

ベトナム社会主義共和国
ハイフォン市水道公社

ベトナム国
ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画
準備調査報告書

平成 27 年 3 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ
一般財団法人 北九州上下水道協会

環境
GR (2)
15-040

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査をベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査共同企業体に委託しました。

調査団は、2014年7月から2014年9月までベトナム国の政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、2014年12月に実施された準備調査報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

2015年3月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 不破 雅実

要 約

1. ベトナム国の概要

ベトナム社会主義共和国（以下、ベトナム国）は、インドシナ半島の東シナ海側に位置し、南北に長い S 字型をした国である。ベトナム国の国土は、南北 1,650km、東西 600km、面積は 32 万 9,241km²で、その 75%は山岳地帯や高原地帯が占めている。周囲は中国、ラオス、カンボジアと国境を接しており、中国、ラオス国境に長いチュオンソン山脈がある。平野は海岸地帯の紅河デルタ、メコンデルタなどに限られる。

紅河デルタには、ベトナム国の首都ハノイ市、中央直轄市のハイフォン市のほか、ビンフック省、タイビン省、ナミディン省、ニンビン省、ハイズオン省、バクニン省、ハナム省、フンイエン省の 8 つの省が属している。政治の中心地である首都ハノイをかかえる他、肥沃な土壌からなり、ベトナム国における米生産の 20%を占めている。

ベトナム国の気候は、地域あるいは標高により北部の亜熱帯から南部の熱帯モンスーンまで変化に富んでいる。首都ハノイ市の位置するベトナム国北部は、四季のある温暖冬季少雨気候に区分され、年平均気温は約 24℃で 7 月の最高気温は 40℃以上に達する一方、冬季の最低気温は 1 月には 3～8℃にまで低下するときもある。

ベトナム国の主要な産業は、農林水産業、鉱業及び軽工業（外務省 HP より）であり、国土交通省国土政策局による産業別就業人口比率（2012 年）によると、第 1 次産業が 48%、第 2 次産業が 21%、第 3 次産業が 31%となっており、第 1 次産業が半分を占めているが、将来的には、ベトナム国工業化戦略の施策により、第 2 次及び第 3 次産業の占める割合が増加することが予想される。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

ハイフォン市は、首都ハノイから東へ 100km に位置し、ベトナム国有数の港湾都市であり、輸出加工区として発展するなど、経済的に重要な位置を占め、人口規模はハノイ、ホーチミンに次ぐベトナム国第 3 位となる 193 万人である（2013 年 12 月 ハイフォン市人民委員会調べ）。

ハイフォン市の水道事業は、ハイフォン市水道公社が担っており、給水人口は 136 万人、給水栓接続数は 27 万 2,890 栓、給水能力は 21 万 3,500m³/日、送配水管の総延長は約 2,300km となっている（2014 年 6 月 ハイフォン市水道公社調べ）。給水区域における給水率は 90%以上に達しており、無収水率は漏水対策の進展により 15%以下と低い水準にあり、水道事業の収支は黒字となっているなど、比較的健全な事業運営が行われている。

ハイフォン市に 7 ヶ所ある浄水場のうち最大規模（設計能力：100,000m³/日、給水対象人口：約 86 万人）のアンズオン浄水場では、水源である表流水（レ川）への生活雑排水の流入に伴い、原水のアンモニア態窒素や有機物による汚濁が進行しつつあり、それに対応するため大量の凝集剤や塩素を使用するなど、浄水処理に課題を抱えている。

そのような背景から、課題の解決のために北九州市上下水道局が JICA 草の根技術協力（地域提案型）「有機物に対する浄水処理向上プログラム」を提案し、2011 年 8 月から 2012 年 8 月にかけて、上向流式生物接触ろ過法（U-BCF）の実証プラント実験が実施された。

実証プラント実験を1年間続けた結果、アンモニア態窒素が年間を通して0.2mg/L以下に処理でき、アンモニア態窒素の除去率は70～100%、溶存マンガンの除去率は60～70%、有機物の除去率は30～40%となるなど、良好な浄水処理結果が得られた。

浄水処理で大量の塩素を消費するこれらの物質が安定的に除去できることが認められた上、それにより薬品費の低減効果や塩素と有機物質が反応して生成する有害なトリハロメタン（THM）等の副生成物の低減化、及び浄水場の運転管理の容易化等が期待されるなど、アンズオン浄水場が抱える課題に対し、U-BCF導入の効果が高いことが示唆された。

ベトナム国の社会経済開発10ヵ年戦略（2011年～2020年）では、先進工業国となるため、都市部水道事業における国家政策・目標として都市水道開発指針「Orientation on Water Supply Development of Urban Areas and Industrial Zones in Vietnam up to 2020」（1998年）を掲げ、「全国都市部における2020年までの安全な水の確保」、「近代的技術及び設備の導入による人材開発の体制強化」等を目標としている。

したがって、安全な水道水を供給することによる社会基盤整備への貢献及び、将来における更なる都市化に伴い懸念されるレ川の水質悪化に対応するために、本プロジェクトにより高度浄水処理を導入する意義は大きい。

このような背景のもと、ベトナム国はU-BCFの採用を前提とした無償資金協力事業「ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画（以下、本プロジェクト）」を我が国に要請した。

本プロジェクトは、U-BCF及び関連施設の導入を通じて、同浄水場の運転の安定化及び塩素注入量の低減を図ることにより、安全な飲料水の配水に寄与するものである。

なお、本プロジェクトは、我が国の国別援助方針（脆弱性への対応）と一致しており、事業の実施を支援する必要性及び妥当性は高い。また、北九州市上下水道局が国内特許を有するU-BCFを用い、ベトナム国が抱える開発課題の解決に取り組むもので、我が国の推進する「日本再興戦略」及び「インフラシステム輸出戦略」に沿った案件であり、無償資金協力としての本プロジェクトの実施意義は高い。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

日本国政府は、ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、JICAは同調査をベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査共同企業体に委託した。調査団は、2014年7月から2014年9月までベトナム国の政府関係者と協議を行うとともに計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、2014年12月に準備調査報告書案の現地説明を行った。

本プロジェクトは、ベトナム国政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえて、以下の基本方針に基づき設計を行った。

- ① アンモニア態窒素を中心とする水質悪化が取水源の河川で進行しており、原水の水質悪化に対応するために、高度浄水処理施設の導入が必要である。高度浄水処理に関しては、有効性、建設費、維持管理費等を総合的に評価し、その方式を決定する。検討の結果、高度処理方式としてU-BCFを選定した。
- ② U-BCFの施設規模については、ア) 薬品混和池におけるアンモニア態窒素濃度、イ) 将来

200,000m³/日に浄水場が施設拡張された際の運転管理の容易さを中心に検討し、決定する。検討の結果、U-BCFの施設能力を100,000m³/日とした。

- ③ U-BCFへの導水方法については、取水ポンプの更新、及び原水調整池への揚水ポンプの設置の2案に関し、建設費、維持管理費、運転管理上の課題等を総合的に評価し、その方法を決定する。検討の結果、既存取水ポンプ場のポンプを更新し、U-BCFへ直接導水する方法を採用した。
- ④ U-BCFにおける空間速度、線速度、ろ層厚等の設計条件については、2011年8月から2012年8月にかけて、アンズオン浄水場において実施されたU-BCFの実証プラント実験結果及び北九州市上下水道局本城浄水場のU-BCFの運転状況を踏まえて設定した。
- ⑤ 施設はベトナム国での最初の高度浄水処理施設となるため、同様の問題を抱える他都市からの視察が想定されることから、生物活性炭接触ろ過池内部が見えるように生物活性炭接触ろ過池の壁面に耐圧ガラスを設置し、見学者への対応を考慮した施設計画を行う。
- ⑥ 本プロジェクトにおいては、北九州市上下水道局のU-BCFに係る設計方針・内容及び運転実績の中で参考となる事項として、下部集水装置の下に溜まった貝類等を除去するため、各池に人孔を設けるように設計に反映させる。
- ⑦ 取水ポンプ場から浄水場までの約4kmの導水管については、一部の配管切回しが必要となるが、それ以外の大抵の配管については既設配管の流下能力を確認後、極力利用する。
- ⑧ 本プロジェクトのU-BCFは既存浄水フローの途中に設置することになるが、ポンプ設備の追加により維持管理費が嵩むのを抑制するために、自然流下方式にて後段に流下させる水位関係の採用を基本とする。

以上の基本方針に基づき、本プロジェクトにおける基本諸元（U-BCFの施設規模）をまとめると、以下の通りとなる。また、協力内容の概要は表1の通りである。

計画目標年度：2018年（U-BCF完成1年後）

U-BCF設計対象水量：100,000m³/日

浄水処理方式：上向流式生物接触ろ過方式

Upward Biological Contact Filtration（U-BCF）

揚水ポンプ場：既存の取水ポンプ場内のポンプ設備を更新

表 1 概略設計概要

	要請内容	概略設計
原水調整池埋立	—	本邦負担工事 3,570m ²
施設建設	上向流式生物接触ろ過 (U-BCF) 100,000m ³ /日、RC 造	上向流式生物接触ろ過 (U-BCF) 100,000m ³ /日、RC 造 除塵スクリーン、水位計含む
		場内配管 (バイパス管) 1,000mm×66m (铸铁管)
		場内配管 (U-BCF~薬品混和池) 1,000mm×88m (鋼管)
		場内配管 (U-BCF~天日乾燥床) 300~350mm×117m (铸铁管)
		場内配管 (U-BCF~将来分岐管) 1,000mm×69m (铸铁管)
		空気洗浄用ブロワ 37kw×2(1)台
		電気棟 取水ポンプ場内 (13.0m×8.0m)
		電気棟 浄水場内 (12.0m×7.5m)
		受電設備 取水ポンプ場：鋼板製屋内自立型 MCCB225AF
		受電設備 浄水場：鋼板製屋内自立型 ACB1250AF×2
		制御盤 鋼板製屋内自立型 MCC、インバーター盤、屋内自立/ スタンド型現場操作盤
監視制御設備 液晶ディスプレイ、データサーバ、カラープリンター		
計装設備 電磁/超音波流量計、電波式水位計、損失水頭計		
—	取水ポンプ設備 160kw×27.0m×23.15m ³ /分×4(1)台	
—	導水管 1,000mm×216m (铸铁管)	
機材調達	制御盤	施設建設に含めることでハイフォン市水道公社と合意
	水位計	施設建設に含めることでハイフォン市水道公社と合意
	スクリーン	施設建設に含めることでハイフォン市水道公社と合意
	水質検査機器等	現地調査の結果、十分な水質検査機器が整備されていることから、機材調達は行わない。
ソフトサポート	—	1. U-BCF の運転維持管理に関する技術指導 2. 水質管理に関する技術指導

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクト実施に必要な工期は、実施設計として6ヶ月、入札手続きとして2ヶ月、建設工事として17ヶ月、ソフトコンポーネント実施2ヶ月であり、全体工期は30ヶ月である。

概略事業費は22.13億円【日本側負担分21.63億円（施設建設20.09億円+設計監理及びソフトコンポーネント1.54億円）、ベトナム国負担分約50.3百万円】と見込まれる。

➤ 積算時点 2014年9月

➤ 為替交換レート

交換レートは2014年6月1日～2014年8月31日（3ヶ月間）の米ドル（USD）及びベトナム・ドン（VND）の交換レートを採用する。

円/US\$ 1US\$ = 103.25円

円/現地通貨 1VND = 0.00485円

➤ その他：積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

なお、物価上昇率は6.3%/年（積算基準月翌月(2014年10月)の消費者物価指数と入札予定月(2016年1月)の消費者物価指数予測値の比）とした。

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

現在、アンズオン浄水場では、水源であるレ川への生活雑排水の流入に伴い、アンモニア態窒素や有機物による汚濁が進行し、それに対応するため大量の凝集剤や塩素を浄水処理に使用することから、浄水処理に課題を抱えている。原水中のアンモニア態窒素濃度は、ベトナム国における飲料水原水として適切なアンモニア態窒素濃度の基準値（0.2mg/L）を上回っている。加えて、将来的には、取水源であるレ川流域における開発計画により、アンモニア態窒素を含むさらなる水質悪化が予想される。このため、高度浄水処理の導入が必要な状況である。

なお、ベトナム国では都市部水道事業における国家政策・目標として、都市水道開発指針「Orientation on Water Supply Development of Urban Areas and Industrial Zones in Vietnam up to 2020」（1998年）を掲げている。本指針では、「全国都市部における2020年までの安全な水の確保」、「近代的技術及び設備の導入による人材開発の体制強化」等を目指しており、高度浄水処理の導入により安全な飲料水の配水に寄与する本プロジェクトは同目標の達成に貢献するものである。

また、我が国の対ベトナム国別援助方針（2012年12月）、及びJICA国別分析ペーパー（2014年3月）において、対ベトナム国協力の重点分野として「脆弱性への対応」を挙げている。この中で、急速な都市化・工業化に伴い顕在化している環境問題（都市環境、自然環境）への対応を支援することとしており、本プロジェクトは同方針に則ったものである。

以上より、本プロジェクトは、ハイフォン市の都市化に伴う原水水質の汚濁に対応するために、高度浄水処理としてU-BCFを導入するものであり、ベトナム国家政策、及び我が国の国別援助方針・JICA国別分析ペーパーの重点分野（脆弱性への対応）と一致しており、事業の実施を支援する必要性及び妥当性は高い。加えて、北九州市上下水道局が国内特許を有するU-BCFを用いて、ベトナム国が抱える開発課題の解決に取り組むものであり、我が国が推進する「日本再興戦略」及び「イ

ンフラシステム輸出戦略」に沿った案件でもあることから、無償資金協力としての本プロジェクトの実施意義は高い。

(2) 有効性

無償資金協力事業実施により期待されるアウトプットに関しては、以下の定量的効果及び定性的効果が見込まれる。

1) 定量的効果（アンモニア態窒素の削減）

原水でアンモニア態窒素が高濃度に検出されると、浄水場ではアンモニア態窒素の処理に大量の塩素注入が必要となり、塩素とアンモニア態窒素の反応による異臭味の原因となるクロラミンの生成、及び原水中の有機物と塩素の反応による THM の生成等の浄水障害を引き起こすこととなる。そのため、日本では浄水処理上、重要な項目と位置付けられており、原水中のアンモニア態窒素濃度は 0.3mg/L 以下が望ましいとされている。またベトナム国では、原水中のアンモニア態窒素濃度は、飲料水原水の基準値として 0.2mg/L 以下に設定されており、アンモニア態窒素が浄水処理障害の大きな要因項目と認められている。

これらの背景を踏まえ、U-BCF の定量効果指標として、U-BCF 出口での処理水のアンモニア態窒素濃度を 0.2mg/L 以下と設定した。

2) 定性的効果

北九州市において U-BCF が導入された際の効果に基づき、本プロジェクトの実施により、以下に示す定性的効果がもたらされることが期待される。

- 原水中に含まれるアンモニア態窒素濃度の低減によるアンズオン浄水場の運転の安定化
- 安全な飲料水の配水（THM の生成削減）
- 高度浄水処理の導入によるベトナム国における水道事業関係者の知識・技術の向上

ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査

総目次

序 文
要 約
目 次

位置図／完成予想図／写真

図表リスト／略語集

第1章 プロジェクトの背景・経緯.....	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1 現状と課題.....	1-1
1-1-2 開発計画.....	1-12
1-1-3 社会経済状況.....	1-14
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-16
1-3 我が国の援助動向.....	1-17
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-19
1-4-1 フィンランド国支援.....	1-19
1-4-2 世界銀行（WB）支援.....	1-20
1-4-3 現在支援実施中の他ドナーによる支援及び本案件との連携.....	1-20
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1 組織・人員.....	2-2
2-1-2 財政・予算.....	2-6
2-1-3 技術水準.....	2-8
2-1-4 既存施設・機材.....	2-8
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-25
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2-25
2-2-2 自然条件.....	2-27
2-2-3 環境社会配慮.....	2-45
2-2-3-1 環境影響評価.....	2-45
2-2-3-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要.....	2-45
2-2-3-1-2 ベースとなる環境社会の状況.....	2-47
2-2-3-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織.....	2-55
2-2-3-1-4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討.....	2-66

2-2-3-1-5 スコーピング	2-70
2-2-3-1-6 環境社会配慮調査の TOR	2-73
2-2-3-1-7 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）	2-73
2-2-3-1-8 影響評価	2-82
2-2-3-1-9 緩和策	2-85
2-2-3-1-10 緩和策実施のための費用	2-88
2-2-3-1-11 環境モニタリング計画	2-88
2-2-3-1-12 モニタリング体制	2-91
2-2-3-2 ステークホルダー協議	2-92
2-2-3-3 用地取得・住民移転	2-94
2-2-3-4 その他	2-94
2-2-3-4-1 モニタリングフォーム案	2-94
2-2-3-4-2 環境チェックリスト	2-94
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの概要	3-1
3-2 協力対象事業の概略設計	3-3
3-2-1 設計方針	3-3
3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）	3-7
3-2-3 概略設計図	3-33
3-2-4 施工計画／調達計画	3-60
3-2-4-1 施工方針／調達方針	3-60
3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項	3-61
3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分	3-66
3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画	3-67
3-2-4-5 品質管理計画	3-69
3-2-4-6 資機材等調達計画	3-70
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画	3-71
3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画	3-72
3-2-4-9 実施工程	3-73
3-3 相手国側分担事業の概要	3-76
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-77
3-5 プロジェクトの概略事業費	3-78
3-5-1 協力対象事業の概略事業費	3-78
3-5-2 運営・維持管理費	3-80
第4章 プロジェクトの評価	4-1
4-1 事業実施のための前提条件	4-1
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	4-1

4-3 外部条件	4-1
4-4 プロジェクトの評価	4-1
4-4-1 妥当性	4-1
4-4-2 有効性	4-2

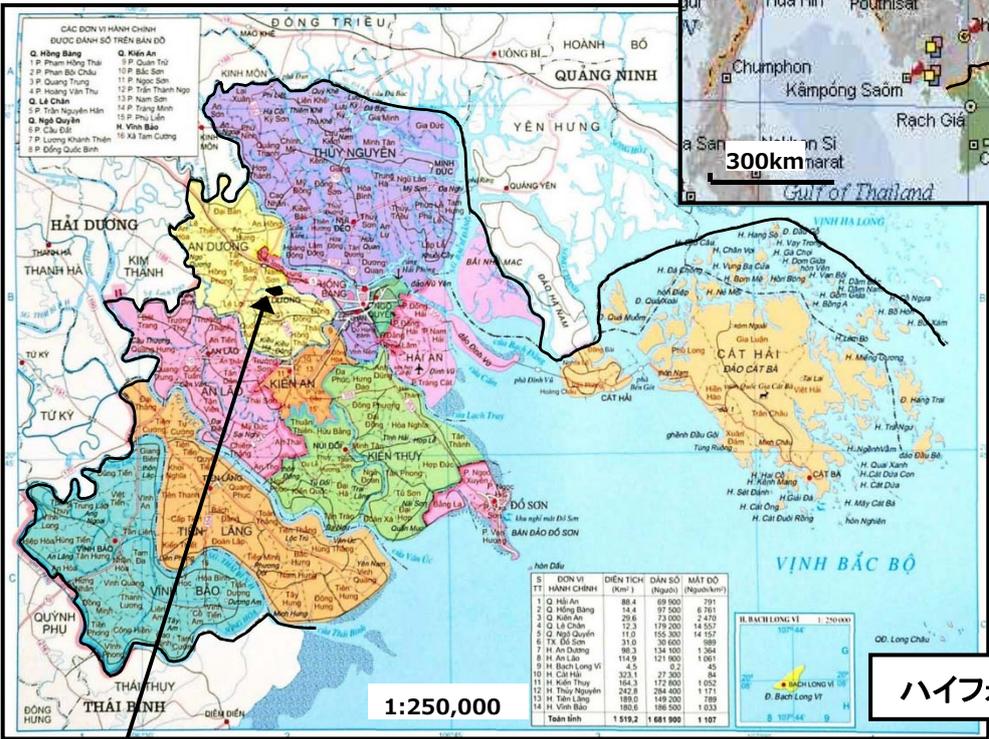
【資料】

資料 1.	調査団員・氏名	A-1
資料 2.	調査工程	A-3
資料 3.	関係者（面会者）リスト	A-5
資料 4.	討議議事録（M/D）	A-6
資料 4-1.	第 1 回現地調査 討議議事録（M/D）	A-6
資料 4-2.	第 1 回現地調査 技術注記（T/N）	A-17
資料 4-3.	概略設計概要説明 討議議事録（M/D）	A-40
資料 5.	ソフトコンポーネント計画書	A-69
資料 6.	参考資料	A-77
資料 6-1.	クワンビン取水場の水利権書	A-77
資料 6-2.	水利権に対する支払関係書	A-83
資料 6-3.	ステークホルダー協議資料	A-87
資料 6-4.	EIA 必要性に係る通知書	A-98
資料 6-5.	EIA 手続き不要の覚書	A-99
資料 6-6.	EIA 手続き不要に係る通知書	A-100
資料 6-7.	モニタリングフォーム	A-101
資料 6-8.	環境チェックリスト	A-103
資料 6-9.	測量調査結果	A-110
資料 6-10.	試掘調査結果	A-113
資料 6-11.	地質調査結果	A-117
資料 6-12.	水質調査結果	A-121
資料 6-13.	浄水場容量計算及び水理計算書	A-131
資料 6-14.	アンモニア態窒素除去技術建設費	A-156
資料 6-15.	導水方法比較に係る概算事業費	A-157
資料 6-16.	運転維持管理費算出根拠	A-158
資料 6-17.	北九州市にとって無償資金協力を実施した意義	A-160
資料 7.	その他の資料・情報	A-162
資料 7-1.	資料収集リスト	A-163



ハイフォン市

ベトナム国



ハイフォン市

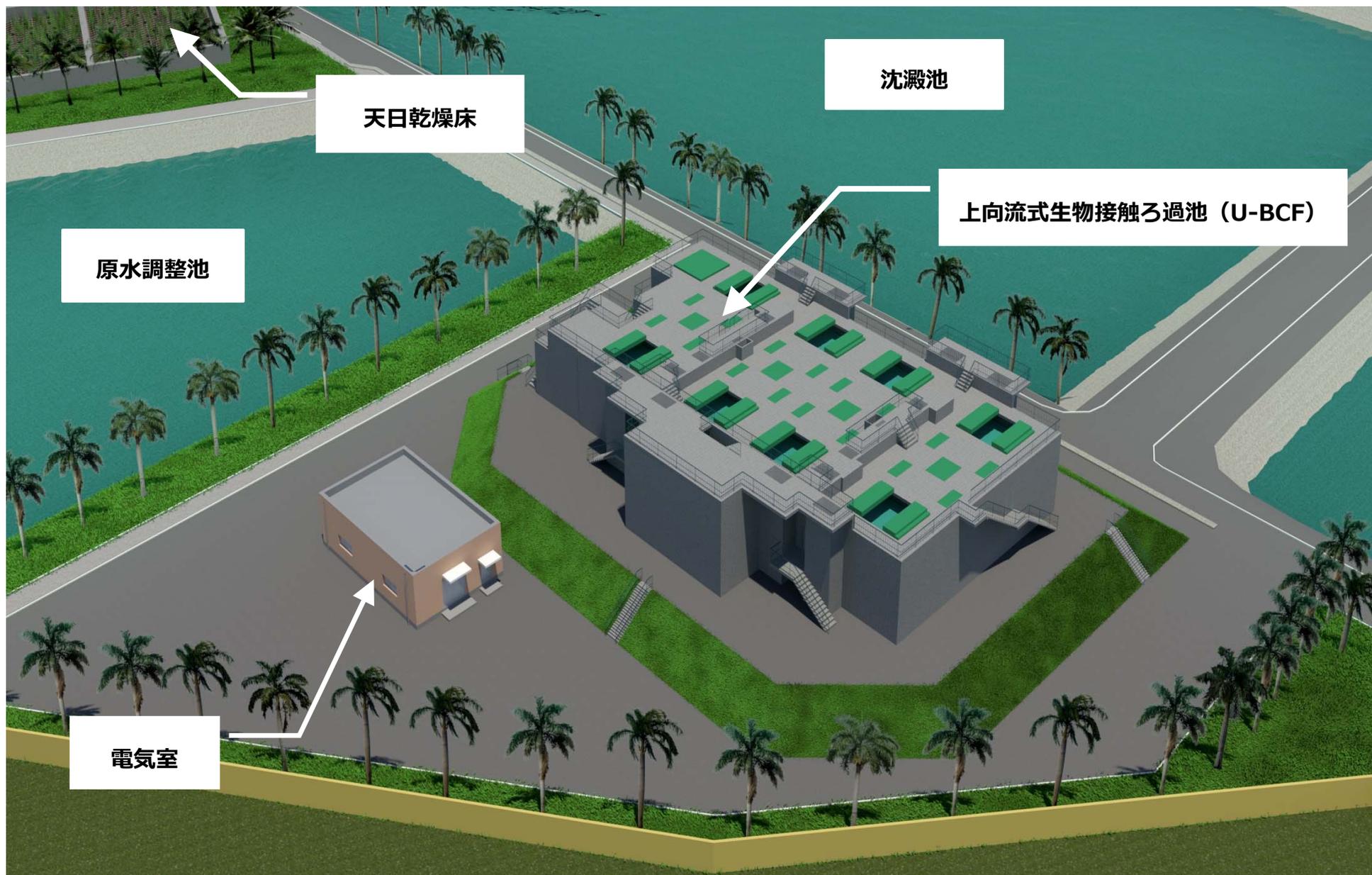


クワンビン取水場

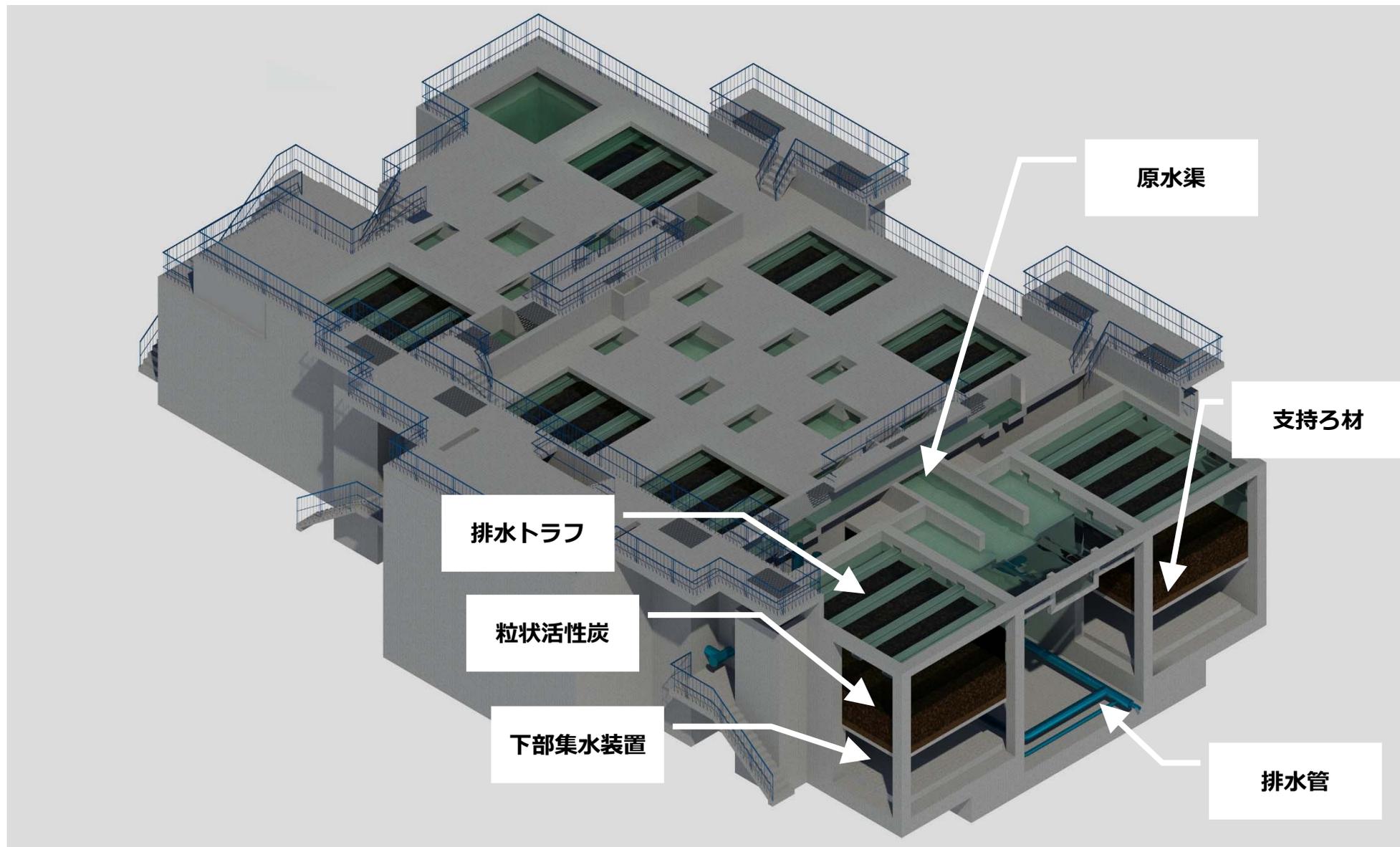
アンズオン浄水場

ハイフォン港

位置図



完成予想図 (アンズオン浄水場 U-BCF 全景)



完成予想図(アンズオン浄水場 U-BCF 詳細)



写真-1：既設取水口（クワンピン取水場）
 レ川から取水し、水質悪化時は浄水場に導水する前にここで塩素を注入している。取水管口径はφ800mm×12.295m×8本である。



写真-2：アンズオン浄水場内の原水調整池（既設取水口より約4km）
 取水口から導水された原水を原水調整池で受入れ、前沈澱池として利用している。面積12,000m²×深さ4m。



写真-3：アンズオン浄水場薬品混和池/フロック形成池
 凝集剤としてPACを注入し、フロックを形成している。ミキサーは15kw×238rpm×2台、3kw×30rpm×8台。



写真-4：アンズオン浄水場沈澱池
 横流式沈澱池であり、十分な大きさを持っている。掻き寄せ機も備えられており、維持管理は十分に行われている。長さ112m×幅32m×2池。



写真-5：アンズオン浄水場中間ポンプ
 沈澱池の上澄水をろ過池に送るためのポンプで75kw-1台、160kw-1台、200kw-2台、250kw-1台となっている。



写真-6：アンズオン浄水場急速ろ過池
 1つのろ過棟に6つの池があり、ろ過棟が3つあることから18池が現在稼働中である。内訳は面積55m²が12池、48m²が6池となっている。



写真-7：アンズオン浄水場逆洗用ろ過池

急速ろ過池の逆洗用に設けられたろ過池であり、ろ過池の清掃及び逆洗時に使用されている。



写真-8：アンズオン浄水場逆洗ポンプ

急速ろ過池の逆洗用ポンプであり、ろ過池の逆洗時に使用されている。

55kw-3 台、90kw-1 台、160kw-1 台、250kw-1 台



写真-9：アンズオン浄水場配水ポンプ

急速ろ過池で洗浄された浄水は、配水ポンプによりハイフォン市内に配水されている。ポンプ内訳は 250kw-5 台、315kw-1 台、320kw-1 台。



写真-10：アンズオン浄水場配水池

急速ろ過池からの浄水は配水池に送られ、配水池からポンプにより市内へ配水される。配水池は 1,000m³、2,500m³、3,000m³ が各 1 池である。



写真-11：アンズオン浄水場天日乾燥床

ろ過池の洗浄等の排水は全て天日乾燥床に集められ 1 ヶ月程度、留め置きされ、上澄水は原水調整池に返送される。面積 400m²×高さ 2.5m×6 池



写真-12：アンズオン浄水場資材備蓄倉庫

維持管理用資材について、必要最小限のものが倉庫に保管されている。



写真-13：アンズオン浄水場塩素注入施設

塩素については、塩素ポンペから管内に注入されている。塩素注入ヶ所は、取水、沈澱池後、急速ろ過池後の3ヶ所である。



写真-14：アンズオン浄水場 PAC 注入施設

PAC については、沈殿池横の建屋に保管され、建屋内で混合したものが添加されている。PAC は中国製である。



**写真-15：アンズオン浄水場
硫酸アルミニウム注入施設**

硫酸アルミニウムは主に pH 調整に用いられており、フロック形成池横の建屋に保管され、そこで混合したものが添加されている。



写真-16：アンズオン浄水場監視室

SCADA システム（ドイツ製）が導入されており取水から配水までの水質、水位等が監視室で見られるようになっている。



写真-17：アンズオン浄水場サンドベッド

ろ過砂の補充用に常時、急速ろ過池近くに保管されている。



写真-18：アンズオン浄水場変圧器

アンズオン浄水場内には6つの変圧器があり、1000KVA が3台、630KVA が3台である。

【図表リスト】

図 1-1-1	取水河川（レ川）のアンモニア態窒素、COD 及びマンガンの変動	1-2
図 1-1-2	アンズオン浄水場の薬品注入率の変動	1-3
図 1-1-3	実証プラント実験による 水質試験結果	1-3
図 1-1-4	調査団による給水栓水質測定地点	1-5
図 1-1-5	レ川流域の開発計画図	1-10
図 1-4-1	ADB 融資によるアンズオン浄水場の拡張計画図	1-22
図 2-1-1	ハイフォン市行政区域図	2-1
図 2-1-2	各地方レベル自治体の人民評議会及び人民委員会	2-2
図 2-1-3	ハイフォン市人民委員会組織図	2-2
図 2-1-4	ハイフォン市水道公社組織図	2-4
図 2-1-5	アンズオン浄水場組織図	2-5
図 2-1-6	アンズオン浄水場浄水処理フロー図	2-9
図 2-2-1	ボーリング調査位置図	2-28
図 2-2-2	ボーリング柱状図	2-30
図 2-2-3	ハイフォン市の月別降水量と最高・最低気温、平均湿度	2-31
図 2-2-4	アンズオン浄水場における原水濁度変動	2-37
図 2-2-5	基準点位置及び測量地点位置図	2-38
図 2-2-6	試掘調査場所	2-41
図 2-2-7	クワンビン取水ポンプ場とアンズオン浄水場の位置及び周辺状況	2-46
図 2-2-8	ハイフォン市の主要工業団地位置図	2-49
図 2-2-9	ハイフォン市の 2013 年度 GDP に占める各産業割合図	2-50
図 2-2-10	アンズオン浄水場周辺地域の文化的、歴史的遺産・記念物の位置図	2-53
図 2-2-11	自然資源環境省組織図	2-56
図 2-2-12	ハイフォン市人民委員会の組織図	2-57
図 2-2-13	ハイフォン市人民委員会、自然資源環境局の組織図	2-58
図 2-2-14	EIA 承認プロセス	2-62
図 2-2-15	レチャン県の組織図	2-64
図 2-2-16	チャングカット一般廃棄物処分場及びディンブ建築廃材処分場	2-75
図 2-2-17	既存アンズオン浄水場の汚泥処分位置図（予定地含む）	2-76
図 2-2-18	騒音影響の実測箇所	2-90
図 2-2-19	工事建設サイトの環境管理体制	2-92
図 3-2-1	アンズオン浄水場の水温変動	3-4
図 3-2-2	各案における取水～U-BCF 間の系統図	3-12
図 3-2-3	ウォーターハンマー検討結果	3-17
図 3-2-4	導水管経路図	3-18
図 3-2-5	ADB 融資による施設拡張完成前の浄水フロー	3-19
図 3-2-6	ADB 融資による施設拡張完成後の浄水フロー	3-19
図 3-2-7	ADB 融資による施設拡張完成前（U-BCF 完成後）配置計画図	3-21

図 3-2-8	ADB 融資による施設拡張完成後配置計画図	3-21
図 3-2-9	浄水処理フロー図	3-22
図 3-2-10	原水流入フロー図	3-22
図 3-2-11	配管掘削標準断面	3-27
図 3-2-12	電力会社工事に係る施工および費用負担区分	3-30
図 3-2-13	埋立工事に係る土砂採取場所	3-61
図 3-2-14	車両動線・仮設ヤード計画図	3-62
表 1-1-1	調査団による浄水プロセスに係る水質分析結果	1-4
表 1-1-2	調査団による給水栓に係る水質分析結果	1-5
表 1-1-3	THM（浄水場）の水質検査結果	1-6
表 1-1-4	THM（給水栓）の水質検査結果	1-7
表 1-1-5	3ヶ所の既設・計画中の大規模工業団地の計画概要	1-8
表 1-1-6	レ川流域の畜産に係る主な生産数の推移	1-9
表 1-1-7	2025 年目標の浄水場整備計画	1-13
表 1-1-8	2025 年目標の下水処理場整備計画	1-13
表 1-1-9	2013 年における県別人口	1-14
表 1-1-10	県別人口の推移	1-15
表 1-1-11	ハイフォン市の観光客数	1-15
表 1-1-12	ハイフォン市の土地利用状況	1-16
表 1-1-13	ベトナム国の経済指標（2013 年）	1-16
表 1-3-1	対ベトナム国援助形態別実績	1-17
表 1-3-2	ハイフォン市の上下水道分野に係る草の根技術協力事業（地域提案型）の実績	1-18
表 1-3-3	ハイフォン市の上下水道分野に係る有償資金協力の実績	1-19
表 2-1-1	ハイフォン市の行政区	2-1
表 2-1-2	水道に関する主要な行政機関と役割	2-3
表 2-1-3	アンズオン浄水場職員の職種、業務内容	2-5
表 2-1-4	ハイフォン市水道公社予算	2-6
表 2-1-5	ハイフォン市水道公社の決算（2009-2013 年）	2-6
表 2-1-6	水道料金表（2014-2016 年）	2-7
表 2-1-7	アンズオン浄水場の運営費内訳	2-7
表 2-1-8	ハイフォン市水道公社の浄水場	2-9
表 2-1-9	クワンビン取水場の諸元	2-10
表 2-1-10	薬品混和池/フロック形成池諸元	2-13
表 2-1-11	中間ポンプ諸元	2-14
表 2-1-12	配水ポンプの諸元	2-16
表 2-1-13	水質検査機器整備一覧表	2-22
表 2-1-14	水質分析項目、採水場所、分析頻度一覧表	2-23
表 2-2-1	浄水場及び取水場における停電実績	2-26

表 2-2-2	再委託による水質検査結果	2-33
表 2-2-3	THM（浄水処理）の水質検査結果	2-34
表 2-2-4	THM（給水栓）の水質検査結果	2-36
表 2-2-5	測量調査内容	2-39
表 2-2-6	基準点詳細	2-39
表 2-2-7	測量調査結果	2-40
表 2-2-8	試掘調査地点概要	2-41
表 2-2-9	試掘調査結果	2-42
表 2-2-10	環境社会影響を与える事業コンポーネント概要	2-45
表 2-2-11	ハイフォン市の主要工業団地の概要	2-48
表 2-2-12	アンズオン浄水場周辺地域の文化的、歴史的遺産・記念物	2-52
表 2-2-13	ハイフォン市の重要な動植物リスト	2-54
表 2-2-14	環境社会配慮に係る法と規則	2-55
表 2-2-15	水道施設建設に係る EIA の必要なプロジェクト	2-59
表 2-2-16	代替案（ゼロオプション含む）の比較表	2-68
表 2-2-17	スコーピングリスト	2-70
表 2-2-18	環境社会配慮調査に係る TOR	2-73
表 2-2-19	既存アンズオン浄水場の汚泥処分場所（予定地含む）	2-76
表 2-2-20	取水ポンプ場及び U-BCF に設置される機器類	2-77
表 2-2-21	国家騒音基準（QCVN26: 2010/BTNMT）	2-77
表 2-2-22	計画給水施設の消費電力量	2-81
表 2-2-23	環境影響評価結果	2-82
表 2-2-24	施設建設時の環境管理計画	2-85
表 2-2-25	施設建設後の環境管理計画	2-87
表 2-2-26	緩和対策の実施費用	2-88
表 2-2-27	工事中及び建設後の施設稼働時の環境対策のモニタリング計画	2-88
表 2-2-28	モニタリング費用（概算）	2-90
表 2-2-29	ステークホルダー協議次第	2-93
表 3-1-1	プロジェクトの概要	3-2
表 3-2-1	アンモニア態窒素除去技術の比較	3-9
表 3-2-2	U-BCF への導水方法比較表	3-12
表 3-2-3	プロジェクトを実施しなかった場合の維持管理費	3-14
表 3-2-4	本プロジェクトを実施した場合（ADB 融資による施設拡張前）	3-15
表 3-2-5	本プロジェクトを実施した場合（ADB 融資による施設拡張後）	3-15
表 3-2-6	取水ポンプの諸元	3-16
表 3-2-7	処理水及び逆洗排水の接続先	3-20
表 3-2-8	基本設計条件	3-25
表 3-2-9	概略設計図一覧表	3-33
表 3-2-10	負担工事区分	3-66

表 3-2-11	両国政府の主な分担事項（一般事項）	3-67
表 3-2-12	品質管理に係る分析・試験方法	3-69
表 3-2-13	初期操作指導	3-71
表 3-2-14	ソフトコンポーネントの対象業務	3-73
表 3-2-15	全体事業実施工程表（暫定）	3-74
表 3-2-16	業務実施工程表	3-75
表 3-3-1	ベトナム国政府及びハイフォン市水道公社の負担事項	3-76
表 3-4-1	U-BCF の導入により必要となる運転管理業務内容	3-77
表 3-5-1	日本側負担費用	3-78
表 3-5-2	ベトナム国負担工事・事項	3-79
表 3-5-3	本プロジェクト実施に伴う運営・維持管理費（ADB 融資による施設拡張前）	3-81
表 3-5-4	本プロジェクト実施に伴う運営・維持管理費（ADB 融資による施設拡張以降）	3-82
表 4-4-1	定量的効果指標	4-2
表 4-4-2	定量的効果指標のモニタリング体制	4-3

【略語集】

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
B/A	Banking Arrangement	銀行取極
DF/R	Draft Final Report	最終報告書案
DONRE	Department of Natural Resources and Environment	自然資源環境局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EPC	Environmental Protection Commitment	環境保護責任
F/R	Final Report	最終報告書
EVN	Electricity of Vietnam	ベトナム電力総公社
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GoJ	Government of Japan	日本国政府
GoV	Government of Viet Nam	ベトナム国政府
GRP	Gross Regional Product	域内総生産
GSO	General Statistics Office of Viet Nam	ベトナム統計局
HPPC	Hai Phong City People's Committee	ハイフォン市人民委員会
Hai Phong Water	Hai Phong Water Supply One Member Co., LTD	ハイフォン市水道公社
HPUEC	Hai Phong Urban Environment One Member Co., LTD	ハイフォン都市環境公社
IC/R	Inception Report	インセプションレポート
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する 政府間パネル
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
M/D	Minutes of Discussion	討議議事録
MOFA	Ministry of Foreign Affairs	外務省
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	自然資源環境省
MPI	Ministry of Planning and Investment	計画投資省
NRW	Non- Revenue Water	漏水
O&M	Operation and Maintenance	運転維持管理
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	コンピュータによるシス テム監視とプロセス制御
THM	Trihalomethane	トリハロメタン
T/N	Technical Note	技術注記
TOC	Total Organic Carbon	全有機炭素
U-BCF	Upward Flow Biological Contact Filtration	上向流式生物接触ろ過
VAT	Value Added Tax	付加価値税
VND	Vietnamese Dong	ベトナムドン
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WTP	Water Treatment Plant	浄水場

第 1 章

プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

ハイフォン市は、首都ハノイから東へ100kmに位置し、ベトナム国有数の港湾都市であり、輸出加工区として発展するなど、経済的に重要な位置を占め、人口規模はハノイ、ホーチミンに次ぐベトナム国第3位となる193万人である（2013年12月 ハイフォン市人民委員会調べ）。

ハイフォン市の水道事業は、ハイフォン市水道公社が担っており、給水人口は136万人、給水栓接続数は27万2,890栓、給水能力は21万3,500m³/日、送配水管の総延長は約2,300kmとなっている（2014年6月 ハイフォン市水道公社調べ）。給水区域における給水率は90%以上に達しており、無収水率は漏水対策の進展により15%以下と低い水準にあり、水道事業の収支は黒字となっているなど、比較的健全な事業運営が行われている（数値は要請書より）。

ハイフォン市に7ヶ所ある浄水場のうち最大規模（設計能力：100,000m³/日、給水対象人口：約86万人）のアンズオン浄水場では、生活雑排水の流入に伴い、水源のアンモニア態窒素や有機物による汚濁が進行しつつあり、それに対応するため大量の凝集剤や塩素を使用するなど、浄水処理に課題を抱えている（1-1-1-(1)項参照）。

そのような背景から、課題の解決のために北九州市上下水道局がJICA草の根技術協力（地域提案型）「有機物に対する浄水処理向上プログラム」を提案し、2011年8月から2012年8月にかけて、上向流式生物接触ろ過法（U-BCF）の実証プラント実験が実施された（1-1-1-(2)項参照）。

実証プラント実験を1年間続けた結果、アンモニア態窒素が年間を通して0.2mg/L以下に処理でき、アンモニア態窒素の除去率は70～100%、溶存マンガンの除去率は60～70%、有機物の除去率は30～40%となるなど、良好な浄水処理結果が得られた。

そのため、浄水処理で大量の塩素を消費するこれらの物質が安定的に除去できることが認められた上、それにより薬品費の低減効果や塩素と有機物質が反応して生成する有害なトリハロメタン（以下、THM）等の副生成物の低減化、及び浄水場の運転管理の容易化等が期待されるなど、アンズオン浄水場が抱える課題に対し、U-BCF導入の効果が高いことが示唆された。

(1) 過去の水源水質の変動と薬品注入量の関係

アンズオン浄水場での処理の問題点は、原水水質の悪化に由来する。水源であるレ川流域は、後述する将来水質予測の結果にあるように生活排水、営業排水、工場排水、面源排水等の未処理での流入が考えられる。

さらにレ川流域内では盛んに畜産も行われており、これら発生源からの主要な排出物質として想定される有機物質、アンモニア態窒素、マンガンは年々増加傾向にある。特に、6月から9月の雨季に高い値を示す傾向があり、降雨とともに流出している可能性があり（図1-1-1参照）、それに伴い浄水場で処理を行うための薬品注入率も増加していると考えられる（図1-1-2参照）。

塩素注入は、安全な水を提供する上で不可欠であるとともに、原水中のアンモニア態窒素、有機物を除去するための浄水方法として有効である。しかし、アンモニア態窒素は、通常は塩素注入に

よって処理するが、塩素（有効注入量）はアンモニア態窒素濃度（重量濃度）の約8倍の量を必要とすることとなり、アンモニア態窒素濃度が高いと塩素注入量が増加する。

また、有機物の増加は、これと塩素が反応して生成する、発がん性が疑われている THM の増加を引き起こすこととなり、原水のアンモニア態窒素や有機物の増加は、浄水障害の大きな要因の一つである。

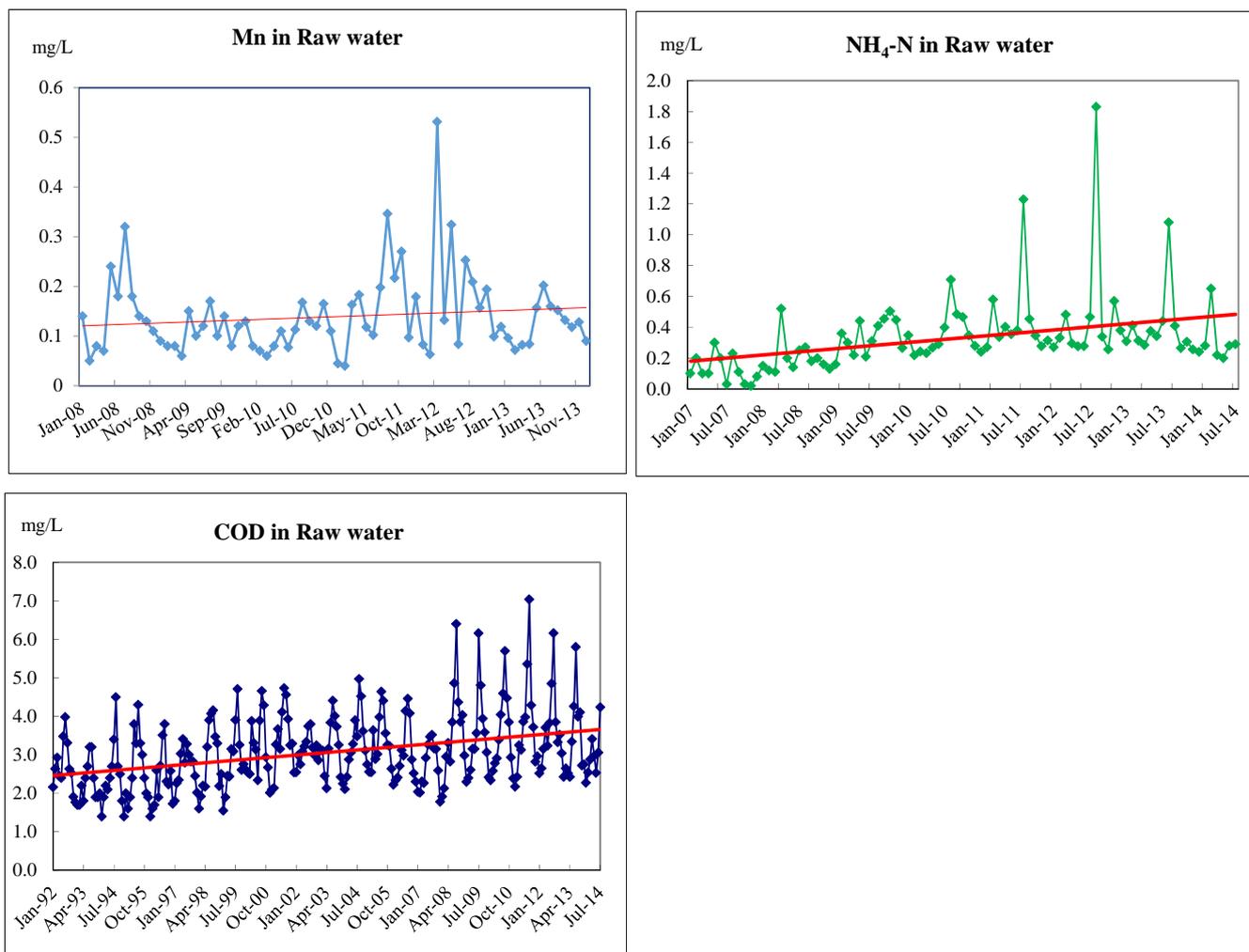


図 1-1-1 取水河川（レ川）のアンモニア態窒素、COD 及びマンガンの変動

出典：ハイフォン市水道公社の観測データに基づき調査団が作成

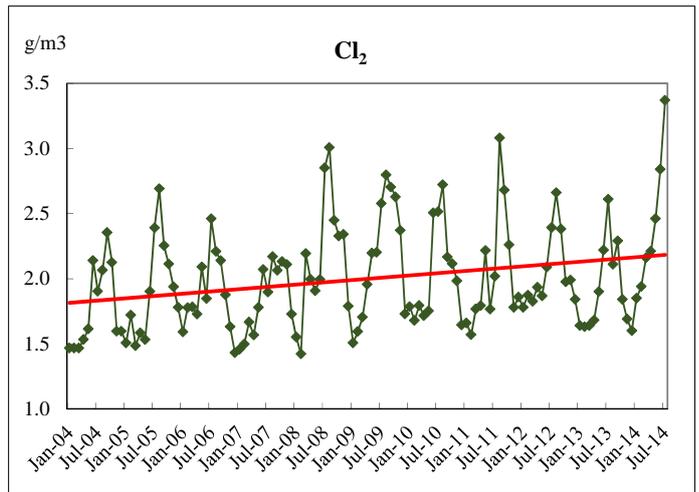
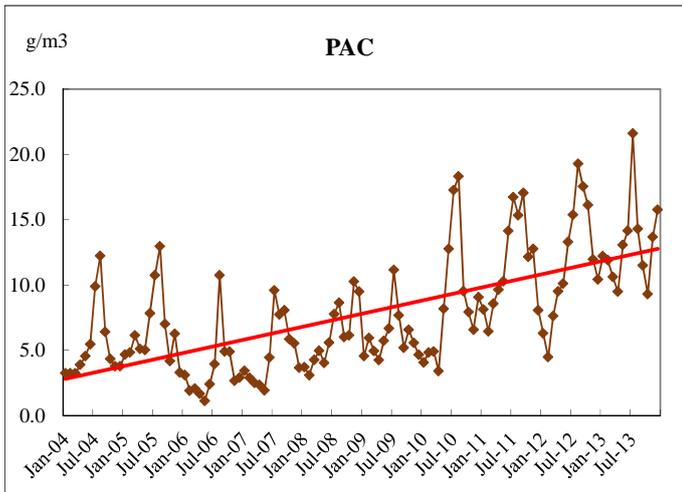


図 1-1-2 アンズオン浄水場の薬品注入率の変動

出典：ハイフォン市水道公社の観測データに基づき調査団が作成

(2) 実証プラント実験における水質試験結果

北九州市上下水道局は、上述の JICA 草の根技術協力事業を通じ、原水のアンモニア態窒素、有機物、マンガンを除去を目的として、高度浄水処理方式の一つである U-BCF の実証プラント実験を用いた浄水処理効果の検証を行った（2011 年 8 月から 2012 年 8 月）。その結果、U-BCF を用いた実証プラント実験による水質試験結果では、アンズオン浄水場において問題となっていたアンモニア態窒素、有機物質、溶存マンガンを対し、U-BCF が大きな除去率を示す結果を確認できた(図 1-1-3 参照 緑線：原水、赤線：U-BCF 処理水を示す)。

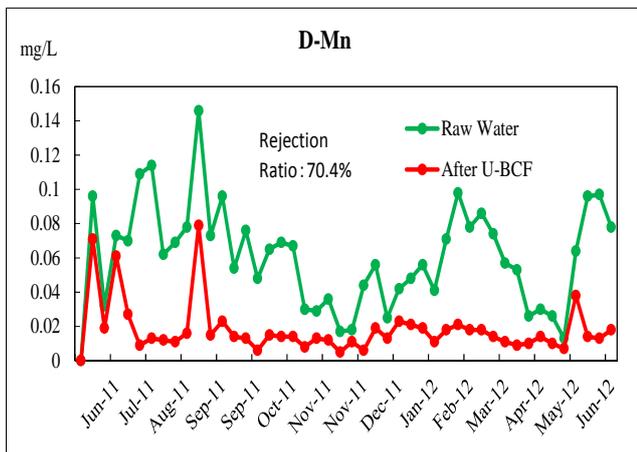
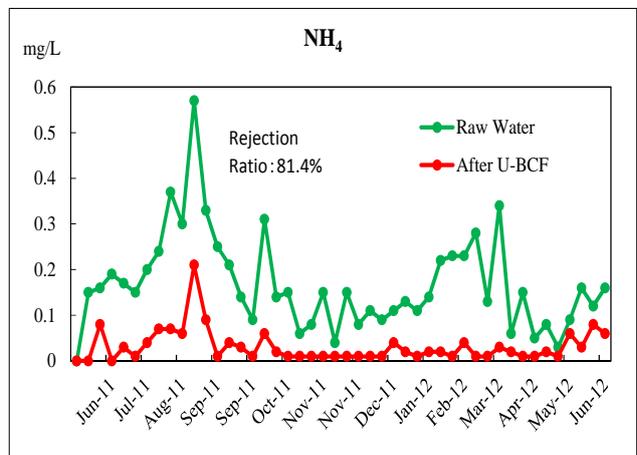
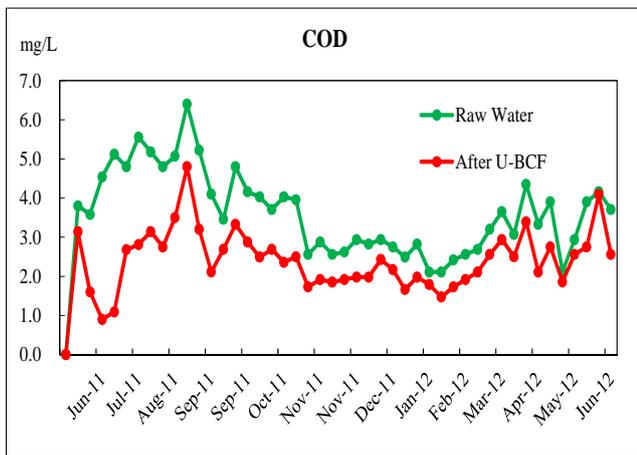


図 1-1-3 実証プラント実験による
水質試験結果

出典：北九州市上下水道局

(3) 調査団による水質試験結果

調査団が現地において 2014 年 8 月 3 日に行った浄水場処理プロセスにおける水質分析結果を表 1-1-1 に示す。これによると、8 月 3 日の採水時点では、取水、凝集沈澱後、急速ろ過後の 3 ヶ所で塩素注入を行っていたため、原水調整池の入口と出口において微量な残留塩素が検出されているが、取水での塩素注入量は管路の藻類除去が目的であるため、適当な量と考えられる。

凝集沈澱後にも塩素が注入されているが、急速ろ過池では全く検出されず、注入率としては、十分ではないと考えられる。

急速ろ過後の塩素注入により、浄水場出口の残留塩素は 1.05mg/L である。浄水処理水から遊離残留塩素が検出されているにもかかわらず、アンモニア態窒素が検出されている (0.08mg/L) 理由は、水質検査精度の問題であると考えられ、実際にはアンモニア態窒素は浄水中には存在しないものと考えられる。

一方、THM は、取水場で塩素を注入していることもあり、原水調整池でもわずかに検出されている。本調査を実施した時は、アンズオン浄水場では、沈澱池後にも中塩素処理をしており、総 THM は、浄水処理プロセス中にわずかに上昇し、ろ過後の後塩素注入によって、浄水場出口の総 THM は 35µg/L まで上昇している。

表 1-1-1 調査団による浄水プロセスに係る水質分析結果

Sampling date 採取日		Standard		3rd Aug. 8月3日						
Items 項目	Unit 単位	Standard Vietnam ベトナム基準	Standard Japan 日本基準	Intake 取水	Raw Water Reservoir In 原水調整池入口	Raw Water Reservoir Out 原水調整池出口	After Sedimentation 凝集沈澱池後	After Filtration 急速ろ過池後	Treated water 浄水処理水	
Others その他	Temp 水温	°C		33.8	32.3	32.9	32.5	32.8	32.9	
	pH		6.5-8.5	5.8-8.6	7.77	7.48	7.47	7.43	7.41	7.38
	DO 溶存酸素	mg/L			7.36	7.12	5.83	6.40	5.03	5.21
	Turbidity 濁度	NTU	2	2(Degree)	13.00	17.10	18.80	4.55	0.48	0.26
	R-CL 遊離残留塩素	mg/L	0.3-0.5	>0.1 ^{a)}		0.06	0.04	0.04	0.00	1.05
Organic compounds 有機物質類	E260	Abs		0.094	0.089	0.087	0.055	0.048	0.037	
	COD _{Mn} 化学的酸素要求量	mg/L	2	5 (TOC) ^{b)}	4.64	4.88	4.62	2.86	2.15	1.55
	CHCl ₃ クロホルム	µg/L	200	60	-	8.27	9.43	11.83	10.73	27.57
	CHCl ₂ Br プロモシクロメタン		60	30	-	0.49	0.83	1.66	1.15	5.97
	CHClBr ₂ シプロモクロメタン		100	100	-	<0.2	0.27	0.45	0.21	2.33
	CHBr ₃ ブロホルム		100	90	-	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	T-THM 総トリハロメタン				100	-	8.76	10.53	13.94	12.09
N compounds 窒素化合物類	NH ₄ -N アンモニア態窒素		mg/L	3		0.31	0.25	0.31	0.23	0.08
	NO ₂ -N 亜硝酸態窒素	mg/L	3	10 (NO ₂ +NO ₃)	0.086	0.025	0.034	0.004	0.003	<0.002
	NO ₃ -N 硝酸態窒素	mg/L	50		0.76	0.73	0.90	0.90	0.90	1.43
Heavy metals 重金属類	D-Mn 溶存マンガン	mg/L	T-Mn 0.3	T-Mn 0.05	0.012	0.022	0.043	0.049	0.013	0.011
	D-Fe 溶存鉄	mg/L	T-Fe 0.3	T-Fe 0.3	0.06	0.02	0.02	<0.02	<0.02	<0.02

a) 遊離残留塩素は、基準項目に入っていない。水道法施行規則第17条により、給水栓で0.1mg/L以上に保持することが義務付けられている。

水質管理目標値としては、1mg/L以下、おいしい水の要件としては、0.4mg/L以下に設定されている。

b) 日本では2003年まで過マンガン酸カリウム消費量として10mg/Lと設定。2003年以降はTOC 5mg/Lとなった。2009年さらにTOC 3mg/Lに強化された。

出典：再委託による水質試験結果に基づき調査団作成

表 1-1-2 調査団による給水栓に係る水質分析結果

Items 項目	Unit 単位	Standard Vietnam	Standard Japan	4th Aug. 8月4日				3rd Aug. 8月3日					4th Aug. 8月4日							
				T1	T2	T3	T4	Tap water 給水栓					T10	T11	T12	T13	T14	T15		
								T7	T8	T9	T10	T11							T12	T13
Others その他	Temp 水温	°C			32.6	32.0	32.7	32.4	33.1	32.0	32.2	31.6	32.4	32.1	32.6	32.0	33.0	32.5	32.0	
	pH		6.5-8.5	5.8-8.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DO 溶解酸素	mg/L			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Turbidity 濁度	NTU	2	2 (Degree)	0.24	0.25	0.25	0.24	0.25	0.25	0.35	0.29	0.50	0.26	0.29	0.39	0.17	0.54	0.34	
	R-CL 遊離残留塩素	mg/L	0.3-0.5	1 ³⁾	0.50	0.76	0.34	0.24	0.44	0.54	0.64	0.40	0.04	0.10	0.24	0.02	0.04	0.14	0.74	
Organic compounds 有機物質類	E260	Abs			0.037	0.037	0.036	0.035	0.038	0.037	0.037	0.036	0.038	0.038	0.037	0.036	0.036	0.037	0.039	
	CODMn 化学的酸素要求量	mg/L	2	5 (TOC) ³⁾	1.55	1.42	1.48	1.48	1.42	1.48	1.42	1.42	1.42	1.61	1.48	1.55	1.42	1.55	1.42	
	CHCl3 クロロホルム	µg/L	200	60	22.80	35.38	37.44	38.26	26.17	25.88	29.88	39.01	33.05	52.30	43.86	36.01	29.92	30.24	38.64	
	CHCl2Br ブロモクロロホルム		60	30	8.64	7.81	9.13	9.07	6.69	7.09	7.92	10.50	12.34	13.59	10.58	14.90	12.54	10.73	8.81	
	CHClBr2 ジブロモクロロホルム		100	100	2.76	2.73	3.04	3.11	2.54	2.87	3.23	3.90	4.82	4.96	3.43	5.93	5.38	3.77	3.47	
	CHBr3 ブロモホルム		100	90	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	T-THM 総トリクロロメタン			100	34.20	45.92	49.61	50.44	35.40	35.84	41.03	53.41	50.21	70.85	57.87	56.84	47.84	44.74	50.92	
	NH4-N アンモニア態窒素		mg/L	3		0.03	0.02	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	<0.02
NO2-N 亜硝酸態窒素	mg/L		3	10 (NO2+NO3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NO3-N 硝酸態窒素	mg/L		50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Heavy metals 重金属類	D-Mn 溶解マンガン	mg/L	T-Mn 0.3	T-Mn 0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	D-Fe 溶解鉄	mg/L	T-Fe 0.3	T-Fe 0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

a) 遊離残留塩素は、基準項目に入っていない。水道法施行規則第17条により、給水栓で0.1mg/L以上に保持することが義務付けられている。
水質管理目標値としては、1mg/L以下、おいしい水の要件としては、0.4mg/L以下に設定されている。

b) 日本では2003年まで過マンガン酸カリウム消費量として10mg/Lと設定。2003年以降はTOC 5mg/Lとなった。2009年さらにTOC 3mg/Lに強化された。

出典：再委託による水質試験結果に基づき調査団作成

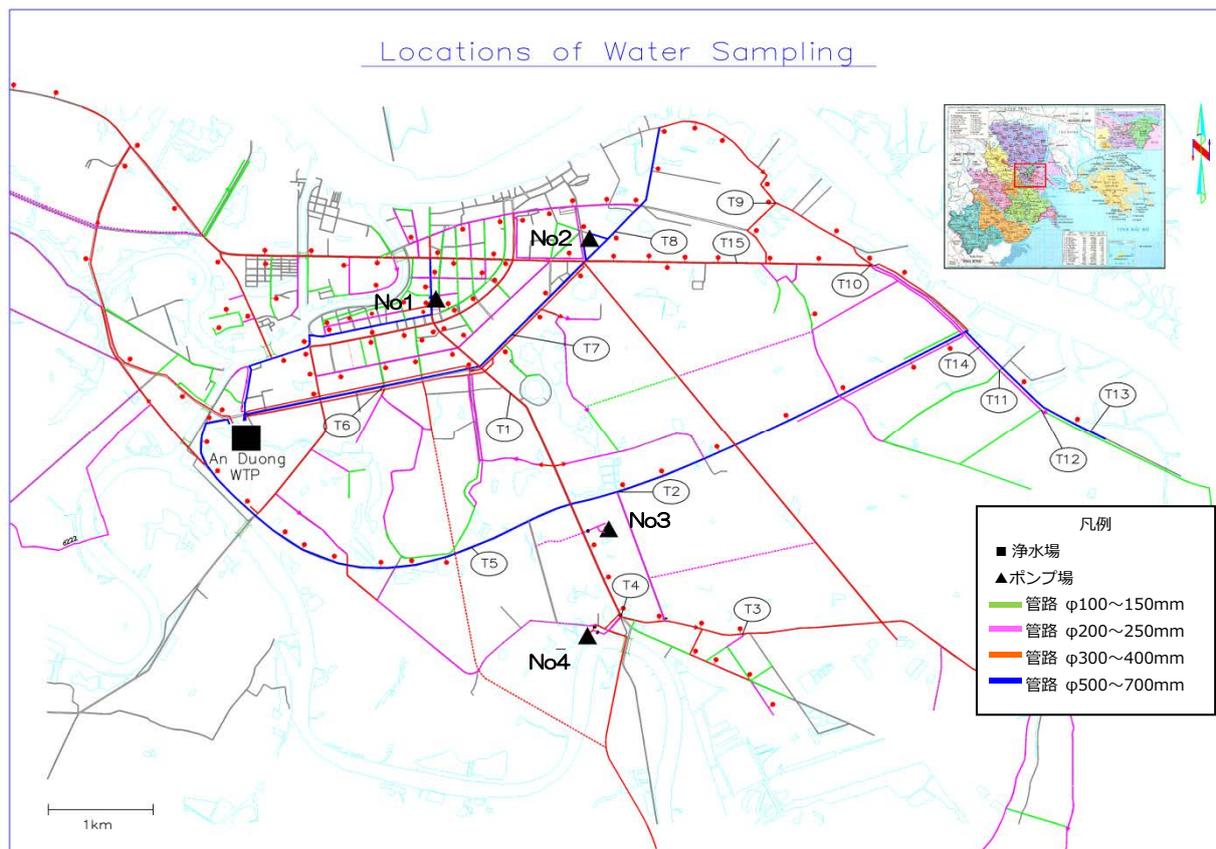


図 1-1-4 調査団による給水栓水質測定地点

出典：調査団作成

同じく8月3日から4日にかけてアンズオン浄水場の給水区域の給水栓15ヶ所において残留塩素、THM等の測定を行った。これらの地点の中で、1グループ(T6~T13)、2グループ(T5・T2・T14)、3

グループ(T1・T4・T3)の各グループは各々が一つの管路によって給水されている系列である。その結果によると、残留塩素は、浄水場から近い地点では0.7~0.4μg/L程度を示しており、一部では配水管途中のポンプ場で追加塩素の注入が行われているため、ポンプ場 No3 の後の T2 等の給水栓では、残留塩素が増加しているところもある(表 1-1-2、図 1-1-4 参照)。

また、表 1-1-3、表 1-1-4 に示すとおり、第1回目の分析における THM 濃度は、浄水場出口でクロロホルム 28μg/L、総 THM36μg/L であった。給水栓における濃度は、給水距離が長くなるにしたがって次第に増加する傾向を示しており、クロロホルムは最大値 52μg/L、総 THM は 71μg/L まで増加していた。なお、第1回目の THM 分析結果は、浄水場出口・給水栓共にベトナム国の飲料水基準値以下であった。

第2回目の分析では、原水の COD が上昇していることもあり、浄水場出口のクロロホルムは 70μg/L、総 THM は 100μg/L を超えていた。給水栓では更に濃度が上昇し、クロロホルムは最大 138μg/L、総 THM は最大 164μg/L の値を示した。クロロホルムに関し、浄水場出口及び給水栓における濃度はベトナム国飲料水水質基準値(200μg/L)の30~60%程度の値であるが、日本の基準値(60μg/L)は超えている。総 THM に関し、ベトナム国では飲料水基準を設けていないが、日本の基準値(100μg/L)と比較すると最大で1.6倍程度の値となっていた。

第3回目の測定では分析結果に不自然な点があったため再委託先に問い合わせたところ、機器の不調により採水後数日を経過して測定しており、この期間にクロロホルムが揮散したことが疑われる、とのことであった。給水栓における THM 濃度は総 THM が 200μg/L を超えている個所もあり、実際には更に高い値であった可能性がある。

後述(1-1-1(4)参照)の通り、アンズオン浄水場では今後、原水中の有機物質の増加が想定される状況である。U-BCFを導入することにより、浄水処理プロセスにおける塩素使用量の低減及び原水中の有機物質の低減効果が得られるため、塩素と有機物質の反応生成物である THM 濃度が低減されることが期待される。

表 1-1-3 THM (浄水場) の水質検査結果

Sample date		Standard		第1回目 3rd Aug. 8月3日					第2回目		第3回目	
				7th Sep. 9月7日	8th Sep. 9月8日	12nd Nov. 11月12日	12th Nov. 11月12日					
Items 項目	Unit 単位	Standard Vietnam ベトナム基準	Standard Japan 日本基準	Raw water reservoir in 原水調整池入口	Raw water reservoir out 原水調整池出口	After Sedimentation 凝集沈澱池後	After Filtration 急速ろ過池後	Treated water 浄水	Raw water 原水調整池	Treated water 浄水	Raw water 原水調整池	Treated water 浄水
THM トリハロメタン	CHCl ₃ クロロホルム	μg/L	200	60	8.3	9.4	11.8	10.7	/	76.4	/	49.0
	CHCl ₂ Br ジクロロブロモメタン		60	30	0.5	0.8	1.7	1.2		20.2		71.1
	CHClBr ₂ クロロジブロモメタン		100	100	<0.2	0.3	0.5	0.2		2.3		17.4
	CHBr ₃ ブロモホルム		100	90	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3		<0.3		<0.3
	T-THM 総トリハロメタン		/	100	8.8	10.5	13.9	12.1		35.9		100.1

出典：調査団の再委託による水質調査結果

表 1-1-4 THM (給水栓) の水質検査結果

Sampling date 採水日 Sampling Station	1回目 (8/3~8/4)					2回目 (9/7)					3回目 (11/12)				
	CHCl ₃ トリクロロメタン	CHCl ₂ Br ジブロモクロロメタン	CHClBr ₂ ジブロモクロロメタン	CHBr ₃ トリブロモメタン	T-THM 総トリハロメタン	CHCl ₃ トリクロロメタン	CHCl ₂ Br ジブロモクロロメタン	CHClBr ₂ ジブロモクロロメタン	CHBr ₃ トリブロモメタン	T-THM 総トリハロメタン	CHCl ₃ トリクロロメタン	CHCl ₂ Br ジブロモクロロメタン	CHClBr ₂ ジブロモクロロメタン	CHBr ₃ トリブロモメタン	T-THM 総トリハロメタン
Treated Water 浄水	27.57	6.0	2.3	<0.3	35.9	76.4	20.2	3.5	<0.3	100.1	49.0	71.1	17.4	<0.3	137.5
T1	22.80	8.6	2.8	<0.3	34.2	-	-	-	-	-	63.1	55.2	14.1	<0.3	132.4
T2	35.38	7.8	2.7	<0.3	45.9	99.7	20.3	3.3	<0.3	123.3	60.5	92.6	21.4	<0.3	174.5
T3	37.44	9.1	3.0	<0.3	49.6	81.3	13.3	2.1	<0.3	96.7	65.4	77.1	10.8	<0.3	153.3
T4	38.26	9.1	3.1	<0.3	50.4	56.3	11.5	2.2	<0.3	70.0	69.4	102.6	24.8	<0.3	196.8
T5	26.17	6.7	2.5	<0.3	35.4	64.4	15.1	2.2	<0.3	81.8	65.7	78.4	21.9	<0.3	166.0
T6	25.88	7.1	2.9	<0.3	35.8	-	-	-	-	-	65.5	118.8	24.1	<0.3	208.4
T7	29.88	7.9	3.2	<0.3	41.0	73.5	15.8	2.3	<0.3	91.5	73.6	94.6	23.2	<0.3	191.4
T8	39.01	10.5	3.9	<0.3	53.4	85.7	15.3	2.3	<0.3	103.3	87.2	107.5	36.9	<0.3	231.6
T9	33.05	12.3	4.8	<0.3	50.2	138.1	23.1	3.0	<0.3	164.2	74.6	91.8	21.1	<0.3	187.5
T10	52.30	13.6	5.0	<0.3	70.9	126.4	21.4	3.0	<0.3	150.8	84.3	101.7	34.6	<0.3	220.6
T11	43.86	10.6	3.4	<0.3	57.9	88.0	18.5	2.7	<0.3	109.2	70.1	90.5	20.2	<0.3	180.8
T12	36.01	14.9	5.9	<0.3	56.8	-	-	-	-	-	59.3	88.8	21.6	<0.3	169.7
T13	29.92	12.5	5.4	<0.3	47.8	87.1	16.2	2.3	<0.3	105.6	58.2	62.2	11.5	<0.3	131.9
T14	30.24	10.7	3.8	<0.3	44.7	-	-	-	-	-	63.1	70.9	17.1	<0.3	151.1
T15	38.64	8.8	3.5	<0.3	50.9	89.7	15.7	2.9	<0.3	108.2	49.0	71.1	17.4	<0.3	137.5
Standard Vietnam ベトナム基準	200	60	100	100	/	200	60	100	100	/	200	60	100	100	/
Standard Japan 日本基準	60	30	100	90	100	60	30	100	90	100	60	30	100	90	100

(4) 将来の原水水質の想定

図 1-1-1 に示すように、レ川からの取水によるアンモニア態窒素及び COD の経年変化をみると、両方とも増加傾向を示している。

これらの汚濁物質に関する将来水質の予測について、日本の「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」に示されている流域で発生する水質汚濁負荷量の推計方法をベースに算出する手法が考えられるが、多くの基礎データの入手が困難なために数値の想定・仮定が必要となり、許容できる精度の推計値の算出は期待できない。

現地調査の期間、河川の水質汚染の主要因と考えられる生活排水、営業排水及び工場排水に関し、レ川流域の既存下水道施設と将来計画の有無についてハイフォン市下水道公社 (Hai Phong Sewerage and Drainage LTD.)の総裁 (Mr. Nguyen Minh Tuan)と協議を行った結果、以下のことが確認された。

- ▶ レ川流域には既設の下水道施設は無い
- ▶ レ川流域における将来の下水道整備計画も無い
- ▶ ハイフォン市中心部を対象に下水道（処理施設、下水管網、雨水排水管）整備を実施中

現地調査の結果、レ川には流域内の小河川・水路からの流入が見られ、流域内で発生した家庭排水、営業排水、工場排水（表 1-1-5 の野村工業団地のみ排水処理施設を有する）等は、それらの水路を經由してレ川に流入している。また、畜産排水については、放牧による飼育がほとんどであるため、降雨時での面源排水としてレ川に流入している。

参考までに、図 1-1-5 に示すレ川流域の開発計画（ハイフォン市人民委員会作成）が策定されており、3ヶ所の既設・計画中の大規模工業団地（表 1-1-5 参照）に加え、宅地開発、事業所等の開発が予定されている。また、レ川流域内では盛んに畜産も行われている（表 1-1-6 参照）。

そのため、将来的にもレ川への生活排水、営業排水、工場排水、面源排水等の未処理での流入が考えられ、さらなるアンモニア態窒素、有機物等による水質悪化が懸念される。

表 1-1-5 3ヶ所の既設・計画中の大規模工業団地の計画概要

図 1-1-5 における番号	38	39	40
項目	野村工業団地	Trang Due 工業団地	Tham Viet 工業団地
開発状況	既設	既設	計画中
開発面積	153 ha	200 ha(第1期分)	情報なし
ハイフォン港からの距離	15 km	12 km	情報なし
入居率	100%	30%	情報なし
事業所数	61 社(内 54 社は日系企業)	17 社(内 3 社は日系企業)	情報なし
主な業種	電子・電気部品/設備、縫製、金属加工、文具製造、医療用設備、自動車部品、物流サービス等	電子・電気部品、水道部品、医療、エネルギー向け部品、物流サービス等	情報なし

出典:JETRO ベトナム北部・中部工業団地データ集 2013

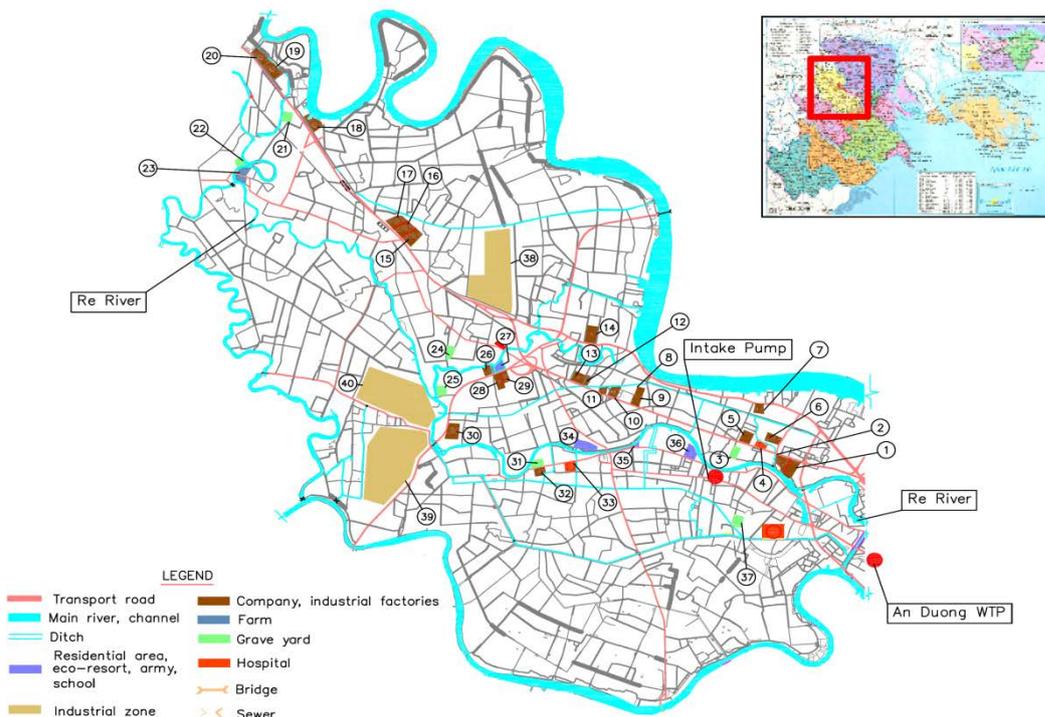
表 1-1-6 レ川流域の畜産に係る主な生産数の推移

単位：千頭

種別	2005年	2008年	2010年	2012年	2013年
豚	85	57	50	49	44
家禽類	451	588	570	611	792
鶏	362	404	460	485	653
計	898	1,049	1,080	1,145	1,489

出典：Haiphong Statistical Yearbook, 2013 : An Duong Rural District

Location Map – Causes of the Risks of Pollution to Re River



List of Areas Causing the Risks of Pollution to Re River

No.	Areas causing pollution	Pollutants/Risks
1	HANVICO Co.	Industrial wastewater
2	HELJICO Co.	Industrial wastewater, general wastewater
3	Hung Vuong Graveyard	near the river
4	Transportation Hospital	Medical wastewater
5	190 Steel Pipe Co.	Industrial wastewater, general wastewater
6	CHAU PHUOC THANH Co.	Industrial wastewater, general wastewater
7	Hung Vuong Packing Co.	Industrial wastewater, general wastewater
8	My Tranh Graveyard	near the channel
9	190 Furniture Company	Industrial wastewater, general wastewater
10	Minh Thanh Co.	Industrial wastewater, general wastewater
	Hoang Huy Co.	
	Thai Son Co.	
	Quang Hung Co.	
11	Tan Thuan Phong Co.	Industrial wastewater, general wastewater
12	Truong Cuong Steel Co.	Industrial wastewater, general wastewater
13	Tan Vinh Hung Co.	Industrial wastewater, general wastewater
	Fertiliser of the North Co.	
14	Viet-Japan Steel Co.	Industrial wastewater, general wastewater
15	Guom Lake Garment Co.	Industrial wastewater, general wastewater
16	Creative Lights Vietnam Co.	Industrial wastewater, general wastewater
17	Woojin Vietnam Co.	Industrial wastewater, general wastewater
18	Hong Ha Shipbuilding	Industrial wastewater
19	Garment Co.	Industrial wastewater, general wastewater
	Heavy metal factory	
	Kansai Thang Long Steel Co.	

No.	Areas causing pollution	Pollutants/Risks
20	Hoang Gia Shipbuilding	Industrial wastewater, general wastewater
21	Le Thien Graveyard	near the ditch
22	Kim Tan General Waste Landfill	near the river
23	Kim Tan Farm Raising	near the river
24	Tan Tien Graveyard	near Tan Hung Hong Ditch
25	Bac Son Graveyard	near Tan Hung Hong Ditch
26	Phuc Tien Co.	sewage from concrete production
27	285 Regiment	General wastewater
28	Ngoc Thuy High Pressure Glass Co.	Industrial wastewater, general wastewater
29	Hoan Cau Co.	Industrial wastewater, general wastewater
30	LISEMCO Co.	Industrial wastewater, general wastewater
31	Luong Quy Graveyard	Risks from graves
32	Viet Thang Co.	Industrial wastewater, general wastewater
33	An Duong Hospital	Treated medical wastewater
34	Bac Hai Eco-resort	General wastewater
35	An Duong Town (Street 1)	Wastewater from 300 households goes to Re River
36	Nguyen Du High School	General wastewater
37	An Duong Grave Yard	near An Kim Hai Ditch
38	Nomura Industrial Zone	Industrial wastewater, general wastewater
39	Trang Due Industrial Zone	Industrial wastewater, general wastewater
40	Tham Viet Industrial Zone	Industrial wastewater, general wastewater

図 1-1-5 レ河流域の開発計画図

出典:ハイフォン市人民委員会

(5) 高度浄水処理施設導入の必要性

日本においては、高度浄水処理施設の定義については、「高度浄水施設導入ガイドライン 日本水道協会」によると、「通常の浄水方法では十分に対応できない臭気物質、トリハロメタン前駆物質、色度、アンモニア態窒素、陰イオン界面活性剤等の処理を目的として導入する活性炭処理施設、オゾン処理施設及び生物処理施設」と定義されている。これらの物質が原水中に多く含まれる場合、塩素注入方式、緩速ろ過方式、急速ろ過方式のような通常の浄水方法では対応が困難となり、高度処理導入が検討され、かつ導入に際しては1年間の実証実験が必要であるというのが一般的な考え方である。

特にアンズオン浄水場のような従来急速ろ過方式は、一般に濁質の除去は優れているものの、アンモニア態窒素のような溶解性物質の除去能力には優れていないため、浄水処理が十分に行えない、あるいはO&Mコストが増えるなどの問題を生じることとなる。

高度浄水処理施設導入の目安については、国土交通省の「今後の河川水質管理の指標について」（平成21年3月）において、河川での汚染程度を判断する目安となるアンモニア態窒素が0.3ppmを超えた場合、高度な処理が必要とされている。

アンズオン浄水場では、現時点においても既に原水中のアンモニア態窒素濃度は、ベトナム国における飲料水原水として適切とされるアンモニア態窒素濃度の河川表流水水質環境基準値 0.2mg/Lを上回っている（「National technical regulation on surface water quality」 QCVN 08:2008/BTNMT 2008年）。

なおかつ、将来的には、取水源であるレ川流域における開発計画により、さらなる水質悪化が懸念され、原水のアンモニア態窒素濃度が上昇することが予想されることから、高度浄水処理が必要な状況となっている。

かかる状況から、アンズオン浄水場に高度浄水処理施設を導入する必要がある。

1-1-2 開発計画

(1) ベトナム国の開発計画

1) 国土政策に係る主要な政策（外務省 HP より）

ベトナム国の総合社会経済計画システム（地方政府が上位レベルの政府に計画を提出し、そこでまとめられ、最終的に計画投資省（MPI）に提出されるシステム）の国家計画は、10ヶ年（2011～2020年）の「社会経済開発戦略」と、当該戦略を2期に分けた「社会経済開発5ヵ年計画」で構成されている。現行の10ヵ年戦略は、「2020年を目途に先進工業国となるための基礎を築き、社会主義路線に沿った工業化・近代化を加速する」ことを目指している。

10ヵ年戦略及び5ヵ年計画とも所管はMPIであり、MPIはこれらの計画作成に係る諸機関の調整及び最終案作成の役割を有している。MPIが取りまとめた計画案は、政府及び共産党内部の公式協議を経て決定される。

また、2009年4月7日に「2050年を展望した2025年までのベトナム国都市システム開発総合計画方針」が首相により承認されており、開発の全体像を以下に示す。

- ① 現在から2015年にかけて、重点経済地域及び大都市地域を重点化し、国家レベルの成長の極としては包括的経済区域が中心的な役割を担う
- ② 2015年から2025年にかけては、主要市街地の開発に重点を置き、それにより農村部の開発及び開発の分散化を軽減する
- ③ 2026年から2050年にかけては、都市ネットワークを全体に行き渡らせる

2) 水道事業に係る国家政策・目標

ベトナム国では都市部水道事業における国家政策・目標として、都市水道開発指針「Orientation on Water Supply Development of Urban areas and Industrial Zones in Vietnam up to 2020」（1998年）を掲げている。本指針では、「全国都市部における2020年までの安全な水の確保」、「近代的技術及び設備の導入による人材開発の体制強化」等を目指している。

(2) ハイフォン市の開発計画

ハイフォン市の開発計画として、「APPROVING ADJUSTMENT OF CONSTRUCTION GENERAL PLANNING OF HAI PHONG CITY BY 2025 AND WITH A VISION TILL 2050, September 16, 2009, No. 1448/QD-TTg」が首相により承認されている。以下に、上下水道分野に関連する事項を示す。

1) 都市開発

- ① ハイフォン市を7地区（Hong Bang ホンバン, Le Chan レチャン, Ngo Quyen ゴクエン, Hai An ハイアン, Kien An キエンアン, Duong Kinh ズオンキン, Do Son ドーソン）、市街地拡張が期待される5地区（Ben Rung ベンルン, Bac Song Cam バックソン, Tay Bac タイバック, An Duong アンズオン, Trang Cat トランカット）及び周辺地方地区に区分けし、全体面積は1,521.9km²とする
- ② 2025年のハイフォン市の計画人口は2,400,000人とし、その内2,100,000人が都市部、残りの300,000人を周辺地方部とする

- ③ 都市部の人口予測として、824,980 人（2007 年）、1,674,000 人（2015 年予測値）、2,100,000 人（2025 年予測値）とする
- ④ 2015 年までに都市部の 23,000~24,000ha、2025 年までに 47,500 ~48,900ha の都市整備を行う

2) 上水道事業

- ① 水道用水源は 3 河川（レ(Re)川、ダド(Da Do)川、及びギア(Gia)川）の表流水とする
- ② 2025 年の水需要量予測として 1,371,000m³/日、都市部の給水率を 100%とする
- ③ 2025 年までの浄水場拡張計画は表 1-1-7 のとおりとする

表 1-1-7 2025 年目標の浄水場整備計画

場所	事業内容	浄水場名/県・区名	施設能力 (m ³ /日)
都市部	既設 3 浄水場の拡張	Vat Cach, An Duong, Cau Nguyet	389,000
	新設 4 浄水場の建設	Hung Dao, Ngu Lao, Kim Son, Dinh Vu	823,300
周辺部	既設浄水場の拡張	Minh Duc, Nui Deo, An Lao, Vinh Bao, Cat Ba, Bach Long Vy	64,500
	新設浄水場の建設	Tien Lang, Quang Thanh, Luu Kiem, Tien Cuong, Cap Tien	94,500
合計			1,371,300

出典：APPROVING ADJUSTMENT OF CONSTRUCTION GENERAL PLANNING OF HAI PHONG CITY BY 2025 AND WITH A VISION TILL 2025, September 16, 2009, No. 1448/QD-TTg

3) 下水道事業

- ① 下水道整備は分流式とし、水道使用量の 90%が排水されるものとする
- ② 都市部における下水管網の拡張整備及び下水処理場の整備を行う
- ③ 工業団地からの排水については、簡易な処理施設を設置して処理を行う
- ④ 2025 年目標の工業排水用の処理施設整備は 16 ヶ所とする
- ⑤ 都市部で発生する汚水の 80%について集水して下水処理場に排水する
- ⑥ 2025 年を目標とした下水処理場の整備計画を表 1-1-8 に示す（処理能力、処理方式等の情報はない）。

表 1-1-8 2025 年目標の下水処理場整備計画

河川流域名	箇所数	処理場名
He 川流域	3	Vinh Niem, Ho Dong, Dong Hoa
Hong 川流域	3	Tan Thanh, Van Bun, Bang La
Cam 川流域	3	Ben Rung, Hoang Mai, Dong Van

出典：APPROVING ADJUSTMENT OF CONSTRUCTION GENERAL PLANNING OF HAI PHONG CITY BY 2025 AND WITH A VISION TILL 2025, September 16, 2009, No. 1448/QD-TTg

上記(1)及び(2)によると、ハイフォン市中心部の開発は今後も重点的に行われることとなる。そのため、都市化が進む中で地域の住民に対して安全な水道水を安定的に供給することが重要である。

またハイフォン市の開発計画において、市街地拡張が期待される Bac Song Cam バックソン地区、An Duong アンズオン地区については、レ川の集水域に該当しており、今後、市街地拡張が進むことで原水汚濁が進む可能性が考えられる。

さらに、1-1-1(4)に記載の通り下水道整備計画は無いため、アンズオン浄水場の取水源水質のさらなる悪化が懸念される。加えて、高度浄水処理設備の導入は、都市水道開発指針（1998年）の「近代的技術及び設備の導入による人材開発の体制強化」に資するものである。

かかる背景により、本プロジェクトによる高度浄水処理施設導入の意義は大きい。

1-1-3 社会経済状況

(1) 人口

2013年における県別人口を表 1-1-9 に示す。これによると、都市部の人口は 808,869 人であり約 42%を占めている一方、地方部に約 58%が居住している。地方部の Cat Hai 及び Bach Long Vi の 2 県は、沖合に浮かぶ島の人口である。

表 1-1-9 2013年における県別人口

分類	県名		人口	比率	人口密度
			(人)	(%)	(人/km ²)
都市部 (中心部)	1	Hong Bang	104,228	5.41	7,238
	2	Ngo Quyen	171,680	8.92	15,193
	3	Le Chan	220,152	11.44	18,500
都市部 (その他)	4	Hai An	108,570	5.64	1,036
	5	Kien An	104,729	5.44	3,550
	6	Do Son	48,021	2.49	1,033
	7	Duong Kinh	51,489	2.67	1,124
都市部 計			808,869	42.01	—
地方部	8	Thuy Nguyen	319,893	16.62	1,318
	9	An Duong	168,650	8.76	1,728
	10	An Lao	139,329	7.24	1,211
	11	Kien Thuy	131,277	6.82	1,221
	12	Tien Lang	146,935	7.63	760
	13	Vinh Bao	177,913	9.24	986
	14	Cat Hai	31,412	1.63	97
	15	Bach Long Vi	939	0.05	293
地方部 計			1,116,348	57.99	—
合計			1,925,217	100.00	1,260

出典：Haiphong Statistical Yearbook, 2013

都市部（中心部）、都市部（その他）及び地方部について、2005年から2013年までの年平均の人口増加率を計算すると、それぞれ0.92%/年、5.53%/年、0.08%/年となり、都市部（その他）での増加率が最も高くなる。また、全市での人口増加率は1.03%/年となる。

表 1-1-10 県別人口の推移

単位：千人

分類	県名	2005年	2008年	2010年	2012年	2013年
都市部 (中心部)	1 Hong Bang	108.5	104.2	100.5	103.1	104.2
	2 Ngo Quyen	158.7	163.3	167.1	169.9	171.7
	3 Le Chan	193.9	207.6	213.7	217.8	220.2
都市部 (その他)	4 Hai An	82.8	97.5	103.5	107.4	108.6
	5 Kien An	86.7	95.4	99.4	103.6	104.7
	6 Do Son	33.8	43.9	46.2	47.5	48.0
	7 Duong Kinh	-	46.7	49.2	50.9	51.5
地方部	8 Thuy Nguyen	295.3	302.2	308.1	316.4	319.9
	9 An Duong	144.2	158.5	163.6	166.8	168.7
	10 An Lao	125.9	130.5	133.9	137.8	139.3
	11 Kien Thuy	182.0	127.1	127.1	129.8	131.3
	12 Tien Lang	150.1	143.0	141.7	145.3	146.9
	13 Vinh Bao	182.9	174.4	172.7	176.0	177.9
	14 Cat Hai	28.1	29.0	30.3	31.1	31.4
	15 Bach Long Vi	0.43	0.75	0.9	0.9	0.9
合計		1,773.3	1,824.1	1,857.9	1,904.3	1,925.2

出典：Haiphong Statistical Yearbook, 2013

ハイフォン市は、近くに世界遺産の観光地を有するとともに市内にも観光地が整備され、観光人口は途中での若干の減少はあったものの、確実に増加している。表 1-1-11 の観光人口の推移に示すように、2005年に比べると2013年では2倍以上となっている。

表 1-1-11 ハイフォン市の観光客数

年度	旅行者数		合計 (千人)
	ベトナム人 (千人)	外国人 (千人)	
	2005年	1,816.6	
2008年	3,015.2	700.7	3,715.9
2010年	3,229.1	305.6	3,534.7
2012年	4,128.6	556.6	4,685.2
2013年	4,309.2	564.6	4,873.8

出典：Haiphong Statistical Yearbook, 2013

(2) 土地利用

ハイフォン市の2013年における土地利用内訳を表1-1-12に示す。それによると50%以上の土地が農業用として利用されている。農業用地49,306haの中で、45,212ha(約92%)は水田が占めている。将来的な開発が計画された場合、未開発地域の整備及び農業用地の転用が考えられる。

表 1-1-12 ハイフォン市の土地利用状況

土地利用	面積 (ha)	構成比 (%)
農業用地 計	81,145	53.1
農業	49,306	32.3
森林	19,653	12.9
養魚場	11,696	7.7
塩田	162	0.1
その他	328	0.2
住宅地 計	13,853	9.1
都市部	4,290	2.8
地方部	9,563	6.3
都市施設 計	27,529	18.0
公共機関	286	0.2
軍施設	2,160	1.4
事業所・工場	7,895	5.2
公共用地	17,188	11.3
宗教施設	299	0.2
墓地用地	1,155	0.8
河川及び水面	24,858	16.3
その他開発用地	39	0.0
未開発地域	3,867	2.5
合計	152,745	100.0

出典：Haiphong Statistical Yearbook, 2013

(3) 産業及び経済状況

ベトナム国の主要な産業は、農林水産業、鉱業及び軽工業（外務省 HP より）であり、国土交通省国土政策局による産業別就業人口比率（2012年）によると、第1次産業が48%、第2次産業が21%、第3次産業が31%となっており、第1次産業が半分を占めているが、将来的には、上記のベトナム工業化戦略の施策により、第2次及び第3次産業の占める割合が増加することが予想される。表1-1-13に2013年の経済指標を示す。

表 1-1-13 ベトナム国の経済指標（2013年）

GDP 成長率(2013年)	5.4%
物価上昇率（年平均、2013年）	6.6%
失業率（2013年）	2.2%（都市部:3.58%、農村部：1.58%）
外国投資（認可額、2013年）	216億ドル（対前年比54.5%増）
貿易収支（2013年）	2億ドル
輸出（2013年）	1,323億ドル（前年比15.6%増）
輸入（2013年）	1,321億ドル（前年比16.1%）

出典：外務省 HP（最近のベトナム情勢と日ベトナム関係）

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

前項「1-1-1 現状と課題」で記述した通り、以下の浄水処理における課題を解決するために、アンズオン浄水場では高度浄水処理の導入が必要と考えられる。北九州市上下水道局が実施した

JICA 草の根技術協力「有機物に対する浄水処理向上プログラム」(2010～2013年)では、高度浄水処理の一つである U-BCF の実証プラント実験を行い、これらの課題に対応する上で、U-BCF の効果があることが示唆された。

- 水道用水源であるレ川の水質悪化
- 原水中の有機物、アンモニア態窒素を除去するための薬品注入量の増加
- 塩素注入量の増加による THM の発生

このような背景のもと、ベトナム国は U-BCF の採用を前提とした無償資金協力「ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画(以下、本プロジェクト)」を我が国に要請し、2014年7～9月にかけて協力準備調査団が派遣され、調査結果に基づき本プロジェクトの概略設計を行った。

本プロジェクトは、U-BCF 及び関連施設の導入を通じて、同浄水場の運転の安定化及び塩素注入量の低減を図ることにより、安全な飲料水の配水に寄与するものである。

1-3 我が国の援助動向

我が国のベトナム国への経済援助は、1959年の当時の南ベトナムに対する有償資金協力から開始された。1966年度には技術協力、1969年度には無償資金協力も開始された。その後、ベトナム軍のカンボジア侵攻による経済協力の中断があり、1992年から本格的に再開され、二国間では1995年以降トップドナーとなっている。

我が国は、「2020年までの工業国化の達成に向けた支援」をベトナム国に対する援助の基本方針としている。前項「1-1-2(1) ベトナム国の開発計画」で記述した「社会経済開発10ヶ年戦略(2011～2020)」及び「社会経済開発5ヶ年計画(2011～2015)」に掲げられる2020年までの工業化の達成に向けて、国際競争力の強化を通じた持続的成長、脆弱性の克服及び公正な社会・国づくりを支援する。その中で、水分野における協力は、格差是正、地方経済の強化、安定して暮らせる社会づくり(脆弱性への対応)の支援に位置付けられる。表1-3-1に我が国の年度別の対ベトナム国援助形態別実績を示す。

表 1-3-1 対ベトナム国援助形態別実績

(単位：億円)

年度	技術協力	無償資金協力	有償資金協力	合計
2008年度	87.72 (59.65)	26.46	832.01	946.19
2009年度	88.21 (61.42)	35.11	1,456.13	1,579.45
2010年度	112.61 (71.75)	35.41	865.68	1,013.70
2011年度	109.59 (104.86)	55.20	2,700.38	2,865.17
2012年度	85.15	17.10	2,029.26	2,131.51
累計	1,158.59	1,407.55	20,794.90	23,361.04

出典：外務省政府開発援助 (ODA)国別データブック、2013年

記：技術協力の()はJICA実施の実績値であり、2012年は集計中

表1-3-1の中で、ハイフォン市の上下水道分野に係る援助形態としては、草の根技術協力事業及び有償資金協力事業が実施されており、無償資金協力はこれまでに実施されていない。表1-3-2に草の根技術協力事業、表1-3-3に有償資金協力による支援内容を示す。

なお、表1-3-2の草の根技術協力事業3案件は、北九州市上下水道局が実施機関である。

表 1-3-2 ハイフォン市の上下水道分野に係る草の根技術協力事業（地域提案型）の実績

案件名	実施年度	実施状況	概要
有機物に対する浄水処理向上プログラム	2010年～2012年度	終了	<p>（事業目的）</p> <p>① 原水水質のうち、有機物に対する監視体制（分析を含む）の強化</p> <p>② アンズオン浄水場の浄水処理施設を用いた THM の低減化</p> <p>③ 原水水質のうち重金属及び農薬に関する監視（分析）知識の向上</p> <p>④ 原水水質に応じた高度処理施設に関する知識の向上</p> <p>（事業内容）</p> <p><研修員受入></p> <p>水質分析、河川の汚染対策（水処理及び水源切り替え）、配水管網等に係る研修</p> <p><専門家派遣></p> <p>水質分析、BCF 導入に係る技術指導</p>
ハイフォン市における下水道事業推進のための人材育成支援事業	2012年～2013年度	終了	<p>（事業目的）</p> <p>下水道公社の下水道事業運営能力が向上し、ハイフォン市内の他の関連会社の規範となり、併せて、水環境改善に向けて市民意識を向上させる。</p> <p>（事業内容）</p> <p><研修員受入></p> <p>下水道研修の実施、事務改善アクションプランの作成及び指導</p> <p><専門家派遣></p> <p>ポンプ場等の適切な運転・維持管理に係る指導、ワークショップの開催支援、パンフレット作成や周知方策など、市民向けの啓発活動計画の素案づくりの指導。</p>
ハイフォン市水道公社における配水管網管理の能力向上事業	2013年～2016年度	実施中	<p>（事業目的）</p> <p>パイロット地域での検証を踏まえ、ハイフォン市全域を対象とした「配水ブロック整備基本設計」が完成される。</p> <p>（事業内容）</p> <p><研修員受入></p> <p>無収水量削減対策、配水ブロック整備計画の作成、配水ブロック及びその活用、配水管網管理に係る本邦研修</p> <p><専門家派遣></p> <p>パイロット地域における配水ブロックの検証並びにその改善課題についての技術指導、パイロット地域における無収水量削減対策の実践作業（漏水調査や漏水修理など）、配水ブロックの整備計画の作成についての技術指導。</p>

出典：JICA ホームページ

表 1-3-3 ハイフォン市の上下水道分野に係る有償資金協力の実績

案件名	円借款 供与年度	借款金額 (百万円)	概要
ハイフォン 都市環境改善 事業 (I)	2004 年度	1,517	(事業目的) 本プロジェクトは下水・雨水排水・廃棄物処理システムを整備することで、生活環境の改善に寄与する。 (事業内容) 浸水防除、下水の収集処理、廃棄物処理システムの整備
ハイフォン 都市環境改善 事業 (II)	2008 年度	21,306	(事業目的) 下水・排水・廃棄物処理システムの整備を行うことにより、水質改善・浸水防止及び廃棄物の適切な処理を図り、もって同市の生活環境の改善に寄与する。 (事業内容) 第一期を踏まえ、水質改善、浸水被害軽減等のため、下水・排水システム及び廃棄物回収処理システムの整備。

出典：JICA ホームページ

1-4 他ドナーの援助動向

ハイフォン市水道公社及びアンズオン浄水場に係る他ドナーの支援実績について、ハイフォン市水道公社により作成された「REPORT ON PROJECTS GRANTED BY THE GOVERNMENT OF FINLAND, 1 October 2013」をもとに以下に記述する。他ドナーとしては、フィンランド国、世界銀行（WB）及び現在アンズオン浄水場プロジェクトを実施中のアジア開発銀行（ADB）が支援している。

1-4-1 フィンランド国支援

(1) 第1次支援

支援期間：	1990年～2004年（4期に分けた支援）
支援形態：	無償資金支援事業
支援金額：	第1期（1990年～1993年）；2.7百万EUR
	第2期（1993年～1997年）；7.7百万EUR
	第3期（1997年～2000年）；6.2百万EUR
	第4期（2001年～2004年）；5.2百万EUR
	合計；21.8百万EUR

支援内容は、ハイフォン市の上下水道事業の改善、ハイフォン市水道公社の運営改善に係る技術協力である。以下に上水道に係る主要な事業内容を示す。

- ハイフォン市水道事業開発計画の策定
- 水道管網の漏水調査及び検討
- 水道公社に対する人材育成及び財務計画
- アンズオン浄水場の F/S 計画の策定
- アンズオン浄水場及び配水管の施設更新
- 水道水の水質分析及び監視体制の構築
- 送水管（L=15km）の建設

- アンズオン浄水場取水施設の改善
- 市内 19 地区の配水管網の改善
- 運転監視システムの設置

この支援事業により、市内 17 県の 70,000 ヶ所の接続、無収水率の低減（70%から 30%へ低減）が図られた。

(2) 第 2 次支援

支援期間：2006 年～2007 年

支援形態：有償資金支援事業

総事業費：合計 174 億 VND（内訳 118 億 VND=有償資金、56 億 VND=自己資金）

支援事業は Minh Duc における水道施設パイロット事業であり、事業内容を以下に示す。

- 1,500m³/日の浄水場建設
- 3,000 ヶ所の水道接続事業

1-4-2 世界銀行（WB）支援

(1) Project 1A

上記のフィンランド支援（第 1 次支援）の期間中に、協調した形で WB 支援によるハイフォン市水道事業が実施された。事業内容を以下に示す。

支援期間：1999 年～2003 年

支援形態：有償資金支援事業

支援金額：22,234,000 USD

以下に支援内容を示す。

- 市内中心部の 17 県（上記フィンランド支援対象区域と同じ）を対象とした水道管網の改善
- An Duong 浄水場の能力を 60,000m³/日から 100,000m³/日に増強
- 浄水場の能力アップに伴う取水施設の建設
- 27km の送水管及び 42,000 個の水道メーター設置

(2) Project 2A

支援期間：2006 年 12 月～2009 年 5 月

支援形態：有償資金及び無償資金支援事業

総事業費：合計 14,100,447 USD（内訳 10,887,390 USD=有償資金、94,500 USD=無償資金、3,118,557 USD=自己資金）

支援事業は Kien An 水道事業を対象とし、内容を以下に示す。

- Cau Nguyet 浄水場（40,000m³/日）の改修
- Kien An District 内 8 地区の管径 200mm~800mm の送配水管 23.8km の建設
- 約 14,900 個の水道用メーター設置

1-4-3 現在支援実施中の他ドナーによる支援及び本案件との連携

現在支援実施中の他ドナーとして、アジア開発銀行（ADB）がある。ADB による「Water Sector Investment Program (Tranche-2) – Hai Phong Sub Project, March 2011」をもとに以下に支援内容を示す。

事業期間：全体で48ヶ月であり、内訳は以下の通りである。

- ① 2012年第1四半期から11.5ヶ月（詳細設計、入札図書作成）
- ② 2013年第4四半期から11.5ヶ月（調達）
- ③ 2014年第4四半期から25ヶ月（施設建設）
- ④ 2016年第4四半期から運転開始予定

しかしながら、ADBへのヒアリングの結果約3年の遅れがあり、2015年当初から詳細設計、入札図書作成が開始され、工事開始は2016年7月、工事完了は2018年6月の見込みである（表3-2-15を参照）。ただし、それらの予定についてはさらに遅れる可能性がある。

事業金額：60百万ドル

事業内容：アンズオン浄水場の能力を100,000m³/日から200,000m³/日に拡張するとともに、市中心部の南部地区（Le Chan District）及び将来都市化が見込まれる地区の管網整備を行い、これにより2025年までにアンズオン浄水場の給水区域の人口86万人の95%以上及び事業所、Dinh Vu工業団地への給水を目指す。

アンズオン浄水場の主要な拡張施設内容：

- ① 着水井（324m³×2池）
- ② 薬品混和地（33.6m³×6池）
- ③ フロック形成池（162m³×12池）
- ④ 沈殿池（32m×6m×2池）
- ⑤ 急速ろ過池（3.55m×6.3m=44.73m³×8池）
- ⑥ 浄水池（12,000m³、5,000m³）
- ⑦ 配水ポンプ（140kw×45m×3,200m³/h・台×6台（予備2台））
- ⑧ 排水池（390m³×2池）
- ⑨ 天日乾燥床（16m×15m=240m²×6池）

図1-4-1に、拡張事業の一般平面図を示す。

本プロジェクトにより建設されるU-BCF及び関連施設は、将来的にADB融資により拡張・建設される施設と連携を図ることが重要である。そのため、本プロジェクトでは以下の項目を考慮して計画する。

- 拡張施設の配置計画を考慮したU-BCF及び関連施設の配置
- スムーズな処理水及び排水の流れが確保できるようなU-BCF及び場内配管の配置
- 拡張施設への配管接続が容易となるような配管計画
- 自然流下による流れが確保できるようなU-BCFのレベル計画
- 拡張施設の施工性を考慮した受変電設備の計画
- 拡張施設の監視システムを考慮した計画

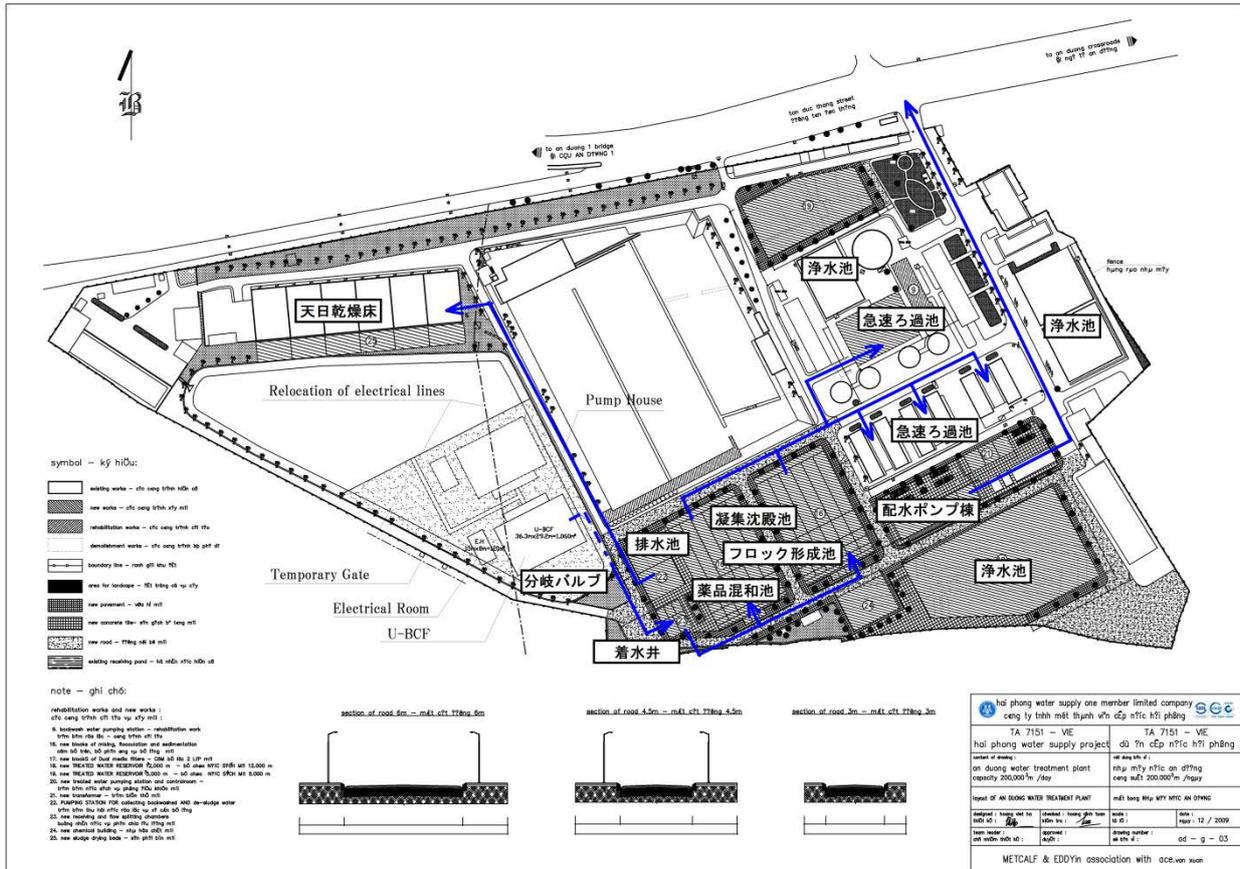


図 1-4-1 ADB 融資によるアンズオン浄水場の拡張計画図

出典：ADB 拡張計画に基づき調査団作成

第2章

プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

ベトナム国は、インドシナ半島に位置する人口約 9,170 万人（2013 年 外務省）、一人当たり GDP1,896 米ドル（2013 年 外務省）、面積 32.9 万 km² の国である。

ベトナム国北部の红河デルタ地帯に位置するハイフォン市は、ハノイ市、ホーチミン市、ダナン市、カントー市と並び省と同格の中央直轄市であり、ベトナム国第3の港湾都市である。

ハイフォン市は、ハノイから東に 100km に位置し、北はクワンニン（Quang Ninh）省、西はハイズオン（Hai Duong）省、南はタイビン（Thai Binh）省と接し、延長 125 キロメートル以上の海岸線を有し、東はトンキン湾に面している。

ハイフォン市は、面積 1,527km²、人口約 192.5 万人であり（2013 HaiPhong Statistical Yearbook）、行政区域は以下に示すように 7 県と 6 農村県及び 2 島嶼県からなる。

表 2-1-1 ハイフォン市の行政区

行政区画名	行政中心地	行政区画名	行政中心地
県 (District)		農村県 (Rural District)	
1.ズオンキン (Duong Kinh)	アンドウング	8.アンズオン (An Duong)	アンズオン
2.ドーソン (Đồ Sơn)	ドーソン	9.アンラオ (An Lão)	アンラオ
3.ハイアン (Hải An)	ダングラム	10.キエントウイ (Kiến Thụy)	ヌイデオ
4.キエンアン (Kiến An)	キエンアン	11.ティエンラン (Tiên Lãng)	ティエンラン
5.ホンバン (Hồng Bàng)	ホアンバン	12.ビンバオ (Vĩnh Bảo)	ビンバオ
6.ゴクエン (Ngô Quyền)	メイト	13.トゥイグエン (Thủy Nguyên)	トゥイグエン
7.レチャン (Lê Chân)	トライカウ	島嶼県 (Island Rural District)	
		14.バクロンヴィー (Bạch Long Vĩ)	バクロンヴィー
		15.カットハイ (Cát Hải)	カットバ

出典：ハイフォン市電子ポータルサイト

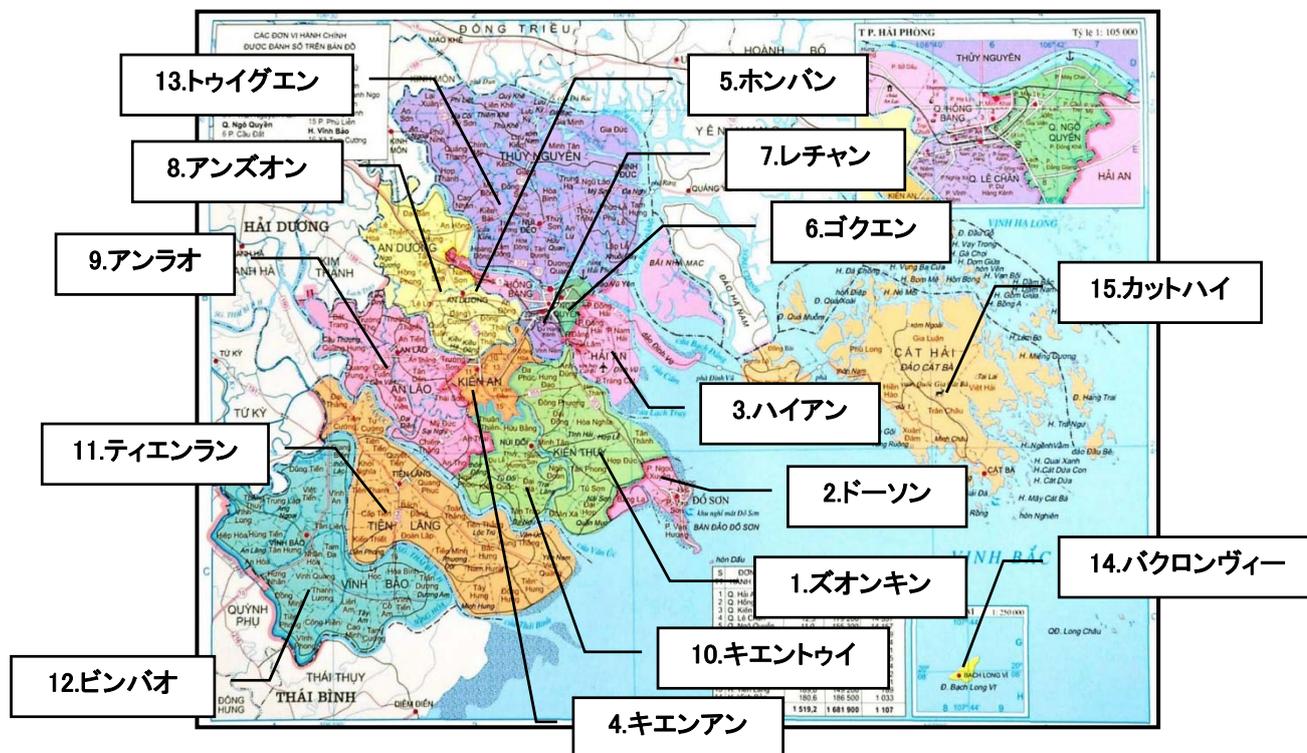


図 2-1-1 ハイフォン市行政区域図

出典：ハイフォン市電子ポータルサイト

2-1-1 組織・人員

ベトナム国の地方制度は、1994年に制定された「人民評議会及び人民委員会組織法」によって規定されており、地方行政組織は、中央レベル、省レベル、県レベル、町村レベルの4層構造となっている。

地方行政単位ごとに、それぞれ地方議会としての人民評議会、その執行機関である人民委員会が設置されている。

ハイフォン市は、ハノイ市、ホーチミン市、ダナン市、カントー市と同様に政治、経済、社会的に重要な役割を果たしていることから、省と同レベルの中央直轄市に位置づけられている。

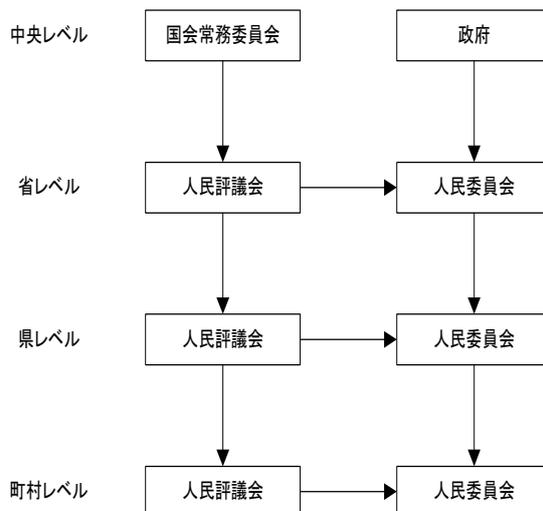


図 2-1-2 各地方レベル自治体の人民評議会及び人民委員会

出典：ハイフォン市人民委員会ホームページに基づき調査団作成

人民評議会は、「人民評議会及び人民委員会組織法」により地方議会としての機能を持ち、「国家権力機関」として位置づけられ、地方住民と上位レベルの人民評議会に対し責任を負うと規定されている。

人民委員会は、地方行政機関としての機能を持ち、「人民評議会及び人民委員会組織法」により地方における「国家行政機関」、人民評議会の執行機関であり、上級国家機関の文書・同級の人民評議会の決議を執行する任務を負うと規定されている。

人民委員会には各種の専門機関が設置されており、ハイフォン市の水道事業の管理運営はハイフォン市水道公社（Hai Phong water supply one member co.,ltd）により行われ、基本計画、詳細設計等に係る図面や報告書等の図書の確認を建設局（Department of Construction）が行っている。

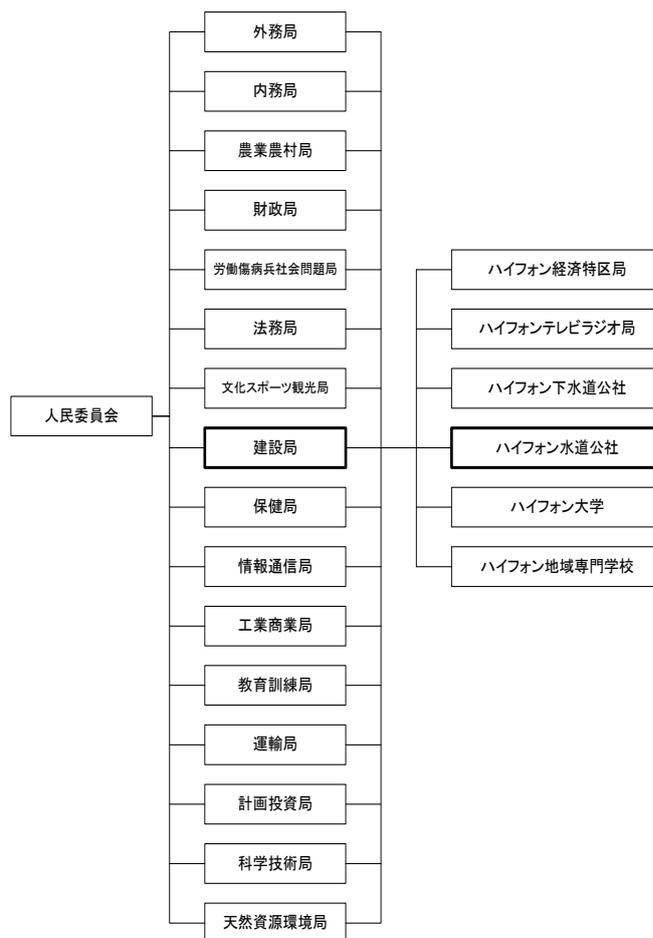


図 2-1-3 ハイフォン市人民委員会組織図

出典：ハイフォン市人民委員会の情報に基づき調査団作成

ベトナム国における国レベル及びハイフォン市地方政府レベルでの主要な行政機関を表 2-1-2 に示す。ハイフォン市保健局及び建設局は、ハイフォン市人民委員会傘下にある 18 の特別部局に属する。

表 2-1-2 水道に関する主要な行政機関と役割

名称	役割
計画投資省 Ministry of Planning and Investment	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 国家レベルでの社会経済計画の取りまとめ及び策定
保健省 Ministry of Health	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 飲料水基準の策定及び発出 ➤ 水道水中の許容される化学物質量の規制
建設省 Ministry of Construction	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 上下水道事業に関わる開発計画の管理運営
ハイフォン市人民委員会 Hai Phong People's Committee	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ハイフォン市の建設部及びハイフォン市水道公社の管理及び運営
ハイフォン市計画投資局 Department of Planning and Investment	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ハイフォン市における開発投資計画のとりまとめ及び策定
ハイフォン市保健局 Department of Health	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 水道水に対する飲料水基準に基づく監視
ハイフォン市建設局 Department of Construction	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ハイフォン市水道公社及び下水道公社が実施する建設・運営事業の管理

出典：ハイフォン市水道公社の資料

本プロジェクトは、ハイフォン市水道公社が実施機関であり、1名の総裁を筆頭に、総裁を支える5名の副総裁がいる。公社職員総数は1,157名となっている。

各副総裁の下に専門部署があり、本プロジェクトは、中でもプロジェクト管理部（PMU）及び副総裁が中心となって、施設計画の意思決定、調査団との協議を行うこととなっている。

ハイフォン市水道公社は、2013年12月から民営化を進めてきており、ハイフォン市水道公社へのヒアリング調査による民営化の内容は以下のとおりである。

- ① 現在、ハイフォン市人民委員会がハイフォン市水道公社の株式の85.9%を保有しているものの、ハイフォン市水道公社の民営化に向けて、将来的にその割合は徐々に減らすこととなる。ただし、ハイフォン市人民委員会は64.5%以上の株式を保有することになる。
- ② 民営化後の人民委員会と水道公社との関係については、人民委員会が30%以上の株を所有していれば、入札などは人民委員会の規定に従わなければならない。しかし、予算執行等の権限は水道公社に任されるため、弾力的な事業運営が可能となる。
- ③ 他の水道公社における民営化の状況としては、フートー（Phu Tho）水道公社が先駆的に民営化を進めており、現在、人民委員会の株式所有比率が30%から23%となり、完全民営化が実施されている。

図 2-1-4 にハイフォン市水道公社の組織図を示す。

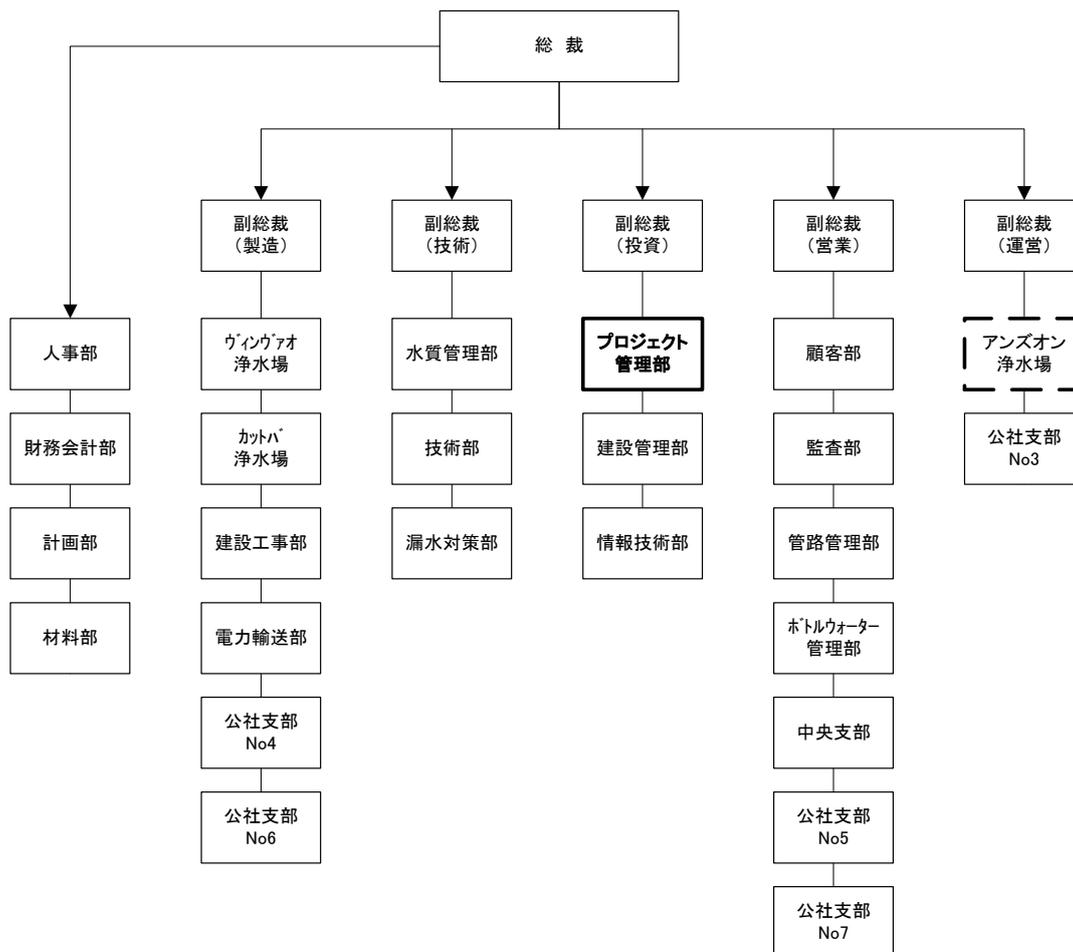


図 2-1-4 ハイフォン市水道公社組織図

出典：ハイフォン市水道公社の情報に基づき調査団作成

表 2-1-3 にアンズオン浄水場における職員の職種、業務内容及び職員数の内訳を示し、図 2-1-5 にアンズオン浄水場の組織図を示す。

本プロジェクトで U-BCF を設置するアンズオン浄水場については、浄水場長 1 名を筆頭に技術と管理を担当する 2 名の副場長がおり、副場長の下にデータ収集チーム 12 名、メンテナンスチーム 9 名、産業衛生チーム 12 名、取水チーム 10 名、運転管理チーム 1 14 名、運転管理チーム 2 14 名、運転管理チーム 3 15 名、運転管理チーム 4 16 名、計 105 名が在職している。

表 2-1-3 アンズオン浄水場職員の職種、業務内容

職種	業務内容	職員数
浄水場長	浄水場責任者	1 名
浄水場副場長	技術部門及び管理部門責任者	2 名
データ収集チーム	水量、水圧等の運転実績データの収集・管理	12 名
メンテナンスチーム	浄水場のポンプ、バルブ等の修繕	9 名
産業衛生チーム	水質分析及び水質データの収集・管理	12 名
取水チーム	クワンビン取水場の運転、維持管理	10 名
運転管理チーム 1	アンズオン浄水場の運転管理	14 名
運転管理チーム 2	アンズオン浄水場の運転管理	14 名
運転管理チーム 3	アンズオン浄水場の運転管理	15 名
運転管理チーム 4	アンズオン浄水場の運転管理	16 名
総計		105 名

出典：ハイフォン市水道公社の情報に基づき調査団作成

※職員数は、2013 年 12 月現在

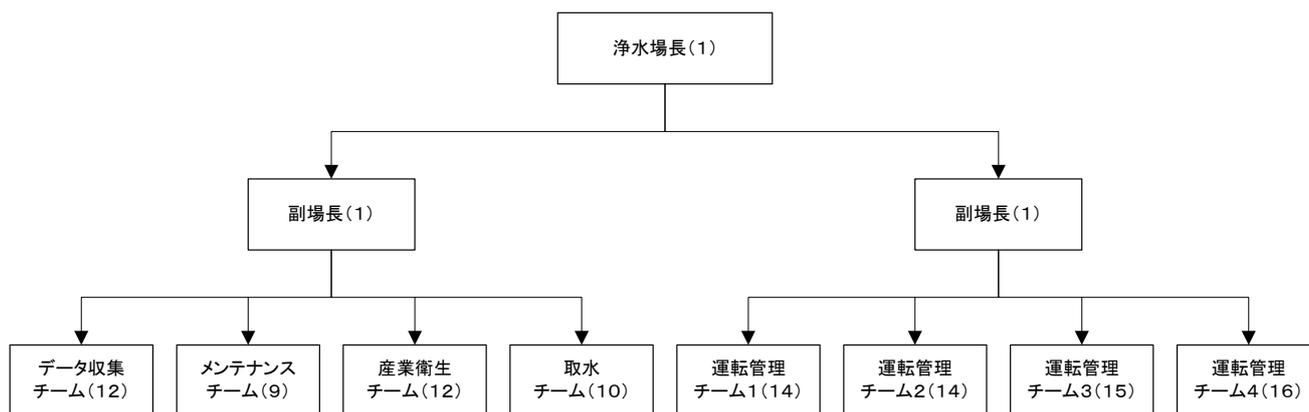


図 2-1-5 アンズオン浄水場組織図

出典：ハイフォン市水道公社の情報に基づき調査団作成

2-1-2 財政・予算

(1) ハイフォン市水道公社の予算

表 2-1-4 は、ハイフォン市水道公社の 2014 年及び 2015 年の予算である。維持管理及び建設工事に対する投下資本は、ハイフォン市水道公社自らが負担している。

維持管理に対する投下資本は、600～666 億 VND（円換算 2.9～3.2 億円）となっている。

一方、建設工事に対する投下資本は、2014 年の 1890 億 VND（円換算 9.2 億円）から 2015 年には 4180 億 VND（円換算 20.3 億円）となっており、2 倍以上の予算となっている。

これは、ADB 融資により浄水場の拡張計画や配水管拡張計画が予定されているためである。

表 2-1-4 ハイフォン市水道公社予算

単位: 百万 VND

番号	項目	2014	2015
1	維持管理に対する投下資本	66,626	60,000
2	建設工事に対する投下資本	189,265	418,265
2.1	カウンターパート基金(※1)	138,495	110,067
2.2	ローカル予算(※2)	6,407	19,597
2.3	ADB ローン	44,363	288,601

※1: カウンターパート基金は、ハイフォン市水道公社による積立基金

※2: ローカル予算は、ハイフォン市人民委員会からの資金

出典: ハイフォン市水道公社

(2) ハイフォン市水道公社の決算

表 2-1-5 は、2009 年から 2013 年までの 5 年間の歳入歳出状況である。ハイフォン市水道公社の会計年度は、1 月から 12 月までとなっている。これによると、2012 年から水道料金改訂に伴い、歳入が大幅に増加しているものの、一方で浄水処理量の増加に伴い、薬品費、電力費等の費用が増加しているため、純利益としては、228 億～258 億 VND（円換算 1.1 億円～1.2 億円）で推移している。

毎年の純利益から、ハイフォン市水道公社の財務状況は非常に良好であることがわかる。

表 2-1-5 ハイフォン市水道公社の決算（2009-2013 年）

単位: 百万 VND, 百万円

	2013 年	2012 年	2011 年	2010 年	2009 年
1.歳入	421,843	402,342	285,342	273,958	238,706
2.控除項目	-	-	-	-	-
3.正味歳入	421,843	402,342	285,342	273,958	238,706
4.正味歳出	257,763	268,057	192,536	189,191	164,553
5.全体利益	164,080	134,285	92,806	84,767	74,153
6.金融活動に伴う歳入	12,920	17,408	18,831	17,006	17,188
7.金融費用	16,894	14,487	12,097	9,860	11,552
8.販売費	66,661	50,612	38,113	32,507	25,729
9.運営管理費	63,675	56,006	33,846	25,457	21,828
10.事業活動に伴う正味利益	29,769	30,588	27,582	33,949	32,232
11.その他利益	1,546	2,642	2,141	218	5,425
12.税込総利益	31,316	33,230	29,724	34,167	37,658
13.法人税	6,841	7,540	6,955	8,336	9,137
税引利益	24,475	25,690	22,769	25,831	28,521
税引純利益(円換算)	119	125	110	125	138

出典: ハイフォン市水道公社

(3) 水道料金制度/料金徴収

現行の水道料金表は、表 2-1-6 に示すとおり、2014 年 7 月 19 日から 2016 年まで運用されており、これまでは主に家庭用のみであったが、細かく細分化され、それぞれに単価が設定されている。1m³あたりの平均価格については、10,082 VND/m³（円換算 50.4 円/m³）となっている。

ハイフォン市の料金徴収方法については、家庭用については集金員が各家庭を訪問して、現金にて集金を行っている。それ以外については、銀行振り込みで料金徴収を行っている。

表 2-1-6 水道料金表 (2014-2016 年)

番号	目的	価格 (VND/m ³)
1	家庭用	8,500
2	公共機関、軍用、病院、学校	12,000
3	製造業、オフィス	15,000
4	商業	18,000
5	飲料水卸売	7,300
6	水製造卸売	13,500

出典：ハイフォン市水道公社

(4) アンズオン浄水場における維持管理費の現状

表 2-1-7 は、2009 年から 2013 年までの 5 年間におけるアンズオン浄水場の維持管理費の内訳である。浄水処理量がゆるやかに増加傾向となっていることから、人件費が増加し、さらに水源水質の悪化に伴い薬品投入量が増加しているため、PAC の費用が増加傾向となっている。

一方で、水源水質の悪化にもかかわらず、塩素費用が変化していないことは、北九州市が実施した草の根技術協力事業により塩素注入量が適正化されているためと判断される。

加えて、その他に含まれる浄水施設の修繕費、ろ過砂等の交換費がゆるやかに増加傾向となっている。以上により、2013 年実績における維持管理費は 1,236 億 VND（円換算 5.9 億円）となっており、2009 年のおよそ 2 倍となっている。

また、1m³あたり維持管理費については、浄水処理量の増加に伴う人件費、水源水質の悪化に伴う PAC 費の増加、浄水施設の修繕費等の増加により毎年、増加傾向となっている。

表 2-1-7 アンズオン浄水場の運営費内訳

項目	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
浄水処理量 (m ³)	43,657,654	45,282,672	44,602,788	44,957,955	45,931,903
人件費 (百万 VND)	27,193	37,949	42,214	67,134	74,960
PAC 費 (百万 VND)	2,429	3,692	4,738	4,866	5,518
塩素費 (百万 VND)	1,056	1,030	1,019	1,032	977
電力費 (百万 VND)	14,740	15,401	14,858	14,059	14,727
その他 (百万 VND)	19,064	28,010	32,398	31,193	27,421
維持管理費 (百万 VND)	64,482	86,082	95,227	118,284	123,603
1m ³ あたり維持管理費 (VND/m ³)	1,477.0	1,901.0	2,135.0	2,631.0	2,691.0

出典：ハイフォン市水道公社

※その他の内訳は、施設修繕費、ろ過砂等の交換費が含まれ、配水管に係る維持管理費は含まれない。

2-1-3 技術水準

アンズオン浄水場については、表 2-1-3 及び図 2-1-5 に記載の計 105 名が在職している。

アンズオン浄水場の浄水処理に関しては、運転管理職員 6～7 名が毎日、浄水場内を巡回し、原水調整池の水位測定、フロック形成池のフロック形成状況、沈殿池におけるフロックの沈殿状況、急速ろ過池のろ過計器（水位上昇、ろ過流量等）やろ過抵抗（ろ過水面の上昇）等を監視しており、良好な運転状況である。

また水質管理に関しては、水質管理職員が毎日、原水調整池入口・出口、沈殿池後、急速ろ過池後、浄水処理水を採水し、アンズオン浄水場内の水質検査室で水質分析を行っており、良好な水質管理が実施されている。

これまでに北九州市上下水道局は、草の根技術協力事業において、受入研修生に対し、北九州市水道事業の概要説明と見学を実施し、浄水処理設備に関する研修、実習および採水や基本的な水質試験の実習を行った。また、U-BCF の基礎知識と U-BCF 実験プラントに関する設計、設計計算、その処理効果を見るためのアンモニア態窒素、COD、E260 の測定方法の実習を行った。

一方、北九州市上下水道局からの職員派遣時には、これら研修項目を実施するハイフォン市水道公社職員からの質疑応答や確認作業を行った。

以上により、ハイフォン水道公社の職員は、浄水処理、水質試験の基本的な知識はもちろんのこと、U-BCF の概要及び実証プラントの設計、運用、水質による評価方法に関して一定の能力を有すると考えられる。

このため、将来的にも概ね現在のチーム編成及び人数で浄水場の運転管理を行っていく予定であり新たな人員の追加は予定されていないが、本プロジェクトで導入する U-BCF の維持管理には大きな支障がないものと想定される。

2-1-4 既存施設・機材

アンズオン浄水場は、表 2-1-8 に示すとおり、ハイフォン市に 7 ヶ所ある浄水場のうち最大規模の浄水場である。

アンズオン浄水場では、ADB 融資により施設能力が 100,000m³/日から 200,000m³/日に拡張される予定であり、市中心部の南部地区（Le Chan District）及び将来都市化が見込まれる地区の管網整備が実施され、給水普及率の増強が見込まれている。

また、北九州市上下水道局により、草の根技術協力事業を通じて配水管網管理能力向上に向けた技術指導が行われており、配水管理の改善が見込まれている。

一方で、「1-1-1 現状と課題」で述べたとおり、将来的には、取水源であるレ川流域における開発計画により、さらなる水質悪化が懸念され、原水のアンモニア態窒素濃度が上昇することが予想されることから、アンズオン浄水場の浄水処理方法の改善が喫緊の課題となっている。

またビンバオ浄水場については、本事業で導入を検討している上向流式生物接触ろ過方式(U-BCF)の浄水処理方式を既に導入している。

ビンバオ浄水場の 2014 年 1 月から 7 月までの U-BCF の運転状況において、アンモニア態窒素の平均除去率は 80%以上を示しており、良好な浄水処理が行われている。

現在、ビンバオ浄水場で問題となっている事項は、取水から U-BCF への導水管内にカワヒバリガイが多数繁殖し、通水障害を起こしていることが挙げられる。

表 2-1-8 ハイフォン市水道公社の浄水場

No	浄水場名	施設能力 (m ³ /日)	給水戸数 (戸)	給水区域内人口 (人)	竣工年 (年)
1	An Duong (アンズオン)	100,000	190,453	952,265	1963
2	Cau Nguyet (カウグェト)	60,000	42,185	210,925	1977
3	Vat Cach (バットカ)	11,000	17,429	87,145	1988
4	Do Son (ドーソン)	5,000	9,437	47,185	1964
5	Minh Duc (ミンドック)	1,500	3,833	19,165	2007
6	Vinh Bao (ビンバオ)	5,000	6,583	32,915	2008
7	Cai Gia (カイギア)	2,500	2,970	14,850	2008
合計		185,000	272,890	1,364,450	

出典：ハイフォン市水道公社へのヒアリング調査に基づき調査団作成

アンズオン浄水場の浄水処理フローは、図 2-1-6 に示すとおりである。

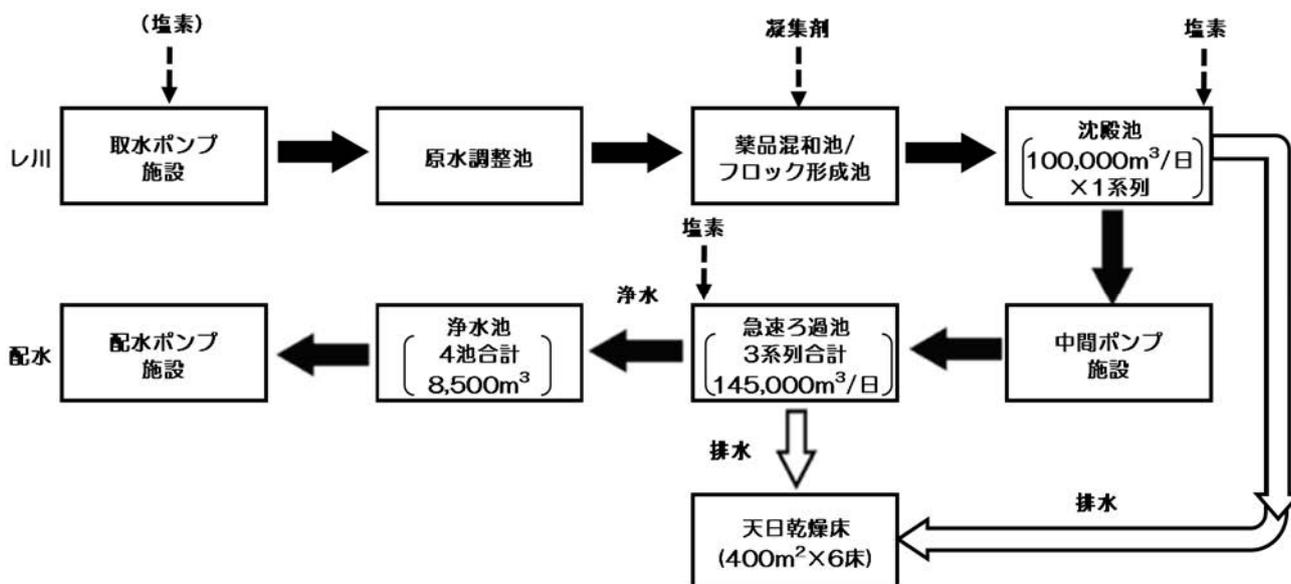


図 2-1-6 アンズオン浄水場浄水処理フロー図

出典：ハイフォン市水道公社へのヒアリング調査に基づき調査団作成

浄水処理システムの概要としては、アンズオン浄水場から約 4km 離れたレ川から取水し、アンズオン浄水場にて凝集沈殿、急速ろ過方式で浄水処理を行った後、配水ポンプでハイフォン市内に配水されている。

(1) クワンビン取水場

アンズオン浄水場の取水は、アンズオン浄水場から約4km離れたクワンビン取水場で行われており、レ川右岸に8本の取水管（φ800mm×12.295m）を設置し、両吸込渦巻ポンプ（250kw×1台、200kw×1台、90kw×3台）により取水を行っている。

導水管はクワンビン取水場からアンズオン浄水場まで2本埋設されており、1本はダクタイル鋳鉄製でφ1,000mm×3,672m、もう1本はコンクリート製でφ1000mm×4,057mとなっている。

表 2-1-9 クワンビン取水場の諸元

施設	諸元	能力
取水管	φ800mm×12.295m 8本	
取水ポンプ	250kw×13m 1台	3,800m³/h/台
	200kw×13m 1台	3,851m³/h/台
	90kw×13.5m 3台	1,710m³/h/台
導水管	φ1000mm×3672m ダクタイル鋳鉄管	
	φ1000mm×4057m コンクリート管	
塩素注入器		6kg/h
		5kg/h
変圧器	2pcs×22/0.4kv-Y-△	750KVA

出典：ハイフォン市水道公社へのヒアリング調査及び現場調査に基づき調査団作成



写真 2-1-1 クワンビン取水場

1) 取水ポンプ

取水ポンプは、250kw×1台、200kw×1台、90kw×3台で計5台構成となっており、将来の拡張も考慮し、大容量となっている。現在は各ポンプを組み合わせ、水需要、アンズオン浄水場の運転状況に合わせて、アンズオン浄水場へ導水を行っている。



写真 2-1-2 取水ポンプ

2) 変圧器

クワンビン取水場は、現地電力会社より常用+予備回線で22kVの受電を行っており、場内に設置されている2台の変圧器の一次側に並列に接続されている。変圧器は750kVA×2台の構成になっており、現地電力会社によって、定期的にメンテナンスが行われている。



写真 2-1-3 変圧器

3) 配電設備

取水ポンプ棟内に、モータ・コントロールセンタが設置されている。場内に設置されている2台の変圧器から各々ケーブルを引込み、ポンプ5台をはじめとする場内の全負荷に配電を行っている。現状問題なく運用しているものの、部分的に老朽化が目につく。



写真 2-1-4 配電設備

(2) アンズオン浄水場

アンズオン浄水場はレ川を水源とし、公称施設能力 100,000m³/日であるが、市内の急激な水需要量の増加に伴い、近年は 120,000~140,000m³/日程度の施設能力以上の浄水処理を行っている。

1) 原水調整池

原水調整池は、面積 12,000m²、深さ約 4m で容量としては約 48,000m³ となっている。クワンビン取水場からの導水管は、この原水調整池に導水している。



写真 2-1-5 原水調整池

2) 薬品混和池/フロック形成池

薬品混和池では、凝集剤として PAC が注入され、フロック形成池にて機械攪拌でフロックが形成される。PAC については、1 袋 25kg で中国製のものが使用されている。PAC は、人力により攪拌機に投入され、攪拌後、自然流下で薬品混和池に投入されている。

表 2-1-10 薬品混和池/フロック形成池諸元

施設	諸元	能力
薬品混和池	13m ² ×3.6m 2池	電動機 15kw×238rpm
フロック形成池	49m ² ×3.6m 8池	電動機 3kw×30rpm

出典：ハイフォン市水道公社へのヒアリング調査及び現場調査に基づき調査団作成

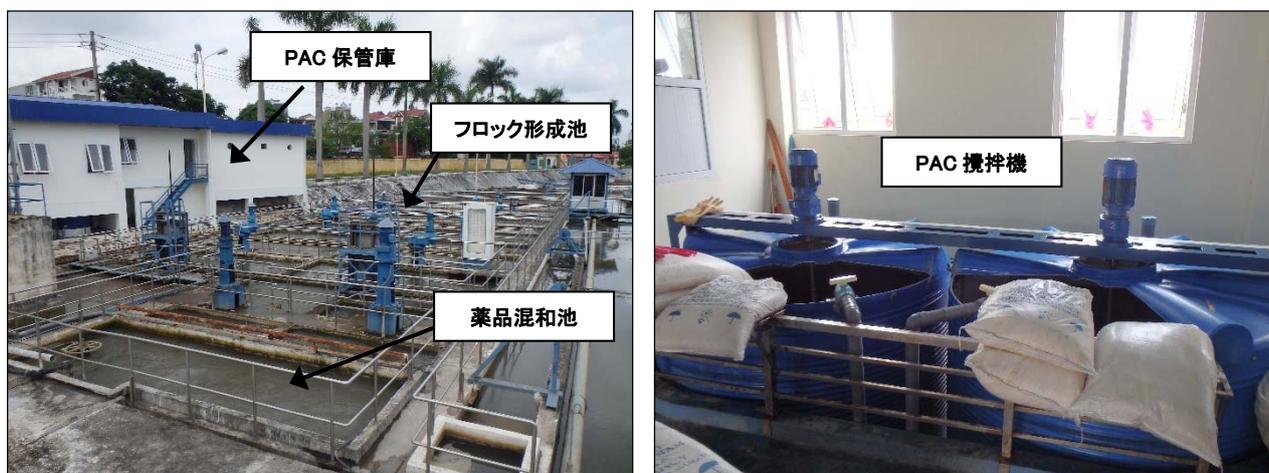


写真 2-1-6 薬品混和池/フロック形成池

3) 沈澱池

沈澱池は、日本でも一般的に用いられている横流式沈澱池であり、長さ 112m、幅 32m の 2 系列となっており、沈澱池の排泥は 1 ヶ月に 1 回程度、手動式の汚泥掻き寄せ機により行われている。沈澱池からの排泥については、排泥ポンプで天日乾燥床へ送られている。



写真 2-1-7 沈澱池

4) 中間ポンプ棟

中間ポンプ棟は凝集沈殿後の未ろ過水を急速ろ過池に送る役割を担っており、浄水量に応じて 5 台のポンプを使い分けている。

表 2-1-11 中間ポンプ諸元

施設	諸元	能力
中間ポンプ	250kw 1 台	3,850m ³ /h/台
	200kw×13.2m 2 台	4,000m ³ /h/台
	160kw×17m 1 台	2,500m ³ /h/台
	75kw×16.2m 1 台	1,260m ³ /h/台

出典：ハイフォン市水道公社へのヒアリング調査及び現場調査に基づき調査団作成



写真 2-1-8 中間ポンプ棟

5) 急速ろ過池

急速ろ過池は、3系列各6池で構成され、ろ過池 No1、No2 が 55m²/池であり、ろ過池 No3 が 48m²/池となっている。

ろ過砂は、原水に地質由来のマンガンが含まれているため、これまでの浄水処理過程でマンガン砂となっている。



写真 2-1-9 急速ろ過池

6) 浄水池

浄水池は、地上式で 3,000m³×2 池（矩形）、2,500m³×1 池（矩形）、1,000m³×1 池（円形）となっており、合計容量は 9,500m³ となっている。天井部分には張芝がされており、直射日光による温度上昇を防止している。空気塔も適切に配置されており、維持管理が行き届いている。



写真 2-1-10 浄水池

7) 配水ポンプ棟

配水ポンプは、250kw×5台、315kw×1台、320kw×1台で合計7台となっており、将来の拡張も考慮し、大容量となっている。現在は、各ポンプを組み合わせ、水需要に合わせてハイフォン市内に配水を行っている。

表 2-1-12 配水ポンプの諸元

施設	諸元	能力
配水ポンプ	250kw×22m 2台	2,016m ³ /h/台
	250kw 1台	2,100m ³ /h/台
	250kw×38m 1台	1,800m ³ /h/台
	250kw 1台	1,080m ³ /h/台
	315kw×45m 1台	1,800m ³ /h/台
	320kw 1台	1,800m ³ /h/台

出典：ハイフォン市水道公社へのヒアリング調査及び現場調査に基づき調査団作成



写真 2-1-11 配水ポンプ棟

8) 天日乾燥床

天日乾燥床は、凝集沈澱池の排泥と急速ろ過池の洗浄排水を受け入れる施設で、400m²×深さ 2.5m×6池となっている。



写真 2-1-12 天日乾燥床

9) 塩素注入設備

アンズオン浄水場では、クワンビン取水場に加えて、沈澱池の後段、急速ろ過池の後段で塩素注入が行われており、塩素は塩素ポンペが使用されている。

塩素注入器は 10kg/h と 20kg/h が用いられている。



写真 2-1-13 塩素注入設備

10) 備蓄倉庫

アンズオン浄水場内には、常時、維持修繕用のために配管材料等が、備蓄倉庫（35m²）に整備されている。備品管理も適切に行われており、倉庫入口の施錠もきちんと行われている。



写真 2-1-14 備蓄倉庫

11) 変圧器

アンズオン浄水場は、現地電力会社より常用+予備回線で22kVの受電を行っており、場内に設置されている6台の変圧器の一次側に並列に接続されている。変圧器は、1,000kVA×3台、630kVA×3台の計6台構成になっており、現地電力会社によって、定期的にメンテナンスが行われている。



写真 2-1-15 変圧器

12) 配電設備

中間ポンプ棟内および配水ポンプ棟内に、モータ・コントロールセンタ、ポンプ制御用のインバータ盤が設置されている。後発的にインバータ盤の増設や配線の繋ぎ替えを行っているために、現在不使用となっている盤や、設置環境の悪さが散見される。また盤によっては老朽化が目立っている。

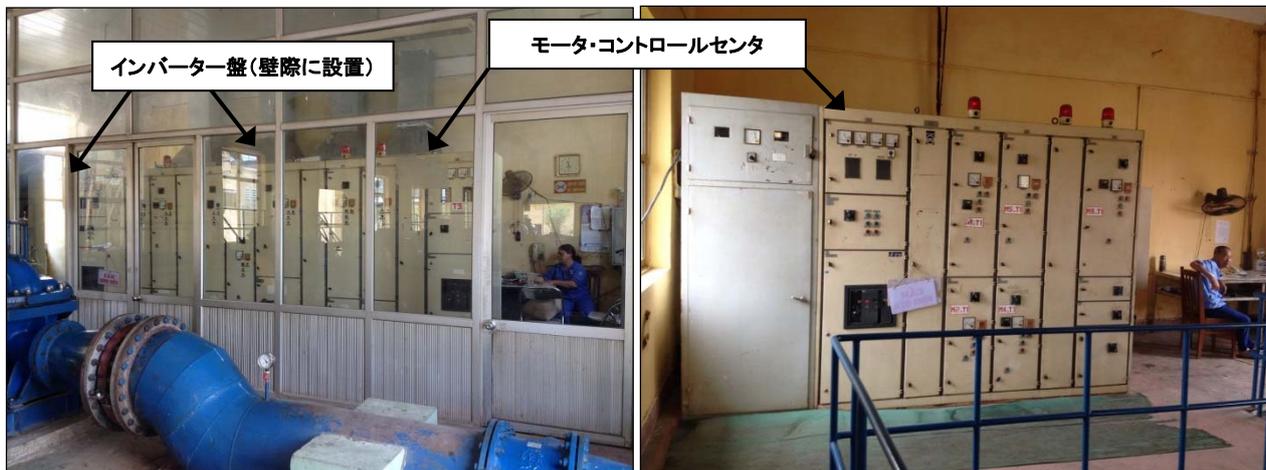


写真 2-1-16 配電設備

13) 監視設備

アンズオン浄水場には中央監視室があり、監視盤、中央監視システム、場内監視カメラシステムが配備され、オペレーターによって設備および場内の監視が行われている。監視盤ではポンプの運転状況や各種計測値が確認できる一方、ろ過池の警報表示部分については未使用となっている。また中央監視システムでは流量等の計測値が確認できるが、制御機能は有していない仕様となっている。

この中央監視システムは、ハイフォン市水道公社により、近年市内の管轄施設に一斉に導入された監視設備のうちの一つである。インターネット回線を通じ、水道公社本庁の監視システム並びに市内他施設の監視システムと連動している。アンズオン浄水場のフロー画面や市内各施設の状態監視画面が、アンズオン浄水場及び水道公社本庁の中央監視室のどちらからでも、リアルタイムで閲覧できるようになっている。

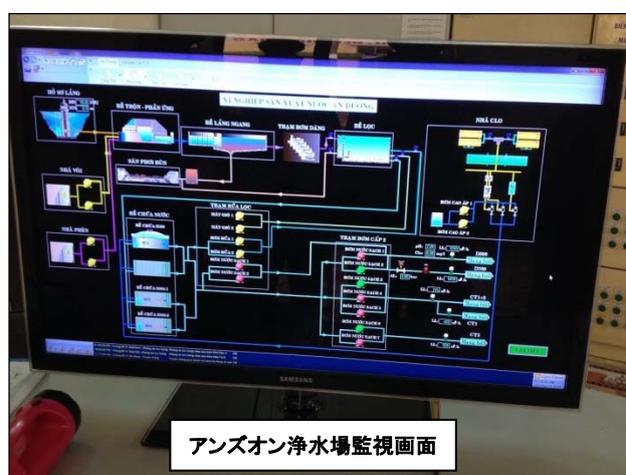


写真 2-1-17 監視設備

14) 管理棟/守衛室

アンズオン浄水場には浄水場長、副場長の執務室を備えた管理棟（43m²）が整備されており、水質試験室も管理棟内にある。また電動式開閉門扉と24時間体制の守衛室（22m²）が整備されており、外部からの侵入者は常に浄水場入口で監視されている。



写真 2-1-18 管理棟/守衛室

(3) 水質検査室

写真 2-1-19 に水質検査室に整備されている主な水質検査機器を示す。

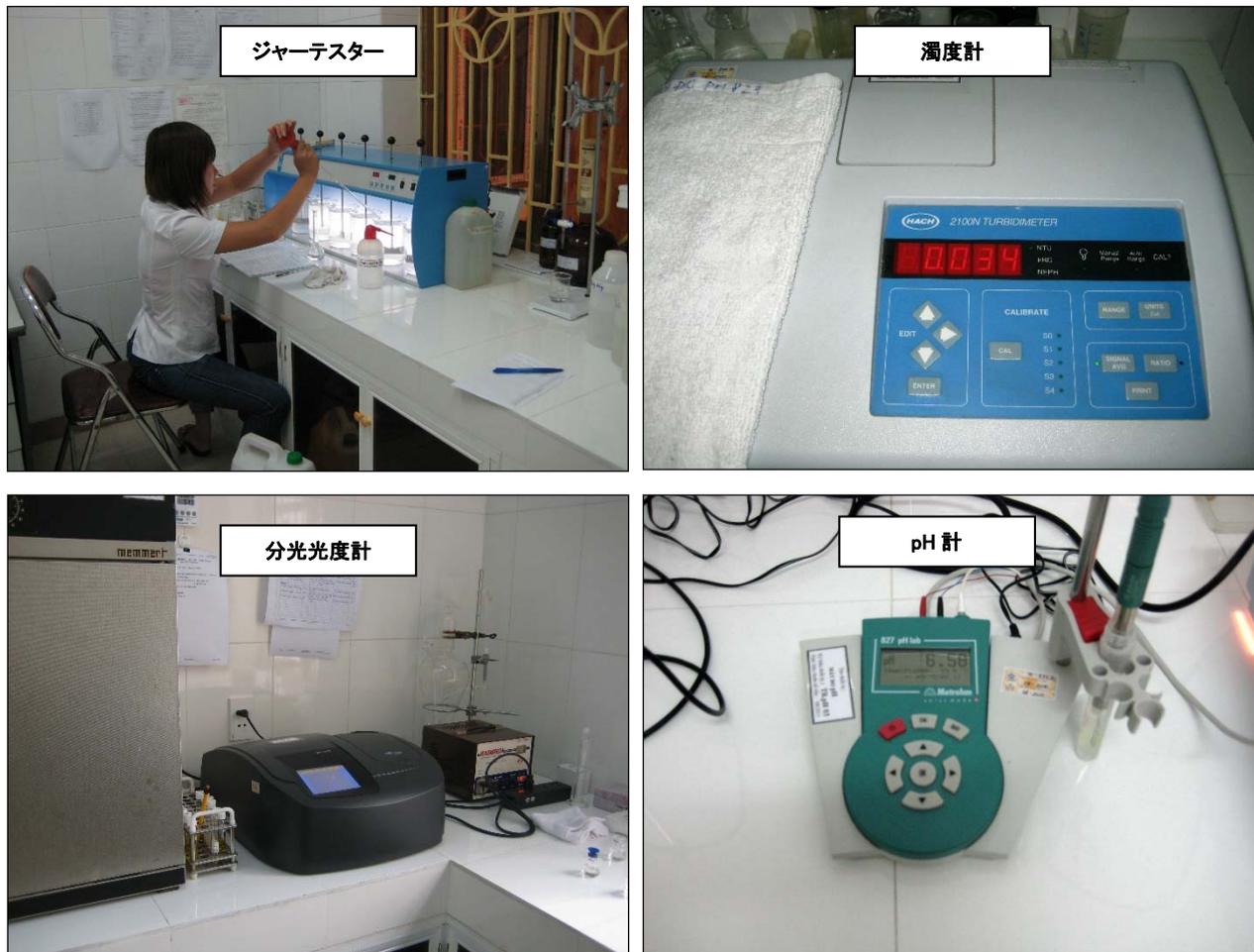


写真 2-1-19 水質検査室における水質検査機器整備状況

ベトナム国の飲料水水質基準は、WHO に準拠し、109 項目が設定されており、これらの項目は監視の頻度によって A, B, C のレベルに分けられている。A レベルは、常時監視が必要で少なくとも月に 1 回は測定する、B レベルは半年に 1 回、C レベルは 2 年に 1 回の測定が求められている。

ハイフォン市水道公社の水質検査室では、そのうちの A レベルに設定されている 15 項目と、B レベルに設定されているアンモニア態窒素及び総蒸発残留物、その他に電気伝導率、溶存酸素を処理水及び必要に応じて処理工程の水について測定している。

給水栓水については、給水区域内に 90 か所の測定点を設置し、処理水よりも頻度、項目は少ないものの、濁度、色度、残留塩素を中心に検査を実施している。

アンズオン浄水場の水質検査室には、表 2-1-13 に示すとおり、上記の項目を測定できる水質検査機器が整備されている。しかし、電子天秤やオートクレーブ、蒸留水製造装置等購入から 10 年以上経過している機器もある。

表 2-1-13 水質検査機器整備一覧表

No 番号	Equipment/ Instrument 水質検査機器	Technical particularity 技術精度	Code 製品コード	Manufacturer メーカー	Use date 使用開始年月
01.	Turbidity meter 濁度計	MR:(0÷4000 NTU)	2100N	HACH (USA)	08/2013
02.	pH meter pH計	MR: (0÷14)pH	827 pH lab	Metrohm (Swiss)	10/2010
03.	cond. and dissolved oxygen meter 電気伝導率・溶存酸素計	MR: DO (0÷20) mg/l	HQ40d	HACH (USA)	04/2008
04.	colorimeter 色度計 chlorine 塩化物測定器	MR: 0,02 ÷ 2,00 mg/L	58700-00	HACH (USA)	06/2013
05.	Electronic balance 電子天秤	e = 0,0001g Min = 5mg Max = 200g	87760	Precisa (Swiss)	1998
06.	Spectrophotometer 分光光度計 UV-VIS	MR: VIS(320÷1100)nm UV(190÷360) nm	DR 6000	HACH (USA)	2014
07.	Spectrophotometer 分光光度計 UV-VIS	MR: VIS(320÷1100)nm UV(190÷360) nm	DR5000	HACH (USA)	2010
08.	Digital reactor block 反応ブロック	MR: 37÷165°C/(0÷480)min	DRB-200	HACH (USA)	10/2011
09.	Waterbaths 水浴バス	MR: - 20÷100°C	WCR-P12	KOREA	01/2013
10.	Cabinet drier 乾燥機	MR: 30÷200°C	UE/ULE/SLE500	Memmert (Germany)	1998
11.	Cabinet drier 乾燥機	MR: 30÷200°C	TU30S771	Memmert (Germany)	1998
12.	Incubator 培養器	MR: 5÷70°C	INE 400	Memmert (Germany)	08/2012
13.	Incubator 培養器	MR: 5÷70°C	IN55	Memmert (Germany)	2014
14.	Autoclave オートクレーブ		2340E	Tuttnauer (Japan)	1998
15.	Autoclave オートクレーブ		SA-300VF	Sturdy (Taiwan)	12/2010
16.	Doubly distillation water system 蒸留水製造装置		2084886	Jencons (England)	1996
17.	Burning kiln 電気炉	MR: 50÷1200°C	CWF12000	Carbolite (England)	1998

MR : measuring range 測定範囲

出典：ハイフォン市水道公社

なお、B レベル及びC レベルのうち、ヒ素、鉛などの重金属類、陰イオン界面活性剤、農薬類については、外部の分析機関に年に1~2回程度依頼し、測定している。

通常測定している項目の中でも、硝酸やアンモニア態窒素等の一部のイオン類は、ベトナム飲料水水質基準に設定されている発色試薬を用いる方法で測定している。この方法は、アメリカ環境保護局 EPA のアンモニア態窒素の測定方法にも制定されており、今回 U-BCF の定量的効果指標となっているアンモニア態窒素の測定やプロジェクト効果のモニタリングには十分に対応可能である。

また、これまでにハイフォン水道公社が健康への影響を懸念している THM については、各物質についてベトナム飲料水水質基準が設定されており、その測定頻度はC レベルとされている。しかし、ハイフォン市水道公社は、THM については外部機関に測定の依頼を行っておらず、これまでに測定の実績がない。これは、ベトナム国では、THM を測定可能な信頼できる機関が少ないことが原因と考えられる。

表 2-1-14 にアンズオン浄水場における水質試験項目、採水場所、分析頻度を示す。

表 2-1-14 水質分析項目、採水場所、分析頻度一覧表

Item 項目	sampling position 採取地点	Analytical frequency 分析頻度
Color 色度	Treated water 浄水	Once/week 週1回
	Tap water 給水栓	Once/week 週1回
Odor, teaste 味・臭い	Treated water 浄水	Once/week 週1回
	Tap water 給水栓	Once/week 週1回
Conductivity 電気伝導率	Intake 原水	5 times/week 週5回
	Treated water 浄水	5 times/week 週5回
	Tap water 給水栓	5 times/week 週5回
Turbidity 濁度	Intake 原水	5 times/week 週5回
	Treated water 浄水	5 times/week 週5回
	Tap water 給水栓	5 times/week 週5回
pH	Intake 原水	5 times/week 週5回
	Treated water 浄水	3-5times/ day 1日3~5回
	Tap water 給水栓	5 times/week 週5回
TDS 総溶解固形分	Intake 原水	Once/month 月1回
	Treated water 浄水	Once/month 月1回
	Tap water 給水栓	Once/month 月1回
Total Hardness 総硬度	Intake 原水	Once/month 月1回
	Treated water 浄水	Once/week 週1回
	Tap water 給水栓	Once/week 週1回
Chloride 塩化物	Intake 原水	Once/month 月1回
	Treated water 浄水	Once/week 週1回
	Tap water 給水栓	Once/week 週1回
COD -Mn 化学的酸素要求量	Intake 原水	5 times/week 週5回
	Treated water 浄水	Once/week 週1回
	Tap water 給水栓	Once/week 週1回
Residual - Chlorine 残留塩素	Treated water 浄水	3-5times/ day 1日3~5回
	Tap water 給水栓	5 times/week 週5回

Item 項目	sampling position 採取地点	Analytical frequency 分析頻度
Amonia - N アンモニア態窒素	Intake 原水	Twice/week 週2回
	Treated water 浄水	Once/month 月1回
	Tap water 給水栓	Once/month 月1回
Manganese マンガン	Intake 原水	Once/month 月1回
	Treated water 浄水	Once/month 月1回
	Tap water 給水栓	Once/month 月1回
Nitrate 硝酸	Intake 原水	Twice/week 週2回
	Treated water 浄水	Once/month 月1回
	Tap water 給水栓	Once/month 月1回
Nitrite - N 亜硝酸	Intake 原水	Twice/week 週2回
	Treated water 浄水	Once/month 月1回
	Tap water 給水栓	Once/month 月1回
Total iron 総鉄	Intake 原水	Twice/week 週2回
	Treated water 浄水	Once/month 月1回
	Tap water 給水栓	Once/month 月1回
Sulfate 硫酸	Treated water 浄水	Once/month 月1回
	Tap water 給水栓	Once/month 月1回
Dissolve Oxygen 溶存酸素	Intake 原水	Twice/week 週2回
	Treated water 浄水	Once/week 週1回
Coliform 大腸菌	Intake 原水	Twice/week 週2回
	Treated water 浄水	Once/week 週1回
	Tap water 給水栓	4 times /month 月4回
Fecal Coliform 大腸菌群	Intake 原水	Once/month 月1回
	Treated water 浄水	Once/week 週1回
	Tap water 給水栓	Once/week 週1回

Item 項目	sampling position 採取地点	Analytical frequency 分析頻度
Antimon アンチモン	Raw water , Treated water 原水及び浄水	Once/year 年1回
Lead 鉛	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Crome クロム	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Copper 銅	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Floride フッ素	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Zinc 亜鉛	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Hydrogen sulfide 硫化水素	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Aluminum アルミニウム	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Mecury 水銀	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Cyanide シアン	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Linear Ankyl benzen Sufonat : LAS 陰イオン界面活性剤	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Benzene ベンゼン	Raw water , Treated water 原水及び浄水	

Item 項目	sampling position 採取地点	Analytical frequency 分析頻度
Phenol and derivative of Phenol フェノールとその化合物	Raw water , Treated water 原水及び浄水	Once/year 年1回
Petroleum and petroleum compound 石油とその化合物	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Organophosphates 有機リン酸エステル	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Organochlorines 有機塩素化合物	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Gross a activity 放射線	Raw water , Treated water 原水及び浄水	
Gross b activity 放射線	Raw water , Treated water 原水及び浄水	

出典：ハイフォン市水道公社

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 電力

ハイフォン市が属する紅河デルタ及びベトナム国西北、東北を含む北部地域では、日本貿易振興機構（JETRO）の報告書によると、国家電力開発マスタープランにおいて、毎年約14%の電力需要の伸びにもとづき電源開発が計画されている。同計画では、2020年での電力需要量が20,000MWに対して30,500MWの電力供給量を見込んでおり、安定的な電力供給が期待される。

ハイフォン市の電力事情として、調査団の現地滞在中（2014年7月22日から8月末）には一度も停電に遭遇していない。アンズオン浄水場及びクワンビン取水場における2012年以降の停電実績を表2-2-1に示す。同表に示す停電実績は、事前に電力会社から通知があった停電と、突発的な停電を含めた値となっている。また、停電の最長継続時間についてハイフォン市水道公社に確認した結果、2012年以降における最長継続時間は、アンズオン浄水場で約3時間、クワンビン取水場で約12時間であった。

表2-2-1に示す通り、クワンビン取水場側の停電はアンズオン浄水場に比べ、その発生頻度及び停電時間共に多い。アンズオン浄水場は、クワンビン取水場からのポンプ圧送により原水を導水している。このため、クワンビン取水場側の停電によってアンズオン浄水場への流入が一時的に停止することになるが、ハイフォン市水道公社へのヒアリングによれば、アンズオン浄水場内に貯留されている水量を運用する事によって、クワンビン取水場での停電中でも給水サービスを継続できるとの事である。

なお、上記停電状況を踏まえ、3-2-2-2(6)4に記載の通り自家発電設備の導入について検討を行ったが、結論としては導入しないこととしている。詳細は3-2-2-2(6)4を参照のこと。

表 2-2-1 浄水場及び取水場における停電実績

停電発生日		アンズオン浄水場		クアンビン取水場	
		(回数)	(分)	(回数)	(分)
2012年	1月	2	18	9	759
	2月	1	90	2	180
	4月	0	0	2	39
	8月	2	75	1	210
	9月	1	9	0	0
	10月	3	30	2	729
	11月	1	6	2	165
	12月	1	9	3	219
2012年 計		11	237	21	2,301
2013年	1月	0	0	3	168
	2月	1	54	0	0
	3月	0	0	2	54
	4月	0	0	1	36
	5月	2	24	5	381
	6月	0	0	2	39
	7月	0	0	2	126
	8月	0	0	6	909
	9月	0	0	1	6
	10月	0	0	2	48
	11月	1	180	2	525
	12月	0	0	4	528
2013年 計		4	258	30	2,820
2014年	2月	0	0	1	150
	3月	3	60	4	204

出典：ハイフォン市水道公社

(2) 下水道

ハイフォン市では、市内中心部の4県（Hong Bang, Ngo Quiyen, Le Chan, Hai An）に下水管網が整備されているが、処理施設はなく未処理のまま直接河川に排水している。それ以外の地区では、各戸でセプティックタンクを用いてトイレ排水を処理しているが、適正な維持管理は行われていない。また、家庭雑排水は、道路内の側溝・排水路（合流式下水道）により直接河川に放流している。

このような現状を改善するために、我が国の有償資金協力により「ハイフォン都市環境改善事業」が進行中である。ハイフォン市下水道公社から入手した情報をもとに事業内容を以下に示す。

対象地区：上記4県

処理能力：36,000m³/日

供用開始：2016年

アンズオン浄水場の取水源であるレ川流域における下水道施設の整備計画の有無について、下水道公社に確認した結果、現時点では開発計画はない。

このため、アンズオン浄水場の原水汚濁の問題は今後も継続するものと想定され、本プロジェクトの実施によるアンモニア態窒素等の削減が期待される。

(3) ごみ処理・処分

ごみ処理を実施しているのは、「環境社会配慮調査結果」で記述するハイフォン都市環境公社（Hai

Phong Urban Environment Company) の1社のみであり、ごみの収集・処分を行っている。

ごみ処分場として、建築廃材についてはアンズオン浄水場の東方約10kmのHai An県に1ヶ所、一般ごみの処分場を1ヶ所、計2ヶ所を保有し、これらでは埋立て処分を行っている。

ハイフォン市水道公社は、これら2ヶ所のごみ処分場、ないし現在建設中及び将来建設する4ヶ所の浄水場建設予定窪地にて、U-BCFからの汚泥を処分する予定である。

2-2-2 自然条件

(1) 地形

ベトナム国は、インドシナ半島の東シナ海側に位置し、南北に長いS字型をした国である。ベトナム国の国土は、南北1,650km、東西600km、面積は32万9,241km²（外務省 ベトナム基礎データ 2014年3月）で、その75%は山岳地帯や高原地帯が占めている。周囲は中国、ラオス、カンボジアと国境を接しており、中国、ラオス国境に長いチュオンソン山脈がある。平野は海岸地帯の紅河デルタ、メコンデルタなどに限られる。

紅河デルタには、ベトナム国の首都ハノイ市、中央直轄市のハイフォン市のほか、ビンフック省、タイビン省、ナミディン省、ニンビン省、ハイズオン省、バクニン省、ハナム省、フンイエン省の8つの省が属している。政治の中心地である首都ハノイをかかえる他、肥沃な土壌からなり、ベトナム国における米生産の20%を占めている。

紅河デルタには1,906万人（General Statistics Office Of Vietnam 2012）の人口が住み、ベトナム国で最も人口稠密な地域である。紅河デルタ総面積のうち、農地が58%、林地が8%を占め、標高は一般に海拔数メートルである。ハイフォン市は、紅河デルタに属していることから、高低差が殆どない平坦な地形を呈している。

(2) 地質

ハイフォン市には、地質学的歴史や地理的特性によって、天然資源や鉱物資源が豊富である。例えば、トゥイグエン県には鉄鉱山、カオリン鉱山、カットハイ県には亜鉛鉱山、カットハイ県とティエンラン県には沿岸堆積砂、粘土材などがある。

ハイフォン市のあるバックポ平野は、沖積世から洪積世にわたって堆積した流送土砂によって構成されている。平野周辺の丘陵地・山地は、主に中生代層によって構成されるが、平野の基盤は、新第三紀の固結した堆積岩類によって構成されている。

U-BCF建設用地において、ボーリング調査を3ヶ所で1本あたり15mで実施する予定であったが、基盤面が地表より15m以上深かったことから、1ヶ所で3本分（45m）の深さまで地質調査を行った。ボーリング調査を行った地点は、図2-2-1に示すとおりである。

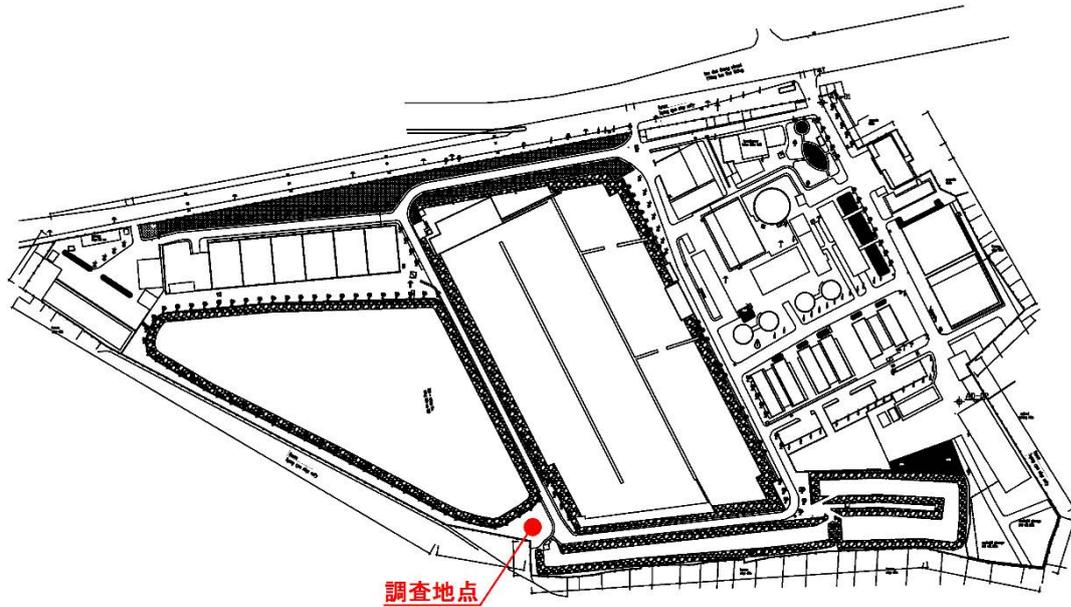


図 2-2-1 ボーリング調査位置図

出典：再委託仕様書に基づき調査団作成

現地でのボーリング調査等から確認した結果、ハイフォン市のあるバックゴ平野は、沖積世から洪積世にわたって堆積した流送土砂によって構成されていることから、基礎地盤がゆるく、地下水位も高いことが分かった。また、地表から約 40m の位置から下に N 値 40 程度の砂質土層が存在し、この砂質土層を支持層とする杭基礎を採用する必要があることが分かった。

ボーリング柱状図は、図 2-2-2 に示すとおりである。

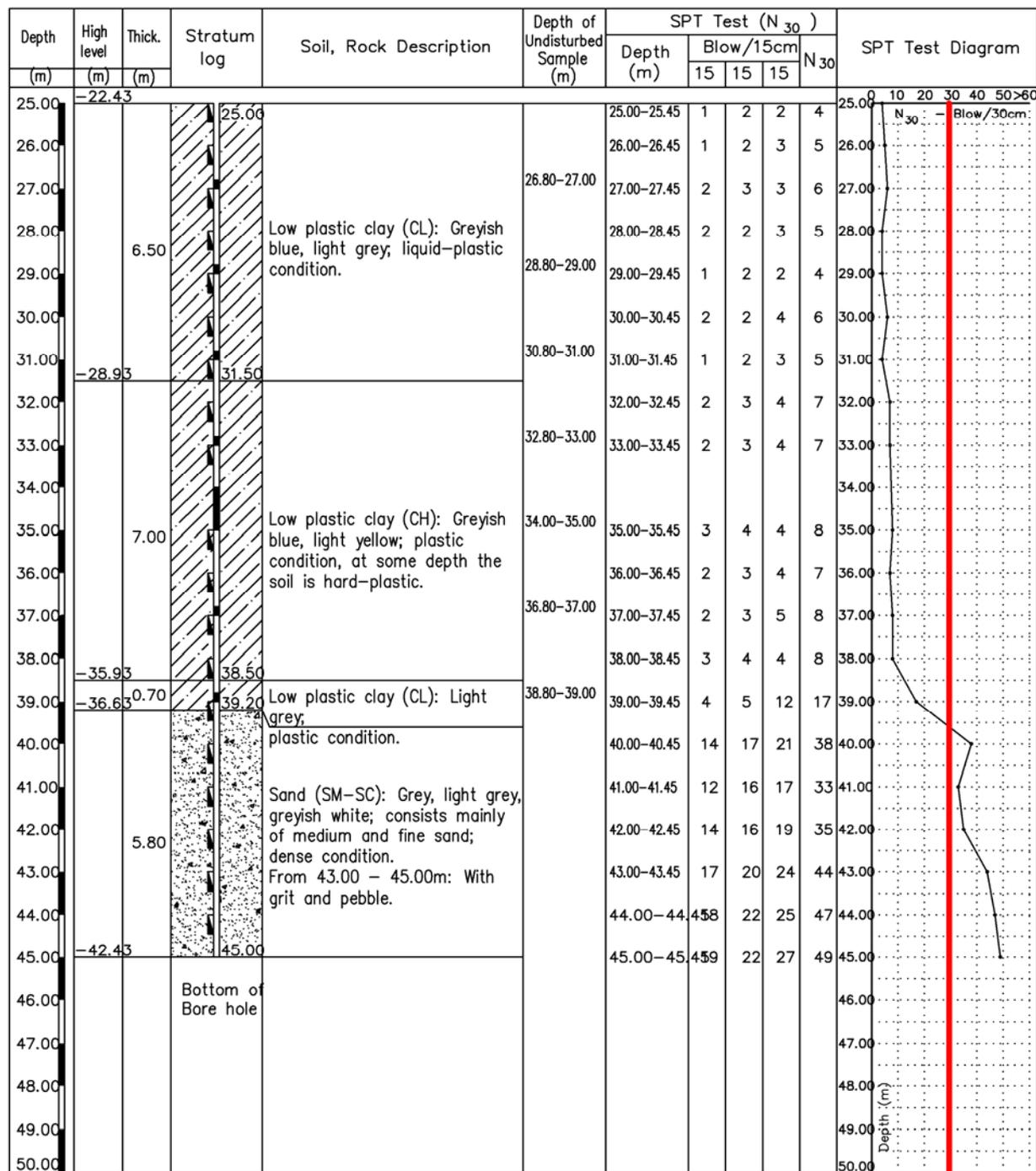


図 2-2-2 ボーリング柱状図

出典：調査団の再委託による土質調査結果

(3) 気象

ベトナム国の気候は、地域あるいは標高により北部の亜熱帯から南部の熱帯モンスーンまで変化に富んでいる。首都ハノイ市の位置するベトナム国北部は、四季のある温暖冬季少雨気候に区分され、年平均気温は約24℃で7月の最高気温は40℃以上に達する一方、冬季の最低気温は1月には3～8℃にまで低下するときもある。

図 2-2-3 は、1980 年から 34 年間のハイフォン市の月別降水量、最高・最低気温、平均湿度を示した図である。

ハイフォン市の気候は、高温多湿の暑い夏と乾燥した冬が特徴の亜熱帯性気候となっており、亜熱帯性気候であるが北緯 21 度 51 分と中緯度帯に近いため、夏と冬の気温差が顕著に現れており、最も暑くなる時期は 6 月から 8 月で最高気温は 31℃、最も寒くなる時期は 12 月から 2 月で平均最低気温は 14℃である。

降雨については、5 月から 10 月にかけて雨が良く降り湿度が高くなり、年間降水量は 1,720 ミリ、平均湿度は 86%となっている。

降雨による建設作業への影響は少ないと言えるが、多雨期の作業計画の策定においては、資機材の搬入、土工事の掘削、盛土作業、コンクリート打設時の養生等の作業期間を考慮する必要がある。

また、多雨期には原水中の濁質濃度等が急上昇することもあり、U-BCF の運転方法に留意する必要があることから、ソフトコンポーネント計画を通じて対応方法を訓練する（3-2-4-8 参照）。

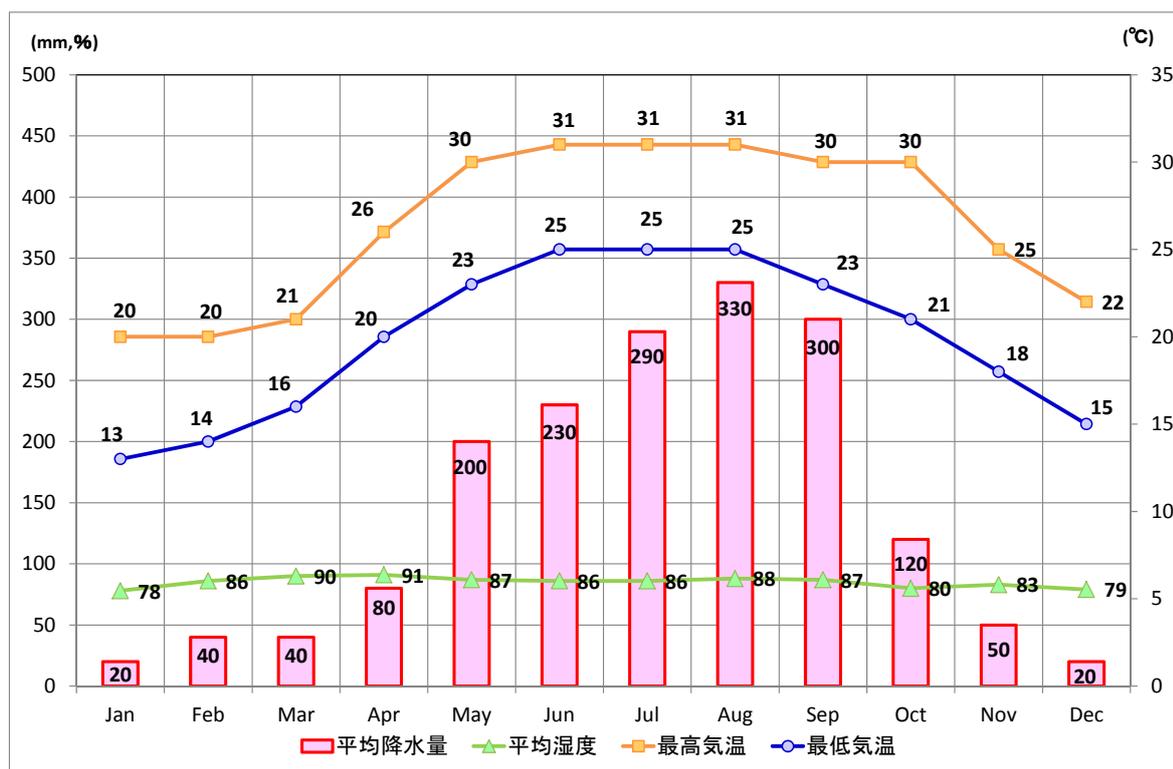


図 2-2-3 ハイフォン市の月別降水量と最高・最低気温、平均湿度

出典：Weather Database HAIPHONG, VIETNAM 1980-2014

(4) 水質

現地再委託により、以下の水質検査を実施し、表 2-2-2 に示す水質検査結果を得た。

- 採水地点：既存取水点：2回
採水日：第1回 2014年8月3日、2回目 2014年9月7日
試験項目：農薬・化学物質・重金属類

- 採水地点：既設浄水場プロセス水(原水調整池入口・出口、凝集沈澱池、ろ過池)：1回
採水日：第1回 2014年8月3日
試験項目：THM

- 採水地点：浄水：3回
採水日：第1回 2014年8月3日 第2回 2014年9月8日 第3回 2014年11月12日
試験項目：農薬・化学物質・重金属類(第1,2回) THM(第1,2,3回)

- 採水地点：給水栓：3回
採水日：第1回(15地点) 2014年8月3日、4日
 第2回(11地点) 2014年9月7日
 第3回(15地点) 2014年11月12日
試験項目：THM

表 2-2-2 再委託による水質検査結果

Unit: heavy Metal:mg/L, Pesticides and others:µg/L
単位: 重金属 mg/L, 農薬他:µg/L

Items 項目	Standard Vietnam ベトナム基準	Standard Japan 日本基準	Detection limit 検出限界	Intake	Treated water	Intake	Treated water	Remarks 備考	
				原水	浄水	原水	浄水		
Sampling date 採水日				3rd Aug. 8月3日		7th Sep. 9月7日			
Heavy metals 重金属類	Cd カドミウム	0.003	0.003	0.001	ND	ND	ND	ND	2)
	Pb 鉛	0.01	0.01	0.001	0.006	0.004	ND	ND	
	As ヒ素	0.01	0.01	0.0001	0.001	ND	ND	ND	
	Cr クロム	0.05	0.05	0.001	ND	ND	ND	ND	
	Al アルミニウム	0.2	0.2	0.001	0.09	0.06	0.018	0.028	
	Fe 鉄	0.3	0.3	0.05	0.34	0.15	ND	ND	
	Mn マンガン	0.3	0.05	0.001	0.18	0.11	ND	ND	
	Sb アンチモン	0.005	0.02	0.001	ND	ND	ND	ND	
	Ni ニッケル	0.02	0.02	0.001	0.002	0.002	ND	ND	
	Mg マグネシウム	-	-	0.001	3.36	3.41	2.58	2.57	
Hg 水銀	0.001	0.0005	0.0005	ND	ND	ND	ND		
Pesticides 農薬類	Aldrin + Dieldrin アルドリン+ディルドリン	0.03	1)	0.01	ND	ND	ND	ND	Insecticide 殺虫剤
	Atrazine アトラジン	2	0.01	0.01	ND	ND	ND	ND	Herbicide 除草剤
	Bentazone ベンタゾン	30	0.2	0.01	ND	ND	ND	ND	Herbicide 除草剤
	Carbofuran カルボフラン	5	0.005	0.01	ND	ND	ND	ND	Herbicide 除草剤
	Chlodane クロルデン	0.2	1)	0.01	ND	ND	ND	ND	Insecticide 殺虫剤
	DDT DDT	2	1)	0.01	ND	ND	ND	ND	Insecticide 殺虫剤
	Hexachlorobenzene ヘキサクロロベンゼン	1	1)	0.01	ND	ND	ND	ND	Fungicide 殺菌剤
	Lindane リンデン	2	1)	0.01	ND	ND	ND	ND	Insecticide 殺虫剤
	Methoxychlor メトキシクロル	20	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Insecticide 殺虫剤
	Methachlor メトラクロール	10	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Herbicide 除草剤
	Molinate モリネート	6	0.005	0.01	ND	ND	ND	ND	Herbicide 除草剤
	Pentachlorophenol ペンタクロロフェノール	9	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Fungicide 殺菌剤
	Propanil プロパニル	20	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Herbicide 除草剤
Simazine シマジン	20	0.003	0.01	ND	ND	ND	ND	Herbicide 除草剤	
Aldoxycarb (deg) アルドキシカルブ	10	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Insecticide 殺虫剤	
Other Organic Compounds その他の有機物	Squalane スクワラン	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Feedstock Cosmetics 化粧品用剤
	Diethylphthalate フタル酸ジエチル	-	-	0.01	ND	ND	0.06	ND	Plasticizer 可塑剤
	Di-n-butylphthalate フタル酸ジブチル	-	0.2	0.01	ND	ND	ND	ND	Plasticizer 可塑剤
	Bis(2-ethylhexyl)phthalate フタル酸2-エチルヘキシル	8	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.012	Plasticizer 可塑剤
	Methylpalmitate パルミチン酸メチル	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Anti-inflammatory 消炎剤
	Stearic acid methyl ester ステアリン酸メチル	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Feedstock Nonionic Surfactant 非イオン界面活性剤
	Octanol オクタノール	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Feedstock Ester エステル剤
	1-Nonanol 1-ノナンノール	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Feedstock Aroma 芳香剤
	3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde 3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンズアルデヒド	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Feedstock 原料油
	Bis(2-ethylhexyl) sebacate セバシン酸ビス(2-エチルヘキシル)	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Plasticizer 可塑剤
	Dibutylamine ジブチルアミン	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Corrosion inhibitor 防腐剤
	2,6-Dimethylnaphthalene 2,6-ジメチルナフタレン	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Feedstock 原料油
	1,3-Dimethylnaphthalene 1,3-ジメチルナフタレン	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Feedstock 原料油
	Acenaphthene アセナフテン	-	-	0.01	ND	ND	ND	ND	Feedstock fluorescence agent 蛍光剤

ND:Not Detected ND:検出限界以下

1) 使用禁止 2) Hardness 硬度 基準値:Ca+Mg:300mg/L (Vietnam), 100mg/L (Japan)

出典: 調査団の再委託による水質調査結果

【水質測定結果】

1. 重金属類

原水と浄水について、8月及び9月に測定を行った。その結果、1回目の測定で原水に鉛、ヒ素、アルミニウム、鉄、マンガン、アンチモン、ニッケル、マグネシウムが検出されている。これらのうち浄水には、鉛、アルミニウム、鉄、マンガン、ニッケル、マグネシウムが検出されているが、いずれもベトナム国の飲料水基準値を下回っている。日本の基準値と比べると、マンガンのみが管理目標値を上回っている。

2. 農薬、その他有機物質

農薬はベトナム国の飲料水水質基準値が設定されている項目を中心に測定した。これらの農薬は、人や生態系への影響が大きく、日本では既に農薬として使われていない物質が多く含まれている。測定結果によると、いずれの物質も検出限界以下であった。その他、日常生活で使用されている、医薬品、化粧品また工業用原料として環境中に排出されている恐れのある化学物質を測定した結果、プラスチック可塑剤のフタル酸エチルヘキシルが低濃度で検出された。

3. THM

表 2-2-3 THM (浄水処理) の水質検査結果

Sample date		Standard		第1回目					第2回目		第3回目		
				3rd Aug. 8月3日					7th Sep. 9月7日	8th Sep. 9月8日	12nd Nov. 11月12日	12th Nov. 11月12日	
Items	項目	Unit	Standard Vietnam ベトナム基準	Standard Japan 日本基準	Raw water reservoir in 原水調整池入口	Raw water reservoir out 原水調整池出口	After Sedimentation 凝集沈殿池後	After Filtration 急速ろ過池後	Treated water 浄水	Raw water 原水調整池	Treated water 浄水	Raw water 原水調整池	Treated water 浄水
THM トリハロメタン	CHCl ₃ クロロホルム	μg/L	200	60	8.3	9.4	11.8	10.7	27.6	/	76.4	/	49.0
	CHCl ₂ Br ジクロロブロモメタン		60	30	0.5	0.8	1.7	1.2	6.0		20.2		71.1
	CHClBr ₂ クロロジブロモメタン		100	100	<0.2	0.3	0.5	0.2	2.3		3.5		17.4
	CHBr ₃ ブロモホルム		100	90	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3		<0.3		<0.3
	T-THM 総トリハロメタン		/	100	8.8	10.5	13.9	12.1	35.9		100.1		137.5

出典：調査団の再委託による水質調査結果

THM はメタンの水素原子がハロゲン原子に置換された有機物質の総称で、浄水処理の副生成物としてクロロホルム、ジクロロブロモメタン、クロロジブロモメタン、ブロモホルムの各物質の合計を総 THM と呼ぶ。なかでもクロロホルムは、水道水に生成される THM の中で最も多く、発がん性が疑われている。日本では、各物質の濃度と、総 THM の濃度が規制されているが、ベトナムでは物質ごとに濃度規制が設けられている。

第1回目の分析における THM 濃度は、浄水場出口でクロロホルム 28μg/L、総 THM 36μg/L であった。給水栓における濃度は、給水距離が長くなるにしたがって次第に増加する傾向を示しており、クロロホルムは最大値 52μg/L、総 THM は 71μg/L まで増加していた。なお、第1回目の THM 分析結果は、浄水場出口・給水栓共にベトナム国の飲料水基準値以下であった(表 2-2-4 参照)。

第2回目の分析では、原水の COD が上昇していることもあり、浄水場出口のクロロホルムは 70μg/L、総 THM は 100μg/L を超えていた。給水栓では更に濃度が上昇し、クロロホルムは最大 138μg/L、総 THM は最大 164μg/L の値を示した。クロロホルムに関し、浄水場出口及び給水栓にお

ける濃度はベトナム国飲料水水質基準値（200 $\mu\text{g/L}$ ）の 30~60%程度の値であるが、日本の基準値（60 $\mu\text{g/L}$ ）は超えている。総 THM に関し、ベトナム国では飲料水基準を設けていないが、日本の基準値（100 $\mu\text{g/L}$ ）と比較すると最大で 1.6 倍程度の値となっていた。

第3回目の測定では分析結果に不自然な点があったため再委託先に問い合わせたところ、機器の不調により採水後数日を経過して測定しており、この期間にクロロホルムが揮散したことが疑われると推測された。給水栓における THM 濃度は総 THM が 200 $\mu\text{g/L}$ を超えている個所もあり、実際には更に高い値であった可能性がある。

以上の通り、給水栓における THM 濃度はベトナム国飲料水基準値を守れているものの、日本の基準値を大幅に超えており、本プロジェクトでの U-BCF の導入により、THM 濃度が削減され、より安全な水が給水されるようになることが期待される。

表 2-2-4 THM (給水栓) の水質検査結果

Sampling date 採水日 Sampling Station	1回目 (8/3~8/4)					2回目 (9/7)					3回目 (11/12)				
	CHCl ₃ トリクロロメタン	CHCl ₂ Br ジクロロブromoメタン	CHClBr ₂ モノクロロジブromoメタン	CHBr ₃ トリブromoメタン	T-THM 総トリハロメタン	CHCl ₃ トリクロロメタン	CHCl ₂ Br ジクロロブromoメタン	CHClBr ₂ モノクロロジブromoメタン	CHBr ₃ トリブromoメタン	T-THM 総トリハロメタン	CHCl ₃ トリクロロメタン	CHCl ₂ Br ジクロロブromoメタン	CHClBr ₂ モノクロロジブromoメタン	CHBr ₃ トリブromoメタン	T-THM 総トリハロメタン
Treated Water 浄水	27.57	6.0	2.3	<0.3	35.9	76.4	20.2	3.5	<0.3	100.1	49.0	71.1	17.4	<0.3	137.5
T1	22.80	8.6	2.8	<0.3	34.2	-	-	-	-	-	63.1	55.2	14.1	<0.3	132.4
T2	35.38	7.8	2.7	<0.3	45.9	99.7	20.3	3.3	<0.3	123.3	60.5	92.6	21.4	<0.3	174.5
T3	37.44	9.1	3.0	<0.3	49.6	81.3	13.3	2.1	<0.3	96.7	65.4	77.1	10.8	<0.3	153.3
T4	38.26	9.1	3.1	<0.3	50.4	56.3	11.5	2.2	<0.3	70.0	69.4	102.6	24.8	<0.3	196.8
T5	26.17	6.7	2.5	<0.3	35.4	64.4	15.1	2.2	<0.3	81.8	65.7	78.4	21.9	<0.3	166.0
T6	25.88	7.1	2.9	<0.3	35.8	-	-	-	-	-	65.5	118.8	24.1	<0.3	208.4
T7	29.88	7.9	3.2	<0.3	41.0	73.5	15.8	2.3	<0.3	91.5	73.6	94.6	23.2	<0.3	191.4
T8	39.01	10.5	3.9	<0.3	53.4	85.7	15.3	2.3	<0.3	103.3	87.2	107.5	36.9	<0.3	231.6
T9	33.05	12.3	4.8	<0.3	50.2	138.1	23.1	3.0	<0.3	164.2	74.6	91.8	21.1	<0.3	187.5
T10	52.30	13.6	5.0	<0.3	70.9	126.4	21.4	3.0	<0.3	150.8	84.3	101.7	34.6	<0.3	220.6
T11	43.86	10.6	3.4	<0.3	57.9	88.0	18.5	2.7	<0.3	109.2	70.1	90.5	20.2	<0.3	180.8
T12	36.01	14.9	5.9	<0.3	56.8	-	-	-	-	-	59.3	88.8	21.6	<0.3	169.7
T13	29.92	12.5	5.4	<0.3	47.8	87.1	16.2	2.3	<0.3	105.6	58.2	62.2	11.5	<0.3	131.9
T14	30.24	10.7	3.8	<0.3	44.7	-	-	-	-	-	63.1	70.9	17.1	<0.3	151.1
T15	38.64	8.8	3.5	<0.3	50.9	89.7	15.7	2.9	<0.3	108.2	49.0	71.1	17.4	<0.3	137.5
Standard Vietnam ベトナム基準	200	60	100	100	/	200	60	100	100	/	200	60	100	100	/
Standard Japan 日本基準	60	30	100	90	100	60	30	100	90	100	60	30	100	90	100

4. その他の項目の濃度レベルと試験結果の妥当性

今回の調査における水質試験では、アンモニア態窒素、COD 等の一般項目はハイフォン水道公社が、THM・農薬等有機物質・重金属類は「Vietnam Academy of Science and Technology Institute of Environmental Technology（ベトナム科学技術アカデミー 環境技術研究所）以下、IET」が分析を行った。また、一部の測定可能な項目については、測定精度を確認するために北九州市上下水道局水質試験所で測定した。

これらの北九州市上下水道局での分析結果と IET での分析結果を比較すると、採取日が異なることもあり値は一致しない項目もあるが、重金属類に関しては両者の分析結果はほぼ同レベルであった。

5. U-BCF 導入に影響する項目

上記 1、2 に示す通り今回の再委託調査の結果によると、人や U-BCF に生息する微生物に影響を及ぼすような重金属類、イオン類、農薬や化学物質等は検出されていない。また、これまでハイフォン市水道公社が委託試験を行った結果からも問題は見られなかった。

一方で、U-BCF の運転に影響を及ぼす可能性が高いと考えられる濁度に関し、2008 年から 2013 年のアンズオン浄水場の原水濁度を見ると、最大値は 50NTU を超える時期もあり、濁度の変動幅は 10~60NTU となっている。

その他の項目に関しては、過去のハイフォン市水道公社の水質検査結果から、U-BCF の運転管理や設計に影響を与える水質項目は無い。

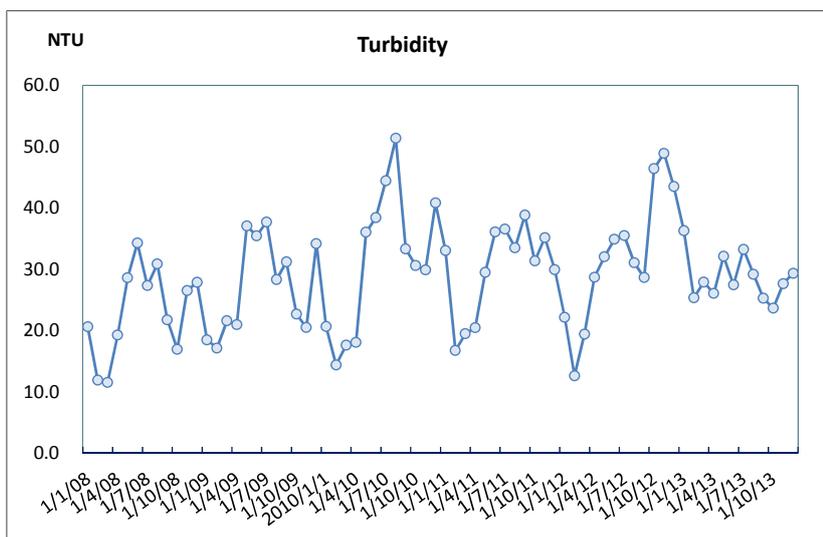


図 2-2-4 アンズオン浄水場における原水濁度変動

出典：ハイフォン市水道公社

6. U-BCF 導入による水質面の効果

U-BCF による除去効果の高いアンモニア態窒素は、今回の測定結果では取水で 1 回目は 0.31mg/L、2 回目は 0.31mg/L、3 回目は 0.9 mg/L を示し、ベトナム国の水道水源等のための表流水基準の 0.2mg/L を上回る濃度であった。水源のアンモニア態窒素の経年変化をみると緩やかに上昇気味であり、近年は、スポット的に高濃度が出現する頻度が高まりつつある(1-1-1(4)参照)。また、金属の測定結果

からマンガンが日本の管理目標値を上回っていることがわかった。アンモニア態窒素、マンガン、有機物質などの浄水処理過程で多量の塩素を消費する物質が U-BCF の導入により除去されるため、処理過程における塩素注入量が削減される。また、沈澱池、ろ過池においても微量な遊離残留塩素を保持することが期待でき、ろ過池の藻類繁殖の低減、清浄化にもつながることが期待される。また、1-1-1-(4)の通り、U-BCF による塩素使用量低減と有機物質除去効果により浄水、給水栓の THM 生成の削減効果も期待される。

(5) 測量調査

① 測量調査目的

浄水施設の平面計画及び施設高さ（水位関係）の検討に必要な情報を把握するため、浄水施設の建設予定地において測量を行った。

② 測量調査位置図

測量調査場所は、アンズオン浄水場内である。

基準点となる AD-01 と AD-02、また水準測量地点 32 箇所を図 2-2-5 に示す。

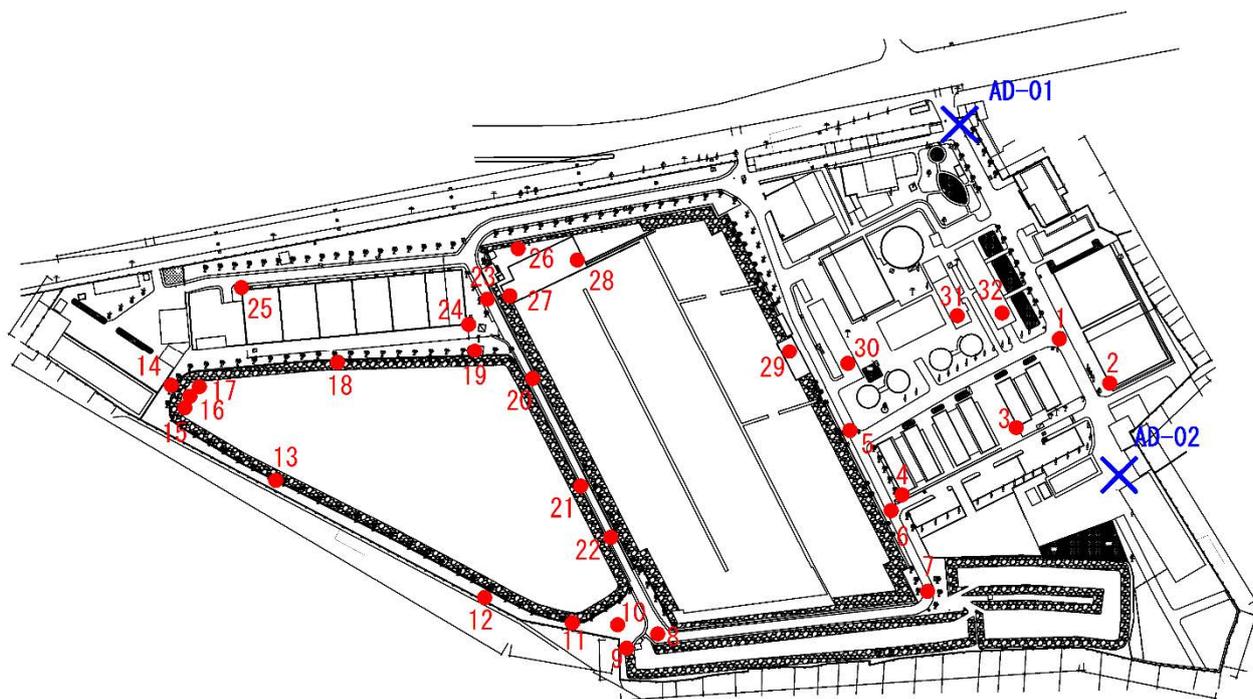


図 2-2-5 基準点位置及び測量地点位置図

出典：再委託仕様書により調査団作成

③ 条件、概要

測量調査を行った場所の詳細を以下に示す。

1. 測量条件

- 測量箇所: 32 地点

- 平板測量: 面積 : 1,300m²
縮尺 : 1/500、等高線 0.5m ずつ
- 横断測量: 長さ 20m x 4 本(水源より下のラインまで含む)
縮尺 : 1/100

表 2-2-5 測量調査内容

調査位置	対象数量	調査内容
浄水施設建設予定地 (アンズオン浄水場内)	0.13 ha (1,300m ²)	[平板測量]: 用地境界周辺部含む、等高線 0.5m 毎記載、縮尺 1/500 [縦横断測量]: 縦横方向 20m×4 本、縮尺 1/100
アンズオン浄水場内 既存施設	32 カ所	[水準測量]: 基準点、場内の主要施設(構造物の天端/底版、越流堰、水位等) 及び場内道路の高さ

出典: 再委託仕様書により調査団作成

2.基準点

基準点の詳細を表 2-2-6 に示す。基準点については、測量結果は海拔表記となっているため、既設構造物図面に示された高さと同様に、海拔+1.955m で標高表記に変更した。

表 2-2-6 基準点詳細

番号	X 座標(m)	Y 座標(m)	海拔(m)	標高(m)
AD-01	2306379.752	594997.807	2.365	4.320
AD-02	2306223.470	595068.848	2.548	4.503

出典: 調査団の再委託による測量調査結果

④ 測量調査結果

下記測量結果により、地盤高、高低差を考慮したうえで既存浄水システムと合わせた水位高低図の作成、U-BCF の施設配置計画図の作成を行うとともに、測量成果を用いて概略設計図を作成した。

測量調査結果は、表 2-2-7 に示すとおりであり、基準点と同様に海拔+1.955m で標高表記に変更した。

表 2-2-7 測量調査結果

ポイント番号	海拔 (m)	標高(m)
1	2.362	4.317
2	4.200	6.155
3	5.731	7.686
4	6.791	8.746
5	2.309	4.264
6	2.401	4.356
7	2.727	4.682
8	2.703	4.658
9	2.586	4.541
10	2.672	4.627
11	3.086	5.041
12	2.690	4.645
13	2.975	4.930
14	3.590	5.545
15	2.492	4.447
16	2.436	4.391
17	2.845	4.800
18	2.531	4.486
19	2.651	4.606
20	2.740	4.695
21	2.978	4.933
22	2.821	4.776
23	2.470	4.425
24	3.848	5.803
25	3.840	5.795
26	2.777	4.732
27	1.230	3.185
28	1.045	3.000
29	2.319	4.274
30	2.509	4.464
31	2.638	4.593
32	2.521	4.476

出典：調査団の再委託による測量調査結果

(6) 試掘調査

① 試掘調査目的

アンズオン浄水場内の配管埋設位置等の確認を行い、施設設計・積算の基礎資料とする。

既存資料、ハイフォン市水道公社職員からのヒアリング等により現状を把握した後、場内配管に不明点が存在したため、試掘箇所を特定し調査を行った。

② 試掘調査箇所

試掘調査を行った5ヶ所について、図 2-2-6 に示す。

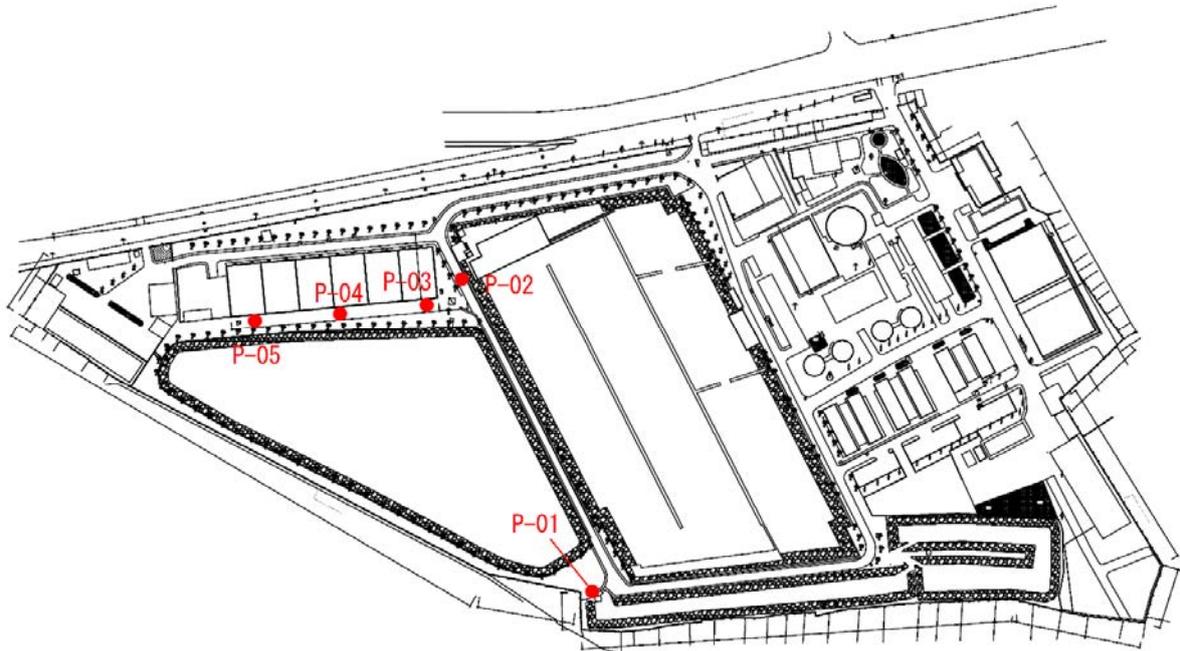


図 2-2-6 試掘調査場所

出典：再委託仕様書により調査団作成

③ 条件、概要

各調査地点における条件、概要を表 2-2-8 に示す。

表 2-2-8 試掘調査地点概要

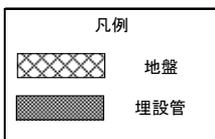
	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05
範囲(m)	1.30 x 3.00 x 1.30	0.85 x 3.00 x 1.00	0.80 x 3.00 x 1.00	0.80 x 3.00 x 1.00	0.80 x 3.00 x 1.00
標高(m)	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57
X 座標 (m)	2306157.58	2306294.55	2306287.46	2306284.33	2306281.55
Y 座標 (m)	594855.81	594781.93	594762.7	594730.71	594697.18
調査手法	人力掘削	人力掘削	人力掘削	人力掘削	人力掘削

出典：再委託仕様書により調査団作成

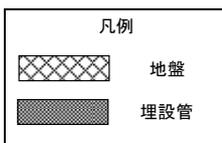
- ④ 試掘調査結果
試掘調査結果を表 2-2-9 に示す。

表 2-2-9 試掘調査結果

試掘番号	P-01	P-02
対象管路	上澄水返送管	原水調整池→ブロック形成池 導水管
地下水位	地表-1.00m	地表-0.90m
配管口径	600mm	200mm
埋設深さ	0.12m	0.40~1.00m
試掘模式図	<p>Diagram of test pit P-01 showing a 3000x1300x1300mm pit with a 600mm diameter pipe. Includes sections A-A and B-B.</p>	<p>Diagram of test pit P-02 showing a 3000x1000x1000mm pit with a 200mm diameter pipe. Includes sections A-A and B-B.</p>
調査写真		



試掘番号	P-03	P-04
対象管路	天日乾燥床 上澄水返送管①	天日乾燥床 上澄水返送管②
地下水位	地表-0.70m	地表-1.00m
配管口径	100mm	—
埋設深さ	0.15m	—
試掘模式図		
調査写真		



試掘番号	P-05
対象管路	原水調整池→ブロック形成池 導水管
地下水位	地表-1.00m
配管口径	—
埋設深さ	—
試掘模式図	
調査写真	

凡例	
	地盤
	埋設管

出典：調査団の再委託による測量調査結果

試掘調査により、既設管の埋設深さ、埋設位置を特定することができた。試掘調査結果を踏まえ、U-BCF から既設ブロック形成池までの配管位置ならびに U-BCF から天日乾燥床までの配管位置を決定した。

2-2-3 環境社会配慮

2-2-3-1 環境影響評価

2-2-3-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本計画は、レ川を取水源とするクワンビン取水場の1970年代に建設された古いポンプを改修し、さらに、既存のアンズオン浄水場の中にU-BCFを建設する事業である。なお、取水ポンプ場からアンズオン浄水場のU-BCFまでは、既存導水管（径1,000mm×距離3,700m）を利用して導水する。

環境社会影響を与える事業コンポーネント概要を表2-2-10に示す。図2-2-7に計画対象地域と周辺状況を示す。

表 2-2-10 環境社会影響を与える事業コンポーネント概要

事業コンポーネント	内容	説明事項	想定環境影響
1.計画取水量	100,000 m ³ /日		レ川は十分な水量を持つ河川であり、2014年度に120,547 m ³ /日の水利権が保証されており、取水には全く問題がない。
2.クワンビン 取水ポンプ場	①取水ポンプ (160kW×4台)	取水ポンプは、3台常用、 1台予備	① 取水ポンプ場は、10m幅の地方道に接しており、朝・夕方には、多少交通量が多くなる。 ② 取水ポンプ場脇の道路に沿って人家が取り巻いており、改修時の騒音及び施設完成後のポンプ運転時の騒音が国家基準を超える可能性がある。
3.アンズオン浄水場 U-BCF	①U-BCF施設 ②洗浄用ブロワ (37kW×2台) ③導水管 (径1,000mm×216m)	洗浄用ブロワは1台常用、 1台予備、 導水管は、アンズオン浄水場内の既存導水管末端からU-BCF施設に直接配管を延長し、導水するためである。	① アンズオン浄水場周辺は人家の密集地帯となっており、工事中及び、U-BCF施設完成後の洗浄用ブロワの運転時の騒音が国家基準を超える可能性がある。 ② アンズオン浄水場から一般道路へ工事用車両が出入りする場合、交通事故が発生する可能性がある。

出典：現地調査に基づき調査団作成

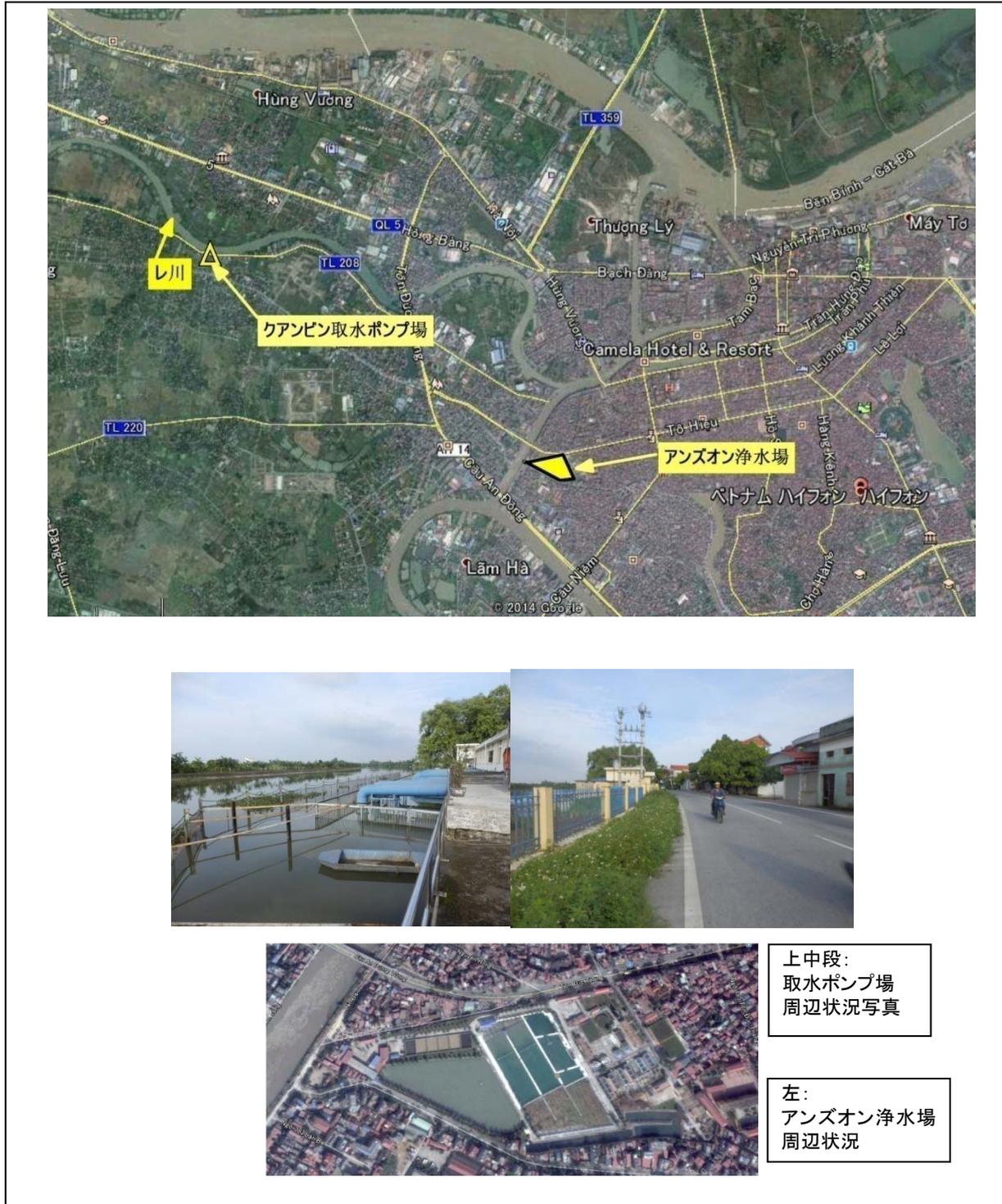


図 2-2-7 クワンビン取水ポンプ場とアンズオン浄水場の位置及び周辺状況

出典：GoogleMap を用いて調査団作成

2-2-3-1-2 ベースとなる環境社会の状況

(1) ハイフォン市の行政区分

ベトナム国の行政組織は、中央省庁とその下部の各省/県/区/コミュニケーションレベルの人民委員会よりなる。下部の人民委員会も国の出先機関であり、それぞれ各省庁の出先機関に相当する部署が人民委員会の中にあり、その機能を代行している。

ハイフォン市は、紅河（ソンコイ川）によって形成されたソンコイ・デルタの河口に立地する地方中心都市で面積 1,527km²、人口約 192.5 万人であり（2013 HaiPhong Statistical Yearbook）、7 県と 6 農村県及び 2 島嶼県からなる（表 2-1-1 及び図 2-1-1 参照）。

(2) 調査対象地域の社会経済状況

ハイフォン市は、首都ハノイ市への物流の拠点であるトンキン湾に面した港湾都市として発展してきたが、近年、工業団地が造成されて、外国からの投資による工場が建設されたために、従来の農業や漁業を中心とする産業構造に加えて、工業都市としても急激に発展してきた。また、道路交通網も整備され、ハノイ市とハイフォン市を結ぶ国道 5 号線が整備されて一層物流が促進されてきた。表 2-2-11 にハイフォン市の工業団地概要に示すように、主な工業団地として、7 つの工業団地が存在する。図 2-2-8 にハイフォン市の工業団地位置図を示す。

表 2-2-11 ハイフォン市の主要工業団地の概要

1.野村ハイフォン工業団地	
投資者	野村ファイナンスグループ
設立年	1994年
立地場所	アンズオン農村県
土地面積	153 ha
特徴	進出の企業はほとんど日本企業で占められ、機械製造・精密機械・自動車部品・電気分野の製造業。
2.ナムディンプ 港湾・工業団地	
投資者	ベトナム政府
設立年	2007年
立地場所	ハイアン県
土地面積	900 ha
特徴	港湾と工業団地が複合。石油化学製品、コマースサービス、ハイテック製品、エコ製品等の製品製造工場
3.ドーソン工業団地	
投資者	ドーソン工業地域ジョイントベンチャー会社
設立年	1997年6月26日
立地場所	ドーソン県
土地面積	150 ha
特徴	機械部品、車両部品、農業機械、水産加工機械、ニットウエア製造等の工場。
4.チャンズエ工業団地	
投資者	SHP 合資会社
設立年	2007年
立地場所	アンズオン農村県
土地面積	200 ha (第1期分)
特徴	消費生産物、農業生産物加工、家畜飼料製造、物流、倉庫等
5.アンズオン工業団地	
投資者	タムベト統一投資会社
設立年	2008年
立地場所	アンズオン農村県
土地面積	813 ha
特徴	ハイテック生産物
6.ナムカウキエン工業団地	
投資者	Shinec 開運合資会社
設立年	2008年
立地場所	スエイヌギエン農村県
土地面積	263 ha
特徴	高質紙、鉄、家具、工業リサイクル工業等
7.プイシップ工業団地	
投資者	ビンシン投資会社
設立年	2006年
立地場所	スエイヌギエン農村県
土地面積	320 ha
特徴	ナイロン製品、貨物倉庫等

出典：JETRO ベトナム北部・中部工業団地データ集 2013



図 2-2-8 ハイフォン市の主要工業団地位置図

出典：JETRO ベトナム北部・中部工業団地データ集 2013に基づき調査団作成

2013年度の統計資料を基に、ハイフォン市の2013年度GDPに占める各産業の割合を調べ、その結果を図2-2-9に示す。

図2-2-9によると、GDPに占める産業の割合は、鉱工業が33%で最も大きく、そのほとんどは、製造業であり、多数の工業団地の設立により、ハイフォン市内には多くの工場が存在する。

そのための外国投資は、継続しており、GDPの13%を占めている。それに伴って、大規模スーパー等も進出し、商業が活発になっており、GDPの18%を占めている。

その一方で、従来、主産業であった農業・林業・漁業の占める割合は、全GDPの9%に減っており、ハイフォン市の経済に占める割合は僅かになっている。

ハイフォン市は、従来のイメージであった農・漁業の中心都市から完全に工業都市へと変遷をとげたことが理解される。

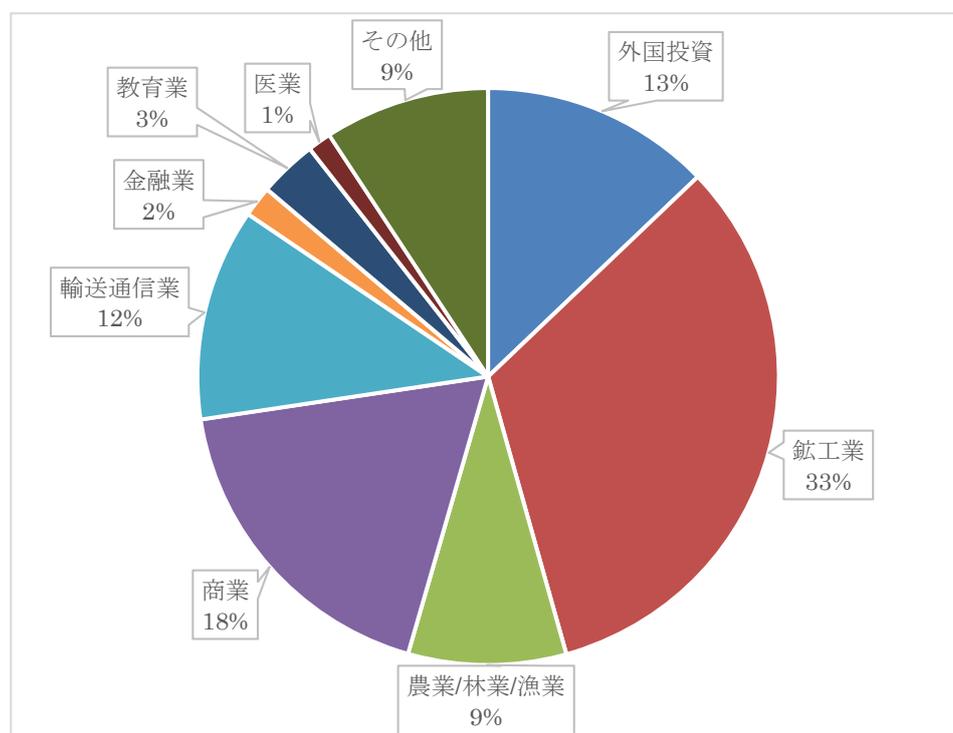


図 2-2-9 ハイフォン市の2013年度GDPに占める各産業割合図

出典：ハイフォン市2013年統計資料

(3) 少数民族と原住民

ハイフォン市には、主要住民であるキン(Kinh)族に加えて、少数民族のホア族が住んでいる。ハイフォン市人民委員会、労働・傷病兵・社会福祉局(Department of Labour, Invalid, and Social Affairs)によれば、ホア族は中国人の一部族であり、ベトナム国と中国の国境周辺に以前は多数の人々が住んでいたが、1979年のベトナム国と中国の戦争時以来、中国領内に移動した為に、今ではほとんど住んでおらず、その住民数は、1,000人程度であるとのことである。

ホア族は、中国人の労働者として生活しており、市内に、キン族と混合して住んでいて特定の居住区域はないため、水道事業は、平等に給水している。

(4) 文化的・歴史的遺産及び記念碑

本事業は、既存取水ポンプ場のポンプ改修とアンズオン浄水場に U-BCF を設置する事業であるため、通常の水道改修計画のように市内での配管工事はなく、市内の文化的・歴史的遺産及び記念碑への直接的な影響はない。副次情報として、アンズオン浄水場周辺のレチャン、ホングバン、アンズオン、ヌゴキエン、キエンアン、ハイアン県の文化的、歴史的遺産・記念物のリストを表 2-2-12 に、図 2-2-10 にそれらの位置を示す。

表 2-2-12 アンズオン浄水場周辺地域の文化的、歴史的遺産・記念物

No.	文化的・歴史的遺産・記念物名	場所	設立年	理由
1	ハングケエン寺	ビンニエム地区、レチャン県、ハイフォン市	1719	歴史的建造物
2	ヌゲエ寺	アンビエン地区、レチャン県、ハイフォン市	1919	女性大臣レチャンへの礼拝所
3	ヌゲエ霊廟	121 ズハング通り、レチャン県、ハイフォン市	1672	宗教的礼拝所
4	ズハング霊廟	チュアハング通り、レチャン県、ハイフォン市	1899	歴史的建造物
5	ニムヌギア寺	ビンニエム地区、レチャン県、ハイフォン市	1851	大臣パムツヌギへの礼拝所
6	アンビエン寺	170 ハイバトラング通り、レチャン県、ハイフォン市	1919	歴史的建造物
7	フォチエウ寺	ドハングケン地区、レチャン県、ハイフォン市	1953	宗教的礼拝所
8	パムチュヌギイ霊廟	ビンニエム地区、レチャン県、ハイフォン市	19世紀	歴史的建造物
9	ハイニン寺	ビンニエム地区、レチャン県、ハイフォン市	1930	宗教的礼拝所
10	ナムハイ寺	アンビエン地区、レチャン県、ハイフォン市	—	宗教的礼拝所
11	アンズオンドアイ寺	アンズオン、アンズオン県、ハイフォン市	—	宗教的礼拝所
12	アングダ寺	アングダ通り、ヌゴキエン県、ハイフォン市	1974	宗教的礼拝所
13	ドンクキエ寺	ドンクケ地区、ヌゴキエン県、ハイフォン市	1836	歴史的建造物
14	ジアビエン寺	ドンクケ地区、ヌゴキエン県、ハイフォン市	—	歴史的建造物
15	ホーミン寺	レロイ通り、ヌゴキエン県、ハイフォン市	—	宗教的礼拝所
16	ハイフォンオペラ座	ホアングバンス通り、ホングバン県、ハイフォン市	1904	公共文化的建物
17	ハ寺	ソングリイ地区、ホングバン県、ハイフォン市	1921	歴史的建造物
18	ビンフック寺	クウアントル地区、キエンアン県、ハイフォン市	18世紀	宗教的礼拝所
19	ビンフック寺	フングブオン地区、ホングバン県、ハイフォン市	19世紀	歴史的建造物
20	ラックビエン寺	ラックビエン地区、ヌゴキエン県、ハイフォン市	—	歴史的建造物
21	ド寺	レライ通り、ヌゴキエン県、ハイフォン市	1717	歴史的建造物
22	フォングルウ寺	ドンクハイ地区、ハイアン県、ハイフォン市	1880	ヌゴキエン王の礼拝所

出典：ハイフォン市人民委員会、文化・スポーツ・観光局

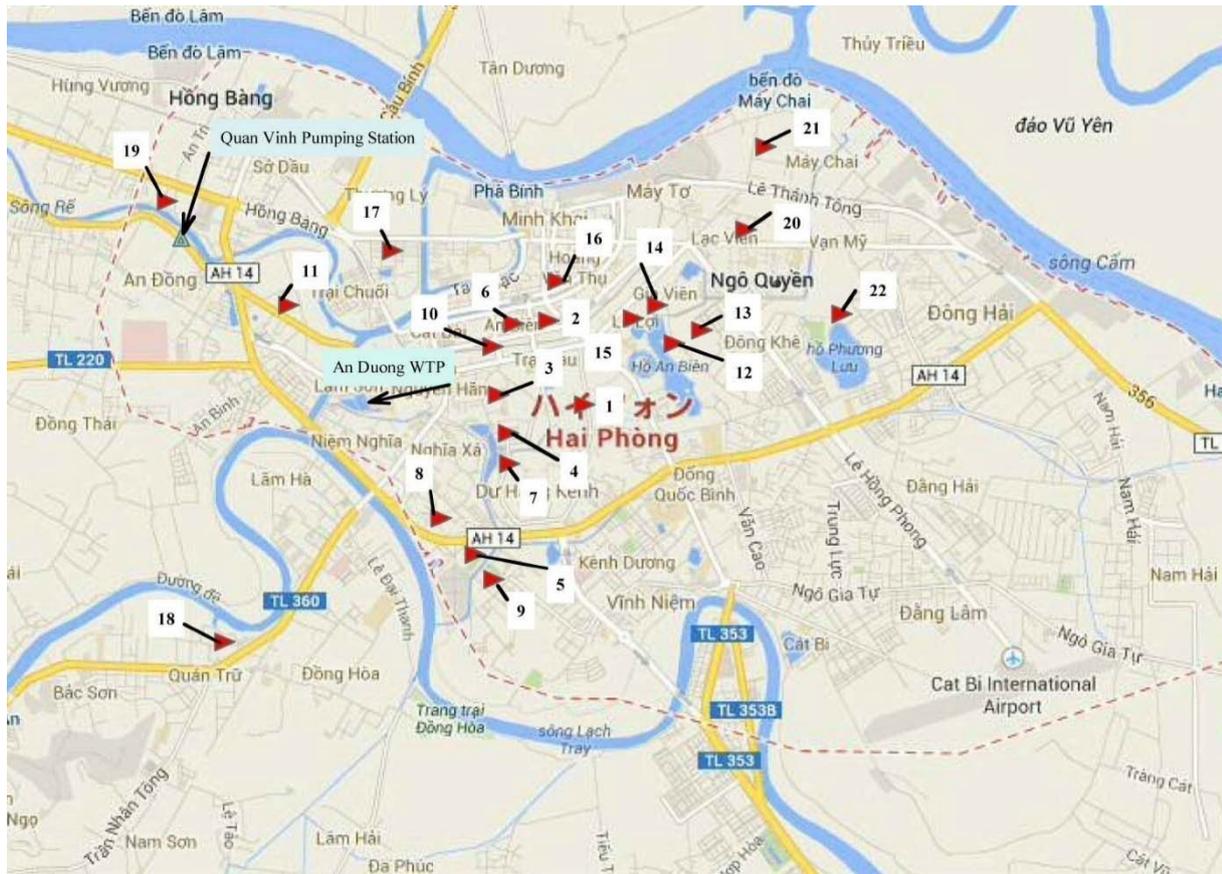


図 2-2-10 アンズオン浄水場周辺地域の文化的、歴史的遺産・記念物の位置図

出典：ハイフォン市人民委員会、文化・スポーツ・観光局の情報に基づき調査団作成

(5) 自然保護地域

ハイフォン市人民委員会の自然資源環境局によれば、ハイフォン市で自然保護地域は、カットハイ島嶼県にあるカットバ国立公園のみである。ハロン湾の南西方向に隣接するカットバ国立公園は、366 島嶼からなり、その中で、カットバ島は 100km²の面積があり、最大である。カットバ国立公園は、1986 年に国立公園として海洋生態環境を含めて指定され、その全面積は 16,240 ha である。また、2005 年にカットバ群島は UNESCO によって世界生物圏保護区 (The World Biosphere Reserve Area) に登録された。その地域は、マングローブ林/石灰岩の山々と森林/サンゴ礁のような多様性をもつ。カットバ国立公園には、多様な動植物が存在し、282 種の森林動物種、538 海底動物種、196 種の海水魚、771 種の陸生植物種、23 種のマングローブ、75 種の海藻、177 種の珊瑚等を含む、2,330 種から構成されている。

本プロジェクト計画対象地はアンズオン県とレチャン県に位置するために約 40 km 離れたカットバ国立公園は、直接に、本プロジェクトに関係しないが、ハイフォン市の重要な情報であるため記載した。

(6) 生態系

生態系の保護を管轄しているのは、ハイフォン人民委員会の農業地方事業局 (Department of

Agriculture and Rural Affair) である。固有種/希少種/絶滅危惧種である動植物は、罰則規定 (Penal Code,1999年)やその修正規定 (2009年) 生物多様性法 (Biodiversity Act, 2009年) 等で規制されているが、実際には、まだ、重要な動植物種は、完全に保護されておらず、その数が減少しているのが実情である。表 2-2-13 にハイフォン市の重要な動植物のリストを示す。

本プロジェクトは、既存取水ポンプ場のポンプ改修とアンズオン浄水場に U-BCF を設置する事業であり、浄水場は市街地であるために林地はなく、直接的に影響しないが、重要な情報であるため記載した。

表 2-2-13 ハイフォン市の重要な動植物リスト

No	学名	地方名/一般名/和名
重要動物種		
1	Trachypithecus poliocephalus	Vooc đầu trắng (white-headed langur) (白頭ヤセザル)
2	Eretmochelysimbricata	Đòimôi (タイマイ)
3	Crettacaretta	Rùaquảđồng (アカウミガメ属)
4	Dermochelyscoriacea	Rùa da (オサガメ科)
5	Pica pica	Chimácà (カササギ)
6	ManisPentadactyla	Têtvàng (ミミセンザンコウ)
7	Callosciurusprevostii	SócBụngđỏ (Asian tri-colored squirrel) (3毛色リス)
8	Capricornissumatraensis	Sơn Dương (山羊)
9	Photololigo chinensis	Mực Thước
10	Trochusniloticus	Ốcđụn cá (Tectus niloticus)
11	Rhincodontypus	Cánhámvoi (ジンベイザメ属)
12	Pernaviridis	Vẹmvỏ xanh (Asian green mussel) (イシガイ、淡水生の貝)
13	Lutrariarhynchaena	Tuhài (カワウソ属)
重要植物種		
1	Nageiafleuryi	Kim giao (Decussocarpus fleuryi)
2	Chukrasiaavelutina	Láthoa (Chukrasia tabularis)
3	Madhucapasquieri	Sénmât (Sapotaceae)(アカテツ科)
4	Sargassum tenerrimum	Rongmomêm (Sargassaceae) (ホンダワラ類)
5	Junceollagemmacea	San hôừngcànhẹp (イグサ属)
6	Acroporaaspera	San hôởđínhxù (ミドリイシ属)
7	Acroporacerealis	San hôởđínhhạt (ミドリイシ属)
8	Acroporaformosu	San hôởđínhđài loan (ミドリイシ属)
9	Acroporanobilis	San hôởđínhnô - bi (ミドリイシ属)
10	Poriteslobatadana	San hôkhỏidậuthỳ (Poritidae)

出典：ハイフォン市人民委員会、農業地方事業局 (Department of Agriculture and Rural Affairs)

2-2-3-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織

(1) ベトナム国の環境社会配慮に係る法的枠組みとその組織

1) 環境社会配慮に係る法制度

表 2-2-14 に環境社会配慮に係る法律・規則を示す。

表 2-2-14 環境社会配慮に係る法と規則

環境法	内容
環境保護法 (No.52/2005/QH11) (2005年公布)	環境保護のための政策、手段、資源を記載し、環境保護における組織、家庭、個人の権利、義務、活動を規定し、法的枠組みを与える。特に、EIA に関しては、必要なプロジェクトの概要、及び報告書の内容、評価、責任機関等について規定する。
Circular No.26/2011/TT-BTNMT (2011年7月18日公布)	SEA, EIA, 環境保証書の手続き、報告書内容等の具体的な内容を定めたマニュアル
Decree, (SEA/EIA 及び環境保護保証書を規定する) (No.29/2011/ND-CP) (2011年8月18日公布)	従来の Decree/Circular を修正し新規に公布された、SEA/EIA に関する規定を定めた法令、EIA の報告書内容、評価手続き、期間、及び EIA が必要となるプロジェクトを規定する。
表流水の水利用の仕方に基づく水源許容水質分類、 MONRE 決定, No.16/2008/QD-BTNMT (2008年12月31日公布)	表流水を、水利用の目的別に A1, A2, B1, B2 の4種類に分類し、水質の許容限界値を定める。
地下水源の許容水質限界値 2009/NTNMT (QCVN09)	地下水の許容水質限界値を定める。
水産物加工業の処理排水に係る国家基準 (No.16/2008QD-BTNMT) (2008年12月31日公布)	水産加工物の処理排水基準値を定める。
騒音・振動基準 (QCVN26: 2010/BTNMT), 騒音・振動に関する国家技術規則に関する自然資源環境省の Circular No.39/2010/TT-BTNMT (2010年12月16日公布)	対象地域を特別地域(医療保険センター、図書館、幼稚園、学校、お寺等)と通常地区(アパート地区、ゲストハウス、ホテル、事務所等)に分けて、昼間(午前6:00.~午後9:00), 夜間(午後9:00.~午前6:00.)の最大許容限界値(dB)を規定する。
環境大気基準 (QCVN 05-2009)	環境大気基準、PM ₁₀ /NO ₂ /SO ₂ /O ₃ /CO/TSP/Pb の7項目の基準を定める。
環境大気有害物質基準 (QCVN 06/-2009/BTNMT)	環境大気中の19項目の有害物質の基準を定める。
飲料水質基準 (QCVN01/2009/BIT)	飲料水質の基準値を定める。
社会配慮関連法	内容
労働規約 2012年 (No.10/2012/QH13) (2013年5月1日公布)	本規約 (Code)は、労働契約、労働安全、残業代、休日、労働規定、労働者の企業間貸借、労働組合の結成・運営等幅広い分野にわたって規定する。

出典：現地調査に基づき調査団作成

2) 環境社会配慮に係る関係省庁と組織

環境管理に係る中央官庁は、自然資源環境省(MONRE: Ministry of Natural Resources and Environment)である。ベトナム国の行政組織では、省・県・区・コミュニケーション等の人民委員会は、国家行政機関の出先機関となっており、中央省庁の機関を代行している。

ハイフォン市は、ハノイ市、ホーチミン市、ダナン市、カントー市と並ぶ中央直轄市であり、ハイズオン省等と同等レベルの行政機能を有している。その人民委員会には、中央省庁の全ての出先機関が集まっており、環境管理に係る関係機関は、自然資源環境局 (DONRE: Department of Natural Resources and Environment)である。また、社会関係配慮に関係する労働安全については、労働・傷病兵・社会事業局 (Department of Labour, Invalid, and Social Affair) が所管している。

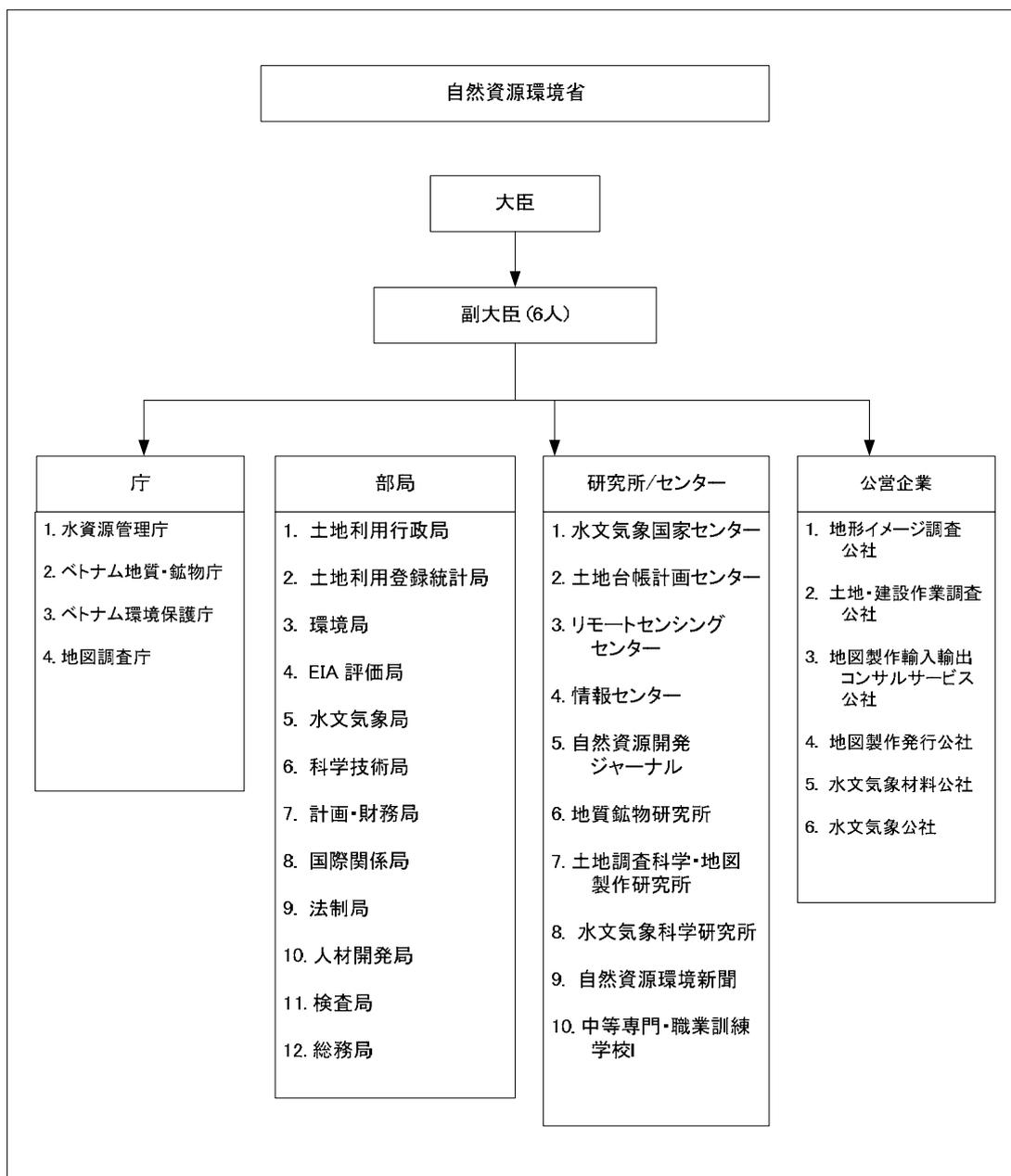


図 2-2-11 自然資源環境省組織図

出典：自然資源環境省ホームページ

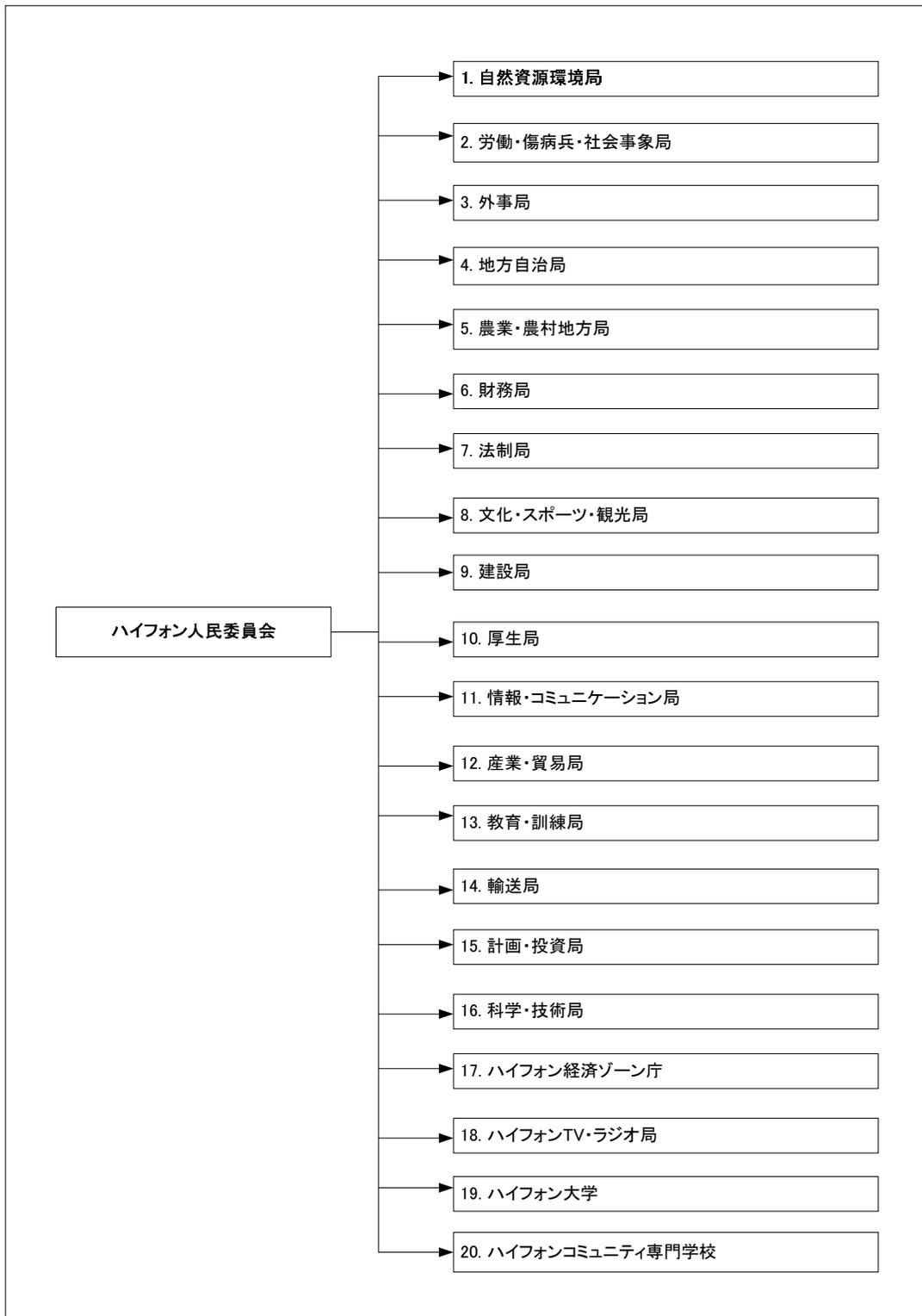


図 2-2-12 ハイフォン市人民委員会の組織図

出典：ハイフォン市人民委員会ホームページ

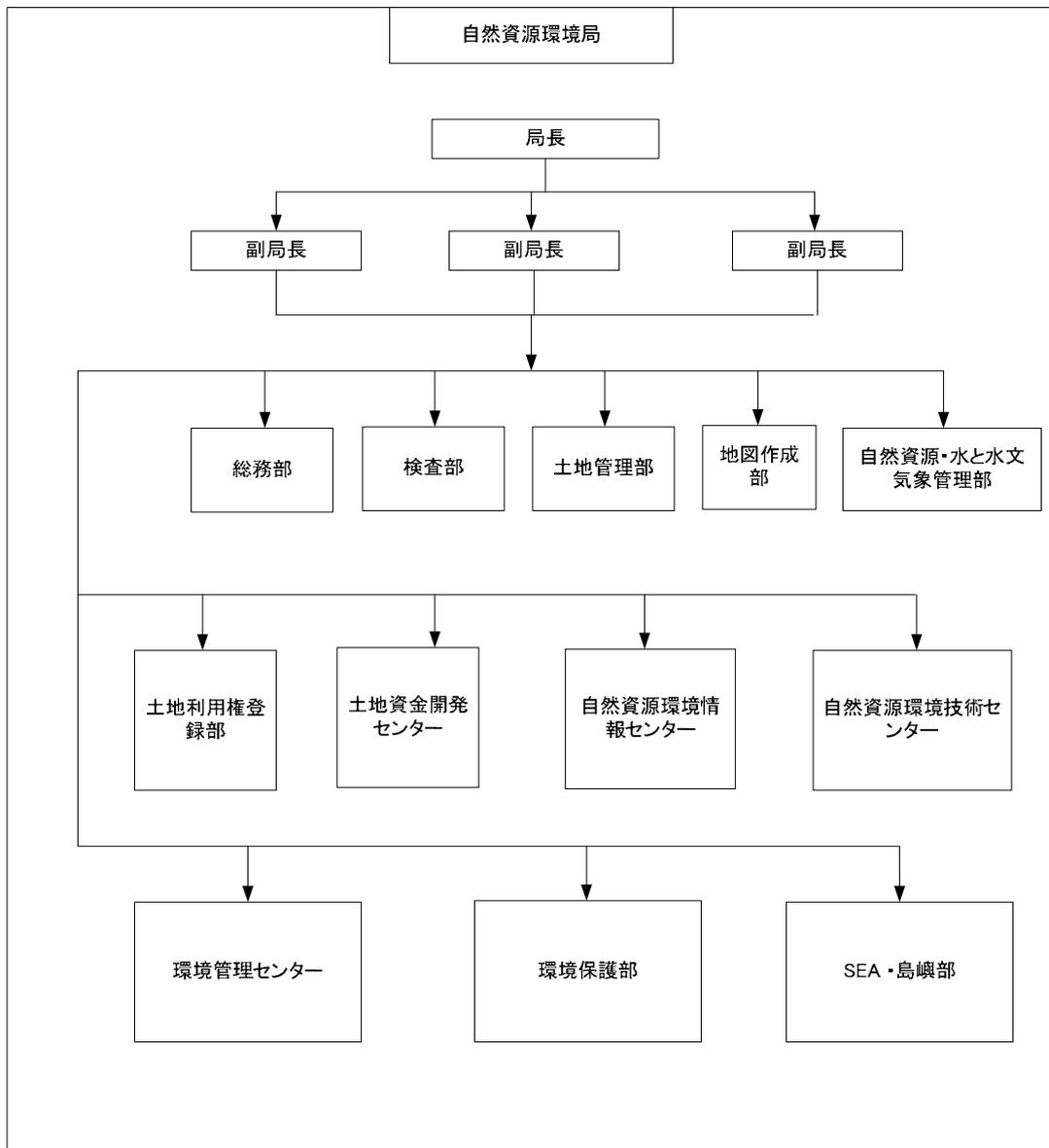


図 2-2-13 ハイフォン市人民委員会、自然資源環境局の組織図

出典：自然資源環境局ホームページ

3) EIA の手続きと必要性

a) 中央省庁の関与する EIA 手続き

環境保護法(2005年公布)以来、多くの布告、規則が制定されてきたが、それらは更新され、2011年4月18日に戦略的環境評価(SEA)、環境影響評価(EIA)、及び環境保護補償(EPC)に係る布告(No.29/2011/ND-CP)、及び付属書(No.26/2011/TT-BTN)が制定され、従来の規定を修正し、更に細かく内容が規定された。

EIA の許可については、プロジェクトの規模、種類によって、中央官庁の自然資源環境省が関与するものとハイフォン人民委員会の自然資源環境局が関与するものに分かれる。中央官庁の自然資源環境省が関与するものは、以下の通りである。

中央官庁の自然資源環境省が関与する EIA 許可の対象プロジェクト

- ① 投資が国会又は首相によって決定されたプロジェクト
- ② 国立公園、自然保護地域、世界遺産、歴史的文化的遺跡、国家的重要な景観地域、生物圏保護区
の土地を利用するプロジェクト
- ③ 原子力発電、核融合発電、原子炉都心又は集中住居地域から 2 km 以内の 300 MW 以上の発電能
力を有する火力発電所、600 MW 以上の火力発電所、1 億 m³ 以上の貯留能力を有する水力発電や
灌漑施設
- ④ 20 ha 以上の海洋域を占有するプロジェクト、河川流域保護森林、波カ・風・砂防防止林、20 ha
以上の特別目的森林、100 ha 以上の自然林、二毛作以上の作付地区の 20 ha を利用するプロジェ
クト等において土地利用変更を伴うプロジェクト
- ⑤ 石油精製施設/石油化学施設の建設プロジェクト、基礎科学・植物保護薬品・合成洗剤、年産 10,000
トン以上の生産量を有する添加剤や化学肥料、年産 300,000 KWh 又は 600 トン以上の容量生産
量を有する電池製造に係るプロジェクト、年産 1,200,000 トン以上のセメント製造プラント、放
射性物質・放射性廃棄物を貯蔵するプラントに関するプロジェクト、年産 25,000 トン以上のパ
ルプ工場を建設するプロジェクト、年産 500,000 リッター以上の蒸溜酒製造業、年産 2,000,000
リッター以上のビール製造施設を建設するプロジェクト、年産 5,000 トン以上の水産物加工工場
を建設するプロジェクト
- ⑥ 石油開発プロジェクト、年産 500,000 m³ 以上の（選鉱や鉱物を含む）原材料に関係する固形鉱物
開発プロジェクト、レアアースや放射性物質を開発するプロジェクト、年産 50,000 トン以上の
レアアースや放射性物質を選鉱するプロジェクト等、大規模プロジェクトに関係する開発計画で
ある。

上記の大規模プロジェクト以外で、EIA が必要なプロジェクトは、省（Province）、特別市の人民
委員会傘下の自然環境保護局（DONRE）により審査が行われる。

b) ハイフォン市自然環境保護局による EIA 手続き

ハイフォン市人民委員会傘下の DONRE は、ハイフォン市人民委員会に報告し、人民委員会は、
関係省庁及び DONRE 長官からなる評価委員会（Board for Evaluation）を招集して、EIA の承認、不承
認の決定を行う。手続きに要する日数は、45 営業日（約 2 ヶ月間）である。公聴会資料は、EIA 審
査時に EIA 報告書とともに提出されることになっており、プロジェクト提案者が、プロジェクトサ
イトが立地する地方政府（区）の人民委員会に実施を依頼する。

水道施設建設に係る EIA の審査は、省、特別市の人民委員会傘下の DONRE により EIA 審査手
続きが実施される。水道施設建設に係る EIA の必要なプロジェクトは、表 2-2-15 に示すように、
布告(No29/2011/ND-CP)付属書 II EIA 報告書作成に係るプロジェクトリストに示されている。

表 2-2-15 水道施設建設に係る EIA の必要なプロジェクト

No	プロジェクト	規模
53	生産、ビジネス、サービス、及び日常の活 動への給水のために、水を開発するプロジ ェクト	5,000 m ³ /日以上地下水開発、又は 50,000 m ³ /日以上表流水開発

出典：戦略的環境評価（SEA）、環境影響評価(EIA)、及び環境保護補償（EPC）に係る布告(No29/2011/ND-CP)
付属書 II（2011 年 4 月 18 日公布）

本事業は、中央官庁である自然資源環境省が EIA 手続きを実施するほど大規模ではなく、ハイフォン市自然資源環境局（DONRE）が担当する程度の規模の事業計画（水道計画）であるため、EIA 手続きの必要性の有無やその実施の決定・判断は、DONRE が行うことになる。

EIA に係る承認プロセスは以下の通りである。図 2-2-14 にその承認プロセスを示す。

① プロジェクト報告書を作成して、DONRE に提出する。

- ▶ プロジェクトが重大な環境影響を引き起こさない、又は緩和手段が環境影響を収拾するのに適切であると DONRE が判断した場合は、承認条件とともに EIA ライセンスを発行する。
- ▶ プロジェクトが重大な環境影響を有している、又はプロジェクト報告書が適切な緩和手段を提案していないと判断される場合、DONRE はプロジェクト提案者に EIA 調査を実施することを要求する。

② EIA 調査が必要な場合

- ▶ スコーピング調査を実施する。
スコーピング調査：提案プロジェクトに関係する重要な問題を確認するプロセス
- ▶ EIA 調査のための TOR を作成する。（スコーピングと同時期）
- ▶ スコーピング報告書（TOR を含む）を DONRE に提出する。

③ EIA 調査

- ▶ EIA 調査は、DONRE/関係機関の助言により提案者によって作成された TOR に含まれる全ての問題に対応する。
- ▶ EIA 調査は、DONRE に登録された EIA エキスパートにより実施される。
- ▶ EIA 調査報告書を DONRE に提出する。
- ▶ 住民参加・説明は、プロジェクトの計画期間中に実施し、EIA 調査報告書には、住民参加・説明に係る証明書（説明書）を添付する。

④ DONRE による EIA 報告書の無条件及び条件付き承認/拒否の決定

⑤ EIA 承認の場合、DONRE による EIA ライセンスの発行

c) 環境監査

環境監査は、DONRE が EIA ライセンスを発行し、かつ、プロジェクト建設が開始された後、もしくは、プロジェクトが完成し、施設が稼働した後に実施される。環境監査は、EIA プロセスの間作成したベースライン情報に基づいて評価する。

DONRE は、環境監査結果に基づいて、プロジェクトの環境へ与える影響を監視し、緩和手段が適切に行われているか評価する。DONRE は、プロジェクトの実施において、環境対策に不十分な点があれば、プロジェクト提案者に改善を勧告する。もし、提案者がその命令に従わない場合は、EIA ライセンスを取り消す。

① 環境監査内容

- ▶ EIA の有効性を検討する。
- ▶ 環境管理計画（EMP）に設定された条件が順守されているか検証する。
- ▶ プロジェクト管理に関係する機関の業務実施状況を検証する。

- プロジェクト実施から生じる環境影響を検証する。
- 環境影響予測と実際を比較して、予測の精度を検証する。

② DONRE の環境監査に係る役割

- 環境監査の時期/必要性を決定する。
- 環境監査の目的を定義する。
- 環境監査基準を承認する。
- 環境監査計画とスコープを承認する。
- 環境監査報告書を受け取り、レビューする。
- 環境監査報告書の提言に対する対処（方法）を監視する。

d) 環境監査人

環境監査は、DONRE により実施される公的監査とプロジェクト提案者により実施される自己監査がある。自己監査の場合、環境監査は、プロジェクト提案者によって委嘱された、DONRE に登録された監査人により実施される。

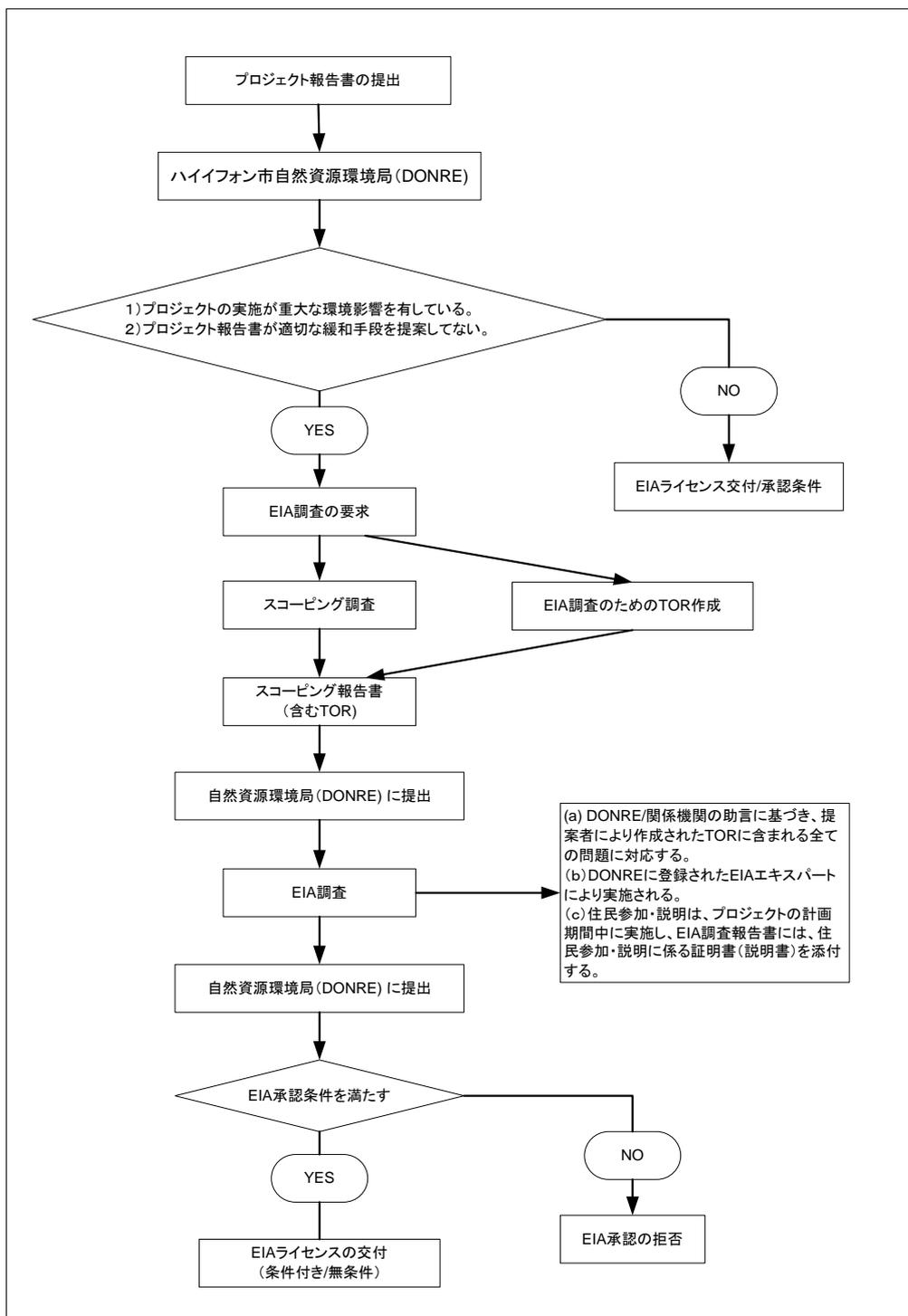


図 2-2-14 EIA 承認プロセス

出典：自然資源環境局ホームページ

EIA 報告書の内容

EIA 報告書の内容は以下の通り。

序文	プロジェクト実施の意図、EIA の法的技術的背景、EIA 方法と実施
第1章 プロジェクトの簡潔な説明	プロジェクト名、投資者、サイト、プロジェクトの主な内容
第2章 プロジェクトサイトの自然環境と社会条件	地理と地質/気象条件/水文条件/生態現況/社会経済条件等
第3章 環境影響評価	準備期/建設期/稼働期
第4章 緩和手段と環境事故防止	準備期/建設期/稼働期
第5章 環境モニタリングと監視プログラム	環境モニタリングプログラムと環境監視プログラム
第6章 公聴会	公聴会、結論/請願/保障
参考文献	

(注) 付属書(No.26/2011/TT-BTN)による。

e) 本計画に於ける EIA の必要性

前述のように、水道施設建設に係る EIA の必要なプロジェクトとして、50,000 m³/日以上を表流水開発をする計画が挙げられている。しかしながら、本プロジェクトは、既存浄水場に水道水質改善のための前処理装置を設置するものであり、新たに水道水源を開発する計画ではなく、環境影響は限られている。

当初、EIA の担当官庁である DONRE より本プロジェクト計画について EIA 手続きが必要であるとの決定書が発行された。しかしながら、その後、DONRE の上級組織であるハイフォン市人民委員会は、本プロジェクトが環境とごみに関する負の環境影響を増大させず、既存アンズオン浄水場の施設規模・能力を変えないことから、EIA 手続きを必要としないとの決定をした。

ハイフォン市人民委員会は、DONRE、計画投資局、建設局、科学技術局、ハイフォン市水道公社と協議を行い、その結果、これらの関係機関が EIA は不要とすることに合意し、計画投資局が代表して報告を行い、これが最終決定になった。

具体的には、EIA の必要性について、DONRE 及びハイフォン市人民委員会とハイフォン市水道公社との間に下記のようなやり取りがあり、最終的に本プロジェクトは、EIA の作成が義務付けられないことが決定された。

資料 6-04 に DONRE からの EIA の必要性に関する通知書、資料 6-05 に計画投資局からの EIA 手続きは必要でないとの覚書、資料 6-06 にハイフォン市人民委員会よりの DONRE/建設局/科学技術局/計画投資局/ハイフォン市水道公社に対する EIA 手続きは必要でないとの通知書等を示す。

4) 環境保護保証書の提出の必要性

布告(No29/2011/ND-CP)によれば、付属書Ⅱの EIA の必要なプロジェクトリストから外れた規模のプロジェクトについては、環境保護保証書（EPC: Environmental Protection Commitment）の作成・提出・登録が必要となる。

ハイフォン市人民委員会は、2014年10月30日付の通達で、本計画にはEIAの作成が義務付けられないとの決定をした。その代わりに、本計画の実施のために環境保護保証書の提出が必要となる。

提出先は、本プロジェクトの対象サイトである既存のアンズオン浄水場が立地しているレチャン県の自然資源環境局である。図 2-2-15 にレチャン県の組織図を示す。

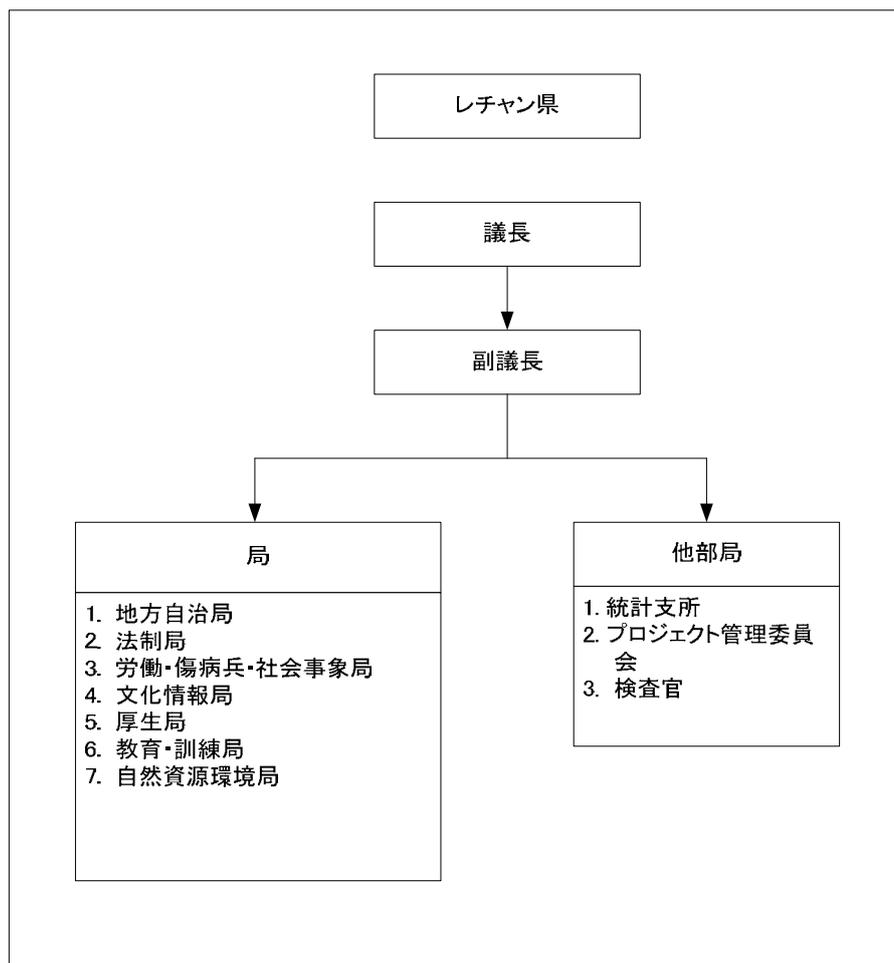


図 2-2-15 レチャン県の組織図

出典：レチャン県ホームページ

また、布告(No29/2011/ND-CP)は、提出する環境保護保証書の記載内容、登録、プロジェクト実施者の責任について以下のように規定している。

a) 環境保護保証書の内容と登録、及び登録後のプロジェクト実施者の責任

① 環境保護保証書は、下記のような内容を含む。

- プロジェクト実施者の名前・住所/プロジェクト名と立地場所/プロジェクト規模・技術内容/プロジェクト実施中に使用する燃料や材料の種類及び使用量等のプロジェクトの簡潔な説明文
- 発生する廃棄物の種類、最大発生量及び濃度
- 環境保護法の趣旨に則り、廃棄物量を減らし、処理する手段を取ることへの確約

b) 環境保護保証書の登録書類は、下記のような書類から構成される。

- ① 環境保護保証書
- ② 投資プロジェクトの F/S レポート又は生産/ビジネスプラン

c) 環境保護保証書の登録時期

- ① プロジェクト実施者は、投資、生産、ビジネス活動を実施する前に、環境保護保証書を登録しなければならない。

d) 環境保護報告書の登録の処理方法

- ① プロジェクト実施者は、プロジェクトが立地しているレチャン県の人民委員会に環境保証書の登録書類を提出する。
- ② レチャン県の人民委員会は、5 営業日以内に、プロジェクト実施者に、提出された環境保護保証書の受入れ/拒否を通知する。拒否の場合には、その理由を明瞭に記載する。

e) 登録された環境保護保証書の送付

レチャン県人民委員会は、プロジェクトが実施される地区のコミューンレベルの人民委員会に登録された環境保護保証書のコピー1部を、2 営業日以内に送付する。

f) 環境保護保証書の登録後のプロジェクト実施者の責任

- ① プロジェクト実施者は、登録された環境保護保証書に記載された負の環境影響を緩和するための手段を講じなければならない。
- ② プロジェクト実施中、環境及びコミュニティ住民の健康に係る負の影響を引き起こす事故を発生させた場合、コミューンレベル/県レベルの人民委員会に直ちに報告し、運転を中止させなければならない。
- ③ 投資プロジェクトの実施中、管理監督機関が監督・試験・検査を実施するために、必要な情報を与えて協力しなければならない。

(注意事項)

a) 実際の環境保護保証書の承認期間と提出時期について

「本法律によれば、環境保護保証書の提出時期は施設建設が始まる前であり、しかも、環境保護保証書を県に提出してから5営業日以内に承認するか否かが決定され、拒否の場合には、理由をつけて通知される」と記載されている。しかしながら、ハイフォン市水道公社の環境担当者によれば、実際には県に環境保護保証書を提出後、県の検査官担当者にもよるが、通常、承認通知まで1~2ヶ月はかかり、しかも、承認通知の代わりに、修正通知が届いた場合、通知後、すぐに県の検査官と直接連絡を取り、修正をすれば、数日以内に了解を取ることができ、数週間程度で承認が下りるとのことである。

そのため、県による環境保護保証書の承認までに手続き行程として、約3か月間弱の期間を考慮しておいた方がよい。以上の理由から、施設建設前の早い段階、即ち、詳細設計時に環境保護保証書の提出に着手しておいた方がよいと考えられる。

b) 環境保護保証書の検査費用について

環境保護保証書の検査費用は、レチャン県人民委員会の費用で賄われるために、特にプロジェクト実施者が支払う必要はない。

c) 事業に必要な環境社会配慮関連許認可

アンズオン浄水場は、その浄水場の北西約3.5 kmに位置するレ川のクワンビン取水場から取水している。レ川は、河川幅約60 m程度の大きな河川であり、2014年8月の調査時点では河川敷はなく、河川幅全面を水面が覆っている。

アンズオン浄水場の水利権は、ハイフォン市水道公社とハイフォン市人民委員会から河川管理を任されたレチャン県の河川管理公社、アンハイ河川水管理開発公社(An Hai Water Conservancy Works Exploiting Ltd. Co.)との間に河川水の取水量を取決めし、それに伴う河川水利用料を支払い、入手している。この契約を彼らは、水処理生産に係る原水供給のための経済契約(Economic Contract)と呼称している。この締結書が即ち水利用許可書(Water Permission)であるとしている。ハイフォン市の各県には、それぞれ河川水管理を委託された河川水管理公社があり、人民委員会でそれぞれの水利用量を調整し、各河川水管理公社が許可証を発行している。

アンズオン浄水場については、2014年1月1日~2014年12月31日までの1年間に44,000,000 m³ (120,548 m³/日)の取水が認められているが、さらに取水量を増加する場合は、河川水使用料を支払うことで、取水量の増加が認められる。取水価格は、従来750 VND/m³であったが、2014年7月1日から900 VND/m³に値上げした。資料06-02に取水に関する契約書を示す。

2-2-3-1-4 代替案(ゼロオプションを含む)の比較検討

代替案(ゼロオプションを含む)を検討する。代替案としては、以下の3つが考慮される。

A案: 本計画を実施しなかった場合(ゼロオプション)

B案: アンズオン浄水場の原水調整池の原水をU-BCFに送水する送水ポンプ4台(常用3台及び1台予備)及びU-BCFのフィルター洗浄のための洗浄用ブロワ2台(1台常用、1台予備)をU-BCF施設の中に組み込み建設する。

C 案：取水ポンプ場の取水ポンプ 4 台（3 台常用、1 台予備）を改修し、直接 U-BCF まで送水する。アンズオン浄水場内の U-BCF には、フィルター洗浄用の洗浄用ブロワ 2 台（1 台常用、1 台予備）を設置する。

これらの場合の事業計画場所の自然条件、社会条件はほとんど同じである。相違点は、アンモニア態窒素や有機物質等の処理を、凝集剤や塩素の薬品で処理するか U-BCF で処理するかの違い、及び THM の生成に係る処理水質の安全性である。これらの環境社会配慮上の検討項目、水質の安全性、及び維持管理上の得失を検討することにより代替案の可否を比較検討する。

A 案：本計画を全く実施しなかった場合

アンズオン浄水場の原水であるレ川が生活雑排水の流入に伴いアンモニア態窒素や有機物、マンガン等による汚濁が進行し、アンモニア態窒素や有機物を酸化して除去するため大量の塩素や凝集剤（PAC）を使用することから、浄水処理に課題を抱えている。本プロジェクトを実施しなかった場合、水源水質の悪化が予想される中、今後も塩素の消費量が多くなると予想される。また、処理水質に対する懸念から、ゼロオプションは推奨されない。

B 案：アンズオン浄水場に U-BCF 及び送水用ポンプ（常用 3 台＋予備 1 台）及び洗浄用ブロワ（常用 1 台＋予備 1 台）を設置した場合（注、現状の通り、取水ポンプ場の既存ポンプにより、原水は既存の原水調整池に送水される。B 案ではその原水調整池から U-BCF に送水するための揚水ポンプを新規にアンズオン浄水場の中に U-BCF と共に設置する。）

U-BCF を導入することにより、生物の自浄作用に伴い、原水水質のアンモニア態窒素や有機物等が除去され、塩素や凝集剤等の薬品注入量が減少する。さらにこれらの物質に関し、U-BCF 処理後の水質は概ね均一化されるため、後処理の凝集沈殿、ろ過工程における浄水処理が安定する。

C 案：取水ポンプ場の取水ポンプ 4 台（3 台常用、1 台予備）を改修し、アンズオン浄水場に建設した U-BCF まで直接送水する。アンズオン浄水場内の U-BCF には、フィルター洗浄用の洗浄用ブロワ 2 台（1 台常用、1 台予備）を設置する。

U-BCF を導入することにより、原水水質のアンモニア態窒素や有機物等が除去され、塩素や凝集剤等の薬品注入量が減少する。さらにこれらの物質に関し、U-BCF 処理後の水質は概ね均一化されるため、後処理の凝集沈殿、ろ過工程における浄水処理が安定することは、B 案の場合と同じである。ただし、取水ポンプにより直接 U-BCF に送水するのみの一段揚水となることから、B 案の場合に比べて、維持管理費の点で有利になる。そのため、この C 案の実施が最も推奨される案である。上記の 3 つの案を表 2-2-16 に示す。

表 2-2-16 代替案（ゼロオプション含む）の比較表

比較カテゴリー	A 案：本計画を実施しなかった場合（ゼロオプション）	評価	B 案：アンズオン浄水場に、U-BCF を建設し、送水ポンプ 4 台、及び洗浄用ブロワ 2 台を組み込む案	評価	C 案：取水ポンプ場の取水ポンプ 4 台を更新し、アンズオン浄水場の U-BCF（洗浄用ブロワ付き）まで送水する計画案	評価
a) 地形	既存施設は平地に立地する。	○	建設予定地は、平地に立地する。	○	同左	○
b) 植生・生態系	既存施設に重要な林地はない。	○	建設予定地に重要な林地はない。	○	同左	○
c) 都市化状況	既存施設は都市化地域に立地する。	△	建設予定地は都市化地域に立地する。	△	同左	△
d) 文化的歴史的重要な建造物・記念碑	既存施設は、文化的・歴史的重要な建造物・記念碑の近くにない。	○	建設予定地は、文化的・歴史的重要な建造物・記念碑の近くにない。	○	同左	○
e) 水象への影響	既存施設は、河川に隣接した土地であるが、取水による影響はない。	○	建設予定地は、河川に隣接した土地であるが、取水による影響はない。	○	同左	○
f) 住民移転	既存施設は、ファイフォン市水道公社により保有されているので住民移転はない。	○	建設予定地は、既存アンズオン浄水場の中である為に住民移転は想定されない。	○	建設予定地は、既存アンズオン浄水場及びクアンビン取水ポンプ場内であるために、住民移転は想定されない。	○
g) 事業計画の実施による地域内の利害対立	既存浄水施設でも一定の処理が行われており、給水状況は良好であるため、事業実施による地域内の利害対立は生じない。	○	計画施設の建設により水道水質はさらに良好なものとなるが、既存浄水施設でも一定の処理が行われているため、地域内の利害対立は生じない。	○	同左	○
h) 景観	既存施設は、2～3 階建ての施設であるが周辺家屋が同程度又はそれより高いために景観的には大きな問題はない。	○	建設予定の U-BCF 施設は、2 階建て相当の高さであり、周辺家屋及び既存浄水場施設に同等又はそれ以上の高さの施設があるために、景観上は特に問題が生じない。また、指定景観保護地区でもない。	○	同左	○
i) 雇用や生計手段等の地域経済	既存施設では、維持管理のみである為雇用や生計手段等の地域経済への影響はない。	○	計画事業の実施は、建設労働者の雇用や建設資材の消費により、雇用と地域経済への正の影響が多少あると想定される。	◎	同左	◎
j) 水利用	処理薬品による THM 生成により処理水に安全性の懸念あり。	×	U-BCF により、安全な水質が担保され、原水処理水質が変動しても安定な水質が確保される。	◎	同左	◎
k) ジェンダー	既存水道施設により、各戸給水が行われている。そのため、ジェンダーの水汲み労働は殆どない。	○	計画施設は、水道水質改善計画の為のものであり、既に既存水道施設により、各戸給水が行われている。そのため、ジェンダーの水汲み労働は殆どない。	○	同左	○

比較カテゴリー	A案：本計画を実施しなかった場合（ゼロオプション）	評価	B案：アンズオン浄水場に、U-BCFを建設し、送水ポンプ4台、及び洗浄用ブロワ2台を組み込む案	評価	C案：取水ポンプ場の取水ポンプ4台を更新し、アンズオン浄水場のU-BCF（洗浄用ブロワ付き）まで送水する計画案	評価
l) 一般道路に隣接する。	既存施設は、一般道路に隣接しているために、交通事故が発生するリスクがある。	○	建設予定地は、一般道路に隣接しているために、交通事故が発生するリスクがある。	○	同左	○
m) 水処理に使う薬品量	PAC や塩素剤の消費量が多く、将来的にも増加が見込まれる。	×	U-BCFの導入により薬品費が30%程度削減される。	◎	同左	◎
n) 維持管理費 (薬品費+電力料金+活性炭補充)	23,629,000,000 VND (¥114,598,000)	◎	26,876,000,000 VND (¥130,348,000)	△	25,052,000,000 VND (¥121,503,000)	○
総合評価	処理水質の安全性に不安があること、将来的に水処理に使う薬品量が増大することから推奨されない。	×	U-BCFの導入により安全な水質が担保され、原水水質が変動しても安定な水質が確保されるが、やや維持管理費がC案に比べて高い。	○	U-BCFの導入により安全な水質が担保され、原水水質が変動しても安定な水質が確保され、しかも維持管理費が最も低い。	◎

(凡例) 評価カテゴリーの意味：◎良、○普通、△不良（普通と不可の間）、×不可

出典：現地調査に基づき調査団作成

以上の結果から、自然的及び社会的条件は、どの代替案にしても優劣はない。そのため、U-BCFを設置した場合とそうでない場合の処理水質、水処理薬品の使用量、維持管理費等による維持管理費で総合評価を行った。その結果、C案、B案、A案の順で実施優先度が高いと評価される。

以上の結果からC案「取水ポンプ場の取水ポンプ4台を更新し、アンズオン浄水場の中のU-BCF（洗浄用ブロワ付き）まで送水する計画案」が最も事業実施の妥当性が高いと判断される。

2-2-3-1-5 スコーピング

スコーピング結果を表 2-2-17 スコーピングリストに示す。

表 2-2-17 スコーピングリスト

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染 対策	1	大気汚染	B-	D	工事中：建設機械の稼働に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化及び埃やダストの発生が想定される。 供用時：ポンプ・モーターは、常時、供給される商業電力により稼働するため、特に大気汚染は考慮されない。
	2	水質汚濁	B-	D	工事中：工事現場、重機、車両等からの排水による水質汚濁の可能性がある。浄水場の側溝等への排水の場合、土砂流出、廃棄物等による詰まりに注意する必要がある。なお、U-BCF の建設工事自体は、生コンクリートによる現場打設が一般的であること、コンクリート構造物の養生に使う水は通常屋根の部分の周囲を高くして湛水させるか、藁や布カバーの上に水をまいて蒸発させるだけであり、コンクリートの表面が直ぐ固まってしまえば、濁水も発生しない。 U-BCF 施設は、原水調整池の一部を埋め立てることにより建設される。原水調整池の埋め立てを通常の土砂を用いて施工したとしても、濁水はそのまま原水調整池に排出され、原水は浄水処理されるので問題がなく、浄水場外に多量の工事用水の排水や大規模な土壌流出が生じることはない。取水ポンプ場でも、機器・配管組立が中心であり、場外に多量の濁水が排出されることない。 供用時：U-BCF 施設のろ過層や支持砂利層の洗浄水が排出されるが、その排水は、浄水場内の天日乾燥床に排出され、蒸発した後の残液は、再び原水の前沈殿池に戻されるため、浄水場内で循環することになり、浄水場外には排出されないため問題が生じない。
	3	廃棄物	B-	B-	工事中：建設廃材及び工事現場での一般ごみの発生が予想される。 供用時：運転管理者等により通常の一般ごみの発生が想定されるが、既存浄水場の一般ごみ処理と一緒に行われるために問題はない。 なお、U-BCF の稼働により、汚泥が発生することが想定される。
	4	土壌汚染	B-	D	工事中：建設用機材のオイルの流出等による土壌汚染の影響が考えられる。また、工事現場の土砂により汚れたタイヤを装着した運搬車両が一般道路を走行した場合、道路が汚染されたり、落下物が生じる可能性がある。 供用時：特に影響は考慮されない。
	5	騒音・振動	B-	B-	工事中：建設工事、建設用重機、車両の稼働等により騒音・振動が想定される。 供用時：ポンプ・発電機の稼働による騒音等が想定される。
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	特に悪臭を引き起こすような施設は想定されない。
	8	底質	D	D	工事中：既存浄水場内の建物の建設工事であり、底質には影響しない。 供用時：底質に影響するような影響は想定されない。

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
自然 環境	9	保護区	D	D	クワンビン取水ポンプ場とアンズオン浄水場内の建設工事であり、周囲に保護区はなく、工事による影響はない。
	10	生態系	D	D	事業対象地は、クワンビン取水ポンプ場とアンズオン浄水場であり、林地等の空き地は全く無いことから、生態系への影響はほとんどないと考えられる。
	11	水象	D	D	運転中の既存浄水場の浄水施設に、前処理施設として、U-BCFを設置するだけであり、新たに水源開発を行ない、浄水施設の拡張を行うわけではないので、水象には全く影響しない。
	12	地形・地質	D	D	本プロジェクトは、平地に立地する既存取水ポンプ場及び浄水場の一角に小規模の施設建設を行うだけであるため、地形・地質への影響は全くない。
社会 環境	13	住民移転	D	D	本プロジェクトは、平地に立地する既存浄水場の一角に U-BCF の施設建設を行うだけであるため、住民移転は発生しない。
	14	貧困層	D	D	本プロジェクトは、アンモニア態窒素等を除去する U-BCF 前処理施設を設置し、既存浄水場から市内に配水される水道水質を改善しようとするものである。本プロジェクト地域周辺は、一般住宅や商店街であり、特にスラムといった貧困地域はなく、貧困層は存在しない。給水状況の改善は、全市民を対象としており、一般市民全般に正の影響を与える。
	15	少数民族・先住民	D	D	ハイフォン市内には、大多数のキン族と中国人の1種族であるホア族（約1,000人）が住んでいる。ホア族は、中国人に雇用されている労働者として生活しており、特別な地域に集団で居住しているわけではなく、市内に混在して居住しているため、本水道水質改善事業は、少数民族にも平等に良質な水道水を給水し、恩恵を与える。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	工事中：建設労働者の雇用や建設資材の消費により、雇用と地域経済への正の影響が多少あることが想定される。 供用時：既存浄水場の運転管理員が多少増えることが想定される。
	17	土地利用や地域資源利用	B+	B+	工事中：建設資材として利用されるコンクリートの製造工場が地域に多く存在する。そのため、地域資源の利用に正の影響を与えることが想定される。 供用時：U-BCF の濾過層として利用される粒状活性炭は、地元産である。
	18	水利用	D	B+	工事中：本計画事業は、河川の新規水源開発を行うのではなく、稼働中の既存浄水施設に前処理施設を設置するだけであるので、既存の水利用に影響はない。また、既存水道処理施設は稼働したままで、U-BCF 施設が完成後、既存浄水施設に接続・切り替えるために、既存水道施設の水供給に中断が生じることはない。 供用時：現在、既存浄水場で、取水河川水のアンモニア態窒素濃度及び有機物濃度が高く塩素消毒により、水道水中に有害物質の THM が発生している。本プロジェクトの実施により、U-BCF 前処理施設が設置され、アンモニア態窒素濃度が低減されるため、塩素消毒時の THM 生成が減少し、より安全な水が供給されるので、住民の生活環境に対して正の影響があると想定される。 なお、水道取水源である河川の既存の水利用に影響を与えるような新たな水利用（水源開発）はない。

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
社会 環境	19	既存の社会インフラ や社会サービス	B-	D	工事中：工事土砂により汚れたタイヤで道路を汚染したり、 道路へ落下物を落とす可能性がある。 供用時：施設完成後は、構内の通路はコンクリートで覆わ れるために、土砂のついたタイヤで道路が汚染されることは ない。
	20	社会関係資本や地域 の意思決定機関等の 社会組織	D	D	本プロジェクトは、社会インフラの一部である。前処理施設 U-BCFは、ハイフォン市水道公社により運転管理される。
	21	被害と便益の偏在	D	D	本施設の建設工事サイトは、既存ポンプ場及びアンズオン浄 水場の一角であり、周辺に存在する住居は、工事中の短期間、 騒音等の影響を受ける可能性がある。ただし、施設設置後は、 悪臭等を放出する施設でもないため、特段の被害を与えるこ とはない。一方、プロジェクトによる水道水質の改善は、市 内の一般住民へ利便性を広く与える。本プロジェクトの実施 による被害と便益の偏在といった問題はない。
	22	地域内の利害対立	D	D	既存浄水場により、ハイフォン市内の水道給水状況は比較的 良好である。将来的には、他の浄水場による給水地区にも、 水道水質の改善の為に、本プロジェクトと同様な高度処理施 設を設置する要望が出てくる可能性があるが、現状では、一 定の浄水処理が行われているために、地域間の利害対立が生 じる問題は生じないと想定される。
	23	文化遺産	D	D	事業対象地域及びその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	D	D	既存取水ポンプ場内への更新ポンプの設置と浄水施設内に U-BCF 施設は建設される。U-BCF 施設相当の高さの他の施設 は、既存浄水場内に既に設置済みであり、特に本プロジェク ト計画の実施によって景観が損なわれることはない。また、 事業対象地域周辺は、リクレーション地でもないため、景観 に与える影響はほとんどない。
	25	ジェンダー	D	D	本プロジェクトの実施により、女性や子供の水汲み労働に影 響はない。
	26	子供の権利	D	D	本プロジェクトは、高度処理による水道水質の改善計画であ り、子供の権利への影響はない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症	B-	D	工事中：工事労働者の流入により HIV/AIDS 等の感染症への 影響の可能性があると思料される。 供用時：ハイフォン市水道公社により十分健康管理される職 員により機器が運転されるので、HIV/AIDS 等の感染症により 影響される可能性は低いと想定される。
28	労働環境（労働安全を 含む）	B-	B-	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時：運転機器の取り扱いに配慮する必要がある。	

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
その他	29	事故	B-	B-	工事中：運転中の既存取水ポンプ場や浄水場内で、工事が行われるために、構内での工事車両の通行、及び一般道路への出入り口での事故の発生の可能性がある。また、ADB 融資による施設拡張工事も同時期に実施されることが予想され、交通事故や工事に伴う事故が発生することが想定される。 供用時：運転機器の取り扱い事故に配慮する必要がある。また、活性炭等の運搬車両の一般道路や構内道路の通行による交通事故の発生が想定される。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	事業による越境・気候変動への影響は想定されない。

(注) A+/-: 重要な正/負のインパクトが期待される。
B+/-: ある程度の正/負のインパクトが期待される。
C+/-: 正/負のインパクトの影響範囲は不明である。(更なる検討が必要であり、そのインパクトの影響は、調査の過程で明らかにされる。)
D: インパクトが無いと想定される。

出典：現地調査に基づき調査団作成

2-2-3-1-6 環境社会配慮調査の TOR

環境社会配慮調査に係るスコーピング結果に基づいて、環境社会配慮調査に係る TOR が作成された。環境社会配慮調査に係る TOR を表 2-2-18 に示す。

表 2-2-18 環境社会配慮調査に係る TOR

環境項目	調査項目	調査手法
大気汚染	① 環境基準等の確認	① 既存資料調査
水質汚濁	① 環境基準等の確認	① 既存資料調査
廃棄物	① 建設廃棄物の処理方法	① 関連機関へのヒアリング ② 処理基準、関連機関からの処理場の位置、所有者、面積、処分費用、及び処分許可等の情報確認
土壌汚染	① 工事中のオイル漏れ防止策	① 防止方法の検討
騒音振動	① 環境基準の確認 ② 工法	① 既存資料調査 ② くい打ち工法の検討
既存の社会インフラや社会サービス	① 工事周辺サイトの既存社会インフラや社会サービス状況の確認	① 現地視察及び航空写真による確認
HIV/AIDS 等への感染症	① 建設労働者の流入による HIV/AIDS 等感染症への予防対策	① 防止方法の検討
労働環境 (労働安全を含む)	① 労働安全法調査	① 労働安全法に係る官庁、法令等の調査
事故	① 緊急時対応調査	① 労働安全に係る法令等の調査
越境の影響及び気候変動	① CO ₂ 排出量調査	① 計画処理場稼働に伴う消費電力に係る CO ₂ 排出量検討

出典：現地調査に基づき調査団作成

2-2-3-1-7 環境社会配慮調査結果 (予測結果を含む)

(1) 環境汚染コントロール

1) 環境大気汚染

本プロジェクトのために、取水ポンプ場には、更新取水ポンプ 4 台、アンズオン浄水場の U-BCF には、洗浄用ブロワ 2 台が設置されるが、殆ど常時供給されていて、停電等が少ない商業電力によ

り運転されるために、これらの機器の運転により環境大気が汚染されることはない。

建設中使用される、杭打機、ブルドーザー、資材運搬用車両等の排気ガスにより、環境大気汚染が多少発生することが考慮される。施工業者には、機械類の整備を良好にして、良好な燃料及びできるだけ新しい車両類を使用することによって環境大気汚染を最小限にする配慮が求められる。

さらに、工事現場において、工事機械を稼働させた場合に、工事に伴うダストや埃が立つことが想定されるが、散水を行い、防止することが必要である。

2) 排水処理

アンズオン浄水場に設置する U-BCF では、下部集水装置を中心に生物が繁殖する可能性があり、通水継続とともに損失水頭が上昇するので、一定期間毎に洗浄を行う必要がある。洗浄は空気及び水で行い、その洗浄排水が発生する。しかしながら、この洗浄排水は、既存の天日乾燥床に排水され、一部は蒸発し、残った排水は、再び、原水調整池に返送されることから、浄水場内で循環することになる。

ただし、建設時に工事用の排水が排出される可能性がある。排水は、浄水場内の側溝等を通じて浄水場外に排水されるが、土砂や建築資材と一緒に流出して、側溝等を詰まらせないように排水中にゴミが混ざらないようにすること、及び、土砂の流出がある場合は、一旦小さなため池で沈殿させてから排水すること等の配慮が必要である。

3) 建設廃材・廃棄物の処分

ハイフォン市でゴミ処理を実施しているのは、ハイフォン都市化環境公社 (HPUECo: Hai Phong Urban Environment Company) 1 社のみである。HPUECo は、1976 年に設立され、現在、1,300 人の従業員を抱えている。監督官庁は、ハイフォン市人民委員会、建設局 (Department of Construction) である。

HPUECo は、39 台のゴミ収集車を保有し、一般ゴミを 4 県 (ホングバン、ヌゴキエン、レチャン、ハイアン) の地域で収集し、ハイアン県の会社所有のチャングカット一般廃棄物処分場に処分している。なお、有機分解性や非有機分解性ゴミ等の分別は全くなされずに収集されている。

一方、建設廃材等は、同社保有のディンブ処分場に処分している。

本プロジェクトの建設時には、原水調整池のコンクリート堤の除去、及び道路沿いの塀の一部除去による車両出入りの設置等により建設廃材や工事中に一般廃棄物が発生する。これらの建設廃材や一般廃棄物は、HPUECo に委託して、これらのチャングカット一般廃棄物処分場やディンブ処分場に処分されることになる。さらに、オイル及びグリースは、少量 (2 トン/日以下) であれば、HPUECo で引き取り処分できるとのことであった。下記にチャングカット一般廃棄物処分場とディンブ建築廃材処分場の詳細を、それらの位置を図 2-2-16 に示す。

チャングカット一般廃棄物処分場
 運営事業者：ハイフォン都市化環境公社
 所在地：ハイアン県
 処分場面積：40 ha（うち 29 ha は閉鎖、現在、11 ha が稼働中）
 処分場運用開始年：1998 年
 現在の搬入廃棄物量：400 トン/日

ディンブ建築廃材処分場
 運営事業者：ハイフォン都市化環境公社
 所在地：ハイアン県
 処分場面積：19.6 ha（うち 14.5 ha は閉鎖、現在、5.1 ha が稼働中）
 処分場運用開始年：2007 年
 搬入廃棄物量：需要次第で、時・場合により異なる。

なお、HPUECo には、各処分場の計画運営年数といった概念はなく、満杯になれば、閉鎖し、新しい処分場を作っていくとのことであった。



図 2-2-16 チャングカット一般廃棄物処分場及びディンブ建築廃材処分場

出典：現地調査に基づき調査団作成

4) 既存アンズオン浄水場の汚泥の処分

U-BCF の生物接触ろ過層の洗浄工程で発生する汚泥はごく微量であり、ADB 融資による施設拡張が U-BCF を含まない浄水施設（既存浄水場、処理水量 200,000 m³/日）からの汚泥発生量を約 5,900 kg/日と見積もっているのに対して、約 4.2kg/日である。この汚泥は、ベトナム国の規定に従って、既存浄水場からの汚泥とともに廃棄される。

水処理時に発生する既存浄水場の汚泥処分は、現在、HPUECo の処分場への廃棄、若しくは、建設中又は建設予定中の浄水場の埋立地への廃棄を予定している。表 2-2-19 ならびに図 2-2-17 にこれらの浄水場建設予定地の位置図を示す。

表 2-2-19 既存アンズオン浄水場の汚泥処分場所（予定地含む）

No.	浄水場名	建設年 (予定)	建設資金	処理水量	汚泥処分状況
1.	バットカ浄水場	2012 - 2014	ハイフォン市水道公社	20,000 m ³ /日	建設用地に汚泥処分中
2.	フングダオ浄水場	2015 - 2017	ADB 融資予定	25,000 m ³ /日	将来予定
3.	ヌグラオ浄水場	2018 - ?	ADB 融資予定	25,000 m ³ /日	将来予定
4.	キムソン浄水場	2018 - ?	ADB 融資予定	25,000 m ³ /日	将来予定

(注) ハイフォン市水道公社によれば、ハイフォン市都市環境局保有の処分場若しくは上記建設中・予定中の浄水場の埋立地に廃棄するとのことである。
出典：ハイフォン市水道公社



図 2-2-17 既存アンズオン浄水場の汚泥処分位置図（予定地含む）

(汚泥は、バットカ・フングダオ・ヌグラオ・キムソン浄水場の建設予定地の埋立地、又は、HPUECo 保有の処分場に投棄される予定。)

出典：ハイフォン市水道公社

5) 土壌汚染

U-BCF は、原水が流入する既存浄水場内の原水調整池の近傍に建設される。また既存取水ポンプ場内で取水ポンプの更新工事が行われる。そのため、建設工事機械や車両による燃料・油の漏出事故は、現場での土壌汚染と共に、処理浄水に大きな影響を与える可能性がある。

コントラクターは、現場での燃料・油の漏出事故が発生しないように十分な注意を払う必要があ

る。工事機械置き場は、工事現場から離れた安全な駐車場や所定の位置とし、その環境を清潔にして、燃料や油により周辺環境を汚染しないようにする。グリース等の貯留や安全な廃棄に留意するとともに、流水路付近に工事機械を置かないように留意することが大切である。もし、土壤汚染が発生した場合は、その汚染土砂を総て取り除いて安全な廃棄場に廃棄する必要がある。

さらに、工事現場の土砂により汚れたタイヤを装着した運搬車両が一般道路を走行した場合、道路が汚染され、落下物が生じる可能性がある。工事土砂により汚れたタイヤで道路を汚さないように、タイヤの洗浄を行い、また、道路の汚れた箇所や落下物がある場合は常に清掃を行っておくことが必要である。

一方、供用時は、構内道路・車庫・機械室は、コンクリート舗装されているため、燃料やオイル等による土壤汚染は発生しない。

6) 騒音・振動

U-BCFは、アンズオン浄水場の南西にある原水調整池の一部を埋め立てて建設される。U-BCFの建設に伴って、原水をU-BCFに送水するためのクワンビン取水ポンプ場取水ポンプ3台、予備ポンプ1台、合計4台、及びU-BCFのろ層を洗浄するための洗浄用ブロワ1台、予備洗浄用ブロワ1台、合計2台が設置される予定である。U-BCFとしては、騒音を発生する機器類は、上記のポンプ及び洗浄用ブロワのみである。

表 2-2-20 取水ポンプ場及びU-BCFに設置される機器類

No.	機器名	台数	KW	騒音源直近での騒音	設置目的
1	取水ポンプ	3台：常用 1台：予備	160 KW/台	80 dB	取水ポンプから直接U-BCFに原水を送水
2.	洗浄用ブロワ	1台：常用 1台：予備	37 KW/台	90 dB	U-BCFろ槽の洗浄

出典：現地調査に基づき調査団作成

アンズオン浄水場周辺、及びクワンビン取水ポンプ場付近は、民家が密集しており、騒音は、大きな社会問題になると想定される。

そのため、取水ポンプ及び洗浄用ブロワともに室内設置とし、ポンプとモータの基礎に防振架台を設置し、取水ポンプの既存の建屋では、壁と天井に吸音板を貼り、窓も同様に吸音板で塞ぐこととする。

更に、特に騒音が大きい洗浄用ブロワは消音機を付けて騒音の低減を図り、この対策により、騒音源直近の室外で、取水ポンプ・洗浄用ブロワ共々、60 dB程度になると想定される。

表 2-2-21 国家騒音基準 (QCVN26: 2010/BTNMT)

No.	対象地域	騒音最大許容値(dB)	
		午前6時～午後21時	午後21時～午前6時
1.	特別な地域 (医療センター・保健所、図書館、幼稚園、学校、寺、他の制限地域)	55 dB	45 dB
2.	通常の地域 (アパート、ゲストハウス、ホテル、事務所、一般住民居住家屋)	70 dB	55 dB

出典：国家騒音基準, QCVN26: 2010/BTNMT, 2011年2月15日公布による。

アンズオン浄水場周辺には、特に、国家騒音基準において、特別な制限地域となるアンズオン寺

や学校等が存在している。これらの騒音特別制限地域に対する夜間の騒音規制は特に厳しく、45 dB となっている。施設完成後、これらの機器の運転による騒音は、騒音源から対象地域までの距離から考慮して、距離による騒音の減衰があるために、殆ど問題にならないと考慮される。

U-BCF に設置される洗浄用ブロワからアンズオン寺までの直線距離は、約 280 m であり、また、洗浄用ブロワから学校までの距離は、約 500 m である。洗浄用ブロワから最も近くに立地する南西隅の住宅までの距離は約 60m であり、この住宅における騒音レベルが基準値をクリアすれば、距離により騒音レベルの減衰があるために、アンズオン寺や学校での騒音レベルは、騒音式で計算するまでもなく、問題にならないと想定される。そのため、騒音計算関係式を使って、洗浄用ブロワから最も近隣に立地する南西隅の住宅における騒音レベルを計算により推定した。

騒音源から対象物までの距離による減衰を考慮した推定値を下記に示す。

騒音計算関係式

-騒音関係式： $L_2 = L_1 - 20 \log_{10}(d_2/d_1)$ 、 L_2 :予測距離での騒音レベル (dB)、 L_1 :基準距離での騒音レベル(dB)、 d_2 :予測距離、 d_1 :基準距離 (点音源とする)

-合成騒音量： $L(dB) = 10 \log_{10}(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots)$ 、 L :合成した騒音レベル、 L_i dB:個々の音源による騒音レベル

最も U-BCF までに近い距離にある住宅を考慮した騒音値

洗浄用ブロワ～近隣の住宅までの距離：60 m (概算値)

騒音の低減を図るために、洗浄用ブロワは、室内設置とし、さらに洗浄用ブロワは消音器を設置して、騒音源で 60 dB とする。

この場合の住宅での距離に伴う減衰による騒音値を計算する。

騒音関係式により、近隣の住宅での洗浄用ブロワの騒音量は、24 dB であり、国家騒音基準 (QCVN26: 2010/BTNMT) による住宅地域の夜間の騒音最大許容値 55 dB をクリアするため、騒音問題は起きないと考えられる。

なお、洗浄用ブロワが付設される U-BCF に最も近い浄水場南西隅の住宅の騒音レベルで、24 dB であるため、距離がそれよりも遠いところに立地するアンズオン寺や学校での騒音レベルは、かなり小さくなり、騒音問題は発生しないと考慮される。

取水ポンプ場での改修ポンプまでに近い距離にある住宅を考慮した騒音値

取水ポンプ場～近隣の住宅までの距離：10 m (概算値)

この場合の住宅での距離に伴う減衰による騒音値を計算する。

騒音の低減を図るために、取水ポンプ場の既存の建物は、ポンプとモーターの基礎に防振架台を設置し、振動による騒音低減し、更に既存の建屋では、壁と天井、窓に吸音板を貼り塞ぐこととする。

この防音対策により、騒音源で本来 90 dB であった騒音レベルは、60 dB となると想定される。

騒音式に、防音対策を行った場合の騒音レベル 60 dB と取水ポンプ場から近隣の住宅までの距離 10 m を代入して、近隣の住宅における騒音レベルを計算してみると、取水ポンプ 1 台稼働による騒

音レベルは、 $L(dB) = 40 \text{ dB}$ となり、さらに騒音式の計算による取水ポンプ 3 台稼働した場合の合成騒音レベルは、 $L(dB) = 44.8 \text{ dB}$ となる。従って、住宅地域の夜間での騒音基準 55 dB をクリアするため、騒音問題は発生しないと考慮される。

しかし、これは、窓や扉を締め切った場合であり、解放した場合は、取水ポンプ 1 台稼働による騒音レベルは 60 dB となり、取水ポンプ 3 台稼働した場合の合成騒音レベルは、 $L(dB) = 64.7 \text{ dB}$ となり、夜間の住宅地の騒音基準値 55 dB を超えてしまうために、特に夜間は、窓や扉を閉めて運転する必要がある。

工事期間中の騒音は、取水ポンプ場及び U-BCF 設置場所の近隣に一般住宅が立ち並んでいるために、特に注意が必要である。騒音発生源としては、工事中、支持基盤を作成するための杭打ち機、コンクリートポンプ車、コンクリートミキサー車、資材運搬車両、ブルドーザー、コンパクター等の利用が考慮される。特にこの中で、騒音を発生すると想定されるのは、浄水場の南西隅の原水調整池の埋立地の建設用地に支持基盤としての杭打ちを行う時に杭打ち機を使用する場合であり、大きな振動を避けるために、防音低振動型の杭打ち機を採用するように努める。

一般住宅地域においても、夜間の騒音規制は特に厳しく、 55dB であるので、夜間工事は避け午後 9 時前に工事を終了するようにすべきである。また、昼間工事に関しても、その最大許容騒音値が 70 dB であるので、できるだけ騒音が小さい小型の建設機械を使用するように配慮するべきである。

施設完成後の稼働中の取水ポンプ及び洗浄用ブロワの振動については、機械自体が振動を防ぐような設計・設備になっているために、殆ど問題とならない。

(2) 社会配慮条件

1) 既存の社会インフラや社会サービスへの影響

アンズオン浄水場周辺は、一般住宅や商店が密集する地帯となっている。U-BCF は、浄水場北側の主要道路沿いではなく、南西隅の既存原水調整池の一部の埋立地に建設される。工事用道路は、U-BCF 建設サイト近くの浄水場南西側塀沿いに出入口を設けて、既存支線道路と接続する予定である。

この既存支線道路は、主要道路ではない為、交通量は少ないが、その道路の片側（もう一方の片側は浄水場敷地でありコンクリート塀により境されている）には、民家が密集し居住地内の道路であるために、工事用車両の出入りには十分注意を払う必要がある。工事の実施においては、複数の交通整理員を配置することが必要である。

クアンビン取水ポンプ場は、直に 10 m 幅の地方道に接しているために、朝夕には、多少交通量が増える。アンズオン浄水場と同様に、その出入口には、複数の交通整理員を配置して交通安全を図る必要がある。

2) HIV/AIDS 等の感染症

工事中、建設業者の下請け、又は作業員として工事労働者が流入する可能性がある。そのため、HIV/AIDS 等の感染症による影響の可能性が高まると考えられる。

建設業者の監督者は、毎朝の朝礼や集会を通じて、作業員に衛生に気を配る等の注意を行い、作業員の感染症予防への意識を高める必要がある。

3) 労働安全

プロジェクト施設の建設時及び完成後の運転時には、労働者の安全を守るために、危険な個所には、関係者以外の立ち入りを制限し、労働者には、安全靴・安全帽を着用するようにする義務付けるのは基本的に必要なことである。

社会関係法令としては、労働規定 2012 年 (Labour Code 2012) の制定により、労働者の安全・管理を守るための諸規定が整備された。

新規労働規定は、2012 年 6 月 18 日に国会を通過して、2013 年 5 月 1 日に公布された。本規定によれば、雇用条件や労働規定は、先進国並みとなっており、特に建設時に、建設業者はその規定を順守しなければならない。

① 健康診断の義務

若年労働者 (18 歳以下) とシニア被雇用者 (男性 60 歳以上、女性 55 歳以上) を含む困難/有害/危険な仕事を行う人々の為に、年 2 回の健康診断を実施しなければならない。

② 産休

6 ヶ月間の産休を取得することができる。

③ 解雇規定

被雇用者が盗み/着服/ギャンブル/暴行・脅迫・強姦/障害を負わせる/職場でのドラッグの使用/知的財産・技術の開示/企業の資産・福利に重大な損害を生じる行為等があった場合は被雇用者を解雇できる。

④ 企業間の労働者の又貸し

17 職種に限ってのみ許可されており、そのうちには、建設機械の運転・維持管理・修理の作業員、ガードマン、ドライバー等が含まれる。

⑤ 労働協議開催の必要性

雇用者と被雇用者との定期的な対話集会を、少なくとも 90 日に一度開催しなければならない。被雇用者が要求した場合は、常に対話集会を開催する必要がある。被雇用者集会を 12 ヶ月に 1 度開催しなければならない。雇用者は、これらの労働協議開催について、人民委員会に毎年報告する義務がある。これらを開催しなかった場合は、法律違反となり、VND 20,000,000～ 30,000,000 の罰金が科せられる。

⑥ パートタイム作業員に関しても、労働組合が結成でき、組合役員は、正規の作業時間に正規の賃金をもらって労働組合に参加する権利がある。

さらに、中央政府の労働・傷病兵・社会事業省 (Ministry of Labour, Invalid, and Social Affair)、労働安全部 (Division Labour Safety) は、「中小企業の安全管理システム」を配布しており、図入りで安全管理のシステムを具体的に説明しているので、建設業者は参考にすべきである。

労働安全を所管する官庁は、ハイフォン市人民委員会、労働・傷病軍人・社会事業局 (Department of Labour, Invalid, and Social Affair) である。同局は、労働安全が守られているかモニタリングを行っている。そのため、プロジェクト実行者は、建設の開始 6 ヶ月前に、プロジェクトに関する報告書を提出する。同局は約 10 人の検査員を抱えており、建設現場を随時、又は定期的に (少なくとも年 1 回) 訪れて検査を行う。プロジェクト実行者は、年 2 回ほど労働法順守に関する報告書を提出しなければならない。

(3) その他

1) 地球規模の環境問題への影響（CO₂の排出量）について

本プロジェクトは、既存クアンビン取水ポンプ場のポンプ改修及び既存アンズオン浄水場の前処理施設 U-BCF の建設計画であり、取水ポンプ改修と U-BCF の建設により、本プロジェクトの実施による消費電気増加量は 120.8 KWh となると予想され、この電力消費分だけ、電力会社が発電する際に排出した CO₂ を間接的に放出していると考えられる。しかし、本プロジェクトの実施が直接気候変動に影響することはない。

本プロジェクトの稼働により、消費電力量は 120.8 KWh となると見込まれ、月換算約 46.6 CO₂ トン、年間換算約 559.4 CO₂ トン放出されることが見込まれる。

{注、2006 年 IPCC 国家温暖化ガス台帳のためのガイドライン、巻 2 の別表 2 各国のグリッド電力 CO₂ 排出係数、(ベトナム国 0.536 t CO₂e/MWh) を利用して算定した。}

表 2-2-22 計画給水施設の消費電力量

No	設備名	モータ(KW)	数量	合計 KW	運転時間/日	KW/日	KWh
前処理施設 U-BCF 計画に伴う設置機器							
1	取水ポンプ	40 KW/台	3 (常用)	120	24 時間/日	2,880 KW	120 KWh
2	洗浄用ブロワ	37 KW/台	1 (常用)	37	0.5 時間/日	18.5 KW	0.8 KWh
合計						2,898.5 KW	120.8 KWh

(注) 洗浄用ブロワは、常時運転ではないため、週間ベースの運転時間を日平均に直して換算した。

出典：現地調査に基づき調査団作成

2-2-3-1-8 環境影響評価

環境影響評価結果を表 2-2-23 に示す。

表 2-2-23 環境影響評価結果

分類	No	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	D	B-	D	工事中:建設中に使用される建設機械の燃料の不完全燃焼により、大気汚染が発生することが予想される。また、建設機械の稼働により埃やダストが発生する。 供用時:商業電力により設備機械は運転されるので、大気汚染が発生することはない。
	2	水質汚濁	B-	D	B-	D	工事中:大規模な工事用排水は発生しないが、浄水場内の側溝を通じて多少の排水が生じる可能性がある。ただし、下流域に影響を与えるほどの排水量でも、水質汚濁でもない。 供用時:濾過層の逆洗水は、天日乾燥床に排水され、浄水場系外には全く排出されないため、影響はない。
	3	廃棄物	B-	B-	B-	B-	工事中:建設時に前処理沈殿池のコンクリート堤の除去や車両の出入り口作成の為にコンクリート堀の撤去等により建設廃材が発生する。また、建設現場での一般ごみが発生する。 供用時:U-BCFの稼働により、汚泥が発生する。
	4	土壌汚染	B-	D	B-	D	工事中:建設機械や工事車両からの燃料やオイルの漏出事故が発生する可能性がある。工事用の土砂により汚れたタイヤを装着した運搬車両が道路を汚染する可能性がある。 供用時:構内道路・車庫・機械室はコンクリート舗装であるので車両からの燃料・オイル漏れによる土壌汚染は発生しない。
	5	騒音・振動	B-	B-	B-	D	工事中:人家が近くに存在するために工事用建設機械の稼働により騒音振動が発生する。 供用時:取水ポンプ場のホンプ室やアンズオン浄水場のブロワ室は、防音工事を行い、には消音器を設置するため、騒音計算式による推定では、室内の窓や扉を閉め切って運転すれば、騒音問題は発生しない。
	6	地盤沈下	D	D	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	D	D	特に悪臭を引き起こすような施設は想定されない。
	8	底質	D	D	D	D	工事中:既存浄水場内の建物の建設工事であり、底質には影響しない。 供用時:底質に影響するような影響は想定されない。

分類	No	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
自然環境	9	保護区	D	D	D	D	既存クアンビン取水ポンプ場とアンズオン浄水場内の建設工事であり、周囲に保護区はなく、工事による影響はない。
	10	生態系	D	D	D	D	事業対象地は、既存取水ポンプ場と浄水場であり、林地等の空き地は全く無いことから、生態系への影響はほとんどないと考えられる。
	11	水象	D	D	D	D	運転中の既存浄水場の浄水施設に、前処理施設として、U-BCFを設置するだけであり、新たに水源開発を行ない、浄水施設の拡張を行うわけではないので、水象には全く影響しない。
	12	地形、地質	D	D	D	D	本プロジェクトは、平地に立地する既存取水ポンプ場及び浄水場の一角に小規模の施設建設を行うだけであるため、地形・地質への影響は全くない。
社会環境	13	住民移転	D	D	D	D	本プロジェクトは、平地に立地する既存浄水場の一角にU-BCFの建設を行うだけであるため、住民移転は発生しない。
	14	貧困層	D	D	D	D	本プロジェクトは、アンモニア態窒素等を除去するU-BCF前処理施設を設置し、既存浄水場から市内に配水される水道水質を改善しようとするものである。本プロジェクト地域周辺は、一般住宅や商店街であり、特にスラムといった貧困地域はなく、貧困層は存在しない。給水状況の改善は、全市民を対象としており、一般市民全般に正の影響を与える。
	15	少数民族・先住民	D	D	D	D	ハイフォン市内には、大多数のキン族と中国人の1種族であるホア族(約1,000人)が住んでいる。ホア族は、中国人に雇用されている労働者として生活しており、特別な地域に集団で居住しているわけではなく、市内に混在して居住しているため、本水道水質改善事業は、少数民族にも平等に良質な水道水を給水し、恩恵を与える。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	B+	B+	工事中:建設労働者の雇用や建設資材の消費により、雇用と地域経済への正の影響がある。 供用時:既存浄水場の運転要員が多少増えることが予想され、雇用の増加につながる。
	17	土地利用や地域資源利用	B+	B+	B+	B+	工事中:地域で産出する石灰岩を利用した地域のセメント製造工場からのセメントを利用するために地域資源利用に資することになる。 供用時:U-BCFの濾過層に利用される粒状活性炭は、地元産である。
	18	水利用	D	B+	D	B+	工事中:特に浄水場外に多量の濁水が排水され、地域の水利用に影響を与えることはない。 供用時:既存浄水場では塩素消毒により水道水中に有害のTHMが生成していることが想定されるが、U-BCF設置後はより安全な水が供給されるので、住民の生活環境に正の影響があると想定される。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	B-	D	工事中:工事土砂により汚れたタイヤで道路を汚染したり、道路へ落下物を落とす可能性がある。 供用時:U-BCFの濾過層である活性炭の運搬車は時々通行するだけであり、土砂により汚れたタイヤで道路を汚染したり、道路へ落下物を落とすことは殆ど想定されない。

分類	No	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
社会環境	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	D	D	本プロジェクトは、社会インフラの一部である。前処理施設 U-BCF 施設は、ハイフォン市水道公社により運転管理される。
	21	被害と便益の偏在	D	D	D	D	本施設の建設工事サイトは、既存ポンプ場及びアンズオン浄水場の一角であり、周辺に存在する住居は、工事中の短期間、騒音等の影響を受ける可能性がある。ただし、施設設置後は、悪臭等を放出する施設でもないため、特段の被害を与えることはない。一方、プロジェクトによる水道水質の改善は、市内の一般住民へ利便性を広く与える。本プロジェクトの実施による被害と便益の偏在といった問題はない。
	22	地域内の利害対立	D	D	D	D	既存浄水場により、ハイフォン市内の水道給水状況は比較的良好である。将来的には、他の浄水場による給水地区にも、水道水質の改善の為に、本プロジェクトと同様な高度処理施設を設置する要望が出てくる可能性があるが、現状では、一定の浄水処理が行われているために、地域間の利害対立が生じる問題は生じないと想定される。
	23	文化遺産	D	D	D	D	事業対象地域及びその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	D	D	D	D	既存取水ポンプ場内への更新ポンプの設置と浄水施設内に U-BCF 施設は建設される。U-BCF 施設相当の高さの他の施設は、既存浄水場内に既に設置済みであり、特に本プロジェクト計画の実施によって景観が損なわれることはない。また、事業対象地域周辺は、リクレーション地でもないため、景観に与える影響はほとんどない。
	25	ジェンダー	D	D	D	D	本プロジェクトの実施により、女性や子供の水汲み労働に影響はない。
	26	子供の権利	D	D	D	D	本プロジェクトの実施により、女性や子供の水汲み労働に影響はない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症	B-	D	B-	D	工事中：建設業者の下請けや作業員の流入する可能性があり、HIV/AIDS 等の感染症により影響の可能性が高まる。 供用後：ハイフォン水道公社には、職員の健康管理担当部所があり、定期健診等職員の健康を管理しているので問題はない。
28	労働環境（労働安全を含む）	B-	B-	B-	B-	工事中：建設工事に係る労働者の労働環境（労働安全）にはある程度のインパクトがあると想定される。 供用後：U-BCF 施設完成後の機器の運転の取扱いにおいて、作業員にある程度リスクが発生する可能性がある。	

分類	No	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
その他	29	事故	B-	B-	B-	B-	工事中: 運転中の既存浄水施設で工事が行われるために、構内での交通事故や ADB 融資による施設拡張工事も同時期に同じ構内で発生する可能性があるために、事故が発生する可能性がある。 供用後: 運転機器の取扱い事故が発生する可能性がある。また、活性炭等の運搬車両による一般道路や構内での交通事故が発生する可能性がある。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	D	D	越境の影響はない。 気候変動: 事業自体が気候変動に影響を及ぼすわけではないので気候変動への直接的影響はない。ただし、事業実施に伴い、商業電力を消費するために、その消費電力量を発電するための発電機による二酸化炭素の大気への放出が発生する。

- (注) A+/: 重要な正/負のインパクトが期待される。
 B+/: ある程度の正/負のインパクトが期待される。
 C+/: 正/負のインパクトの影響範囲は不明である。(更なる検討が必要であり、そのインパクトの影響は、調査の過程で明らかにされる。)
 D: インパクトが無いと想定される。

出典：現地調査に基づき調査団作成

2-2-3-1-9 緩和策

(1) 施設建設時及び施設建設後の環境管理計画

1) 施設建設時の環境管理計画

建設時の環境管理計画を表 2-2-24 に示す。

表 2-2-24 施設建設時の環境管理計画

No	影響項目	負のインパクト	緩和対策	緩和策実施の責任機関・監督機関	緩和策実施費用負担者と費用
1.	大気汚染	建設機械の稼働に伴う一時的な大気汚染の悪化	建設業者は、中古の建設機械ではなく、できるだけ新しい建設機械を利用するようにして、エンジンや排気系統の整備を良好に保ち、排気ガスをできるだけきれいに保つこと。	責任機関：建設業者、監督機関：コンサルタント、ハイフォン市水道公社、レチョン県	建設業者費用負担、工事費に含まれる
		工事に伴う埃やダスト(コメントにより10.から移動)	散水を行い、工事に伴うダストや埃が立たないようにする。	同上	同上
2.	水質汚濁	浄水場内の側溝に工事用排水に含まれている土砂やごみにより側溝詰まり	注意深く、排水路を観察し、土砂やごみを除くこと、もし、流出土砂等が多い場合には、一旦沈砂池に貯めて、上澄み水を排水する。	同上	同上
3.	廃棄物	建設廃材や工事現場でのごみ処理	工事現場周辺は常に清潔に保たねばならない。建設廃材は、ハイフォン市都市化環境整備会社に委託して建設廃材処分場に処分する。一般ごみは、油や一般ごみ、危険物と分別する廃棄箱を設け、適切に処理をする。	同上	同上

No	影響項目	負のインパクト	緩和対策	緩和策実施の 責任機関・監督機関	緩和策実施費用 負担者と費用
4.	土壌汚染	油、グリース、燃料による地面や工事排水の汚染	流水路付近に工事機械を置かないようにすること。 グリース等の貯留や安全廃棄 工事機械置き場等をきれいにして、燃料や油により周辺環境を汚染しないようにすること。	同上	同上
		資材輸送や残土処理運搬車両による道路への落下物による交通事故防止や汚れたタイヤによる道路汚染	道路通行路に落下物があつた場合、ただちに排除できる体制をとる。また、1日2回道路を周回して通行に支障の危険物が落下していないかを確認する。さらに、工事土砂により汚れたタイヤで道路を汚さないように、タイヤの洗浄を行い、また、道路の汚れた箇所は常に清掃を行っておく。	同上	同上
5.	騒音・振動	建設工事時の騒音と振動	工事サイトである既設の取水ポンプ場及びアンズオン浄水場の周囲は住宅により取り囲まれている。そのため、騒音の発生には特に注意が必要である。 騒音に関する国家技術基準に騒音規制が規定されている。特に夜間の住居地域での規制値は55 dB以下、学校・寺等の特別地域では、45dB以下となっているため、工事は日中に行うように計画すべきである。また、中・小型の掘削機械や消音器を付けた機器類を採用し、極力大きな騒音と振動が出ないようにすることが大切である。本計画では、U-BCF施設の支持基礎として、杭打ちを行うことが想定されている。防音のために、防音振動型の杭打機を使用すべきである。	同上	同上
6.	HIV/AIDS等の感染症	HIV/AIDSへの感染症	建設労働者の流入によりHIV/AIDSへの感染症の発生のリスクが高まるので、工事現場の管理者は、労働者に対して、注意を喚起し、意識を高めるように、朝会等を通じて指示・指導すべきである。	同上	同上
7.	労働環境（労働安全を含む）	工事作業員の安全管理	建設業者は、労働規定2012年に記載されているように、工事作業員の労働時間、健康診断等を行い、ハイフォン市人民委員会、労働・傷病兵・社会事業局に工事中、労働規定順守報告書を提出しなければならない。 また、工事現場に立ち入る人は、必ず、工作用作業靴と安全帽をかぶるようにする。また、工事現場監督は、毎朝作業員を集めて朝礼を行い、その席で作業員に工事現場の安全管理について訓示を行い、安全管理を徹底する。 工사용重機の稼働する現場では、重機の作業域のなかには、関係者以外立ち入らないようにする。	責任機関：建設業者、監督機関：コンサルタント、ハイフォン市水道公社、ハイフォン市労働・傷病・社会事業局	同上

No	影響項目	負のインパクト	緩和対策	緩和策実施の責任機関・監督機関	緩和策実施費用負担者と費用
8.	事故	既存アンズオン浄水場構内及び車両の出入り口に伴う事故発生危険性	<p>既存浄水場構内の一角での工事になる為に、工事関係者以外立ち入らないように、柵や表示を設置する。また、工事車両の通行路及び一般道路への出入り口には、それぞれ、見張り人を最低1人は立て、車両の出入りに注意し、安全に工事車両を常時誘導すること。工事車両運転手には、安全を徹底させ、事故が発生しないようにすること。</p> <p>ADB 融資による施設拡張の工程計画によれば、同時期に同じアンズオン浄水場で建設工事が発生する場合も考慮されるので、ADB プロジェクトの工事関係者とも安全管理の観点から十分に連絡を取り、事故が生じないように対策をとること。</p>	責任機関：建設業者、監督機関：コンサルタント、ハイフォン市水道公社、レチャン県	同上

出典：現地調査に基づき調査団作成

2) 施設建設後の環境管理計画

施設建設後の環境管理計画を表 2-2-25 に示す。

表 2-2-25 施設建設後の環境管理計画

No.	影響項目	負のインパクト	緩和対策	緩和策実施の責任機関・監督機関	緩和策実施費用負担者と費用
1.	騒音・振動	前処理施設 U-BCF を建設後、送水ポンプ及びブロワの運転により、騒音が発生する可能性がある。	<p>取水ポンプ及びブロワは、施設部屋の中に設置し、特にブロワは騒音が大きいので、サイレンサーを付けて防音を図る。ただし、運転中は、ドアを閉めて外部に騒音が漏れるのを低減するように図る必要がある。</p> <p>なお、振動については、機器自体に防振装置が付けられているので、問題は生じない。</p>	責任機関：建設業者、監督機関：コンサルタント、ハイフォン市水道公社、レチャン県	ハイフォン市水道公社による費用負担、維持管理費に含まれる。
2.	事故	運転機器の取扱いによる事故が発生する可能性がある。	機械・設備の設置、試運転は、経験者の監督の下で実施する。機械類の周囲には、必要な場合、安全柵を設置し、運転方法については、マニュアルを準備し、それに基づき行う。	同上	同上
		活性炭等の運搬車両の一般道路や構内道路の通行による交通事故の発生が想定される。	運転手に指示し、浄水場構内及び一般道への出入口では、注意深い運転をするように意識を持たせる。また、ガードマンにも交通整理を行うように指示をする。	同上	同上

出典：現地調査に基づき調査団作成

2-2-3-1-10 緩和策実施のための費用

2-2-3-1-9 に示した緩和策のうち、緩和策実施に伴う費用は、防音のために、取水ポンプ室の改修費用及びブロワ室の建設費用とブロワへの消音器の取り付け費用である。その費用は、表 2-2-26 に示した通り、¥41,308,000.-である。

表 2-2-26 緩和対策の実施費用

No	緩和対策	内容	実施費用
1	取水ポンプ室の改修費用	室内設置とし、壁と天井に吸音板を貼り、窓も同様に吸音板で塞ぐ。	¥21,000,000.-
2	洗浄用ブロワ室の建設費用	室内設置	¥20,208,000.-
3	洗浄用ブロワの消音機設置費用	騒音軽減のための洗浄用ブロワに消音器を設置	¥100,000.-
合計			¥41,308,000.-

出典：現地調査に基づき調査団作成

2-2-3-1-11 環境モニタリング計画

(1) モニタリング計画

工事中に発生する負の影響とそれを緩和する対策及び U-BCF 完成後の施設稼働中の環境対策に係るモニタリング計画を表 2-2-27 に示す。なお、モニタリング結果は、記録用紙に記録して保存する。

表 2-2-27 工事中及び建設後の施設稼働時の環境対策のモニタリング計画

No	負の影響と対策	モニターする要素	モニタリング場所	モニター方法	モニター頻度	モニター実施者	モニタリング費用負担者と実施費用
建設工事中							
1.	建設機械の稼働に伴う一時的な大気汚染の悪化	工事機械からの排気ガスの色、におい	全建設場所	物理的観察	工事中 1回/日	環境管理担当者、コンサルタント、ハイフォン市水道公社	コントラクター負担、工事費に含まれる。
2.	浄水場内の側溝に工事用排水に含まれている土砂やごみにより側溝詰まり	浄水場側溝等の排水溝の詰まり	全建設場所	物理的観察	工事中 1回/日	同上	同上
3.	建設廃材や工事現場でのごみ処理	安全で清潔な残土/一般ごみ処分場の維持	残土/一般ごみ処分場	物理的観察	工事中 1回/週	同上	同上
4.	油、グリース、燃料による地面や工事排水の汚染	油による表土・排水汚染	全建設場所	物理的観察	工事中 1回/週	同上	同上
5.	建設工事時の騒音と振動*	騒音振動	全建設場所	住民による苦情及び騒音の実測*	工事中 3回/日	同上	同上
6.	工事作業員の安全管理	工事現場の安全管理規則や安全靴、安全帽の着用等	全建設場所	物理的観察	工事中 1回/週	同上	同上

No	負の影響と対策	モニターする要素	モニタリング場所	モニター方法	モニター頻度	モニター実施者	モニタリング費用負担者と実施費用
7.	既存アンズオン浄水場構内、取水ポンプ場、及び車両の出入り口に伴う事故発生の危険性	交通事故の発生件数	アンズオン浄水場構内、取水ポンプ場、及び一般道路への出入り口	事故報告と発生原因に関する聞き取り調査	工事中	同上	同上
8.	工事に伴う埃やダスト	埃やダスト	全建設場所	物理的観察	工事中 2回/週	同上	同上
9.	HIV/AIDS等の感染症リスクの増大	トイレ後や食前の石鹸による手洗いの励行や食器の洗浄等衛生状態	全建設場所	物理的観察	工事中	同上	同上
10	落下物や道路汚染	道路への落下物や汚れたタイヤによる道路汚染	全建設場所	物理的観察	工事中 2回/週	同上	同上
建設工事完了後の施設の運転時							
1.	運転機器の取扱いによる事故の発生可能性	事故の種類と発生件数	取水ポンプとU-BCF	事故報告と発生原因に関する聞き取り調査	特に試運転中	同上	モニタリング費用はハイフォン市水道公社負担、維持管理費に含まれる。
2.	活性炭等の運搬車両の一般道路や構内道路の通行による交通事故の発生が想定される。	交通事故の発生件数	アンズオン浄水場構内及び一般道路への出入り口	事故報告と発生原因に関する聞き取り調査	供用時	ハイフォン市水道公社	同上
3.	機器運転に伴う騒音*	環境騒音及び機器運転に伴う等価騒音レベル	アンズオン浄水場及びクアンビン取水ポンプ場周辺の近隣民家	騒音計により実測を行う*	1日3回/3ヶ月	同上	同上

出典：現地調査に基づき調査団作成

(注)「5.建設工事時の騒音と振動*」のモニター方法で、「騒音の実測*」は以下の方法で実施する。

工事期間中は、普通騒音計を用いて、浄水場及び取水ポンプ場の各サイトに最も近い民家周辺でそれぞれ、3回/日決まった時間に等価騒音レベルの測定を行う。測定者は、各現場の工事現場監督又は代行者が行い、記録紙に記載する。測定方法は、国家騒音基準(QCVN26/2010/BTNMT)に記載された方法で実施する。なお、工事の始まる前に、1日間(24時間)、2時間毎に実施し、ベースラインデータとする。測定箇所は、図2-2-18に示す。



図 2-2-18 騒音影響の実測箇所

出典：現地調査に基づき調査団作成

(2) モニタリング費用

コントラクターは、計画水道施設の工事現場の環境安全管理のために、1人環境安全管理担当者を雇用する。なお、施設完成後の水道施設稼働中は、殆ど環境へ影響を与えることはないために、ハイフォン市水道公社の担当者が環境監査を含めて日常の作業管理を行うこととする。

アンズオン浄水場では、工事現場から一般道路への出入口に交通/安全監視員を2名、構内及び工事現場の交通・工事安全管理に交通/安全監視員を1名、合計3名を常時雇用する。また、取水ポンプ場では、ポンプ場が道路に直面しているため、取水ポンプ場の面積は小さいがそのポンプ据え付け、改修に交通安全監視員を2名配置する。U-BCF建設には、16ヶ月間かかると見込まれる。一方、取水ポンプ場の新規ポンプ据え付け・改修工事では、工事期間として6か月間を見込む。表2-2-28にモニタリング費用(概算)を示す。モニタリング費用は、日本円にて、工事期間中に、2,615,000円かかると見込まれる。

表 2-2-28 モニタリング費用(概算)

No.	費用項目	内容	モニタリング費
1	環境管理担当者の雇用	コントラクターが、施設建設時に環境対策のために環境管理担当者を1名雇用する費用、工事期間16ヶ月間	13,800,000 VND/月×16ヶ月 =220,800,000 VND
2	交通/安全監視員の雇用	アンズオン浄水場での一般道路への出入口に2名、構内及び工事現場の安全管理に交通/安全監視員1名を雇用する費用、工事期間16ヶ月間 一方、取水ポンプ場では一般道路の出入口に2名の交通安全監視員を雇用する。工事期間6ヶ月間	5,400,000 VND/月×16ヶ月×3人 =259,200,000 VND 5,400,000 VND×6ヶ月間×2人 =64,800,000 VND
合計			544,800,000 VND ¥2,615,040 ≒ ¥2,615,000

(注) 上記金額は、VATを除く正味のモニタリング費用
(交換レート) VND = ¥0.00485 (JICA 換算レートは2014年6月～8月の平均値)

出典：現地調査に基づき調査団作成

2-2-3-1-12 モニタリング体制

(1) 施設建設中のモニタリング体制

本計画は、既存取水ポンプ場のポンプ改修と浄水場内の前処理施設 U-BCF の建設であり、貴重動植物が住処とする林地もないため、環境管理計画の対象は、浄水場敷地内の工事実施時の構内交通の安全管理、敷地外の一般道路への工事車両の出入り管理、工事排水の検査、ごみ処理等に限られる。

しかしながら、構内交通の安全管理や一般道路への工事用車両の出入り管理等に関しては、周辺区域が密集地帯であり交通量も比較的多いこと、運転中の既存施設の中で実施されること、及び ADB 融資による施設拡張工事が同時期に実施予定であることを鑑み、十分な監視体制をとり、交通事故や工事に伴う事故を防ぐ必要がある。工事区域には防護柵や関係者以外立ち入り禁止の立て看板、夜間照明灯等を設置する。また、工事関係者は必ず安全靴や安全帽又はヘルメットを着用する。

工事実施中は、最低でも週 1 回又は必要に応じて、コントラクター、コンサルタントは、安全対策会議を開き、安全管理について協議すべきである。また、ADB 融資による施設拡張工事が実施されている間は、ADB 融資による施設拡張工事の現場責任者又は安全管理担当者と定期的に会合を持ち、安全管理について十分に協議すべきである。

騒音等に関する苦情処理については、建設工事中一般道路への出入り口に、プロジェクト名・工事実施期間・責任者名・苦情処理係りの連絡先等を記入した看板を掲げて、住民に通知する。住民から苦情があった場合には、環境管理責任者が住民に電話やその他の方法で直接連絡し、その解決に於いては、コントラクター側のプロジェクト現場管理者や工事現場監督及びコンサルタント等と協議して解決にあたるべきである。

環境管理計画としては、コントラクターは技術者を 1 名環境管理担当者に指名し、全体の環境管理を担当させるべきである。また、アンズオン浄水場では一般道路への車両の出入口には、工事中交通/安全監視員を 2 名常駐させて安全管理を図るべきである。また、構内及び工事現場の交通・工事安全管理のために、常時、交通/安全監視員を 1 名雇用するべきである。一方、クワンビン取水ポンプ場では、ポンプ場が一般道路に面しているために、交通量はそれほど多くないものの、工事車両の出入りは一般交通の妨げとなる。このため、交通事故防止のために、交通監視員 2 名を配置する。

図 2-2-19 に工事建設サイトの環境管理体制を示す。

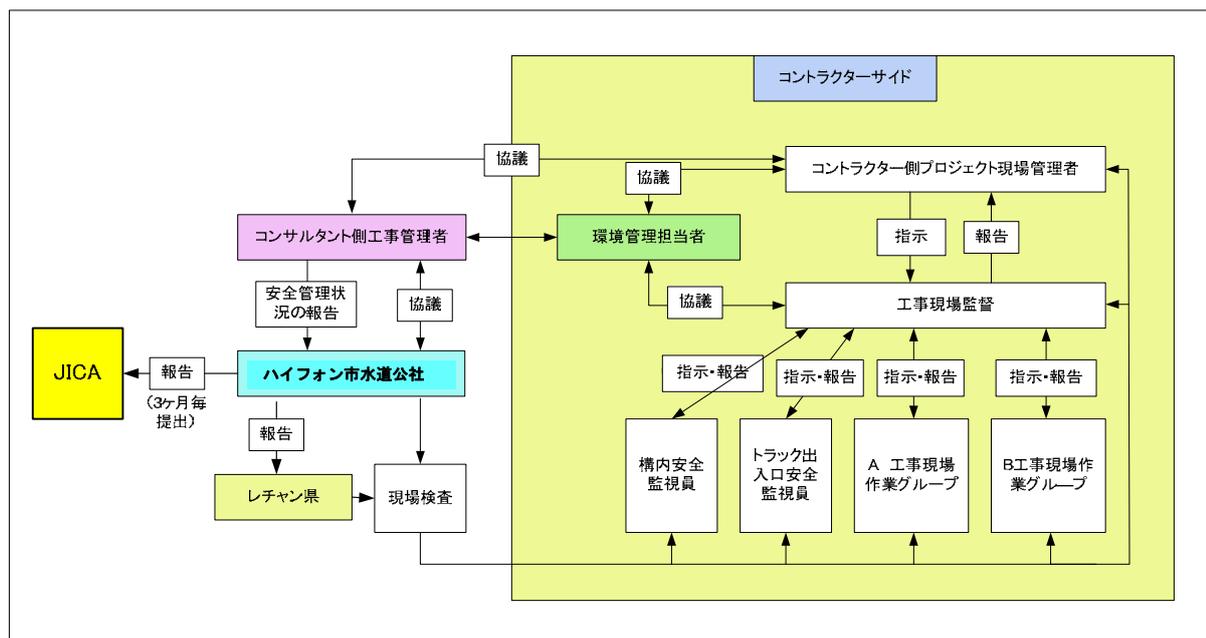


図 2-2-19 工事建設サイトの環境管理体制

出典：現地調査に基づき調査団作成

(2) 供用時のモニタリング体制

施設完成後の供用時のモニタリングは、ハイフォン市水道公社の職員により実施される。既存アンズオン浄水場には、浄水場長の下に、2名の副場長及び運転管理4チーム、取水1チーム、メンテナンス1チーム、データ収集1チームからなる総勢105名が浄水場の維持管理等の日常業務を行っている。U-BCF施設完成後は、既存施設の一部として運営管理され、そのモニタリングは、データ収集チーム(12名)により実施される。

(3) 環境管理報告書(モニタリングフォーム)の作成と提出

1) 建設期間中の環境管理報告書(モニタリングフォーム)の作成と提出

コントラクターは、環境管理体制・安全管理体制・週ごとの点検事項等を含めて環境管理報告書にまとめ、コンサルタントに提出する。コンサルタントは意見を添えて承認し、月毎にハイフォン市水道公社に提出する。ハイフォン市水道公社は、モニタリング結果をJICAに3ヶ月毎に提出する。また、必要に応じて、レチャン県人民委員会、資源資源環境局に報告し、その検査官が検査に訪れた時は、安全管理報告書に基づいて説明、及び必要に応じて検査官に提出する。

2) 供用時の環境管理報告書(モニタリングフォーム)の作成と提出

アンズオン浄水場のデータ収集チーム職員が作成したモニタリング報告書を、浄水場長及びハイフォン市水道公社総裁が確認した上で、JICAに竣工後1年間の期間、6ヶ月毎に提出する。

2-2-3-2 ステークホルダー協議

ステークホルダー協議は、ハイフォン市人民委員会の財務局・自然資源環境局・外事局・建設局、文化・スポーツ・観光局等の官庁関係者、ハイフォン市都市環境公社、ハイフォン市輸送・機械電気公社、アンズオン浄水場の3給水区域の代表者、及びハイフォン市水道公社総裁以下、関係局の

代表者、総勢 32 名の参加の下、ハイフォン市水道公社の会議場にて、2014 年 8 月 25 日 8:30～11:00 に実施された。また、ハイフォンテレビ局、ラジオ局、ハイフォン新聞等のマスメディアが取材に参加した。協議は、以下のような協議次第で進められた。



写真 2-2-1 ステークホルダー協議の様子

(2014 年 8 月 25 日、ハイフォン市水道公社 3 階会議場にて開催された。)

表 2-2-29 ステークホルダー協議次第

時間スケジュール	発表内容/協議内容	発表者
8:30 - 9:00	登録	ハイフォン市水道公社総裁
9:00 - 9:10	出席者紹介	Mr. Nguyen Van Duc, プロジェクト管理局副部長
9:10 - 9:30	ハイフォン市給水状況（現状と問題点）	Mr. Tran Van Duong, 副総裁
9:30 - 10:00	JICA プロジェクトの概要	Mr. Akira Hasebe, JICA 調査団員
10:00 - 10:30	環境影響と緩和手段	Mr. Kenji Takayanagi JICA 調査団員
10:30 - 11:00	質疑応答	出席者
11:00 - 11:05	閉会の辞	ハイフォン市水道公社議長-最高責任者

出典：現地調査に基づき調査団作成

質疑応答については、以下のような意見が表明された。

① 自然資源環境局担当者

- ✓ プロジェクトを全面的に支援する。
- ✓ 原水汚染を減少させることは、重要課題であり、自然資源環境局は、水源河川を保護することを計画している。
- ✓ 本計画は環境インパクトはあまり多くないことが判明した。
- ✓ ハイフォン市の水需要増大に合わせて、200,000 m³/日までプロジェクト能力をなぜ拡張しないのかと質問した。

② Hong Bang 県の水利用者代表

- ✓ 日本政府/JICA にハイフォン市民の為に支援をいただき感謝します。
- ✓ ハイフォン市民が、2017 年以降清浄な水道水を利用できてうれしく思います・
- ✓ 本計画により、紹介されたような清浄な水道水を供給されることを希望します。

④ Hai An 県の水道利用者代表

- ✓ 本プロジェクトの建設期、特に ADB 融資による施設拡張工事と建設時期が一緒になったとしても、水道の断水なく、給水されますか。
- ✓ JICA による無償援助でより安価な水道を利用することは可能ですか。

⑤ ハイフォン水道公社総裁による質問者への回答

- ✓ 200,000 m³/日への拡張計画は、財政から今実施する余裕はない。
- ✓ プロジェクト実施中、ハイフォン市水道公社は、ハイフォン市住民に給水を中断することなく十分な水を供給する。
- ✓ ハイフォン市の水道料金は、ベトナム国の平均よりも多少高いが、まだ、許容範囲である。将来、ハイフォン市が 100,000 m³/日の拡張浄水施設を建設するために、国際機関からローンを借りる予定である。その時、水道料金は現在より多少高くなるかもしれない。総裁は、ハイフォン市の将来における経済成長により、それが住民にとって大きな問題にならないと期待している。

資料 6-03 に会議次第、参加者一覧表、議事録を示す。

2-2-3-3 用地取得・住民移転

本計画は、ハイフォン市水道会社によって運営されている既存のクワンビン取水ポンプ場のポンプ改修、及びアンズオン浄水場内に、前処理施設 U-BCF を建設する事業であるために、用地取得は必要でなく、したがって、住民移転も発生しない。

2-2-3-4 その他

2-2-3-4-1 モニタリングフォーム案

資料 6-07 に提示する。

2-2-3-4-2 環境チェックリスト

資料 6-08 に提示する。

第3章

プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

(1) 上位目標とプロジェクト目標

ベトナム国では、「1-1-2-(1) ベトナム国の開発計画」で記述したように、都市部水道事業における国家政策・目標として、都市水道開発指針「Orientation on Water Supply Development of Urban areas and Industrial Zones in Vietnam up to 2020」(1998年)を掲げている。本指針では、「全国都市部における2020年までの安全な水の確保」、「近代的技術及び設備の導入による人材開発の体制強化」等を目標としている。

また、2009年4月7日に「2050年を展望した2025年までのベトナム都市システム開発総合計画方針」が首相により承認され、それを受けたハイフォン市の開発計画「APPROVING ADJUSTMENT OF CONSTRUCTION GENERAL PLANNING OF HAI PHONG CITY BY 2025 AND WITH A VISION 2050, September 16, 2009, No. 1448/QD-TTg」の中で、都市部での給水率を100%とすること、アンズオン浄水場の拡張整備を行うこと等が掲げられている。

これらのベトナム国の開発政策・計画を踏まえ、本プロジェクトは、ハイフォン市アンズオン浄水場においてU-BCF及び関連施設を建設することにより、原水中に含まれるアンモニア態窒素濃度を低減し、同浄水場の運転の安定化及び塩素注入量の低減を図り、もって安全な飲料水の配水に寄与するものである。

(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、U-BCF及び関連施設を導入するとともに、ソフトコンポーネントを実施することとしている。これにより、原水中に含まれるアンモニア態窒素の低減が期待される。この中において、無償資金協力対象事業は、施設として100,000m³/日のU-BCF及び関連した施設(場内配管、電気設備)の整備と、省エネを目的とした取水施設の改善(取水ポンプ設備の更新、導水管の延伸)を行うものである。

本プロジェクトで実施される計画概要を表3-1-1に示す。

表 3-1-1 プロジェクトの概要

	要請内容	概略設計
原水調整池 埋立	—	本邦負担工事 3,570m ²
施設建設	上向流式生物接触ろ過 (U-BCF) 100,000m ³ /日、RC 造	上向流式生物接触ろ過 (U-BCF) 100,000m ³ /日、RC 造 除塵スクリーン、水位計含む
		場内配管 (バイパス管) 1,000mm×66m (铸铁管)
		場内配管 (U-BCF～薬品混和池) 1,000mm×88m (鋼管)
		場内配管 (U-BCF～天日乾燥床) 300～350mm×117m (铸铁管)
		場内配管 (U-BCF～将来分岐管) 1,000mm×69m (铸铁管)
		空気洗浄用ブロワ 37kw×2(1)台
		電気棟 取水ポンプ場内 (13.0m×8.0m)
		電気棟 浄水場内 (12.0m×7.5m)
		受電設備 取水ポンプ場：鋼板製屋内自立型 MCCB225AF
		受電設備 浄水場：鋼板製屋内自立型 ACB1250AF×2
		制御盤 鋼板製屋内自立型 MCC、インバーター盤、屋内自立/ スタンド型現場操作盤
監視制御設備 液晶ディスプレイ、データサーバ、カラープリンター		
計装設備 電磁/超音波流量計、電波式水位計、損失水頭計		
—	取水ポンプ設備 160kw×27.0m×23.15m ³ /分×4(1)台	
—	導水管 1,000mm×216m (铸铁管)	
機材調達	制御盤	施設建設に含めることでハイフォン市水道公社と合意
	水位計	施設建設に含めることでハイフォン市水道公社と合意
	スクリーン	施設建設に含めることでハイフォン市水道公社と合意
	水質検査機器等	現地調査の結果、十分な水質検査機器が整備されていることから、機材調達は行わない。
ソフトサポート	—	1. U-BCF の運転維持管理に関する技術指導 2. 水質管理に関する技術指導

出典：現地調査に基づき調査団作成

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

- ① 「1-1-1 現状と課題」で記載の通り、アンモニア態窒素を中心とする水質悪化が取水源の河川で進行している。原水の水質悪化に対応するために、高度浄水処理施設の導入が必要である。高度浄水処理に関しては、有効性、建設費、維持管理費等を総合的に評価し、その方式を決定する。3-2-2 (2) に後述の検討内容に基づき、高度処理方式として U-BCF を選定した。
- ② U-BCF の施設規模については、ア) 薬品混和池におけるアンモニア態窒素濃度、イ) 将来 200,000m³/日に浄水場が施設拡張された際の運転管理の容易さを中心に検討し、決定する。3-2-2 (3) に後述の検討内容に基づき、U-BCF の施設能力を 100,000m³/日とした。
- ③ U-BCF への導水方法については、取水ポンプの更新、及び原水調整池への揚水ポンプの設置の 2 案に関し、建設費、維持管理費、運転管理上の課題等を総合的に評価し、その方法を決定する。3-2-2 (3) に後述の検討内容に基づき、既存取水ポンプ場のポンプを更新し、U-BCF へ直接導水する方法を採用した。
- ④ U-BCF における空間速度、線速度、ろ層厚等の設計条件については、2011 年 8 月から 2012 年 8 月にかけて、アンズオン浄水場において実施された U-BCF の実証プラント実験結果及び北九州市上下水道局本城浄水場の U-BCF の運転状況を踏まえて設定した。
- ⑤ 施設はベトナム国での最初の高度浄水処理施設となるため、同様の問題を抱える他都市からの視察が想定されるため、生物活性炭接触ろ過池内部が見えるように生物活性炭接触ろ過池の壁面に耐圧ガラスを設置し、見学者への対応を考慮した施設計画を行う。
- ⑥ 本プロジェクトにおいては、北九州市上下水道局の U-BCF に係る設計方針・内容及び運転実績の中で参考となる事項として、下部集水装置の下に溜まった貝類等を除去するため、各池に人孔を設けるように設計に反映させる。
- ⑦ 取水ポンプ場から浄水場までの約 4km の導水管については、一部の配管切回しが必要となるが、それ以外の大半の配管については既設配管の流下能力を確認後、極力利用する。
- ⑧ 本プロジェクトの U-BCF は既存浄水フローの途中に設置することになるが、ポンプ設備の追加により維持管理費が高くなるのを抑制するために、自然流下方式にて後段に流下させる水位関係の採用を基本とする。

(2) 自然環境条件に対する方針

ハイフォン市の気候は、高温多湿の暑い夏と乾燥した冬が特徴の亜熱帯性気候となっている。ハイフォン市は、亜熱帯性気候であるが北緯 21 度 51 分と中緯度帯に近いため、夏と冬の気温差が顕著に現れており、最も暑くなる時期は 6 月から 8 月で最高気温は 31℃、最も寒くなる時期は 12 月から 2 月で平均最低気温は 14℃である。

ハイフォン市では、5 月から 10 月にかけて雨が良く降り湿度が高くなり、年間降水量は 1720 ミリ、平均湿度は 86%となっている。降雨による作業への影響は少ないと言えるが、多雨期の作業計画の策定においては、資機材の搬入、土工事の掘削、盛土作業、コンクリート打設時の養生等の作業期間を考慮する必要がある。

また、1998年9月から1999年9月までの北九州市上下水道局本城浄水場のU-BCF実証実験プラント実験によると、水温が10℃以上あれば、THM前駆物質の除去効果に問題はなく、アンモニア態窒素の除去率は全期間を通じて80%以上となっていた。図3-2-1に示すように、アンズオン浄水場の2011年から2013年の原水水温の変動をみると、10℃以下を記録したことは無いため問題ないが、水温が10℃以下になると生物活性が低下し、アンモニア態窒素の除去率がやや減少することに留意する必要がある。

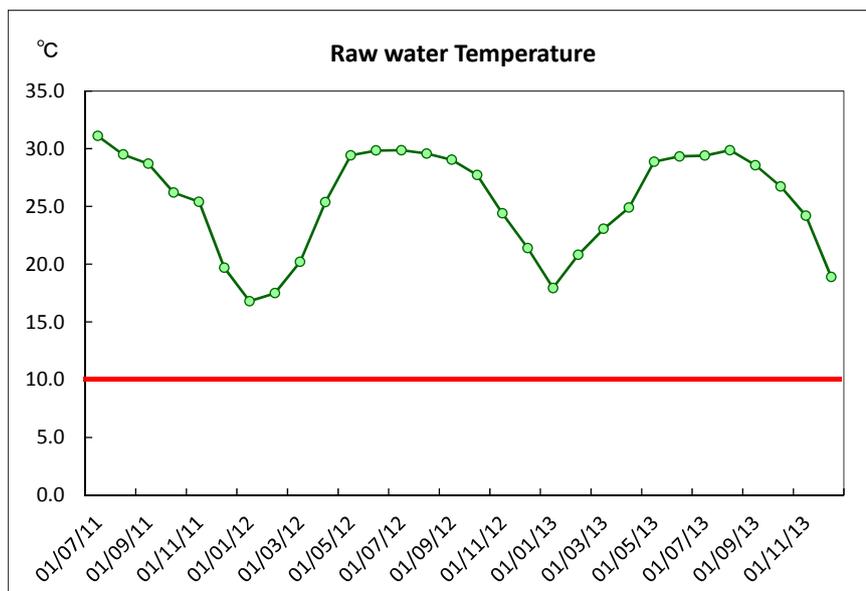


図 3-2-1 アンズオン浄水場の水温変動

出典：ハイフォン市水道公社

「2-2-2 自然条件」で示したとおり、現地でのボーリング調査等から確認した結果、地表から約40mの位置から下にN値40程度の砂質土層が存在し、この砂質土層を支持層とする杭基礎を採用する。

地盤調査の結果、地下水位が地表面から約1.0mの深さにあることがわかった。しかし、試掘調査を行ったところ、1.0m以上掘削してもすぐには底面に地下水が発生しなかった。

(3) 建設事情/調達事情に対する方針

ベトナム国政府は2020年までに近代的工業国化を実現させる戦略を立てており、特にベトナム国のインフラ整備については、運輸交通分野ではノイバイ国際空港の建設、南北高速鉄道や南北高速道路の建設、港湾分野ではハイフォン近郊における港湾・コンテナターミナルの建設、水分野ではハノイ、ホーチミンなどの主要都市で上下水道整備事業など、各分野で大規模プロジェクトが計画・実施されている。

そのため、土木・建築資材は現地で容易に調達することが可能である。本プロジェクトで建設するU-BCFで用いる機械設備及び電気設備に関しては、浄水システムとしての性能を確保するために品質の確保が重要であることから、機械設備及び電気設備ならびに現地調達が困難な施設の材料等に関しては日本または第三国からの調達とする。

なお、配管材料については、口径が大きく、施設の根幹となる配管であるため、日本の無償資金協

力事業でも実績があり、ベトナム国でも数多く用いられているダクタイル鋳鉄管とする。

(4) 現地業者（建設会社、コンサルタント）の活用に係る方針

ベトナム国ではこれまで、様々なインフラ整備等のプロジェクトが実施されており、土木工事に関しては、現地業者の活用は可能である。また、バックホウ、クレーン車等の建設機械も豊富に出回っていることから、現地業者による重機を用いた施工は難しくないと判断される。

現地調査の結果、ハイフォン市内には複数の建設会社があり、単純作業にかかる労働力は安価で、その供給についても問題は無い。本プロジェクトでは積極的に地元業者を採用し、日本企業が施工監理することにより、ベトナム国の施工レベルを上げることも期待できる。

将来、ハイフォン市水道公社が新たな U-BCF を建設する場合において、地元建設業者の施工レベルが向上していることはプロジェクトの持続性においても大いに重要である。

(5) 運営・維持管理に対する対応方針

運営・維持管理については、U-BCF の導入により、日々の定期的な点検項目、運転管理項目等が増加することになる。北九州市上下水道局本城浄水場及びハイフォン市ビンバオ浄水場（U-BCF を運用中）では、機器の定期点検、粒状活性炭の補充、下部集水装置の清掃等が増加した。

また、運転管理項目については、U-BCF に係るろ過池の運用、洗浄等が追加となった。

しかしながら、U-BCF を導入することにより、原水水質の変動を均一化し、U-BCF 後段の浄水処理を安定させる効果があったため、浄水処理にかかる負担を軽減させることも可能となった。

したがって、U-BCF の導入によって運転・維持管理の総合的な負荷は変化しないことが想定される。なお、U-BCF の導入にかかる運転管理項目の追加に関しては、後述の通りソフトコンポーネント計画にて技術指導を行う。

(6) 工法、調達方法、工期に係る方針

本プロジェクトにおける構造物は、一般的なコンクリート構造物であり、施設建設の工法については特殊な工法を用いないため、ベトナム国の建設業者でも十分に施工可能と考える。

ただし、水槽構造物であり、コンクリート品質に留意する必要があることから、その品質管理は日本人技術者が実施する。工期に関しては、以下の条件を踏まえ、十分な工事班の編成等を考慮した上で工期を設定するとともに、品質管理及び安全管理に関して万全を図ることとする。

- ハイフォン市の建設部（DOC）での計画・設計図書に対する承認が必要となるため、早期の審査及び承認取得が可能となる工程を考える。
- 既存能力 100,000m³/日の浄水場及び取水ポンプ場で建設を行うことになるが、ハイフォン市の主要な浄水場であるため運転を停止させることなく施工が可能となる施設及び施工計画の策定を行う。
- ベトナム国の公的機関における休日は土曜日の午後及び日曜日であり、労働法においては 1 日当たり最長で 8 時間、週当たり 48 時間の労働と規定されている。また、年間の祝祭日数は少なく、その中で 1 月下旬～2 月上旬の約 10 日間のテト（旧正月）及びその前後の期間が最も重要な休日となっており、国内の経済活動が停止するため、施工計画においてはこの時期 1 ヶ月間の休みを考慮する。

(7) 特許に係る方針

北九州市上下水道局が有する U-BCF に関する特許（【発明の名称】公共水道設備、【特許番号】特許第 3831055 号）に関し、北九州市上下水道局と JICA は、「特許権実施許諾契約」を締結しており、U-BCF の計画・設計等に必要な情報の開示に支障は生じない。また、本プロジェクトの概略設計にあたり、北九州市上下水道局と NJS は、「北九州市上下水道局が保有する特許に係る秘密事項の保持に関する同意書」を交換している。

以上より、本プロジェクトにおける U-BCF の計画・設計・施工に関して、特許の問題は発生せず、その他調達競争を阻害するような要因はない。

3-2-2 基本計画（施設計画）

3-2-2-1 基本事項

(1) 基本諸元

既存のアンズオン浄水場の基本諸元として、2014年9月時点でハイフォン市水道公社に確認した諸元を以下に示す。

給水区域	: 1,042 ha
給水人口	: 855,000 人
給水量	: 夏期=140,000m ³ /日 冬期=115,000 m ³ /日
日平均給水量（2013年実績）	: 125,000m ³ /日
給水量原単位	: 143ℓ/人/日

本プロジェクトにおける基本諸元（U-BCFの施設規模）は、アンズオン浄水場の諸元値も参考に以下の内容とする。詳細は後述する。

計画目標年度	: 2018年（U-BCF完成1年後）
U-BCF設計対象水量	: 100,000m ³ /日
浄水処理方式	: 上向流式生物接触ろ過方式 Upward Biological Contact Filtration（U-BCF）
揚水ポンプ場	: 既存の取水ポンプ場内のポンプ設備を更新

(2) 高度浄水処理方式の検討

「1-1-1 現状と課題」で記載したように、取水源の河川の水質悪化に対応するために、高度浄水処理施設の導入が必要である。高度浄水処理施設については、先に述べたとおり「高度浄水施設導入ガイドライン 日本水道協会」によると、「活性炭処理施設、オゾン処理施設及び生物処理施設の一つまたは複数を通常の浄水処理に組み合わせた浄水処理」と定義されている。

高度浄水処理方式の中で、アンズオン浄水場で問題となっているアンモニア態窒素除去技術としては、生物処理や生物活性炭処理が有効とされている。

そのため、高度浄水処理として、生物活性炭処理、生物処理を比較検討した。結果を表 3-2-1 に示す。

ここでは、アンモニア態窒素除去技術の高度浄水処理として「生物活性炭処理（生物活性炭接触ろ過方式）」、「生物処理（ハニコム方式、回転円板方式）」を比較したほか、現状のアンズオン浄水場におけるアンモニア態窒素除去方式である「塩素処理方式」を比較した。

アンズオン浄水場で問題となっているアンモニア態窒素の除去性能では、いずれの方式も優れているが、塩素処理方式の場合は消毒副生成物を生じる可能性がある。

また、所要面積では、塩素処理方式が最も少なく、次いで生物活性炭接触ろ過方式となっている。生物処理については、必要面積が 1,500m² から 3,000m² となっており、生物活性炭接触ろ過方式に比べて3~5倍となっていることから、アンズオン浄水場内に建設することは不可能である。

建設費の割合については、生物活性炭接触ろ過方式が 100 に対して、ハニコーム方式は 140、回転円板方式は 120 となっており、生物活性炭ろ過方式が建設費においても最も安価となっている。

維持管理費の割合については、生物活性炭接触ろ過方式が 100 に対して、回転円板方式はその 2.7 倍、ハニコーム方式は 27 倍となっており、生物活性炭接触ろ過方式が維持管理費において最も安価となっている。

なお参考として、アンズオン浄水場にて原水中の濃度が上昇傾向にある有機物に関しては、除去性能では、生物活性炭接触ろ過方式が最も優れており、生物処理は 10%程度、塩素処理も除去できるが、原水中の有機物濃度によっては THM の生成が懸念される。

以上により、工事費及び維持管理費が安価であり、アンモニア態窒素、有機物の除去が適切に行うことができるため、アンモニア態窒素除去方式として、生物活性炭接触ろ過方式が最も優れていると考えられる。

生物活性炭接触ろ過方式には上向流式と下向流式があるが、下向流式の場合、通水量が増加するところ材の間に浮遊物が捕捉され、通水の抵抗が増加するため頻りに洗浄を必要とし、洗浄により活性炭が流出するおそれがある。一方で、上向流式の場合は、損失水頭が小さく、頻りに洗浄を必要としないこと、下向流式に比べて細かい粒状活性炭を使用するので、接触時間を短くできることなどの利点を有する。

このため、上向流式生物接触ろ過方式 (U-BCF) を導入することが妥当であると考えられる。

なお、U-BCF に関しては、北九州市上下水道局が JICA 草の根技術協力においてアンズオン浄水場で実証プラント実験を 1 年行っていること、アンモニア態窒素が年間を通して 0.2mg/L 以下に処理できるなど、良好な浄水処理結果が得られている。

表 3-2-1 アンモニア態窒素除去技術の比較

項目	生物活性炭処理 (生物活性炭接触ろ過方式)	生物処理 (ハニコーム方式)	生物処理 (回転円板方式)	塩素処理方式
処理方式	処理槽内に粒状のろ材を充填し、上向流で原水を流過させ、ろ材表面に付着した生物膜と接触させて浄化する。	処理水槽中に蜂の巣状の筒の集合体(ハニコーム)を置き、その中に付着した生物膜と接触するように水を循環させて浄化する。	処理水槽内に約40%が水没するように設置した円板の列をゆっくり回転させ、付着した生物膜と接触させて硝化する。	原水中に塩素を注入してし、塩素の酸化力を利用してアンモニア態窒素を除去する。
原水濁度	300度以下	100度以下	300度以下	—
優劣	◎	△	◎	—
アンモニア態窒素除去率	80%以上	80%以上	80%以上	80%以上
優劣	◎	◎	◎	× (消毒副生成物発生のため)
有機物除去率	30%	10%	10%	—
優劣	◎	△	△	× (消毒副生成物発生のため)
所要面積	0.005~0.006m ² /(m ³ ・日)	0.015~0.020 m ² /(m ³ ・日)	0.020~0.030 m ² /(m ³ ・日)	0.001 m ² /(m ³ ・日)
必要面積 (処理水量)	500~600m ² (100,000m ³ /日の場合)	1,500~2,000 m ² 同 左	2,000~3,000 m ² 同 左	100 m ² 程度 同 左
優劣	○	△	×	◎
曝気設備	必要なし	水を循環させるために必要	必要なし	必要なし
優劣	◎	△	◎	◎
洗浄設備	空気+水の洗浄が必要	必要	必要なし	必要なし
優劣	○	○	◎	◎
排泥設備	1槽当たり2~3日に1度洗浄を行うため必要ない	必要 (ハニコームの下部槽に汚泥がたまる)	必要 (水槽に汚泥がたまる)	必要なし
優劣	○	△	△	◎
建設費の割合	生物接触ろ過槽等 100	生物接触池等 140	生物接触池等 120	薬注室、塩素注入ポンプで試算 3
優劣	◎	×	○	◎
維持管理費の割合	洗浄用プロパ電気代等 100	常時曝気が必要。プロパ電気代等 2700	駆動動力費等 270	薬注ポンプ代等 11
優劣	◎	×	○	◎
評価 (優劣の順位)	1位 ◎ 6 ○ 3 △ 0 × 0	3位 ◎ 1 ○ 1 △ 5 × 2	2位 ◎ 4 ○ 2 △ 2 × 1	評価対象外 ◎ — ○ — △ — × —

出典：「浄水技術ガイドライン 2010、財団法人 水道技術研究センター、P.115~120」

(3) U-BCF プラント規模及び導水方式の検討

① U-BCF プラント規模の検討

アンズオン浄水場は施設能力 100,000m³/日を有しているが、現在ピーク時には施設能力を超えて浄水処理を行っている（日最大浄水量 140,000m³/日）。しかし、将来的には ADB 融資により施設能力を 200,000m³/日に拡張する予定である。これらのアンズオン浄水場の施設能力・送水状況・将来の拡張計画を踏まえた上で本プロジェクトにおける U-BCF の能力を決定する必要がある。検討の結果、以下 2 点を踏まえ、U-BCF の能力を 100,000m³/日とした。

- ▶ 将来 200,000m³/日への浄水場の拡張を考えた場合、100,000m³/日を 2 系統にしておく方が沈澱池の清掃等の維持管理をする場合においても、運転が行いやすい。
- ▶ 本プロジェクトでは、原水中のアンモニア態窒素の濃度を 0.2mg/L（ベトナム国表流水（飲料水向け）水質基準値）以下に低減することを主な目的として U-BCF を導入するが、以下に示す通り U-BCF 処理水と未処理水を混合した場合にもアンモニア態窒素濃度は 0.2mg/L（ベトナム国表流水（飲料水向け）水質基準値）以下となる見込みであるため、U-BCF の能力は 100,000m³/日とする。
- ✓ 2013 年 1 月～2014 年 7 月までのクワンビン取水場のアンモニア態窒素濃度の平均は、雨季等で原水中のアンモニア態窒素濃度が突発的に上昇する時期を除いて、0.33mg/l である。一方、北九州市上下水道局によるアンズオン浄水場での U-BCF 実証実験において、U-BCF 処理後のアンモニア態窒素濃度の除去率は 81.4%であったことから、U-BCF 処理後のアンモニア態窒素濃度は、0.06mg/l と推定される。よって、本プロジェクトで導入される U-BCF の処理水（100,000m³/日）と未処理水（40,000m³/日）を混合した場合も、アンモニア態窒素濃度は平均 0.13mg/L 程度となることが想定され、ベトナム国表流水（飲料水向け）水質基準値以下となる見込みである。

計算式： $(0.33\text{mg/L} \times (100\% - 81.4\%) \times 100,000 \text{ m}^3/\text{日} + 0.33\text{mg/L} \times 40,000 \text{ m}^3/\text{日}) \div 140,000\text{m}^3/\text{日} = 0.13 \text{ mg/L}$

- ✓ また、現時点では、ADB 融資による施設拡張には U-BCF は含まれない予定である。本プロジェクトで導入される U-BCF の処理水（100,000m³/日）と未処理水（100,000m³/日）を混合した場合も、混合後のアンモニア態窒素濃度は 0.19mg/L 程度となることが想定されベトナム国表流水（飲料水向け）水質基準値以下となる見込みである。

計算式： $(0.33\text{mg/L} \times (100\% - 81.4\%) \times 100,000 \text{ m}^3/\text{日} + 0.33\text{mg/L} \times 100,000 \text{ m}^3/\text{日}) \div 200,000\text{m}^3/\text{日} = 0.19 \text{ mg/L}$

なお、上述の通り現時点では、ADB 融資による施設拡張計画（全体=200,000m³/日）では、U-BCF の導入は含まれない予定であるが、ハイフォン市水道公社における財務状況（3-3.相手国側分担事業の概要を参照）から判断して、ハイフォン市水道公社による投資が実施可能と推測される。

本プロジェクトによる 100,000m³/日の U-BCF が運転を開始した後（2017 年 8 月竣工予定）、追加的な U-BCF が建設されるまでの期間、U-BCF による処理水と未処理水（既存の原水）が着水井にて混合されることになる。しかしながら、現時点で浄水場出口にてベトナム国飲料水基準を満足（但し、給水栓の末端で残留塩素が検出されない箇所有り）しており、混合した原水は更なる水質の向上が図れるため、混合後の配水水質には問題が無いと想定される。

② U-BCF への導水方法

ADB 融資による施設拡張ではアンズオンの現在の施設能力を 100,000m³/日から 200,000m³/日に拡張する予定であるが、新たに 100,000m³/日の浄水施設を追加するだけでなく、既存の浄水プロセスも見直しつつ、施設拡張が実施される予定である。特に、アンズオン浄水場では沈殿池から急速ろ過池の間に中間ポンプを入れて導水しているが、新たな浄水プロセスでは着水井から配水ポンプまでを自然流下とし、中間ポンプを廃止する計画である。

そのため、将来の水位高低を考慮した上で U-BCF の運転水位及び U-BCF への導水方法を検討する必要がある。

U-BCF への導水方法は、以下 3 点を踏まえ、取水ポンプを更新し、U-BCF へ直接導水する方法とする。

- ▶ 原水調整池から揚水する場合、取水ポンプと合わせて揚水ポンプによる運転が 2 段階となり維持管理費が割高となる。
- ▶ 原水調整池を経由せず直接 U-BCF に原水を送水する場合、原水水質（主に濁度）が大きく変動した際に U-BCF 運転への影響が懸念されるが、原水中の濁度、及び北九州市上下水道局における U-BCF の運転実績を踏まえ、対応が可能であると判断された。
- ▶ アンズオン浄水場およびクワンビン取水ポンプ場には、自家発電設備は設けられていない。また、北九州市上下水道局本城浄水場の運用実績として、点検・メンテナンスにより、3 日間程度、U-BCF の運用を停止していた場合においても、活性炭の処理性能(処理水質)の低下は見られず、概ね 1~2 日以内には通常の処理能力に回復することから、本プロジェクトでは自家発電設備は設けない。ただし、アンズオン浄水場が 200,000m³/日規模に拡張され、追加で U-BCF が導入された場合、原水調整池の埋め立てにより、浄水場全体としての貯溜時間がさらに短縮されることから、取水場側に自家発電設備を設けることを推奨する。

維持管理費に関し、表 3-2-2 にて、原水調整池から揚水する方法と取水ポンプを更新する方法の比較検討を行う。また、図 3-2-2 に各案の系統図を示す。

なお、工事費については、北九州市上下水道局本城浄水場の工事費実績を基に、ハイフォン市で導入した場合の概算工事費を想定している。

表 3-2-2 U-BCF への導水方法比較表

案	第1案	第2案
計画浄水量	100,000m ³ /日	
ポンプ場	U-BCF の横に追加で設置 (原水調整池内)	取水ポンプ場のポンプを取替える
原水調整池の活用	有り	無し
長所	調整池で水質変動を吸収することが可能	取水ポンプのみの1段揚水となるため、O&M費で有利
短所	取水+揚水の2段ポンプとなるため、O&M費が高む	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水質変動が大きい場合の運転が難しい ✓ 能力の大きなポンプを更新するため、第1案に比べて建設費が高くなる
付帯設備	<ul style="list-style-type: none"> ①揚水ポンプ 90kw×3 台 ②U-BCF から薬品混和池までの配管 ③U-BCF から天日乾燥床までの配管 ④U-BCF から将来拡張用着水井までの配管 	<ul style="list-style-type: none"> ①取水ポンプ 160kw×3 台 ②導水管 φ1000mm×200m ③U-BCF から薬品混和池までの配管 ④U-BCF から天日乾燥床までの配管 ⑤U-BCF から将来拡張用着水井までの配管
概算工事費割合	100	103
維持管理費割合	100	70

※概算工事費は、北九州市上下水道局本城浄水場の U-BCF の工事費実績を基に、ハイフォン市で導入した場合を想定
(建設材料費はベトナム国の単価を使用)

出典：現地調査に基づき調査団作成

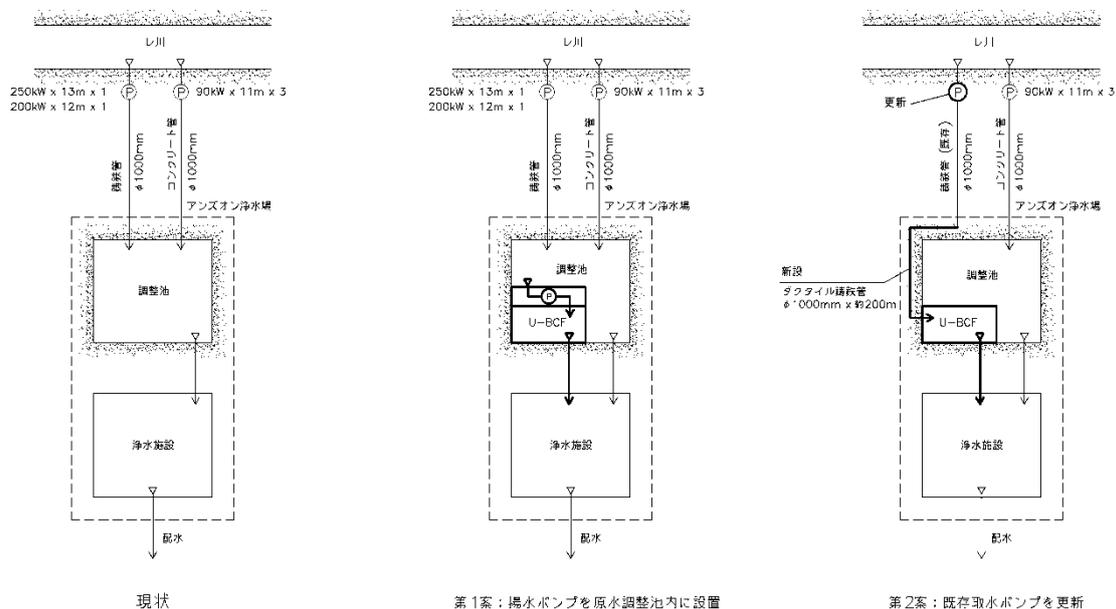


図 3-2-2 各案における取水～U-BCF 間の系統図

出典：現地調査に基づき調査団作成

濁質に関しては、第2案の場合の懸案事項として、既設の原水調整池を経由せずに取水ポンプ場から直接 U-BCF まで揚水することになるため、原水の水質が大きく変動した際の、U-BCF の運転

への影響の有無が挙げられる。U-BCF の運転に支障をきたす物質としては、目詰まりによる閉塞が懸念される浮遊物、砂などの濁質が考えられる。濁質が活性炭層で目詰まりを起こした場合、原水が十分に活性炭層と接触できず、処理効率の低下が懸念される。

アンズオン浄水場における原水中の濁度については、図 2-2-4 に示すように、原水濁度の日間変動をみると最大で 50NTU を超える時期がある。一方で、原水調整池内の水位が低下した場合に水流により底泥が巻き上げられ、原水調整池を経由しても濁度が 50NTU 近くになる時期もある。

北九州市上下水道局での運転実績によると、100NTU となった場合でも、安定した処理効果が維持されており、レ川の濁度変動に対しても特に問題はないと考えられる。しかしながら、降雨によるファーストフラッシュのような急激な濁度上昇が起こった場合は、適宜、取水河川の水質をモニターし、必要に応じて取水量を変更する、あるいは活性炭層の洗浄頻度を変更するなど、運転管理に十分注意を払う必要がある。

このため、ファーストフラッシュが発生した場合の緊急対応訓練をソフトコンポーネントで実施する。なお、これらの運転管理については、日常の運転管理で実施している作業内容と同様であり、アンズオン浄水場の運転管理員及び水質検査員で十分に対応可能な内容である。

アンズオン浄水場では、週 5 回水源水質の測定を行っていることから、ソフトコンポーネントにおいて、これらのデータを生かした U-BCF の運転管理の研修を行う予定である。

また、第 1 案における原水調整池での水質変動への対応の可能性について、以下で検討する。

- ✓ ADB 融資による施設拡張工事完了時に残る原水調整池の容量=4,800m²×4.0m=19,200m³
- ✓ 全体水量に対する原水調整池での滞留時間=19,200 m³÷200,000 m³/日×24 時間=2.3 時間

水源河川に下水の排水が断続的に行われつつ、長時間の降雨が発生した場合、河川の水質変動が 2.3 時間以内に収まらないケースも考えられるため、原水調整池での水質変動を適正に吸収することは期待できない。したがって 2 案の中で、**維持管理費に優れる第 2 案が推奨**される。

(4) プロジェクト実施の有無に係る維持管理費用の評価

1) 維持管理費用の計算

これまでに述べたとおり、アンズオン浄水場の水源であるレ川は、生活雑排水の流入に伴い水源のアンモニア態窒素や有機物による汚濁が進行し、アンモニア態窒素や有機物を酸化して除去するため大量の塩素や凝集剤 (PAC) を使用することから、浄水処理に課題を抱えている。

本プロジェクトを実施しなかった場合、水源水質の悪化が予想される中、今後も塩素や凝集剤 (PAC) の消費量が多くなるものと予想され、薬品費用の増加が見込まれる。

一方、本プロジェクトを実施した場合、U-BCF を導入することにより、生物の自浄作用に伴い、原水水質のアンモニア態窒素や有機物が除去され、凝集剤 (PAC) や塩素などの薬品注入量が減少することになる。さらに、水源水質が大きく変動した場合において、U-BCF 通過後の水質 (アンモニア態窒素濃度やマンガン濃度) は概ね均一化されるため、後段の凝集沈殿、ろ過の工程における浄水処理が安定することになる。

プロジェクト実施の有無に係る便益・費用を評価するために、以下に本プロジェクトを実施した場合と実施しなかった場合の浄水場の維持管理費用の比較を行う。ただし、この比較は、U-BCF の導入により変化する項目のみを取り出した概算によるものであり、浄水費用全体を表すものではない。(日平均浄水量はアンズオン浄水場の 2013 年実績より 125,000m³/日とした。なお、U-BCF に係る日平均浄水量は 100,000m³/日とした)。

① 本プロジェクトを実施しなかった場合

本プロジェクトを実施しなかった場合、既設ポンプ能力から算出したポンプに係る電気代と過去10年間のアンズオン浄水場における薬品の平均注入量実績から算出した塩素及び凝集剤（PAC）に係る薬品費が毎年発生することとなり、少なくとも年間の維持管理費は115百万円/年を要することになる。なお、1VND=0.00485円として換算した。

表 3-2-3 プロジェクトを実施しなかった場合の維持管理費

項目	単位	数量	単価	金額	
			VND	百万 VND	円換算
取水ポンプ	kwh/年	3,416,400	1,388	4,742	22,998,522
薬品注入	PAC	kg/年	9,150	4,818	23,365,308
	塩素	kwh/年	11,200	1,022	4,956,700
中間ポンプ	kwh/年	2,858,504	1,388	3,968	19,242,878
配水ポンプ	kwh/年	6,541,320	1,388	9,079	44,034,858
アンズオン浄水費計				23,629	114,598,266

出典：現地調査に基づき調査団作成

② 本プロジェクトを実施した場合（ADB 融資による施設拡張前）

ADB 融資による施設拡張では、自然流下による浄水処理に変更するため、中間ポンプの使用を廃止する計画である。この自然流下に対応するために、取水地点での揚程を上げるべく、取水ポンプの能力を増強する必要がある。

ADB 融資による施設拡張前は、ポンプの電力費（既設ポンプ能力から算出した電気代、及び新規に設置する取水ポンプ能力から算出）、U-BCF に要する電力費、活性炭の補充・交換、機器の維持管理費、薬品費等（過去10年間のアンズオン浄水場における薬品の平均注入量実績、及びビンバオ浄水場でのU-BCF導入に伴う薬品費削減率実績から算出）により、年間の維持管理費は121百万円/年となる。プロジェクトを実施しなかった場合に比べて、7百万円/年の増加となる。

表 3-2-4 に示す通り、内訳としては、取水ポンプの能力増強による更新に伴う増加が7百万円/年、U-BCFに係る維持管理費が6百万円/年、薬品費の削減が▲6百万円となっている。

各項目の算出根拠の詳細については、「3-5-2 運営・維持管理費」及び資料 6-14 に示す。なお、ADB 融資による施設拡張工事は2018年6月に完成する予定であるが、ADBによる施設拡張工事が遅れた場合は、引き続き当該運転維持管理費が発生することになる。

表 3-2-4 本プロジェクトを実施した場合（ADB 融資による施設拡張前）

項目	単位	数量	単価	金額		
			VND	百万 VND	円換算	
取水ポンプ	kwh/年	4,467,600	1,388	6,201	30,074,990	
U-BCF	電気代	kwh/年	23,579	1,388	33	158,729
	活性炭補充	m ³ /年	29.4	17,750,150	522	2,530,994
	機械維持	m ³	36,500,000	20	730	3,540,500
薬品注入	PAC	kg/年	406,468	9,150	3,719	18,038,018
	塩素	kg/年	71,467	11,200	800	3,882,087
中間ポンプ	kwh/年	2,858,504	1,388	3,968	19,242,878	
配水ポンプ	kwh/年	6,541,320	1,388	9,079	44,034,858	
アンズオン浄水費計					25,052	121,503,054

出典：現地調査に基づき調査団作成

③ 本プロジェクトを実施した場合（ADB 融資による施設拡張後）

ADB 融資による施設拡張以降は、ポンプの電力費（既設ポンプ能力から算出した電気代、及び新規に設置する取水ポンプ能力から算出）、U-BCF に要する電力費、活性炭の補充・交換、機器の維持管理費、薬品費等（過去 10 年間のアンズオン浄水場における薬品の平均注入量実績、及びビンバオ浄水場での U-BCF 導入に伴う薬品費削減率実績から算出）により、年間の維持管理費は 102 百万円/年となる。プロジェクトを実施しなかった場合に比べて、▲12 百万円/年の減少となる。

表 3-2-5 に示す通り、内訳としては、取水ポンプの能力増強による更新に伴う増加が 7 百万円/年、U-BCF に係る維持管理費が 6 百万円/年、薬品費の削減が▲6 百万円/年、中間ポンプの廃止に伴う削減が▲19 百万円/年となっている。

各項目の算出根拠の詳細については、「3-5-2 運営・維持管理費」及び資料 6-14 に示す。

表 3-2-5 本プロジェクトを実施した場合（ADB 融資による施設拡張後）

項目	単位	数量	単価	金額		
			VND	百万 VND	円換算	
取水ポンプ	kwh/年	4,467,600	1,388	6,201	30,074,990	
U-BCF	電気代	kwh/年	23,579	1,388	33	158,729
	活性炭補充	m ³ /年	29.4	17,750,150	522	2,530,994
	機械維持	m ³	36,500,000	20	730	3,540,500
薬品注入	PAC	kg/年	406,468	9,150	3,719	18,038,018
	塩素	kg/年	71,467	11,200	800	3,882,087
配水ポンプ	kwh/年	6,541,320	1,388	9,079	44,034,858	
アンズオン浄水費計					21,085	102,260,176

出典：現地調査に基づき調査団作成

2) 維持管理費用の評価

これまでに述べたとおり、本プロジェクト実施により、ADB 融資による施設拡張前までは年間の維持管理費が 7 百万円/年の増加となると見込まれる。一方で、ADB 融資による施設拡張以降は、

年間の維持管理費が▲12 百万円/年の減少となると見込まれることから、本プロジェクト実施による便益は大きい。

なお、U-BCFに係る便益・費用については、電気代、活性炭補充、機械維持費の増加と薬品費の削減が相殺されることから、本プロジェクト実施前後での増減は無い。

3-2-2-2 施設計画

(1) 取水ポンプ場

既存の取水ポンプで揚水された原水は、導水管を通過してアンズオン浄水場内の原水調整池（GL+3.5m）まで導水されている。これに対し、U-BCF の導入に伴い U-BCF の流入井の最高水位（HWL、GL+14.8m）まで取水ポンプにより直接導水する必要がある。このため、取水ポンプの揚程は、導水管（1,000mm、延長約 4km）を通り、U-BCF の流入井の最高水位（HWL、GL+14.8m）まで導水可能なものを選定する。

「2-1-4 既存施設・機材」に示したとおり、既存の取水ポンプは 5 台あり、諸元は以下のとおりである。

ポンプの運転は、2 台から 3 台の組み合わせで 140,000～100,000m³/日を送水している。

表 3-2-6 取水ポンプの諸元

諸元	能力	設置年
250kw×13m 1台	3,800m ³ /h/台=63.33m ³ /min	2001年
200kw×13m 1台	3,851m ³ /h/台=64.18m ³ /min	2001年
90kw×13.5m 3台	1,710m ³ /h/台=28.50m ³ /min	2010年

本プロジェクトの取水ポンプ計画は、下記の計算条件で行う。

- ・送水量：100,000m³/日=4,167m³/hr=69.44m³/min
- ・送水管：既存管の DCIP φ1000（2010年布設）を使用する。

管延長 L=3,672m（クワンビン取水場からアンズオン浄水場原水調整池間）

水理計算用管延長 L=3,880m[=3,672m+208m（浄水場場内配管）]

- ・取水水位：レ川河川 LWL+2.5m
- ・送水先の水位：アンズオン浄水場 U-BCF 着水井 HWL+14.8m
- ・水理計算：計算式 ヘーゼン・ウィリアムズ公式

流速係数 C=100

実揚程 H=14.8m-2.5m=12.3m

上記の条件で新設取水ポンプの経済的水理計算を行うと、ポンプ仕様は以下となる。

○160kw×23.15m³/min（36,187m³/日）×29m×4台（1台予備）

なお、新たに更新するポンプについて、ウォーターハンマーを計算すると、
図 3-2-3 に示すようにクワンビン取水場から 3,000m 付近の導水管内で-14.2m の負圧状態となる。
したがって、本プロジェクトでは既設のポンプと同様に φ800mm の背圧管と背圧弁を設置するとともに、新設する取水ポンプにフライホイールを設けることとする。

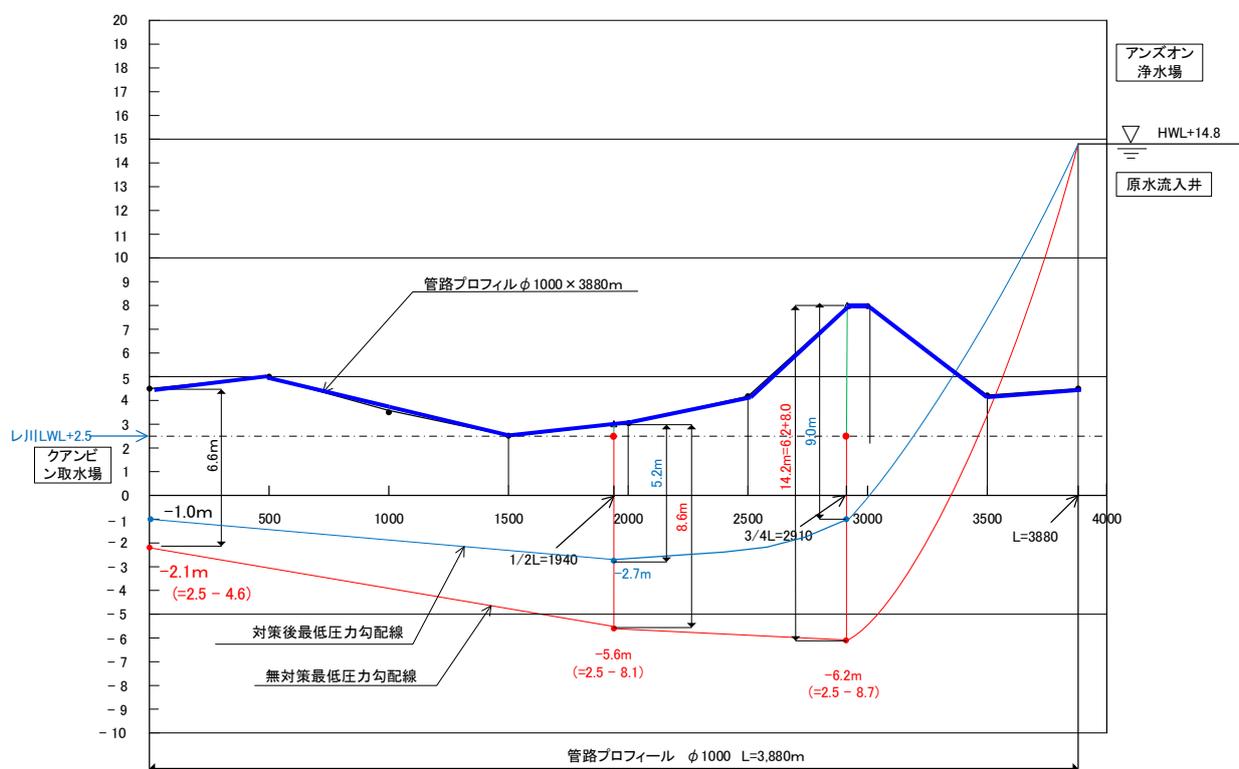


図 3-2-3 ウォーターハンマー検討結果

出典：調査団作成

(2) 導水管

取水ポンプ場からアンズオン浄水場までの既設導水管は2本存在し、浄水場内の原水調整池まで導水しており、導水管の仕様は以下の通りとなっている（図 3-2-4 参照）。

1 本目：口径 1,000mm のコンクリート管（4,057m）

2 本目：口径 1,000mm のダクタイル鋳鉄管（3,672m）

今回、既設取水ポンプをこれまでより揚程の高いポンプに更新することから、既設導水管については、更新後の圧力に耐えられる導水管を用いる必要がある。

先述のとおり、今回更新する取水ポンプの全揚程は 26.4m であり、それにウォーターハンマー計算より算出された水撃圧 14.6m を加えると、導水管内にかかる圧力は 41.0m（0.42MPa）となる。

それに対し、既設のダクタイル鋳鉄製導水管については、現地調査の結果、2010 年に布設されており、管体に耐圧性能を示す PN10（最高使用圧力 1.0MPa）の表記があったことから、十分な耐圧性能を有していると判断されたことから、ダクタイル鋳鉄製導水管を用いて、U-BCF へ直接、導水する。

但し、取水ポンプ更新にあたり取水ポンプ場の流出側で配管の一部切り回し、及びアンズオン浄水場内での U-BCF 接続のための配管の一部切り回しが必要となる。このため、その施工期間は 2 本ある導水管の 1 本を利用することで、取水を停止することを回避する。



図 3-2-4 導水管経路図

※破線部は一部鋼管を使用

出典：ハイフォン市水道公社へのヒアリング調査に基づき調査団作成

現在、アンズオン浄水場は施設能力 100,000m³/日を上回る日平均浄水量 125,000m³/日で過負荷運転となっている。そのため、U-BCF 完成後は、100,000m³/日については新設するポンプで U-BCF への直接導水し、100,000m³/日を上回る浄水量については既設取水ポンプ及び既設コンクリート管を利用して原水調整池へ導水し、浄水処理されることとなる。

なお、先に述べたとおり、U-BCF 処理水と未処理水を混合した場合においても、混合後の配水水質には問題が無いと想定される。

(3) U-BCF

本プロジェクトは、U-BCF 本体及び関連施設が対象であり、これらの施設は図 3-2-5 に示すように、既設薬品混和池の前に組みこまれる。また、ADB 融資による施設拡張後の処理フローを図 3-2-6 に示す。

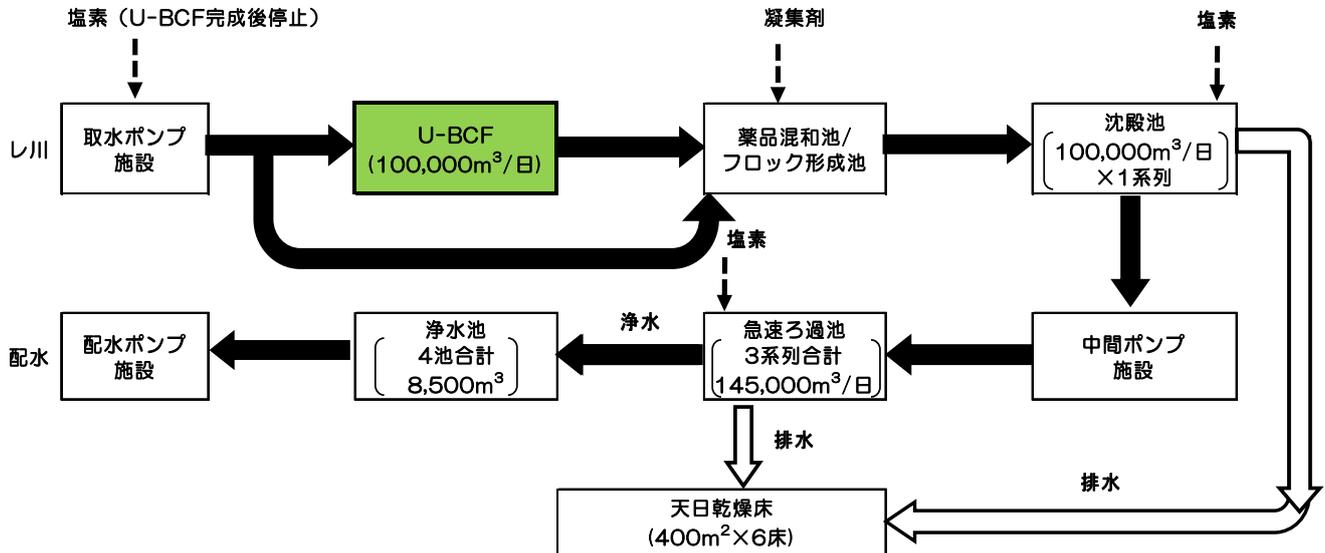


図 3-2-5 ADB 融資による施設拡張完成前の浄水フロー

出典：ハイフォン市水道公社へのヒアリング調査に基づき調査団作成

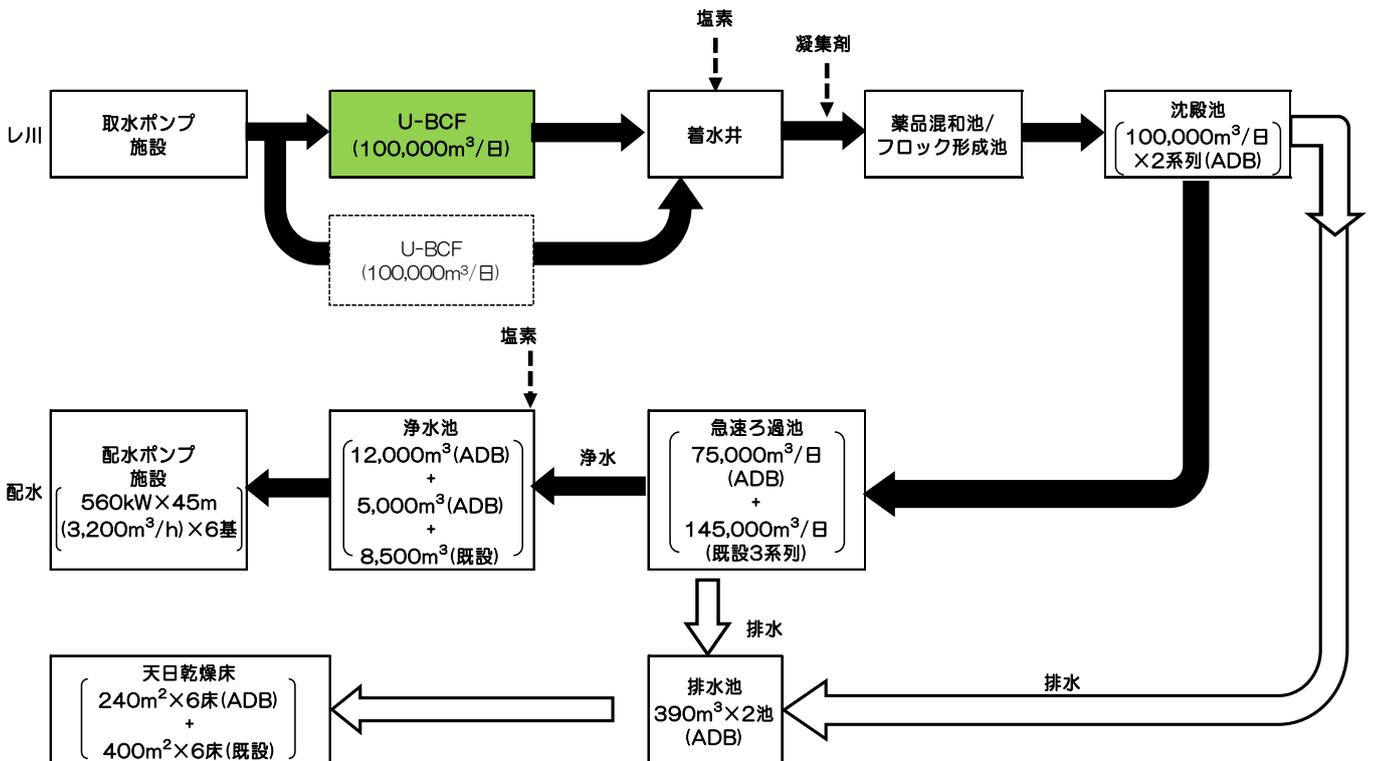


図 3-2-6 ADB 融資による施設拡張完成後の浄水フロー

出典：ハイフォン市水道公社へのヒアリング調査に基づき調査団作成

U-BCF 完成後から ADB 融資による施設拡張が完了するまでは、U-BCF から ADB 融資により新設される着水井までの配管途中に管蓋及びバルブを設置しておき、ADB による将来拡張に伴う配管の切り替

えを容易にするように本プロジェクトで配慮する。ADB 融資による施設拡張完成前後での処理水及び逆洗排水接続先について、表 3-2-7 に示す。

表 3-2-7 処理水及び逆洗排水の接続先

段階	処理水	逆洗排水	備考
ADB 融資による施設拡張完成前	既設の薬品混和池に接続	既設の天日乾燥床に排水	日本負担工事（図 3-2-7参照） ①薬品混和池までの配管 ②天日乾燥床までの配管 ③将来拡張用の分岐管及びバルブ
ADB 融資による施設拡張完成後	新設の着水井に接続	新設の排水池を経由して天日乾燥床へ排水	先方負担工事（図 3-2-8参照） ①分岐バルブから新設着水井までの配管

出典：現地調査に基づき調査団作成

なお、塩素注入に関し、取水、沈殿後、砂ろ過後の3ヶ所で行えるようになっている。過去においては、取水、砂ろ過後のみで塩素注入が行われていたが、THM 前駆物質である有機物質を凝集処理した後に塩素を注入することで、THM 生成の低減化を図る効果を期待して、2013年11月から取水での塩素注入を停止し、沈殿後と砂ろ過後で塩素注入を行っている。ただし、水源の河川水質が悪化した場合は、取水も含め3ヶ所の塩素注入を行っている。本プロジェクト完成後は、U-BCFは生物の自然浄化作用を利用した浄水処理方式であるため、前塩素処理による生物の死滅を防ぐため、取水場での塩素注入を停止する。

ただし、ビンバオ浄水場において、「カワヒバリガイ (*Limnoperna Fortunei*)」が U-BCF の配管や流量計等に侵入、固着し、通水障害をもたらす被害が発生している。

カワヒバリガイの防除対策としては、「カワヒバリガイ被害対策マニュアル 平成25年3月 農林水産省」より、アンズオン浄水場に適用可能な方法は以下が挙げられる。

- ▶ 管内面塗装にエポキシ系樹脂塗装をする。
- ▶ 細目スクリーンの設置
- ▶ 人力または機械力による掻き取り
- ▶ 塩素等の薬剤散布による処理

本プロジェクトでは、カワヒバリガイ対策として、新設する導水管の内面ライニングにエポキシ系樹脂塗装を採用するとともに、通水障害を起こさない程度の細目スクリーンを U-BCF 前段に設置する。

一方で、固着したカワヒバリガイについては、人力あるいは機械力により物理的に除去しつつ、U-BCF に影響を与えない範囲で導水管内に塩素を注入する対策を検討する。

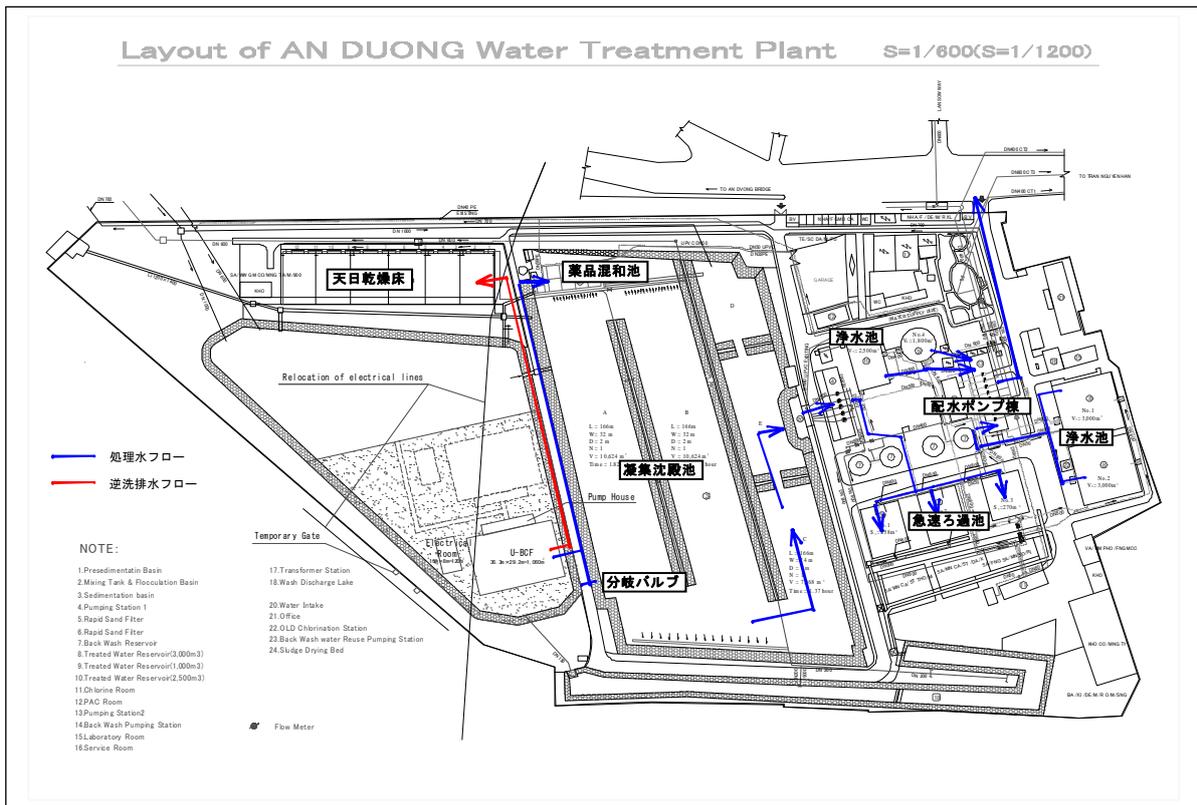


図 3-2-7 ADB 融資による施設拡張完成前 (U-BCF 完成後) 配置計画図

出典：現地調査に基づき調査団作成

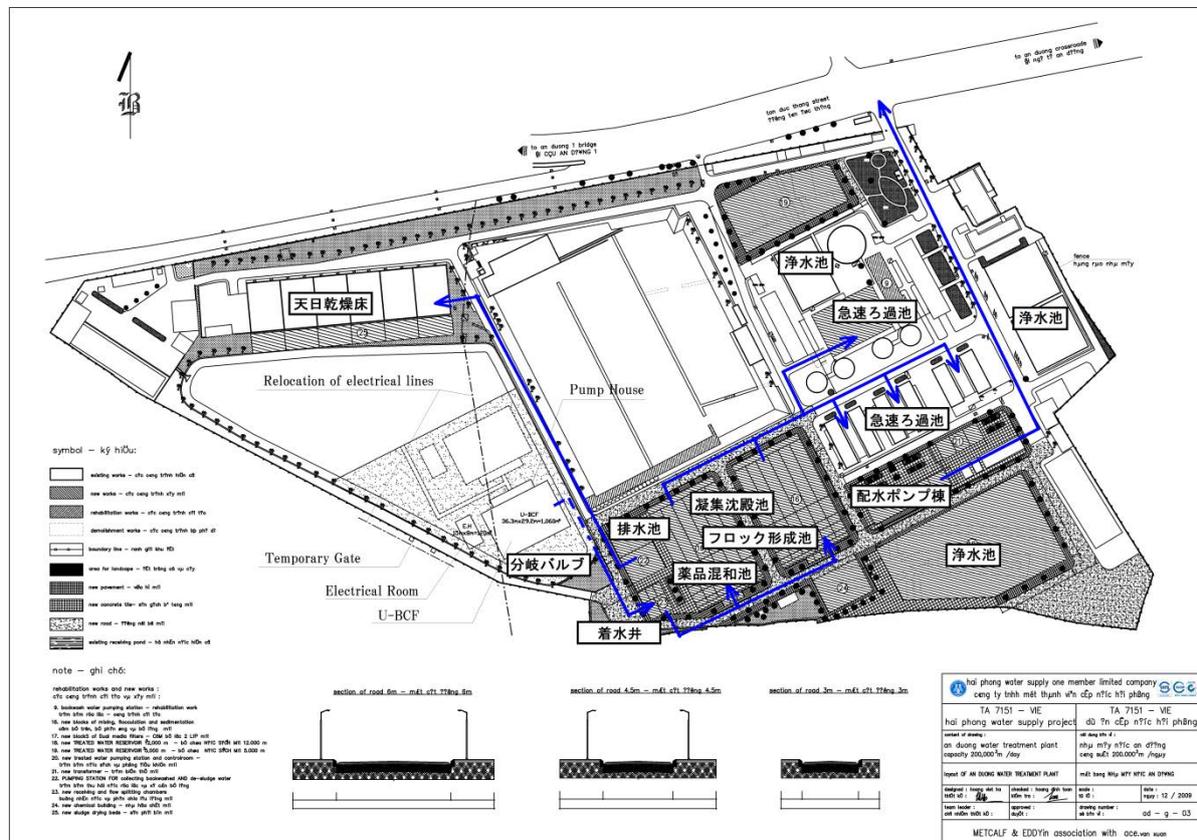


図 3-2-8 ADB 融資による施設拡張完成後配置計画図

出典：現地調査に基づき調査団作成

1) 基本設計方針

- U-BCF 生物接触ろ過池の原水流入井（以下：流入井）の高さ（HWL）は、将来、ADB の融資による施設拡張で築造される着水井（HWL+11.1m）まで自然流下で送れる高さを設定するものとする。
- U-BCF は、上向流方式であるため、下部集水装置の目詰まりを防ぐ必要がある。そのため本設計では、原水流入渠に入る前に除塵設備を設けて、目詰まりを防止する。1 段目は、生物接触ろ過池の流入井の出口の 2 ヶ所に設け、2 段目は原水流入水路の原水流入管口（8 ヶ所）に設置するものとする。

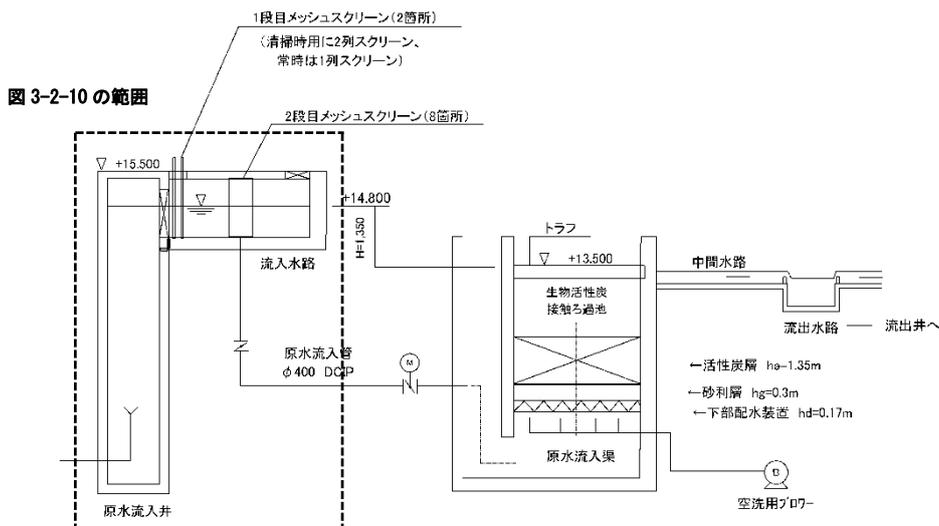


図 3-2-9 浄水処理フロー図

出典：現地調査に基づき調査団作成

- 原水流入方式は、日常の清掃、補修、部品交換や不測の事故等に際して長期間停止することも考慮して、流入井から水路で 2 系統にわけ、水路底板上に設けた原水流入管から各生物接触ろ過池の原水流入渠に流入させる。

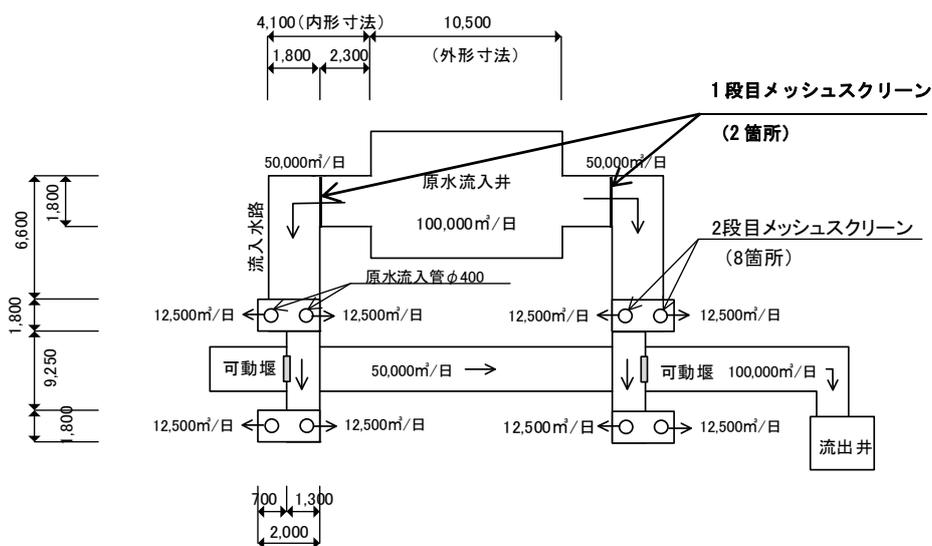


図 3-2-10 原水流入フロー図

出典：現地調査に基づき調査団作成

➤ U-BCF の設計計画

生物処理による水質改善効果は、原水水質、水温等の自然環境に大きく影響されるため、2011年8月から2012年8月にかけて、アンズオン浄水場において実施されたU-BCFの実証プラント実験結果に基づき、U-BCFの施設設計諸元を決定した。

① 水温

好気性処理は20～30℃が最適の水温であり、水温が下がると生物活性が低下し、処理効果は悪くなり、特に、硝化菌は5℃以下では生物活性が著しく低下する。

アンズオン浄水場の原水水温は、図3-2-1に示したとおり、平均25.2℃、最高32.4℃、最低16.2℃となっており、生物活性に与える影響は小さい。

- 水理計算において、水温が影響する項目は、活性炭ろ過層（1.35m）の損失水頭である。
- 水温が高くなると水の密度が小さくなることから、損失水頭が増加する。
- 設計では、浄水場の水位高低に対する安全性を考慮する。
- 原水水温を33℃として計算する。

② 溶存酸素（DO）

原水流入井（着水井）に除塵及び酸素補給用としてブロワを設置し、散気管で曝気する構造とする。

③ 濁度

高濁度が続き、U-BCFの閉塞が早くなった場合は、洗浄期間を短くするか、U-BCFを通過させずにバイパス管を通して沈殿池へ導水する。そのため、バイパス管φ1000mmを設置する。

④ 流芥物や生物の状況

ビンバオ浄水場では以下の状況が発生している。

- ✓ 大小のカワヒバリガイが導水管に発生している。
- ✓ 原水流入管の流量計等にカワヒバリガイが付着し、原水流入管の通水障害を発生させている。

以上の状況より、本プロジェクトでは導水管にエポキシ系樹脂塗装をライニングした管を用い、原水流入水路にステンレス製のスクリーンを2段階に設置する。

2) 設計内容

① 原水流入渠について

原水流入渠は、生物接触ろ過池の最下段に設けるもので、下部集水装置の清掃ができる高さとする。また、原水流入渠内の原水が速やかに排水できるように、排水ピット側に勾配を設ける。排水ピットには、生物接触ろ過池内の逆洗排水用の排水管と、原水流入渠の薬品洗浄を行った時の排水用の薬品排水管を設ける。

② 下部集水装置について

U-BCF は上向流方式のため、原水とともに夾雑物が装置内に流入すると、下部集水装置に目詰まりが生じ、能力が発揮できなくなるおそれがあり、下部集水装置の汚れに特段の配慮を行う必要がある。そのため、下部集水装置は、有孔ブロック方式（多孔板型）とし、原水の均等配分及び洗浄空気の均等配分を行い、損失水頭を小さく、かつ、水圧の均一化を図り、ろ層の洗浄を効果的に行うものとする。

③ 生物接触ろ過池処理水の集水について

生物接触ろ過池の処理水の集水は、ろ過池上部に設けたステンレス製の全幅堰のトラフ(U型)とする。

④ 原水流入渠の掃除用人孔について

最下段の原水流入渠に入る方法として、掃除用人孔を各生物接触ろ過池に2ヶ所設ける。1ヶ所目は、コンクリート構造物の掃除用人孔で、池の外側に設けた立坑の天端からタラップで降りて原水流入渠に入るものである。もう1ヶ所は、管廊内から生物接触ろ過池の壁に設置したφ800の人孔用の配管から原水流入渠に入るものである。

⑤ 洗浄方法について

洗浄周期；1回/2日、洗浄方式；空気洗浄と空気＋水洗浄の2段方式とする。洗浄工程は、容易に変更できる電気計装設備とする。なお、空気洗浄用としてU-BCF管廊内に200A、除塵用空気管として原水流入井の流出口に150Aのステンレス管を使用する。

また、活性炭の展開率（ろ層の上面位置）が確認できるように、各生物接触ろ過池に監視窓を設け、洗浄開始の確認及び判断に用いる。

⑥ 洗浄時の排水管について

洗浄時の排水管は、3種類の排水管で対応し、原水流入渠内の排水ピットへ排水する。

- 生物接触ろ過池排水管：ろ過を停止し、空気洗浄を行う準備として、トラフから50cm～60cm程度水位を下げるための排水管である。
- 生物接触ろ過池抜水管：空気洗浄後のろ層上の洗浄排水を引抜くための配管である。
- 生物接触ろ過池洗浄排水管：空気＋水洗浄による洗浄排水を排水するための洗浄排水管である。

⑦ 洗浄排水の送水先

U-BCFは2日に1回の割合で洗浄工程に入るが、その排水は、天日乾燥床へ排出する。現在、天日乾燥床は面積が400m²のものが6床設置されているが、ADB融資による施設拡張でさらに240m²のものが6床増設される計画となっており、合計面積は3,840m²となる。

U-BCFからの排水に含まれる固形物量は、原水濁度を60NTU、1池あたりの排水量を13.54m³とすると、1池の1回の洗浄につき、 $60\text{NTU} \times 1.3\text{g/m}^3$ （排水濁度の比重） $\times 13.54\text{m}^3 / 1000 = 1.06\text{kg}$

と計算される。全8池をそれぞれ2日に1回の割合で洗浄するので1日あたり $1.06\text{kg} \times 8 / 2 = 4.24\text{kg}$ の固形物が U-BCF から天日乾燥床に排出される計算になる。

ADB 融資による施設拡張では、U-BCF を含まない浄水施設からの1日あたりの固形物排出量を $5,891.6\text{kg}$ と計算しており、また、天日乾燥床のスラッジ負荷の上限値を $80\text{kg}/\text{m}^2$ として天日乾燥床の設計を行っている。U-BCF の設置により天日乾燥床に排出される固形物量は U-BCF からの固形物量と ADB 融資による施設拡張分から排出される固形物量を足すと $5,895.8\text{kg}/\text{日}$ となり、天日乾燥床のスラッジ負荷は $73.68\text{kg}/\text{m}^2$ と計算される。これはスラッジ負荷の上限値 $80\text{kg}/\text{m}^2$ を下回っており、U-BCF からの排水を受け入れる能力を持っているものと判断される。

⑧ 流出水路について

流出水路は、各生物接触ろ過池のトラフから出た処理水の全量を流出井へ送水するものである。

⑨ 流出井について

流出井は、処理水を後段の凝集沈澱池へ送水するための貯留井であり、滞留時間は1.5分以上とする。流出井に設ける配管は、流出管1本、流出井洗浄用排水管1本とする。

⑩ 生物処理の立ち上げ試運転調整

生物膜の形成期間については、草の根技術協力によるアンズオン浄水場の実証プラント実験では、2011年6月23日から実験を開始し、有機物及び溶存マンガンは約1ヶ月後に、アンモニア態窒素は約1.5ヶ月後から除去効果が表れたことから、生物膜の形成に1.5ヶ月から2ヶ月を要すると考えられる。

なお施設の引渡し時には、生物膜が生成した状態で運転を行い、浄水処理効果を発揮していることを確認する必要がある。工事工程の長期化はコストにも影響するため、事業実施工程の検討にあたっては、生物接触ろ過層の製作、活性炭の充てん、通水時期に留意する必要がある。

3) 基本設計条件

(3) 1)~3)に記載の内容を踏まえ、北九州市上下水道局本城浄水場の U-BCF 運転実績を参考にし、アンズオン浄水場の U-BCF における設計条件を表 3-2-8 のとおり設定した。

表 3-2-8 基本設計条件

項目	内容			
1.計画浄水処理量	Q=100,000m ³ /日			
2.設計水位	レ川水位	取水ポンプ動水位	生物接触ろ過池着水井水位	ADB 融資による施設拡張で整備される着水井
	WL+3.0m	WL+25.0m	HWL+14.8m	HWL+11.1m
水理計算は、レ川水位～取水ポンプ～生物接触ろ過池着水井～ADB 融資による施設拡張で整備される着水井間を満足するものとする。				

項目	内容
3.生物接触ろ過池 基本条件	<p>① 空間速度 : $SV = 10 \text{ 1/時} = 0.167 \text{ 1/分}$ ② 接触時間 : $1/SV = 6 \text{ 分}$ ③ 線速度 : $LV = SV \times H = 10 \times 1.35 = 13.5 \text{ m/時} = 324 \text{ m/日}$ ④ ろ層厚 : $H = 1.35 \text{ m}$ ⑤ 処理水量 : $Q = 100,000 \text{ m}^3 / \text{日}$ ⑥ ろ過面積 : $A = Q/LV = 100,000 \div 324 \text{ m/日} = 309 \text{ m}^2$ ⑦ 池数 : $n = 8 \text{ 池}$ (予備池なし) ⑧ 1池当り処理水量 : $q = 12,500 \text{ m}^3 / \text{日}$ ⑨ 1池当りろ過面積 : $A' = 309 \text{ m}^2 \div 8 \text{ 池} = 38.6 \text{ m}^2 / \text{池}$ ⑩ 充填ろ材 (粒状活性炭) 容量 : ④と⑥より $1.35 \text{ m} \times 309 \text{ m}^2 = 417 \text{ m}^3 \div 2 = 208.5 \text{ m}^3$ ⑪ 構造 : RC造り</p>
4.生物接触ろ過池 詳細条件	<p>① 着水井から各ろ過槽への導水方法 開水路+配管 (DIP) ② 下部集水装置 ・ ステンレス製の配水板とする。 ・ 配水装置の掃除のため、人が入れる構造とする。 ・ 空気管、圧力管を設置。 ・ 自由表面 (空気抜き管) を取る。 ③ 砂利層 ・ 層厚 : 300 mm 粒径 $\phi 2 \sim 4 \text{ mm}$ 層厚 75mm 粒径 $\phi 4 \sim 7 \text{ mm}$ 〃 粒径 $\phi 7 \sim 12 \text{ mm}$ 〃 粒径 $\phi 12 \sim 20 \text{ mm}$ 〃 ④ 活性炭層 ・ 層厚 : 1350mm ・ 有効径 : 0.4~0.5mm ・ 均等係数 : 1.4 ・ 比重 : 2.0 ⑤ トラフ ・ 材質 : SUS 製 ・ 位置 : 水理計算より算出 ・ 延長 : 〃 ⑥ 着水井のオーバーフロー水は流出井へ送る。 ⑦ 除塵装置 : 2段スクリーン ⑧ 逆洗排水 ($Q = 12.5 \text{ m}^3 / \text{分} \times 15 \text{ 分} = 187.5 \text{ m}^3 \div 2 = 93.75 \text{ m}^3 / \text{回}$) は天日乾燥床へ送る。 ⑨ 計画地盤高 ・ 現況地盤高 GL+4.5m ・ 計画地盤高 GL+7.2mとGL+4.5m ・ 法面勾配 1:1.2</p>
5.建設場所	生物接触ろ過池は、原水調整池の南側の一部を埋立て建設する。
6.地盤	基礎地盤 (N値 47,49) は現地盤 (GL+4.5m) から約-44m~-45.0mの位置にあり、その間は粘土、砂質で構成されており、粘土のN値は 1~8 程度となっている。
7.基礎地盤	構造物底盤から基礎地盤までの距離が約 45mあり、杭基礎となる。

出典：現地調査に基づき調査団作成

(4) 場内配管

U-BCFから薬品混和池までの配管φ1000mmについては、ADB融資による施設拡張が完成した後、撤去されるため、仮設管と位置づけ、材料費及び工事費の安い鋼管を使用する。

【場内配管掘削時の湧水量について】

地中締切における湧水量は、底面のみから揚水する場合、以下の式によって表される。

$$Q (\text{m}^3/\text{h}) = 4 k r_0 H_0$$

k: 透水係数 (m/h)

r_0 : 掘削範囲の換算半径 (m)

H_0 : 地中静水位と底面の高さの差 (m)

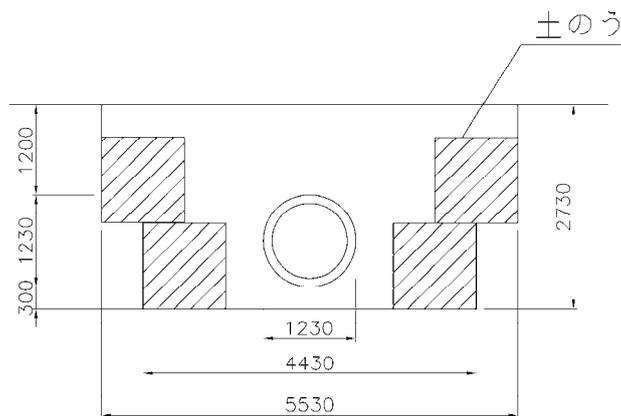


図 3-2-11 配管掘削標準断面

出典：調査団作成

場内配管工事において一度に掘削できる長さの限度は20mと設定し、掘削幅を2.0mとすると締切延長は $20 \times 2 + 2.0 \times 2 = 44\text{m}$ となる。この掘削範囲の換算半径は

$$2 \pi r_0 = 44$$

$r_0 = 7.0\text{m}$ となる。

透水係数については、地盤調査で実施した透水係数試験の結果から

$$k = 4.62 \times 10^{-7} \text{ cm/s} (= 1.66 \times 10^{-5} \text{ m/h}) \text{を用いる。}$$

地下水位は2014年8月の地盤調査では地表面から約1.0mの深さにあることがわかったが、水道公社ならびに現地地盤調査会社への聞き取りの結果、場内配管工事が予定されている12月から4月ごろは乾季であり、例年8月と比較して50~70cmほど地下水位が低下することが判明した。

したがって地中静水位を地表面から1.5mの深さとし、掘削底面の深さが2.8mであるから

$$H_0 = 2.8 - 1.5 = 1.3\text{m} \text{となる。}$$

したがって、湧水量は $Q = 4 \times 1.66 \times 10^{-5} \times 7.0 \times 1.3 = 6.04 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{h} = 1.45 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{d}$ と計算され、非常に微量であることから、排水ポンプによる排水を行わず、地下水量が多く、作業に支障を来たす場合は必要に応じて釜場排水工法等により掘削部の排水を行う必要がある。

(5) 電気室建屋

電気室建屋については、ジオテキスタイルによる補強土上に直接基礎形式で築造する。
ジオテキスタイルによる補強土の検討は以下のとおりである。

「ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル」(土木研究センター)に基づいてジオテキスタイルの設計を行う。

ジオテキスタイル補強土の支持力度計算式

$$qd = \alpha \cdot C \cdot Nc + 2T \cdot \sin\theta / B + T \cdot Nq / r + \gamma \cdot Df \cdot Nq$$

α : 地盤の形状係数

C : 地盤の粘着力

Nc : 支持力係数

T : ジオテキスタイルの引張強度

B : 土の敷均し時の施工機械載荷幅

Nq : 支持力係数

r : 敷均し時の地盤の変形を近似円とみなしたときの半径

θ : 敷均し時の変形した地盤と水平面のなす角度

γ : 地盤の単位体積重量

Df : 地盤のめり込み量

ジオテキスタイルを敷設する池底近辺の土の N 値を $N=1$ として、次の値を採用する。

$$C = 6.25 \text{ kN/m}^2$$

$$Nc = 5.4$$

$$Nq = 1.1$$

第 1 項は地盤の持つ支持力度を表すため、池底の土が過去に受けていた最大荷重として、厚さ 4m 分の土の重量を加算する。土の単位体積重量は 18kN/m^3 として計算する。

r, θ, Df は以下の式より求める。なお、埋め立て土の 1 層目の巻き出し厚さ $H=0.3\text{m}$ として計算する。

$$r = 0.125 \cdot C + 1.909 = 2.69 \text{ m}$$

$$\theta = -2.954 \cdot C + 36.220 = 17.75^\circ$$

$$Df = (-0.054 \cdot C + 0.77)H = 0.12 \text{ m}$$

また、積算においては $T=150\text{kN/m}$ 程度の引張強度を有するジオテキスタイルを使用する計画としたため、 $T=150\text{kN/m}$ として計算する。

したがって、補強土の支持力度は、以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} qd &= 2/3 \times 6.25 \times 5.4 + 18 \times 4 + 2 \times 150 \times 0.304 / 3.6 + 150 \times 1.1 / 2.69 + 18 \times 0.12 \times 1.1 \\ &= 183.5 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

盛土と電気室建屋の 1m^2 あたりの重量($4,731\text{ kN} / 125.13\text{m}^2 = 37.8\text{kN/m}^2$)に安全係数 1.3 を乗じる。
したがって、安全係数を乗じたジオテキスタイル補強土が支持する 1m^2 あたりの荷重は
$$N = (18 \times 4 + 37.8) \times 1.3 = 142.74\text{ kN/m}^2$$

となり、 $q_d > N$ であるので、電気室建屋はジオテキスタイル補強土により支持される。

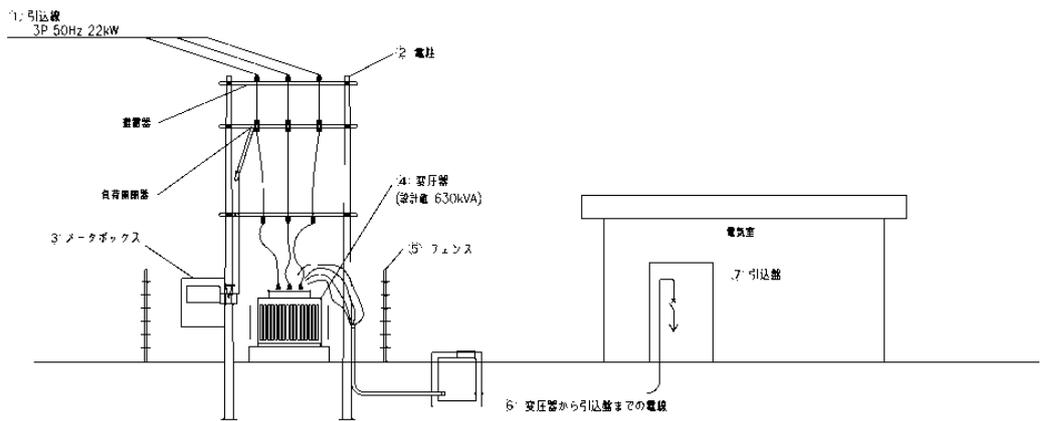
(6) 電気設備

1) 受配電設備

アンズオン浄水場側では、U-BCF 横に電気棟を新たに建設し、同建屋内に U-BCF 関連機器用の受配電設備を設置する。具体的な機器構成としては、引込盤、低圧主幹盤、モータ・コントロールセンタ、空気洗浄用ブロインバータ盤、PLC (Programmable Logic Controller 制御装置) 盤、UPS (Uninterruptible Power Supply 無停電電源装置) を設ける構成とする。なお、受電容量としては U-BCF 施設運用に要する容量を対象とし、ハイフォン市水道公社の負担により電気棟近辺に新たに 100kVA の変圧器を 1 台設置する。

クワンビン取水ポンプ場側においても、敷地内に新たに電気棟を建設し、同建屋内に受配電設備を設置することとする。受配電設備は、本プロジェクトにて導入する取水ポンプ ($160\text{kW} \times 4$ 台) および流用する既存の取水ポンプ ($90\text{kW} \times 3$ 台) を含む、取水ポンプ場全体への給電を行えるものとする。受電容量としては、既設の変圧器 (750kVA) では容量が不足するため、 1000kVA の変圧器に取り替える計画とする。具体的な機器構成としては、モータ・コントロールセンタ、取水ポンプインバータ盤、PLC 盤、UPS 盤を設ける構成とする。

なお、変圧器設置に係る電力会社への工事費支払については、ハイフォン市水道公社の負担とする。電力会社による工事について、水道公社と確認した施工および費用負担区分を図 3-2-12 に示す。



		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
費用	無償資金協力						○	○
	ハイフォン市水道公社	○	○	○	○	○		
材料提供	無償資金協力						○	○
	ハイフォン市水道公社	○	○	○	○	○		
建設	無償資金協力						○	○
	ハイフォン市水道公社	○	○	○	○	○		
維持管理	無償資金協力						○	○
	ハイフォン市水道公社	○	○	○	○	○		

EVN Hai Phong : Electrical of VietNam in Hai Phong ハイフォン市ベトナム電力総公社
図 3-2-12 電力会社工事に係る施工および費用負担区分

出典：現地調査に基づき調査団作成

2) 計装設備

アンズオン浄水場側では、U-BCFの適切な運転管理に要する指標を得るため、以下の計装設備を設置する。

- ▶ 着水井水位計：1台
- ▶ ブロワ風量計：1台
- ▶ 生物接触ろ過池流入流量計：各生物接触ろ過池に設置（計8台）
- ▶ 損失水頭計：各生物接触ろ過池に設置（計8台）

クワンビン取水ポンプ場側には、取水流量計と河川水位計を1台ずつ設置する。

3) 監視制御設備

U-BCF専用の監視制御システムとして、SCADA（Supervisory Control And Data Acquisition）システムをアンズオン浄水場に導入する。電気棟内にはオペレーターが常駐するためのオペレーター室を設け、同室内にSCADA設備を設置する。

オペレーターはコンピュータのモニターを通じて、計装設備の計測値や負荷の運転信号、故障信号等を監視できる他、洗浄工程に係る各種設定値の変更等も可能である。またモニターでは、取水ポンプ場側の計測値や運転信号等も監視できるものとする。

なお、アンズオン浄水場内には浄水場施設全体の監視を目的とした中央監視室があり、今回導入する監視制御システムとは別に、既存の中央監視システムが稼働している。U-BCF施設を導入するにあたり、既存システムの改造も検討したが、以下の理由により本プロジェクトでの同設備の改造工事は行わない方針とした。

- ▶ 今回設置するオペレーター室にも、24時間体制でオペレーターが常駐する予定であること。
- ▶ 近年中にADB融資による施設拡張工事が予定されており、同工事に伴い、システム上のフロー図等も大きく変更されることが予想される。仮に本プロジェクトにて既存の中央監視システムを改造したとしても、その後短期間で再度大幅な変更が施されてしまう見込みであり、無償資金協力事業の成果とその継続性という点において好ましくない。
- ▶ 既存の中央監視システムはアンズオン浄水場のみならず、水道公社の本庁舎および市内の他施設にも一斉に導入された設備である。また同設備は、インターネット回線を介して本庁舎の監視システムに集約、連動する構成となっているため（2-1-4(2)13参照）、改造工事に際してはアンズオン浄水場外の設備への影響も生じることとなる。このため、経済面、運用面から考慮しても、短期間に複数回の改造工事が繰り返されることは好ましくない。

これらの事情を踏まえ、U-BCF施設の既存中央監視システムへの反映については、ADB融資による施設拡張プロジェクトへの提言事項とする。

4) 自家発電設備導入の検討

現状、アンズオン浄水場およびクワンビン取水ポンプ場のどちらにも自家発電設備は設けられていない。

仮にアンズオン浄水場が停電となった場合は、浄水場全体の浄水処理工程が停止してしまうが、アンズオン浄水場では停電が頻発していないこと、電力会社より優先的に電気が供給されていることから、本プロジェクトでの自家発電設備の追加は不要と考えられる。

一方、クワンビン取水ポンプ場については、停電となった場合、U-BCFへ直接導水する系統及び原水調整池へ導水する2系統ともに導水出来なくなる。

しかし、U-BCFを介さずに、原水調整池内の貯溜水を直接、薬品混和池へ送り、現状の薬品処理によりアンモニア態窒素を除去することで浄水場の運転は継続することが可能である。

また、U-BCFへの導水が止まり、浄水処理ができなくなった場合でも北九州市上下水道局本城浄水場の運用実績として、半日以上待機状態となっていたU-BCFにおいても、活性炭の処理性能(処理水質)の低下は見られず、運転には支障を生じていない。

加えて、点検・メンテナンスによって3日間程度運用を停止していたU-BCFにおいても、水質項目によって復帰時間に差異は生じるものの、概ね1~2日以内には通常の処理能力に回復している。

よって、停電によるU-BCFの運転への影響は少ないと考えられることから、本プロジェクトでは自家発電設備は設けない方針とする。

ただし、将来浄水場が200,000m³/日規模に拡張し、原水調整池の埋め立てによってさらに100,000m³/日のU-BCFの増設を行う場合には、浄水場全体としての貯溜時間が短縮されることに伴い、安定的な給水サービスを行う上で支障が出てくる可能性がある。

よって、クワンビン取水ポンプ場側の停電頻度が多い現状を踏まえると(表2-2-1参照)、将来U-BCFの増設を行う際には、取水場側に自家発電設備を設ける等の対策を検討することを推奨する。

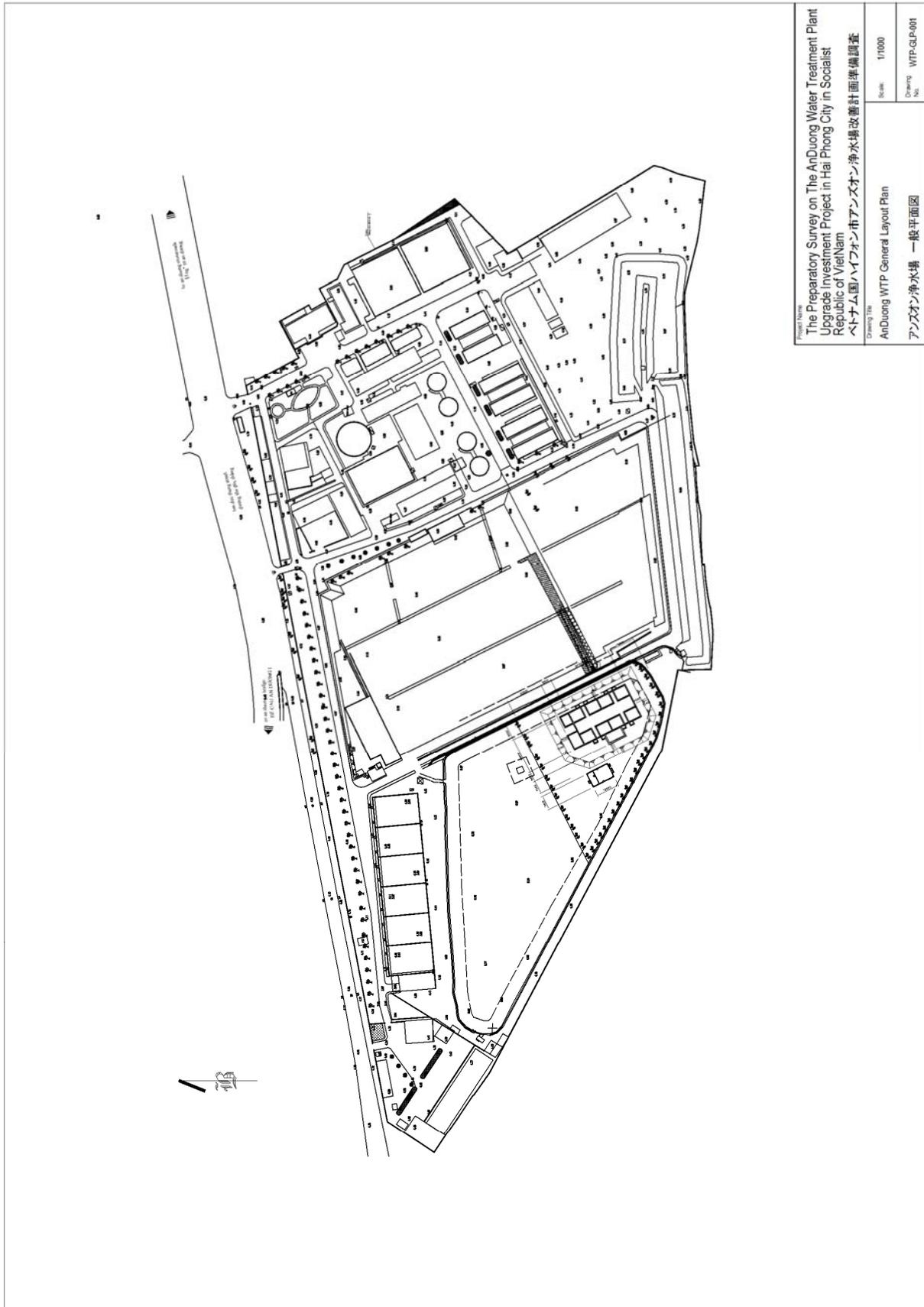
3-2-3 概略設計図

本計画における概略設計図の一覧表は表 3-2-9 に示すとおりである。

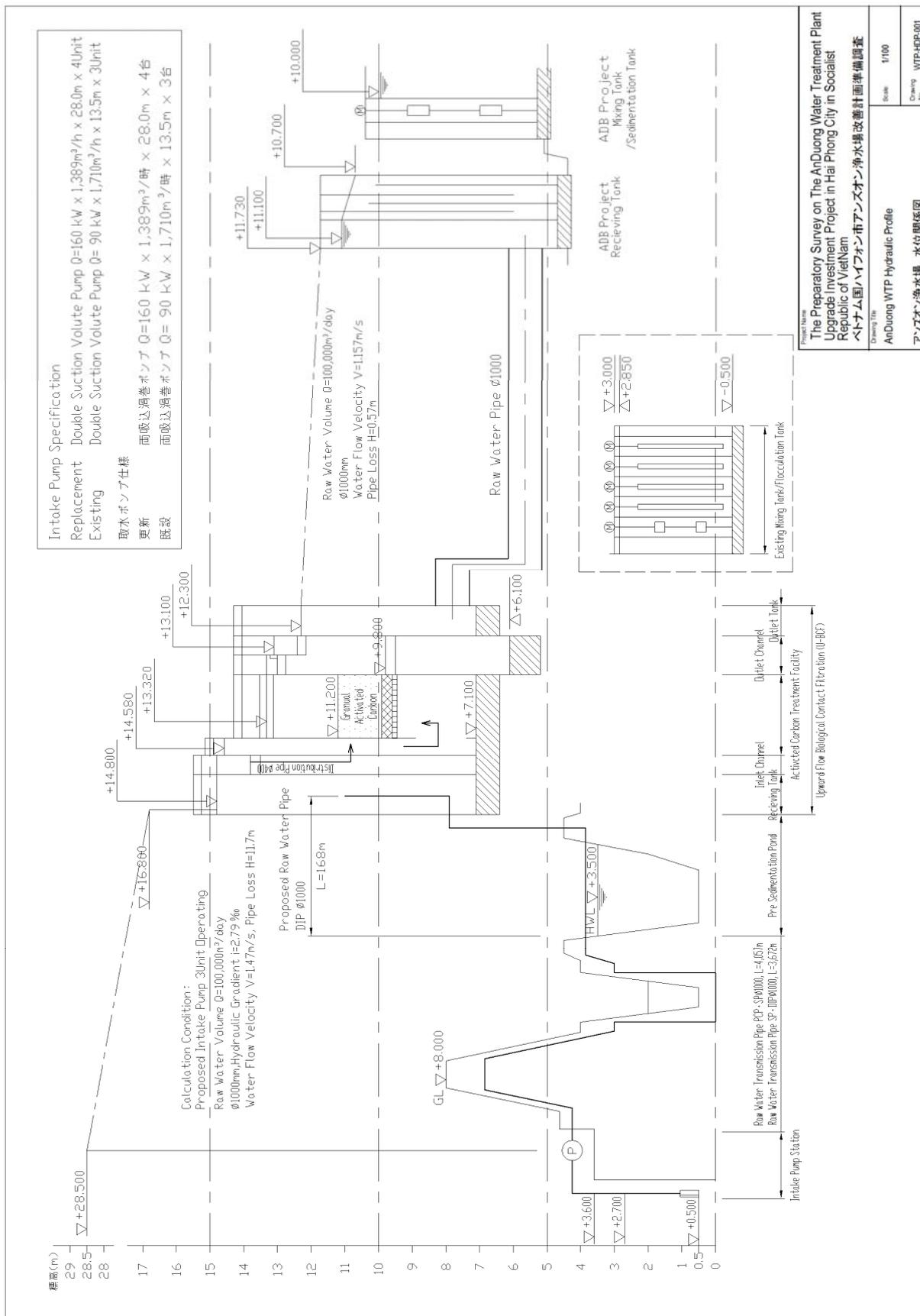
表 3-2-9 概略設計図一覧表

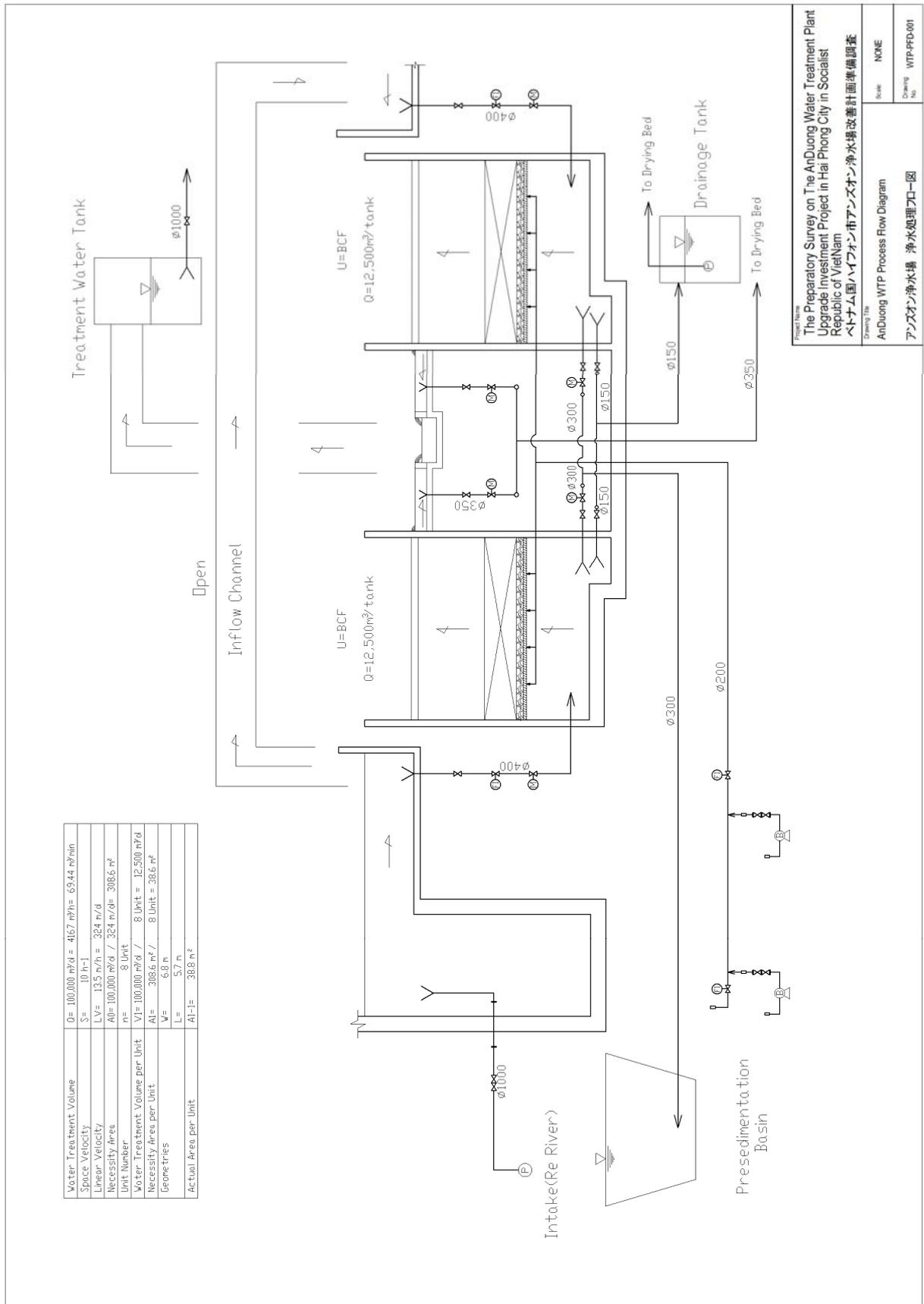
整理番号	図面番号	図面名称	縮尺
001	WTP-GLP-001	アンズオン浄水場 一般平面図	1/1000
002	WTP-HDP-001	アンズオン浄水場 水位関係図	1/100
003	WTP-PFD-001	アンズオン浄水場 浄水処理フロー図	NONE
004	WTP-MFD-001	アンズオン浄水場 機械フロー図	NONE
005	WTP-RGP-001	アンズオン浄水場 原水調整池埋立 一般平面図	NONE
006	WTP-RCS-001	アンズオン浄水場 原水調整池埋立 断面図	NONE
007	WTP-PLP-001	U-BCF 杭伏図	1/200
008	WTP-TFP-001	U-BCF 屋上平面図	1/200
009	WTP-SFP-001	U-BCF 2F 平面図	1/200
010	WTP-FFP-001	U-BCF 1F 平面図	1/200
011	WTP-CRS-001	U-BCF 断面図(1)	1/200
012	WTP-CRS-002	U-BCF 断面図(2)	1/200
013	WTP-CRS-003	U-BCF 断面図(3)	1/200
014	WTP-CRS-004	U-BCF 断面図(4)	1/200
015	WTP-GLP-001	アンズオン浄水場 場内配管 一般平面図	1/1000
016	WTP-DLP-001	アンズオン浄水場 場内配管 詳細図(1)	1/250
017	WTP-DLP-002	アンズオン浄水場 場内配管 詳細図(2)	1/250
018	WTP-DLP-003	アンズオン浄水場 場内配管 詳細図(3)	1/250
019	WTP-DLP-004	アンズオン浄水場 場内配管 詳細図(4)	1/250
020	WTP-ELR-001	U-BCF 電気室 平断面図	1/200
021	WTP-IFD-001	アンズオン浄水場 計装フロー図	1/200
022	WTP-SLD-001	アンズオン浄水場 単線結線図(1)	NONE
023	WTP-SLD-002	アンズオン浄水場 単線結線図(2)	NONE
024	WIF-GLP-001	クワンビン取水場 一般平面図	1/200
025	WIF-SLD-001	クワンビン取水場 単線結線図	NONE
026	WTF-ELR-001	クワンビン取水場 電気室平断面図	1/200

出典：現地調査に基づき調査団作成



Project Name The Preparatory Survey on The An Duong Water Treatment Plant Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist Republic of Viet Nam ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査	
Drawing Title An Duong WTP General Layout Plan アンズオン浄水場 一般平面図	Scale 1/1000
Drawing No. WTP-GLP-001	



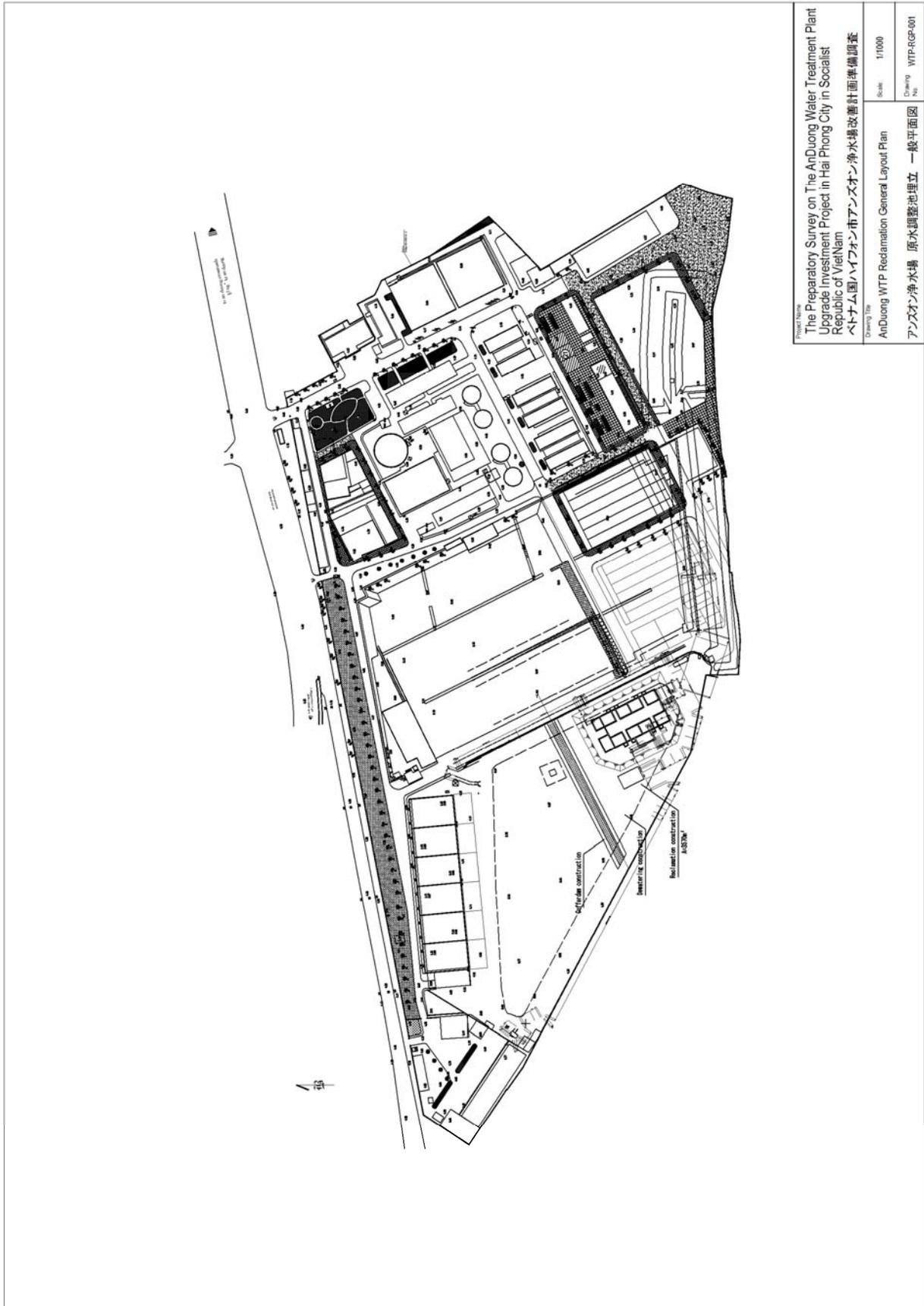


Project Name
The Preparatory Survey on The An Duong Water Treatment Plant Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist Republic of Viet Nam
ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査

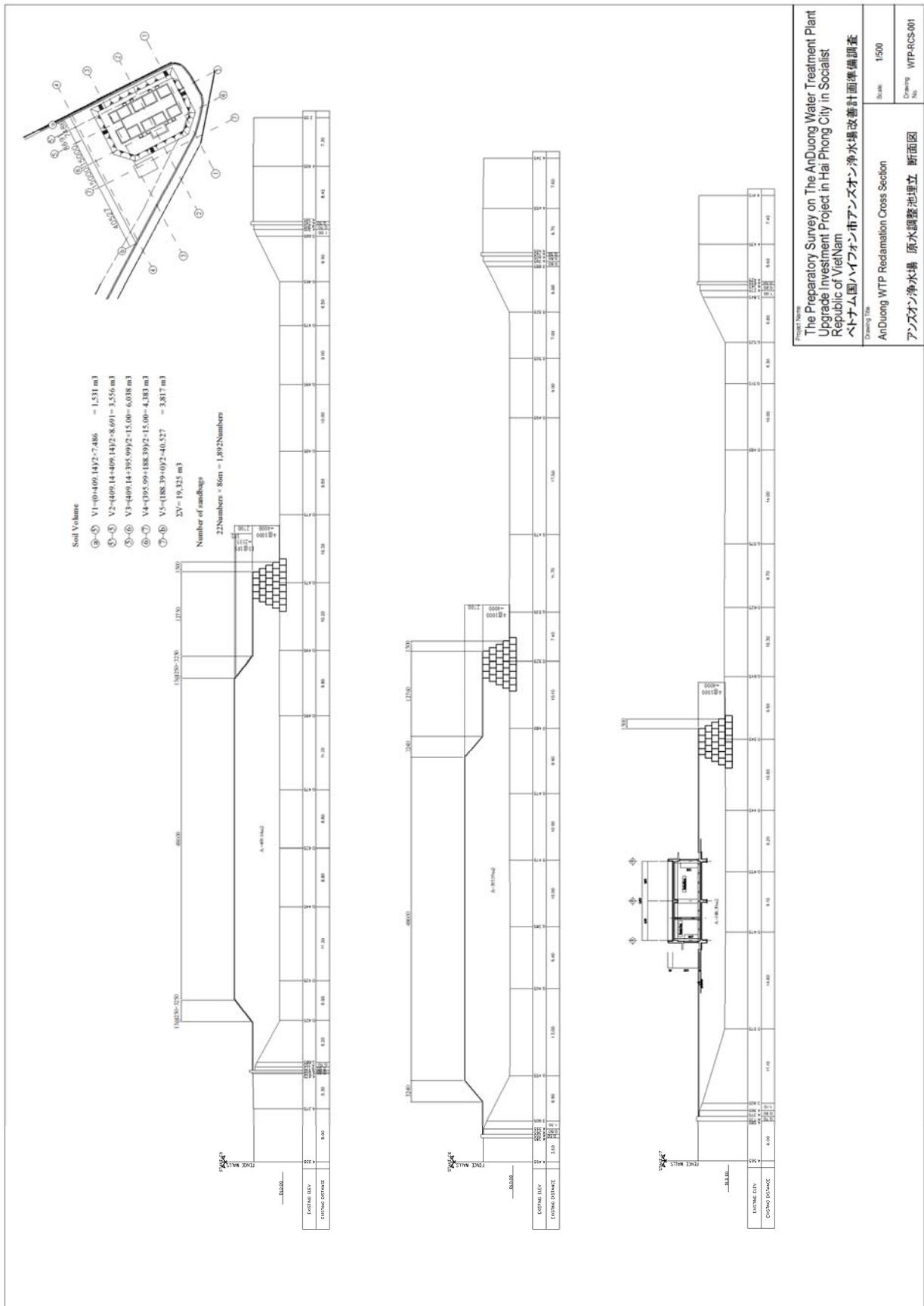
Drawing Title
An Duong WTP Process Flow Diagram
アンズオン浄水場 浄水処理フロー図

Scale
NONE

Drawing No.
WTP-PFD-001



Project Name	The Preparatory Survey on The An Duong Water Treatment Plant Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist Republic of Viet Nam
Project Title	ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査
Drawing Title	An Duong WTP Reclamation General Layout Plan
Scale	1:11000
Drawing No.	WTP-RGP-001

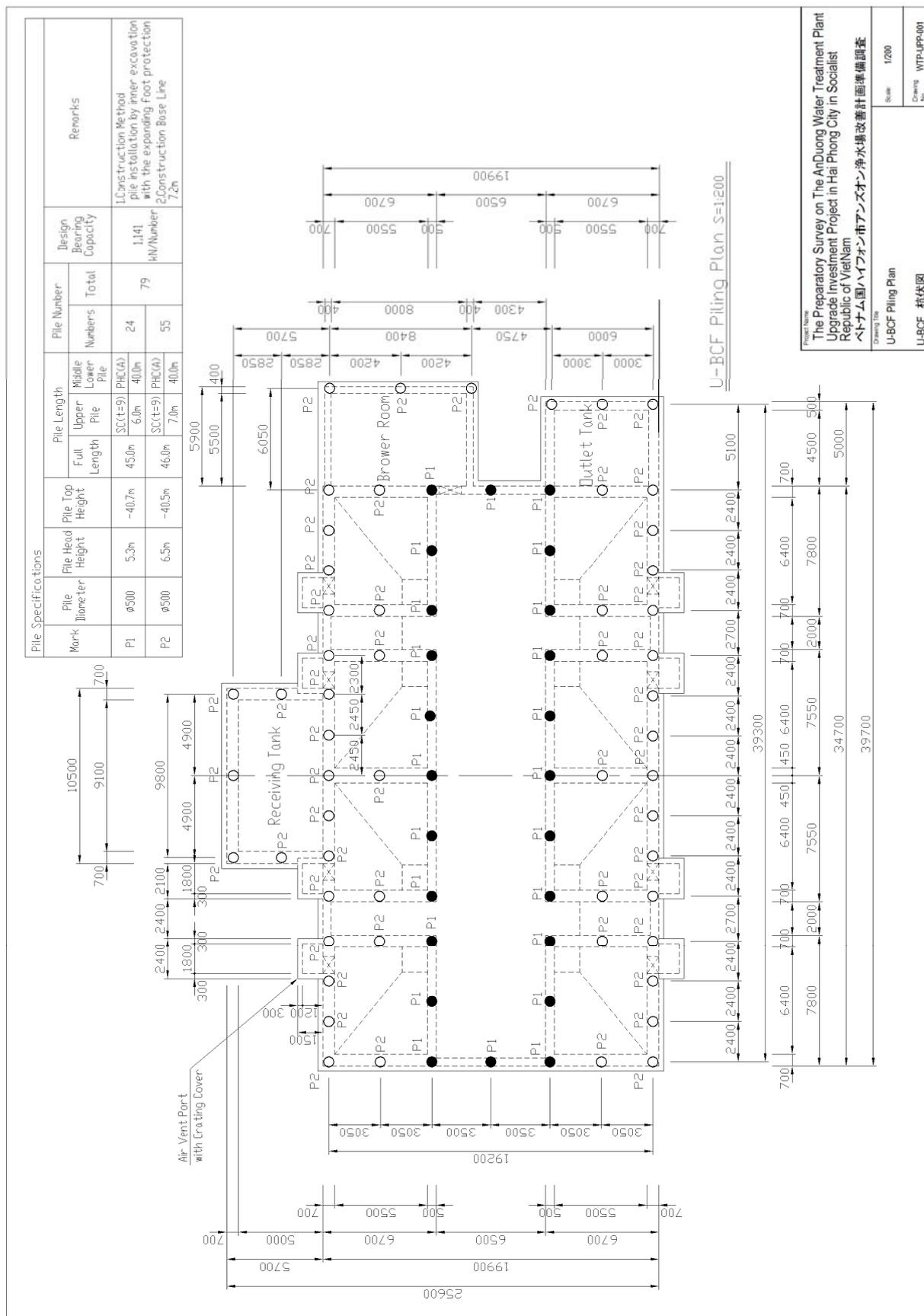


Project Name
The Preparatory Survey on The AnDuong Water Treatment Plant
Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist
Republic of VietNam
ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査

Drawing Title
AnDuong WTP Reclamation Cross Section
アンズオン浄水場 原水調整池埋立 断面図

Scale
1/500

Drawing No.
WTP-RCS-001

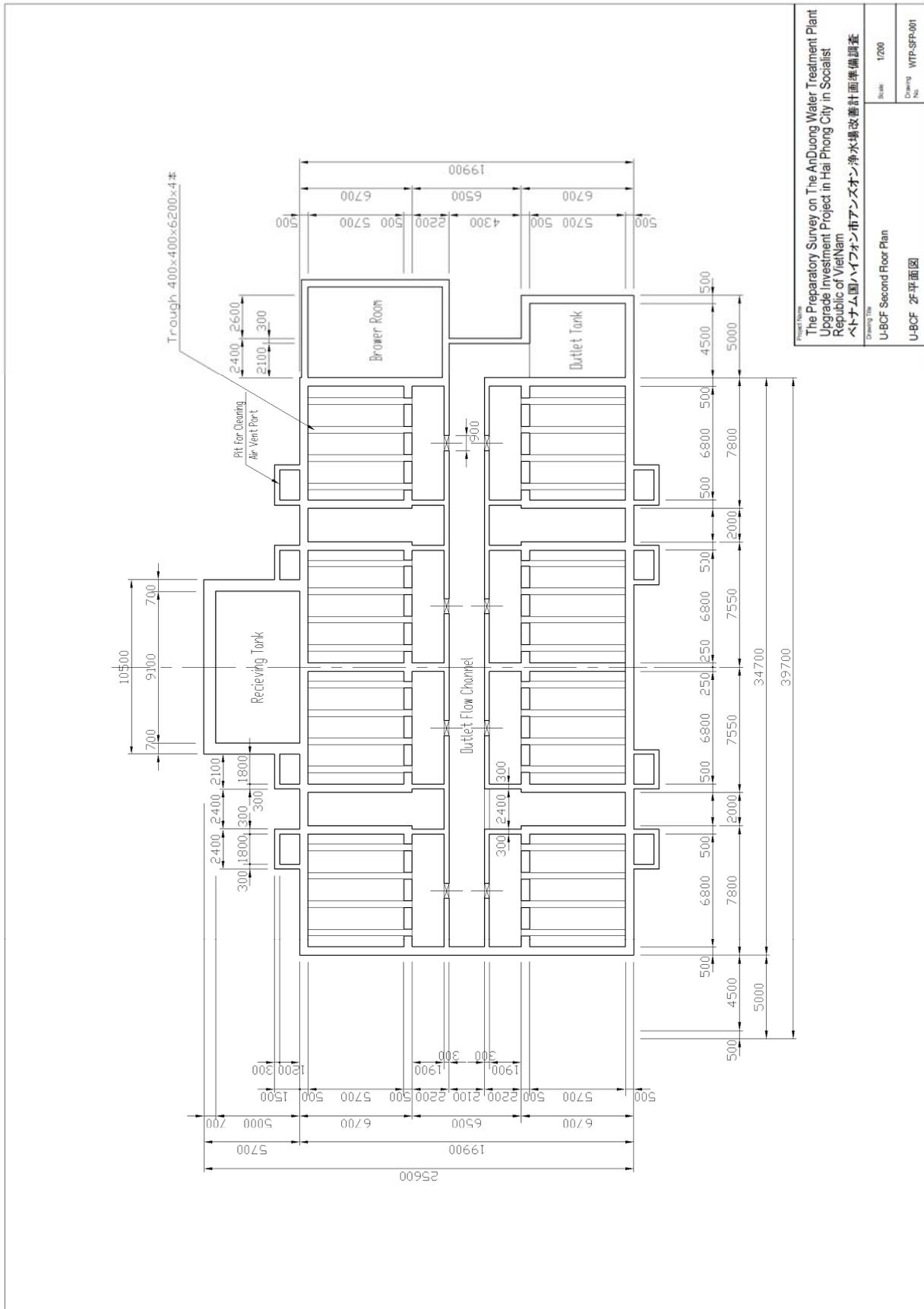


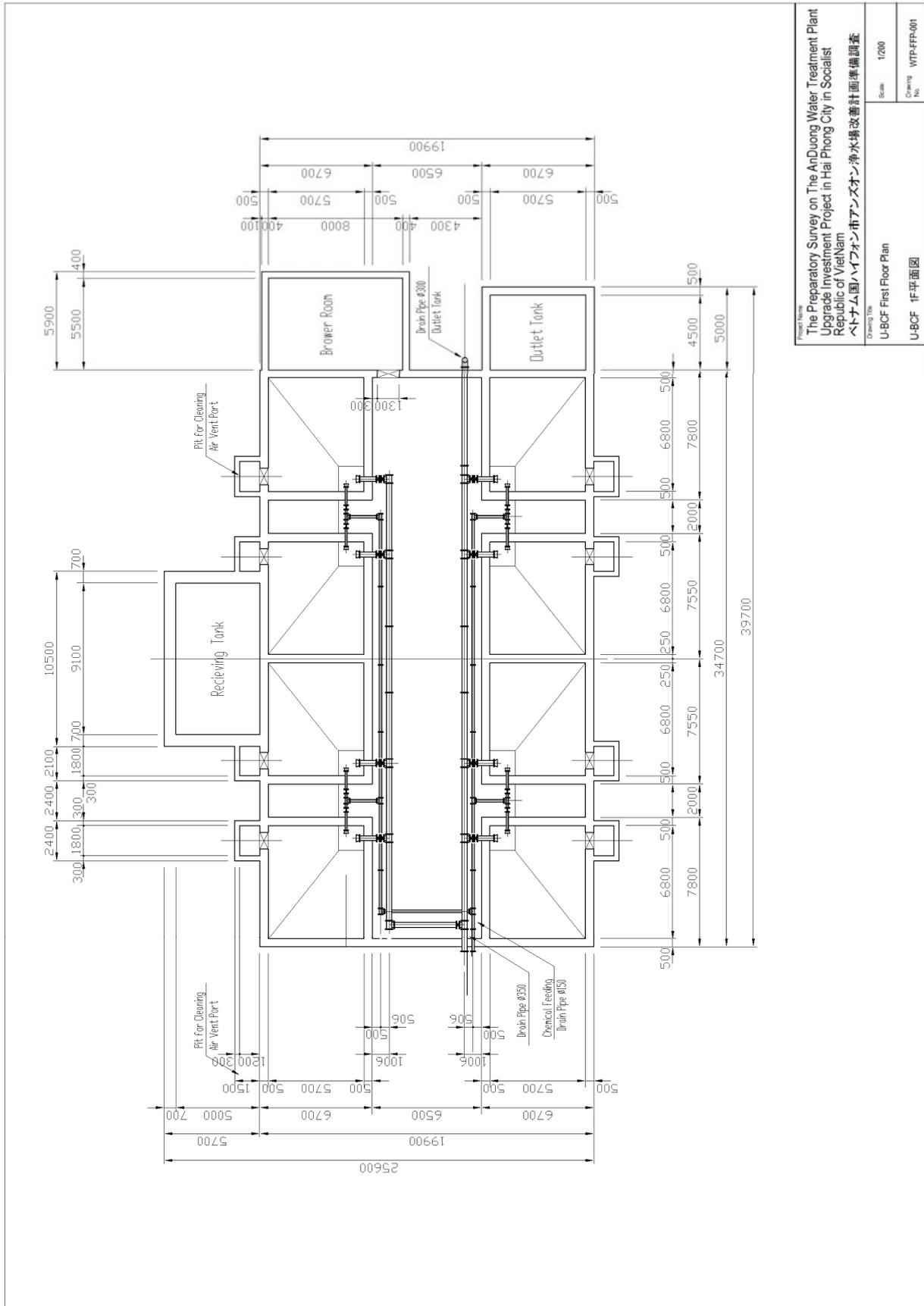
Project Name
The Preparatory Survey on The AnDuong Water Treatment Plant Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist Republic of VietNam
ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査

Drawing Title
U-BCF Piling Plan
U-BCF 杭状図

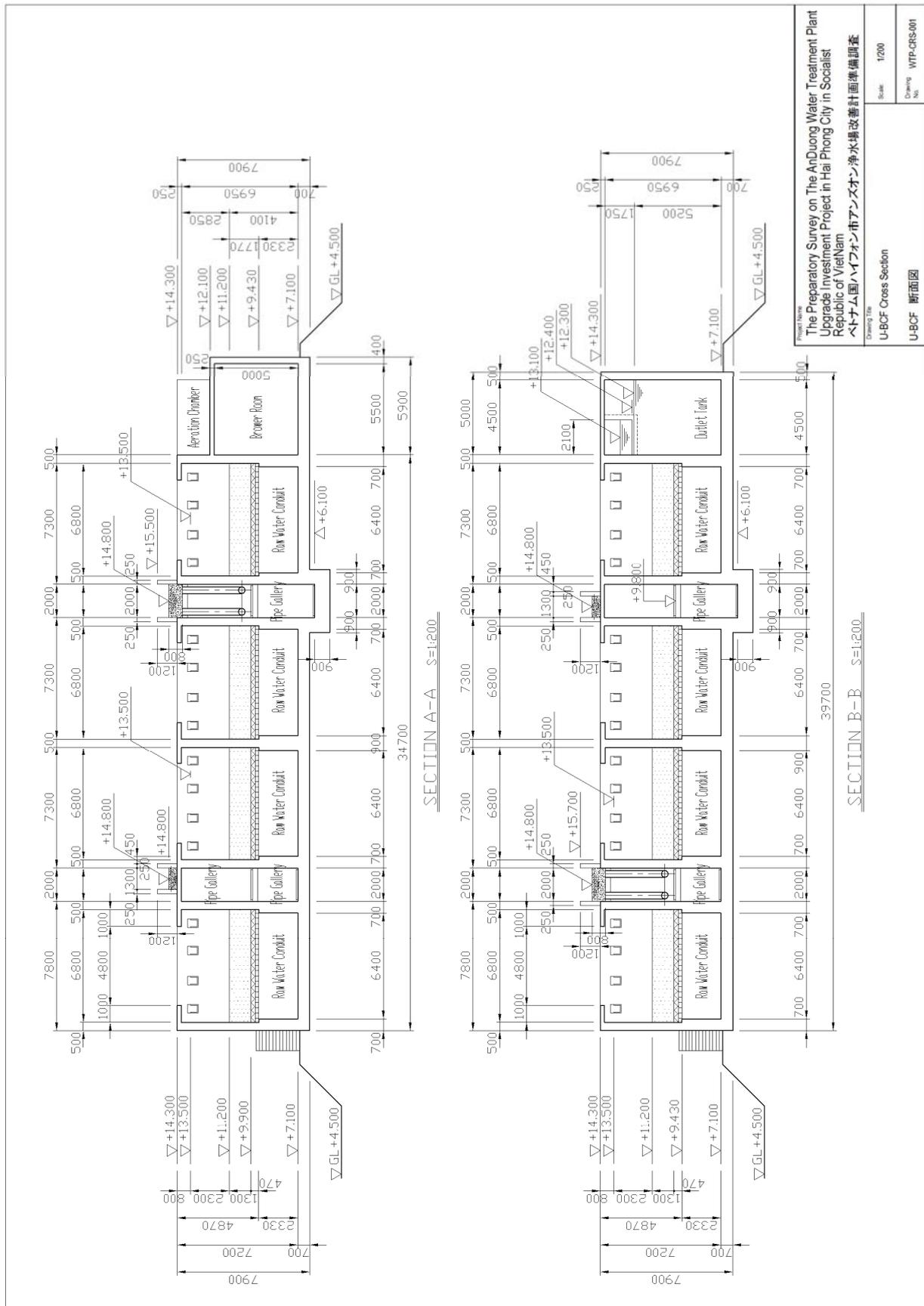
Scale
1:200

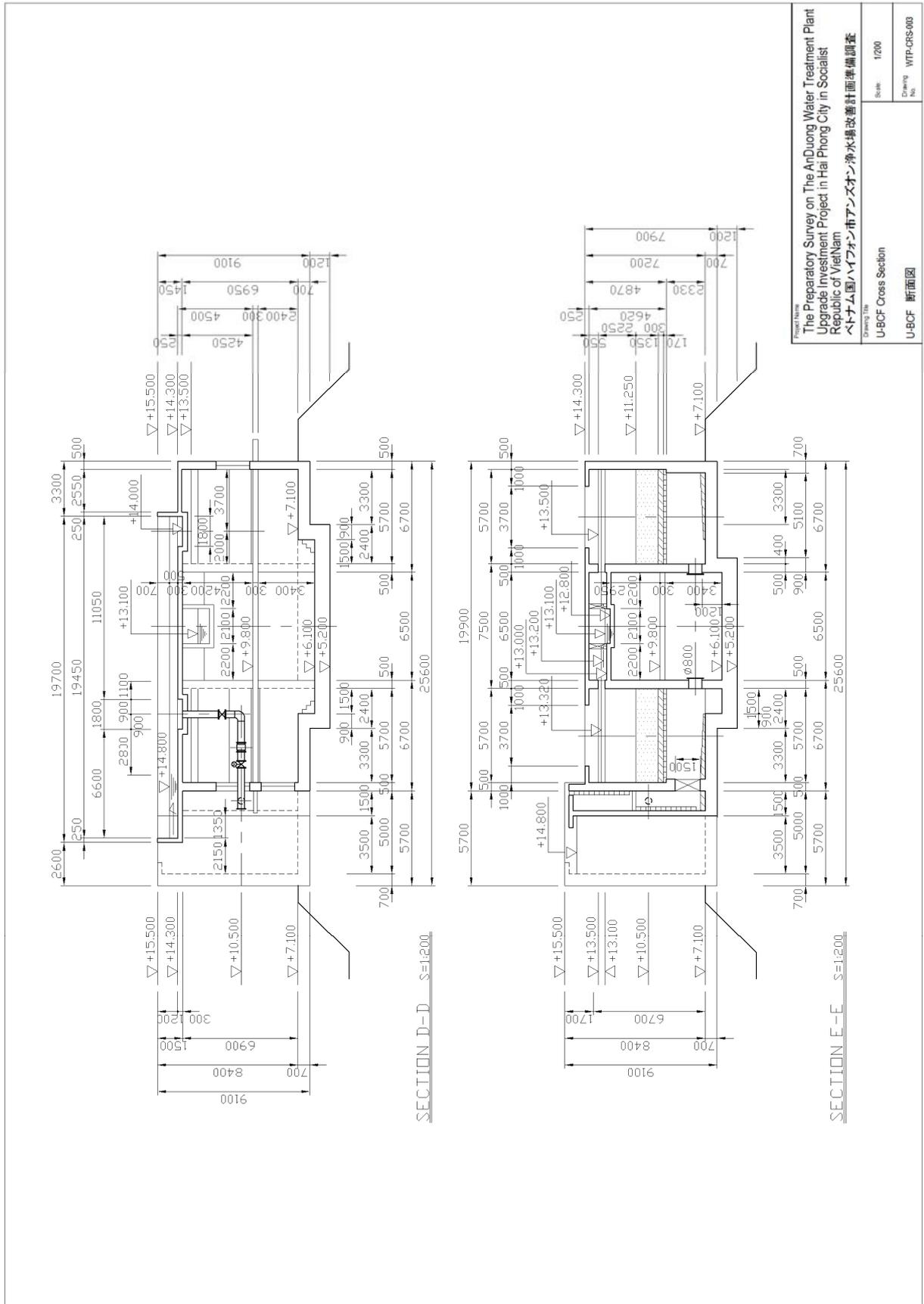
Drawing No.
WFP-JPP-001

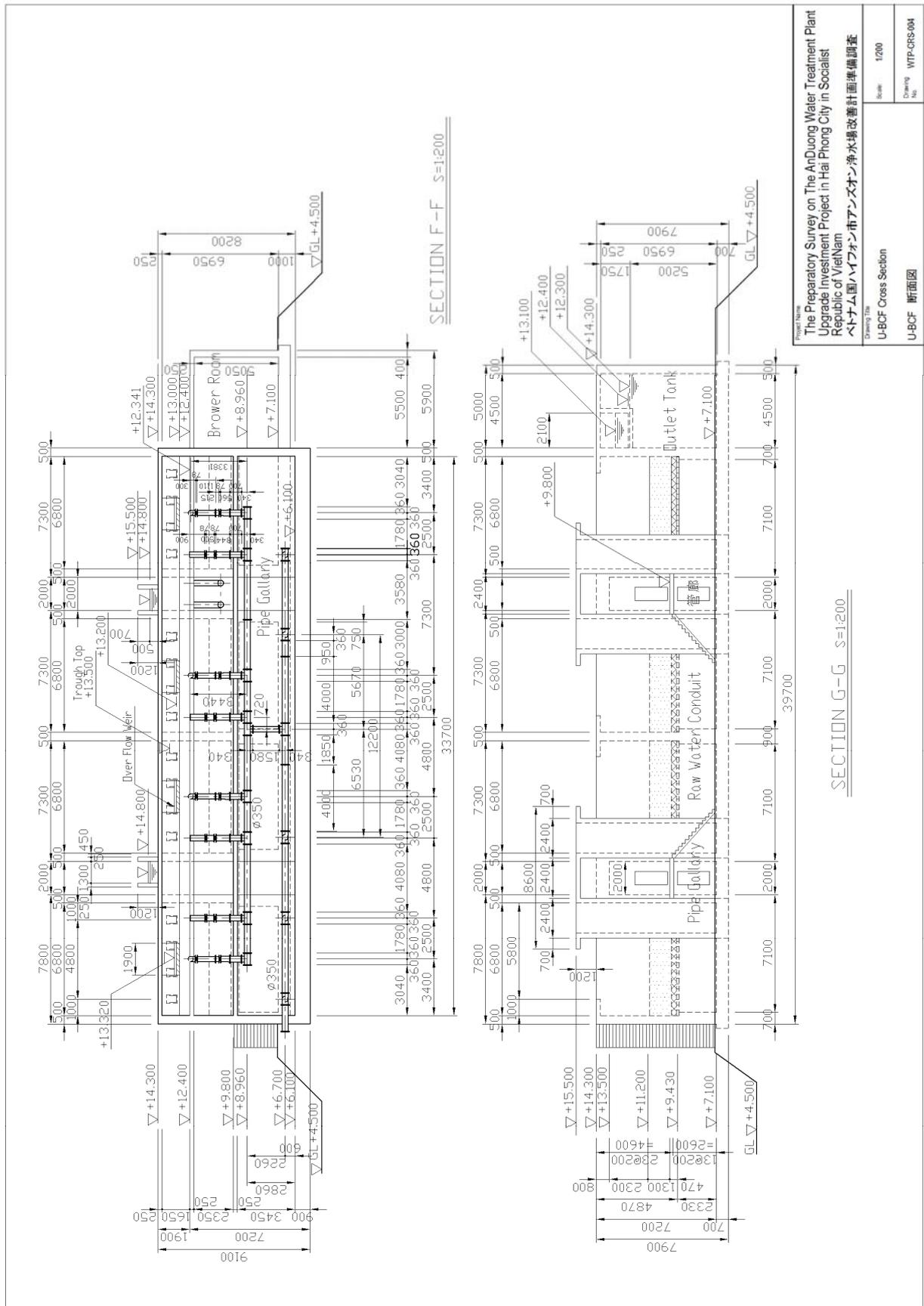


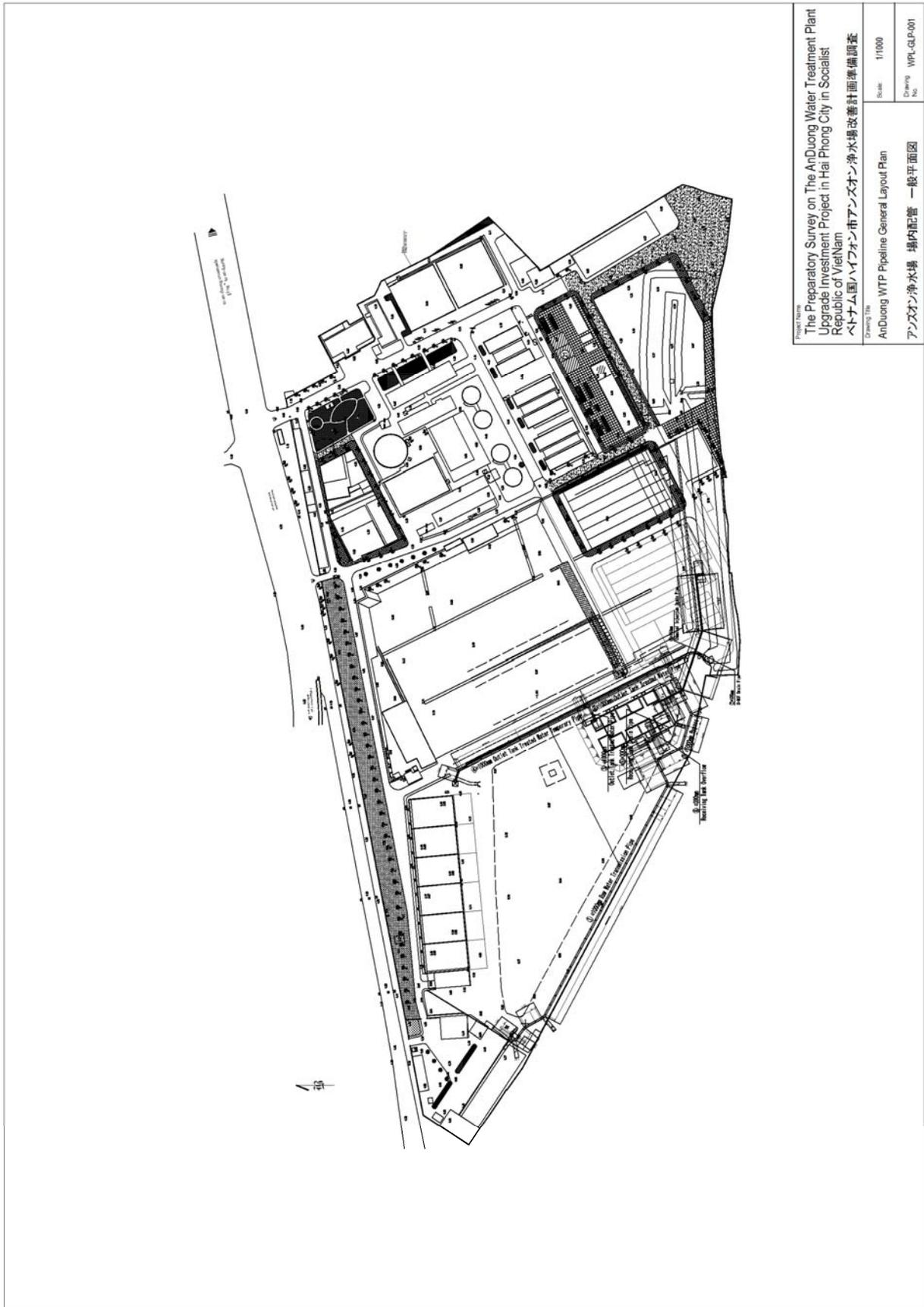


Project Name The Preparatory Survey on The An Duong Water Treatment Plant Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist Republic of Viet Nam ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査	
Drawing No. U-BCF 1F平面図	Scale 1:200
Drawing No. WTP-FFP-001	

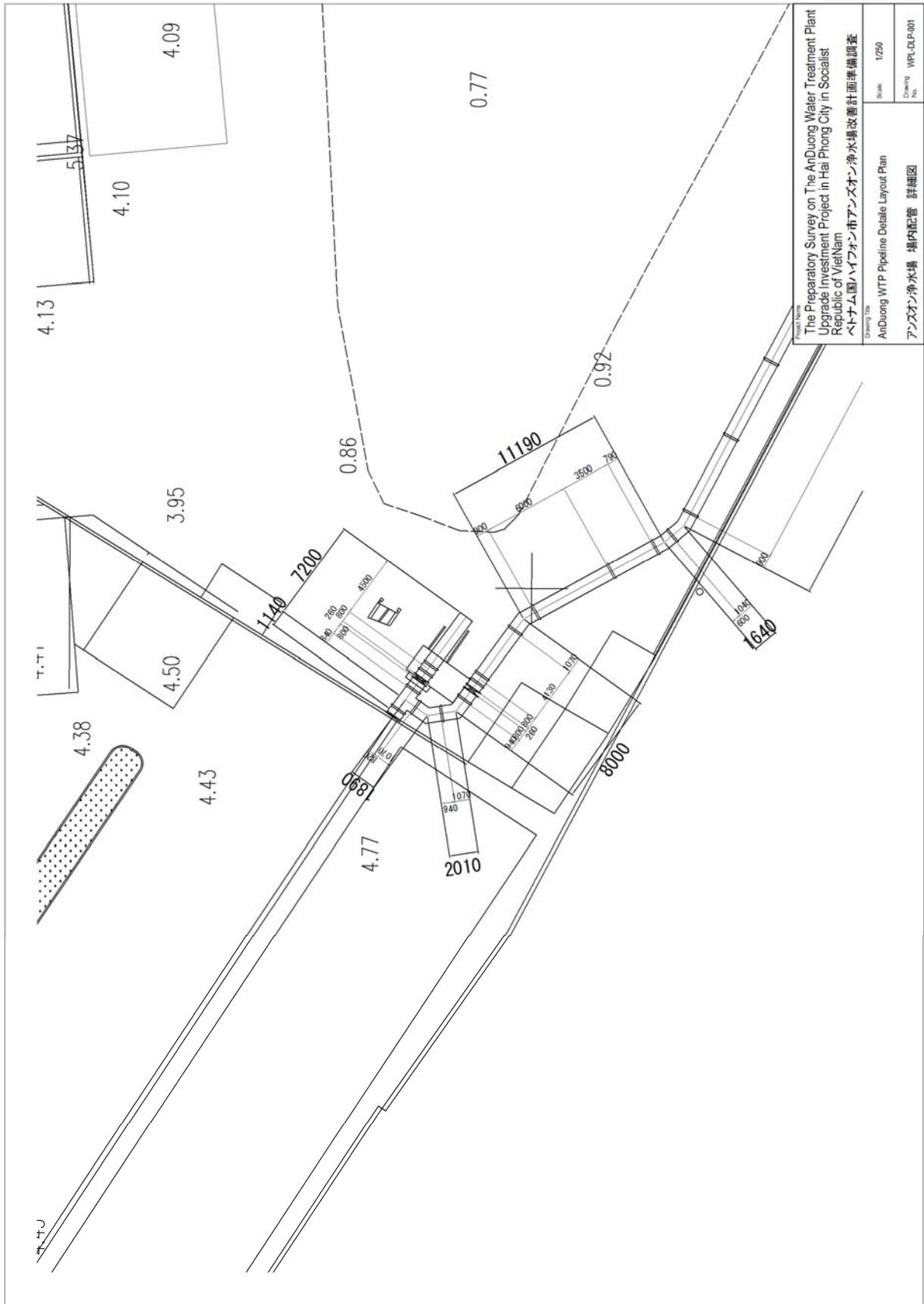


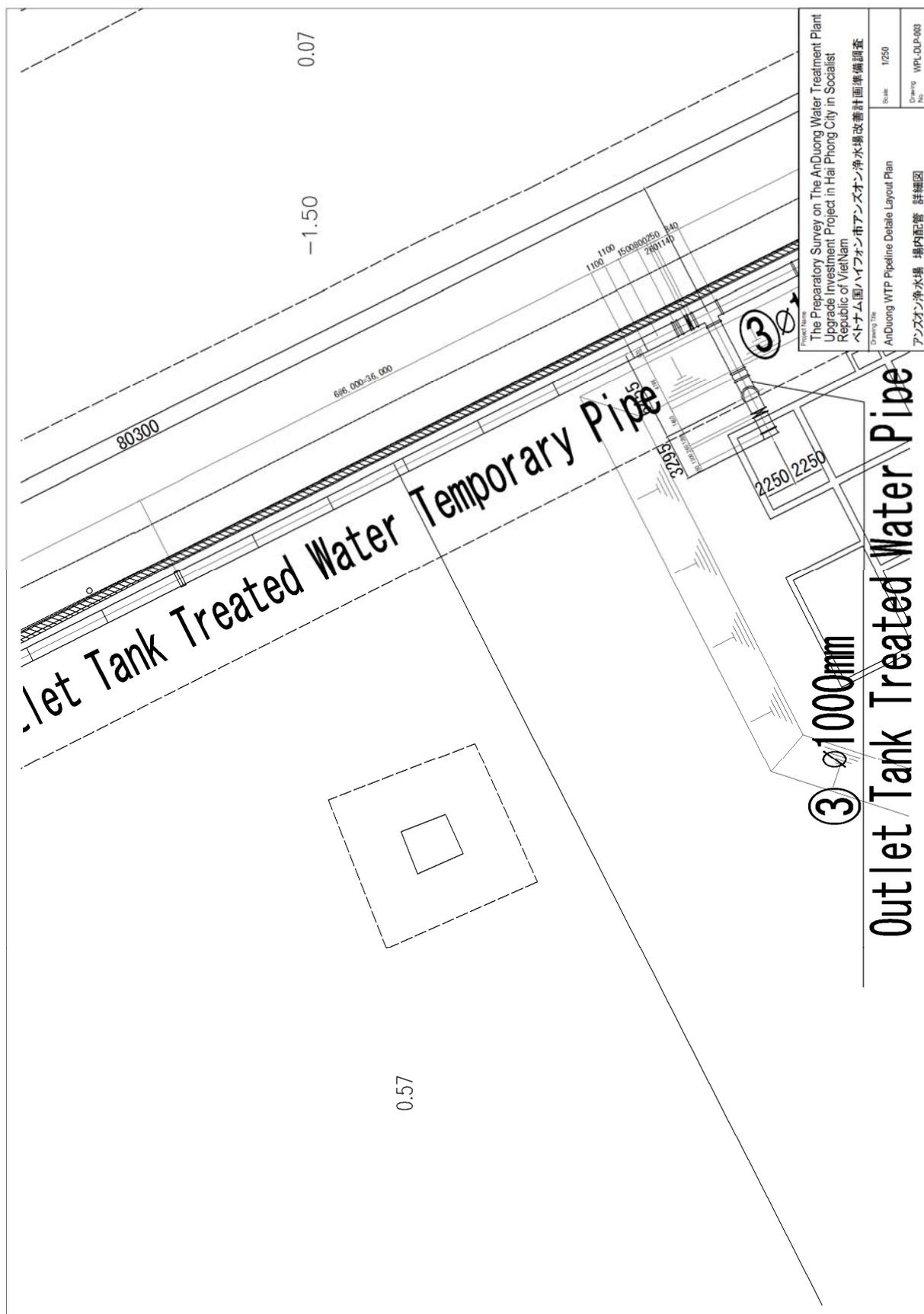






Project Name	The Preparatory Survey on The An Duong Water Treatment Plant Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist Republic of Viet Nam
Project Name	ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査
Drawing Title	An Duong WTP Pipeline General Layout Plan
Scale	1:1000
Drawing No.	WPL-GLP-001
アンズオン浄水場 構内配管 一般平面図	

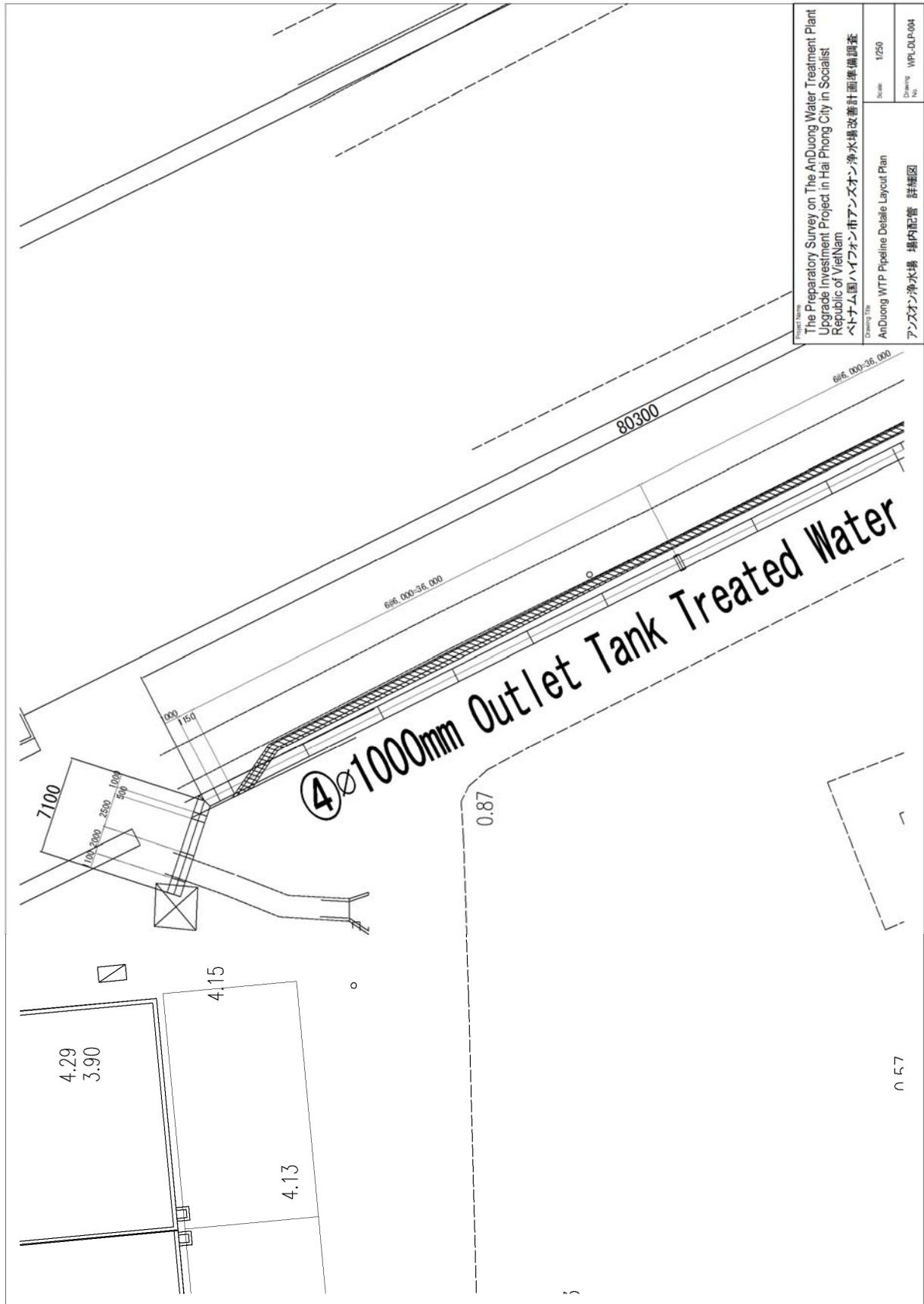


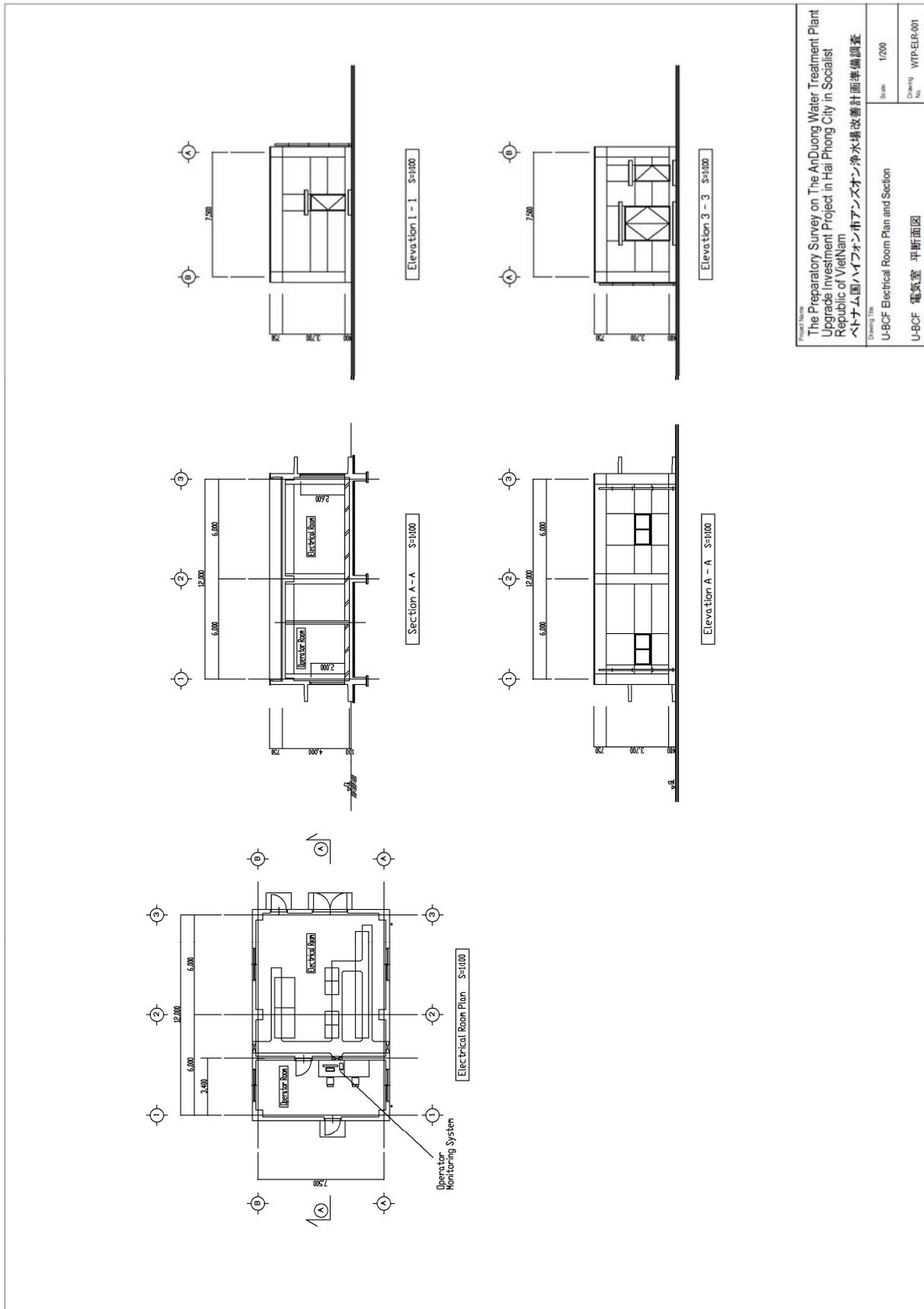


Project: The Preparatory Survey on The AnDuong Water Treatment Plant Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist Republic of VietNam
 ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査

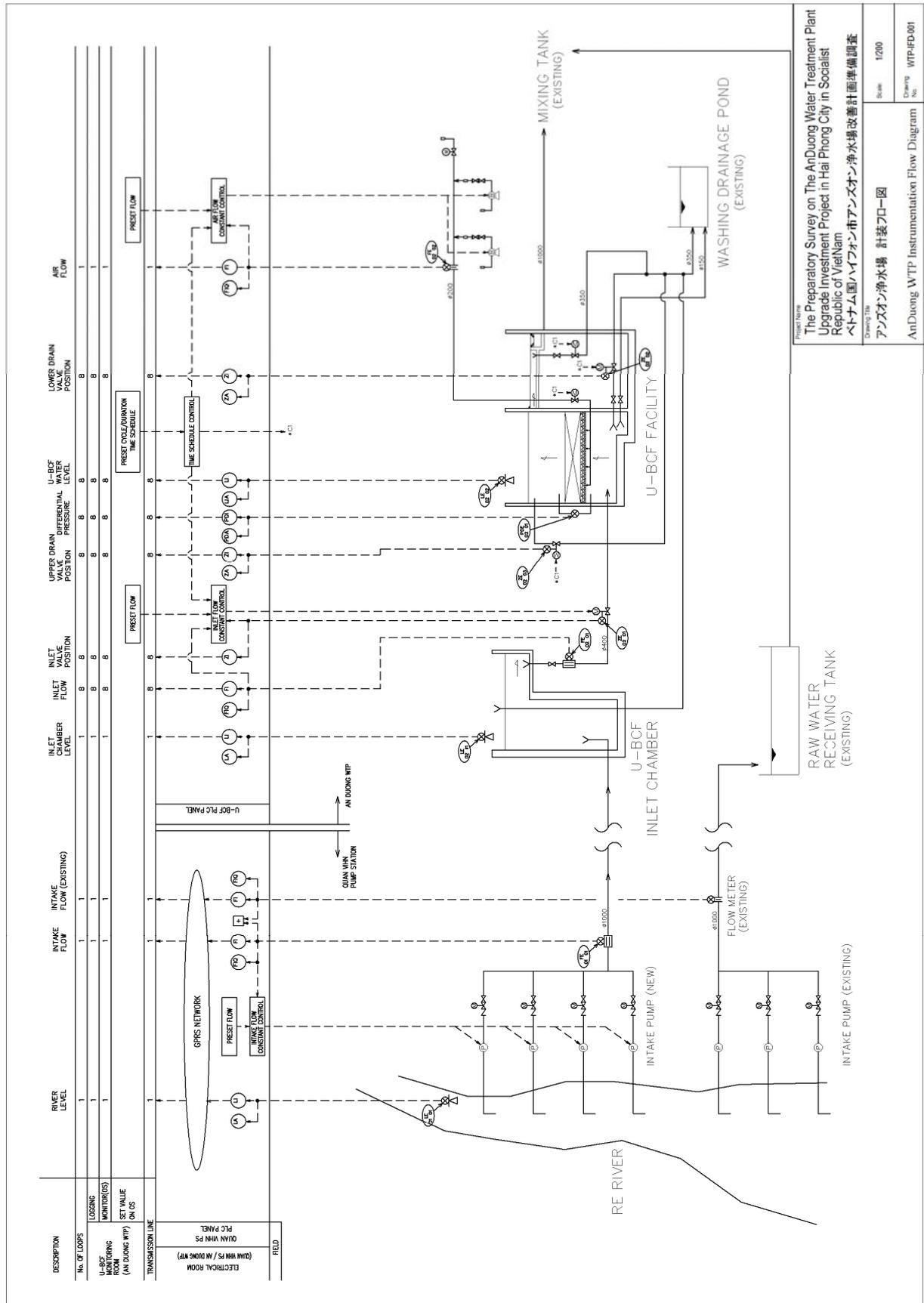
Drawn by: AnDuong WTP Pipeline Details Layout Plan
 アンズオン浄水場 線内配管 詳細図

Scale: 1:250
 Drawing No: WPL-DLP-003





Project Name The Preparatory Survey on The AnDuong Water Treatment Plant Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist Republic of VietNam ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査	
Drawing Title U-BCF Electrical Room Plan and Section	Scale 1/200
Drawing No. U-BCF 電気室 平面図	Drawing No. WTP-ELR-001



Project Name
The Preparatory Survey on The AnDuong Water Treatment Plant Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist Republic of VietNam
ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査

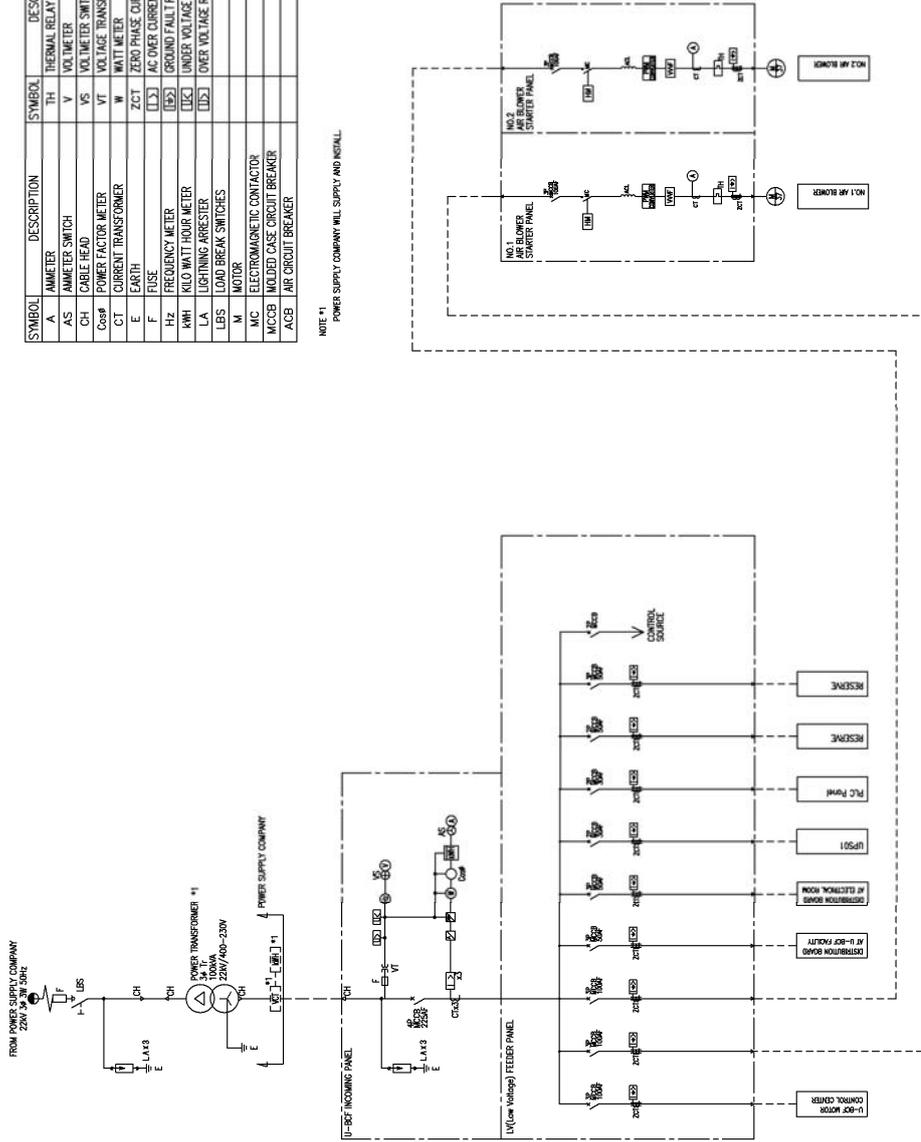
Drawing Title
アンズオン浄水場 計装フロー図

Scale
1:200

Drawing No.
WTP-IFD-001

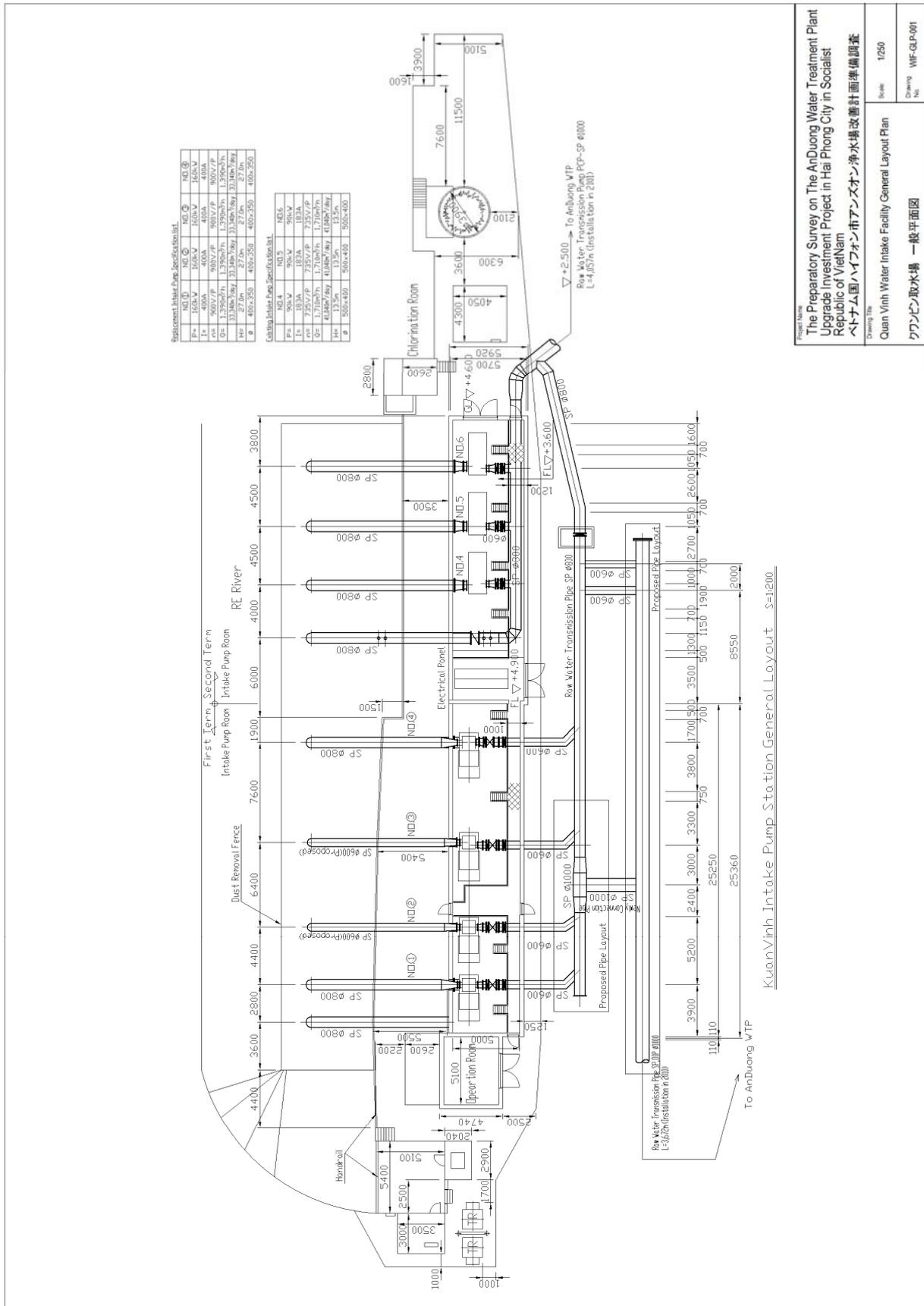
SYMBOL	DESCRIPTION	SYMBOL	DESCRIPTION
A	AMMETER	TH	THERMAL RELAY
AS	AMMETER SWITCH	V	VOLTMETER
CH	CABLE HEAD	VS	VOLTMETER SWITCH
CSph	POWER FACTOR METER	VT	VOLTAGE TRANSFORMER
CT	CURRENT TRANSFORMER	W	WATT METER
E	EARTH	ZCT	ZERO PHASE CURRENT TRANSFORMER
F	FUSE	[L3]	AC OVER CURRENT RELAY
Fz	FREQUENCY METER	[R3]	GROUND FAULT RELAY
Hh	HOUR METER	[U3]	UNDER VOLTAGE RELAY
LA	LIGHTNING ARRESTER	[O3]	OVER VOLTAGE RELAY
LBS	LOAD BREAK SWITCHES		
M	MOTOR		
MC	ELECTROMAGNETIC CONTACTOR		
MCCB	MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER		
ACB	AIR CIRCUIT BREAKER		

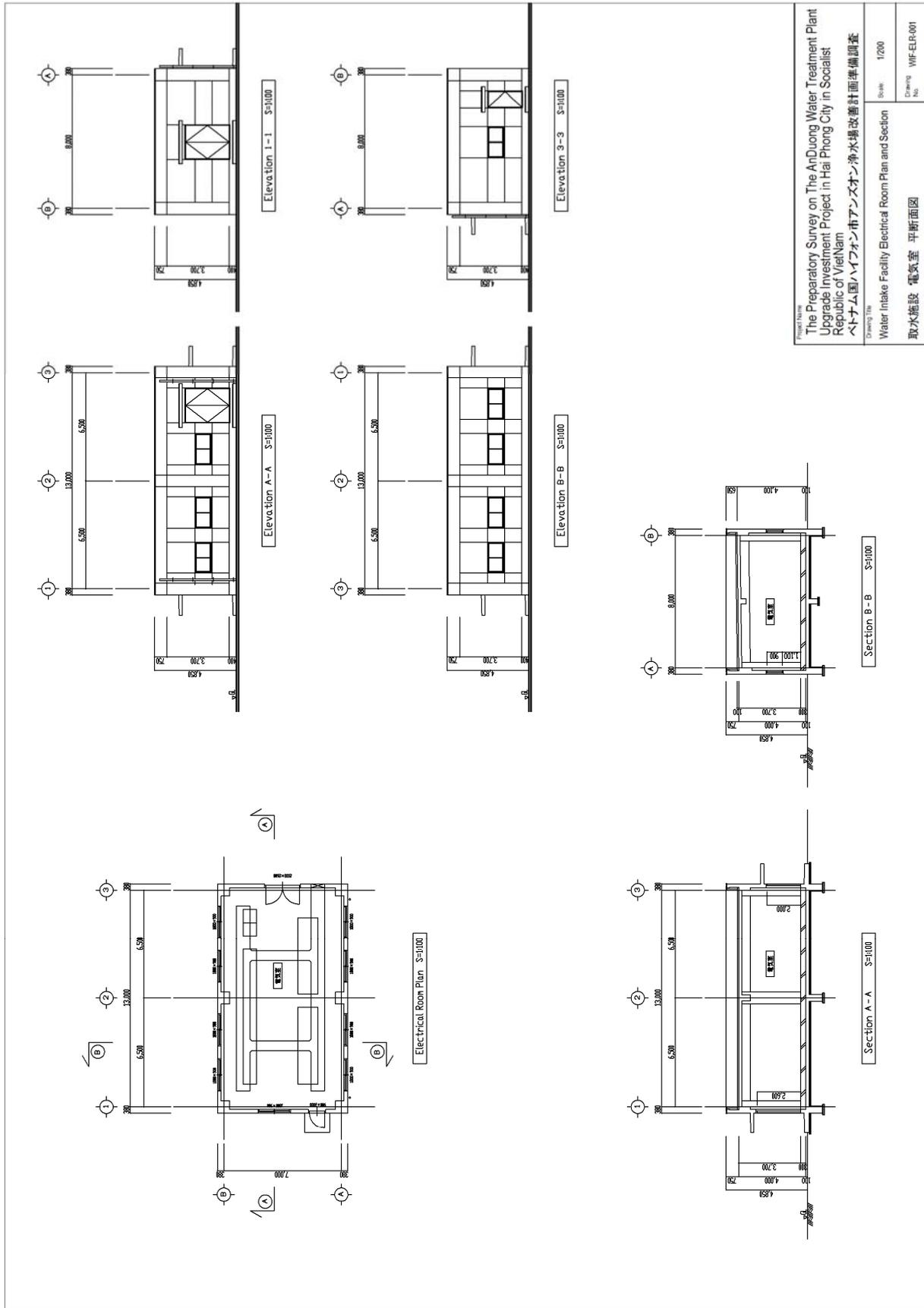
NOTE *1
POWER SUPPLY COMPANY WILL SUPPLY AND INSTALL.



SINGLE LINE DIAGRAM FOR U-BCF FACILITY

Project Name
The Preparatory Survey on The An Duong Water Treatment Plant
Upgrade Investment Project in Hai Phong City in Socialist
Republic of Viet Nam
ベトナム国ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画準備調査
Drawing Title
アンズオン浄水場 単線結線図
Scale
NONE
Drawing No.
WTP-SD-001





3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

(1) 基本事項

本プロジェクトのベトナム国側実施機関は、ハイフォン市水道公社である。本プロジェクトにより建設されるU-BCFを含め、アンズオン浄水場の運営・維持管理に関してもハイフォン市水道公社がその責任を負う。

本プロジェクトの詳細設計（設計図書作成）、入札業務の補助及び工事期間中の施工監理、機材の調達監理は、日本国籍のコンサルタントが担当する。無償資金協力の実施に係る交換公文（E/N）及び贈与契約（G/A）が署名された後、ハイフォン市水道公社はコンサルタント・サービスに係るコンサルタント契約を締結する。

本プロジェクトの建設工事及び機材調達は、日本国法人の請負業者によって行われる。本プロジェクトは土木工事が主体であり、配管及び機械・電気設備の設置工事も付随する。類似の建設工事の実績を持つ日本の一般土木工事請負業者が実施することが適当と判断する。業者選定にあたっては、一般競争入札によるものとし、ハイフォン市水道公社と協議確認のうえ、入札参加業者に求められる資格及び選定基準を入札準備作業時に決定する。

なお、コンサルタントは、請負業者の実施する建設工事及び機材調達に対する施工監理、調達監理を行う。ハイフォン市水道公社は、建設工事や機材調達の進捗に応じてコンサルタント及び請負業者への支払いに係る証明書の承認、発給等を行う。

(2) 施工方法

本プロジェクトで採用する施工方法は、現地の建設事情や技術レベルを勘案して、現地の作業員や資機材を最大限に活用できる方法とし、雇用機会の創出や現地作業員に対する技術移転の促進を図る。

(3) 現地業者の活用分野・方法

工事実施にあたっては、日本側工事請負業者の技術者が常駐し、監督指導にあたる。ベトナム国では高層ビルや橋梁も数多く建設されており、建設業は十分に発展していると判断される。品質管理・安全管理を着実にを行うことで不具合や事故の発生を防止できると考える。

(4) 調達にかかる事項

保管場所の制約があるため、配管材は施工の進行に合わせて納品することが望ましい。工事の進捗と予定を的確に把握して調達する必要がある。コンクリートについては、本プロジェクト専用の生コンクリートプラントを浄水場敷地内あるいは周辺に設置することが困難であることから、ハイフォン市内あるいは郊外の生コンクリート工場からの調達を基本とする。調達先の生コンクリート工場とは工事予定についてよく連絡を取り、工事の予定に合わせて確実に生コンクリートを調達する必要がある。

そのため、これらを考慮し、搬入計画を立案する。

⑤ その他

本プロジェクトの工事中に ADB 融資による施設拡張工事も開始される可能性がある。場内の仮設ヤードの利用区分については、ADB 融資による施設拡張工事の責任者、ハイフォン市水道公社と協議して決定する必要がある。

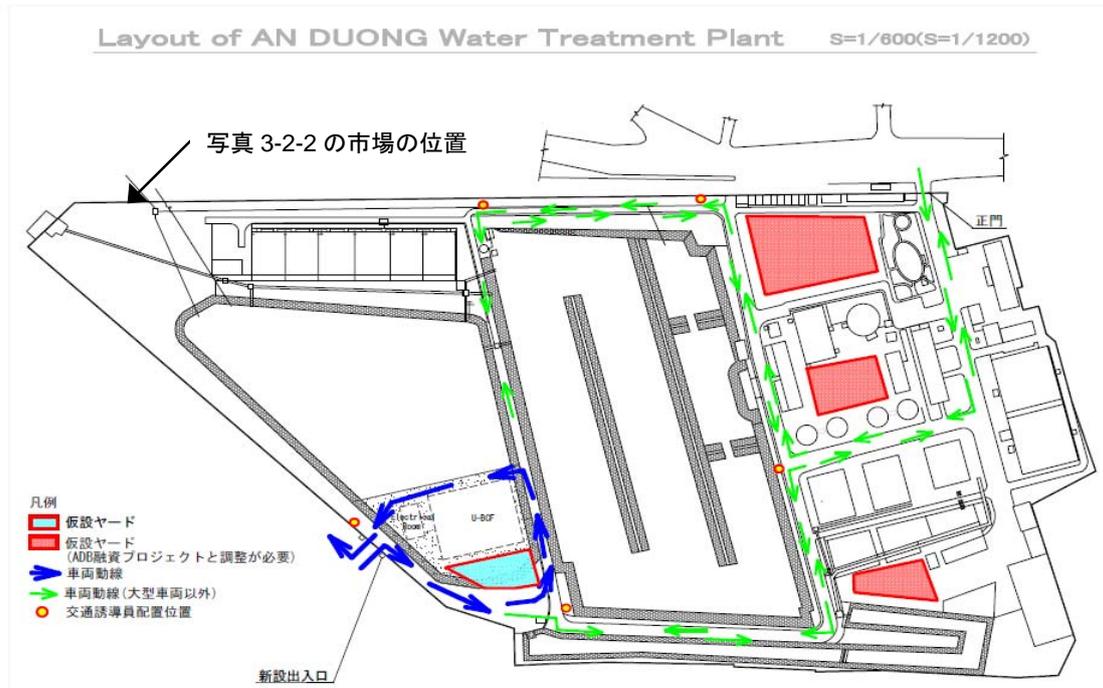


図 3-2-14 車両動線・仮設ヤード計画図

出典：現地調査に基づき調査団作成



写真 3-2-1 新設出入口が面する道路

(右の壁が浄水場敷地境界の壁)



写真 3-2-2 浄水場のすぐ外で開かれる市場

(2) 工期の設定に係る留意事項

- ① ハイフォン市の年間降水量は例年約 1,600mm であり東京よりも少し多い。降雨による作業への影響は少ないと言えるが、月間降水量が例年 200mm を超える 5 月～9 月は強い雨が降ることもある。降雨による作業への影響は少ないと言えるが、多雨期の作業計画の策定においては、資機材の搬入、土工事の掘削、盛土作業の作業期間に留意する。
- ② 気温については 5 月～9 月は平均最高気温が 30℃ を超え、夜も 25℃ 程度までしか下がらない日が多い。例年気温が一番低くなるのは 1 月であり、1 月の平均最高気温は 20℃、平均最低気温

は13℃である。

気温に関する留意点としては、気温が高いと、コンクリートの硬化が促進されるため、コンクリート打設時の養生等の作業期間に留意する。

(3) 労働基準の順守

- ① ベトナム国内の工事現場は午前7時から午後6時ごろまで、途中2時間の昼休みを挟んで稼働するところが多い。日本国内の就業時間と異なることに留意する。
- ② 土曜、日曜、祝日が休みとなる。
- ③ 毎年2月初旬ごろにテト（旧正月）休みがあり、公共機関は約1週間休みとなる。ただし、これより長く帰省等で職場を離れる人が多く、約1ヶ月間は労働者が集まらない状態が続くため、各年2月に1ヶ月間の作業休止期間を見込む。

(4) 安全管理事項

JICA ベトナム事務所及び大使館からの情報等により、ハイフォン市及びその周辺地域での現地安全情報を収集し、施工にあたっては下記の点に留意し安全対策を講じる。

- ① 現地カウンターパート機関より、安全かつ円滑な工事実施のためのアドバイスを逐次受けること。
- ② ハイフォン市周辺で活動するドナー関係者がいる場合、連絡を取り合い、治安に関する情報を共有すること。
- ③ ハイフォン市およびその周辺の治安は良いが、2014年5月にはベトナム国内各地で反中デモが発生し、被害を受けた日系企業もあった。同様のデモが再度発生する可能性があることに注意すること。
- ④ オートバイが非常に多く、外国人による自動車の運転は難しい。移動は基本的にドライバー付きのレンタカーによるか徒歩とすること。

(5) 調達事項

1) コンクリートの調達

生コンクリートはハイフォン市内および郊外において民間企業の運営する工場において製造され、一般向けに卸されている。2014年8月現在、生産能力120m³/時間の工場が少なくとも1ヶ所、60m³/時間の工場が少なくとも3ヶ所稼働しており、本プロジェクトで必要とする生コンクリートを供給する能力があると判断される。ただし、これらの生コンクリート工場は本プロジェクト以外の工事にも生コンクリートを卸さなくてはならないので、必要なときに必要な量を供給してもらえるよう、工場側と工事予定についてよく協議しておくことが重要である。

2) 鉄筋の調達

ベトナム国内ではTCVN（ベトナム国基準）準拠の鉄筋だけでなく、JIS（Japanese Industrial Standards: 日本工業規格）、ASTM（American Society for Testing and Materials: ASTM規格）、BS（British Standards: 英国規格）に準拠しているものも生産されている。これらの規格のうちいずれかに従っている鉄筋を使用する。

3) 既製杭の調達

既製杭がベトナム国内で製造・販売されている。JIS、ASTM、BS に準拠し、規格を満たしているものを使用する。

4) 配管材の調達

現在、ベトナム国内で流通しているダクタイル鋳鉄管は中国製がほとんどであり、バルブ類はドイツ、マレーシアなど複数の国から輸入されている。しかしながら、これら製品に関し、ダクタイル鋳鉄管の継手部からの漏水、バルブの水密性、耐圧性が劣る等が懸念されるため、水道システムの重要な位置づけとなるダクタイル鋳鉄管およびバルブ類は日本あるいは日本メーカーの第三国工場からの輸入とする。

水道用鋼管はベトナム国内で製造されており、様々な工事現場で使用実績があること、また品質も十分に確保されていることから、ベトナム国内での調達が可能である。

5) 粒状活性炭の調達

粒状活性炭はベトナム国内で製造されており、ハイフォン市水道公社が管理するビンバオ浄水場内で稼働している U-BCF にもベトナム国製粒状活性炭が納入されており、その品質に問題は無い。

U-BCF 稼働後は、洗浄等により流出した粒状活性炭を補充していく必要があり、将来的な維持管理を考慮した場合、ベトナム国で流通している粒状活性炭を用いることで U-BCF の継続的な運転が可能となる。したがって粒状活性炭はベトナム国内での調達とする。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本計画の事業実施に伴う日本国側、ベトナム国側双方の負担工事区分について表 3-2-10 に示す。日本の無償資金協力の方針に従った両国政府の主な分担事項を逸脱することのないよう現地側と協議、確認した両国政府の主な負担事項について表 3-2-11 に示す。

表 3-2-10 負担工事区分

項目	種類	日本国	ベトナム国
取水ポンプの一部更新	資機材調達	○	
	据付	○	
導水管の延伸（原水調整池～U-BCF入口まで）	資機材調達	○	
	建設工事	○	
U-BCF、電気室（取水ポンプ場及びアンズオン浄水場内）の建設	資機材調達	○	
	建設工事	○	
	据付	○	
場内配管の建設（バイパス管、U-BCF～薬品混和池、U-BCF～天日乾燥床、U-BCF～将来分岐管）	資機材調達	○	
	建設工事	○	
共通	工事用出入口の新設		○
	仮設道路の建設	○	
	架空電線（U-BCF 建設予定地と干渉）の移設		○
	必要な許認可の取得		○

出典：現地調査に基づき調査団作成

表 3-2-11 両国政府の主な分担事項（一般事項）

番号	項目	日本	ベトナム国
1	電力・水道・雨水排水・その他付帯施設の建設		
	① 電力		
	用地までの送電線		●
	ブレーカー及び変圧器		●
	用地内配線	●	
	② 水道（今回全て用地内）	●	
	③ 雨水排水	●	
	④ 電話		
	用地内事務所から電話配線パネルまでの接続線		●
	事務所内配線	●	
	⑤ 家具・設備		
	一般家具		●
	事務所用設備	●	
2	Banking Arrangement（B/A 銀行取極）に基づく以下の手数料の支払い		
	Authorization to Pay（A/P 支払授權書）手続き手数料		●
	支払い手数料		●
3	被援助国荷揚げ港での陸揚げ・通関手続き		
	日本から被援助国への製品の海上（場合によっては飛行機）輸送	●	
	港での輸送品に対する租税免除及び迅速なる通関		●
	国際港から計画対象地までの国内・国外輸送	●	
4	認証された契約に基づいて調達される日本国民の役務について、その業務の執行のための入国及び滞在に必要な便宜調達		●
5	契約に基づき調達される製品及び役務のうち、日本国民に課せられる関税、内国税及びその他課徴金の免除		●
6	無償資金協力で調達される機材が、当該計画実施のため適正かつ効果的に使用され、維持管理されるために必要な費用		●
7	無償資金協力対象外調達機材の、据付等に必要となる費用		●

出典：現地調査に基づき調査団作成

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

本プロジェクトは協力準備調査業務の完了後、日本国政府の閣議決定を経て、日本国とベトナム国の両政府間の「本計画に係る無償資金協力に関する交換公文（E/N）署名」により開始される。

コンサルタントは、E/N 及びG/A 署名後、コンサルタント契約をハイフォン市水道公社と締結し、詳細設計、入札図書の作成、入札業務の補助及び業者契約締結後の施工監理及び機材の調達監理を行う。コンサルタント業務に含まれる主な内容は以下のとおり。

(1) 詳細設計

準備調査時に実施した自然条件調査（測量調査、地盤調査等）の結果及び詳細設計のためのより詳細な現地調査（追加測量やボーリング調査等）に基づいて、詳細設計図書を作成する。詳細設計に当たってはベトナム国の設計基準と日本あるいは国際基準との整合性に十分留意して行う。

(2) 入札業務

入札図書は、すべてハイフォン市水道公社の承認を得るものとし（承認には約1ヶ月を要する）、承認取得後、直ちに入札作業を行う。

- ① 入札公示から1週間の準備期間を設けて入札参加者からの入札参加申請書を受理する。
- ② 入札参加申請書の受理後、遅滞なく入札参加資格の審査を行う。
- ③ 入札参加適格者に入札図書を配布した後1.5ヶ月の準備期間を設け、関係者立ち会いのもとに入札を実施する。
- ④ 入札最低価格提示業者を本案件の契約業者としてハイフォン市水道公社に推薦し、工事請負契約締結の推進を行う。

(3) 施工監理

工事には土木工事のほか、建築工事、配管工事、機械・電気設備工事が含まれる。コンサルタントは日本から常駐監理を行う土木技術者1名を派遣するほか、土木（構造物、管路等）、機械、電気の各分野において、工事の進捗に応じてスポット監理として数回にわたり技術者の派遣を行う。また、常駐監理者の補佐役として現地技術者を雇用する。

施工監理にあたってはハイフォン市水道公社及び工事請負業者と綿密な打ち合わせのもとに業務を実施する。このほか、ハイフォン市水道公社、JICA ベトナム事務所及びJICA 本部への進捗報告書（月報）提出を含め、関係者への報告・連絡・協議を遅滞なく行うものとする。

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントは工事請負業者に対して表 3-2-12 に示す分析・試験の実施を指示し、その結果を品質管理に反映させる。

表 3-2-12 品質管理に係る分析・試験方法

工種	管理項目	方法	適用基準・備考
管材料	強度・寸法 外観・寸法	工場検査報告の確認、目視・寸法測定 ゲージ	日本国基準
配管状況	トルク 漏水 塗装	トルクレンチ 水圧試験 膜厚計・目視	日本国基準
基礎	支持力	載荷試験	日本国基準
コンクリート	骨材・セメント 水 生コンクリート 強度	物理的試験・化学的試験、粒度試験 化学的試験 スランプ・空気量・塩化物量 圧縮強度試験	日本国基準 ベトナム国基準
鉄筋	強度 配筋	引張強度 寸法検査	日本国基準 ベトナム国基準 ASTM 基準 BS 基準
構造物出来形	構造物寸法	寸法検査	日本国基準
防水工	材料品質 塗膜厚・接着力 塗膜状況 漏水有無	品質証明書の確認 膜厚試験・引張試験 目視 水張試験	日本国基準
電気・機械設備	据付精度 機能	据付位置測定 負荷運転試験	日本国基準

出典：現地調査に基づき調査団作成

3-2-4-6 資機材等調達計画

無償資金協力の方針を考慮し、資機材に関しては日本ないしベトナム原産国のものを調達する。なお、修理・保守サービスの容易さを考慮し、必要な資機材は可能な限り現地調達を行うものとする。ただし現地調達が不可能な資機材、品質仕様等が現地調達材では適合しないもの、流通量あるいは価格の面で供給が安定的に行われていないものについては、日本から調達することを基本方針とする。また、日本から調達するよりも日本企業の第三国工場から調達するほうが利点の多い場合は、日本企業の第三国工場から調達するものとする。調達にあたっての留意事項は、「3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項」を参照のこと。

1) 土木資材

主要土木・建築工事用資材である鉄筋、生コンクリート、木材、セメント、砕石、砂、レンガ、コンクリート既製杭、ガソリン、軽油等はベトナム国内で調達するものとする。本プロジェクト専用のコンクリートプラントを設置することが困難であることから、生コンクリートはハイフォン市内あるいは郊外の生コンクリート工場から調達する。

2) 配管材

水道用鋼管についてはベトナム国内にメーカーが存在し、現地調達が可能である。ただし、ダクタイル鋳鉄管およびバルブ類については、現在現地で流通しているものはほぼ全てが第三国製品であり、その品質等が懸念されることから、現地製品の調達は困難と判断される。したがって、ダクタイル鋳鉄管、ステンレス管及びバルブ類は日本からの調達あるいは日本企業の第三国工場からの調達とする。

3) 機械・電気設備機材

本プロジェクトで設置される機械・電気設備は浄水場施設（および取水施設）の機器であり、故障が少ないことが望ましい。よって、品質の信頼性が高い日本製品を調達する。

4) ろ材

砂利層に用いる砂利、及び粒状活性炭に関しては現地での調達とする。

5) 建設機械

ベトナム国内にバックホウ、クレーン車等の建設機械は豊富に出回っており、現地での調達には特に難しくないと判断される。また、建設機械は日本のメーカー製のものが多く、建設機械の品質についても問題ないことから、現地調達とする。



写真 3-2-3 重機販売業者のヤード (ハノイ近郊)



写真 3-2-4 コンクリート打設工事
(ハイフォン市内)

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本プロジェクトにおいては、施設完成後、引渡し前までに試運転を行い、取水施設の取水ポンプ、U-BCFの空気洗浄用ブロウ等の機能・操作の確認を行う。この試運転期間中にコントラクターがハイフォン市水道公社の技術職員に対し、施設引き渡し時の運転操作指導の一環として、それぞれの設備が適切に機能するよう、主に操作方法に関する指導を行う。

初期操作指導の概要を表 3-2-13 に示す。

表 3-2-13 初期操作指導

施設	主な指導内容
取水施設	取水ポンプ：機能確認、ON-OFF 操作、水量設定、着水井水位設定 点検方法、河川水質異常時対応
	各種バルブ：機能確認、開閉操作、河川水質異常時対応、点検方法
U-BCF	定期洗浄操作：機能確認、ON-OFF 操作、風量及び水量設定、点検方法
	定期排泥操作：機能確認、清掃方法、点検方法
	各種バルブ：機能確認、開閉操作、点検方法
	電気設備：機能確認、点検方法、操作方法
場内配管	各種バルブ：機能確認、開閉操作、点検方法
SCADA	機能確認、操作方法、異常時対応

出典：現地調査に基づき調査団作成

U-BCF の性能確認方法について、草の根技術協力によるアンズオン浄水場の U-BCF 実証プラン

ト実験により、生物膜の形成には1.5ヶ月から2ヶ月を要することが判明している。そのため、本プロジェクトでは、工事完成の2ヶ月前からU-BCF活性炭処理槽に原水を通水しておき、通水開始後2ヶ月後からソフトコンポーネントを実施し、U-BCFの運転・維持管理に関する専門家が微生物の馴致状況を確認した上で、試運転調整を行う。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

(1) ハイフォン市水道公社の技術水準

北九州市上下水道局による草の根技術協力事業において、ハイフォン市水道公社は、北九州市上下水道局に職員を派遣し、U-BCFの見学を行い、運転管理手法に関する研修を受けた。加えて、ビンバオ浄水場では、2013年に5,000m³/日の小規模なU-BCFを導入している。したがって、ハイフォン市水道公社の一部の職員は、U-BCFに関する一定の知見を有していると判断される。

(2) ソフトコンポーネント計画の必要性

ソフトコンポーネント計画を通じた訓練の必要性は以下のとおりである。

- ① 本プロジェクトで整備されるU-BCFは、アンズオン浄水場に初めて導入される施設であること。
- ② これまでハイフォン市水道公社が行っている浄水処理（薬品注入方式）とは異なる生物処理方式であること。
- ③ ビンバオ浄水場に比べて格段に施設能力が大きいことから、生物処理方式の運転維持管理に関し、オペレータークラスまで基礎的な訓練が必要であること。

ソフトコンポーネントでは、U-BCFにかかる通常の維持管理項目を指導するほか、事故等の特別な事態が発生した場合への対応等、実際に直面すると想定される事項に関しても指導を行う。具体的には、降雨による急激な原水中の濁度上昇（ファーストフラッシュ）の際には、U-BCF運転への特別な配慮が必要であり、対応方法を指導する。

加えて、U-BCFの導入により、後段の浄水処理設備への流入水質が変化することから、後段の浄水処理設備の運転管理を一部変更する必要がある。具体的には、U-BCFにより濃度が低減される物質（アンモニア態窒素、有機物、マンガン等）の濃度を把握し、凝集剤・塩素等の薬品注入量を変更させる必要がある。なお、アンモニア態窒素濃度は、本プロジェクトの定量的効果指標に設定されており、正確で精度の良い測定を行うための訓練も必要である。

以上を踏まえ、本プロジェクト実施後のU-BCFの適切な運転維持管理及び水質管理により、本プロジェクトの円滑な立ち上がりを支援し、無償資金協力による成果の持続性を確保するためにソフトコンポーネントの実施を計画することとした。

計画策定にあたっては、上記の観点から表 3-2-14 に示す 2 項目をソフトコンポーネントの対象業務とした。

表 3-2-14 ソフトコンポーネントの対象業務

対象業務	業務の目的
1. U-BCF の運転・維持管理に関する技術指導	<ol style="list-style-type: none"> 1. U-BCF における生物処理方式の理解 2. U-BCF の構成機器・目的の理解 3. U-BCF の適切な運転・維持管理方法を訓練 4. 事故等の特別な事態への対応方法を訓練
2. 水質管理に関する技術指導	<ol style="list-style-type: none"> 1. U-BCF 導入による水質の変化に対応した浄水場の運転管理方法を訓練

出典：現地調査に基づき調査団作成

(3) ソフトコンポーネントの実施

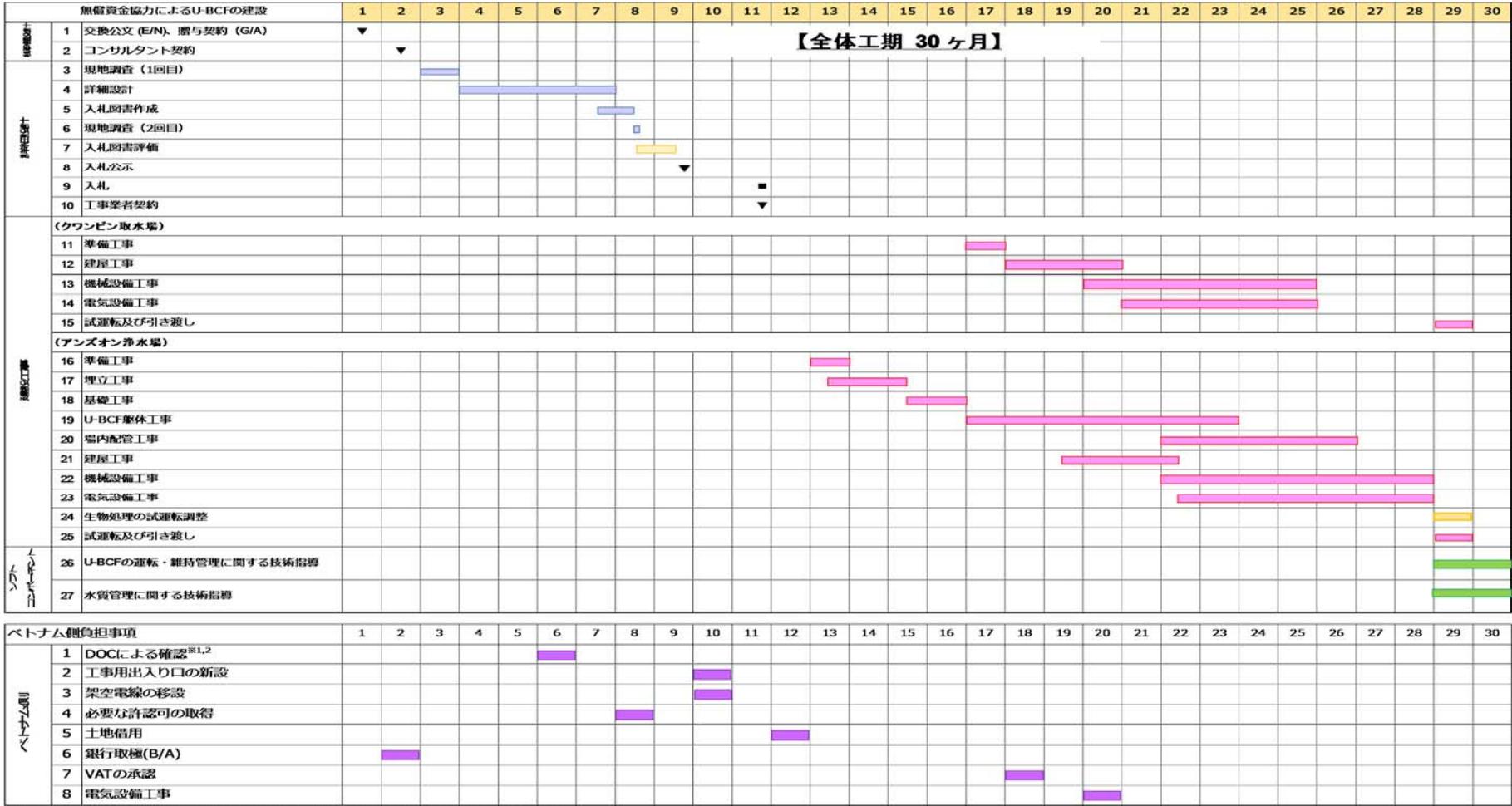
ソフトコンポーネントは、北九州市上下水道局の U-BCF 運転にかかる知見や経験を活用するため、北九州市上下水道局と協力の上、実施することとする。

3-2-4-9 実施工程

本プロジェクトは、E/N から工事完了までの期間として 24~30 か月を予定しており、単債として実施する。

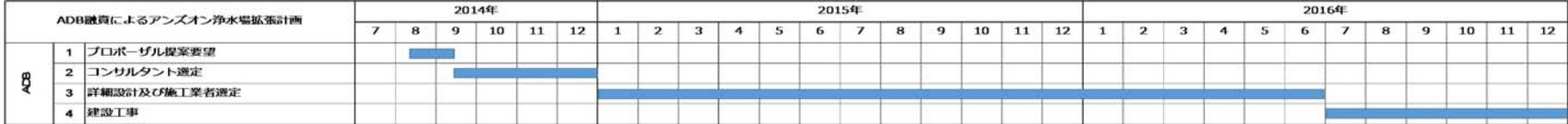
実施工程の作成にあたっては、「3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項」を踏まえ、適切な実施工程とする。なお、ADB 融資による施設拡張の工事期間が重なる可能性もあるため、両プロジェクトの工程を実施工程表（表 3-2-15 参照）に併記する。

表 3-2-15 全体事業実施工程表 (暫定)



※1 概略設計及び詳細設計の図面及び図書は、建設局 (DOC) によって内容確認される。
 ※2 DOCによる図面及び図書の確認には、約1ヶ月を要する。

(参考)



3-3 相手国側分担事業の概要

本プロジェクト実施において、ベトナム国政府及びハイフォン市水道公社が負担する事項は、「3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分」に示したとおりである。それらの具体的な内容については、表 3-3-1 に示すとおりである。

表 3-3-1 ベトナム国政府及びハイフォン市水道公社の負担事項

No.	項目	内容	単位	数量	実施予定期限 (E/N 締結後)
1	工事用出入り口の新設	建設機械搬入用の出入り口の新設	箇所	1	9ヶ月後
2	架空電線の移設 (U-BCF 建設予定地と 干渉)	U-BCF 建設予定地ならびに 工事用出入口の上空にある電線の移設	式	1	9ヶ月後
3	必要な許認可の取得	1. U-BCF 建設に係る建設許可 2. 周辺道路の大型車両通行に伴う道路使用許可 3. 騒音・振動に係る環境影響に関する許可	式	1	7ヶ月後
4	土地借用	ストックヤード等 17ヶ月	m ²	1,500	11ヶ月後
5	銀行取極手数料 (B/A)		式	1	1ヶ月後
6	VAT 還付手数料	建設材料、機材調達、下請けサービスに対しては費用の5%がVATとして課税されるため、その分に関し、ハイフォン市水道公社が還付手続きを行う。 建設工事に対しては費用の10%がVATとして課税されるため、その分に関し、ハイフォン市水道公社が還付手続きを行う。	式	1	17ヶ月後
7	電気設備の設置	電柱、高圧電線、変圧器、電力量計、変圧器基礎、フェンス、その他（変圧器屋外設置に伴う設備一式）	式	1	18ヶ月後

出典：現地調査に基づき調査団作成

上記事項のうち特に No.1,2,3,5 については、工事開始までに実施しておかなければならない必須の項目である。ベトナム国およびハイフォン市水道公社で実施すべき事項のスケジュールに関しては、表 3-2-15 に記載の通りである。ただし、実施予定期限は閣議、E/N 時期等により変更となる可能性がある。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

ハイフォン市水道公社は、1名の総裁、5名の副総裁を含めて、公社職員総数は1,157名となっている。その中で、アンズオン浄水場の運営・維持管理体制は、浄水場長1名、技術と管理を担当する2名の副場長を含めて、総勢105名で行われている（表 2-1-3 参照）。

本プロジェクトによる U-BCF の導入により、日々の定期的な点検、運転管理に係る業務が増加することになる。追加的に必要となる業務は、表 3-4-1 に示すとおりである。

表 3-4-1 U-BCF の導入により必要となる運転管理業務内容

項目	内容	頻度
生物接触ろ過池の洗浄	生物接触ろ過池の逆洗	2日1回
原水渠の清掃	原水渠に付着した貝類の除去	1年に1回
粗目スクリーンの清掃	原水のゴミや貝類の除去	1週間に1回
細目スクリーンの清掃	粗目スクリーンを通過したゴミや貝類の除去	3日に1回
粒状活性炭の補充・交換	洗浄等により流出した粒状活性炭の補充や吸着能力が低下した粒状活性炭の交換	毎年全容量の7%程度
SCADA の監視	U-BCF の運転状況の監視制御	常時監視

出典：現地調査に基づき調査団作成

なお、定期点検業務としては、U-BCF に係る除塵・洗浄ブローア、水抜きポンプ、電動弁・流入弁、水位計、各操作盤、照明、ファン等の点検が定期点検業務に追加となる。

しかしながら、3-2-1(5)に記載の通り、北九州市上下水道局本城浄水場及びハイフォン市ビンバオ浄水場の実績では、U-BCF の導入前後で運転・維持管理の総合的な負荷は変化しておらず、今回も既存の維持管理体制での浄水場の維持管理が可能であると想定される。

加えて、U-BCF の導入にかかる追加の運転管理項目に関しては、先述の通りソフトコンポーネント計画にて技術指導を行う。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本プロジェクトを日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は約 21.63 億円であり、先に述べた日本国とベトナム国との工事負担区分に基づく双方の費用内訳は、下記の(3)に示す積算条件に基づいて以下のように見積もられる。但し、この額は交換公文上の調達限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担費用

概算総事業費： 約 21.63 億円

表 3-5-1 日本側負担費用

費目		概算事業費 (億円)
施設	埋立・基礎工事	20.09
	U-BCF 新設工事	
	場内配管工事	
	建屋工事	
	機械・電気設備工事	
実施設計・施工監理・ソフトコンポーネント		1.54
計		21.63

出典：現地調査に基づき調査団作成

(2) ベトナム国側負担費用

無償資金協力事業効果の発現のためには、下記項目のベトナム国による実施が必須である。

表 3-5-2 ベトナム国負担工事・事項

No.	項目	内容	単位	数量	価格 百万 VND
1	工事用出入り口の新設	建設機械搬入用の出入り口の新設	式	1	247.4
2	架空電線の移設 (U-BCF 建設予定地と 干渉)	U-BCF 建設予定地ならびに 工事用出入口の上空にある電線の移設	式	1	206.2
3	必要な許認可の取得	1.U-BCF 建設に係る建設許可 2.周辺道路の大型車両通行に伴う道路使用許可 3.騒音・振動に係る環境影響に関する許可	式	1	206.2
4	土地借用	ストックヤード等 17 ヶ月	m ²	1,500	3,271.5
5	銀行取極手数料 (B/A)		式	1	206.2
6	VAT 還付手数料	建設材料、機材調達、下請けサービスに対しては費用の 5%が VAT として課税されるため、その分に関し、ハイフォン市水道公社が還付手続きを行う。 建設工事に対しては費用の 10%が VAT として課税されるため、その分に関し、ハイフォン市水道公社が還付手続きを行う。	式	1	4,515.5
7	電気設備の設置	電柱、高圧電線、変圧器、電力量計、変圧器基礎、フェンス、その他 (変圧器屋外設置に伴う設備一式)	式	1	2,886.6
合計					11,539.6

出典：現地調査に基づき調査団作成

(3) 積算条件

▶ 積算時点 2014 年 9 月

▶ 為替交換レート

交換レートは 2014 年 6 月 1 日～2014 年 8 月 31 日 (3 ヶ月間) の米ドル (USD) 及びベトナム・ドン (VND) の交換レートを採用する。

円/US\$ 1US\$ = 103.25 円

円/現地通貨 1VND = 0.00485 円

▶ 施工・調達期間：詳細設計、工事施工期間は、実施工程表に示したとおり。

▶ その他：積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

なお、物価上昇率は 6.3%/年 (積算基準月翌月(2014 年 10 月)と入札予定月(2016 年 1 月)の消費者物価指数の比) とした。

ベトナム国側負担費用については、表 3-5-2 に示すとおり、115 億 VND (円換算 55 百万円) と見積もられる。

ハイフォン市水道公社は純利益として 228 億～258 億 VND (円換算 1.1 億円～1.2 億円) を計上しており、ベトナム国側負担費用についても、支払い可能であると判断できる。

3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクトの実施に伴うアンズオン浄水場の運営・維持管理費を以下に示す。ただし、U-BCFの導入により変化する項目のみを取り出した概算による運転・維持管理費用であり、浄水費用全体を表すものではない。

なお、ADB 融資による施設拡張前後で中間ポンプの使用状況が異なることから、ADB 融資による施設拡張の前後で維持管理費の変化を示す。

本プロジェクトの実施に伴い、ADB 融資による施設拡張前の運営・維持管理費については、取水ポンプの更新が発生するため、年間約7百万円程度になるものと試算される。

なお、2009年から2013年までの5年間の歳入歳出状況において、ハイフォン市水道公社は、毎年、純利益として、228億～258億 VND（円換算1.1億円～1.2億円）を計上しており、本プロジェクトの実施に伴い増加する運営・維持管理費の支払についても、支払い可能であると判断できる。

表 3-5-3 本プロジェクト実施に伴う運営・維持管理費（ADB 融資による施設拡張前）

項 目	容 量	使用台数	稼働時間	年間電力量 365日	電力単価	年間使用 電力料金
	kw	台・基	分・時間/日	kwh/年	VND/kw	VND/年
1. 取水ポンプ	40	3	24 時間	1,051,200.0	1,388	1,459,066,000
2. 洗浄ポンプ	37	1	30 分	6,752.5	1,388	9,372,000
3. 排水ポンプ	11	2	2 時間	16,060.0	1,388	22,291,000
4. 電動弁	0.2	3	10 分	36.5	1,388	50,700
5. 照明等	0.1	10	2 時間	730.0	1,388	1,013,000
小 計				1,074,779.0		1,491,792,700
項 目	全容量	活 性 炭 寿 命	年間活性炭 補 充 率	年間補充量	活性炭単価	年間活性炭 料 金
	m ³	年	%	m ³ /年	VND/m ³	VND/年
1. 粒状活性炭	420	15	7 %	29.4	17,750,150	521,854,410
小 計						521,854,410
項 目	水 量		年間処理率	年間処理水量	維持費単価	年間維持費
	m ³ /日		%	m ³ /年	VND/m ³	VND/年
1. 機械維持費	100,000	-	100 %	36,500,000	20	730,000,000
小 計						730,000,000
項 目	U-BCF 処理水量	平均使用量	削減率	年間薬品削減量 365日	薬品単価	年間薬品費
	m ³ /日	g/m ³	%	kg/年	VND/kg	VND/年
1. PAC	100,000	11.54	28.5	120,045	9,150	▲ 1,098,410,000
2. 塩素	100,000	2.00	27.1	19,783	11,200	▲ 221,570,000
小 計						▲ 1,319,980,000
合 計(VND)						1,423,668,000
合 計(YEN)						6,905,000

出典：現地調査に基づき調査団作成

※取水ポンプの容量は、更新するポンプ容量と既設ポンプ容量との差としている。

一方、本プロジェクトの実施に伴い、ADB 融資による施設拡張以降については、中間ポンプの使用が廃止となるため、運営・維持管理費については、年間▲12 百万円程度の削減になるものと試算される。

表 3-5-4 本プロジェクト実施に伴う運営・維持管理費（ADB 融資による施設拡張以降）

項 目	容 量	使用台数	稼働時間	年間電力量 365日	電力単価	年間使用 電力料金
	kw	台・基	分・時間/日	kwh/年	VND/kw	VND/年
1. 取水ポンプ	40	3	24 時間	1,051,200.0	1,388	1,459,066,000
2. 中間ポンプ	195.6	1.7	24 時間	▲ 2,858,504.2	1,388	▲ 3,967,604,000
3. 洗浄ブロー	37	1	30 分	6,752.5	1,388	9,372,000
4. 排水ポンプ	11	2	2 時間	16,060.0	1,388	22,291,000
5. 電動弁	0.2	3	10 分	36.5	1,388	50,700
6. 照明等	0.1	10	2 時間	730.0	1,388	1,013,000
小 計				▲ 1,783,725.2		▲ 2,475,811,300
項 目	全容量	活 性 炭 寿 命	年間活性炭 補 充 率	年間補充量	活性炭単価	年間活性炭 料 金
	m ³	年	%	m ³ /年	VND/m ³	VND/年
1. 粒状活性炭	420	15	7 %	29.4	17,750,150	521,854,410
小 計						521,854,410
項 目	水 量		年間処理率	年間処理水量	維持費単価	年間維持費
	m ³ /日		%	m ³ /年	VND/m ³	VND/年
1. 機械維持費	100,000	-	100 %	36,500,000	20	730,000,000
小 計						730,000,000
項 目	U-BCF 処理水量	平均使用量	削減率	年間薬品削減量 365日	薬品単価	年間薬品費
	m ³ /日	g/m ³	%	kg/年	VND/kg	VND/年
1. PAC	100,000	11.54	28.5	120,045	9,150	▲ 1,098,410,000
2. 塩素	100,000	2.00	27.1	19,783	11,200	▲ 221,570,000
小 計						▲ 1,319,980,000
合 計(VND)						▲ 2,543,937,000
合 計(YEN)						▲ 12,339,000

出典：現地調査に基づき調査団作成

※取水ポンプの容量は、更新するポンプ容量と既設ポンプ容量との差としている。

維持管理費の算出に当たって設定した基本条件は以下のとおりである。

- ① 電気代
 - ✓ 電気代単価は、ハイフォン市電力公社の電気料金表の「産業：電圧 6KV 以下 標準時間使用」に分類される単価を使用した。
 - ✓ 取水ポンプの容量は、本プロジェクトで更新する取水ポンプと既存取水ポンプ容量との差が、合計すると約 120kw 程度の増加になることから、1 台当たり 40kw 分の増加を想定した。
- ② 活性炭維持管理費
 - ✓ 活性炭の寿命は、北九州市上下水道局の実験により 15 年と想定した。
 - ✓ 活性炭の単価は、ハイフォン市水道公社のビンバオ浄水場に活性炭を納入している業者から聞き取り調査した。
- ③ 機械維持費
 - ✓ 機械維持費は、ポンプ、電動機等の機械設備を維持する上で必要なグリース、油等の購入に要する費用である。
 - ✓ 1m³ あたりの維持費については、北九州市上下水道局本城浄水場の実績とアンズオン浄水場の実績を参考に設定した。
- ④ 薬品費
 - ✓ PAC 及び塩素の平均使用量は、2004 年から 2014 年までの月別使用量実績を基に算出した。
 - ✓ 薬品費の削減率は、ハイフォン市水道公社のビンバオ浄水場における U-BCF 導入前後の実績値を用いた。
 - ✓ 薬品単価は、ハイフォン市水道公社の納入実績単価（2014 年）を用いた。
- ⑤ 合計
 - ✓ 換算レートについては、2014 年 6 月から 8 月の平均レートを用い、1VND=0.00485 円とした。

第4章

プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

本プロジェクト実施の前提条件としては、以下の項目が挙げられる。

- ① ベトナム国側負担事項（表 3-3-1 を参照）に対する予算措置が行われ、実施工程に合せ適時支出がなされる。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

本プロジェクト実施において、ベトナム国側が主体的に取り組むべき事項として、以下の項目が挙げられる。

- ① ソフトコンポーネントに参加し、取得した技術を施設の適切な運営・維持管理のために十分に活用する。
- ② 本プロジェクトにおいて、既設導水管（φ1000mm）から U-BCF への新設導水管を分岐する際に一時的な断水が必要となるため、利用者への事前周知を行う。
- ③ 本プロジェクトでは、EIA の作成が義務付けられないと決定されたが、本プロジェクト実施のために環境保護保証書の提出が必要となる。

4-3 外部条件

本プロジェクト実施の効果を発現・持続させるための外部条件として、以下の項目が挙げられる。

- ① 対象サイトの治安状況が本プロジェクトの実施に影響しない。
- ② 対象サイトの住民が本プロジェクトの実施に反対しない。
- ③ ベトナム国の給水分野の政策に大幅な変更が無い。
- ④ ADB 融資による施設拡張の浄水処理フロー及び水位高低が確定される。
- ⑤ ADB 融資による施設拡張のレイアウトが確定される。
- ⑥ ADB 融資による施設拡張工事の実施時期が明確になる。
- ⑦ ADB 融資による施設拡張との取合い工事（各種配管接続）が予定通り実施される。
- ⑧ ADB 融資による施設拡張工事と本プロジェクトの工事に関する調整（仮設道路及び仮設ゲート等の運用）が予定通り実施される。

※④～⑧に関しては、詳細設計の段階でハイフォン市水道公社を通じて ADB と十分な協議を行う。

4-4 プロジェクトの評価

以下に示す通り、本案件の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

4-4-1 妥当性

これまでに記載の通り、アンズオン浄水場では、水源であるレ川への生活雑排水の流入に伴い、アンモニア態窒素や有機物による汚濁が進行し、それに対応するため大量の凝集剤や塩素を浄水処理に使用することから、浄水処理に課題を抱えている。原水中のアンモニア態窒素濃度は、ベトナム

ム国における飲料水原水として適切なアンモニア態窒素濃度の基準値（0.2mg/L）を上回っており、高度浄水処理が必要な状況である。さらに、将来的には、取水源であるレ川流域における開発計画により、アンモニア態窒素を含むさらなる水質悪化が予想される。このような背景のもと、本プロジェクトは、U-BCF 及び関連施設の導入を通じて、同浄水場の運転の安定化及び塩素注入量の低減を図ることにより、安全な飲料水の配水に寄与するものである。

なお、ベトナム国では都市部水道事業における国家政策・目標として、都市水道開発指針「Orientation on Water Supply Development of Urban areas and Industrial Zones in Vietnam up to 2020」（1998年）を掲げている。本指針では、「全国都市部における2020年までの安全な水の確保」、「近代的技術及び設備の導入による人材開発の体制強化」等を目標としており、本プロジェクトは同目標の達成に寄与するものである。

また、我が国の対ベトナム国国別援助方針（2012年12月）、及びJICA国別分析ペーパー（2014年3月）において、対ベトナム国協力の重点分野として「脆弱性への対応」を挙げている。この中で、急速な都市化・工業化に伴い顕在化している環境問題（都市環境、自然環境）への対応を支援することとしており、本プロジェクトは同方針に則ったものである。

加えて、本プロジェクトは我が国が推進する「日本再興戦略」及び「インフラシステム輸出戦略」に沿った案件でもある。地方自治体である北九州市上下水道局が国内特許を有するU-BCFを活用し、地方自治体と連携してインフラ整備を行うものである。

本プロジェクトは、ベトナムが抱える開発課題の解決に資するものであると同時に、北九州市のベトナム国における事業展開を支援するものである。なお、北九州市にとっての本プロジェクトの意義に関しては、資料6-17を参照のこと。

以上より、無償資金協力としての本プロジェクトの実施意義は高い。

4-4-2 有効性

協力対象事業実施により期待されるアウトプットに関しては、以下の定量的効果及び定性的効果が見込まれる。

(1) 定量的効果

本プロジェクトにおける定量的効果指標は、アンモニア態窒素濃度の低減を検討する。

表 4-4-1 定量的効果指標

項目	基準値 (2013～2014年実績値)	目標値（2018年） (施設完成1年後)	参考
アンモニア態窒素濃度	0.2～1.1mg/L	U-BCF 出口で 0.2mg/L 以下	ベトナム国表流水質基準値0.2mg/L 以下 国家技術基準 (QCVN 08:2008/BTNMT)

出典：ハイフォン市水道公社のデータに基づき調査団作成

ただし、雨季等で原水中のアンモニア態窒素濃度が突発的に上昇し、1.0mg/Lを超えた場合、北九州市上下水道局によるU-BCF実証実験におけるU-BCF処理後のアンモニア態窒素濃度の除去率81.4%を用いて、U-BCF出口のアンモニア態窒素濃度を計算すると0.2mg/Lを超える場合がある。

急激な原水濃度の状況を把握するには、常時原水濃度をモニターする必要があるが、アンズオン浄水場では、原水水質を週5回測定しており、年間を通じて、定量的効果指標であるアンモニア態窒素の水質モニタリングは可能で

ある。定量的効果指標の水質モニタリング方法については、ソフトコンポーネントを通じて、アンズオン浄水場職員に技術指導する予定である。

表 4-4-2 定量的効果指標のモニタリング体制

実施機関	測定頻度	測定期間	測定方法
ハイフォン市水道公社 アンズオン浄水場	1回/週	1年間継続	発色試薬法

出典：現地調査に基づき調査団作成

定量的効果指標の設定根拠は、以下のとおりである。

浄水処理後では、アンモニア態窒素は残留塩素が十分に検出される給水栓では一般的に検出されないため、処理水中のアンモニア態窒素濃度に関しては、日本では基準値は設定されていない。一方、WHO では、健康影響に関するガイドライン値は設定されていないが、利便性に関する項目として、処理水中のアンモニア態窒素濃度に関しては、1.5mg/L が基準値として設定されている。

しかし、原水でアンモニア態窒素が高濃度に検出されると、前述のとおり、浄水場ではアンモニア態窒素の処理に大量の塩素注入が必要となり、塩素とアンモニア態窒素の反応による異臭味の原因となるクロロミンの生成、及び原水中の有機物と塩素の反応による THM の生成等の浄水障害を引き起こすこととなる。そのため、日本では浄水処理上、重要な項目と位置付けられており、原水中のアンモニア態窒素濃度は 0.3mg/L 以下が望ましいとされている。

またベトナム国では、表流水の水質基準値としてアンモニア態窒素は 0.2mg/L 以下に設定されており、アンモニア態窒素は、浄水処理障害の大きな要因項目と認められている。

これらの背景を踏まえ、U-BCF の定量効果指標として、U-BCF 出口での処理水のアンモニア態窒素濃度を 0.2mg/L 以下と設定する。

(2) 定性的効果

本プロジェクトの実施により、以下に示す定性的効果がもたらされることが期待される。

▶ 原水中に含まれるアンモニア態窒素濃度の低減によるアンズオン浄水場の運転の安定化

アンズオン浄水場は河川を水源としており、薬品を使用してアンモニア態窒素濃度を取り除く急速ろ過方式を採用している。この方式は、水源のアンモニア態窒素濃度が変化すると、それに応じてオペレーターが塩素注入量を調整しながら添加する必要がある。特に河川は降雨や流域の状況等により水質変動が大きく薬品注入量の調整が困難である。

U-BCF を導入することにより、水源のアンモニア態窒素濃度を微生物の力で低減し、大きな濃度変動幅を小さくすることができるため、浄水処理の運転の安定性（容易性）が向上する。

▶ 安全な飲料水の配水

U-BCF の導入は、THM の原因となる塩素と有機物の双方を低減することが可能となり、現状の浄水処理方法に比較し、THM 関連物質に係る水質基準の厳守に有効な対策である。特に THM の中でもクロロホルムは、発ガン性物質であり、その影響が危険視されていることから、THM を削減することのできる U-BCF は、地元住民に対し、安全な飲料水の配水に寄与すると考えられる。

▶ 高度浄水処理の導入によるベトナム国における水道事業関係者の知識・技術の向上

ベトナム国ではハイフォン市水道公社に限らず、他都市の水道事業体においても、近年の河川の水質汚染が問題となっており、水質問題の解決が急務である。このような状況の中、運転維持管理が安価である U-BCF が本プロジェクトによって整備され、一定の効果が示されるようになれば、ベトナム国の水質問題解決に向けて、水道事業関係者の知識・技術の向上につながることを期待できる。