した内容を表 3.3.2 に示す。

表 3.3.2 給水管接続等に関する状況

項目	内容
給水管接続の費用負担	-顧客が100%負担する。
給水管接続費用	-1件あたりの接続費用は約100万 Kip (約120USD (1USD=8,300Kip)) -上記費用に加え、図 3.3.2 のように配水支管を整備する必要がある場合、配水支管施工費の30%を顧客が負担する必要がある。 -このため家から配水管が遠い場合は、給水管を長く布設する必要があり、その分、給水管接続費用が高くなる。
給水管接続の補助制度	-なし
給水管の管理区分	-水道メーターまでが水道公社管理で、それより顧客側が顧客の管理
給水管の管材	-ポリエチレン管
給水管接続工事	-給水管接続工事は、水道公社が民間企業に委託し、民間企業が実施する。 -年間1,000件程度の接続が可能
水道メーター	-最近タイ製 (Asahi) 及び中国製を使用している。

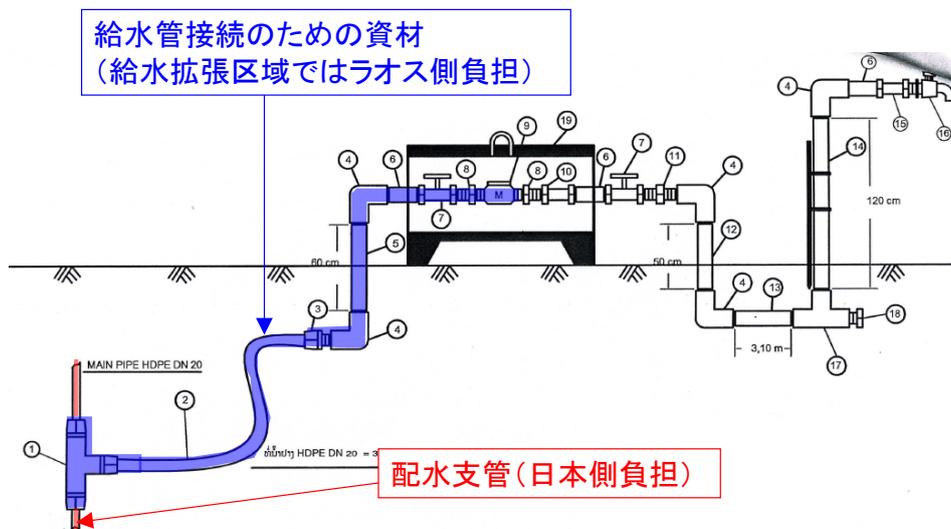


出典：ルアンパバーン県水道公社への聞き取りを基に JPST 作成

図 3.3.2 配水支管整備の費用負担について

現況の料金制度では、給水管接続に必要な資材をプロジェクトで調達したとしても、顧客が負担する接続費用は変わらないため、給水管接続が進むことにはつながらない。給水管接続に必要な資材の調達よりも、プロジェクトにおいて配水支管まで整備することが給水管接続件

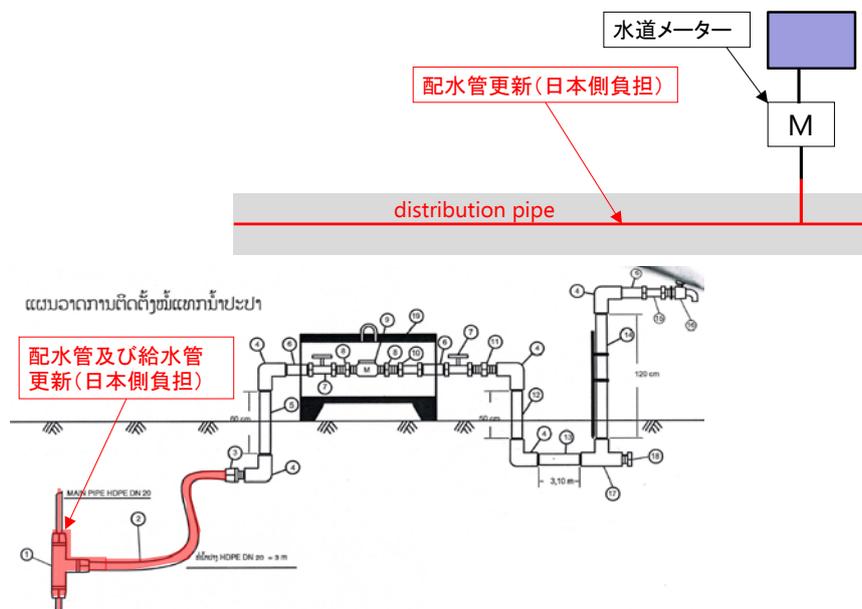
数の促進に寄与すると想定されるため、本プロジェクトでは可能な限り配水支管まで施工し、給水管接続はラオス国側負担（実質は住民負担）で実施することを計画している。



出典：ルアンパバーン県水道公社資料を基に JPST

図 3.3.3 ラオス国側負担となる給水管接続資材（給水拡張区域）

なお、既存配水管の更新に伴う既設給水管と新規配水管の接続は、図 3.3.4 に示すとおりプロジェクトで負担することを計画している（図の赤線部分をプロジェクトで負担）。配水管から分岐する管をプロジェクトで交換しない場合、給水管を一度切断して再度接続する工事が実施されることになり、この接続部分が漏水管理上の弱点になりやすいため、配水管から分岐する管までをプロジェクトで交換することを計画している。



出典：ルアンパバーン県水道公社資料を基に JPST

図 3.3.4 既存配水管更新に伴う給水管への接続

### 3.3.7 電力引き込み工事

新設配水池用地に電気が必要のため、ラオス国側負担で実施する。

### 3.3.8 UXO 対応

UXO については以下のとおり合意を得ている。

- 施工時には必要に応じてラオス国側負担で UXO 調査を実施する※1
- 施工期間中に UXO が発見された場合、ラオス国側負担で撤去作業を実施する。

※1:ルアンパバーン市の建設現場においては、これまで1件の不発弾しか見つかっていない(空港北側)。したがって、管路工事において不発弾が出てくる可能性は極めて小さいため、管路工事区間において不発弾調査は実施しない。配水池建設予定地においては、本準備調査において、UXO Lao の協力を得て UXO 調査を実施後、測量及び土質調査を実施した。施工時には必要に応じてラオス国側負担で UXO 調査を実施する。

## 3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本事業実施後に必要となる人員については表 3.4.1 に示すとおり。

表 3.4.1 本事業実施後の運営・維持管理体制（職員の配置及び業務内容）

項目	業務内容及ぶ運転維持管理の変更	プロジェクト実施後の対応
給水区域の拡張	給水区域拡張に伴い、検針員の業務量が増える。2025 年までに、拡張区域で 600 件程度の顧客増が見込まれる。	検針員を 1 名増員する。
浄水場の機能改善	浄水場の運転方法が一部変更になることと、排水処理施設が新設される。	汚泥処理担当として 2 名（契約社員）増員する。
浄水場の運転維持管理	ナムカン浄水場の電気代、薬品代	販売水量も増加するため、それにより対応可能。
配水池の新設	配水池が新設されるため、既設配水池のように警備員が必要となる。	廃止するプーシー配水池の警備員が異動する <sup>1)</sup> 。
モニタリングシステム	流量データの収集が自動化され、その分で業務量が削減される。	現状の組織体制で対応可能。

1) 既存配水地と同様に警備員を配置しているが、経営効率化を考慮すると、水道公社本部でのモニター画面による監視や定期的なパトロールによる対応等が将来的には望まれる。

職員数及び配置状況を表 3.4.2 に示す。表 3.4.2 には、上記表 3.4.1 に示した内容に基づき、各部門において新たに必要となる職員数についても示した。

表 3.4.2 職員数及び配置状況（2018年3月時点）

部門	職員数			備考	プロジェクト 実施後の体制
	正規社員	契約社員	計		
総裁、副総裁	3	-	3		変更不要
監査委員会	4	-	4		〃
組織・事務・計画	13	1	14		〃
財務・会計	7	1	8		〃
設計	26	3	29		〃
ナムカン浄水場	8	-	8		2名増（汚泥処理）
プーブン浄水場	4	-	4		変更不要
スパンナブーン浄水場	2	-	2		〃
技術	24	3	27	現場対応	〃
顧客サービス	9	1	10	メーター検針、集金等	1名増
Nambak 郡	10	1	11		変更不要
Xiengngem 郡	10	1	11		〃
Nan 郡	13	-	13		〃
Ngoy 郡	7	1	8		〃
Phonexay 郡	4	1	5		〃
警備、掃除等	-	50	50		プーシー配水池の 警備員が新設配水池へ異動する。
合計	144	63	207		

出典：ルアンパバーン県水道公社

### 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

##### 3.5.1.1 日本側負担費用

表 3.5.1 に示すとおり、日本側の負担費用は 入札関連情報につき非公開 である。

表 3.5.1 本プロジェクトの日本側負担費用内訳

項目	詳細	概算事業費 (百万円)
上水道関連施設	送配水管 (65.2km)	入札関連情報 につき非公開
	給水管 (管路更新に伴う給水管切替え)	
	配水池	
	ナムカン浄水場 (土木)	
	着水井、混和池、沈澱池、排水処理施設 等	
	ナムカン浄水場 (機械電気)	
	取水ポンプ施設、送水ポンプ施設、薬注施設 等	
	モニタリングシステム	
	その他直接工事費 (輸送梱包費等)	
	機材調達費 (ベルトコンベア)	
	間接工事費、一般管理費	
ソフトコンポーネント		
詳細設計・施工監理		
合計		

### 3.5.1.2 ラオス国側負担費用

ラオス国側負担費用は約 4,010 万円 (目標年次 2025 年までにかかる経費合計) であり、その内訳を表 3.5.2 に示す。

表 3.5.2 ラオス国側負担費用割合

No	項目	内容	百万 LAK	百万円 (円相当)
1	銀行口座、手数料	・ 口座開設、A/P <sup>1)</sup> 発行手数料	150	2.0
2	土地取得	・ 配水池用地の取得	750	9.9
3	整地	・ 配水池用地の整地	349.9	4.6
4	アクセスロード建設	・ 配水池用地へのアクセス道路建設	897.0	11.8
5	ナムカン浄水場	・ 社、資材倉庫、小屋 (沈澱池設置位置) の撤去 ・ 敷地内における整備箇所の伐木 ・ 土木構造物の補修	305.7	4.0
6	ナムカン浄水場	・ 工事期間中の運転調整	15	0.2
7	電力引き込み工事	・ 配水池用地	212.4	2.8
8	UXO、資材置き場、関係機関との調整	・ 工事前の UXO 調査 ・ 発見された場合の撤去費用 ・ 資材置き場 ・ 関係機関との調整	334	4.4
9	ソフトコンポーネント	・ 阻流板の設置・調整	17	0.2
10	環境社会配慮	・ 環境モニタリング	14	0.2
	合計		3,045	40.1

1) A/P: Authorization to Pay

### 3.5.1.3 積算条件

積算条件を表 3.5.3 に示す。

表 3.5.3 積算条件

項目	内容
積算時点	2018年6月
為替交換レート	1 USD=108.75 円 1 LAK=0.0132 円
施工期間	全体：38ヶ月 詳細設計期間：7ヶ月（入札図書作成を含む） 入札契約期間：5ヶ月 施工調達期間：26.0ヶ月
その他	本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

### 3.5.2 運営・維持管理費

#### 3.5.2.1 人件費増加分

表 3.4.2 に示す職員配置に基づき、以下の人員増を考慮する。

表 3.5.4 人員配置計画及び給与

項目	人数	配置時期	平均給与 <sup>1)</sup>	為替レート
検針員	1名	2023年より	3,880,000 LAK/月（約 51,000 円）	1LAK=0.0133 円 2018年8月
汚泥搬出作業員 (ナムカン浄水場)	2名	2023年より	943,600 LAK/月（約 12,600 円）	

1) 実績給与より

上記を基に、プロジェクト実施により増加する人件費を算出し表 3.5.5 に示す。

表 3.5.5 プロジェクト実施により増加する人件費

年	増加人数		人件費			プロジェクト実施による増加分	
	検針員	警備員、 作業員(汚泥)	検針員 LAK/月	警備員 作業員(汚泥) LAK/月	小計 LAK/月	LAK/年	JPY/年
2016	0	0	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0
2020	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0
2023	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2024	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2025	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2026	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2027	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2028	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2029	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2030	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2031	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2032	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2033	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2034	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445
2035	1	2	3,880,000	1,887,200	5,767,200	69,206,400	920,445

### 3.5.2.2 運転維持管理増加分

プロジェクトの実施前後で運転維持管理費に影響があるのはナムカン浄水場であり、1日平均生産量が増える見込みのため、薬品費及び電気代が増える見込みである。現況の薬品費及び電気代を表 3.5.6 に示す。

表 3.5.6 薬品費及び電気代の実績（2016年ナムカン浄水場）

年	1日平均生産量 m <sup>3</sup> /日	薬品代		電気代	
		LAK/年	LAK/日	LAK/年	LAK/日
2016	9,026m <sup>3</sup> /日	512,329,488 (約 680 万円)	1,399,807 (約 1.86 万円)	974,902,071 (約 1,300 万円)	2,663,667 (約 3.54 万円)

出典：ルアンパバーン県水道公社

上記より、生産量 1m<sup>3</sup> あたりの薬品代及び電気代は下記となる。

- 薬品代単価（生産水量 1m<sup>3</sup> あたり）：155 LAK/m<sup>3</sup>
- 電気代単価（生産水量 1m<sup>3</sup> あたり）：295 LAK/m<sup>3</sup>

また、汚泥処理単価及び費用は以下となる。

- 汚泥処理単価：287,000 LAK/m<sup>3</sup>（=1m<sup>3</sup> あたりの汚泥の受入れ処分費（Lakpaeth 廃棄物処分場））
- 汚泥処理費用：浄水が 1日平均生産量 10,800m<sup>3</sup>/日の場合、計算上は汚泥搬出量が 540m<sup>3</sup>/年となる。（汚泥搬出量 1.5m<sup>3</sup>/日=45m<sup>3</sup>/月=540m<sup>3</sup>/年）

上記を基に、プロジェクト実施により増加する運転維持管理費を算出し表 3.5.7 に示す。なお、生産水量については、財務シミュレーションで用いた条件とした。

表 3.5.7 プロジェクト実施により増加する運転維持管理費

年	1日平均生産水量 m3/日	薬品代 M LAK/年	電気代 M LAK/年	汚泥処分費 M LAK/年	プロジェクト実施による増分	
					M LAK/年	M JPY/年
2016	9,026	511	972	0	0	0
2017	9,000	509	969	0	0	0
2018	9,000	509	969	0	0	0
2019	9,000	509	969	0	0	0
2020	9,000	509	969	0	0	0
2021	9,000	509	969	0	0	0
2022	9,000	509	969	0	0	0
2023	9,000	509	969	129	129.2	1.7
2024	9,000	509	969	129	129.2	1.7
2025	9,500	538	1,023	136	213.5	2.8
2026	9,900	560	1,066	142	285.0	3.8
2027	10,400	588	1,120	149	374.2	5.0
2028	10,800	611	1,163	155	445.7	5.9
2029	10,800	611	1,163	155	445.7	5.9
2030	10,800	611	1,163	155	445.7	5.9
2031	10,800	611	1,163	155	445.7	5.9
2032	10,800	611	1,163	155	445.7	5.9
2033	10,800	611	1,163	155	445.7	5.9
2034	10,800	611	1,163	155	445.7	5.9
2035	10,800	611	1,163	155	445.7	5.9

### 3.5.2.3 プロジェクト実施による財務収益への影響

上記で算出した人件費及び運転維持管理費及び収益への効果推計を合計したものを表 3.5.8 に示す。プロジェクト実施による運営・維持管理費の増加分は、施設完成後の 2023 年から年間約 264 万円の増加となり、徐々に増加していき 2028 年以降は約 685 万円の増加となる。他方、料金収益の増分は、2025 年で 780 万円、2028 年以降は、3200 万円と推定される。財務改善効果は運営費用の 4.6 倍程度確保できる見込みである。

表 3.5.8 プロジェクト実施による増加する運営・維持管理費

年	料金収入		運転経費					利益	
	増分		薬品・電気代 LAK百万/年	汚泥処分費 LAK百万/年	人件費 LAK百万/年	合計		LAK百万/年	JPY千/年
	LAK百万/年	JPY千/年				LAK百万/年	JPY千/年		
2016	0	0	0		0	0	0		
2017	0	0	0		0	0	0		
2018	0	0	0		0	0	0		
2019	0	0	0		0	0	0		
2020	0	0	0		0	0	0		
2021	0	0	0		0	0	0		
2022	0	0	0		0	0	0		
2023	0	0	0	129	69	198	2,639	-198	-2,639
2024	0	0	0	129	69	198	2,639	-198	-2,639
2025	586	7,799	77	136	69	283	3,760	304	4,039
2026	1,129	15,018	143	142	69	354	4,711	775	10,306
2027	1,806	24,017	225	149	69	443	5,898	1,362	18,119
2028	2,425	32,258	291	155	69	515	6,849	1,910	25,409
2029	2,425	32,258	291	155	69	515	6,849	1,910	25,409
2030	2,425	32,258	291	155	69	515	6,849	1,910	25,409
2031	2,425	32,258	291	155	69	515	6,849	1,910	25,409
2032	2,425	32,258	291	155	69	515	6,849	1,910	25,409
2033	2,425	32,258	291	155	69	515	6,849	1,910	25,409
2034	2,425	32,258	291	155	69	515	6,849	1,910	25,409
2035	2,425	32,258	291	155	69	515	6,849	1,910	25,409

### 3.5.2.4 WSSE-LPB の事業経営概況

#### (1) 経営概況

##### 1) 総括

過去三年間の WSSE-LPB の経営を概観すると、後述するように、2017 年には営業赤字に陥っている。「3.5.2.4(4) WSSE-LPB 料金体系」で示すように過去 3 年間料金の改定が行われておらず、これが、経営を圧迫している。ただ経営努力という上では、課題も多い。次の表からも明らかのように、営業収益の伸びに比して職員数と賃金の増加が大きい。「3.5.2.4(5)1)WSSE-LPB の財務構造」で示すように、WSSE-LPB は都市部で利益を出して、農村地区の赤字を補填する財務構造になっている。既に、計画が策定されている今後の更なる農村への拡張を考慮すると、経営効率向上は、組織の健全性を維持する上で重要な課題となっている。

表 3.5.9 WSSE-LPB 生産性指標

	2015	2017	増分
職員数 (人)	137	152	11%
1,000 接続あたり職員数 (人)	6.9	6.8	-2%
職員一人当たりの総営業収益 (1,000 kip)	191,664	201,609	5%
職員一人当たりの請求水量 (m <sup>3</sup> /年)	54,079	55,928	3%
職員一人当たりの人件費 (1,000 kip)	32,405	44,028	36%

出典：WSSE-LPB Annual Report 及び財務諸表から JPST が計算

表.3.5.10 の財務指標をみると、営業収益／操業費比率、現金比率ともに一般的な水道公社の水準からすると、優秀であり、ラオス国の公社の中ではおそらくトップの水準である。しかしながら、2017 年は自己資本比率を除く、すべての面で財務指標が悪化している。最も問題であるのは、営業利益及び、純利益がマイナスとなったことである。現金と経費の比率を見ても明らかであるように、現金の準備割合が 5 年間で最低の水準となっている。

表. 3. 5. 10 WSSE-LPB 財務指標

	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
営業収益／操 業費比率＊ (Operating Ratio)	162%	184%	163%	193%	167%
営業利益率	8%	9%	7%	4.4%	-1.4%
当期純利益率	4%	5%	2%	0.8%	-4.5%
自己資本比 率	76%	80%	77%	80%	98%
現金／総営 業経費月額 比率＊	7.3	10.6	10.1	12.8	9.5
現金／月額 人件費・比 率	20.0	26.8	28.0	26.6	16.5

注：＊減価償却費を除く

出典：WSSE-LPB 財務諸表

## (2) 未収金

次表は、顧客タイプ別の未収金を日平均売上で除した回収日数である。この日数が少ないほど、料金回収が良好であることの指標となる。全体的に日数は減少しており、改善傾向にある。家庭と企業が改善しているのに対して、政府機関からの回収が2017年には悪化している点が問題である。

表. 3. 5. 11 顧客種別未収金回収日数＊

単位：日

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
家庭	37	52.7	32.4	16.2	26.0	19.9
政府機関	259.9	278.7	217.7	204.7	188.7	225.8
企業	45.5	58	38.8	33.6	20.5	16.3
合計	71	58.5	61.9	48.2	47.1	47.7

注＊：売掛金を日平均収益で除した値

出典：WSSE-LPB 財務諸表から JPST が計算

## (3) WSSE-LPB 組織

次の図は、WSSE-LPB の組織図である。

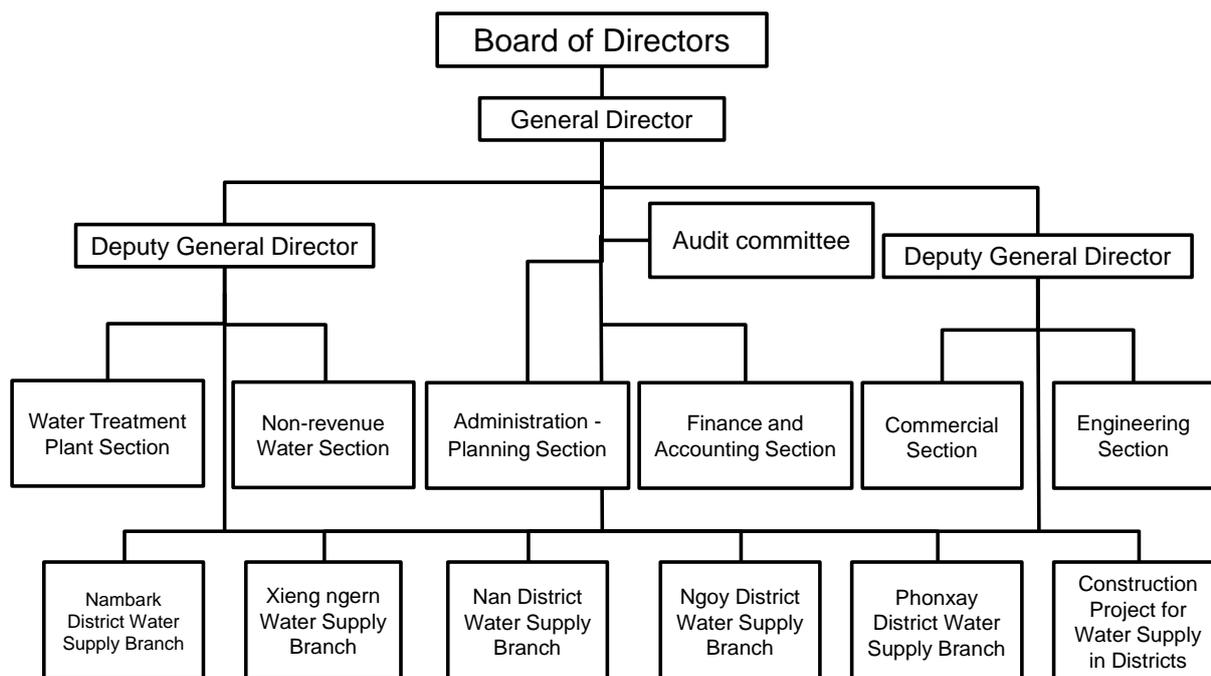


図 3.5.1 WSSE-LPB 組織図

出典：WSSE-LPB Annual Report 2017

表 3.5.12 は、2017 年におけるルアンパバーン県水道公社の勤続年数別職員数を示したマトリクスである。続く表は、年齢層別職員数を示している。10 年以下の経験の浅いスタッフが多く、組織としては若く、これらの若い世代の技術的な育成が課題となっている。

表 3.5.12 WSSE-LPB 勤続年数別職員数 (2017 年 12 月)

勤続年数 (年)	事務職員 (人)	テクニカル職員 (人)	合計 (人)
1 - 5	34	20	54
6 - 10	11	17	28
11 - 15	14	12	26
16 - 20	4	7	11
21 - 25	4	3	7
26 - 30	2	2	4
31 - 35	4	1	5
36 - 40	1	1	2
>40	0	0	0
合計:	74	63	137

出典：2017 年 WSSE-LPB の Annual Report

表 3.5.13 ルアンパバーン県水道公社 年齢層別職員数 (2017年12月)

職員年齢 (歳)	事務職員 (人)	テクニカル職員 (人)	合計 (人)
< 20	0	0	0
21 - 30	30	21	51
31 - 40	30	28	58
41 - 50	6	10	16
51 - 60	8	4	12
合計:	74	63	137

出典：2017年 WSSE-LPB の Annual Report

#### (4) WSSE-LPB 料金体系

表 3.5.14 は、ルアンパバーン県水道公社の水道料金体系である。2010年から2012年までは改訂がなかったが、2013年から2015年まで年3%ずつの増加が認められる。2016年、2017年は再び料金据え置きのみであった。現在の断続的な料金改定は、財務状況を不安定にしている要因の一つである。

表 3.5.14 ルアンパバーン県水道公社水道料金

	年	2013	2014	2015-2017
カテゴリ 1: 家庭				
1 - 7 m3	Kip/m3	1,680	1,764	1,852
8 - 15 m3		2,340	2,504	2,754
> 16 m3		3,058	3,156	3,251
カテゴリ 2: 政府機関	Kip/m3	2,990	3,289	3,618
カテゴリ 3: 企業、国際機関	Kip/m3	3,250	3,575	3,933

出典：ルアンパバーン県水道公社

水道料金改定プロセスは図 3.5.2 に示すとおりである。基本的に理事会の審議を経て、公社内での改定のための申請書が作成され、国の機関である MPWT の水道局で審査された後に、県に到達される。知事は、議会で審議してその妥当性について確認を得たあとに、布告することになっている。プロセスの中で最も時間がかかっているのが内部での資料作成である。申請書のテンプレートあるいはマニュアル、ガイドラインは存在せず、各水道公社が独自の方法で作成している。

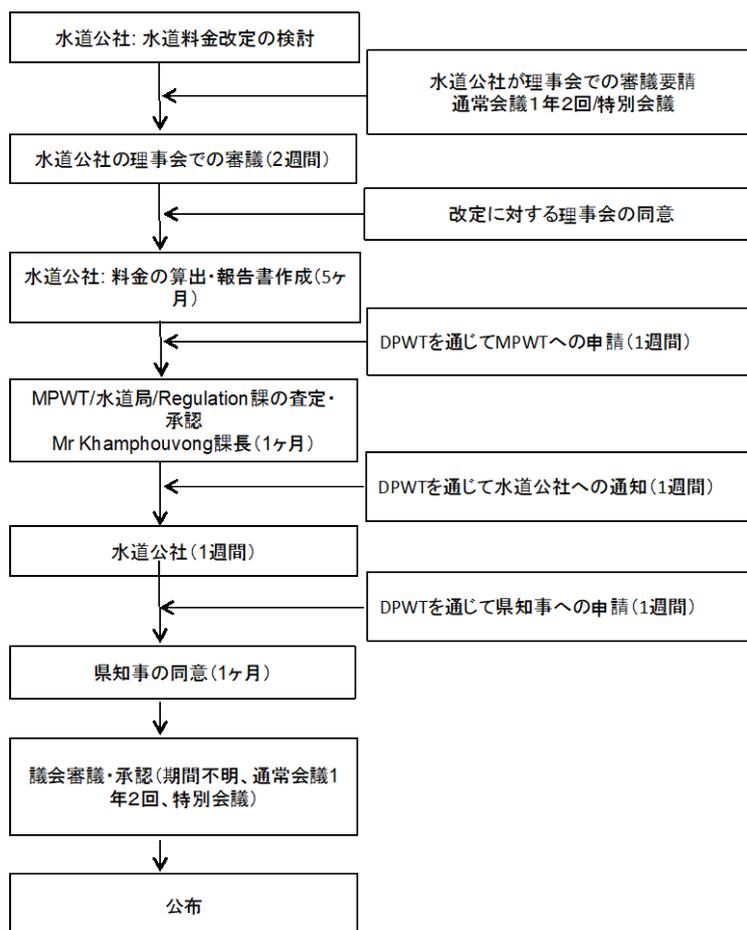


図 3.5.2 水道料金改定フロー

## (5) WSSE-LPB の財務状況

### 1) WSSE-LPB の財務構造

表 3.5.15 は、WSSE-LPB の 2017 年度損益計算書とその各支部の内訳を示したものである。損益計算書部分の最終行は、それぞれの事業利益を示しているが、2017 年は、全体で赤字であるが、Luang Prabang 及び Xieng Ngern は黒字で、残りの 4 支部は赤字である。2013 年から 2016 年の WSSE-LPB の損益状況は、黒字を維持しており、2017 年のみが赤字である。地域ごとの収益構造は、この 5 年間に変化はなく、Luang Prabang 及び Xieng Ngern の 2 地域が他の 4 支部の赤字を補いつつ、黒字を出すという交差補填関係になっている。

造水、最終原価をみると明らかのように、Luang Prabang 及び Xieng Ngern と他の地域と比べると、後者のコストが 2-3 倍になっている。ADB は Nam Bark, Nan 及び Ngoi での水供給拡大事業を計画しており、周到的なコスト管理対策が望まれる。

表 3.5.15 WSSE-LPB の 2017 年度損益計算書とその各支部内訳

単位 LAK 百万

	県全体	Luang Prabang	Nam Bark	Xieng Ngerm	Nan	Ngoi	Phon Xay
<b>経営指標</b>							
生産量 ('000 m3)	11,276	9,513	417	514	531	259	42
購買量 ('000 m3)	3,929	3,929					
販売量 ('000 m3)	8,501	7,012	353	437	443	218	38
無収水 (%)	25%	26%	15%	15%	17%	16%	10%
顧客数	1,349	841	62	333	81	26	6
<b>損益計算書</b>							
収益	30,117 96%	25,006 110%	1,145 64%	1,673 110%	1,449 58%	721 29%	123 40%
支出	31,461 100%	22,834 100%	1,778 100%	1,525 100%	2,500 100%	2,515 100%	311 100%
直接経費	26,566 84%	19,401 85%	1,505 85%	1,081 71%	2,004 80%	2,327 93%	248 80%
変動費	2,324 7%	1,884 8%	57 3%	19 1%	62 2%	209 8%	92 30%
固定費	17,406 55%	10,681 47%	1,447 81%	1,062 70%	1,941 78%	2,118 84%	156 50%
水購買費	6,836 22%	6,836 30%	0%	0%	0%	0%	0%
配水費用	1,071 3%	753 3%	44 2%	191 13%	64 3%	16 1%	4 1%
配水保守	130 0.4%	83 0.4%	14 1%	8 1%	18 1%	5 0%	1 0%
管理	3,615 11%	2,524 11%	215 12%	238 16%	414 17%	167 7%	58 19%
プロジェクト 関連費	80 0%	74 0%	0 0%	6 0%	0 0%	0 0%	0 0%
利益	-1,344 -4%	2,173 10%	-633 -36%	149 10%	-1,051 -42%	-1,794 -71%	-188 -60%
<b>生産原価</b>							
造水単価 (LAK/m3)	2,356	2,040	3,610	2,103	3,772	8,973	5,851
造配水単価 (LAK/m3)	3,701	3,256	5,044	3,492	5,637	11,516	8,137
販売平均価格 (LAK/m3)	3,543	3,566	3,248	3,832	3,268	3,300	3,226

注：各支部の財務項目の%構成比率は、支出総額を 100%として計算している。

出所：WSSE-LPB

## 2) 損益計算書

損益計算書における営業費目内訳の構成比率をみると、年々、薬品、電力費といった変動費及び減価償却費は、徐々にそのシェアを減じている。最も伸びているのが水購入費用である。これは PPP が 2014 年から稼働し始めたことを考えると当然の変化である。一方、人件費は、徐々にではあるが上昇傾向を示している。PPP による費用の外部化を考慮すれば、人件費は減少してしかるべきであり、コスト管理に問題がある可能性がある。

WSSE-LPB が保存する損益計算書には、法人税の納税額の記録がない。

表 3.5.16 WSSE-LPB 水道公社全体の 2017 年度損益計算書

単位: LAK 百万

	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
総営業収益	16,807	23,152	26,519	28,048	30,020
水道料収入	15,115	21,374	23,603	25,318	27,302
その他の収益	1,692	1,778	650	37	101
総営業費用	15,420 100%	21,007 100%	24,576 100%	26,824 100%	30,442 100%
薬品費	3,148 20%	2,146 10%	783 3%	720 3%	715 2%
電力費	1,485 10%	1,479 7%	1,220 5%	1,287 5%	1,241 4%
燃料費	-	-	278 1%	188 1%	210 1%
メーター購入費	-	-	43 0%	394 1%	621 2%
人件費	3,813 25%	4,946 24%	5,898 24%	7,012 26%	8,364 27%
減価償却費	5,045 33%	8,445 40%	8,295 34%	8,341 31%	8,959 29%
水購入費	0 0%	2,309 11%	3,906 16%	4,945 18%	6,836 22%
その他の営業費用	1,928 13%	1,682 8%	4,153 17%	3,938 15%	3,496 11%
営業利益 (損失)	1,387 9%	2,145 10%	1,943 8%	1,224 5%	-422 -1%
金融収益	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
金融費用	676 4%	990 5%	1,276 5%	1,028 4%	1,023 3%
純金融利益 (損失)	-676 -4%	-990 -5%	-1,276 -5%	-1,028 -4%	-1,023 -3%
継続事業からの税引前利益	712 5%	1,155 5%	667 3%	195 1%	-1,445 -5%
特別利益	0 0%	0 0%	0 0%	37 0%	101 0%
特別損失	0 0%	-2 0%	-16 0%	0 0%	0 0%
特別利益 (損失) 純額	0 0%	-2 0%	-16 0%	37 0%	101 0%
法人所得税	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
当期純利益	712 5%	1,153 5%	650 3%	232 1%	-1,344 -4%

出典: ルアンパバーン水道公社 損益計算書

### 3) 貸借対照表

貸借対照表の記録は存在し、また、貸し方、借り方でバランスする形にはなっているが、データとしての信憑性に多くの疑問が残る。経年変化をみると、関連項目間での非整合、また、年ごとの各費目の説明不能な変動など、不規則なデータが散見された。調査期間中に不整合の修正を試みたが、修正は不可能であった。費目処理の仕分けを処理方法、また、基本的な貸借対照表の意義、目的ということの理解が担当者に不足、この分野での能力強化の必要性を公社も認識しており、経理処理の基本に関する能力向上が急務である。

税務経理の問題としては、減価償却の年数設定が、水道経営の実際に適合しているとはいえない。例えば、建築物: 20年、パイプ: 20年、モーター、ポンプ: 5年といった具合であり、ダクタイル鋳鉄管であっても u-PVC であっても一律 20年である。全般的には減価償却が過大であ

る可能性が大きい。ただし、この設定は税法による設定ということで、変更は難しいかもしれない。

表 3.5.17 ルアンパバーン水道公社貸借対照表

単位 (LAK 百万)

	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
流動資産	17,205	18,760	29,952	33,229	28,963
現金及び現金同等物	6,340	11,053	13,744	15,538	11,533
売掛金	3,873	4,033	3,468	5,642	5,716
棚卸資産	2,372	3,294	2,886	2,685	3,546
その他の流動資産	4,620	380	9,854	9,364	8,169
固定資産	85,531	82,028	80,049	103,220	100,060
有形固定資産 (取得価額)	100,227	103,975	100,126	125,869	127,376
減価償却費累計額	-14,695	-22,273	-20,269	-32,559	-34,545
固定資産 (減価償却後価額)	85,531	81,702	79,856	93,310	92,831
建設仮勘定		61		0	
その他の固定資産	0	265	193	9,910	7,229
総資産	102,736,828	100,787	110,001	136,449	129,024
流動負債	468	528	2,666	495	1,007
未払利息	468	1,195	1,891		
買掛金	0	28	1,119	491	970
その他の流動負債	0	-970	-344	4	37
固定負債	24,405	22,447	22,838	26,270	2,056
長期借入金	24,405	22,447	22,838	23,417	19,796
他の負債				2,853	-17,740
株主資本	78,487	80,205	84,498	109,683	125,960
払込資本金	76,218	77,902	85,945	108,122	125,902
資本準備金	949	828	1,107	877	779
設備投資資金補助金/引当金	382	292	676	586	567
当期純利益	1,018		98	98	-1,344
利益剰余金	-80	1,183	-3,328	0	56
負債及び株主資本	103,360	100,787	110,001	136,449	129,024

出典：ルアンパバーン水道公社 貸借対照表

#### 4) 借金

表 3.5.18 は、WSSE-LPB の長期借款とその借款条件をまとめたものである。ちなみにこれらの借款、返済及び残高も、貸借対照表との整合性を保つことはできていない。これらの借款の金利は財務省からの、現地通貨での転貸であり、為替リスクを中央政府が負担していることもあり、ソフトローンに為替プレミアムがオンされる形で、6%以上となっている。ADB 以外の借款は返済スケジュールに従って返済しているが、ADB プロジェクト対象地である Nan, Ngoi, Nam Bak は、事業採算が悪いことを理由に、金利の支払いのみで元本返済は財務省に猶予してもらっているとのことである。

表 3.5.18 長期借款と条件（2018年7月1日現在）

		ADB			KfW <sup>1)</sup>		Lao Development Bank
Project		Nam Bark	Ngoi	Nan	Luang Prabang (Phase1)	Luang Prabang (Phase2)	Namkhan New WTP
Project Cost	USD	-	1,785,096	1,379,367			
借款	USD	186,764	535,529	413,810	640,008	1,575,758	
	DM				1,056,013.55	2,600,000	
	LAK		4,227,969,600	3,241,858,510	460,805,913	1,528,484,848	8,043,000,000
借款締結日		1-Jul-10	1-Jul-08	1-Jan-08	15/7/1993	4/9/1996	09/03/2011
返済期間 (years)		25	25	25	22	20	8
金利		6.40%	6.40%	6.40%	6.00%	6.60%	7.00%
据置期間 (年)		6	6	6	3	5	-
残高 (LAK)		93,262(USD)	3,937,870,737	2,474,049,916	192,003.39(DM)	520,000(DM)	1,043,000,000

1) Kreditanstalt für Wiederaufbau (ドイツ復興金融公庫)

出典：ルアンパバーン水道公社

#### (6) 総合的財務シミュレーション

プロジェクトの総合的な財務的インパクトを計測するために財務シミュレーションを次の前提で行う。

水需要は、表 3.5.19 を基本データとする。各浄水場の生産量及び、民間 BOT 浄水場からの購入は次の表の数値を前提とする。薬品及び電力の原単位 (m3) あたり消費量、価格は 2017 年実績を用い、人件費及びその他管理コストは 2017 年から一定と仮定する。

表 3.5.19 浄水場別日平均生産量

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ナムカン浄水場	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,500	9,900	10,400	10,800	10,800	10,800
プーブン浄水場	7,000	7,000	7,000	7,400	7,750	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100
Asia 浄水場(購入)	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,800	7,600
Demco 浄水場 (購入)	5,500	6,200	7,000	7,400	7,800	8,200	8,900	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
合計	27,500	28,200	29,000	29,800	30,550	31,300	32,000	32,600	33,000	33,500	33,900	34,700	35,500

m<sup>3</sup>/日

上記の前提を元に、次の図 3.5.3 及び表 3.5.20 は、プロジェクト実施した場合の WSSE-LPB のルアンパバーン支所及び、公社全体の損益計算書とその収支のシミュレーションの結果を示したものである。

ルアンパバーン支所収支は、BOT 契約で、水購入が増えていくので、現状の料金体系のままでは、悪化するが、本プロジェクトが稼働するあたりから、改善していく。しかしながら、公社全体では、他の支所の赤字を補填するほどの利益を捻出することができないので、赤字が続くことが予想される。

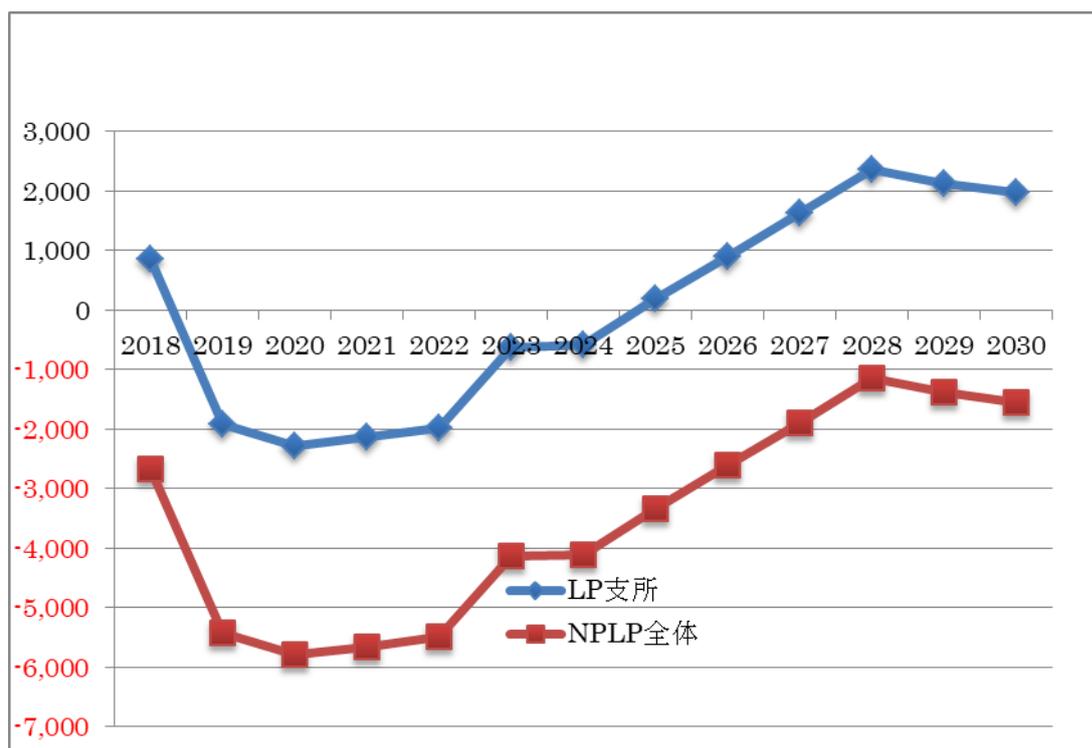


図 3.5.3 ルアンパバーン支所及び WSSE-LPB の利益シミュレーション

表 3.5.20 プロジェクトインパクト財務シミュレーション

百万 LAK

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ルアンパバーン支所収支損益													
営業収益	25,203	25,902	26,602	27,308	28,014	29,943	30,912	31,888	32,674	33,462	34,255	35,049	35,904
造水関連支													
出	5,059	7,586	7,595	7,620	7,643	7,682	7,694	7,765	7,822	7,890	7,947	7,957	7,968
水購入支出	7,449	7,914	8,445	8,710	8,975	9,241	9,705	9,772	9,772	9,772	9,772	10,278	10,785
保守管理費	163	164	163	164	156	156	163	164	164	164	164	165	165
管理費等	2,361	2,360	2,360	2,359	2,367	2,367	2,360	2,360	2,360	2,360	2,359	2,359	2,359
その他支出	9,328	9,792	10,323	10,589	10,854	11,120	11,584	11,650	11,650	11,650	11,650	12,157	12,664
ルアンパバーン支所収支損益	844	-1,913	-2,284	-2,135	-1,982	-623	-595	177	906	1,625	2,361	2,133	1,963
NPLP 公社収支													
損益	-2,673	-5,430	-5,801	-5,651	-5,499	-4,139	-4,111	-3,340	-2,610	-1,891	-1,155	-1,384	-1,553

## (7) 財務改善への提言

(6) に示すように、現状のままでは、公社全体の赤字が恒常的に継続することは避け得ない。財務を改善するには、次の経営努力が必要である。

- 人材の育成と効率的な配置による生産性の向上
- 漏水削減を含む NRW 減少努力<sup>25</sup>
- 迅速な顧客拡大努力
- 全般的な経営効率の向上

こうした経営努力に加えて、顧客の負担を急激に増加させないように、毎年の緩やかな水道料金の引き上げが必要と思われる。水道料金改定に際しては、県及び中央政府との合意、更には情報開示、広報努力により顧客からの理解を得る努力を行う必要がある。また、その前提として、今後の経営効率改善、顧客ベース拡大などを反映させた長期経営計画の立案とその広報が重要である。

次の表は、2019 年から毎年、公社全体の水道料金を年率 2%<sup>26</sup>ずつ増加させた場合の財務シミュレーション結果である。ルアンパバーン支社の財務収支は 2024 年から黒字に転換し、公社全体も、2028 年から黒字に転換することが可能という結果となる。

<sup>25</sup> ただし、2028 年までに漏水率を 20%に削減することは水需要及び財務シミュレーションに織り込み済みのため、より一層高い目標の設定を考慮する必要がある。

<sup>26</sup> ただし、このシミュレーションは、インフレーションによる物価高騰を想定するものではないので、実際には、インフレ率を織り込んだ価格改定が必要である。

表 3.5.21 プロジェクトインパクト財務シミュレーション（水道料金改定）

Lak 百万

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ルアンパバーン支所収支損益													
営業収益	25,203	26,420	27,134	27,854	28,574	30,542	31,531	32,525	33,327	34,131	34,940	35,750	36,622
造水関連支出	5,059	7,586	7,595	7,620	7,643	7,682	7,694	7,765	7,822	7,890	7,947	7,957	7,968
水購入支出	7,449	7,914	8,445	8,710	8,975	9,241	9,705	9,772	9,772	9,772	9,772	10,278	10,785
保守管理費	163	164	163	164	156	156	163	164	164	164	164	165	165
管理費等	2,361	2,360	2,360	2,359	2,367	2,367	2,360	2,360	2,360	2,360	2,359	2,359	2,359
その他支出	9,328	9,792	10,323	10,589	10,854	11,120	11,584	11,650	11,650	11,650	11,650	12,157	12,664
ルアンパバーン 支所収支損益	844	-1,395	-1,752	-1,588	-1,422	-24	24	814	1,559	2,295	3,046	2,834	2,682
NPLP 公社収支損益	-2,673	-4,809	-5,062	-4,792	-4,517	-3,008	-2,848	-1,942	-1,079	-224	650	562	537

## 4. 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 に詳述したとおりであるが、主な項目としては以下が挙げられる。

#### (1) 配水池用地の利用権

新規に配水池を建設するための土地の利用権の移譲が必要となる。2018年12月25日付けで、土地の利用権が水道公社に移譲された。

#### (2) アクセスロード建設（配水池）

配水池建設のためにアクセスロードが必要となる。工事開始前までにラオス国側の責任によりアクセスロードが建設される必要がある。

#### (3) 電力引き込み工事（配水池）

配水池への電力引き込み工事はラオス国側の責任により施工される。施設の完成までに電力引き込み工事が完了する必要がある。

#### (4) 遺産への影響評価（HIA : Heritage Impact Assessment）

世界遺産地区で事業を実施する場合、基本的には HIA を実施し、その承認を得る必要がある。本事業の場合、主に世界遺産地区内の配水管施工箇所について、世界遺産を管理するルアンパバーン県世界遺産室と現地確認を行い、世界遺産への影響が小さいことが確認されたため、HIA の実施はせずに事業を実施することで合意した（添付の参考資料 2 参照）。

#### (5) 初期環境影響評価（IEE）の承認

ラオス国内における事業実施の前提として、ECC の取得が義務付けられている。ECC 取得には、ルアンパバーン県天然資源局に IEE 報告書を提出し、承認が必要となる。

IEE 報告書は 2018 年 11 月 22 日付けで承認され、既に ECC が取得されている。

### 4.2 プロジェクト全体計画達成のための必要な相手方投入（負担）事項

#### (1) 給水管接続

給水拡張区域においては、本プロジェクトにより配水管及び配水支管を建設する。給水管接続については、住民による申請で住民負担となる。2018年11月27日付けの M/D にて、ラオス国側による広報活動の継続的な実施を確認している。

#### (2) 水道公社の職員増員

水道公社において、本プロジェクトの施設完成後には、ナムカン浄水場の汚泥処理のために 2 名、給水区域拡張によるメーター検針員 1 名の計 3 名の増員が必要となる。

### 4.3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・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
- ・ 対象地域の人口動態が予想外の動きを示さないこと
- ・ 既存水道施設（民間企業が運営する浄水場を含む）の現状能力が維持されること
- ・ ナムカン浄水場上流のダムの運用が適切に行われること

### 4.4 プロジェクトの評価

#### 4.4.1 妥当性

##### 4.4.1.1 プロジェクトの裨益対象

本プロジェクトの実施により、給水区域が拡張され、拡張区域の住民は新規に水道サービスを受けられることになる。目標年次の 2025 年までに想定される拡張区域の新規の水道接続件数は 600 件であり、本プロジェクトはこの新規接続顧客に裨益する。

上記給水拡張区域を含む本プロジェクトの給水対象地域の水道普及率は、2017 年の 90.2%が目標年次の 2025 年には 96.2%に増加し、給水人口は約 59,000 人から約 71,000 人に増加すると想定され、約 12,000 人の給水人口増が見込まれる。本プロジェクトによりナムカン浄水場の改善や老朽管の更新、新設配水池の建設によって、水量の安定化、水質及び水圧の向上により水道サービスが改善されるため、2025 年時点の給水人口 71,000 人が本プロジェクトにより裨益する。

加えてルアンパバーン市の町並みは世界遺産に登録されており、2017 年には約 65 万人の観光客がルアンパバーン市を訪れる。本プロジェクトの実施による水道サービスの向上は、これらの観光客に対する安全で安定した水の供給に寄与する。

さらに、本プロジェクトによる消火栓の設置は、世界遺産地区及びルアンパバーン市の防火機能の向上にも寄与する。

##### 4.4.1.2 プロジェクトの緊急性

水道普及率は高いものの、ナムカン浄水場の沈澱池の能力不足による浄水濁度、配水池及び配水管路の老朽化による漏水や給水水圧不足等の課題を抱えており、安全な水を安定的に適切な水圧で給水を行えていない状況にある。特に、ナムカン浄水場の浄水濁度と老朽管については下記のとおり、早期に対策が必要な状況にある。

ナムカン浄水場は、12,000m<sup>3</sup>/日の処理能力を有するろ過池が整備されているが、その前段のフロック形成池及び沈澱池は 6,000m<sup>3</sup>/日しか整備されていない。これにより、フロックが沈澱池で十分に沈降できずに、ろ過池に流入し、ラオス国の水質基準である浄水濁度 5NTU を満足できないことがあり、安全な水を給水できない場合がある。さらに、原水が高濁度の場合（特に雨季）には、取水量を抑えなければならないことにより生産水量が安定せず、安定的な給水が難しい状況にある。安全な水を安定的に給水するためには、不足しているフロック形成池及び沈澱池を早期に建設し、これら課題を解消する必要がある。

送配水管については布設されてから 50 年近く経った管路もあり、漏水の一因と考えられる。近

年、漏水を含む無収水率は顕著な増加傾向を示しており、ここ5年間だけで無収水率が10%も増加している。漏水が多い送配水管を更新することにより、漏水率の低減が期待でき、それとともに給水水圧の向上も期待できる。漏水率及び無収水率は今後も増加することが懸念され、それにより給水水圧の低下を含む給水サービスへの影響が生じるため、それら送配水管の更新が早期に必要な状況にある。

#### 4.4.1.3 プロジェクトの上位計画との整合性

第8次国家社会経済開発計画五カ年計画では、全国各都市の中心部について、2020年までに水道普及率を90%とするという計画を掲げており、プロジェクトの対象地域であるルアンパバーン市の既存給水区域ではすでに水道普及率が95.3%となっており開発計画の目標を達成している。しかしながら、水道事業計画作成ガイドラインで掲げられている「全ての利用者に安全性、安定性、持続性のある水道を提供し、健康を促進するだけでなく、利用者の生活環境を改善することである」という観点からは、十分な水道サービスを提供できていない状況にある。その要因として、ナムカン浄水場の沈澱池の能力不足による浄水濁度、配水池の老朽化による安定給水への懸念、送配水管路の老朽化による漏水や給水水圧不足、未普及地域への配水管整備等の課題が挙げられる。従って、本プロジェクト実施による浄水場の機能改善、配水池の新設及び送配水管の更新・拡張は上位計画と整合している。

#### 4.4.1.4 我が国の援助政策との整合性

我が国の対ラオス人民民主共和国国別援助方針（2012年）の、重点分野「経済・社会インフラ整備」において、主要都市を中心に都市給水を含むインフラ整備を行うとしている。また、対ラオス人民民主共和国 JICA 国別分析ペーパー（2015年）の重点分野「経済・社会インフラ整備」において、都市部の既存浄水場の拡張、浄水場や送配水管等の関連設備の整備及び老朽管の更新の必要性が高いと分析しており、本プロジェクトはこれら我が国の方針・分析に整合する。

#### 4.4.2 有効性

本プロジェクトの実施により、期待される効果を以下に示す。

##### 4.4.2.1 定量的効果

定量的効果を表 4.4.1 に示す。

表 4.4.1 本プロジェクト実施により期待される定量的効果

No.	指標	ベースライン (2017年)	目標値 (2025年)
1	給水人口	58,760 人	70,812 人
2	拡張区域の新規接続件数	-	600 件
3	ナムカン浄水場の浄水濁度 (最大)	12NTU (過去5年(2013-2017)の最大値)	5NTU 未満
4	水圧 (低水圧地域)	0~10m	10m 以上

低水圧地域は図 4.4.1 に示す水色で囲まれた地域である。なお、それ以外にも低水圧の箇所が

確認されたが、これは当該箇所の地形・標高が部分的に高い、周辺の配水管口径が小さい等の局所的な問題と想定される。

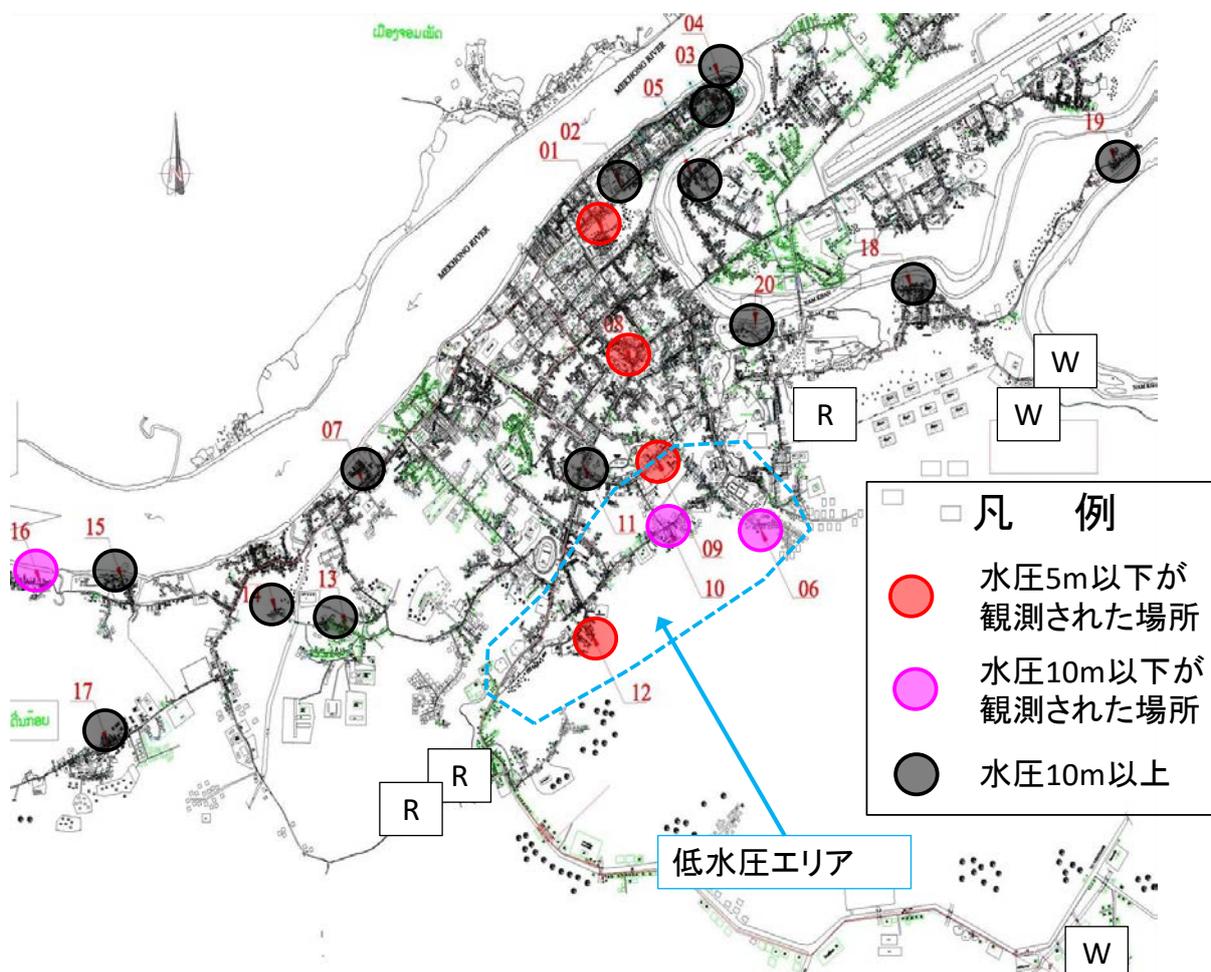


図 4.4.1 低水圧地域

#### 4.4.2.2 定性的効果

定性的効果は以下のとおりである。

- ・ 配水管網の更新・拡張により低水圧地区及び漏水多発区間が解消される。
- ・ ナムカン浄水場の浄水処理時のろ過池への負荷が軽減され、安定した水質・水量が供給される。
- ・ 世界遺産地区を中心とした消火栓の設置・計画的配置によりルアンパバーン市の火災事故への備えが強化され、世界遺産地区の防火機能が向上する。