

カンボジア国
第四次
プノンペン洪水防御・排水改善計画
準備調査報告書

平成 29 年 1 月
(2017 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル

環境
GR(1)
17-007

カンボジア国
第四次
プノンペン洪水防御・排水改善計画
準備調査報告書

平成 29 年 1 月
(2017 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル

序 文

独立行政法人国際協力機構は、カンボジア王国の第四次プノンペン洪水防御・排水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、同調査を株式会社建設技研インターナショナルに委託しました。

調査団は、平成28年3月から平成28年6月まで、カンボジアの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終わりに、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。

平成29年1月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 山内 邦弘

要 約

1. 国の概要

カンボジア国はインドシナ半島の南西に位置し、タイ、ラオス、ベトナムと国境を接する。人口は 14.7 百万人（2013 年政府統計）、国土面積は 18.1 万 km²である。国土は国境部の山岳地帯、メコン川及びサップ川が形成した中央平原、両者の間に分布する丘陵地帯で構成され、中央平原が社会・経済・産業の中心となっている。プノンペン都は中央平原のメコン川、サップ川、バサック川の合流・分枝地点右岸に位置している。

カンボジア国の気候は熱帯モンスーン性気候に属し、5 月～10 月が雨季、11 月～4 月が乾季である。プノンペン都の平均年間降雨量は約 1,400mm であり、その 90%が雨季に集中している。最高気温及び最低気温の年間平均値は各々約 33℃及び 23℃で、年間を通じての気温の変動幅は 10℃未満と小さい。プノンペン都周辺のメコン川の水位は季節変動が大きく、王宮前における河川水位の観測記録によると、年間最高水位の平均値は標高 8.73m、年間最低水位平均値が標高 0.71m である。また、既往最高水位は 2000 年 9 月に観測された標高 10.18m である。

カンボジア国の 2016 年における GDP は約 193 億ドル、一人当たりの GDP は 1,228 ドル（2008 年は 775 ドル）となっている。2014 年の産業別 GDP 比率は、第 1 次産業（農林水産業）が 31%、第 2 次産業（鉱工業）が 27%、及び第 3 次産業（サービス業）が 42%である。

カンボジア国はメコン水系に開けた肥沃な土地と豊富な水資源に恵まれた農業を基幹産業とした国家であったが、1970 年代の内戦と混乱により国土が荒廃し、農業施設の破壊等生産手段の喪失、技術者の喪失、労働人口の減少等に見舞われ経済は落ち込んだ。1990 年代には民主化に伴い市場経済体制へ移行し、国際社会の援助により国家の復興と再建が図られた。1997 年の武力衝突及びアジア経済危機の影響で、一時経済成長率が鈍化したものの、2004 年から 2007 年までの 4 年間の経済成長率は 10%を超えた。2011 年以降も 7%台の安定した経済成長率を保っている。インフレ率は、石油価格の低迷と食料価格の安定により、2015 年平均 1.1%と低水準となっている。経常収支は対 GDP 比▲11.1%（2015 年 IMF 予測値）、財政収支は対 GDP 比▲2.0%（2015 年 IMF 予測値）で、慢性的に赤字である。近年堅調な成長を示している縫製品等の輸出品、建設業、サービス業及び海外直接投資の順調な増加により、今後も安定した経済成長が見込まれている。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

カンボジア国の首都プノンペン都は同国の行政と商工業の中心地である。プノンペン都はメコン川右岸の自然堤防上に発生し、その後、後背湿地を輪中堤で囲い、その中の土地を開発して都市域を拡大させてきた。このためプノンペン都の市街地は基本的に平坦な地形が多く、低地では水が溜まりやすく排水しにくい特性を有している。

フランス植民地時代の 1960 年代から整備されてきた既存の排水路・排水管は、1970 年代から約 20 年間続いた内戦の期間中に維持管理がなされず放置されたため、施設の老朽化、排水管の破損、ゴミや汚泥の堆積による排水管路の閉塞の進行、等が原因で排水施設の機能が低下している。

既存排水管の排水機能低下に加え、都市化の進展に伴う流出雨量の増加、排水管路の新規整備の不足等の要因により、雨季に20回程度発生する日雨量20mm程度の降雨でさえ市内各所で浸水が発生しており、また浸水深が約20cm（歩道、人の膝程度）に達する浸水被害は年10回程度発生しており、家屋の床下・上浸水、生鮮市場の浸水、交通遮断等に伴う経済的被害や、汚水の逆流による悪臭の発生等の衛生面の被害が発生している。また、プノンペン都では都市化に伴う急激な人口増加により、浸水被害規模の増大が懸念されており、早急な排水施設の整備・改善が緊急かつ必要不可欠な状況である。

以上の状況を背景に、カンボジア国政府の援助要請により、日本政府は1998年2月から1999年8月にかけてJICAによる開発調査「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査（マスタープラン策定）」を実施した。プノンペン都は、同開発調査で立案された都市排水・洪水対策に関わる総合開発計画に沿ってプノンペン都の洪水防御・排水改善をこれまで実施してきており、過去には3件の日本の無償資金協力事業「プノンペン市洪水防御・排水改善計画（2001年～2004年）」（以下、「フェーズ1」と記す。）、「第二次プノンペン市洪水防御・排水改善計画（2006年～2010年）」（以下、「フェーズ2」と記す。）及び「第三次プノンペン市洪水防御・排水改善計画（2011年～2015年）」（以下、「フェーズ3」と記す。）が実施され、治水・排水能力の改善が確認されている。

「第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画」（以下、「本事業」と記す。）は、上記無償資金協力事業計画のフェーズ4に相当し、上記のマスタープランに沿った形で要請されている。要請内容に関しては、先行して実施されていた開発計画調査型技術協力「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト」における排水改善マスタープラン見直しの中でコンポーネントの再検討、優先順位づけが行われた。我が国への要請内容と本事業の対象コンポーネントの内容を下表に整理する。

案件	コンポーネント	コンポーネントの主な内容	優先事業	
			要請書	本事業の対象
施設 建設	ワットプノン北側エリアの排水システム改善	排水管路（内径1700mm×延長250m、内径1500mm×延長730m、内径1000mm×延長200m）、ポンプ場1ヶ所（排水容量1.4m ³ /s）、地下貯留槽1ヶ所（貯水容量2,400m ³ ）	○	◎
	プノンペン経済特区の洪水管理システム	ボックスカルバート（幅15m×高3m）、素掘り水路及び維持管理用道路（幅4~15m、総延長4.8km）、排水樋門2門（幅15m×高3m、幅10m×高3m）	○	—
	第二次プノンペン都洪水防御・排水改善計画で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機	4カ所（Chak Tomuk (PS1)ポンプ場、Preah Kumlung (PS2)ポンプ場、Phsar Kandal (PS4)ポンプ場、Phsar Chas (PS5)ポンプ場）	○	◎
	トルコーク地域の排水システム改善	ボックスカルバート2路線（1.9km、0.6km）、排水樋門3門	○	◎
	ポチェントン地域（東西）の排水システム改善	ポチェントン東：ポンプ場1ヶ所（排水容量10m ³ /s）、排水樋門、調整池、排水路（延長9km） ポチェントン西：排水路（延長12km）	—	—
	トラベック地域の排水ポンプ場建設	1ヶ所（排水容量8~10m ³ /s）	—	—
機材 調達	排水関連機材	移動式排水ポンプ車、調整池浚渫用機材等	—	◎(移動式排水ポンプ車のみ)
その他	実施設計／施工監理		○	◎

凡例： 「○」 要請書において優先事業とされたコンポーネント
「◎」 本事業の対象コンポーネント

フェーズ1がプノンペン都の市街地西南部、フェーズ2がプノンペン都の市街地北東部、フェーズ3がプノンペン都の市街地南東部としている。本事業（フェーズ4）では、プノンペン都の市街地北部に位置する地域を対象としている。

本事業は排水管網の整備、ポンプ場の建設、及び機械式自動除塵機の新設を行うとともに、緊急排水用の排水ポンプ車を調達することにより、プノンペン都の排水機能を改善し、浸水を最小化して浸水被害を軽減し、カンボジアの首都であるプノンペン都民の生活環境の改善と首都機能の安定的維持を図ることを目的としている。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

JICAは2016年3月28日から6月17日まで協力準備調査団を現地に派遣し、相手国政府関係者との協議、サイト調査を通じて、当該セクター・地域の現状、プロジェクトの背景、目的、内容、実施体制を確認した。また、プロジェクトの全体計画と本無償資金協力の位置付けを検討するとともに、無償資金協力事業の概略設計に必要な情報・資料を収集した。帰国後、国内解析作業を経て、協力事業の内容、規模等を計画し、その効果と妥当性を検証した。さらに概略設計概要説明のため、2016年10月8日から10月16日まで調査団を再度現地に派遣し、概略設計の内容についてカンボジア国側の合意を得た。

3.1 調査概要及び設計方針

(1) ワットプノン北側エリアの排水システム改善における設計方針

ワットプノン北側エリアの浸水被害軽減を目的とし、集中豪雨による冠水範囲と時間を短縮し、被害を最小限に抑え、住民が普段の生活を早期に取り戻すための排水システム改善を行う。

本事業における排水システムの整備は、集水域内に降った雨を地形的に距離の近いサップ川に排水するための排水管路及びポンプ場の整備を行う。その際、ポンプ場に調整機能を持つ地下貯留槽を併設し、ポンプ容量をできるだけ小さくしてポンプ設備に要する建設費用及び運転費用を最小限にし、プロジェクト全体のコスト縮減に寄与させる方針とした。

現況において、この排水区からの排水が未処理のままサップ川に放流されており、晴天時の汚水排水によるサップ川の水質汚染への影響や、プノンペン水道公社（PPWSA）のポンプレック浄水場の原水の水質への影響も懸念されている。これらの問題を解決するため、既存の排水管路からの排水をサップ川に放流する直前で遮断し、生活下水・汚水と雨水を分流し、晴天時の汚水排水をプノンペン北部の湿地へ排水するための遮集管システムを計画とした。

協力対象事業の範囲及び規模は、要請内容の分析を行い、現地調査で実施した地形測量、地質調査、マンホール調査及び浸水実態調査結果、並びに各排水系統の水理解析結果の分析に基づいて、緊急性、必要性、裨益効果、費用対効果などを十分考慮したうえで策定した。

(2) トルコーク地域の排水システム改善における設計方針

トルコーク地域の浸水被害軽減を目的とし、集中豪雨による冠水範囲と時間を短縮し、被害を最小限に抑え、住民が普段の生活を早期に取り戻すための排水システム改善を行う。

本事業における排水管網の整備は、浸水実態調査による浸水被害の状況に応じて対象範囲を設定し、対象範囲の浸水被害状況を改善することを基本方針とし、対象地域を3つの排水区に分割し、北部排水区では既存の排水管を經由してポンパイ湖に流下するように、中部排水区および南部排水区では既存のポンプ場（中部は第1トルコークポンプ場、南部は第2トルコークポンプ場）に流下するように行うこととした。

協力対象事業の範囲および規模は、要請内容の分析を行った上で、現地調査で実施した地形測量、マンホール調査、および浸水実態調査の結果に基づいた水理解析結果の分析に基づき、浸水被害状況を改善するために必要な排水管路の延長・管径を、緊急性、必要性、裨益効果などを十分考慮したうえで決定した。

(3) フェーズ2で整備した排水ポンプ場の機械式自動除塵機建設の設計方針

フェーズ2において建設した4箇所の排水ポンプ場における、除塵施設の改善を行う。

フェーズ2において、ポンプの羽根車にゴミが詰まるのを防ぐために、ポンプ流入側に定置固定式除塵スクリーンを設置した。これまで、作業員を常駐させてスクリーンで捕捉されたゴミを手作業で除去してきたが、降雨時のゴミの流入量が増加し、除去が追い付かず排水管から地下貯留槽内への雨水の流入を阻害するようになった。問題解決のため作業員の増員や早期作業開始等の努力を行ってきたが、問題解決には至っていない。

本事業では、現状改善のためにスクリーンにおけるゴミの除去方式を人力から機械式へと改良し、自動除塵機を取り付ける方針とした。既設のバースクリーンおよびスクリーン室を撤去し、拡張したスクリーン室を建設する方針とした。

(4) 排水関連機材の調達設計方針

プノンペン都で発生する浸水被害を軽減するために行われている緊急排水作業の現状を改善するために、緊急排水用機材を調達する。

排水施設の整備が十分でない地域、既存排水管の機能が発揮されていない地域、地形的に局地的な浸水が発生する地域、等では大小さまざまな規模の浸水被害が発生している。また、近年の土地開発の進展に伴い低地や湿地の埋め立てが進んだ結果、これまで浸水の無かった場所において新たな浸水被害の発生が認められる場所もある。これらの地域では、緊急排水作業による浸水被害の軽減が行われている。

プノンペン都の公共事業運輸局（以下、「DPWT」と記す。）が責任機関となり、その傘下の排水・下水課（Drainage and Sewage Division、以下、「DSD」と記す。）が緊急排水の実作業を担当しているが、DSDが所有する排水ポンプ車は1台のみであり、同時間に複数の場所での

緊急排水作業に対応できない上、現有の排水ポンプ車は製造から約 30 年経過し老朽化が著しく十分な排水能力を有していない。

本事業では排水関連機材として、緊急排水用の移動式排水ポンプ車を調達する方針とした。移動式排水ポンプ車は、使用目的、必要性、実施機関の運営維持管理能力等を検討し、その仕様と調達数を決定する方針とした。

(5) ソフトコンポーネント計画の方針

本事業により建設される施設及び調達される機材の運営・維持管理の責任は DPWT にあり、同機材を用いた排水管路の清掃作業や緊急排水作業は、DPWT 内の DSD が実施する。排水管路清掃作業に対して DSD は十分な実施体制を有している一方、機材の老朽化による作業の非効率性などの要因もあり、これまで実施してきた清掃作業は、浸水が頻繁に発生する箇所において、問題が発生してから後追いで対処する対症療法的な作業が主であり、計画的な清掃作業がなされていない。本事業により建設される施設及び調達される機材の効果的な活用を継続的に行っていくためには、DSD の計画的な清掃作業能力の強化が重要となる

そこで、DSD の排水施設に関する運営・維持管理能力及び清掃機材の利活用能力を向上させるためにソフトコンポーネントとして、計画 (Plan)・実施 (Do)・検証 (Check)・改善 (Action) の PDCA サイクルを取り入れた計画的な清掃作業を強化・定着するための技術指導を行い、本事業で建設・調達される施設・機材の継続的な有効利用を目指す方針とした。

3.2 第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画の事業内容

上記の方針に基づいて国内解析を実施し、下表に示す施設及び機材を、本事業の最適な内容として計画した。

No.	コンポーネント	施設/機材内容
1.	【施設建設】排水施設改善事業 (ワットプノン北側エリアの排水システム改善)	- 排水管路 (径 1,200mm~2,000 mm, 全延長 2,664 m) - 排水機場 (排水容量 Q = 1.4 m ³ /s) - 地下貯留槽 (容積 V = 6,500 m ³) - 遮集管 (径 700 mm, 延長 1,620m)
2.	【施設建設】機械式自動除塵機の建設 (フェーズ 2 で整備した排水機場への機械式除塵機建設)	- 機械式スクリーン設備 (4ヶ所の排水機場への自動除塵機設置 (Chak Tomuk P.S.(P1), Preah Kumulung P.S., Phsar Kandal P.S. (Ps), Phsar Chas P.S. (p5))
3.	【施設建設】排水施設改善事業 (トルコーク地域の排水システム改善)	- 排水管路: (径 700~2,000 mm, 全延長 6,959m) - 北部: (径 1,500 mm, 全延長 232 m) - 中部: (径 1,000~2,000 mm, 全延長 4,340 m) - 南部: (径 700~1,000 mm, 全延長 2,387 m) - 排水用ボックスカルバート: (全延長 1,398 m) - 北部: (幅 2.7m~高 1.5 m, 全延長 907 m) - 中部: (幅 2.0m~高 2.0 m, 全延長 60 m) - 南部: (幅 2.2m~高 0.8 m, 幅 1.8m~高 1.0 m, 全延長 431 m)
4.	【機材調達】排水関連機材の調達	- 排水ポンプ車: 2台 (30 m ³ /min., 揚程 10m)
5.	ソフトコンポーネント	- 計画的な排水管理の清掃活動 - 自動除塵機及び移動式排水ポンプ車の使用・維持管理 - 排水施設への廃棄物投棄削減に向けた啓発活動

4. プロジェクトの工期及び概算事業費

本事業の実施期間は、実施設計に 8 ヶ月、施工及び機材調達に 36 ヶ月を必要とする。

本協力対象事業を我が国の無償資金協力にて実施する場合に必要な概略事業費は、全体額 39.82 億円（日本側事業費：39.35 億円、カンボジア国側事業費：4,770 万円）と積算される。

5. プロジェクトの評価

5.1 妥当性

プロジェクトの妥当性を評価するため、本事業を我が国の無償資金協力事業として実施することの妥当性について、以下に整理する。

(1) プロジェクトの緊急性

プノンペン都では毎年雨季の度に集中豪雨による浸水被害が頻発している。その排水事情の悪さは、観光ガイドブックで危険情報の一つとして旅行者へ注意喚起されるほど深刻である。

本事業は JICA の開発調査で策定したマスタープランで提案された内容に沿って実施されるものであり、カンボジア国の国家戦略的開発計画（NSDP 2014-2018）で提案されている行動計画「洪水対策と都市インフラの整備」への寄与が期待されるとともに、本事業の目的はプノンペン都の都市開発計画の目的に合致している。

本事業の対象地域は以前より排水機能の改善の必要性が指摘されていたが、対策が進んでいない地域である。対象地域にはプノンペン都総人口の 12%に相当する 20 万人が居住していることに加え、プノンペン都の中心市街地内に位置していることから、裨益効果が大きい。

本事業は、洪水防御・排水改善に関する施設建設及び機材調達といった都市インフラを整備することで、プノンペン都の排水システムの改善を行い、浸水被害を軽減し、プノンペン都民の生活環境の改善と首都機能の安定的維持を図ることを目標としている。カンボジアの国家戦略やプノンペン都の長期開発計画に整合していることから、その妥当性は高い。

このように、本事業は裨益効果が大きく、地域住民の生活安定、プノンペン都の都市機能及びカンボジア国の首都機能の維持のために緊急の実施が求められている。

(2) 日本の技術を適用する必要性・優位性

本事業に対して日本の技術を適用し、我が国の無償資金協力事業として実施することの必要性・優位性について、以下に列挙する。

- プノンペン都によって独自に実施される排水改善事業が浸水被害の解消・軽減に寄与しないケースが多く、カンボジア国及びプノンペン都の自助努力のみによる排水改善の達成を期待することは困難である。

- 既設排水管路を活用しながら適切な排水改善計画を立案し、その計画に基づく排水管路の設計及び施工を実施するためには、日本の高い計画技術及び施工技術が必要である。
- 本事業の実施により、過去 3 件の洪水防御・排水改善に関する日本の無償資金協力事業（フェーズ 1、フェーズ 2、及びフェーズ 3）と整合性のある、プノンペン都の排水改善を実現することが可能となる。また本事業を日本の無償資金協力事業として実施することにより、これまでに得られた知見を活用した、円滑かつ効果的な事業実施が可能となる。

5.2 有効性

プロジェクトの有効性を評価するため、本事業の実施により期待されるアウトプットを測る指標を、定量的効果と定性的効果に分けて以下のとおり記載する。

(1) 定量的効果

本事業の実施により、プノンペン都のワットプノン北側エリア及びトルコーク地域では、2年確率以下の規模の降雨発生時における浸水深が 20cm 以下、浸水継続時間が 2 時間以下となり、浸水被害規模が改善される。更に、浸水被害の発生頻度の軽減も期待される。

指標名		基準値（2015 年実績値）	目標値（2023 年）【事業完成 3 年後】
浸水面積	ワットプノン北側（m ² ）	111,600	49,500
	トルコーク地区（m ² ）	460,800	169,200
浸水深（上記両地区を対象）（cm）		最大 50	最大 20
浸水継続時間（同上）（時間）		最長 9	最長 2

注1) 上記目標値は、2年確率降雨（平均して2年に一度発生する規模の降雨）以下の規模の降雨発生時における値。2年確率降雨の強度は、44.8mm/hr、87.8mm/日。

注2) 浸水面積は、浸水継続時間が10分以上となる面積。

注3) 排水改善効果指標の確認地点は、浸水被害モニタリング調査地点のうち、主要道路であり交通量が多く視認効果の高い地点として、下記の5地点を選定した。

ワットプノン北側エリア：St.47×St.84、St.47×St.88

トルコーク地域：St.337×St.528、St.317×St.592、St.287×St.528

(2) 定性的効果

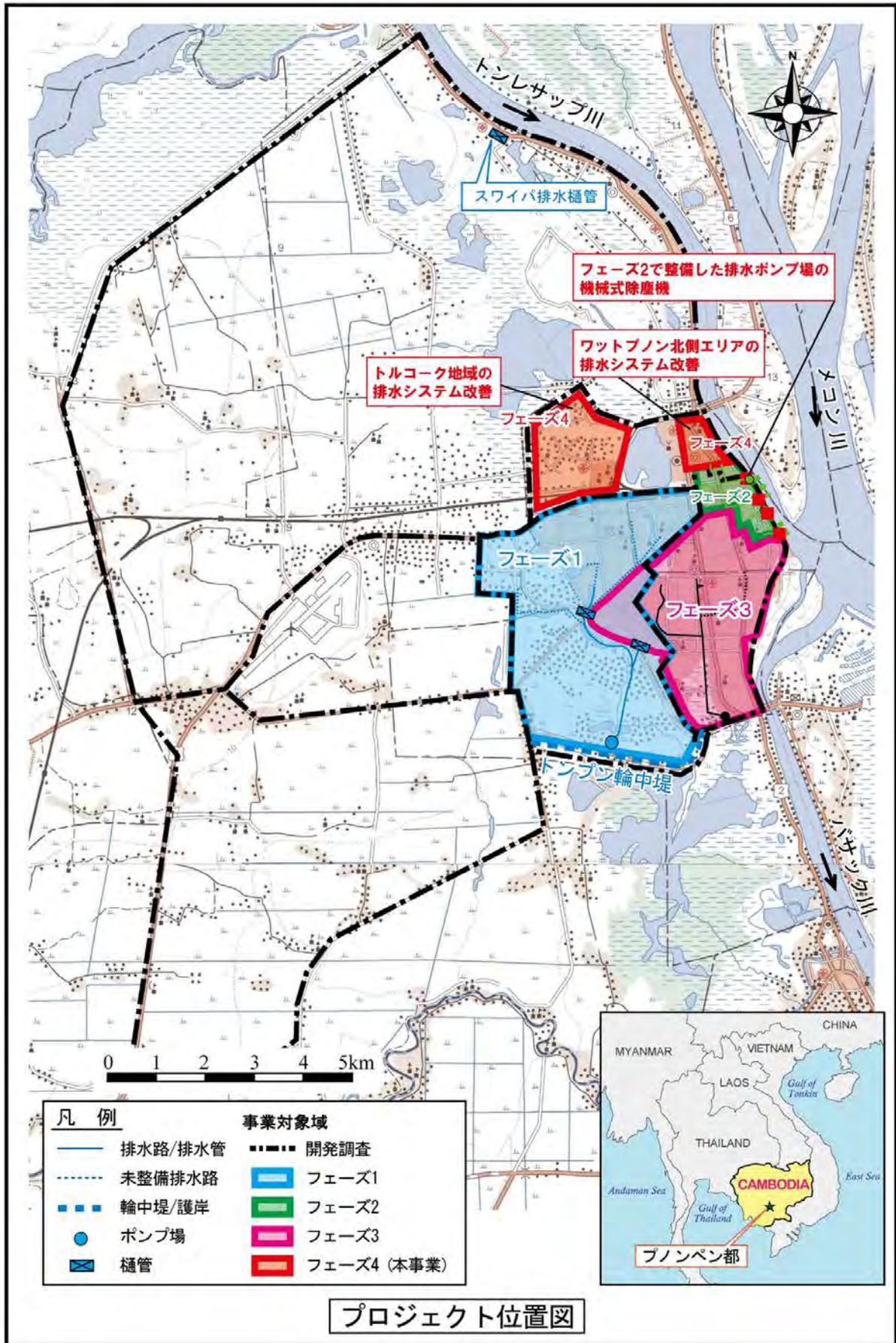
本事業の実施により、下記に列挙するような定性的効果が期待される。

- ワットプノン北側及びトルコーク地区の雨水を効率的に排水し内水氾濫被害の最小化を図ることによる都市環境（悪臭発生、合流管からの土砂・汚泥・ゴミの散乱）の改善
- ワットプノン北側にある商業エリア、観光エリア、官公庁エリア及びトルコーク地区の商業エリア、居住エリアにおける洪水・浸水被害による経済的損失の低減
- ワットプノン北側及びトルコーク地区における地域浸水被害の軽減による商業活動の活発化や観光産業の振興
- ワットプノン北側及びトルコーク地区の衛生環境が改善されることによる長期間の浸水による皮膚病や風邪、下痢、腸チフス、赤痢等の水因性疾病の発生、蔓延の状況の改善

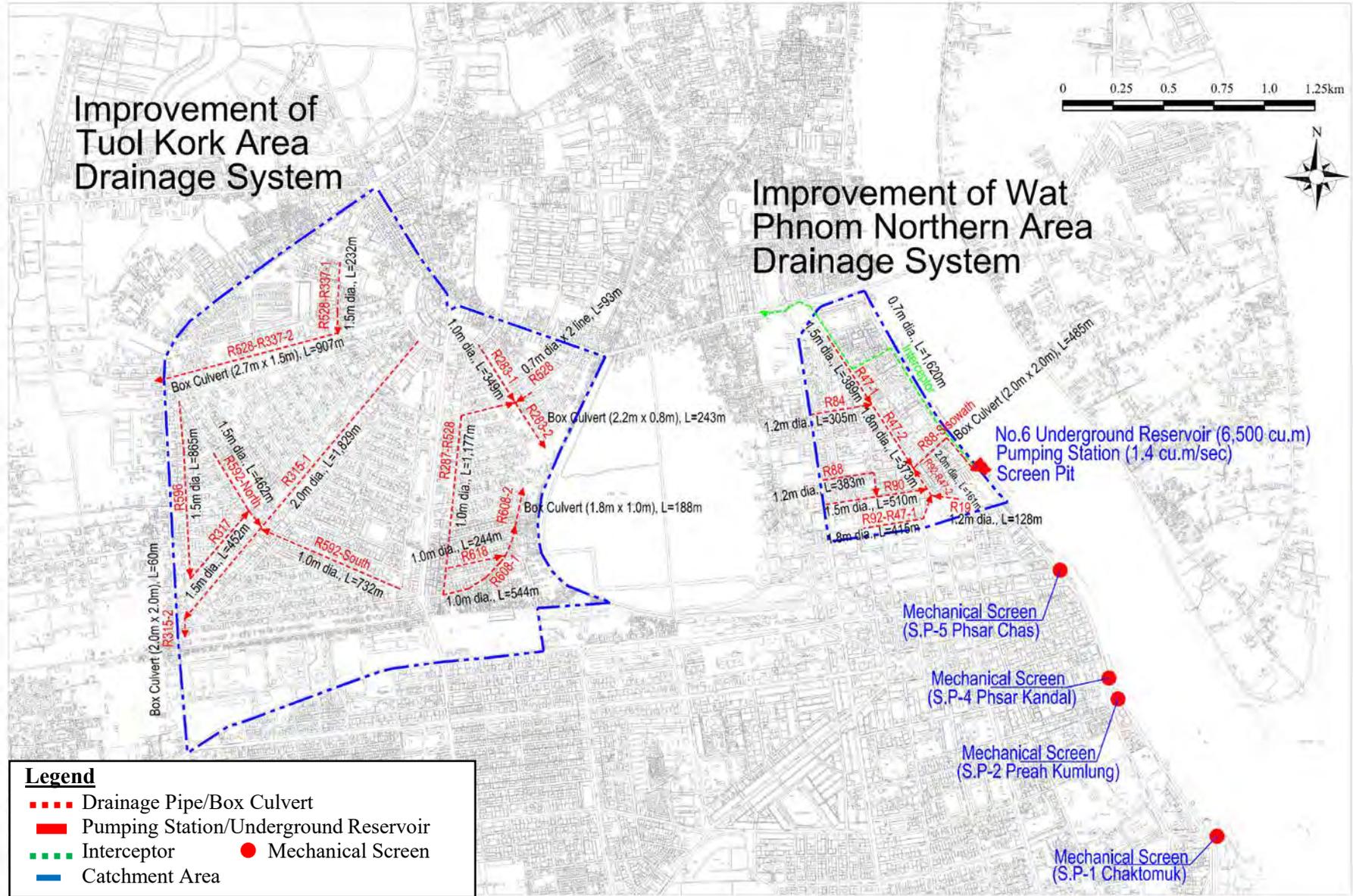
- ワットプノン北側及びトルコーク地区において浸水による交通遮断が解消・軽減されることによる主要道路や迂回路で発生する交通渋滞の改善、及び交通渋滞緩和による副次的な効果として、交通事故の減少や道路利用者の走行の快適性の改善

5.3 結論

以上の内容により、本案件の実施の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断されることから、早期の実施が望まれる。



協力対象事業施設位置図



完成予想図【排水幹線の敷設】



事業対象地域における現状での降雨発生時の浸水状況



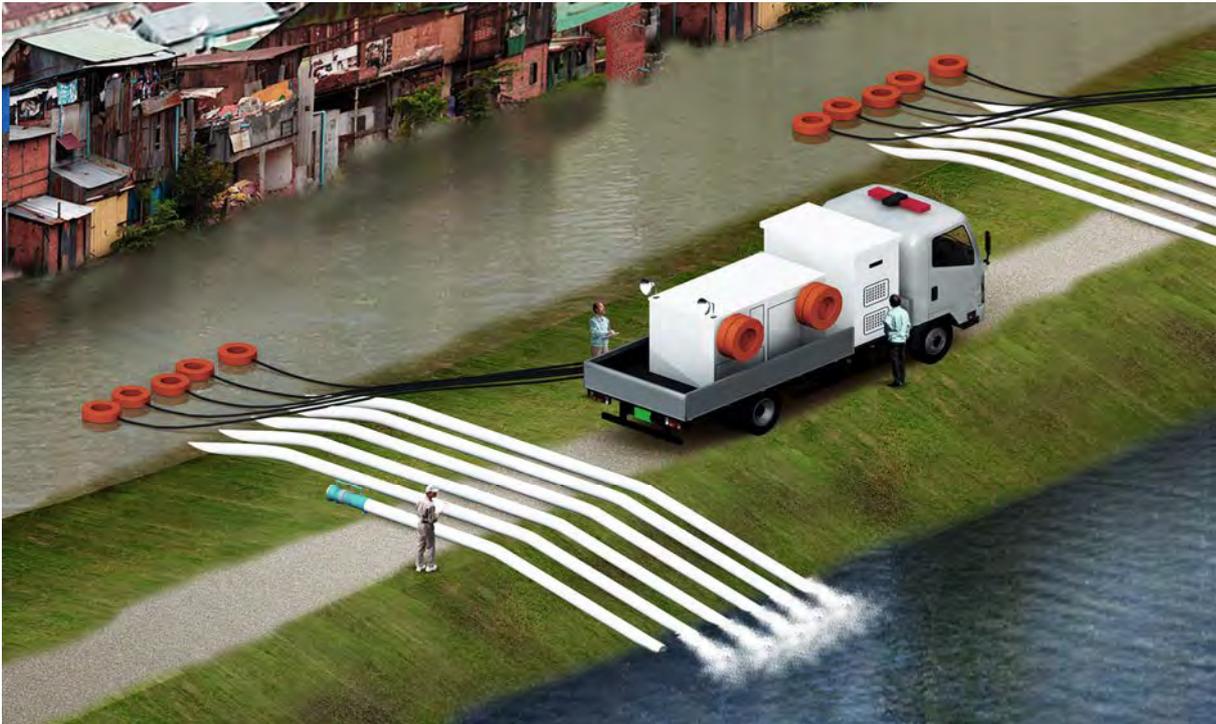
本協力対象事業実施後の降雨発生時の状況

完成予想図【地下貯留槽及び排水ポンプ場の建設】



地下貯留槽（透視図）、及び排水機場

完成予想図【移動式排水ポンプ車の調達】



移動式排水ポンプ車を使用した緊急排水作業実施状況

現地写真集【1/2】



排水管路の排水先、トルコーク 1 排水機場手前の湿地



排水管路の排水先、トルコーク 2 排水機場手前の湿地



トルコーク地区でプノンペン都が独自に建設を進めているポンプ場（新トルコーク I ポンプ場）



新トルコーク II 排水機場（プノンペン都が建設中）



トルコーク地域南部の洪水時の様子



トルコーク地域東部の洪水時の様子



ワットプノン北側の洪水時の様子



ワットプノン周囲の洪水時の様子

現地写真集【2/2】



堆積物により排水管路の流れが阻害されている状況



道路脇の排水溝入り口にゴミが入り込んでいく状況



フェーズ 2 で建設したポンプ場のスクリーンピットで人力によるゴミの除去作業を行っている



スクリーンピットにおける、著しく腐食の進んだ鉄製のバースクリーン (拡大)



地下貯留槽建設予定地 (公園)



ワットポン北側エリアの配水管敷設予定の道路



第 3 次プノンペン都洪水防御・排水改善計画で供与された
高圧洗浄車(左)と汚泥吸引車(右)



プノンペン都が所有している排水ポンプ車

目 次

序文	
要約	
位置図／完成予想図／写真	
目次	
図表写真リスト／略語集	
第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1.1 当該セクターの現状と課題	1-1
1.1.1 現状と課題	1-1
1.1.2 開発計画	1-2
1.1.3 社会経済状況	1-5
1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-8
1.2.1 協力要請の背景・経緯	1-8
1.2.2 本無償資金協力事業の要請の概要	1-10
1.3 我が国の援助動向	1-12
1.3.1 過去の日本による洪水・排水分野の援助	1-12
1.3.2 洪水・排水分野の先行事業と本事業の関係	1-13
1.4 他ドナーの援助動向	1-15
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2.1 プロジェクトの実施体制	2-1
2.1.1 組織・人員	2-1
2.1.2 財政・予算	2-3
2.1.3 技術水準	2-5
2.1.4 既存施設・機材	2-6
2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-14
2.2.1 関連インフラの整備状況	2-14
2.2.2 自然条件	2-18
2.2.3 環境社会配慮	2-48
2.2.3.1 環境影響評価	2-48
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	2-48
2.2.3.1.2 ベースとなる環境社会の状況	2-50
2.2.3.1.3 相手国の環境社会配慮制度・組織	2-61
2.2.3.1.4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討	2-64
2.2.3.1.5 スコーピング	2-66

2.2.3.1.6	環境社会配慮調査の TOR	2-70
2.2.3.1.7	環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）	2-71
2.2.3.1.8	影響評価	2-73
2.2.3.1.9	緩和策及び緩和策実施のための費用	2-75
2.2.3.1.10	環境管理計画・モニタリング計画（実施体制、方法、費用など）	2-76
2.2.3.1.11	ステークホルダー協議	2-78
2.2.3.2	用地取得・住民移転	2-80
2.2.3.2.1	用地取得・住民移転の必要性	2-80
2.2.3.2.2	用地取得・住民移転に係る法的枠組み	2-81
2.2.3.2.3	用地取得・住民移転の規模・範囲	2-84
2.2.3.2.4	補償支援の具体策	2-88
2.2.3.2.5	苦情処理メカニズム	2-91
2.2.3.2.6	一時的住民移転の実施体制	2-92
2.2.3.2.7	実施スケジュール	2-94
2.2.3.2.8	費用と財源	2-96
2.2.3.2.9	実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム	2-97
2.2.3.2.10	住民協議	2-97
2.2.3.3	その他	2-99
2.2.3.3.1	モニタリングフォーム案	2-99
2.2.3.3.2	環境チェックリスト	2-102
2.2.3.3.3	その他	2-105
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）	3-13
3.2.2.1	全体計画（排水解析）	3-13
3.2.2.2	ワットプノン北側エリア及びトルコーク地域の排水システム改善	3-33
3.2.2.3	フェーズ2で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機の建設	3-48
3.2.2.4	排水関連機材（緊急排水機材）の調達	3-53
3.2.3	概略設計図	3-56
3.2.4	施工計画／調達計画	3-58
3.2.4.1	施工方針／調達方針	3-58
3.2.4.2	施工上／調達上の留意事項	3-59
3.2.4.3	施工区分／調達・据付区分	3-62
3.2.4.4	施工監理計画／調達管理計画	3-62

3.2.4.5	品質管理計画.....	3-65
3.2.4.6	資機材調達計画.....	3-66
3.2.4.7	初期操作指導・運用指導等計画.....	3-67
3.2.4.8	ソフトコンポーネント計画（※ソフトコンポーネント計画は別添）.....	3-68
3.2.4.9	実施工程.....	3-69
3.3	相手国側負担事業の概要.....	3-70
3.3.1	無償事業実施全般における基本的負担事項.....	3-70
3.3.2	本無償資金協力事業の実施に特有の負担事項.....	3-71
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-73
3.4.1	運営・維持管理体制.....	3-73
3.4.2	運営・維持管理方法.....	3-74
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.....	3-79
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.....	4-2
4.3	外部条件.....	4-4
4.4	プロジェクトの評価.....	4-4
4.4.1	妥当性.....	4-4
4.4.2	有効性.....	4-6
4.4.3	結論.....	4-8

[資料]

- 資料1. 調査団員・氏名
- 資料2. 調査行程
- 資料3. 関係者（面会者）リスト
- 資料4. 討議議事録（M/D）
- 資料5. ソフトコンポーネント計画書
- 資料6. 浸水被害調査結果
- 資料7. JICA ガイドラインとの比較

[別添]

- 概略設計図

表 一 覧

表 R 1.1.1	カンボジア国の人口構成.....	1-6
表 R 1.1.2	カンボジア国 人口の年齢構成.....	1-6
表 R 1.1.3	カンボジア国 産業別従事者率及び GDP 比率.....	1-6
表 R 1.2.1	プノンペン洪水防御・排水改善計画 各フェーズの概要.....	1-9
表 R 1.2.2	本事業におけるカンボジア国側からの要請内容.....	1-10
表 R 1.3.1	洪水・排水分野に関連する、これまでの我が国の援助実績.....	1-12
表 R 1.3.2	JICA マスタープラン (MP1999) と本事業の関係.....	1-13
表 R 1.3.3	JICA マスタープラン (MP1999) で提案された計画規模と 事業実施時の計画規模.....	1-14
表 R 1.4.1	他のドナー国・機関による援助実績 (洪水・排水分野) (単位: 千 US\$)	1-15
表 R 2.1.1	公共事業運輸局 (DPWT) 職員の内訳	2-2
表 R 2.1.2	排水・下水課 (DSD) 正規職員の内訳.....	2-2
表 R 2.1.3	排水・下水課 (DSD) 契約職員の内訳.....	2-3
表 R 2.1.4	プノンペン都における排水関係支出額.....	2-3
表 R 2.1.5	DSD の支出内訳.....	2-4
表 R 2.1.6	PPWSA からプノンペン都へ移管された水道料金.....	2-5
表 R 2.1.7	DSD が保管している緊急排水用機材.....	2-10
表 R 2.2.1	DPWT が記録している排水管路の総延長とマンホールの総数.....	2-14
表 R 2.2.2	DPWT が管理している排水路 (開水路) の延長.....	2-16
表 R 2.2.3	DPWT が管理している排水ポンプ場	2-16
表 R 2.2.4	月別降水量	2-20
表 R 2.2.5	地形測量概要.....	2-22
表 R 2.2.6	機械ボーリング実施概要.....	2-29
表 R 2.2.7	地下埋設物管轄機関一覧.....	2-32
表 R 2.2.8	調査エリア及び方法.....	2-36
表 R 2.2.9	回答者の身分.....	2-40
表 R 2.2.10	家長の職業	2-40
表 R 2.2.11	同居している家族の数.....	2-40
表 R 2.2.12	居住年数	2-40
表 R 2.2.13	家屋の所有形態.....	2-40
表 R 2.2.14	世帯の支出合計 (USD/月)	2-40
表 R 2.2.15	自宅前での浸水被害の有無.....	2-41
表 R 2.2.16	浸水被害の頻度.....	2-41
表 R 2.2.17	浸水の深さ	2-41
表 R 2.2.18	浸水の継続時間.....	2-41
表 R 2.2.19	住民への聞き取り調査により浸水被害が深刻と考えられる路線の条件	2-41
表 R 2.2.20	浸水被害後の問題発生の有無.....	2-41
表 R 2.2.21	浸水被害後に家族に発生した疾病.....	2-42
表 R 2.2.22	し尿の処理形態.....	2-42
表 R 2.2.23	自宅前での排水施設改善への賛否.....	2-42
表 R 2.2.24	自宅前での排水施設改善に伴う工事への賛否.....	2-42
表 R 2.2.25	回答者の身分.....	2-44
表 R 2.2.26	家長の職業	2-44
表 R 2.2.27	同居している家族の数.....	2-44
表 R 2.2.28	居住年数	2-44
表 R 2.2.29	家屋の所有形態.....	2-44
表 R 2.2.30	世帯の支出合計 (USD/月)	2-44
表 R 2.2.31	自宅前での浸水被害の有無.....	2-45
表 R 2.2.32	浸水被害の頻度.....	2-45

表 R 2.2.33	浸水の深さ.....	2-45
表 R 2.2.34	浸水の継続時間.....	2-45
表 R 2.2.35	浸水被害後の問題発生の有無.....	2-45
表 R 2.2.36	浸水被害後に家族に発生した疾病.....	2-45
表 R 2.2.37	し尿の処理形態.....	2-46
表 R 2.2.38	無償資金協力事業の効果の有無.....	2-46
表 R 2.2.39	無償資金協力事業による改善.....	2-46
表 R 2.2.40	本事業における施設の概要.....	2-49
表 R 2.2.41	カンボジア国における絶滅危惧種の状況.....	2-53
表 R 2.2.42	本事業対象地区における聞き取り調査による浸水被害結果.....	2-53
表 R 2.2.43	人口動態と予測.....	2-55
表 R 2.2.44	プノンペン都内の国道 4 号線沿いの大気質.....	2-56
表 R 2.2.45	プノンペン都内の大気質.....	2-56
表 R 2.2.46	プノンペン都内の大気質計測値（本事業対象地域、2016 年）.....	2-56
表 R 2.2.47	公共施設・住宅地域における騒音の最大標準値.....	2-57
表 R 2.2.48	騒音観測値（本事業対象地域、2016 年）.....	2-58
表 R 2.2.49	騒音基準の比較（カンボジア国、日本、WHO）.....	2-59
表 R 2.2.50	各モニタリング箇所における観測値の最小値、最大値及び平均値.....	2-59
表 R 2.2.51	排水汚水の観測値（本事業対象地域、2016 年）.....	2-60
表 R 2.2.52	カンボジア国の環境社会配慮に関連した法令.....	2-62
表 R 2.2.53	雨水排水における住民移転の環境社会配慮の代替案比較検討.....	2-65
表 R 2.2.54	考えられる負の影響（1/2）.....	2-66
表 R 2.2.55	考えられる負の影響（2/2）.....	2-67
表 R 2.2.56	負の影響に対する軽減策（1/2）.....	2-68
表 R 2.2.57	負の影響に対する軽減策（2/2）.....	2-69
表 R 2.2.58	IEE（IEIA）の TOR.....	2-70
表 R 2.2.59	環境社会配慮調査結果.....	2-71
表 R 2.2.60	影響評価の結果.....	2-73
表 R 2.2.61	本事業における環境影響に対する緩和策.....	2-75
表 R 2.2.62	モニタリング計画案.....	2-77
表 R 2.2.63	プノンペン都におけるステークホルダー協議（Stakeholder Meeting：SHM）の概要.....	2-78
表 R 2.2.64	本事業における用地取得と移転.....	2-81
表 R 2.2.65	住民移転と用地取得の法制度.....	2-81
表 R 2.2.66	民間住宅地及び建物の補償調査結果.....	2-86
表 R 2.2.67	被影響世帯における居住者数.....	2-86
表 R 2.2.68	被影響世帯の識字率.....	2-86
表 R 2.2.69	被影響世帯の主な収入源.....	2-86
表 R 2.2.70	被影響世帯の平均収入.....	2-87
表 R 2.2.71	被影響世帯の平均支出.....	2-87
表 R 2.2.72	被影響世帯の資産額.....	2-87
表 R 2.2.73	エンタイトルメント・マトリックス.....	2-89
表 R 2.2.74	被影響世帯の資産や手当等をまとめた結果.....	2-91
表 R 2.2.75	住民移転行動計画の予定表.....	2-95
表 R 2.2.76	住民移転見積額.....	2-96
表 R 2.2.77	ARAP における参加型活動.....	2-97
表 R 2.2.78	本事業における住民移転計画の公聴会.....	2-97
表 R 2.2.79	公聴会での質問と回答（1st Sangkat SHM）.....	2-98
表 R 2.2.80	公聴会での質問と回答（2nd Sangkat SHM）.....	2-99
表 R 2.2.81	建設段階の環境社会モニタリング計画.....	2-100
表 R 2.2.82	本事業における建設段階の環境モニタリングフォーム（1/4）.....	2-100

表 R 2.2.83	本事業における建設段階の環境モニタリングフォーム (2/4)	2-100
表 R 2.2.84	本事業における建設段階の環境モニタリングフォーム (3/4)	2-101
表 R 2.2.85	本事業における建設段階の環境モニタリングフォーム (4/4)	2-101
表 R 2.2.86	本事業の環境チェックリスト (1/4)	2-102
表 R 2.2.87	本事業の環境チェックリスト (2/4)	2-103
表 R 2.2.88	本事業の環境チェックリスト (3/4)	2-104
表 R 2.2.89	本事業の環境チェックリスト (4/4)	2-105
表 R 3.1.1	第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画の内容	3-2
表 R 3.2.1	チャトムック水文観測所における確率水位	3-6
表 R 3.2.2	近隣諸国の排水施設計画に適用されている降雨確率規模	3-6
表 R 3.2.3	施設計画に適用する降雨の確率規模	3-6
表 R 3.2.4	確率雨量	3-7
表 R 3.2.5	確率規模別雨量算出結果	3-7
表 R 3.2.6	排水関連機材に必要な機能	3-11
表 R 3.2.7	排水システムの水理解析におけるモデル条件	3-14
表 R 3.2.8	モデル化した排水機場	3-18
表 R 3.2.9	採用した降雨強度式	3-21
表 R 3.2.10	水理解析モデルの外部境界条件として設定した排水先水位	3-21
表 R 3.2.11	設定した浸水軽減目標	3-26
表 R 3.2.12	流出係数	3-26
表 R 3.2.13	各排水区に敷設する排水管の種類及び延長	3-33
表 R 3.2.14	新設排水幹線管渠 (ワットプノン北側エリア)	3-34
表 R 3.2.15	新設排水幹線管渠 (トルコーク地域)	3-36
表 R 3.2.16	ポンプ場及び貯留槽の仕様	3-40
表 R 3.2.17	適用可能なポンプ形式の比較	3-42
表 R 3.2.18	施設の縦断的基本諸元及びポンプ搭載ゲートと吐出水槽の諸元	3-43
表 R 3.2.19	ポンプ建屋床高の決定	3-44
表 R 3.2.20	ポンプ場の必要電力と既設変圧器容量の比較	3-45
表 R 3.2.21	EDC による設計基準	3-46
表 R 3.2.22	非常用発電機設備の仕様	3-46
表 R 3.2.23	遮集管計画の概要	3-48
表 R 3.2.24	機械式除塵機の設計条件	3-50
表 R 3.2.25	機械式除塵機の能力	3-50
表 R 3.2.26	機械式除塵機の敷地寸法と地上高	3-51
表 R 3.2.27	各ポンプ場の電力	3-51
表 R 3.2.28	調達予定機材の検討	3-53
表 R 3.2.29	調達予定機材リスト	3-54
表 R 3.2.30	移動式排水ポンプ車仕様	3-55
表 R 3.2.31	概略設計図面リスト	3-56
表 R 3.2.32	両国政府の負担区分	3-62
表 R 3.2.33	品質管理計画	3-65
表 R 3.3.1	浸水モニタリング記録用紙案	3-71
表 R 3.4.1	DPWT 職員の内訳	3-73
表 R 3.5.1	既設ポンプ場の年間運営・維持管理費(2014 年実績)	3-80
表 R 3.5.2	新設ポンプ場、自動除塵機の年間電気料金	3-80
表 R 3.5.3	新設ポンプ場、地下貯留槽及び自動除塵機の年間運営維持管理費	3-81
表 R 3.5.4	移動式排水ポンプ車の年間運営・維持管理費	3-82
表 R 3.5.5	マンホールポンプの年間運営・維持管理費	3-82
表 R 3.5.6	本計画完了後の年間運営・維持管理費の増額分	3-83
表 R 3.5.7	事業実施前後の年間運営・維持管理費の比較	3-83
表 R 4.4.1	事業実施による排水改善効果指標	4-7

目 次

図 R 1.1.1	第3次四辺形戦略 (Rectangular Strategy) 模式図.....	1-3
図 R 1.2.1	無償事業の対象エリア.....	1-8
図 R 1.2.2	過去の事業対象域、並びに本事業の要請内容と対象コンポーネント位置図.....	1-11
図 R 2.1.1	プノンペン都の組織図.....	2-1
図 R 2.1.2	公共事業運輸局 (DPWT) の組織図.....	2-1
図 R 2.1.3	プノンペン都の排水下水関係コスト資金源の流れ.....	2-4
図 R 2.1.4	ワットプノン北側エリアにおける既設排水管網及び浸水常襲箇所.....	2-6
図 R 2.1.5	トルコーク地域における浸水常襲箇所及び既存の排水システム.....	2-7
図 R 2.1.6	本事業対象地域付近での主な排水ポンプ車出動地点.....	2-11
図 R 2.1.7	2015年における DSD の排水管等の清掃月別活動日数.....	2-13
図 R 2.2.1	DPWT のデータベースに記録されている排水管路の位置図.....	2-15
図 R 2.2.2	DPWT が管理する排水路 (開水路) 及び排水ポンプ場の位置図.....	2-17
図 R 2.2.3	月最高気温と最低気温及び月平均湿度 (1985~2013).....	2-19
図 R 2.2.4	年間最高気温と最低気温 (1985~2013).....	2-19
図 R 2.2.5	月平均降水量と月平均最高気温と最低気温 (2004~2013).....	2-20
図 R 2.2.6	年降水量の推移 (1981~2013).....	2-20
図 R 2.2.7	水位データ (チャトムック観測所、プノンペン港観測所).....	2-21
図 R 2.2.8	測量実施位置図 (ワットプノン北側エリア).....	2-23
図 R 2.2.9	測量実施位置図 (トルコーク地域).....	2-24
図 R 2.2.10	調査対象マンホール位置図 (ワットプノン北側エリア).....	2-26
図 R 2.2.11	調査対象マンホール位置図 (トルコーク地域).....	2-27
図 R 2.2.12	マンホール調査項目.....	2-28
図 R 2.2.13	マンホール調査票.....	2-28
図 R 2.2.14	機械ボーリング調査地点位置図.....	2-30
図 R 2.2.15	各ボーリング結果における N 値の分布.....	2-31
図 R 2.2.16	試掘調査地点.....	2-33
図 R 2.2.17	社会環境 (洪水被害) 調査エリア図.....	2-37
図 R 2.2.18	調査1 (区長、DPWT への聞き取り調査) 結果.....	2-39
図 R 2.2.19	住民への聞き取り調査結果 (調査2、フェーズ4 (本事業) 対象地区).....	2-43
図 R 2.2.20	住民への聞き取り調査結果 (調査2、フェーズ2、3 対象地区).....	2-47
図 R 2.2.21	本事業対象地域の位置図.....	2-48
図 R 2.2.22	年間最高・最低気温 (1985年-2013年).....	2-51
図 R 2.2.23	プノンペン都の土地利用 (2035年).....	2-54
図 R 2.2.24	プノンペン都総合交通計画プロジェクトにおける騒音の観測路線と観測値.....	2-57
図 R 2.2.25	プノンペン都総合交通計画プロジェクトにおける振動の観測路線と観測値.....	2-58
図 R 2.2.26	国家事業レベルの IEIA/EIA プロセスのフロー.....	2-63
図 R 2.2.27	土地収用のフロー.....	2-82
図 R 2.2.28	住民移転のフロー.....	2-83
図 R 2.2.29	土地収用計画 平面図.....	2-85
図 R 2.2.30	土地収用計画 断面図 (A-A).....	2-85
図 R 2.2.31	住民移転総局 (GDR) を含む経済財政省 (MEF) の組織図.....	2-93
図 R 2.2.32	環境省 (MOE) の組織図.....	2-94
図 R 2.2.33	本事業の環境社会配慮の実施計画.....	2-95
図 R 3.2.1	対象排水区周辺の地盤高.....	3-14
図 R 3.2.2	排水システムの水理解析フロー.....	3-15
図 R 3.2.3	管路・氾濫解析モデルのイメージ.....	3-16
図 R 3.2.4	モデル化した管路網 (ワットプノン北側エリア).....	3-17

図 R 3.2.5	モデル化した管路網（トルコーク地域）	3-18
図 R 3.2.6	ワットプノン北側エリアの地盤高モデル（DEM モデル）	3-19
図 R 3.2.7	トルコーク地域の地盤高モデル（DEM モデル）	3-19
図 R 3.2.8	トルコーク地域における湿地の分布状況	3-20
図 R 3.2.9	トルコーク 2 排水機場湿地周辺の状況（左図：確認された水路のルート、右 図：開水路の状況）	3-20
図 R 3.2.10	トルコーク地域における下流端水位設定地点	3-21
図 R 3.2.11	ワットプノン北側エリアにおける 2 年確率降雨を与えた場合の計算結果 （左：最大浸水深、右：浸水継続時間）	3-22
図 R 3.2.12	トルコーク地域における 2 年確率降雨を与えた場合の計算結果（左：最大浸 水深、右：浸水継続時間）	3-23
図 R 3.2.13	47 番通りから 90 番通りにかけての排水管路の縦断図と冠水時の水位（2 年 確率降雨発生時）	3-24
図 R 3.2.14	管路内の堆積物の状況（左：528 番通り、右 289 番通り）	3-24
図 R 3.2.15	315 番通りの排水管路の縦断図と冠水時の水位（2 年確率降雨発生時）	3-25
図 R 3.2.16	337 番通りの排水管路の縦断図と冠水時の水位（2 年確率降雨発生時）	3-25
図 R 3.2.17	排水解析用概略施設設計画案（ワットプノン北側エリア）	3-28
図 R 3.2.18	浸水対策施設設置後の浸水軽減効果（ワットプノン北側エリア）	3-29
図 R 3.2.19	排水解析用概略施設設計画案（トルコーク地域）	3-31
図 R 3.2.20	浸水対策施設設置後の浸水軽減効果（トルコーク地域）	3-32
図 R 3.2.21	新設排水幹線管渠位置図（ワットプノン北側エリア）	3-35
図 R 3.2.22	新設排水幹線管渠位置図（トルコーク地域）	3-37
図 R 3.2.23	ポンプ場及び貯留槽配置の基本的考え方	3-39
図 R 3.2.24	6 号ポンプ場及び 6 号地下貯留槽の施設配置	3-41
図 R 3.2.25	6 号ポンプ場への電源供給ルート	3-45
図 R 3.2.26	遮集管の概念図	3-47
図 R 3.2.27	マンホールポンプのイメージ	3-48
図 R 3.2.28	背面降下式ロータリーレーキ除塵機	3-49
図 R 3.2.29	P1 ポンプ場から除塵機室までのケーブルルート	3-51
図 R 3.2.30	P2 ポンプ場から除塵機室までのケーブルルート	3-52
図 R 3.2.31	P4 ポンプ場から機械式除塵機室までのケーブルルート	3-52
図 R 3.2.32	P5 ポンプ場から機械式除塵機室までのケーブルルート	3-53
図 R 3.2.33	機械式除塵機盤姿図(P1, P2, P4, P5 用)	3-53
図 R 3.2.34	排水区位置図	3-59
図 R 3.2.35	6 号地下貯留槽の施工断面標準図	3-61
図 R 3.2.36	実施工程表	3-69
図 R 3.3.1	浸水モニタリング地点	3-72
図 R 3.4.1	公共事業運輸局（DPWT）組織図	3-73
図 R 3.4.2	DSD が実施している管路清掃作業（清掃機材を利用する場合）	3-76
図 R 4.2.1	相手国負担事項として提案した浸水被害モニタリング調査地点	4-3

写 真 一 覧

写真 R 2.1.1	トルコーク地域における既存の排水機場	2-8
写真 R 2.1.2	フェーズ 2 で整備した排水ポンプ場の除塵スクリーンの現状	2-9
写真 R 2.1.3	緊急排水関連機材の現状	2-10
写真 R 2.2.1	地形測量実施状況	2-22
写真 R 2.2.2	マンホール調査実施状況	2-25
写真 R 2.2.3	ボーリング調査実施状況	2-29
写真 R 2.2.4	住民への聞き取り調査状況	2-38
写真 R 2.2.5	環境社会配慮の公聴会の様子	2-80
写真 R 2.2.6	事業の影響を受ける土地及び建物	2-84
写真 R 2.2.7	第一回目公聴会の様子	2-98
写真 R 2.2.8	第二回目公聴会の様子	2-99
写真 R 3.2.1	6号ポンプ場に最寄りの既設変電所	3-45
写真 R 3.2.2	既設バースクリーンの状態	3-49
写真 R 3.2.3	既設バースクリーンにより取り出されたゴミ	3-50

略語集

1. 組織

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	米運輸交通担当者協会
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国材料試験協会
CDC	Cambodia Development Council	開発評議会
CFOCN	Cambodia Fiber Optic Communication Network	カンボジア・光通信網会社
DOE	Department of Environment	プノンペン都環境局
DOWRAM	Department of Water Resources and Meteorology	プノンペン都水資源気象局
DPWT	Department of Public Works and Transport	プノンペン都公共事業運輸局
DR	Department of Resettlement	住民移転局
DSD	Drainage and Sewerage Division	排水・下水課
EDC	Electricité du Cambodge	カンボジア電力公社
GDR	General Department of Resettlement	住民移転総局
GOC	Government of Cambodia	カンボジア政府
GRC	Grievance Redress Committee	苦情処理委員会
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IRC	Inter-ministerial Resettlement Committee	省庁間住民移転委員会
IUCN	International Union for Conservation of Nature	国際自然保護連合
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
MEF	Ministry of Economy and Finance	経済財政省
MGRC	Municipality Grievance Redress Committee	プノンペン都苦情処理委員会
MOE	Ministry of Environment	環境省
MOP	Ministry of Planning	計画省
MOWRAM	Ministry of Water Resources and Meteorology	水資源気象省
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
MRSC	Municipality Resettlement Sub-Committee	プノンペン都住民移転委員会
PIU	Project Implementation Unit	事業実施ユニット
PMU	Project Management Unit	事業管理ユニット
PPCC	Phnom Penh Capital City	プノンペン都
NSDP	National Strategic Development Plan	国家戦略開発計画
PPWSA	Phnom Penh Water Supply Authority	プノンペン水道公社
UN	United Nations	国際連合
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WMD	Waste Management Division	プノンペン都廃棄物管理課

2. 用語

CBR	California bearing ratio	路床土支持力比
CDS	City Development Strategy	プノンペン都都市開発戦略
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
EGS	Emergency Diesel-Engine Drive Generator Set	非常用発電機
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
MSL	Mean Sea Level	平均海面
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJT	On-the-Job Training	実地訓練
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
PS	Pumping Station	ポンプ場

SDG	Sustainable Development Goal	持続可能な開発目標
SEDP	Socio-Economic Development Plan	社会経済開発計画
SP	Screen Pit	スクリーン室
SPT	Standard Penetration Test	標準貫入試験
St.---	Street No.---	---番通り
TOR	Terms of Reference	委託事項
UGR	Underground Reservoir	地下貯水池
WG	Working Group	作業部会

3. 環境社会配慮

AH	Affected Household	被影響世帯
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome	エイズ、後天性免疫不全症候群
ARAP	Abbreviated Resettlement Action Plan	簡易住民移転計画案
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生化学的酸素要求量
CO	Carbon Monoxide	一酸化炭素
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
DMS	Detailed Measurement Survey	詳細計測調査
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
EC	Electrical Conductivity	電気伝導率
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
HIV	Human Immunodeficiency Virus	ヒト免疫不全ウイルス
IEC	Information, Education, Communication	情報、教育、コミュニケーション
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IEIA	Initial Environmental Impact Assessment	初期環境影響評価
IOL	Inventory of Losses	損失資産調査
LARAP	Land Acquisition and Resettlement Action Plan	用地取得及び住民移転実施計画
NO ₂	Nitrogen Dioxide	二酸化窒素
MPN	Most Probable Number	大腸菌群数の最確数
NPRS	National Poverty Reduction Strategy	国家貧困削減戦略
NTU	Nephelometric Turbidity Unit	濁度単位
PIB	Project Information Booklet	事業情報小冊子
PO ₄	Phosphate	リン酸塩
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転実施計画
RCS	Replacement Cost Survey	再取得価格調査
ROW	Right-of-Way	公用地
SHM	Stakeholder Meeting	住民公聴会
SO ₂	Sulfur Dioxide	二酸化硫黄
TSP	Total Suspended Particles	総浮遊粒子
TSS	Total Suspended Solid	総懸濁固体量

4. 単位

【長さ／距離】

mm	: millimeter(s)
cm	: centimeter(s)
m	: meter(s)
km	: kilometer(s)

【重量】

mg	: milligram(s)
g, gr	: gram(s)
kg	: kilogram(s)
ton	: tonne(s)

【面積】

mm ²	: square millimeter(s)
cm ²	: square centimeter(s)
m ²	: square meter(s)
km ²	: square kilometer(s)
ha	: hectare(s)

【時間】

s, sec	: second(s)
min	: minute(s)
h(hrs)	: hour(s)
d(dys)	: day(s)
y, yr(yrs)	: year(s)

【体積】

cm³ : cubic centimeter(s)
 m³ : cubic meter(s)
 ℓ : liter(s)

【流量】

ℓ/sec, ℓ/s : liter per second
 m³/sec, m³/s : cubic meter per second
 m³/yr, m³/y : cubic meter per year

【電気】

W : watt(s)
 kW : kilowatt(s)
 MW : megawatt(s)
 kWh : kilowatt-hour
 MWh : megawatt-hour
 GWh : gigawatt-hour
 V : volt(s)
 kV : kilovolt(s)

【速度】

cm/sec, cm/s : centimeter per second
 m/sec, m/s : meter per second
 km/hr, km/h : kilometer per hour

【濃度】

mg/ℓ : milligram per liter

【圧力】

kg/cm² : kilogram per square centimeter
 ton/m² : ton per square meter

【通貨単位】

¥ : Japanese Yen
 US\$: United States Dollar
 Riel : Cambodian Riels

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

カンボジア国は、インドシナ半島の南西に位置し、タイ、ラオス、ベトナムと国境を接する、国土面積 18.1 万 km²、人口 14.7 百万人（2013 年政府統計）を有する国である。カンボジアの国土は、国境部の山岳地帯、メコン川及びサップ川が形成した中央平原、両者の間に分布する丘陵地帯に大きく大別され、中央平原が社会・経済・産業の中心となっている。気候は熱帯モンスーン性気候に属し、5 月～10 月が雨季、11 月～4 月が乾季である。

プノンペン都は、カンボジア国の首都であり、メコン川、サップ川、バサック川という大河¹が合流・分枝する地点に位置し、行政区面積 678km²、人口 169 万人（2013 年政府統計）を有する、同国の行政と商工業の中心地でもある。プノンペン都の平均年間降雨量は約 1,400mm であり、その 90%が雨季に集中している。プノンペン都はメコン川右岸の自然堤防上及びその後背湿地に開発された町を起源とし、都市の発展とともに、洪水（外水氾濫）に対しては市街地の周囲を輪中堤防で囲うことにより、また堤内の市街地への降雨（内水）に対しては排水施設（排水管、ポンプ）で排水することにより、市街地を水災害から守りながら、氾濫原に都市域を拡大させてきた。このため基本的に平坦な地形が多く、低地では水が溜まりやすく、排水しにくい特性を有している。

フランス植民地時代の 1960 年代からプノンペン都に整備されてきた既存の排水路・排水管は、1970 年代から約 20 年間続いた内戦の期間中に維持管理がなされず放置されてきた。このため施設の老朽化、排水管の破損、ゴミや汚泥の堆積による排水管路の閉塞の進行、等が原因で排水施設の機能が低下している。既存排水管の排水機能低下に加え、都市化の進展に伴う流出雨量の増加、排水管路の新規整備の不足等の要因により、雨季に 20 回程度発生する日雨量 20mm 程度の降雨でさえ都内各所で浸水が発生しており、また浸水深が約 20cm（歩道、人の膝程度）を超えるような浸水被害は年 10 回程度発生しており、家屋の床下・上浸水、生鮮市場の浸水、交通遮断等に伴う経済的被害や、汚水の逆流による悪臭の発生等の衛生面の被害が発生している。

このような状況に対し、これまで日本はプノンペン都に対し 3 件の無償資金協力事業を行い、洪水防御施設の改善、排水施設の改善、排水施設維持管理用機材の調達を行ってきた。また、プノンペン都による自助努力としては、「第 3 次プノンペン市洪水防御・排水改善計画」で調達した排水管路の清掃機材を用いた既設排水管路の清掃活動や、限定的ではあるが排水管の新設・補修等が行われている。

¹ メコン川及びサップ川の流域面積は各々 795,000km²、84,000km²であり、日本最大の流域面積を有する利根川（16,840km²）の各々 47 倍、5 倍に相当する。

これらの結果、無償資金協力事業が行われた地域では浸水被害の発生状況に改善が見られているが、これまでの無償資金協力事業の対象地域以外の地域では、未だに浸水被害の発生状況に改善は見られず、都市化に伴う急激な人口増加による浸水被害規模の増大も懸念されることから、早急な排水施設の整備・改善が緊急かつ必要不可欠な状況である。

1.1.2 開発計画

当該セクターの上位の開発計画としては、国家レベルのものと都レベルのものがある。以下、各々について記述する。

(1) 国家レベルの開発計画

(a) 四辺形戦略 (Rectangular Strategy)

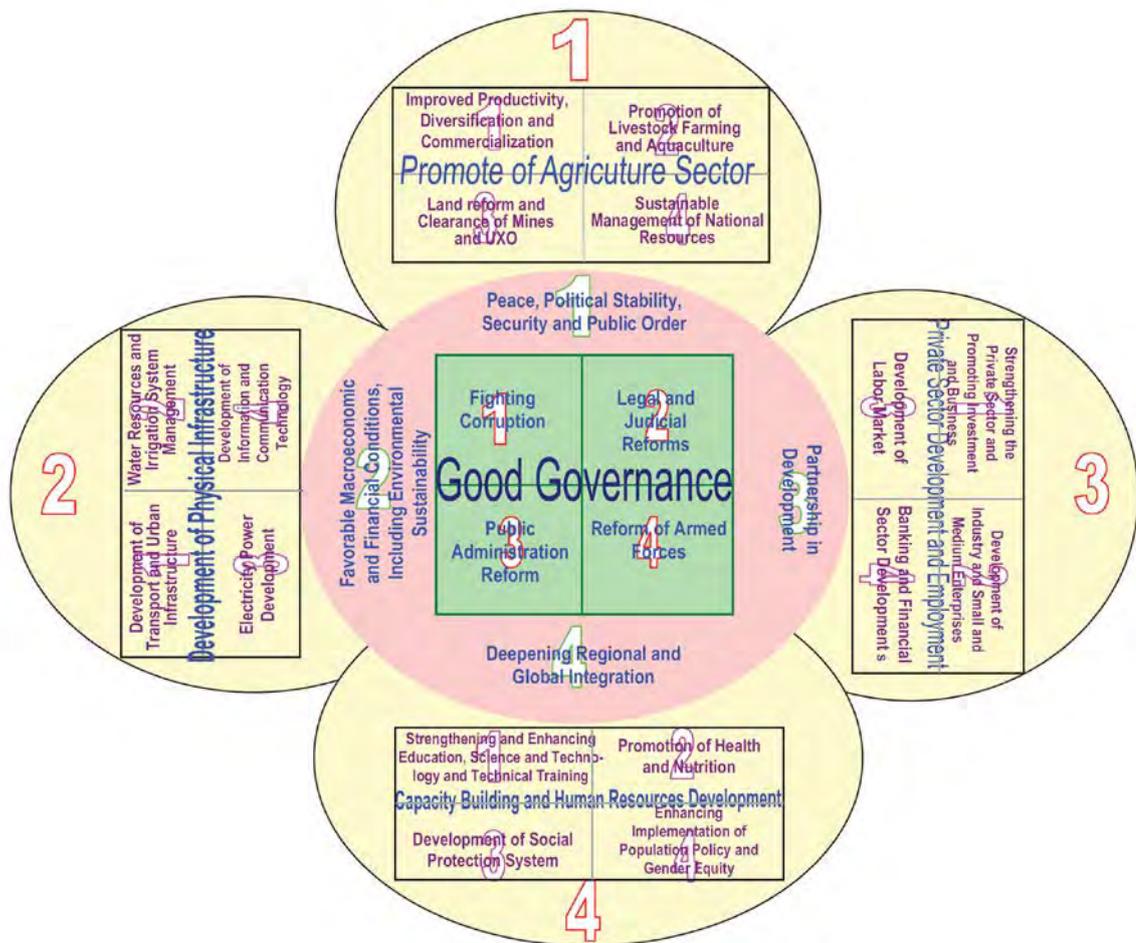
四辺形戦略は国家開発計画の基盤となる国家戦略であり、カンボジア王国で最上位の国家開発戦略文書と位置付けられている。第1次四辺形戦略は、2004年7月の第3次国民議会成立に伴いフン・セン首相により表明された。2008年9月に第1次四辺形戦略の方針を引き継ぎつつ「法の支配」に重点を置いた第2次四辺形戦略が発表された。2013年7月の第5回国民議会選挙の結果、第5次国民議会（第4次フン・セン政権）を成立させたフン・セン首相は、第1次及び2次四辺形戦略が成功したことを踏まえ、これらの構成を踏襲しつつ、2013年9月に第3次四辺形戦略を発表した。

第3次四辺形戦略は、前戦略を引き継いだ形で、第2次四辺形戦略の達成事項と課題を踏まえ、下記の戦略目標を立てている。

- ① 経済基盤を多様化し、年平均経済成長率を7%とする。
- ② カンボジアの競争力を改善、国内外の投資を促進し、より多くの雇用を創出する。
- ③ 人材開発、環境・自然資源の持続的な管理・活用を行い、年間1%以上の貧困削減を達成する。
- ④ 国及び地方レベルにおける制度及びガバナンスを強化し、公共サービスの効果及び効率性を確保する。

これらの戦略目標を達成するための戦略の核をグッド・ガバナンスとし、汚職撲滅、司法制度改革、行財政改革、及び治安機構改革の4つの最重要課題を挙げている。さらに、戦略の最重要開発分野として、①農業分野の強化、②インフラの整備、③民間セクター開発と雇用創出、④能力構築と人材育成、の4つを挙げている。

この②インフラの整備には、洪水対策と都市インフラの整備が含まれており、本計画はその支援として位置付けられる。



出典: Royal Government of Cambodia, “National Strategic Development Plan, 2014-2018” , 17 July 2014 (Translation)

図 R 1.1.1 第 3 次四辺形戦略 (Rectangular Strategy) 模式図

(b) 2014～2018 年国家戦略開発計画 (NSDP : National Strategic Development Plan)

2014 年 9 月 18 日にカンボジア計画省は、国家戦略的開発計画 (the National Strategic Development Plan、以下、「NSDP」と記す。) (2014-2018) を発表した。

カンボジアにおいては、従来 2001 年から 2005 年までの、第 2 次社会経済開発計画 (SEDP (Socio-Economic Development Plan) II 2001-2005) 及び 2003 年から 2005 年までの国家貧困削減戦略 (National Poverty Reduction Strategy、以下、「NPRS」と記す。) (2003-2005) という 2 つの国家計画に基づき開発が推進されてきたが、2006 年 1 月、カンボジア政府 (Government of Cambodia、以下「GOC」と記す。) は第 1 次四辺形戦略 (上記 (a) 参照) に基づく開発計画を打ち出すため、2006 年以降の第三次社会開発計画と次期 NPRS (2006-2008) を統合した NSDP (2006-2010) を策定した。この NSDP は 2013 年まで延長された。

現 NSDP (2014-2018) は、カンボジアの国家戦略である「四辺形戦略」を実施するためのアクションプランとして位置付けられている。このため、四辺形戦略に沿った形で、前 NSDP の主な達成事項と課題、並びに NSDP (2014-2018) のためのマクロ経済フレー

ムワークについて分析し、2014～2018年の期間に優先的に取り組む政策、指標、実施のタイムフレームなどを、グッド・ガバナンス、戦略の実施環境、農業分野の強化、インフラの整備、民間セクター開発と雇用創出、能力構築と人材育成の項目に従って提示している。

この中でも、インフラの整備の優先政策、優先アクションに、洪水対策と都市インフラの整備が含まれており、本計画はその支援として位置付けられる。

(2) プノンペン都の開発計画

(a) プノンペン都都市開発戦略（City Development Strategy : CDS）

プノンペン都は2005年に2015年までの都市開発戦略（City Development Strategy、以下、「CDS」と記す。）を公表した。この都市開発戦略は、プノンペン都における①グッド・ガバナンス、②地域経済発展の促進、及び③持続可能な手法による都市の貧困削減策の強化を目的とし、プノンペン都における開発計画構想における5つの重点分野として、①土地利用と住宅、②環境と天然資源、③社会資本整備と交通、④社会福祉、及び⑤経済発展、を挙げ、重点分野③の下に「排水システムの改善」を目標として位置付けている。

(b) プノンペン都都市開発計画（White Book on Development and Planning of Phnom Penh）

CDSに基づき、プノンペン都は、フランス外務省の援助（「Fonds de Solidarite Prioritaire（優先連帯ファンド、英語表記：Priority Solidarity Fund）」）を受けて、2020年を目標年としたプノンペン都の総合開発計画を2005年に策定した。さらにその後2008年から2009年にかけて、パリ市及びフランス外務省の資金協力により、2005年に策定された総合開発計画の更新作業が実施され、2009年3月に2020年に向けた主要計画の実行計画が策定された。その後開発計画の目標年次を2035年に延伸した。

同開発計画では、土地利用計画、郊外の開発と副都心建設構想、都市圏の拡大、住宅・土地開発における官民連携（PPP：Public-Private Partnership）手法の促進、景観・環境都市（ガーデン・シティ）としてのアイデンティティの確立、等の計画が提案されている。

同開発計画の土地利用計画では、郊外の大規模道路網、鉄道路線・駅、主要水路、湖沼、河港、空港、公園、緑地帯の整備方針を定めており、本計画はその支援として位置付けられる。

(c) JICA 開発調査で策定されたマスタープラン

プノンペン都は独自の都市開発計画を策定しているが、下水・排水分野における開発に関しては、日本の開発調査において策定されたマスタープランにしたがって整備していく方針を採っている。

これまで市街地における排水改善は「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査」

(1998年2月～1999年8月、JICA)において策定されたマスタープランに沿って実施されており、今後は「プノンペン都下水・排水プロジェクト」(2014年8月～2016年12月、JICA)で改訂されたマスタープランに沿って郊外や新興開発地域における排水施設整備が行われていくことが期待される。

1.1.3 社会経済状況

(1) 社会経済状況概説

カンボジア国の人口は、約14.7百万人(2013年政府統計)で、隣国のラオス(人口649万人、2015年ラオス統計局)の約2.3倍、タイ(人口6,593万人、2010年タイ国勢調査)の約20%、ベトナム(人口9,340万人、2015年国連人口基金推計)の約16%である。カンボジア国の国内総生産(Gross Domestic Product : GDP)は約193億米ドル(2016年推定値、国際通貨基金(International Monetary Fund : IMF) World Economic Outlook Database(以下IMF資料))、国民一人当たりGDPは1,228米ドル(2016年推定値、IMF資料。2008年カンボジア政府資料では774.7米ドル)であり、近隣国と比較しても未だ低い水準にある(ラオス:1,921米ドル(2016年推定値、IMF資料)、ベトナム:2,164米ドル(2016年推定値、IMF資料))、世界の最貧国の一つである。

カンボジア国は本来、メコン水系に開けた肥沃な土地と豊富な水資源に恵まれた農業を基幹産業とした国家であったが、1970年代からの長期間の内戦と混乱により国土が荒廃し、農業施設の破壊等生産手段の喪失、技術者の喪失、労働人口の減少等に見舞われ、経済が悪化、停滞した。1980年代には東側諸国からの支援を受け、1990年代には民主化に伴い、中央計画経済体制から市場経済体制へ移行し、国際社会の援助により国家の復興と再建が図られた。

1997年の武力衝突及びアジア経済危機の影響で、海外投資や観光収入が減少し、一時経済成長率が鈍化したものの、2000年代に入ってからには和平と安定が達成され、2004年から2007年まで年率二桁の経済成長率を記録するなど、経済状況も回復傾向にあったが、2008年に発生した世界経済危機の影響を受け、IMFによれば2008年の成長率は6.7%であったものの、2009年はマイナス2.0%となった。近年では、観光業、縫製・製靴などの製造業が成長分野である。2008年9月に発足した第4次連立政権は、持続的成長と貧困削減を実現するため、グッド・ガバナンスの強化と高い経済成長率の達成のための改革に引き続き取り込む方針であり、そのためには、投資環境の改善と海外直接投資の誘致が重要としている。一方、財政面では、歳入における国内税収の割合が低く、関税収入に大きく依存し、歳出面においては、未だ改善の余地が多くある。カンボジア国政府は、これら予算構造の抜本的強化を図るため、歳入の安定と増加、歳出の削減に向け、諸改革に果敢に取り組もうとしている。

(2) 人口

2008年3月に実施された国勢調査の結果では、カンボジア国の総人口は13,388千人で

あった。1998年に実施された国勢調査結果から1998年～2008年の10年間における平均人口増加率を算出すると、全国レベルで1.54%となり、東南アジアの平均増加率(1.3%)より高い値を示している。なお、2013年のカンボジア国政府統計によると、カンボジア国の総人口は14.7百万人に達している。

2008年実施の国勢調査結果における、カンボジア国の人口構成を表R 1.1.1に示す。

表 R 1.1.1 カンボジア国の人口構成

地域		人口 (人)	男性 (人)	女性 (人)	年間平均人口 増加率(%)	世帯数 (世帯)	1世帯あたり の人数(人)
全国	都市部	2,614,027	1,255,570	1,358,457	2.21	506,579	4.9
	村落部	10,781,655	5,260,484	5,521,171	1.38	2,311,058	4.6
	合計	13,395,682	6,516,054	6,879,628	1.54	2,817,637	4.7
プノンペン	都市部	1,242,992	584,663	658,329	2.68	242,974	5.0
	村落部	84,623	40,877	43,746	5.37	17,494	4.8
	合計	1,327,615	625,540	702,075	2.83	260,468	5.0

出典：「General Population Census of Cambodia 2008」

プノンペン都の人口はカンボジア国の総人口の約1割を占めており、近年の人口増加率も全国平均値よりも高い。プノンペン都は行政区域を拡大していることから、新たに都に加えられた近郊村落部の人口による増加が著しい。

カンボジア国の年齢別の人口構成は表R 1.1.2に示すとおりである。

表 R 1.1.2 カンボジア国 人口の年齢構成

区分	構成比 (%)	
	全国	プノンペン都
若年層 (0～14歳)	33.7	21.9
生産人口層 (15～64歳)	62.0	74.7
老年層 (65歳以上)	4.3	3.4

出典：「General Population Census of Cambodia 2008」

(3) 産業別従事者率及びGDP比率

カンボジア国における産業別従事者率及びGDP比率を表R 1.1.3に示す。

表 R 1.1.3 カンボジア国 産業別従事者率及びGDP比率

区分	従事者率 (%) (2008年)		GDP比率 (%) (2014年)
	全国	プノンペン都	全国
1次産業 (農林水産業)	72.3	5.3	30.5
2次産業 (鉱工業)	8.5	32.5	27.1
3次産業 (サービス業)	19.2	62.2	42.4

出典：従事者率 「General Population Census of Cambodia 2008」

GDP比率 外務省ホームページ (2017年1月) カンボジア基礎データ

第1次産業の従事者は国民の約7割を超え、GDP比率は全体の3分の1を占めており、農林水産業が国の基幹産業であるといえる。近年では第3次産業の生産の成長が著しく、2014年におけるGDP比率は42.4%であり、第1次産業のGDP比率を上回っている。

プノンペン都の産業別従事者は、第3次産業と第2次産業を合わせた従事者率が約95%に達しており、全国の従事者率に比較して対照的な傾向を示している。

(4) 排水施設の整備状況

カンボジア国において排水施設が整備されているのは都市部及び都市近郊の村落部に限られる。カンボジア国における下水・排水方式は全て合流式であり、これらの地域では排水管は下水管を兼ねている。

メコン河沿いの地方都市の多くは規模が小さく、自然堤防上に成立しているため、自然排水が可能であり、排水施設が未整備であっても排水に関連する深刻な問題が発生することは少ない。一方、プノンペン、シェムリアップ、シアヌークビル等の比較的大規模な都市では、近年になり都市の発展とともに低地にまで土地利用が進んできたため、排水不良による浸水被害等の問題が発生するようになってきている。

カンボジア国全体の下水・排水施設の整備状況に関する統計資料はないが、国全体における排水施設の整備状況はいまだ非常に低い。

プノンペン都では、JICAによる開発調査「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査」で策定されたマスタープラン（以下、「MP1999」と記す。）に沿った日本の無償資金協力による排水施設の改善と並行して、カンボジア国の自国資金による排水管路網の整備、排水機場の整備が行われている。中心市街地では幹線道路沿いの排水管路整備が進んでいるが、郊外部では市街地化の進展速度に排水施設整備が追いついていない。プノンペン都における排水管路、排水路、及び排水ポンプ場の整備状況は「2.2.1 関連インフラの整備状況」に詳述した。

1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

1.2.1 協力要請の背景・経緯

プノンペン都は、水災害を受けやすい地形的特性を有しており、都市の発展とともに市街地の周囲を輪中堤防で囲うことで、メコン川の洪水から防御されてきた。また都内に降った雨は、雨季の洪水時にはポンプにより都外へ排水されている。プノンペン都の洪水防御・排水施設は、上記「1.1.1 現状と課題」にも記載のとおり、フランス植民地時代から 1960 年代にかけて整備・維持されてきたが、1991 年までの 20 年に及ぶ内戦時に維持管理が殆どなされずに放置されたため、施設は荒廃・老朽化し、その機能は著しく低下している。さらに都市化に伴う雨水排水の増加も影響し、雨季には浸水被害が都内各所で降雨のたびに発生し、家屋の浸水や道路の水没等を引き起こしている。その結果、都民の生活環境及び経済活動に影響が生じる一方、急激な人口増加に伴う水災害の増大が懸念されており、早急な改善対策が必要とされている。

このような状況を背景に、カンボジア国政府の援助要請に基づき、日本政府は 1998 年 2 月から 1999 年 8 月にかけて JICA による開発調査「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査」を実施し、MP1999 を策定した。カンボジア国政府は、このマスタープランに沿って、アジア開発銀行（Asian Development Bank : ADB）や日本国政府に対して資金協力を要請し、これまでプノンペン都内の堤防強化、都内幹線排水路の改修及びポンプ排水施設の新設等のプロジェクトが実施されている。これまで日本が援助したプロジェクトとしては、無償資金協力事業「プノンペン市洪水防御・排水改善計画（以下、「フェーズ 1」と記す。）」、「第二次プノンペン市洪水防御・排水改善計画（以下、「フェーズ 2」と記す。）」及び「第三次プノンペン市洪水防御・排水改善計画（以下、「フェーズ 3」と記す。）」の 3 件が実施されてきた。これまで実施された日本の無償資金協力事業「プノンペン洪水防御・排水改善計画」における各フェーズの事業対象地域の位置は図 R 1.2.1 に示すとおりである。

これらの成果を踏まえ、カンボジア国政府は、MP1999 の対象エリアで整備が進んでおらず被害が大きいプノンペン都北部（ワットプノン北部排水区やトルコーク排水区）における排水施設の整備と、フェーズ 2 で支援したトラベック排水区のポンプ施設に除塵機の設置等をコンポーネントとして含む無償資金協力「第四次プノンペン洪水防御・排水改

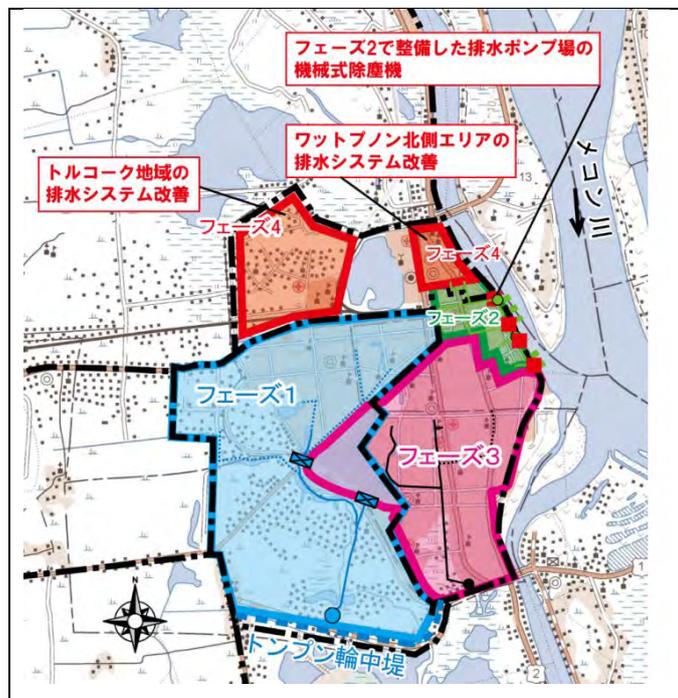


図 R 1.2.1 無償事業の対象エリア

善計画（以下、「本事業」と記す。）を2014年7月に我が国に要請した。

一方、プノンペン都は2008年以降、順次行政区域を拡大してきており、上述のMP1999も現実に合致しない状況が生じてきたことから、2014年8月から実施されたJICAによる開発計画調査型技術協力「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト」においてマスタープランの改訂作業が行われた。この調査によって、最新の行政区域を対象に、排水改善事業の長期計画が策定され、経済性評価を通じた事業の優先順位付けがなされた。本事業の要請内容も、このマスタープラン改定作業の中で再評価され、そのコンポーネントの内、最優先事業であると評価されたコンポーネントを本事業の対象として調査団より提案された。最終的には、本準備調査の現地調査時にプノンペン都と協議し、この提案された最優先事業を本事業の対象スコープとすることを合意した。

これまで三次に亘り実施されてきた日本の無償資金協力事業「プノンペン洪水防御・排水改善計画」は、MP1999において立案されたコンポーネントのうち、経済的効果が高いと評価されたコンポーネントから順に実施されてきた。各フェーズにおける事業対象地域は、フェーズ1がプノンペン都の市街地西南部、フェーズ2がプノンペン都の市街地北東部、フェーズ3がプノンペン都の市街地南東部としている。本事業（フェーズ4）では、プノンペン都の市街地北部に位置する地域を対象としている。

無償資金協力事業「プノンペン洪水防御・排水改善計画」の各フェーズの実施時期及び実施内容をまとめ、次表に示す。

表 R 1.2.1 プノンペン洪水防御・排水改善計画 各フェーズの概要

フェーズ	実施時期			プロジェクトの主な内容
	基本設計	詳細設計	施工	
1	2001.03～ 2001.11	2002.02～ 2002.08	2002.12～ 2004.09	プノンペン都西部・南部を対象とした、洪水防御・排水改善施設建設（輪中堤補強、排水路改修、ポンプ場新設、樋門改修・新設）
2	2005.12～ 2006.11	2007.01～ 2007.08	2007.09～ 2010.03	プノンペン都北東部を対象とした、洪水防御・排水改善施設建設（サップ川護岸改修、ポンプ場・地下貯留槽新設、排水管路敷設）
3	2010.02～ 2011.03	2011.04～ 2011.11	2012.01～ 2015.09	プノンペン都南東部を対象とした、洪水防御・排水改善施設建設（王宮南側チャンバー改修、排水管網の整備）及び排水システム維持管理用機材調達
4 (本事業)	2016.04～ 2016.12	2017.03～ 2017.10 (予定)	2017.12～ 2020.11 (予定)	プノンペン都北部を対象とした、洪水防御・排水改善施設建設（排水管路敷設、ポンプ場・地下貯留槽新設、機械式自動除塵機の設置）、及び移動式排水ポンプ車調達

1.2.2 本無償資金協力事業の要請の概要

我が国への要請内容と本事業の対象コンポーネントの内容を表 R 1.2.2 に示し、その位置図を図 R 1.2.2 に示す。

表 R 1.2.2 本事業におけるカンボジア国側からの要請内容

案件	コンポーネント	コンポーネントの主な内容	優先事業	
			要請書	本事業の対象
施設建設	ワットプノン北側エリアの排水システム改善	排水管路（内径 1700mm×延長 250m、内径 1500mm×延長 730m、内径 1000mm×延長 200m）、ポンプ場 1ヶ所（排水容量 1.4m ³ /s）、地下貯留槽 1ヶ所（貯水容量 2,400m ³ ）	○	◎
施設建設	プノンペン経済特区の洪水管理システム	ボックスカルバート（幅 15m×高 3m）、素掘り水路及び維持管理用道路（幅 4~15m、総延長 4.8km）、排水樋門 2 門（幅 15m×高 3m、幅 10m×高 3m）	○	—
施設建設	第二次プノンペン都洪水防御・排水改善計画で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機	4カ所（Chak Tomuk（PS1）ポンプ場、Preah Kumlung（PS2）ポンプ場、Phsar Kandal（PS4）ポンプ場、Phsar Chas（PS5）ポンプ場）	○	◎
施設建設	トルコック地域の排水システム改善	ボックスカルバート 2 路線（1.9km、0.6km）、排水樋門 3 門	○	◎
施設建設	ポチェントン地域（東西）の排水システム改善	ポチェントン東：ポンプ場 1ヶ所（排水容量 10m ³ /s）、排水樋門、調整池、排水路（延長 9km） ポチェントン西：排水路（延長 12km）	—	—
施設建設	トラベック地域の排水ポンプ場建設	1ヶ所（排水容量 8~10m ³ /s）	—	—
機材調達	排水関連機材	移動式排水ポンプ車、調整池浚渫用機材等	—	◎ （移動式排水ポンプ車のみ）
その他	実施設計／施工監理		○	◎

凡例： 「○」 要請書において優先事業とされたコンポーネント
「◎」 本事業の対象コンポーネント

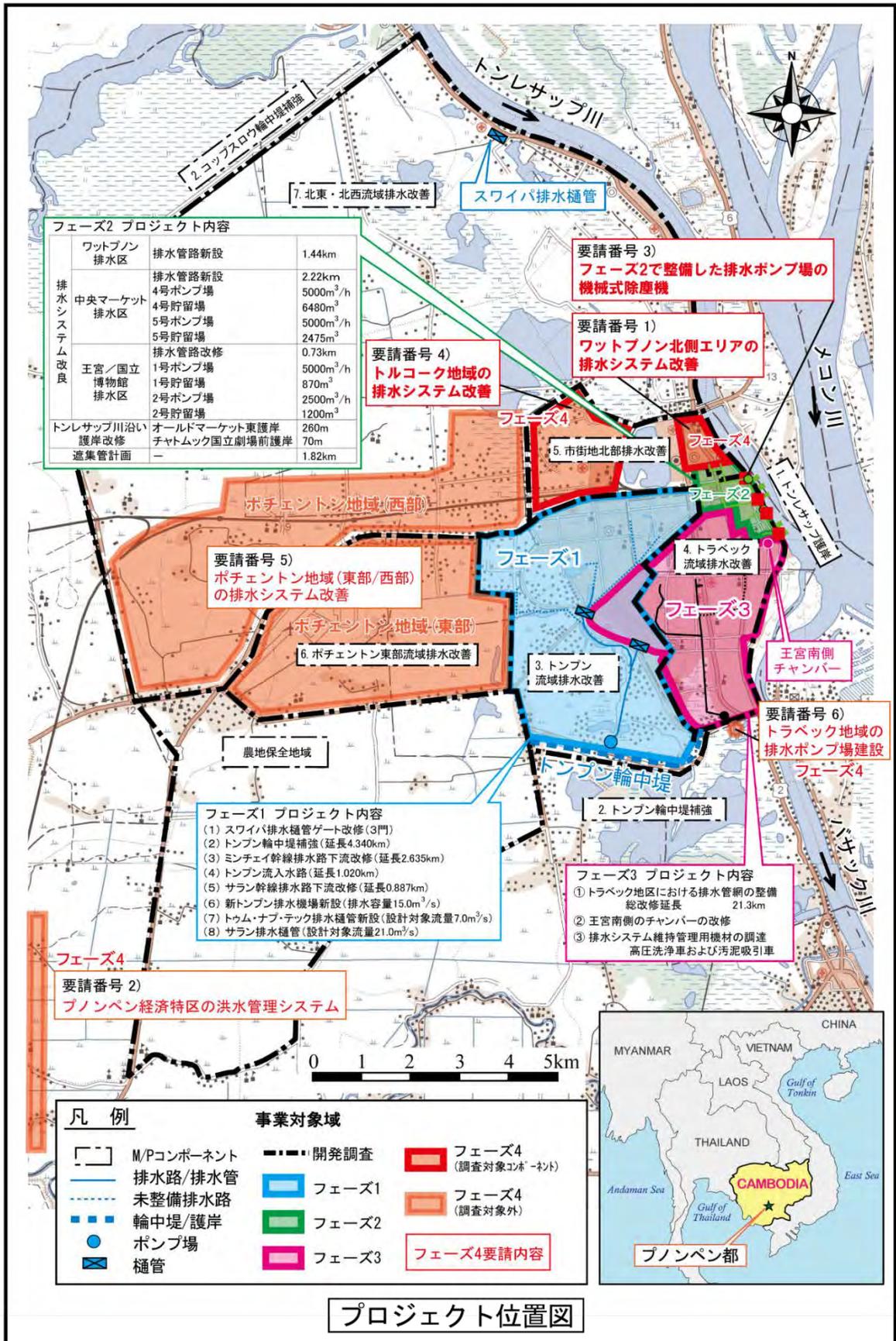


図 R 1.2.2 過去の事業対象域、並びに本事業の要請内容と対象コンポーネント位置図

1.3 我が国の援助動向

1.3.1 過去の日本による洪水・排水分野の援助

プノンペン都に対する洪水・排水分野に関連する日本からの過去の援助実績は、表 R 1.3.1 に示すとおりである。

表 R 1.3.1 洪水・排水分野に関連する、これまでの我が国の援助実績

種類	援助名	実施年度	内容
技術協力	プノンペン市 都市排水・洪水対策 計画調査	1998~1999	プノンペン都及びその近郊を対象とし、総合的都市排水・洪水対策に係わる 2010 年を目標年次としたマスタープラン策定、並びに緊急プロジェクトに対するフィージビリティ調査。
	研修員受入	1998~2004	1998 年：下水道計画 1 名 1999 年：都市排水 1 名 2002~2004 年：都市排水Ⅱ（集団研修）各 1 名、2002 年~2003 年：排水ポンプ運転維持管理 1 名（いずれもプノンペン都公共事業運輸局（Department of Public Works and Transport：DPWT）職員を対象）
	プノンペン都下水・ 排水改善プロジェクト	2014~2016	2035 年を目標年次とする、プノンペン都の汚水対策・排水改善のマスタープラン策定、及び優先事業に対するプレフィージビリティ調査。
無償資金協力	プノンペン市洪水防 御・排水改善計画	(B/D) 2001 (D/D) 2002 (施工) 2002~2004	開発調査で抽出された緊急プロジェクトに対するカンボジア国の実施要請を受けて、プノンペン都西部・南部での洪水防御・排水改善施設建設を実施した。 - 輪中堤補強：4.34km - 排水路改修：4.54km （4 橋梁の改修を含む） - ポンプ場新設：1 箇所 - 樋管改修：2 箇所 - 樋管新設：1 箇所
	第二次プノンペン市 洪水防御・排水改善計 画	(B/D) 2005~2006 (D/D) 2007 (施工) 2007~2010	開発調査で策定されたマスタープランに則ったカンボジア国の実施要請を受けて、プノンペン都の中心市街地東部での洪水防御・排水改善施設建設を実施した。 - 護岸改修 チャトムック国立劇場前：70m オールドマーケット東護岸：260m - 排水管・排水側溝・遮集管敷設：総延長 約 6,200m - 排水ポンプ場、地下貯留槽建設：各 4 箇所
	第三次プノンペン市 洪水防御・排水改善計 画	(O/D) 2010~2011 (D/D) 2011 (施工) 2012~2015	開発調査で策定されたマスタープランに則ったカンボジア国の実施要請を受けて、以下の施設建設・機材調達を実施する無償資金協力を実施した。 - 王宮南側チャンバーの改修：1 箇所 - 幹線排水管路の敷設：総延長 20.132km - 排水システム維持管理用機材の調達： 高圧洗浄車 4 台、汚泥吸引車 4 台 - ソフトコンポーネントによる技術指導

注：B/D：基本設計調査、D/D：詳細設計、O/D：協力準備調査（概略設計）

1.3.2 洪水・排水分野の先行事業と本事業の関係

本事業は、カンボジア政府が MP1999 に基づいて要請したコンポーネントに対して、「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト」の調査の中で再評価し、最優先事業であると選定されたコンポーネントを対象スコープとしている。先行の無償資金協力事業であるフェーズ 1、フェーズ 2 及びフェーズ 3 も MP1999 に基づいて実施されている。MP1999 で提案された 8 つのコンポーネントと、先行の無償資金協力事業及び本事業の関係は、表 R 1.3.2 のとおりである。

表 R 1.3.2 JICA マスタープラン（MP1999）と本事業の関係

No.	MP1999 で提案されたコンポーネント	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	フェーズ 4 (本事業)	備考
1	サップ川沿い部分護岸	—	△ 破損箇所のみ	—	—	破損箇所の改修及び施設建設に伴う部分に限定
2	コップスロウ及びトンブン輪中堤の補強	△ トンブン堤防のみ	—	—	—	コップスロウ堤防の補強は ADB により実施
3	トンブン流域排水改善	△ 下流区間のみ	—	△ モレ排水の 1 部	—	流域内排水管網整備は対象外
4	トラベック流域排水改善	—	△ 北東部のみ	○ 排水管渠	△ 自動除塵機	ポンプ場及び幹線排水路は ADB により実施済
5	市街地北部排水改善	—	△ ワットプノン南側のみ	—	○ ワットプノン北側、トルコク排水区	
6	ポチェントン東部流域排水改善	—	—	—	—	
7	北東・北西流域排水改善	△ 北東部のパイプ極管のみ	—	—	—	
8	環境改善	—	△	—	△	サップ川への汚水流出抑制による水質改善

凡例 ○：実施 △：一部実施 —：実施なし

マスタープランのコンポーネント境界及び各フェーズの事業位置図は図 R 1.2.2 の位置図を参照

上表に示すとおり、本事業は、「5. 市街地北部排水改善」を主たるコンポーネントとしており、その中にはフェーズ 2 の基本設計調査時に裨益効果や緊急性の高さが確認されたものの、事業規模及び事業優先順位の観点から対象外となったワットプノン北側エリアの排水改善が含まれている。

次に、MP1999 で提案された各コンポーネントの計画規模と、これまでの無償資金協力事業で採用された計画規模を示す。

表 R 1.3.3 JICA マスタープラン（MP1999）で提案された計画規模と
事業実施時の計画規模

No.	MP1999 提案された コンポーネント	事業のフェーズと 対象施設	MP1999 で提案 された計画規模	事業実施時 の計画規模
1	サップ川沿い部分護岸	フェーズ 2：破損箇所の改修	既往最大洪水から都を守る	同左
2	コップスロウ及び トンプン輪中堤の補強	フェーズ 1：トンプン堤防	既往最大洪水から都を守る	同左
3	トンプン流域排水改善	フェーズ 1：基幹排水施設 フェーズ 3：末端排水施設	以下の降雨を排水改善計画 の対象規模とする 基幹排水施設：5年確率 末端排水施設：2年確率	5年確率降雨時に 下流域の浸水なし
4	トラベック流域排水改善	フェーズ 2：末端排水施設 フェーズ 3：末端排水施設 フェーズ 4：末端排水施設		事業実施地区におい て2年確率降雨時に 浸水深20cm以下、 浸水継続2時間以内
5	市街地北部排水改善	フェーズ 2：末端排水施設 フェーズ 4：末端排水施設		
6	ポチェントン東部流域排 水改善	事業対象外	—	—
7	北東・北西流域排水改善	フェーズ 1：基幹排水施設	サップ川からの逆流を防ぐ	同左
8	環境改善	フェーズ 2：遮集管	リバーフロント保全	汚水排出抑制による サップ川の水質改善

注) 基幹排水施設：ポンプ場、樋門樋管、調整池、幹線排水路（集水域 1km²以上）
末端排水施設：排水管渠（幹線及び枝線、集水域 1km²以下）
マスタープランのコンポーネント境界及び各フェーズの事業位置図は図 R 1.2.2 の位置図を参照

MP1999 では排水施設の計画規模を、基幹排水施設に対しては 5 年確率、末端排水施設に対しては 2 年確率としている。これまで MP1999 に沿って 3 次に亙り実施された日本の無償資金協力事業では、この計画規模を踏襲している。本事業では末端排水施設を対象としており、2 年確率の計画規模で整備を行う。これらのことから、本事業は計画規模の点で MP1999 及び過去の無償資金協力事業と整合性を保つことになる。

1.4 他ドナーの援助動向

プノンペン都における洪水・排水分野に関連する事業は、日本政府（JICA）だけでなく、フランス政府（大使館、フランス援助庁、パリ市）、アジア開発銀行などの援助によりこれまで数多く実施されてきている。これまでの洪水・排水分野における日本以外のドナー国・国際機関による援助実績を次表に示す。

表 R 1.4.1 他のドナー国・機関による援助実績（洪水・排水分野）（単位：千 US\$）

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
1994～1995	パリ市	排水網の現況評価事業	300	技協	- プノンペン都内の下水・排水施設の調査
1995～1996	アジア開発銀行	都市用水供給・汚水処理プロジェクト (TA No.2280-CAM)	600	技協	- プノンペン都、シアヌークビル市における水供給施設、排水施設、下水施設の調査と改善計画策定
1995～1997	パリ市	プノンペン市復興のための制度的支援	不明	技協	- プノンペン都地域整備計画の提案 - 都市計画策定の技術、制度支援
1997～2002	ノルウェー開発協力局	都市排水部局組織体制構築	4,600	技協	- 公共事業運輸局職員の人材育成 - 地域社会レベルのゴミ収集システムの提案、地域住民参加型下水・排水施設の維持管理組織の設立
1998	パリ市	サラン地域再開発計画	不明	技協	- サラン排水路上流のサラン地域再開発計画をプレ F/S レベルで策定
1998～2003	アジア開発銀行	プノンペン市給水・排水プロジェクト Part B:排水改善 (Loan No.1468-CAM)	12,000	有償	- トラベックポンプ場の改修実施 - トラベック排水路、トゥールセン排水路の改修実施
2001～2002	アジア開発銀行	コップスロウ堤防補強工事	不明	有償	- コップスロウ堤防の嵩上げ・護岸設置工事の実施
2002～2005	フランス援助庁	プノンペン市の都市開発担当機関の人材に対する支援プロジェクト	不明	技協	- プノンペン都の都市開発、経済、排水・下水、交通、給水、電気等の分野の開発計画策定（排水・下水分野において排水網の部分的な水理モデル構築を実施）
2004	パリ市	プノンペン衛生プロジェクト	不明	技協	- プノンペン都の衛生関連組織、管理、開発に関する調査
2008～2010	フランス援助庁	中央マーケット復興プロジェクト	4,200	無償	- 中央マーケット及びその周辺部における排水の改修を含む環境整備の実施

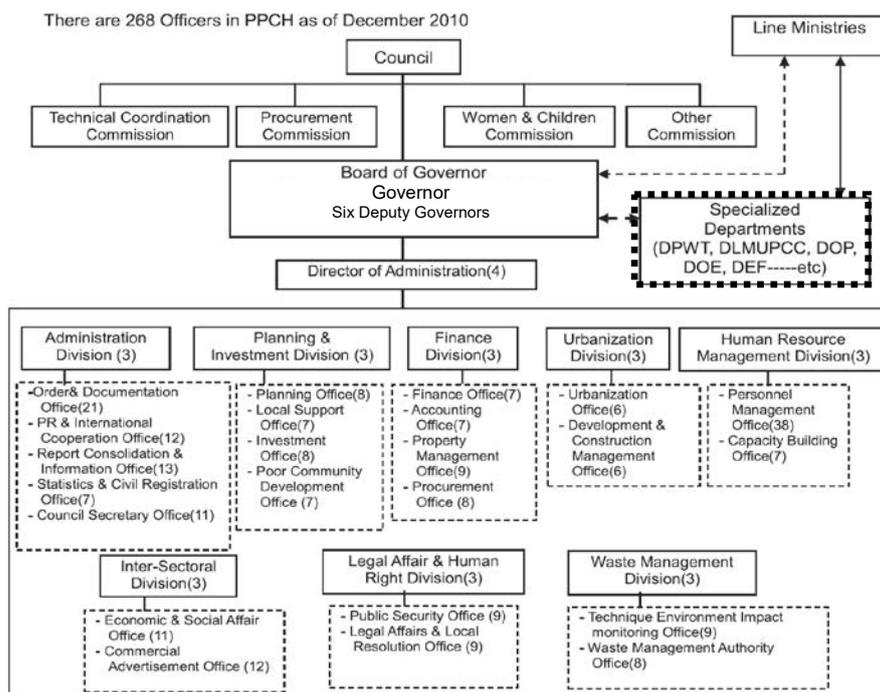
上記の他ドナーの支援では、本事業と直接影響し合う事業はない。また、現在実施中の事業はなく、本事業の対象地域において他ドナーによる具体的な事業実施の予定は無い。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

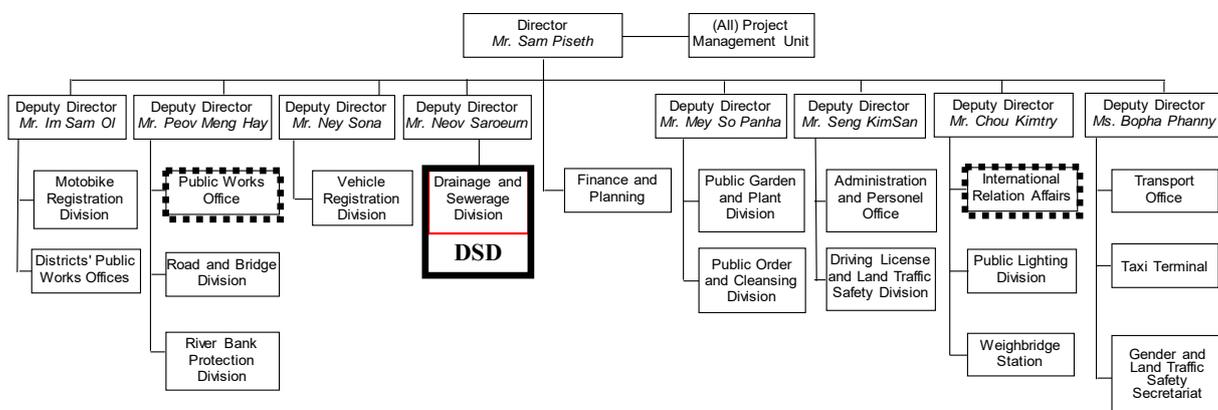
2.1.1 組織・人員

本事業のカンボジア国側の実施機関は、プノンペン都の公共事業運輸局（Deaprtment of Public Works and Transport、以下、「DPWT」と記す。）であり、同局は都知事直轄の独立部局の一つである。プノンペン都の組織図は図 R 2.1.1、DPWT の組織図は図 R 2.1.2 に示すとおりである。



出典：Overview of Urban Development in Phnom Penh Capital City, 2011

図 R 2.1.1 プノンペン都の組織図



出典：DPWT

図 R 2.1.2 公共事業運輸局（DPWT）の組織図

DPWTは局長の下に8名の副局長を配し、それぞれの担当部門を統括管理している。本事業に直接関係するDPWTの部署は、排水施設及び排水関連機材の運営維持管理を行う排水・下水課（Drainage and Sewerage Division、以下「DSD」と記す。）であり、その他、国際協力担当（International Relation Affairs and Other Works）副局長及び公共事業管理室（Public Works Office）も事業の運営に関係する。DPWTに所属する職員の内訳を次表に示す。

表 R 2.1.1 公共事業運輸局（DPWT）職員の内訳

部門	正規職員数	契約職員数	合計
1. 統括部門	9	-	9
2. 管理・人事部	7	5	12
3. 財務・計画部	12	3	15
4. 公共事業部	20	5	25
5. 運輸部	20	6	26
6. 道路橋梁部	27	38	65
7. 排水・下水課（DSD）	28	171	199
8. 街灯課	9	21	30
9. 公園管理課	17	282	299
10. 駐車違反車収容課	8	14	22
11. 洪水対策課	25	-	25
12. 地区公共事業部	27	17	44
13. モーターバイク登録課	47	15	62
14. 車両登録課	42	3	45
15. 免許証及び交通安全課	3	-	3
合計	301	580	881

出典：DPWT 資料

備考：契約職員は、1年単位でDPWTと直接雇用契約を結び、作業に従事している労務者

DSDは、都内のポンプ場や排水路等の排水・下水施設並びに機材の維持管理を担う重要な役割を担っており、本事業により建設される排水施設（排水管路、地下貯留槽、ポンプ場、自動除塵機）、及び調達される排水関連機材の運営・維持管理はDSDが行うことになる。

DSDはDPWTの敷地内にあり、排水・下水管理用の清掃機材や重機等の保管及び点検を行うワークショップを有している。

現在、DSDの正規職員、契約職員を合わせた総職員数は199名であり、DPWT職員数の23%を占めている。また、DSDの正規職員及び契約職員の内訳は次表のとおりである。

表 R 2.1.2 排水・下水課（DSD）正規職員の内訳

部門	正規職員数
1. 管理グループ	5
2. 業務グループ	6
3. 技術グループ	8
4. 建設工事監理グループ	6
5. 清掃・維持管理グループ	1
6. ポンプ場グループ	2
7. 合計	28

出典：DPWT 資料

表 R 2.1.3 排水・下水課 (DSD) 契約職員の内訳

部門	契約職員数
1. ポンプ場グループ	56
2. 排水管建設・修理グループ	50
3. 排水管清掃・維持管理グループ (機材運転手含む)	45
4. オペレーターグループ	20
5. 合計	171

排水管清掃・維持管理グループ (正規職員 1 名、契約職員 45 名) は、雨季 (5 月から 10 月) の間に緊急排水作業が必要となる約 60 稼働日は緊急排水作業に従事し、それ以外は排水管等の清掃作業に従事している。排水管路及び排水関連機材の運営維持管理はこのグループが担当する。地下貯留槽、ポンプ場、及び自動除塵機の運営維持管理は、ポンプ場グループ (正規職員 2 名、契約職員 56 名) が担当する。上記体制に関しては、本事業実施後の運営・維持管理に当って十分な数の技術者、スタッフが配置されていると判断でき、特段の懸念はない。

2.1.2 財政・予算

プノンペン都における排水事業に係る財政・予算は非常に複雑である。表 R 2.1.4 にプノンペン都における近年の排水事業に対する支出状況を示す。また、プノンペン都における資金源の流れを図 R 2.1.3 に示す。プノンペン都からの支出先は、都内の排水機場や主排水管を管理する DSD、小規模排水施設を管理する Khan、電気代や清掃維持管理契約している業者となる。

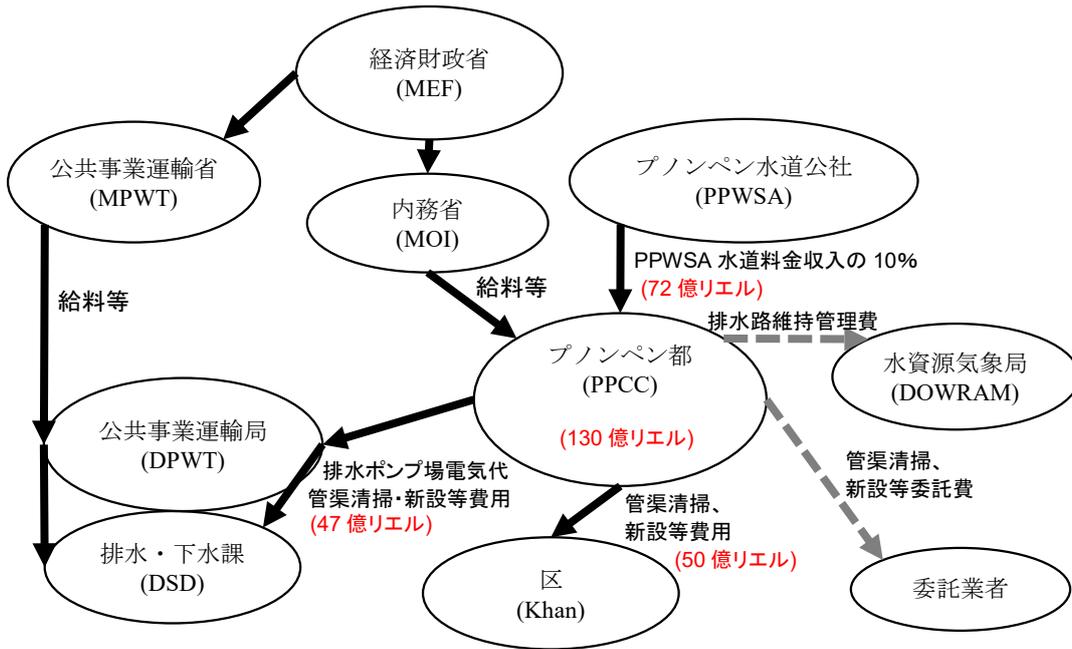
表 R 2.1.4 プノンペン都における排水関係支出額

単位：百万リエル

項目	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ポンプ場電気代	3,610	3,690	3,730	3,868	5,264	4,447
ポンプ場燃料代	585	690	785	647	619	419
管渠・水路清掃	3,670	2,960	3,137	3,970	3,866	4,272
管渠修理・新設	2,760	3,050	1,980	3,070	2,774	3,181
ポンプ場建屋維持管理費	560	470	769	975	362	256
ポンプ施設維持管理費	440	758	826	649	450	456
合計	11,625	11,618	11,227	13,179	13,335	13,031

出典：プノンペン都

注：これらの費用は DSD の支出を含む



注) DOWRAM 及び委託業者へ支出されている維持管理費の金額は不明。PPCC の排水下水関係費用 130 億リエルのうち 72 億リエルを除いた予算は、地方税の収入が割り当てられていると考えられる。
 出典： プノンペン都下水・排水改善プロジェクト

図 R 2.1.3 プノンペン都の排水下水関係コスト資金源の流れ

2014 年のプノンペン都の支出内訳ではポンプ場電気代、管渠・水路清掃、管渠修理・新設の順で多く、管渠・水路清掃、及び管渠修理・新設の費用には DSD の費用が含まれる。DSD の作成した年間報告に基づき、DSD の近年の支出額を表 R 2.1.5 に示す。

表 R 2.1.5 DSD の支出内訳

単位：百万リエル

項目	2011	2012	2013	2014	2015
排水管清掃	732.98	682.03	496.17	390.09	152.00
排水管路修復	162.02	179.02	248.10	222.50	237.00
ポンプ場修理	-	171.00	262.00	255.95	230.00
排水路・調整池清掃	-	265.74	170.00	882.00	247.00
排水管新規建設	168.00	747.22	2,525.98	2,959.37	3,622.78
合計	1,063.00	2,045.01	3,702.25	4,709.91	4,488.78

出典：DSD、1USD=4,100 リエル

DSD の支出を見ると、排水管新規建設費用の支出額が 2013 年から大幅に増え、2015 年においては全体支出額の 80%を占めている。以上のことから、近年プノンペン都では排水改善事業に注力していることがわかる。管渠修理・新設についてはプノンペン都から DSD に割り当てられる予算の他、区 (Khan) による管渠の修理・新設にもプノンペン都から予算が割り当てられている。また、DSD 職員の人件費はプノンペン都からではなく公共事業運輸省 (Ministry of Public Works and Transport : MPWT) の予算でカバーされている。

一方、プノンペン都の排水関連事業費の財源としては、プノンペン都が集めた地方税が経済財政省から再分配されたものと、プノンペン水道公社 (Phnom Penh Water Supply Authority、以下「PPWSA」と記す。) から成る。PPWSA は水道料金の 10%に相当する金額を下水・排水料

金として水道料金とともに徴収し、プノンペン都の一般財源に移管している。PPWSA からプノンペン都へ移管されている金額の年毎の変化と PPWSA の実際の料金収入額を比較して次表に示す。

表 R 2.1.6 PPWSA からプノンペン都へ移管された水道料金

単位：百万リエル

項目	2009	2010	2011	2012	2013	2014
移管額(実際にプノンペン都に移管された金額)	5,158	5,873	6,253	6,500	7,300	7,200
プノンペン水道公社の料金収入(売上)	85,869	96,024	102,041	114,157	127,446	137,018
実際の移管額対収入割合	6.01%	6.12%	6.13%	5.69%	5.73%	5.25%

出典：移管額はプノンペン都、料金収入は PPWSA

2.1.3 技術水準

DPWT の各技術部課の指導的立場にある技師、特に公共事業管理室の技師は、ほぼ全員が大学の工学系各部を卒業している。DPWT 職員には、JICA の研修を受けた技術者も数人おり、これらの職員はこの研修の内容に関連した各部門に配属され、各部門の主要な職務を担当している。また、本事業で建設される排水施設及び調達される機材を現場において実質的に運営・維持管理するのは、DPWT 傘下の DSD であり、DSD は経験豊かな技術者、技能工、熟練工を有している。

DPWT 及び DSD は既存の都内の排水路、排水管、及び排水ポンプ場を管理運営しており、その管理・運営の技術、ノウハウを蓄積する一方、上記研修や過去の無償資金協力事業を通して新たな技術も導入している。また DSD は機材の運営・維持管理に関しても多くの経験を持つ。DSD は過去 20 年間余りに亘り、排水ポンプ車を含む多くの保有機材の維持管理を経験してきており、機材の操作・修理・メンテナンス等を実施する基礎的な技術力と豊富な経験を有している。

以上のようなことから、DPWT 及び DSD は本事業で建設する排水施設及び調達する機材の運営・維持管理機関としての活動を担当することが可能であると判断できる。しかしながら、今後も継続的に適切な運営・維持管理活動を行っていくためには、以下に列挙する改善が必要である。

(1) 排水管路清掃作業計画の立案と、計画に従った適正な予算の執行

現在の DSD による排水管路の清掃作業は、DSD が立案する年間作業計画に基づいて行われることになっているが、実際には作業に必要な予算の執行が計画どおりに行われず、計画どおりの作業が実施できていない。一方、DSD は、プノンペン都からの指示や住民からの要請等、必要に応じた対症療法的な排水管路の清掃作業も不定期に行っており、これらの作業の費用は、その都度プノンペン都から支給されている。

DSD は、フェーズ 3 のソフトコンポーネントの成果により、年間の排水管路清掃計画に基づく予算案を策定する基礎的能力は培われた。今後は、排水管路清掃計画立案能力の更なる向上と、計画に基づいた予算管理能力の向上が必要とされている。

(2) 緊急排水作業マニュアルの立案

移動式排水ポンプ車による緊急排水作業は、被害の発生に応じて作業を行うため、年間計画を立案することは難しい。しかしながら、これまでの経験等により緊急排水作業が必要となり得る地域等は想定することが可能である。緊急排水作業マニュアルとして、緊急排水地区の優先度、チーム構成、排水作業手順書、各地区における排水先等を作成し管理する必要がある。

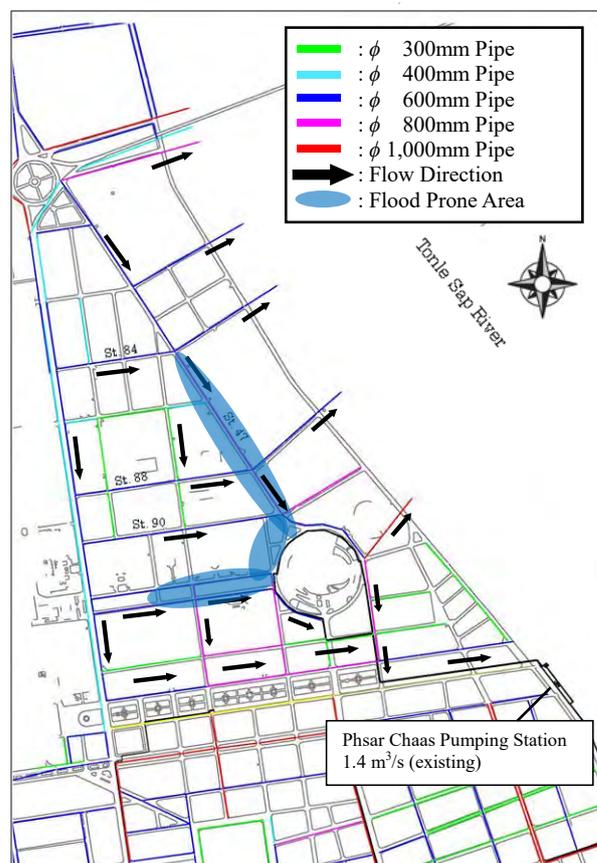
(3) 緊急排水作業の記録、整理及び管理

排水管路清掃作業の記録に関しては、フェーズ3のソフトコンポーネントの効果により、清掃作業記録が作成されるようになった。一方、緊急排水作業の記録は行われていないため、作業の管理のため、記録フォームを作成し、緊急排水作業の記録管理を行う必要がある。

2.1.4 既存施設・機材

(1) ワットプノン北側エリアにおける排水施設の現状

ワットプノン北側エリアには、およそ70のマンホールと総管路長約10kmの排水管路網（内径300~1,200mm）が敷設されている。ワットプノン北側エリアの既設排水管路網と浸水常襲箇所を次図に示す。



出典：
DPWT、DOWRAM
及び調査団

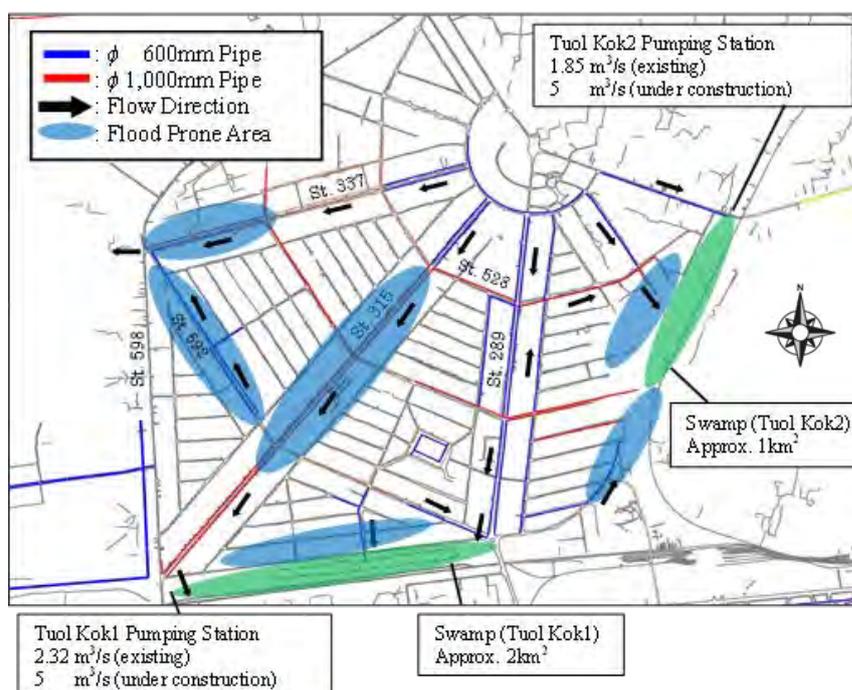
図 R 2.1.4 ワットプノン北側エリアにおける既設排水管路網及び浸水常襲箇所

ワットプノン北側エリアに降った雨は、内径 300~600mm の枝管を介して 47 番通りの下に埋設されている内径 800mm の管に流集され、サップ川沿いに設置されている吐口を通して排水される。また、90 番通り下には 2015 年に DPWT が、ワットプノン周辺の浸水被害を緩和するために、雨水排水専用ボックスカルバート（高さ 1,500 mm×幅 1,500 mm）を埋設し、サップ川に排水している。これら排水の吐口の敷高は MSL+5~6m 程度なので、雨季に河川水位が高くなった場合は背水の影響により排水困難となり、雨水が排水されずに浸水が生じることとなる。浸水が発生すると、雨水は 47 番通りの道路上を南方にワットプノンまで流下し、排水区を越えて、フェーズ 2 で敷設した排水側溝に流れ込み、排水管路を経由して、フェーズ 2 で建設された Phsar Chas 排水機場よりサップ川へ排水されている。

プノンペン都の水資源気象局（Department of Water Resources and Meteorology、以下、「DOWRAM」と記す。）職員への聞き取り調査によると、当エリアでは、標高の低い区域、特に 47 番通りの南側からワットプノン周辺、及び米国大使館前において慢性的に浸水が発生しているとのことであった。

(2) トルコーク地域における排水施設の現状

トルコーク地域は、外水氾濫からの防御を目的とした堤防道路（598 番通り）の堤内に位置しており、堤防道路よりも最大で 3m 程低くなっている。従って降雨時には地形的な要因により排水不良となるため、対策として約 250 箇所のマンホールと総管路長約 20km の排水管（内径 300~1,200mm）が整備されている。トルコーク地域の既設排水管网と浸水常襲箇所を次図に示す。



出典： DPWT、DOWRAM 及び調査団

図 R 2.1.5 トルコーク地域における浸水常襲箇所及び既存の排水システム

337 番通り、315 番通り及び 528 番通りに内径 1,000mm の排水管が埋設されており、周辺の枝線から流集されることになる。排水先としては 3 箇所あり、337 番通りと 598 番通りの交差点から自然流下で堤外に排水されるか、当排水区の南部及び東部の低地に分布している湿地に排水されている。両湿地には 1970 年代に建設された既設の排水機場（トルコーク 1 排水機場：2.32m³/s、トルコーク 2 排水機場：1.85m³/s）があり、ポンプにより堤外に排水している。現在、両排水機場では、5m³/s の排水容量を有する排水機場に改修する工事を実施中である。

当該エリアでは、排水管路の容量不足、排水管路の整備不足のため、排水能力が不十分であり、DOWRAM 職員によると、337 番通り、315 番通りといった内径 1,000mm の排水管及び枝線の敷設区間や低地において、降水量が多い 8 月から 10 月にかけて 5 回ほど浸水が発生しており、浸水継続時間は概ね 5～8 時間程度である。

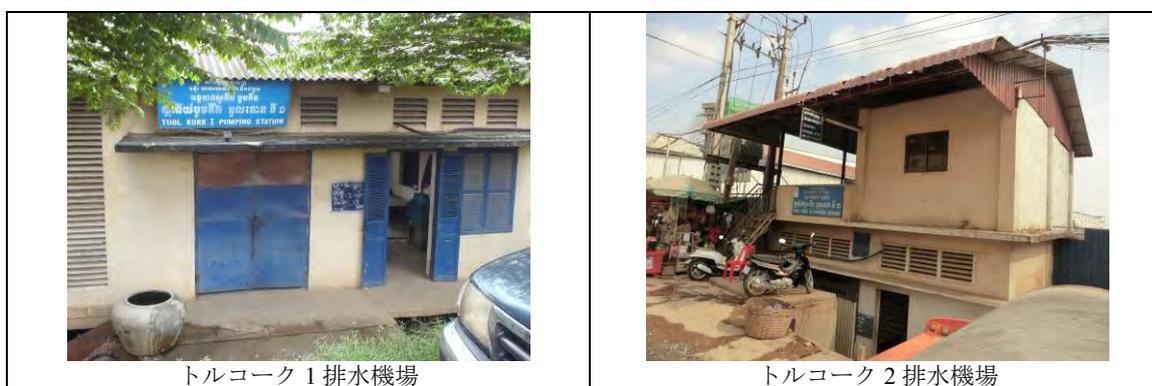


写真 R 2.1.1 トルコーク地域における既存の排水機場

(3) フェーズ 2 で整備した排水ポンプ場における除塵スクリーンの現状

フェーズ 2 で整備した排水ポンプ場における除塵スクリーンでは、定置固定式除塵スクリーンを配置し、排水管路から流れてくる都市ごみ、廃棄物、水生植物等を補足し、それを人力にて除去・排除している。

フェーズ 2 でのスクリーン設置後約 8 年を経過しているが、この間カンボジアの経済発展に伴い、プノンペン都におけるゴミの発生量は増加を続けており、スクリーンに捕捉されるゴミの量も当初の設計における想定以上に増加している。スクリーンに捕捉されるゴミの中では、買い物や飲料の容器に利用されている大小のビニール袋のゴミの割合が大きくなっている。

これらビニール袋等のゴミはスクリーンに引っかかりやすく、引っかかったゴミはスクリーンにおける流水の通過を著しく阻害し、スクリーン上流側の水位を短時間で上昇させる。水位上昇に伴いゴミは水圧でスクリーンに押し付けられ、手作業によるゴミの除去作業をより困難にしている。

これまで雨季には除去作業のための作業員を常駐させてスクリーン補足されたゴミの除去作業を行ってきたが、降雨時のゴミの流入速度が早く、量も多いうえ、ビニール等の

スクリーンに引っかかりやすい材質のものが増えたため、手作業による除去が追い付かなくなっている。このため、排水管から地下貯留槽内への雨水の流入が阻害されるようになってきている。プノンペン都の DPWT は、作業員の数を増やす、早期に作業開始する等の努力を行ってきたが、人力による作業では問題を解決できない状況にある

現状を改善し、計画どおりの排水を行うために、機械式自動除塵機の導入が求められている。

また、既設のバースクリーンは設置後ほぼ耐用年数（10 年）に近い年数が経過し、硫化水素に起因すると思われる鉄部材の腐食が進んでいる。機械式自動除塵機の材質は、腐食防止と耐用年数があるステンレス鋼を採用する必要がある。



写真 R 2.1.2 フェーズ 2 で整備した排水ポンプ場の除塵スクリーンの現状

(4) 緊急排水用機材の現状

DSD はプノンペン都所有の排水ポンプ車（1 台）の運営維持管理を委任されており、この排水ポンプ車を使用して緊急対応を実施している。DSD は排水ポンプ車を DPWT の敷地内のガレージに保管している。この他に DSD は、国家災害委員会が所有する排水ポンプを DSD の倉庫に保管している。プノンペン都及び国家災害委員会が所有し、DSD が運営維持管理を担当している緊急排水用機材の一覧を次表に示す。

表 R 2.1.7 DSD が保管している緊急排水用機材

番号	機材	台数	所有者	製造年	製造国	能力	備考
1	排水ポンプ車	1	プノンペン都	1987	日本	排水能力 12m ³ /分、揚程 10m (3m ³ /分のポンプが 4 台)	使用可 ただし、故障多い
2	排水ポンプ	2	国家災害委員会	2004	中国	排水能力 10.8m ³ /分、揚程 20m	使用実績なし
3	排水ポンプ	4	国家災害委員会	2004	中国	排水能力 8.1m ³ /分、揚程 31m	使用実績なし
4	排水ポンプ	25	国家災害委員会	2004	中国	排水能力 3.3m ³ /分、揚程 22m	使用実績なし
5	排水ポンプ	35	国家災害委員会	2004	中国	排水能力 1.7m ³ /分、揚程 28m	使用実績なし

出典：DSD への聞き取りによる

上表に示した緊急排水関連機材の他、DSD は排水管維持管理作業用車両として、汚泥吸引車・高圧洗浄車（フェーズ 3 にて供与）、ゴミ収集車、クレーン付トラック、ダンプトラック、バックホウを所有している。

現在 DSD が緊急時に使用している緊急排水用機材は、排水ポンプ車 1 台（日本製、車両；Isuzu、ポンプ；Kubota）である。同機材は 2003 年に民間会社から中古機材を無償供与されたものである。同機材は製造から約 30 年経過しており、本来の能力は失われている状況にある。排水ポンプ車は使用できる状態であるが、頻繁に故障している。故障の主原因は、エンジン、制御盤、ポンプケーブル、ポンプ等である。修理は全てカンボジア国内で実施しており、正規品でないスペアパーツ等も使用されている。2015 年の年間修理費用は約 4,000USD であった。また、国家災害委員会が所有し、DSD の倉庫に保管されている排水ポンプは、使用電源が三相であり、その運転に必要な発電機を DSD は有していない。さらに、ポンプ重量が 0.3t から 1.2t あるため、人力によるポンプの設置ができず、タイムリーかつ効率的な運用ができない。これらポンプは、長期洪水被害や浸水深が深い洪水に有効であり、プノンペンで頻繁に発生している浸水に対しては有用ではない。したがって、保管されている国家災害委員会所有の排水ポンプを DSD が緊急排水用に使用した実績はない。緊急排水関連機材の現況写真を以下に示す。



プノンペン都所有排水ポンプ車



排水ポンプ車



排水ポンプ車



国家災害委員会所有の排水ポンプ



国家災害委員会所有の排水ポンプ

出典：JICA 調査団

写真 R 2.1.3 緊急排水関連機材の現状

(5) 緊急排水作業の現状

DSD の緊急排水作業は、プノンペン都または DPWT からの指示・要請に基づいて行われる。緊急排水時の作業は、下記 2 つの作業に区分できる。

(a) 排水ポンプ車による緊急排水作業

緊急排水作業は、自然流下で河川へ排水できずに浸水している地区で行われる。本事業の対象地域付近における近年の排水ポンプ車の主な出動地点を次図に示す。

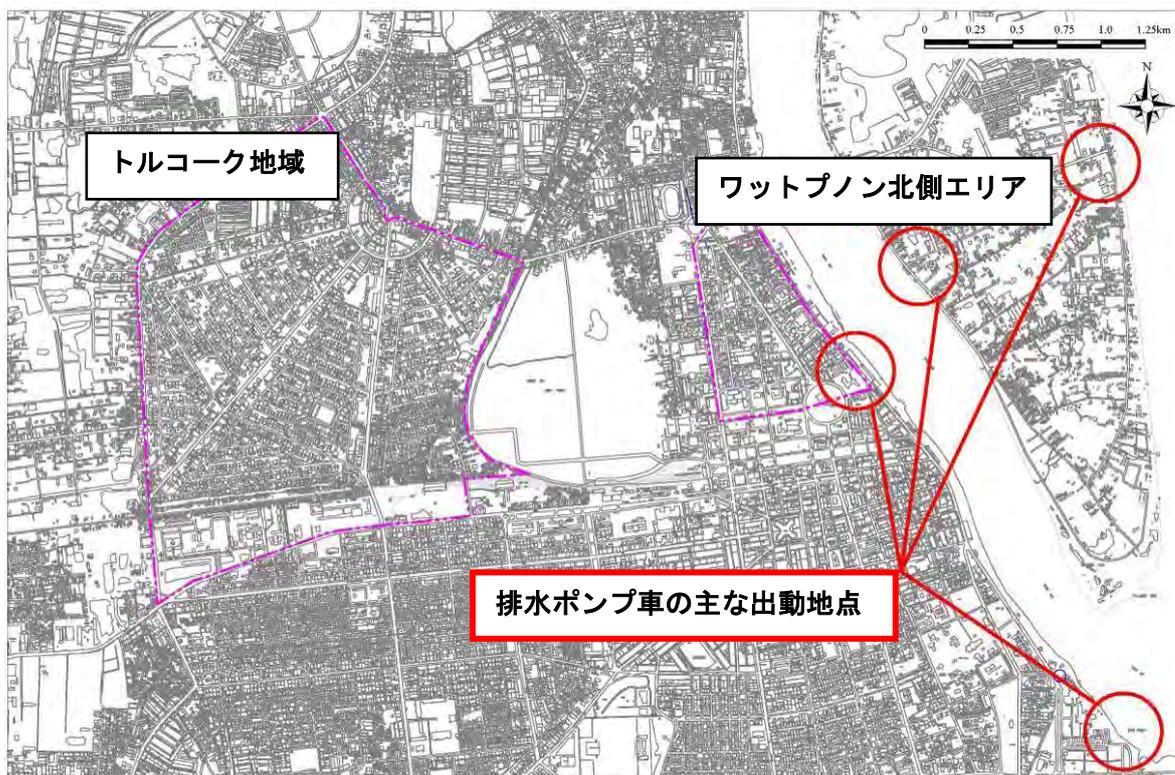


図 R 2.1.6 本事業対象地域付近での主な排水ポンプ車出動地点

この図から、排水ポンプ車による緊急排水作業の実施場所は、サップ川沿いのポンプ場のない地区であることがわかる。

排水ポンプ車による緊急排水作業チームは、運転手 1 名と作業員 7 名で構成され、浸水している場所のマンホール等の水嵩のある箇所にポンプを設置し、河川へ排水している。排水ポンプの設置にはポンプ車についているクレーンを使用しているため、設置場所はポンプ車の進入できる地点に限られている。

(b) 緊急排水作業としての排水管確認・清掃作業

洪水時には、排水管がゴミ等により閉塞されて下流へ流れないために、閉塞地点から上流地域が浸水してしまうというケースがある。そのため、DSD は浸水発生地区において、まず排水管に詰まりの可能性があるかどうかを確認する。隣接するマンホール内の水位を確認し、水位差が大きい場合は排水管が詰まっている可能性が高い。この場合には、フェーズ 3 にて供与された高圧洗浄車、汚泥吸引車を使用し当該管路を清掃し、

詰まりを除去することで、浸水被害を軽減させる。確認・清掃チームは運転手2名、作業員7~8名で構成される。

(c) 現状の緊急排水作業における問題点

プノンペン都や DPWT は、排水管やポンプ場など新規建設を一部で進めているものの、プノンペン都における局地的な浸水被害は、未だ都内の至る場所で発生している状況にある。

これらのことから、浸水被害を軽減するための緊急排水作業の必要性は非常に高く、緊急排水作業用の排水ポンプ車を調達することの妥当性は高いと判断できる。

(6) 過去の無償資金協力で建設した施設、調達した機材の運営維持管理状況

フェーズ1、フェーズ2及びフェーズ3で建設した堤防・護岸・樋管等の洪水防御施設及び排水路・排水管・ポンプ場等の排水施設、並びにフェーズ3で調達した排水管路の清掃機材の維持管理に関しては、各々の工事完了時に施工監理およびソフトコンポーネント担当のコンサルタントが維持管理マニュアルを作成し、DPWT 及び DSD に内容を説明し、定期的及び緊急時の点検・メンテナンスを実施するよう指導している。このマニュアルにしたがって点検・メンテナンス結果をチェックシートなどに記録して DPWT 及び DSD の職員が施設の管理を実施している。

(a) ポンプ場の運営維持管理

フェーズ1で建設されたトンプンポンプ場、及びフェーズ2でサップ川沿いに建設された4箇所のポンプ場の運営維持管理状況は、運転維持管理記録帳に記されている。年間を通し、運転開始時間・終了時間、運転時間、運転中の特記事項、部品の修理・交換等について運転員がこの記録帳に毎日記録し、監督者が確認サインを行っている。コンサルタントが作成したポンプ場の維持管理マニュアルも使用されており、日常的な簡易な検査とモニタリングは実施されている。関係者間での機器の情報共有も行われており、全体的には適切な管理がなされているといえる。但し、1年に一度程度の頻度で行う大掛かりな検査に関しては十分に行われておらず、ポンプの不具合が生じてから検査をしたところ、部品の欠落・損失が発見されたケースがある。

トンプンポンプ場においては、2003年から運転しているポンプが更新の時期を迎えており、自ら日本のメーカーに問い合わせ、プノンペン都の資金で新しいポンプに交換する計画がある。

(b) 排水路・排水管路の運営維持管理

フェーズ1で改修した排水路、フェーズ2で建設した地下貯留槽、フェーズ3で建設した王宮南チャンバー、並びにフェーズ2及びフェーズ3で建設した排水管路の運営維持管理については、作成した維持管理マニュアルに基づいて、定期的なモニタリングが実施されている。

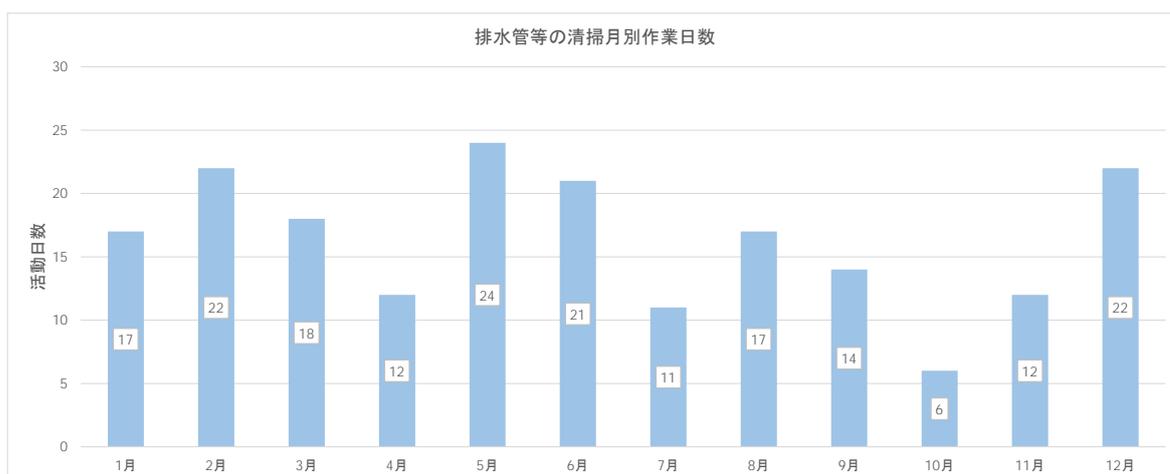
実際の排水路の運営維持管理作業としては、排水路内に堆積したヘドロやごみの浚渫作業は DSD が担当し、水路法面の小規模な補修・整備、側溝の清掃、廃棄されたごみの収集・運搬は各地区当局が担当している。

排水管路、地下貯留槽、及び王宮南チャンバーの維持管理作業は DSD が担当し、フェーズ 3 で調達した排水管路の清掃機材を用いた清掃作業を行っている。

(c) フェーズ 3 で調達された排水管路清掃機材の運営維持管理

フェーズ 3 では、排水管路清掃用機材として、高圧洗浄車 4 台と汚泥吸引車 4 台が調達され、プノンペン都に供与された。これらの機材は、プノンペン都の排水管、地下貯留槽、王宮南チャンバー等の清掃作業に使用されている。

フェーズ 3 で機材の運営維持管理に関する指導を行うソフトコンポーネントが実施されたため、年間清掃活動実施計画を DSD が策定し、それに基づき清掃作業が実施されている。また、清掃作業終了時には記録簿を作成し、清掃活動場所、距離、時間、汚泥量等の情報を記録して管理している。DSD の清掃活動記録より 2015 年の清掃・維持管理グループの活動状況（清掃作業の実施した日数）を次図に示す。



出典：DSD 資料

図 R 2.1.7 2015 年における DSD の排水管等の清掃月別活動日数

上記図からは、雨季の 7 月から 11 月にかけて作業日数が少ないことがわかる。これらの期間は、排水管が雨水で満たされて清掃作業が実施できないためである。4 月はクメール正月のため作業日数が少ない。

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) 排水管路の整備状況

プノンペン都内の排水管路の整備は、DPWT 及び Khan (区)、Sangkat (町) レベルの自治体によって実施されている。建設後の施設の運営維持管理は DSD が担当している。Khan 及び Sangkat レベルの自治体によって整備された排水管路とマンホールは、自治体から DPWT に報告され、DPWT が整備した排水管路・マンホールとともに記録されている。DPWT は 1994 年以降、排水管路の管径毎の総延長、並びにマンホールの大きさ毎の総数を記録しており、次表は 2006 年以降の排水管路延長とマンホール数の推移を示している。

表 R 2.2.1 DPWT が記録している排水管路の総延長とマンホールの総数

排水管路								
Pipe size	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ø200cm								
Ø180cm					301	301	301	301
Ø160cm	85	85	85	85	85	85	85	85
Ø150cm	8,331	9,631	10,847	13,918	17,966	17,966	18,752	19,782
Ø120cm	775	17,820	17,820	17,820	18,187	18,187	18,187	18,187
Ø100cm	42,837	57,962	65,620	81,250	82,110	82,417	84,325	87,876
Ø80cm	26,675	41,712	46,317	50,601	50,939	51,452	51,452	52,125
Ø60cm	124,106	142,125	147,297	157,628	158,068	160,173	160,545	162,049
Ø50cm	51,753	59,873	64,488	64,488	66,237	66,237	66,237	66,237
Ø40cm	13,815	18,942	22,049	22,049	22,105	22,105	22,105	22,105
Ø30cm	33,883	42,902	46,115	46,755	46,755	47,173	47,536	48,412
U 字側溝					320	320	320	320
Total (m)	302,260	391,052	420,638	454,594	463,073	466,416	469,845	477,479
新規敷設延長(m)	-	88,792	29,586	33,956	8,479	3,343	3,429	7,634
マンホール								
Size	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
200cm×130cm					45	45	61	127
130cm×130cm	1,993	3,420	3,701	4,510	4,530	4,558	4,617	4,785
110cm×110cm	1,395	1,669	1,823	2,025	2,025	2,025	2,025	2,052
90cm×90cm	5,171	8,080	8,545	9,120	9,142	9,233	9,266	9,354
70cm×70cm	6,629	9,103	9,334	16,662	16,682	16,822	16,895	17,104
Total (基)	15,188	22,272	23,403	32,317	32,424	32,683	32,864	33,422
新規設置個数(基)	-	7,084	1,131	8,914	107	259	181	558

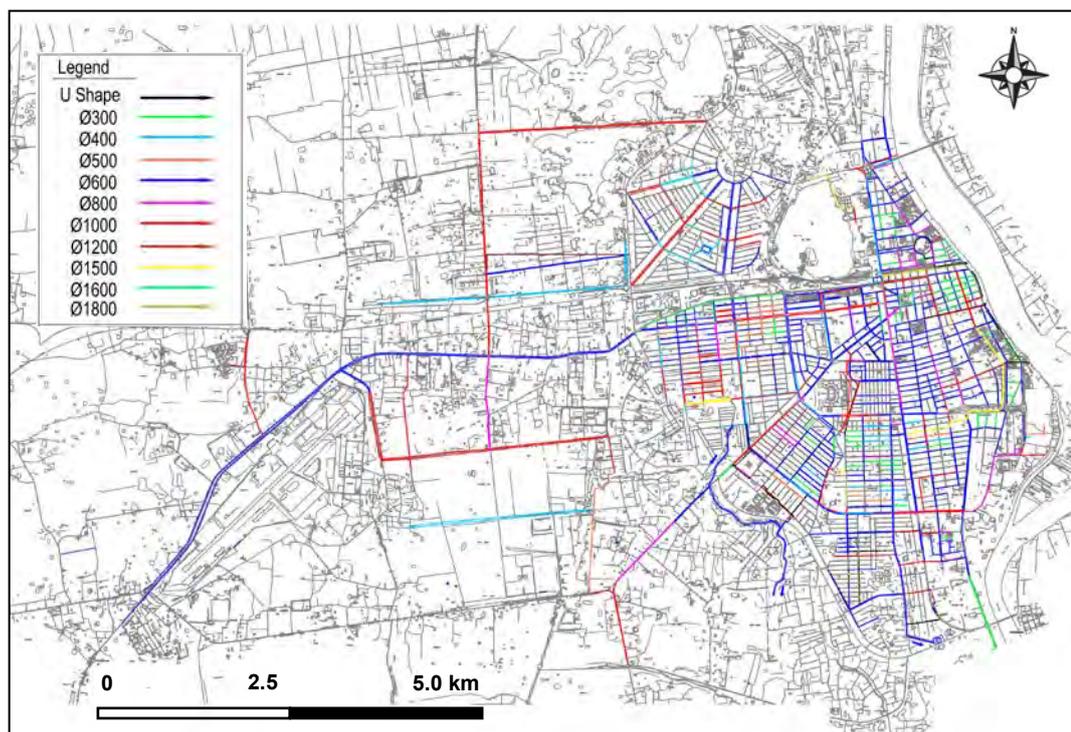
出典：DPWT

排水管路の総延長は毎年右肩上がりに伸びており、それに伴い、マンホールの総数も増加し続けていることがわかる。2013 年末時点において、排水管路の総延長は約 478 km、マンホールの総数は約 34,000 箇所である。

建設後の排水管路及びマンホールの運営維持管理は、原則として、管径 600 mm 以上が DSD により、管径 600 mm 未満が Khan 及び Sangkat レベルの自治体により、担当されている。自治体の要請により、DSD が問題の発生した箇所の修復を行う場合もある。

現在、DPWT は排水管路の台帳を作り、データベース化を始めている。データベースに

未登録の排水管も多数あるが、現段階で次図に示す排水管がデータベースに登録されている。



出典：DPWT

図 R 2.2.1 DPWT のデータベースに登録されている排水管路の位置図

(2) 排水路（開水路）の整備状況

現在 DPWT の管理下にある排水路（開水路）を表 R 2.2.2 に示す。建設後の排水路の運営維持管理は DSD が担当しており、現在、DPWT の管理下にある排水路（開水路）の総延長は、約 55 km である。

DSD は排水路（開水路）の維持管理作業として、月 1 回程度の定期的なパトロールを行い、土砂堆積の進行や植物の過剰な繁茂などの問題を確認した際や、自治体から問題が報告された際に、その都度、浚渫、伐採などを行っている。浚渫土や伐採された木材は、プノンペン都廃棄物管理課（Waste Management Division :WMD）が管理する Dongkor ごみ処分場にて処分されている。

(3) 排水ポンプ場の整備状況

現在 DPWT の管理下にあるポンプ場を表 R 2.2.3 に示す。建設後の排水機場の運営維持管理は、DSD が担当しており、現在、DPWT の管理下にあるポンプ場は 12 箇所である。

表 R 2.2.2 DPWT が管理している排水路（開水路）の延長

No.	Name	Total Length	Canal Type
1	Boeng Trabek Upper Canal	2,410 m	Reinforced Concrete Canal (by ADB)
2	Boeng Trabek Downstream Canal	850 m	Earth Canal
3	Boeng Tumpun Canal	3,710 m	Improved Earth Canal (by Japan' s Grant)
4	Stoeng Mean Chey Canal	1,900 m	Earth Canal
5	East & West Tuol Sen Canals	1,118 m	Improved to Reinforced Concrete Canal by ADB
6	Boeng Salang canal	1,260 m	Improved Earth Canal (by Japan' s Grant)
7	Canal Baraing (France)	3,700 m	Earth Canal
8	Canal Lou Pram	1,700 m	Earth Canal
9	Tuol Poug Ror Canal (South Prey Pring)	7,500 m	Earth Canal
10	Prey Spoeu Canal	7,000 m	Earth Canal
11	O Akuch Canal	4,200 m	Earth Canal
12	598 Canal	1,850 m	Earth Canal
13	Tuol Sampoeuv Canal (Philippines Canal)	5,000 m	Earth Canal
14	Kop Srov Canal	4,700 m	Earth Canal
15	Bak Touk Canal	3,800 m	Earth Canal
16	O Veng Canal	4,150 m	Earth Canal
Total		54,848 m	
Improved to Reinforced Concrete Canal		3,528 m	
Improved in Earth Canal		4,597 m	
Normal Earth Canal		46,723 m	

出典： DPWT

表 R 2.2.3 DPWT が管理している排水ポンプ場

名称	商用電源運転				発電機運転				総排水 容量 [m ³ /sec.]	稼働開始年
	基数	ポンプタイプ	出力 [kW]	容量 [m ³ /sec.]	基数	ポンプ タイプ	出力 [HP]	容量 [m ³ /sec.]		
1 Boeng Trabek	8	Horizontal	132	1.0	1 unit of Backup Generator, 1000 KVA				8.0	Operation since 2003 (ADB Loan)
2 Boeng Tumpun	5	Submergible Pump	280	3.0	2 units of Backup Generator, 700 KVA each				15.0	Operation since 2004 (Japan Grant Aid)
3 Tuol Kork I	2	Vertical shaft	45	0.47	2	Vertical shaft	145	0.69	2.32	Constructed in 1970' s
4 Tuol Kork II	1	Vertical shaft	45	0.47	2	Vertical shaft	145	0.69	1.85	Constructed in 1970' s
5 Chak Tomuk	2	Pump Gate	45	0.7	1 unit of Backup Generator, 200 KVA				1.4	Operation since 2010 (Japan Grant Aid)
6 Preah Kumlung 1	1	Pump Gate		0.2	-				0.2	Operation since 2004 (Joint Research with Kubota)
7 Preah Kumlung 2	2	Pump Gate	22	0.35	-				0.7	Operation since 2010 (Japan Grant Aid)
8 Phsar Kandal	2	Pump Gate	45	0.7	1 unit of Backup Generator, 200 KVA				1.4	Operation Since 2010 (Japan Grant Aid)
9 Phsar Chas	2	Pump Gate	45	0.7	1 unit of Backup Generator, 200 KVA				1.4	Operation since 2010 (Japan Grant Aid)
10 Svay Pak Km No.9	4	Submergible Pump	75	0.13	3	Vertical shaft	190	0.38	1.66	Operation since 2006
11 Kop Srov	5	Vertical shaft	400	2.8	-				14.0	Operation since 2010
12 Tuol Sampeo	3	Submergible Pump		0.66	-				1.98	Operation since 2014

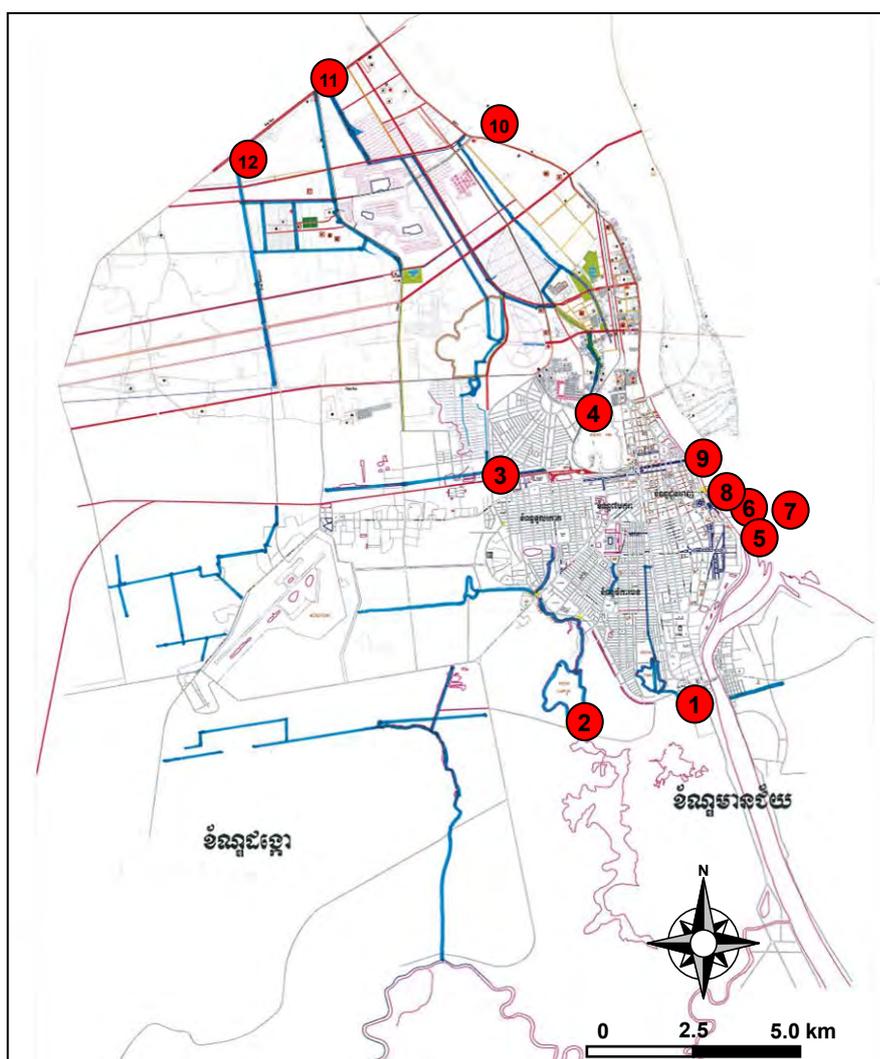
出典： DPWT

DSD は、排水機場の維持管理作業として、日常的なメンテナンスのみを行っており、運転台帳はあるが整備台帳はない。

日常的なメンテナンス作業で最も作業量が多いのは、ごみの除去作業で、排水機場及びその流入水路での流下ごみの撤去作業、ポンプの羽根等に絡まったごみの撤去である。その他、ポンプ機器の簡易な分解清掃も行っている。

専門業者による、機器の定期的な点検作業は行っておらず、問題が顕在化すると修理を行っている。電機系の修理はカンボジア国内でも技術者を調達できるが、機械系の修理は国外から技術者を招いて実施している。

DPWT の管理下にある排水路（開水路）、及び排水ポンプ場の位置を図 R 2.2.2 に示す。



注：青線：開水路の位置、赤丸：ポンプ場の位置(番号は表 R 2.2.3 に対応)

出典： DPWT

図 R 2.2.2 DPWT が管理する排水路（開水路）及び排水ポンプ場の位置図

(4) 本事業関連施設へ至る道路の整備状況

本事業対象地域は、全域が市街地であり、関連施設へのアクセスに利用される道路が整備されている。したがって、アクセス状況に関する問題は特に無い。

(5) 電気・電話・水道の整備状況

本事業対象地域は、全域が市街地であり、ほぼ全域において電気・電話・水道のネットワークが整備されている。使用申請、登録、引き込み工事等の所定の手続きを取ることで、いずれも容易に利用可能である。

2.2.2 自然条件

(1) 気象・水文

気象・水文調査は、過去5年間（2009年～2013年）のサップ川水位データ（チャトムック（Chaktomuk）、プノンペン港（Phnom Penh Port）と、ポチェントン（Pochentong）気象観測所のデータを収集して行った。その結果を図 R 2.2.3～図 R 2.2.7、及び表 R 2.2.4 に示す。

(a) 降水量

降水量に関しては、カンボジア国の水資源気象省（Ministry of Water Resources and Meteorology、以下「MOWRAM」と記す。）からプノンペンの日雨量データを入手した。カンボジアの水資源気象省では、2012年以降自動観測による時間雨量の観測を開始しているが、信頼性に問題があるため、データは公認されておらず、公表もされていない。

平均年間降雨量は約1,490mmだが、1,171mm（2006年）から1,939mm（2008年）と変動しており、過去9年間の年間降雨量の最大値1,939mmは、2008年に観測された。雨季にあたる5月～11月に年間降雨量の8～9割が集中しており、この期間は降雨量で100mm/月を超過する月が多い。8月～10月は特に降雨が多く、降雨量で200mm/月を超過する月が多い。乾季にあたる12月～4月は、降雨量で50mm/月以下で推移する月が多い。

(b) 気温、湿度

プノンペン都はモンスーン気候帯に属し、日最高気温及び日最低気温の年間平均値は、各々約33℃及び約23℃である。最高気温は、年間を通じて30℃以上が維持され、3月～5月の気温が高い。月平均気温の最高気温は35.3℃、最低気温は21.8℃である。年平均湿度は77%であり、典型的な高温多湿の気候が1年を通じて維持される。

(c) サップ川水位

サップ川の水位は、8月～10月に最も高く、毎年EL.+8.00mを超過する。3月～5月に水位が最も低くなり、毎年EL.2.00mより低くなる。最高水位または最低水位が連続的に上昇しているもしくは低下しているといった経年的な変動傾向は特に確認されないが、近年はピーク水位の発生時期がやや遅く、10月以降となる傾向が見られる。

チャトムック観測所における過去9年間の最高水位は、EL.+9.73m（2001年9月）で、最低水位はEL.+0.33m（2005年5月）である。同観測所における年間最高水位平均値は

EL.+8.70m、年間最低水位平均値はEL.+0.68mである。プノンペン港観測所における過去10年間の最高水位は、2011年に記録されたEL.9.84mである。

なお、記録上の過去最高水位は、チャトムック観測所におけるEL.+10.18m（2000年9月20日）である。

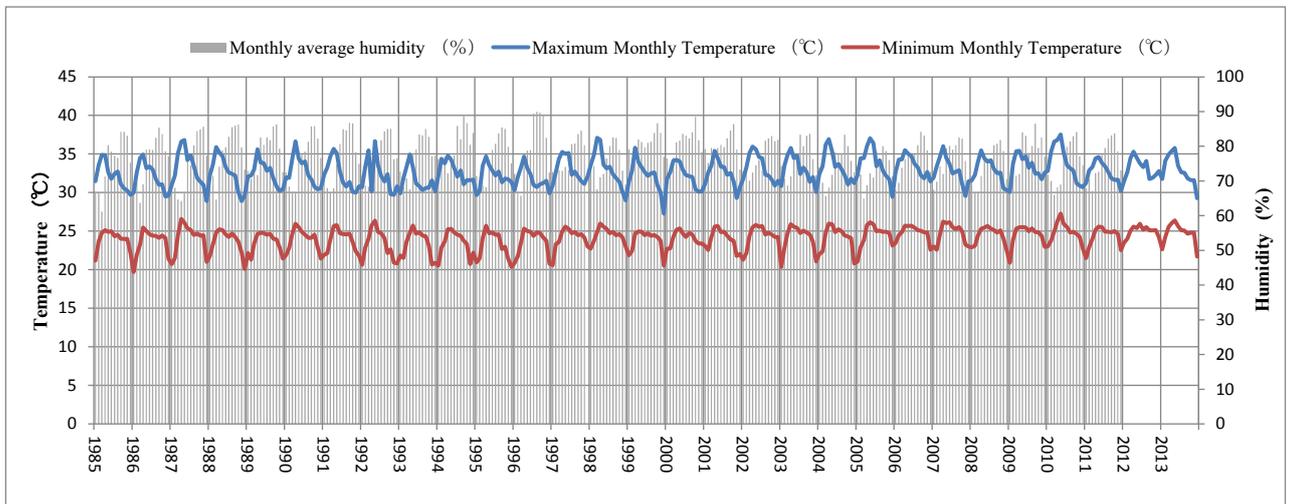


図 R 2.2.3 月最高気温と最低気温及び月平均湿度（1985～2013）

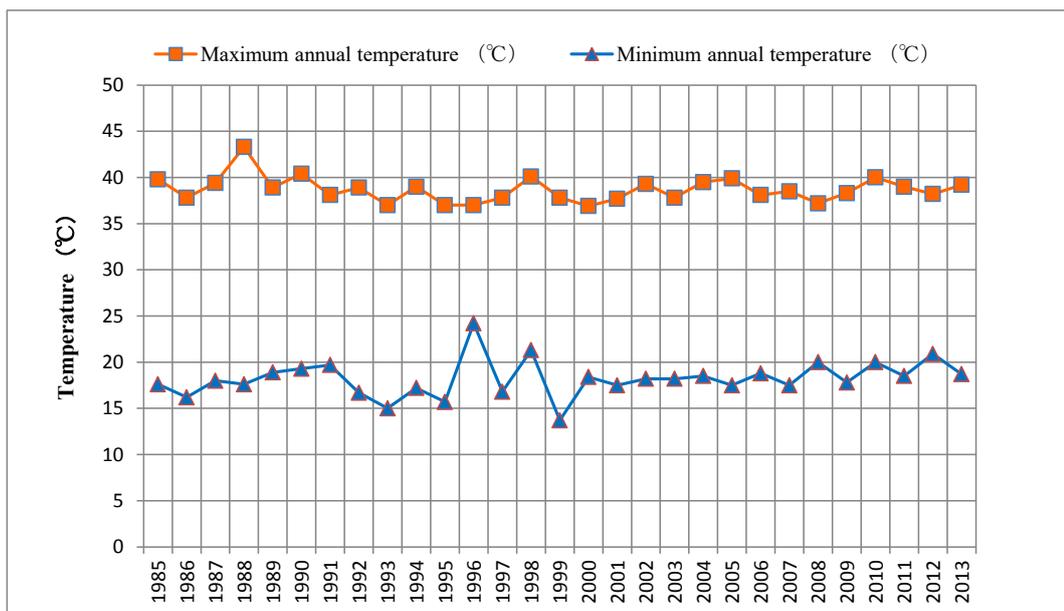


図 R 2.2.4 年間最高気温と最低気温（1985～2013）

表 R 2.2.4 月別降水量

Unit:mm/month

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Total	
Season	Dry				Rainy								Dry	
2004	0.4	0.0	0.0	94.8	160.6	164.2	142.7	101.1	237.2	202.1	118.8	0.0	1221.9	
2005	0.0	0.0	0.0	73.7	73.5	52.3	125.2	212.1	298.4	375.1	132.7	42.6	1385.6	
2006	0.1	42.1	32.8	66.4	84.0	92.0	124.8	274.2	228.2	190.9	12.4	23.0	1170.9	
2007	0.0	0.0	32.7	39.9	192.4	258.3	135.7	263.6	155.1	212.1	63.2	0.0	1353.0	
2008	74.1	0.6	112.0	83.4	197.3	219.1	169.6	289.6	290.2	259.4	190.7	52.7	1938.7	
2009	0.0	14.6	7.1	270.5	241.7	148.6	111.8	267.9	300.2	108.2	33.5	0.0	1504.1	
2010	25.4	0.0	35.6	55.9	26.9	254.3	84.1	233.0	324.3	387.1	94.3	69.9	1590.8	
2011	0.8	0.0	11.4	130.9	131.4	113.3	227.8	249.7	244.4	311.9	67.0	7.0	1495.6	
2012	27.0	41.0	28.8	77.8	185.8	94.3	283.2	177.6	455.8	116.6	350.4	22.0	1860.3	
2013	0.0	0.0	2.0	182.2	143.4	350.8	189.8	0.0	139.2	413.8	303.8	56.2	1781.2	
Average	19.0	8.1	35.0	101.8	127.7	149.1	166.8	186.7	272.4	244.0	130.2	46.3	1487.2	

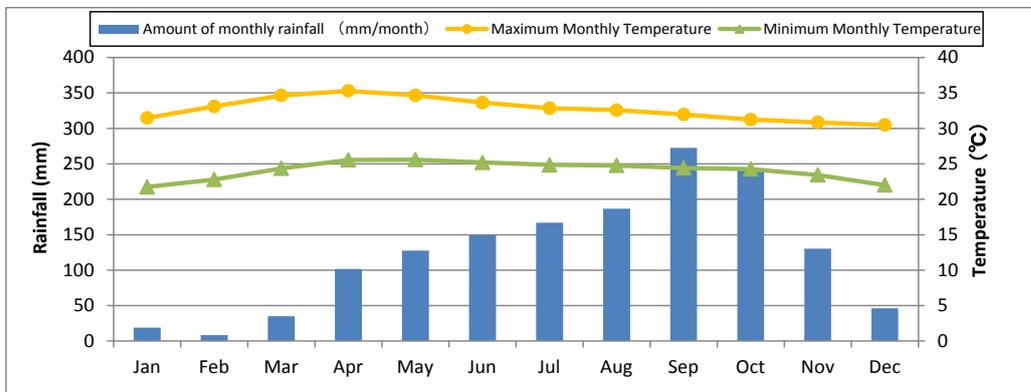


図 R 2.2.5 月平均降水量と月平均最高気温と最低気温 (2004~2013)

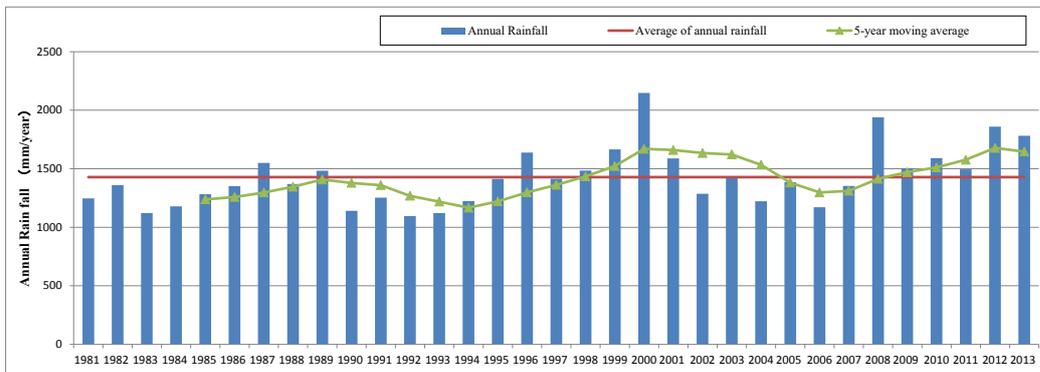


図 R 2.2.6 年降水量の推移 (1981~2013)

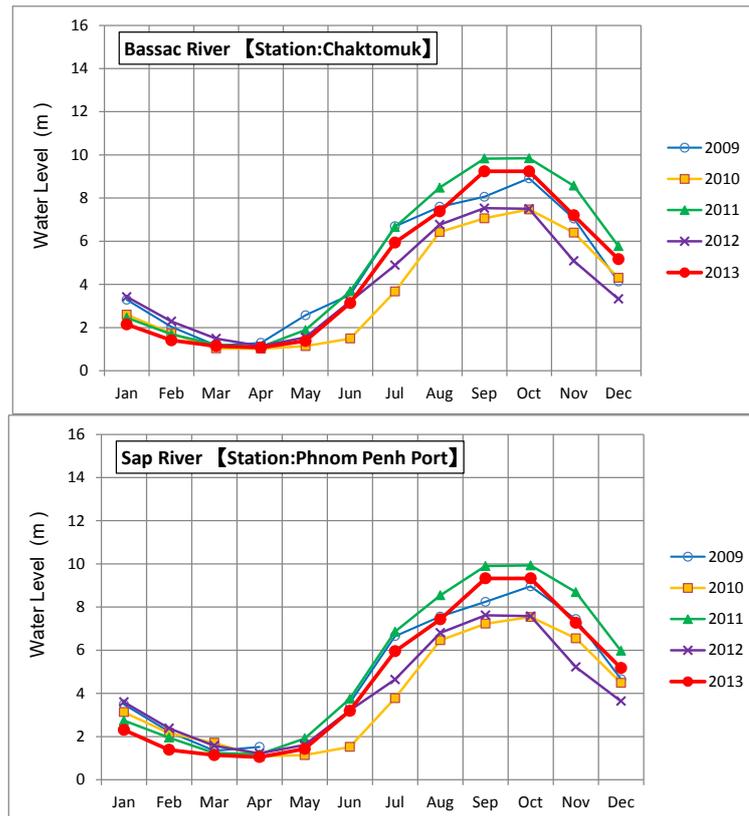


図 R 2.2.7 水位データ（チャトムック観測所、プノンペン港観測所）

(2) 地形

(a) 概要

カンボジアの国土は、国境部の山岳地帯、メコン川及びサップ川が形成した中央平原、両者の間に分布する丘陵地帯に大別され、中央平原が社会・経済・産業の中心となっている。

プノンペン都は、メコン川、サップ川、バサック川の合流・分枝地点右岸の沖積低地にあり、中心市街地は自然堤防上や輪中堤で囲まれた範囲に位置している。近郊地の多くは低湿地帯に位置する。輪中堤で囲まれた範囲の南北は湖沼・湿地（北側：タモック (Tamok) 湖、南側：チェンエク (Cheung Aek) 湖) で、東側は河川、西側は低平地である。輪中堤で囲まれた範囲の内側にも湖沼・湿地が点在しており、大きなものとしては、北部のポンピアイ (Poung Peay) 湖、南部のトンブン (Tumpun) 湖及びトラベック (Trabek) 湖がある。

(b) 地形測量

排水施設の設置状況及び施工上に必要な地形を把握するため、以下に列挙する地形測量を現地再委託で実施した。地形測量により現況地形、既存施設の位置・標高を明らかにし、地形測量結果は排水管網のモデル構築、シミュレーションの内容に反映される。また、概略設計図の基図ともなる。

- ① 排水管/ボックスカルバート敷設予定地を対象とした道路測量
- ② 地下貯水槽及びポンプ場を対象とした平面測量
- ③ 既設排水管网調査を目的としたマンホール標高測量

表 R 2.2.5 に地形測量概要を、図 R 2.2.8 及び図 R 2.2.9 に道路の縦横断測量及び平面測量の実施位置を、写真 R 2.2.1 に測量実施状況を示す。マンホール標高測量の実施位置は、「マンホール調査」(図 R 2.2.10 及び図 R 2.2.11 参照) の項に示した。

表 R 2.2.5 地形測量概要

測量箇所	測量	数量
道路	縦断測量	約 22 km
	横断測量 (L=20 m)	約 440 箇所
地下貯水槽、ポンプ場	平面測量	約 40,000 m ²
マンホール	マンホール天端標高	約 250 箇所



写真 R 2.2.1



地形測量実施状況

Map for Topographic Survey in Wat Phnom North

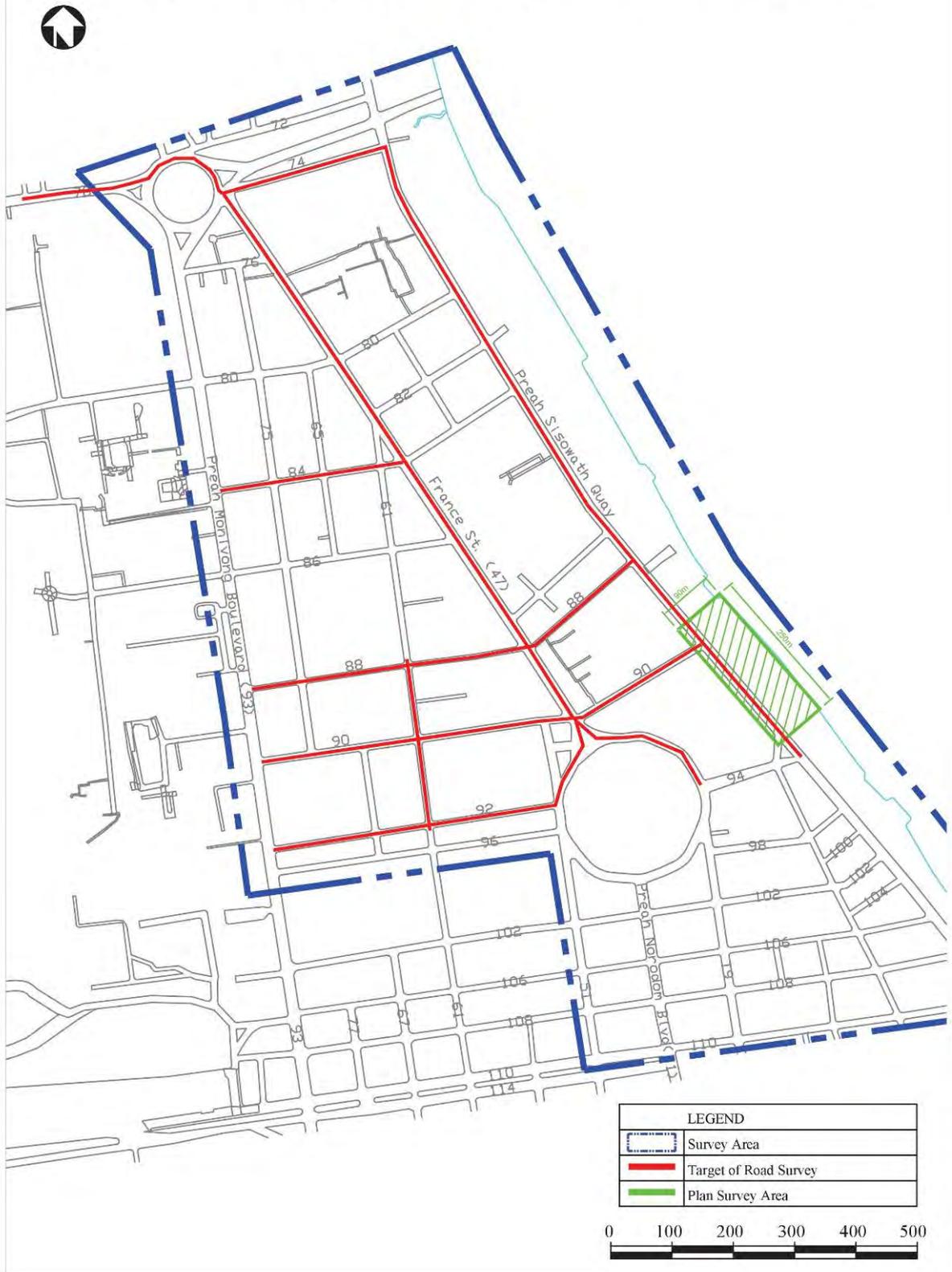


図 R 2.2.8 測量実施位置図（ワットプノン北側エリア）

Map for Topographic Survey in Toul Kork Area



図 R 2.2.9 測量実施位置図（トルコーク地域）

(3) マンホール調査

マンホール調査はワットプノン北側エリア及びトルコーク地域において約 250 箇所のマンホールを対象に実施した。なお、ワットプノン北側エリアについては、本事業のフェーズ2においてもマンホール調査を実施しているため、それらのデータを活用し、より精度の高い解析モデルの作成を図った。マンホール調査の目的は以下のとおりである。

- 水理解析（MIKE URBAN シミュレーション）に必要となるマンホール及び接続管渠情報の把握
- マンホール内のごみ、汚泥、土砂等の堆積状況の把握と、マンホール地点における排水及び接続管渠の状況確認
- マンホール、排水管渠の維持管理・改修計画に利用可能なデータベース作成のための基礎資料収集

測量対象とするマンホールは、以下の点を考慮し、選定した。

- MIKE URBAN シミュレーションに用いる排水管網モデルの構築に必要となる位置にあるマンホール
- 本事業対象地域において浸水被害が発生している場所にあるマンホール
- プノンペン都より排水管路新設の要望が位置の近隣にあるマンホール
- 調査開始時点で想定した新設排水管位置の近隣にあるマンホール

図 R 2.2.10 及び図 R 2.2.11 に測量されたマンホールの位置図を、写真 R 2.2.2 にマンホール調査実施状況を示す。



出典： JICA 調査団



写真 R 2.2.2 マンホール調査実施状況

Map for Manhole Survey in Wat Phnom North

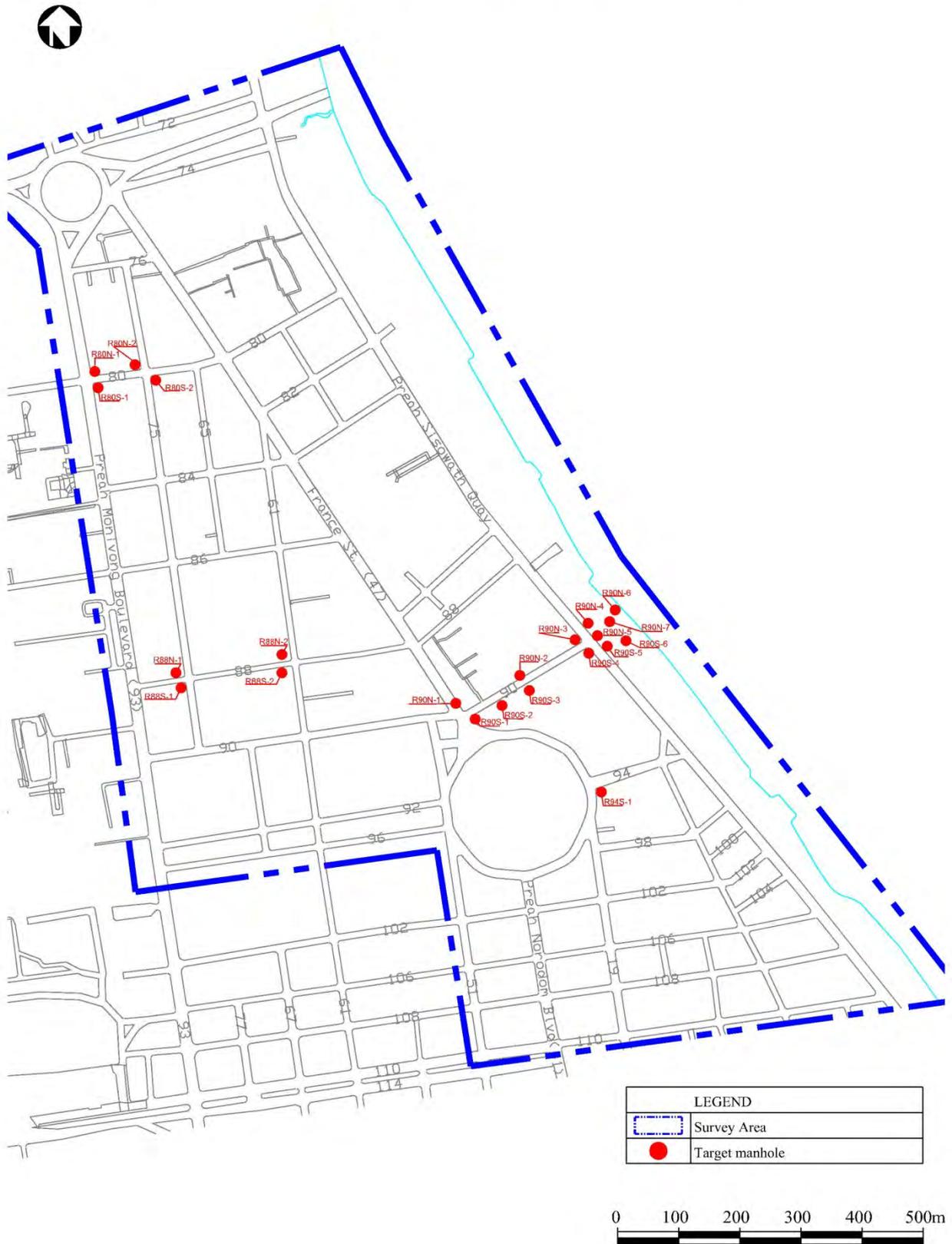


図 R.2.2.10 調査対象マンホール位置図（ワットプノン北側エリア）

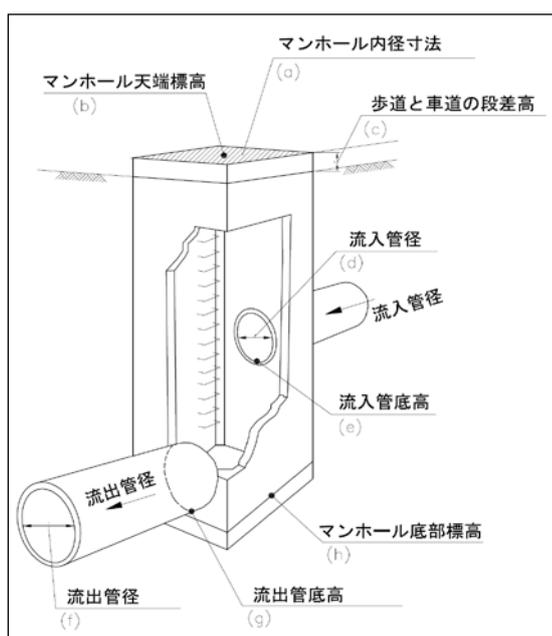
Map for Manhole Survey in Toul Kork Area



図 R 2.2.11 調査対象マンホール位置図（トルコーク地域）

各マンホールにおける調査項目は以下のとおりである（図 R 2.2.12 参照）。調査結果はマンホールごとに図 R 2.2.13 に示すマンホール調査票に記録した。

- a) マンホール内径寸法
- b) マンホール天端標高（別途地形測量業務にて測量）
- c) 流入管径
- d) 流入管底高
- e) 流出管径
- f) 流出管底高
- g) マンホール底部標高（別途地形測量業務にて測量）
- h) マンホール内のごみ、汚泥、土砂等の堆積状況



出典: JICA 調査団

図 R 2.2.12 マンホール調査項目

RECORDING SHEET FOR MANHOLE SURVEY

Manhole/Station Name: R289E-6		Date: 06/May/2016		Time: 3:20 PM		Surveyor: Mr. Charheng	
NW(North west)		N(North)		NE(North east)			
Flow Direction		Flow Direction		Flow Direction			
Pipe size		Pipe size		Pipe size			
Bottom depth		Bottom depth		Bottom depth			
Bottom elevation		Bottom elevation		Bottom elevation			
Sediment depth		Sediment depth		Sediment depth			
W(west)		Manhole		E(east)			
Flow Direction	→	Dimension	800X800	Flow Direction	→		
Pipe size	∅ 400 mm	Top height	200 mm	Pipe size	∅ 1000 mm		
Bottom depth	600 mm	Top elevation		Bottom depth	1750 mm		
Bottom elevation		Bottom depth	2500 mm	Bottom elevation			
Sediment depth	0 mm	Bottom dia.	500 mm	Sediment depth	0 mm		
SW(south west)		S(south)		SE(south East)			
Flow Direction		Flow Direction		Flow Direction			
Pipe size		Pipe size		Pipe size			
Bottom depth		Bottom depth		Bottom depth			
Bottom elevation		Bottom elevation		Bottom elevation			
Sediment depth		Sediment depth		Sediment depth			

図 R 2.2.13 マンホール調査票

また、測量時には、設計、施工計画立案の基礎資料となるようマンホール内部のみならず周辺状況がわかる写真を撮影し、調査票に添付した。

マンホール測量結果は、測量マンホール位置図とともに、排水区ごとに調査票を分類し、整理を行った。

(4) 地質調査（ボーリング調査）

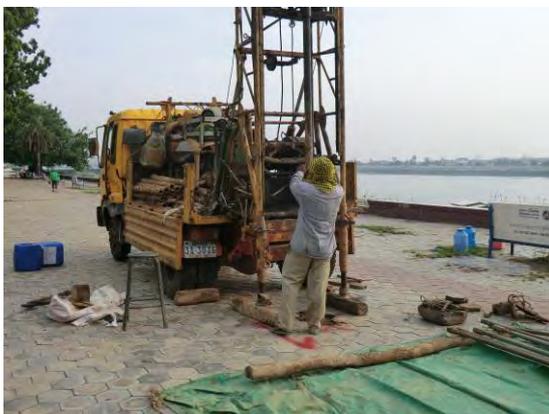
ワットプノン北側エリアの地下貯留槽及びポンプ場建設予定地、トルコーク地域のポンプ場建設予定地において、ポンプ場の計画・設計及び施工計画に必要な地質状況を把握するため、機械ボーリング調査及び室内土質試験を実施した。図 R 2.2.14 に、機械ボーリング調査地点を示す。地質調査結果は、地下貯留槽、ポンプ場の基礎形式の検討及び、杭基礎となる場合の支持力の算定に利用される。

(a) 機械ボーリング概要

表 R 2.2.6 に機械ボーリング実施概要を、写真 R 2.2.3 にボーリング調査実施状況を示す。ボーリング実施中には、4 種類の原位置試験を実施すると共に、攪乱資料及び不攪乱資料を採取して、室内土質試験を実施した。

表 R 2.2.6 機械ボーリング実施概要

項目	概要
ボーリング実施位置	ワットプノン北側エリア貯水槽建設予定地 3 箇所 トルコーク地域 ポンプ場建設予定地 2 箇所
ボーリング施工仕様	掘削深度：35m（N 値 50 以上を 3m 確認した位置） ボーリング口径：66mm
原位置試験・調査	(1) 標準貫入試験（SPT） (2) 地下水位計測 (3) 室内試験用試料採取 (4) 土質柱状図作成用試料採取
室内土質試験	・物理試験（攪乱資料） 単位体積重量試験、密度試験、粒度試験、液性限界・塑性限界試験 ・力学試験（不攪乱資料） 圧密試験、せん断試験、一軸圧縮試験



出典： JICA 調査団

写真 R 2.2.3 ボーリング調査実施状況

(b) ボーリング調査結果

ボーリング調査結果として、各ボーリング孔における N 値の分布図を図 R 2.2.15 に示す。

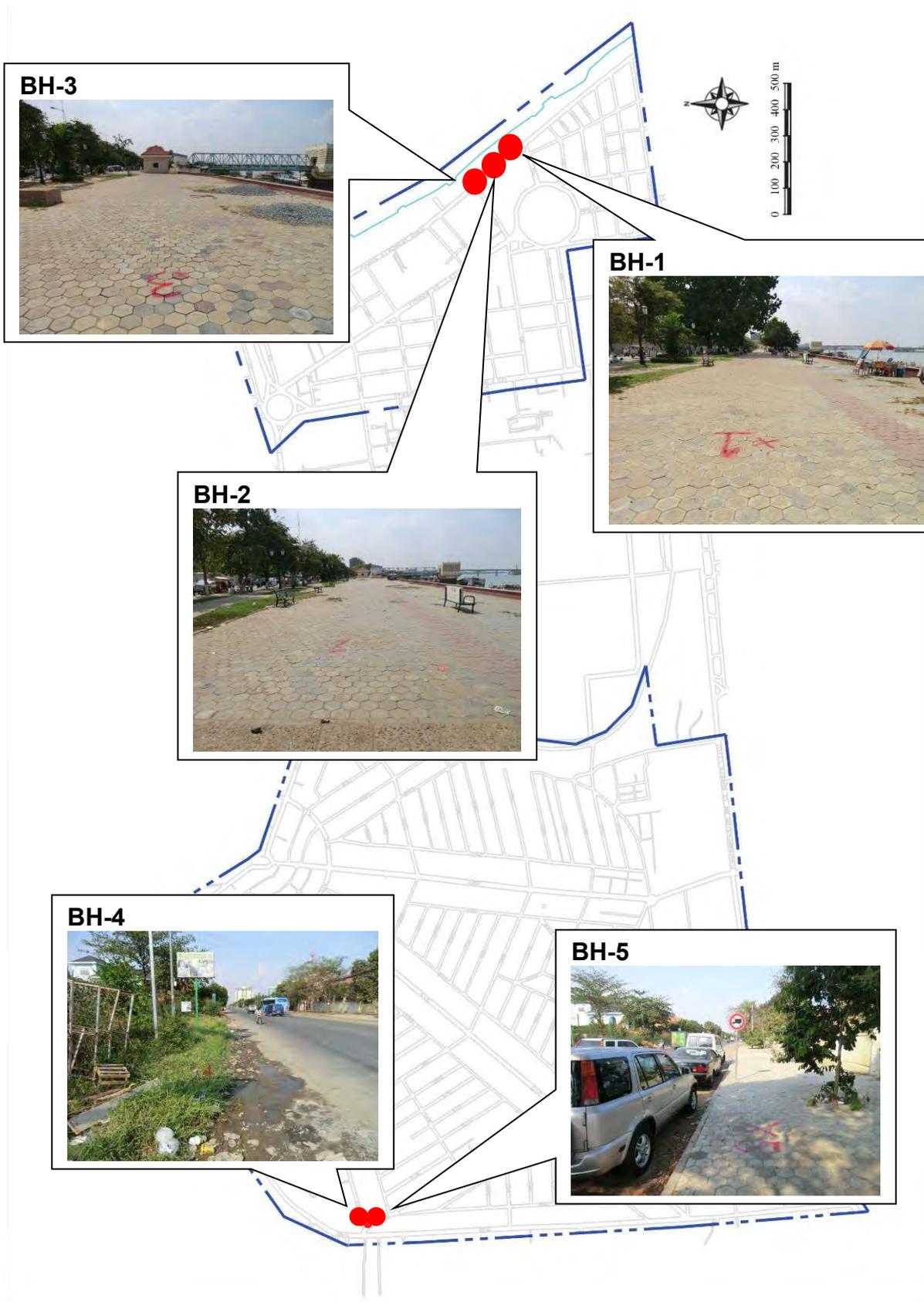


図 R 2.2.14 機械ボーリング調査地点位置図

(i) ワットプノン北側エリア (BH-1, BH-2, BH-3)

ワットプノン北側エリアの3ヵ所のボーリング結果では、表層土の下にN値が低い(N値0~20)粘土質細砂層もしくは砂質粘土層がEL.-5m程度まで続き、いずれの調査孔においてもEL.-15m以深でN値50以上の支持層に達する。

(ii) トルコーク地域 (BH-4, BH-5)

トルコーク地域の2ヵ所のボーリング結果では、表層土の下の比較的浅いEL.5m程度でN値20を超え、EL.-5m以深でN値50以上の支持層に達する。

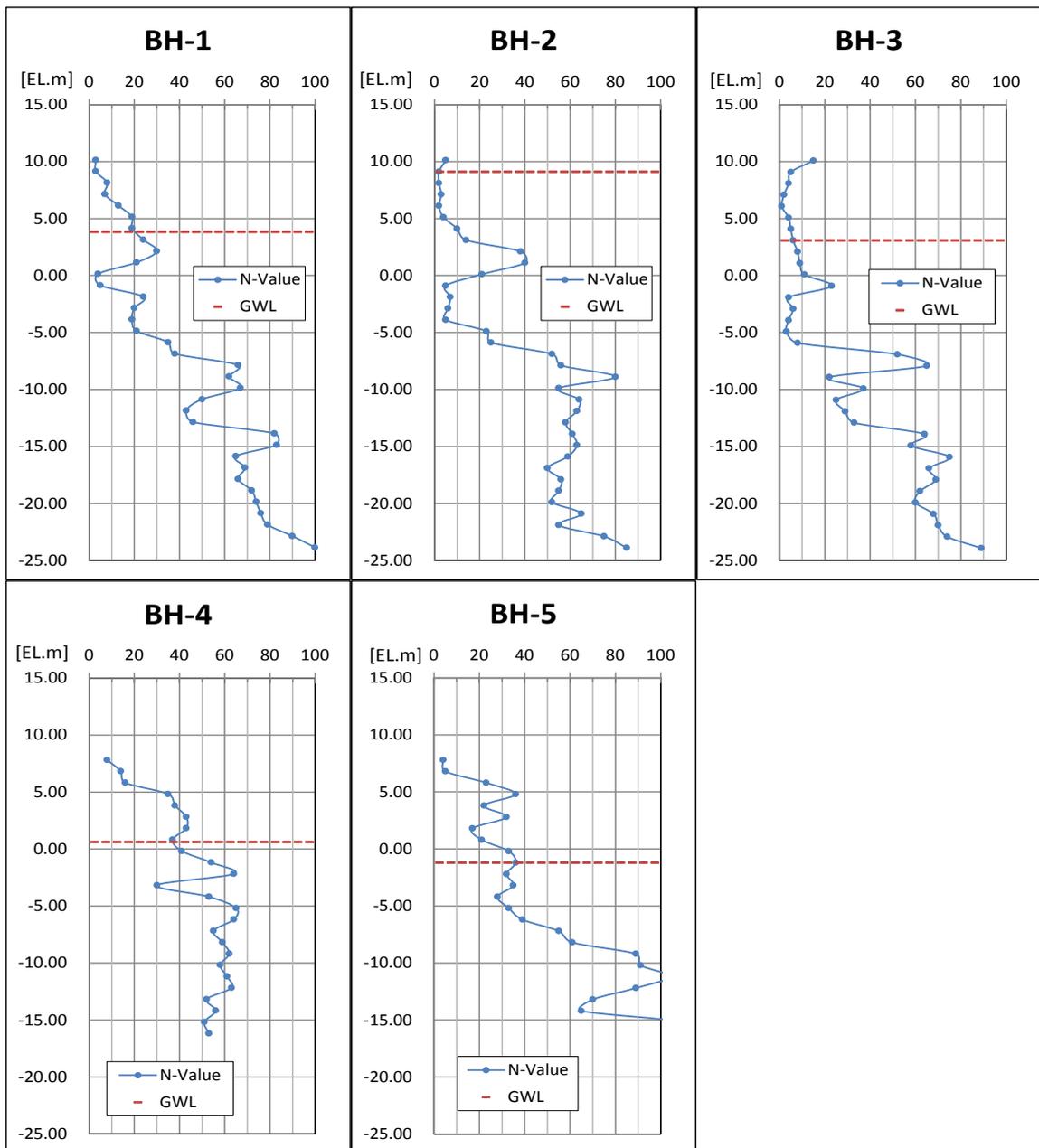


図 R.2.2.15 各ボーリング結果におけるN値の分布

(5) 地下埋設物調査（試掘調査含む）

埋設データ収集

新設排水管及びボックスカルバート敷設に際して障害となる可能性がある地下埋設物の調査を行った。プノンペン都における地下埋設物は、表 R 2.2.7 に示すように、上下水道、電気、電話、テレビ及び光ケーブルの 6 種類がある。調査方法の一つとして、各地下埋設物（既存排水管、水道、電気、電話、テレビ及び光ケーブル等）の管轄機関を招集し、プロジェクト概要を説明し、管轄機関が保有する埋設データを収集して、プロジェクト区域における埋設物の種類とおおよその位置把握を行った。

表 R 2.2.7 地下埋設物管轄機関一覧

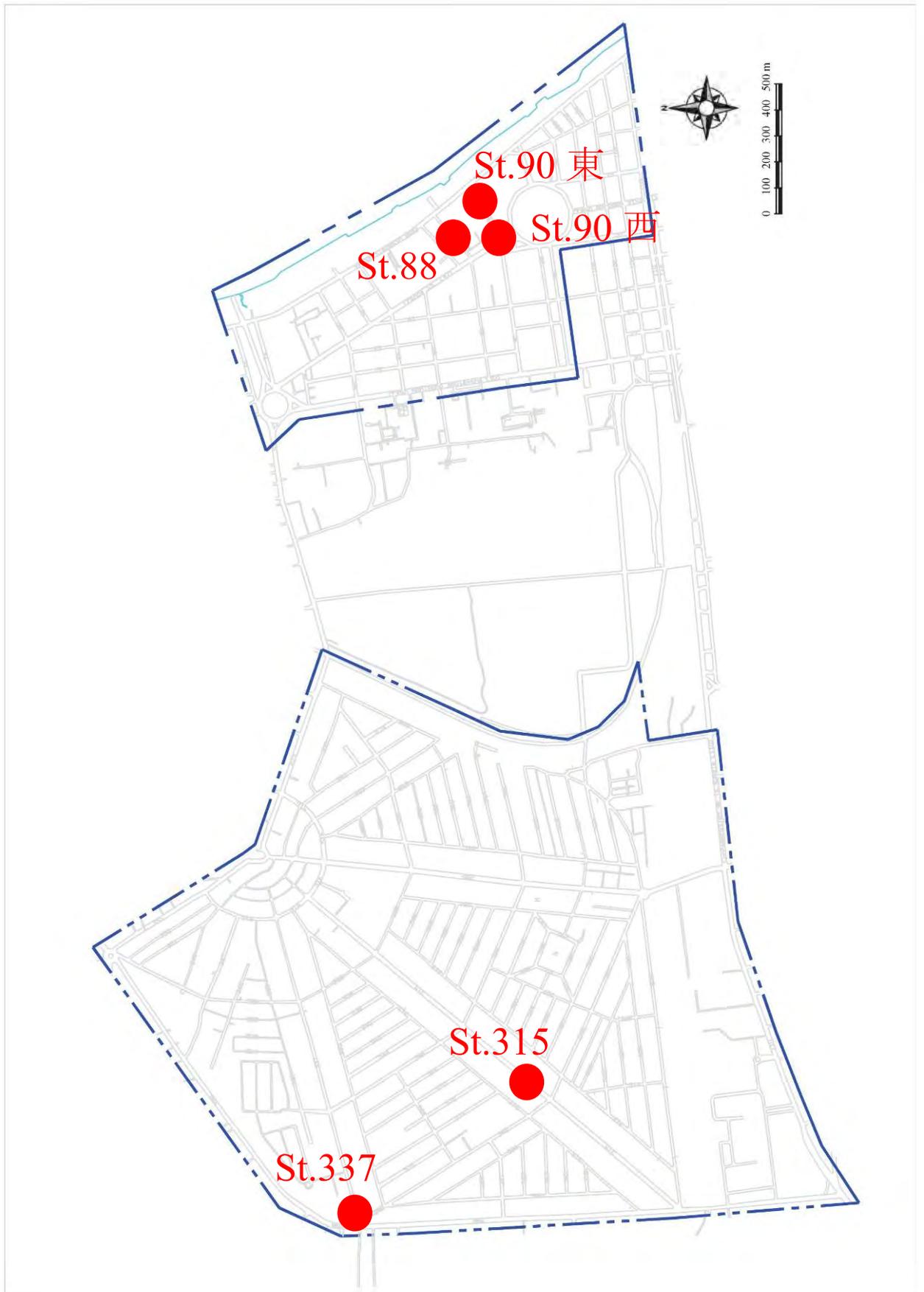
埋設物	管理	管轄機関
下水道（排水管）	公共	プノンペン都公共事業運輸局（DPWT）
	公共	地区行政事務所（District Office）
上水道	公共	プノンペン水道公社（PPWSA）
電気	公共	カンボジア電力公社（Electricité du Cambodge、以下「EDC」と記す。）
電話	公共	テレコム・カンボジア（Telecom Cambodia）
	民間	Camintel 社
テレビ	民間	PPFO TV 社
光ケーブル	民間	カンボジア・光通信網会社 （Cambodia Fiber Optic Communication Network、以下「CFOCN」と記す。）

収集した資料の内、プノンペン水道公社から入手した、日本の ODA 事業により埋設された導水管（直径 1200mm）の埋設図に関しては、詳細な位置を記した資料であった。それ以外の資料では、平面的には各埋設物のおおよその埋設位置を把握することは出来た。しかしながら、埋設物の正確な位置は表記されておらず、特に埋設深さは不明瞭であった。

試掘調査

本プロジェクトでの新設排水管及びボックスカルバートは、全て道路下に敷設するものであり、これには交通頻繁な主要道路での横断も含んでいる。地下埋設物の正確な位置を事前に把握せずに管路設計した場合、実施工事での試験掘りにおいて、設計図面との思わぬ齟齬が判明し、管路勾配や路線変更等の対応が必要となる可能性がある。場合によっては大幅な設計変更等が生じることとなり、プロジェクト全体の工程・工費に影響を与えかねない事態も想定される。このような設計段階と施工段階での相違を極力回避する目的で、今回の現地調査では、計画路線内において特に重要地下埋設物があると想定される場所 5 箇所を選定し、試掘調査を実施した。試掘調査は 5 月 16 日から 20 日に実施され、試掘箇所は、図 R 2.2.16 に示すとおりである。

尚、本調査で実施する試掘調査により、主要な地点の地下埋設物状況を正確に把握したが、本調査中に行った試掘調査の総延長は、排水管路敷設予定総延長約 13km の 1%にも満たない。従って、施工時には、コントラクターは、事前に全敷設区間において試験掘りを実施し、各埋設物の正確な位置を確認してから工事着手する必要がある。



Source: JICA 調査団

図 R 2.2.16 試掘調査地点

(i) 下水道

プノンペン都における排水管網は、DPWT から最新の既存排水管網図を入手しているが、DPWT が把握していない一部の管径の小さい接続管は、DPWT の排水管網図には明示されていない。

既存排水管は、基本的に道路と平行して歩道下に敷設されている。しかし、碁盤目状の街路では必ず排水管が道路を横断している箇所がある。本事業の排水管計画では、既存排水管をそのまま残置して新設管を敷設することを基本方針とする。

したがって、これら既存排水管の管径、平面線形及び敷設深度を事前に把握し、既設管を新設管に合流させるか、若しくは分流させるかを判断した上で排水管設計を実施することが重要である

(ii) 上水道

水供給管路網に関する資料は、PPWSA から入手した。PPWSA の浄水場で造られた上水は、配水管を通して都内全域に給水されている。また、ワットプノン北側エリアには、サップ川からの取水施設があり、取水施設から浄水場まで導水管が埋設されている。特に、1964 年に埋設された導水管は 2 系統あり、St.90 及び St.88 を縦断している。これら導水管は建設時期が古いことから、詳細な図面等の資料はない、そのため、試掘調査にてこれら管の埋設位置・深さを確認した。また、トルコク地域の St.315 には送水管である直径 900mm のダクタイト管が埋設されている。送水管の位置把握のため、試掘調査を St.315 にて実施した。

主要道路を横断する形で計画される新設排水管の施工に際しては、仮設土留め鋼矢板の打設時には、既存送水管/配水管の位置を十分に把握して実施する必要がある。

(iii) 電気

電気に関する情報は、EDC から入手した。電気は、各 Sub-station に配電する高压電源ケーブルと各家庭などに配電する低压電源ケーブルからなる。このうち、高压電源ケーブルは車道では地表からの深さ約 0.9 m、歩道では約 0.7 m の深さに埋設されている。一方、低压電源ケーブルは、都内の Sub-station を起点に各家庭、商店に配電しており、概ね 0.5 m から 0.8 m の深さで歩道下に埋設されている。但し、低压電源ケーブルは、地下埋設だけでなく電柱に架線されている場合もある。

以上より、排水管の土被り 1.0m 以上の確保を基本とする本事業の敷設計画においては、重大な影響を与えるものではない。仮に、新設排水管と送電線が配置的に干渉する箇所が発生しても、地中に敷設されている送電線はケーブル若しくは細い PVC 管であり、新設排水管と干渉しないよう移動させることは可能である。

ただし、仮設土留め鋼矢板の打ち込み時に破損等が発生しないよう、既設送電線の配置の事前把握及び安全な施工の実施が求められる。

(iv) 電話

電話線に関する情報は、通信省の子会社テレコム・カンボジア (Telecom Cambodia) から入手した。電話線は主として歩道下に最大 1.0m 程の深さで埋設されており、その埋設深は 1.0 m 程度である。また、地中の電話線は、ケーブル若しくは細い PVC 管に入れられた状態で埋設されている。

以上より電話線は、前述の送電線と類似した形式で埋設されていることから、本協力対象事業の排水管敷設計画に影響を与えるものではない。

例外として、トルコク地域の St.315 に主要配線が埋設されており、本事業の建設には、電話線が障害となる可能性もあり、施工時に事前の試掘確認が必要となる。

(v) テレビ

テレビは、民間の PPFO TV 社がケーブルテレビ用のケーブルを歩道下に敷設しているが、歩道下における埋設深度は 1.0 m 以内であることから、本事業には直接影響はない。

(vi) 光ケーブル

プノンペン都内に埋設されている光ケーブルに関する資料は、カンボジア・光通信網会社 (Cambodia Fiber Optic Communication Network、以下「CFOCN」と記す。) から入手した。この CFOCN によって埋設されている光ケーブルは、1 層 4 本の PVC で 2 層になっており、計 8 本の PVC が歩道下に最大 1.0 m の深さで埋設されている。

歩道下に埋設された光ケーブルの道路横断箇所における施工方法(開削工法または推進工法)は、道路幅の大きさ、交通量の多少等の条件によって、諸官庁の許可事項となっている。通常の開削工法でケーブルが埋設されている場合には、歩道下での埋設と同様に最大 1.0 m の深さで埋設されているが、推進工法が採用されている箇所では、道路を挟んで設置されている 2 つの光ケーブル専用マンホールを円弧で結ぶようにケーブルが敷設されていることから、横断道路センター下では、道路下 4 m から 5 m 近くになっているとの説明が CFOCN からあった。

開削工法で敷設されたケーブルが計画排水管と干渉した場合には、ケーブル部を再掘削して引き上げることによって容易に干渉を避けることが可能であるが、推進工法で敷設された光ケーブルの再敷設は、時間と工事費用が必要となる。

したがって、推進工法によって光ケーブルが設置された箇所では、排水管とケーブルが干渉しないよう計画することを基本とし、設置作業開始前の試掘でその設置深を確実に把握したうえで施工することが必要である。排水管及びケーブルが相互に干渉する場合には、CFOCN と協議を実施して、適切な対応を講じることとする。

(6) 浸水被害状況調査

(a) 調査の目的

本調査の目的は、本事業対象地域における社会環境の現況把握及び浸水被害状況を把握すること、並びに過去の無償資金協力事業実施地域における排水改善状況を把握することである。調査結果は対象地域での施設の配置及び規模の検討や施工計画、社会環境配慮事項の検討、並びに事業実施効果の評価指標の検討に資する。

(b) 調査方法

(i) 概要

本調査はプノンペン都にあるローカル NGO への再委託により実施した。調査エリア及び方法を次表に示す。

表 R 2.2.8 調査エリア及び方法

事業地域	調査エリア	調査方法
フェーズ 4 (本事業)	ワットプノン北側エリア、トルコーク地域	- 区長への聞き取り調査 - 住民への聞き取り調査 (170 世帯)
フェーズ 2、3	セントラルマーケット地区、王宮及び国立博物館地区、トラバック地区及びその近隣区域	- 住民への聞き取り調査 (130 世帯)

(ii) 区長への聞き取り調査 (調査 1)

調査チームは区長と面談し、1) 浸水被害がある道路の名称、延長及びその被害程度、2) 既設排水管の位置及び延長、3) 施設改善の優先度が高い箇所を聞き取った。面談した区長は 6 名である。また、DPWT に対しても同様の聞き取り調査を実施した。

(iii) 住民への聞き取り調査 (調査 2)

住民聞き取り調査は、合計 300 世帯を対象とした。そのうち、本事業対象地域 170 世帯、フェーズ 2、3 対象地域 130 世帯として聞き取り調査を行った。本事業対象地域においては、調査 1 の地区長への聞き取り調査結果並びに DPWT への聞き取り調査結果を基に浸水被害の多い地区において 170 世帯を無作為に抽出し、調査員を派遣して聞き取り調査を実施した。フェーズ 2、3 対象地域においては、無償協力事業で建設した排水施設近隣の住民から無作為に 130 世帯を抽出し、同様に調査員を派遣して聞き取り調査を実施した。図 R 2.2.17 に住民への聞き取り調査の対象地域を示す。質問項目は以下のとおりである。

1) 一般的な質問

回答者の身分、住所、職業、家族数、その家屋での居住年数、家屋の所有形態(持ち家または賃貸)、1ヶ月あたりの生活費、家屋敷地の過去の土地利用状況

2) 浸水被害の状況

自宅での浸水被害の有無、頻度、浸水深さ、浸水時間。

3) 衛生状況の調査

浸水後に起こる衛生上のトラブルの有無、そのトラブルの内容、し尿の処理形態、浸水に起因する疾病の発生状況・衛生状況。

4) 社会環境の調査

家屋前の排水施設が改善されることに賛成か否か、その改善が家屋前における何らかの工事を伴うとしても賛成か否か。さらに、排水施設改善に期待すること、排水施設改善に賛成しない場合はその理由等。

5) 無償資金協力事業フェーズ2、3の効果（フェーズ2、3対象地域のみ）

無償資金協力事業を実施したことによる効果の有無、改善が見られた場合の効果はどのような効果（浸水被害発生回数の減少、浸水時間の減少、浸水深の減少等）等。

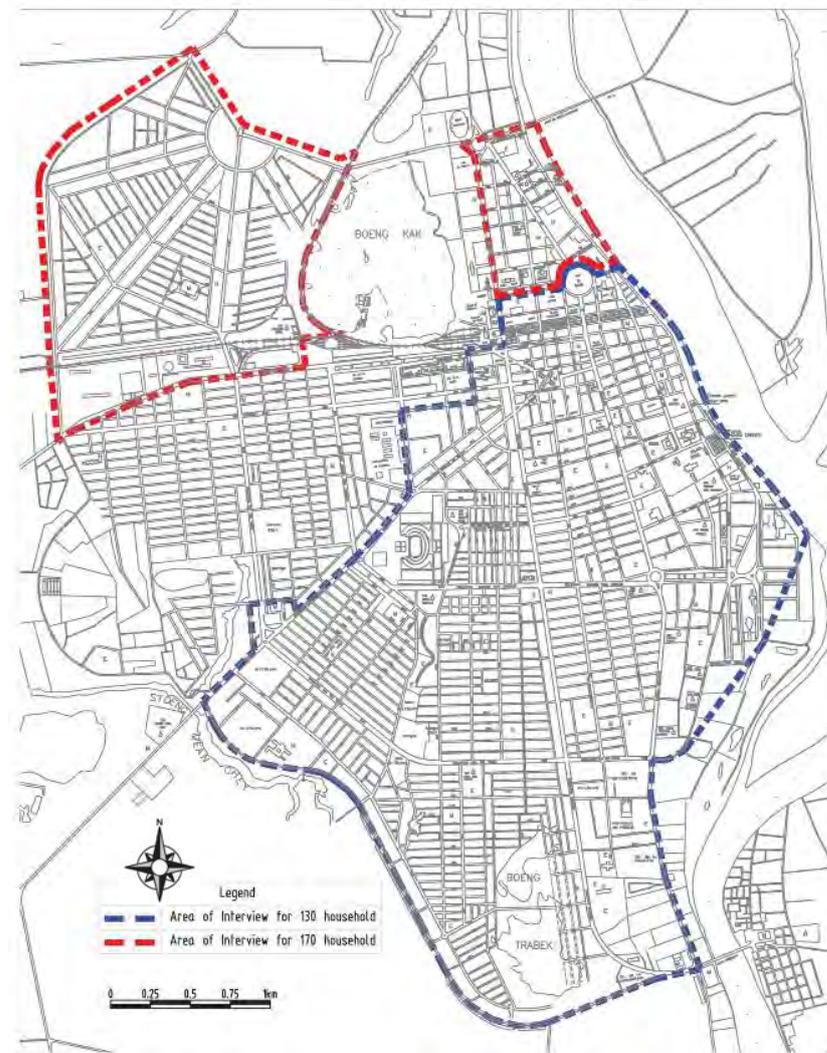


図 R 2.2.17 社会環境（洪水被害）調査エリア図



出典： JICA 調査団

写真 R 2.2.4 住民への聞き取り調査状況

(c) 調査結果

(i) 区長への聞き取り調査

聞き取り調査の主な結果を以下に示す。また、全ての調査結果を図 R 2.2.18 に示す。

- トルコーク地域の 317 通り及び 592 通りの一部において、浸水被害が発生している。
- トルコーク地域の 283 通り、285 通り、287 通り及び 528 通りの一部において、浸水被害が発生している。
- ワットプノン北側エリアの 47 通り、88 通り及び 90 通り、ワットプノン周辺において浸水被害が発生している。

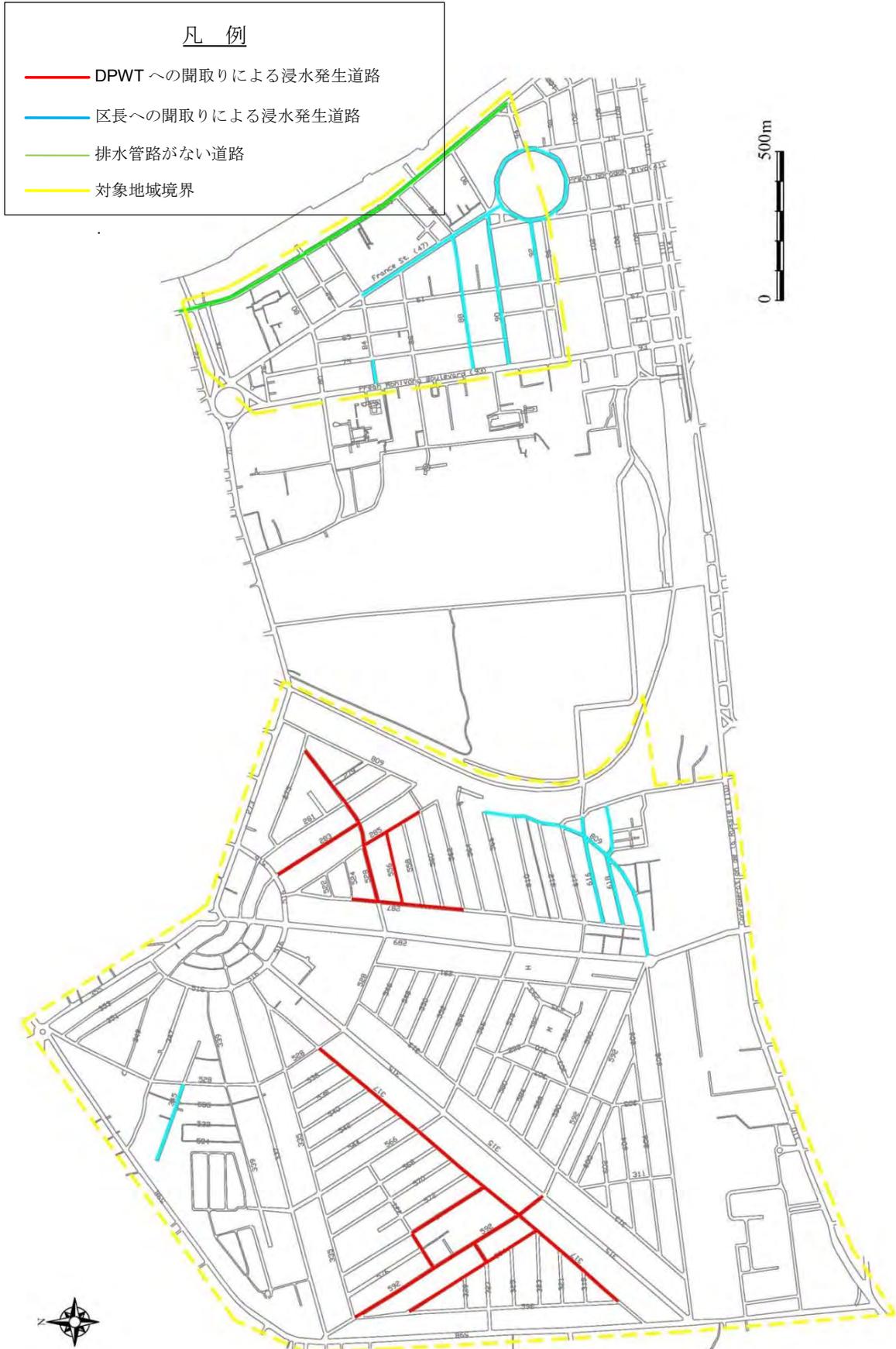


図 R 2.2.18 調査 1（区長、DPWT への開取り調査）結果

(ii) 住民への聞き取り調査（フェーズ4（本事業）対象地域、170世帯）

1) 一般的な質問

一般的な質問に対する回答を表R 2.2.9から表R 2.2.14に示す。回答者の身分は主婦が最も多い。家長の職業は第三次産業が最も多い。表R 2.2.11及び表R 2.2.12に示すとおり、回答者の家族数は多く、居住年数も長い。おおよそ4世帯中3世帯が持ち家に住んでいる。

表R 2.2.14に示すとおり、回答者の約4割が月500ドル以下で生活している。

表 R 2.2.9 回答者の身分

分類	主婦	家長	子供	その他の家族	女中	その他	計
回答数	94	15	24	14	16	7	170
比率 (%)	55.3	8.8	14.1	8.2	9.4	4.2	100

表 R 2.2.10 家長の職業

種類	第1次産業	第2次産業	第3次産業	年金受給	失業者	その他	計
回答数	1	7	115	11	12	24	170
比率 (%)	0.6	4.1	67.6	6.5	7.1	14.1	100

表 R 2.2.11 同居している家族の数

人数	1	2	3	4	5	6	7	8以上	計
回答数	0	4	15	27	28	22	17	52	165
比率 (%)	0.0	2.4	8.8	15.9	16.5	12.9	10.0	30.6	97.1

表 R 2.2.12 居住年数

期間 (年)	5年未満	5~9年	10~19年	20年以上	無回答/不明	計
回答数	36	37	26	68	3	170
比率 (%)	21.2	21.8	15.3	40.0	1.7	100

表 R 2.2.13 家屋の所有形態

分類	持ち家	賃貸	無回答/不明	計
回答数	132	33	5	170
比率 (%)	77.6	19.4	3.0	100

表 R 2.2.14 世帯の支出合計 (USD/月)

種類	100以下	101-200	201-500	501-1000	1001-2000	2001以上	計
回答数	3	6	53	70	33	5	170
比率 (%)	1.8	3.5	31.2	41.2	19.4	2.9	100

2) 浸水被害の状況

136名の回答者（全回答者の約80%）が自宅前で浸水被害を経験したことがあると回答している。表R 2.2.16に示すとおり、浸水被害を経験したことがあるとした回答者93%が、年に複数回の浸水を経験している。浸水深は足首から腰までの範囲で、浸水被害経験者の約80%が脛以上までの浸水（浸水深約20cm以上）を

経験したと回答している。また、浸水の継続時間は30分未満から1日以上までと幅があるが、約57%の浸水被害経験者が継続時間は2～3時間以上あったと回答している。

表 R 2.2.15 自宅前での浸水被害の有無

回答	はい	いいえ	分からない	計
回答数	136	25	9	170
比率 (%)	80.0	14.7	5.3	100

表 R 2.2.16 浸水被害の頻度

頻度	2~3年に1度	1年に1度	年に2~3回	年に4回以上	その他	分からない	計
回答数	1	4	50	81	0	9	170
比率 (%)	0.7	2.8	34.5	55.9	0.0	6.1	100

表 R 2.2.17 浸水の深さ

程度	足首まで	脛まで	膝まで	大腿まで	腰まで	腰以上	分からない	計
回答数	23	65	40	7	1	0	9	145
比率 (%)	15.9	44.8	27.6	4.8	0.7	0.0	6.2	100

表 R 2.2.18 浸水の継続時間

浸水時間	30分未満	30分~1時間	2~3時間	4~6時間	半日	1日	1日以上	分からない	計
回答数	8	46	53	4	1	17	7	9	145
比率 (%)	5.5	31.7	36.6	2.8	0.7	11.7	4.8	6.2	100

調査2の結果、浸水被害が深刻と考えられる路線を以下の条件により抽出した。その結果を図R 2.2.19に示す。

表 R 2.2.19 住民への聞き取り調査により浸水被害が深刻と考えられる路線の条件

番号	条件
(1)	全回答が浸水被害の頻度は年に4回以上と回答
(2)	半数以上の回答者が浸水深は脛以上と回答
(3)	半数以上の回答者が浸水の継続時間は2,3時間以上と回答

3) 衛生状況の調査

回答者の約77%が浸水被害後に何らかの問題が生じていると回答している。主な問題は、家屋での臭いや商売・生活に不便が生じることである。浸水被害後に家族に発生した疾病として、皮膚病、風邪、食中毒、下痢、腸チフス、赤痢が挙げられている。し尿の処理方法としては、回答者の約87%が下水管へ流出していると回答している。

表 R 2.2.20 浸水被害後の問題発生の有無

回答	はい	いいえ	無回答	計
回答数	130	40	0	170
比率 (%)	76.5	23.5	0.0	100

表 R 2.2.21 浸水被害後に家族に発生した疾病

種類	皮膚病	風邪	食中毒	下痢	腸チフス	赤痢	計
回答数	55	78	2	31	10	19	195

表 R 2.2.22 し尿の処理形態

回答	無処理で後背地へ	セプティックタンク	下水管へ流出	その他	分からない	計
回答数	0	8	147	3	12	170
比率 (%)	0.0	4.7	86.5	1.8	7.0	100

4) 社会環境の調査

回答者の約75%が自宅前での排水施設改善に賛成すると回答しており、その賛成者のうちの約99%は自宅前での工事への理解を示した。

表 R 2.2.23 自宅前での排水施設改善への賛否

回答	同意する	同意しない	分からない	計
回答数	128	42	0	170
比率 (%)	75.3	24.7	0.0	100

表 R 2.2.24 自宅前での排水施設改善に伴う工事への賛否

回答	同意する	同意しない	分からない	計
回答数	127	1	0	128
比率 (%)	99.2	0.8	0	100

凡例	
—	条件 (1)+ (2) + (3) に一致
—	条件 (1) + (2) に一致
—	条件 (2) + (3) に一致
—	条件 (1) + (3) に一致
—	条件 (1) 又は (2) 又は (3) に一致
—	調査対象地域界

番号	条件
(1)	全回答が浸水被害の頻度は年に4回以上と回答
(2)	半数以上の回答者が浸水深は1m以上と回答
(3)	半数以上の回答者が浸水の継続時間は2、3時間以上と回答

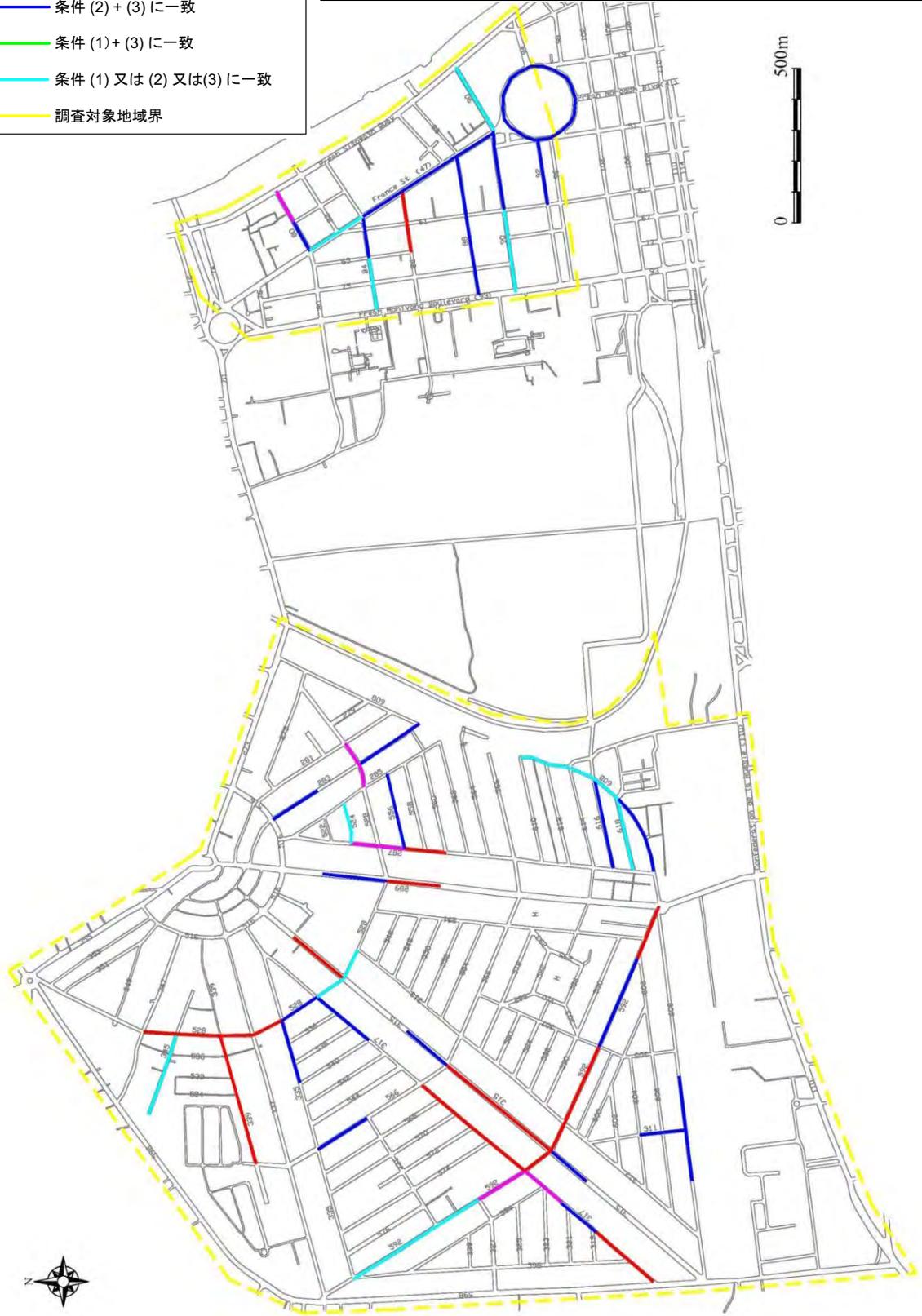


図 R 2.2.19 住民への聞き取り調査結果（調査 2、フェーズ 4（本事業）対象地区）

(iii) 住民への聞き取り調査（フェーズ 2、3 対象地域、130 世帯）

1) 一般的な質問

一般的な質問に対する回答を表R 2.2.25から表R 2.2.30に示す。回答者の身分は主婦が最も多い。家長の職業は第三次産業が最も多い。表R 2.2.27及び表R 2.2.28に示すとおり、回答者の家族数は4-6人の家族が多く、居住年数は長い。おおよそ65%が持ち家に住んでいる。表R 2.2.30に示すとおり、回答者の約3割が月500ドル以下で生活している。

表 R 2.2.25 回答者の身分

分類	主婦	家長	子供	その他の家族	女中	その他	計
回答数	92	4	8	12	0	14	130
比率 (%)	70.8	3.1	6.1	9.2	0.0	10.8	100

表 R 2.2.26 家長の職業

種類	第1次産業	第2次産業	第3次産業	年金受給	失業者	その他	計
回答数	0	21	99	4	3	3	130
比率 (%)	0.0	16.2	76.2	3.1	2.3	2.3	100

表 R 2.2.27 同居している家族の数

人数	1	2	3	4	5	6	7	8以上	計
回答数	2	11	10	26	27	23	6	25	130
比率 (%)	1.5	8.5	7.7	20.0	20.8	17.7	4.6	19.2	100

表 R 2.2.28 居住年数

期間 (年)	5年未満	5～9年	10～19年	20年以上	無回答/不明	計
回答数	32	20	32	46	0	130
比率 (%)	24.6	15.4	24.6	35.4	0.0	100

表 R 2.2.29 家屋の所有形態

分類	持ち家	賃貸	無回答/不明	計
回答数	85	42	3	130
比率 (%)	65.4	32.3	2.3	100

表 R 2.2.30 世帯の支出合計 (USD/月)

種類	100以下	101-200	201-500	501-1000	1001-2000	2001以上	計
回答数	0	5	34	41	37	9	126
比率 (%)	0.0	3.8	26.2	31.5	28.5	6.9	96.9

2) 浸水被害の状況

108名の回答者（全回答者の約83%）が自宅前で浸水被害を経験したことがあると回答している。表R 2.2.32に示すとおり、浸水被害を経験したことがあるとした回答者97%が、年に複数回の浸水を経験している。浸水深は足首から腰までの範囲で、浸水被害経験者の約80%が脛以上までの浸水（浸水深約20cm以上）を

経験したと回答している。また、浸水の継続時間は30分未満から4-6時間までと幅があるが、約65 %の浸水被害経験者が継続時間は1時間以内であったと回答している。

表 R 2.2.31 自宅前での浸水被害の有無

回答	はい	いいえ	分からない	計
回答数	108	21	1	130
比率 (%)	83.1	16.1	0.8	100

表 R 2.2.32 浸水被害の頻度

頻度	2~3年に1度	1年に1度	年に2~3回	年に4回以上	その他	分からない	計
回答数	1	0	23	82	2	0	108
比率 (%)	0.9	0.0	21.3	75.9	1.9	0.0	100

表 R 2.2.33 浸水の深さ

程度	足首まで	脛まで	膝まで	大腿まで	腰まで	腰以上	分からない	計
回答数	22	43	32	8	2	0	1	108
比率 (%)	20.4	39.8	29.6	7.4	1.9	0.0	0.9	100

表 R 2.2.34 浸水の継続時間

浸水時間	30分未満	30分~1時間	2~3時間	4~6時間	半日	1日	1日以上	分からない	計
回答数	19	51	28	9	0	0	0	1	108
比率 (%)	17.6	47.3	25.9	8.3	0.0	0.0	0.0	0.9	100

調査2フェーズ4（本事業）対象地域同様、浸水被害が深刻と考えられる路線を同様の条件により抽出した結果を図R 2.2.20に示す。

3) 衛生状況の調査

回答者の約73 %が浸水被害後に何らかの問題が生じていると回答している。主な問題は、家屋での臭いや商売・生活に不便が生じることである。浸水被害後に家族に発生した疾病として、皮膚病、風邪、食中毒、下痢、腸チフス、赤痢が挙げられている。し尿の処理方法としては、回答者の約59 %が下水管へ流出していると回答している。

表 R 2.2.35 浸水被害後の問題発生の有無

回答	はい	いいえ	無回答	計
回答数	94	36	0	130
比率 (%)	72.3	27.7	0.0	100

表 R 2.2.36 浸水被害後に家族に発生した疾病

種類	皮膚病	風邪	食中毒	下痢	腸チフス	赤痢	計
回答数	29	26	4	6	1	2	68

表 R 2.2.37 し尿の処理形態

回答	無処理で後背地へ	セプティックタンク	下水管へ流出	その他	分からない	計
回答数	0	49	76	2	3	130
比率 (%)	0.0	37.7	58.5	1.5	2.3	100

4) 無償資金協力事業の効果

回答者の約82%が無償資金協力事業（フェーズ2または3）の効果を確認している。効果を確認していると回答した世帯のうち、ほぼ全世帯において、洪水頻度の減少、浸水被害深の減少、浸水時間の縮小を認識している。

表 R 2.2.38 無償資金協力事業の効果の有無

回答	はい	いいえ	分からない	計
回答数	106	13	11	130
比率 (%)	81.5	10.0	8.5	100

表 R 2.2.39 無償資金協力事業による改善

程度	洪水頻度の減少	浸水深の減少	浸水時間の縮小	感染症の減少	通学/通勤の便利性	交通渋滞の減少	その他	計
回答数	102	104	106	59	75	88	3	537
比率 (%)	19.0	19.4	19.7	11.0	14.0	16.4	0.6	100

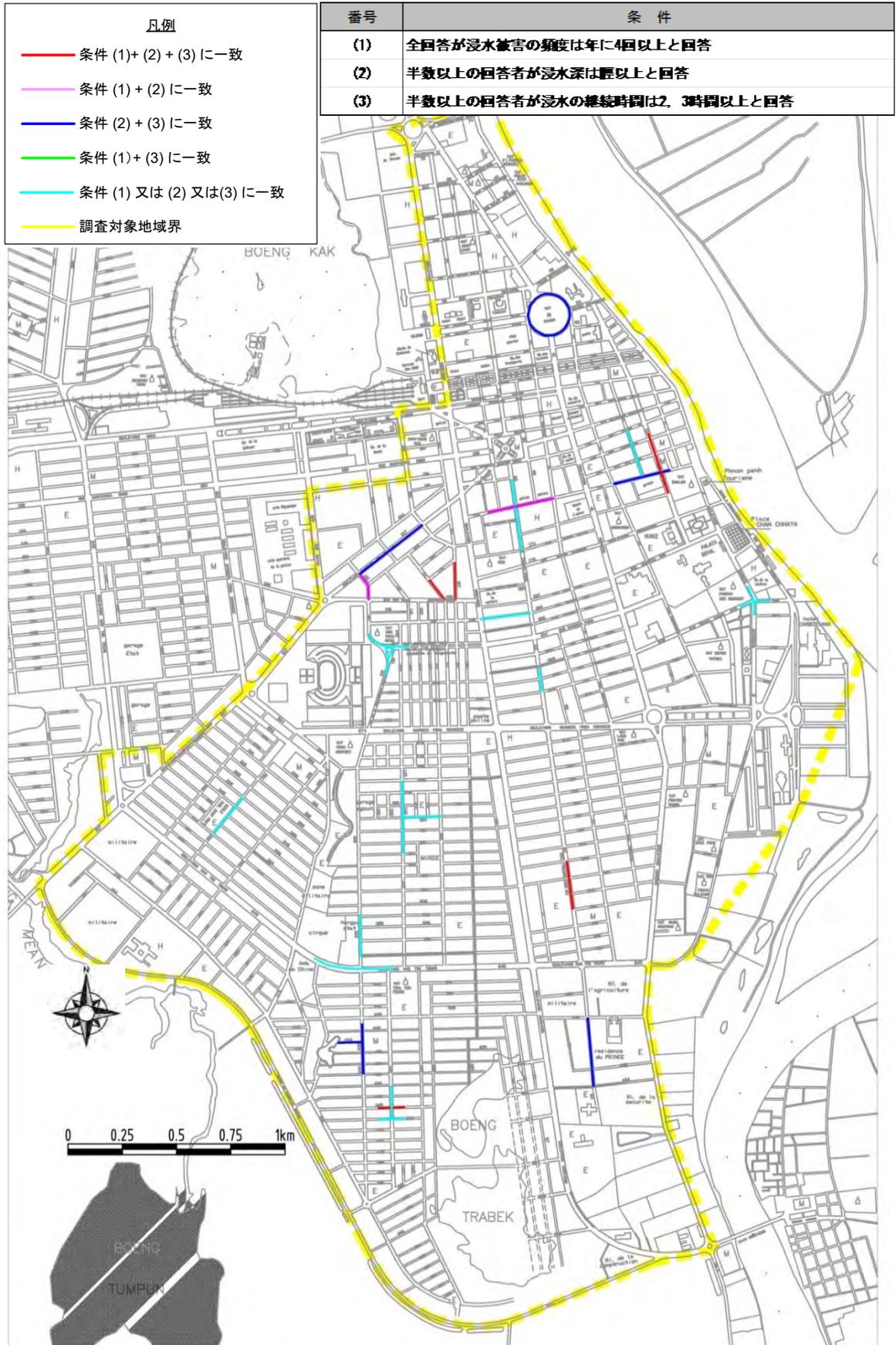


図 R.2.2.20 住民への聞き取り調査結果（調査2、フェーズ2、3対象地区）

2.2.3 環境社会配慮

本事業の環境カテゴリは JICA の環境社会配慮ガイドラインに従い「B」に分類されている。

2.2.3.1 環境影響評価

カンボジア国の環境影響評価に関する制度を確認した結果、環境配慮に関して下記の点が明らかとなった。

- 事業の面積が 5,000ha 未満の公共工事であることから、環境影響評価（Environmental Impact Assessment、以下「EIA」と記す。）は必要ではなく、初期環境影響評価（Initial Environmental Impact Assessment、以下「IEIA」と記す。）調査が必要である。
- IEIA 調査は、カンボジア国の環境省（Ministry of Environment、以下「MOE」を記す。）に登録された環境影響評価の専門コンサルタント会社に委託しなければならない。
- 200 万ドルを超える事業規模であることから、IEIA の承認は MOE が行う。

本調査の現地再委託によって IEIA レポートの作成支援を行い、概略設計概要現地説明派遣前までにプノンペン都が MOE に IEIA レポートを提出するスケジュールであったが、プノンペン都の手続きに時間を要し、2017 年 1 月に MOE へ提出した。

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

(1) 事業名称

カンボジア国第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画

「The Project for Flood Protection and Drainage Improvement in Phnom Penh (Phase IV)」

(2) 事業場所

本事業対象地域を次図に示す。

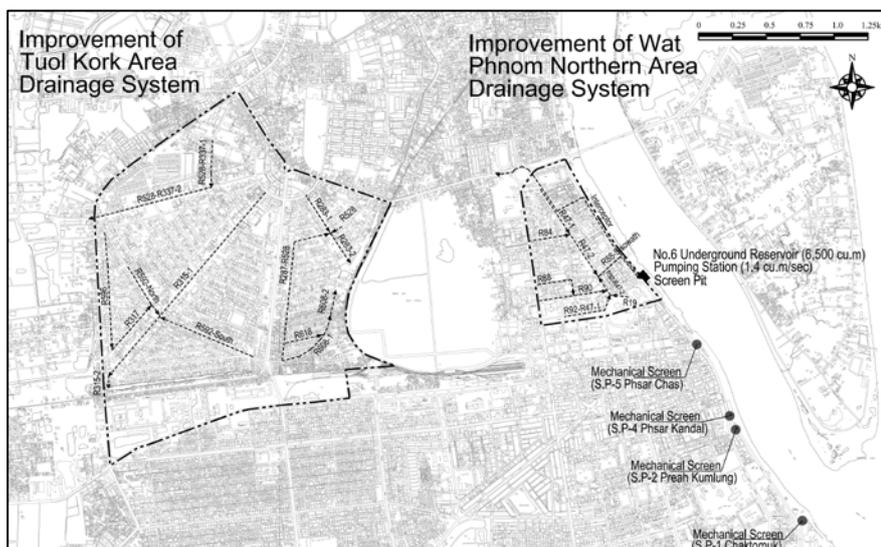


図 R 2.2.21 本事業対象地域の位置図

本事業対象地域（計約 6.63 km²）は、トルコーク区の北部のトルコーク地域（Tuol Kork Area, 約 4.75 km²）とワットプノン北側エリア（Wat Phnom Northern Area, 約 1.88 km²）及び 4 つの既設排水機場である。

(3) 施設の概要

本事業の目的は、事業サイトであるワットプノン北側エリアやトルコーク地域及び既設の 4 つの排水機場において、内水による浸水を最小化し被害を軽減することである。次表にカンボジア政府の要請項目を示す。

表 R 2.2.40 本事業における施設の概要

コンポーネント	協力対象事業の内容	
施設建設		
ワットプノン北側エリアの排水システム改善	- 排水幹線の整備	- ボックスカルバート 0.5km - 排水管路 2.7km
	- 遮集管の整備	- 排水管路 1.6km - マンホールポンプ設置 1カ所
	- ポンプ場の建設	- ポンプ場 1ヶ所(排水容量 1.4m ³ /s) - 地下貯留槽 1ヶ所(貯水容量 6,500m ³) - 機械式自動除塵機 1ヶ所
トルコーク地域の排水システム改善	- 排水幹線の整備	- ボックスカルバート 1.4km - 排水管路 7.0km
フェーズ 2 で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機	- 機械式自動除塵機の建設	- 4ヶ所（既存ポンプ場：Chak Tomuk (PS1), Preah Kumlung (PS2), Phsar Kandal (PS4), Phsar Chas (PS5)）
機材調達		
排水関連機材の調達	- 移動式排水ポンプ車の調達	- 移動式排水ポンプ車 2台

(4) プロジェクトの IEE/IEIA に関する状況

(a) フェーズ 2 及びフェーズ 3 における IEE (IEIA)

フェーズ 2 では DPWT が 2006 年 2 月に初期環境調査 (Initial Environmental Examination、以下「IEE」と記す。) を実施し、環境省の了解の下、プノンペン都環境局 (Department of Environment、以下「DOE」と記す。) が審査を行い、DOE がフェーズ 2 の IEE に係る許認可を行った。

フェーズ 3 においても同様に環境省の了解の下、DOE が審査を行った。事業対象範囲がフェーズ 2 の調査時に実施した IEE 対象範囲内に既に含まれていたこと、さらに事業による負の影響が低いことが明らかである等の理由で、DOE は「IEE レベルの環境影響評価で十分であり EIA の実施は不要。フェーズ 2 の調査時に実施した IEE に基づきフェーズ 3 の IEE に係る許認可を与える。新たな IEE を実施する必要は無い。」と判断した。

(b) フェーズ 4 (本事業) に適合する IEE/IEIA

2015 年頃から 2016 年に入り、MOE は IEIA (IEE) や EIA の許認可手続きに関して、より厳しい対応を求めて来ている。

MOE の EIA 局の局長との面談を 2016 年 5 月 5 日に行った。出席者は DPWT 副局長、DOE の EIA 部長、JICA 調査団である。面談において下記の根拠を理由に MOE は本事業には IEIA 報告書（JICA の IEE 報告書に相当）が適当であると評価した。

- 日本政府の無償援助（カテゴリ B）であること
- カンボジア国環境省副法令 No.376 2009 年 9 月制定「IEIA/EIA 報告書の調査実施の一般ガイドライン」の内容と照らし合わせた結果

従って、本事業では IEIA を実施し、MOE が IEIA 報告書の審査、許認可を行う。2009 年 5 月制定の環境省副法令 No.215 に則り、IEIA の調査及び報告書作成は MOE に登録された現地コンサルタント法人（2016 年 1 月現在、13 社が登録済み）により実施されなければならない、それ以外のケースは調査・報告書を無効とし事業の許認可はしない。

2.2.3.1.2 ベースとなる環境社会の状況

(1) 本事業対象地域の概要

プノンペン都の現状の地形、地質、土壌侵食、気象、生物、浸水被害状況、土地利用、人口、大気質や騒音・振動、そして河川の水質、生活環境について、既存の文献資料等から引用し、以下に整理する。特に、「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト（2016 年 4 月 JICA）」と「プノンペン市交通計画プロジェクト（2014 年 JICA）」を参考にした。

(a) 地形

プノンペン都はメコン川とサップ川の合流域、メコン川とバサック川の分岐域に位置し、自然堤防及び輪中堤で囲われた低地上に位置している。当地域は地形的には比較的平坦であり、メコン川の最高水位より低い場所もある。そのため、プノンペン都の市街地及び郊外の地域では、内水氾濫による洪水の危険性が高い。近年、近郊の都市化が進み、プノンペン都内外の湖や湿地が埋め立てられ、都市の排水に影響を与えている。

(b) 地質

カンボジア国の地質は、第四紀堆積岩や未固結堆積物等の比較的新しい層から構成され、東北部の上部ジュラ紀-白亜紀や南西部における下部ジュラ紀中期等の比較的古い地層もみられる。プノンペン都の地質は主に第四紀堆積岩で構成されている。

プノンペン都中心部にはワットプノン寺院のある基盤岩の残丘があり、チュロイチャンワ橋（地下約 7m）、プノンペン港（地下約 17m）でも比較的浅所に基盤岩がみられる。日本大使館のある市街地南部では地下 36m まで基盤岩はあられず、場所により厚い有機質粘土がみられる。

(c) 土壌侵食と堆砂

メコンデルタ地域の地質構造は先カンブリア紀から完新世の時期に形成された。旧沖

積層は、鮮新世と更新世の間に、メコン川とその支流によって三角州状に形成され、その後完新世の三角州状沖積層が形成された。また、広いレンズ状の砂を伴った未固結性の泥と粘土からなる完新世沖積層が全体的に三角州を覆っている。調査地の周辺の完新世沖積層の層は一般的に 25 m 以下の厚さである。

完新世沖積層はラテライトを伴わず、より細かい肌目で比較的多くの貝や亜炭の層を有することで旧沖積層と異なる。プノンペン都の表面の地質は、部分的な軟性の粘土とともに西から東に傾斜した基礎地盤の上を砂質の泥が覆っている状況にある。

(d) 気象

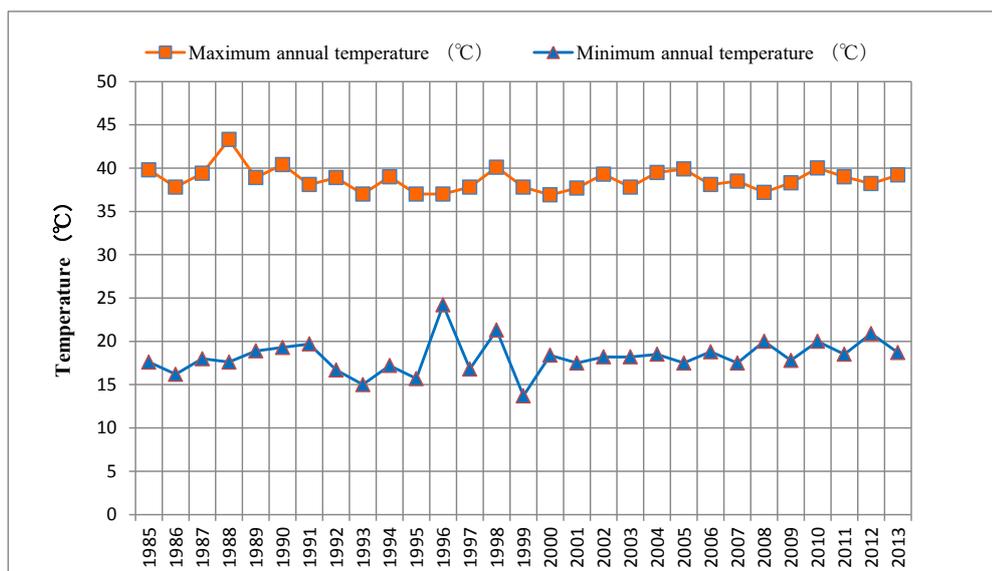
(i) 気候及び気温等

プノンペン は 熱帯性モンスーン気候である。2000 年から 2010 年の年間平均降雨量は、1,500 mm であった。最低年間降雨量は 1,171 mm (2006 年)、最高年間降水量は 2,147 mm (2000 年) であった。12 月から 4 月の乾季、特に 1 月から 3 月の間ではほとんど降雨がない。一方、5 月から 11 月の雨季では、年間降雨量の 80% が記録される。

ポチェントン観測所における 1985 年～2013 年の観測データより、プノンペン都における月平均最高気温は 35.3℃、月平均最低気温は 21.8℃となっている。

年間においては、3 月～5 月頃に気温が高くなり、年最大気温と年最低気温の差は、概ね 20℃程度となる。また、湿度は、年平均で 77% であり、概ね 70%～80% の間で推移しており、経年的に大きな変化は認められない。

年最大・最低気温の経年変化を下図に示す



出典: MOWRAM (Ministry of Water Resource and Meteorology)

図 R 2.2.22 年間最高・最低気温 (1985 年-2013 年)

(ii) 風向及び風速

風速は雨季より乾季において強い傾向がある。2001年から2010年にかけての最大風速は2006年6月に記録された20 m/sである。一般的に10月から1月にかけては北風、2月から4月にかけては南東の風、5月から9月にかけては、西風である。

(iii) 蒸散

2000年から2010年にかけての日平均蒸散量は4.6 mmである。雨季及び乾季における日最大蒸散量はそれぞれ9.5 mm、43.8 mmとなっている。蒸散の季節的な変動は大きく、雨季の5倍である。

(iv) 降水量

プノンペン都は、熱帯モンスーン気候に属し、近年10か年(2004年～2013年)の年間平均降雨量は、1,487.2 mm/年であり、5月から11月の雨期に年間の約90%が降る。乾期の12月から4月には月平均42 mmで、雨期の月平均は約180 mmで9月と10月に集中して降っている。

(v) サップ川の河川水位

サップ川の水位は、8月～10月に最も高く、毎年EL.+8.00mを超過する。3月～5月に水位が最も低くなり、毎年EL.2.00mより低くなる。最高水位または最低水位が連続的に上昇しているもしくは低下しているといった経年的な変動傾向は特に確認されないが、近年はピーク水位の発生時期がやや遅く、10月以降となる傾向が見られる。チャトムック観測所における過去9年間の最高水位は、EL.+9.73m(2001年9月)で、最低水位はEL.+0.33m(2005年5月)である。同観測所における年間最高水位平均値はEL.+8.70m、年間最低水位平均値はEL.+0.68mである。チャムトック観測所における過去10年間の最高水位は、2011年に記録されたEL.9.84mである。なお、記録上の過去最高水位は、チャトムック観測所におけるEL.+10.18m(2000年9月20日)である。

(e) 生物

(i) 水生生物多様性

本事業対象地域には、沼沢に来る渡り鳥、貴重な魚種、植物相・動物相はない。

(ii) 生物多様性と生態系

カンボジア国では、最低でも135種の哺乳動物、599種の鳥類、173種の爬虫類、72種の両生類、350種の鱗翅目、955種の淡水及び海水水生生物、4,500種の維管束植物が生存しているとされている(The Fifth National Report to the Convention on Biological Diversity, 2014)。カンボジア国の中部に位置するプノンペン都では、同様の生物多様性を潜在的に有している。それら全種のうち次表に示す75種の脊椎動物、

23種の植物は絶滅危惧種として国際自然保護連合(International Union for Conservation of Nature、以下「IUCN」と記す。)のレッドリストに掲載されている。

表 R 2.2.41 カンボジア国における絶滅危惧種の状況

絶滅危惧種		危惧レベル		絶滅危惧種		危惧レベル	
分類	種数	レベル	種数	分類	種数	レベル	種数
哺乳類	26	VU	18	両生類	2	VU	2
		EN	6			EN	0
		CR	2			CR	0
鳥類	26	VU	9	魚類	9	VU	0
		EN	10			EN	6
		CR	7			CR	3
爬虫類	12	VU	7	植物	23	VU	0
		EN	3			EN	13
		CR	2			CR	10

注：VU-Vulnerable「危急」(絶滅危惧 II 類)、EN-Endangered「絶滅危機」(絶滅危惧 IB 類)、CR-Critically Endangered「絶滅寸前」(絶滅危惧 IA 類)

出典：National Biodiversity Steering Committee in Kingdom of Cambodia (2014) 5th National Report to the Convention of Biological Diversity based on the IUCN 2011 and Bird Life International Cambodian Program 2013

(f) 保護区

都内では特に法的に指定された保護区域はない。自然環境上重要なものは 2008 年の保護地域法 (Royal Decree No. NS/RKM/2008/007, Protected Areas Law) によって保護されている。

(g) 浸水被害状況

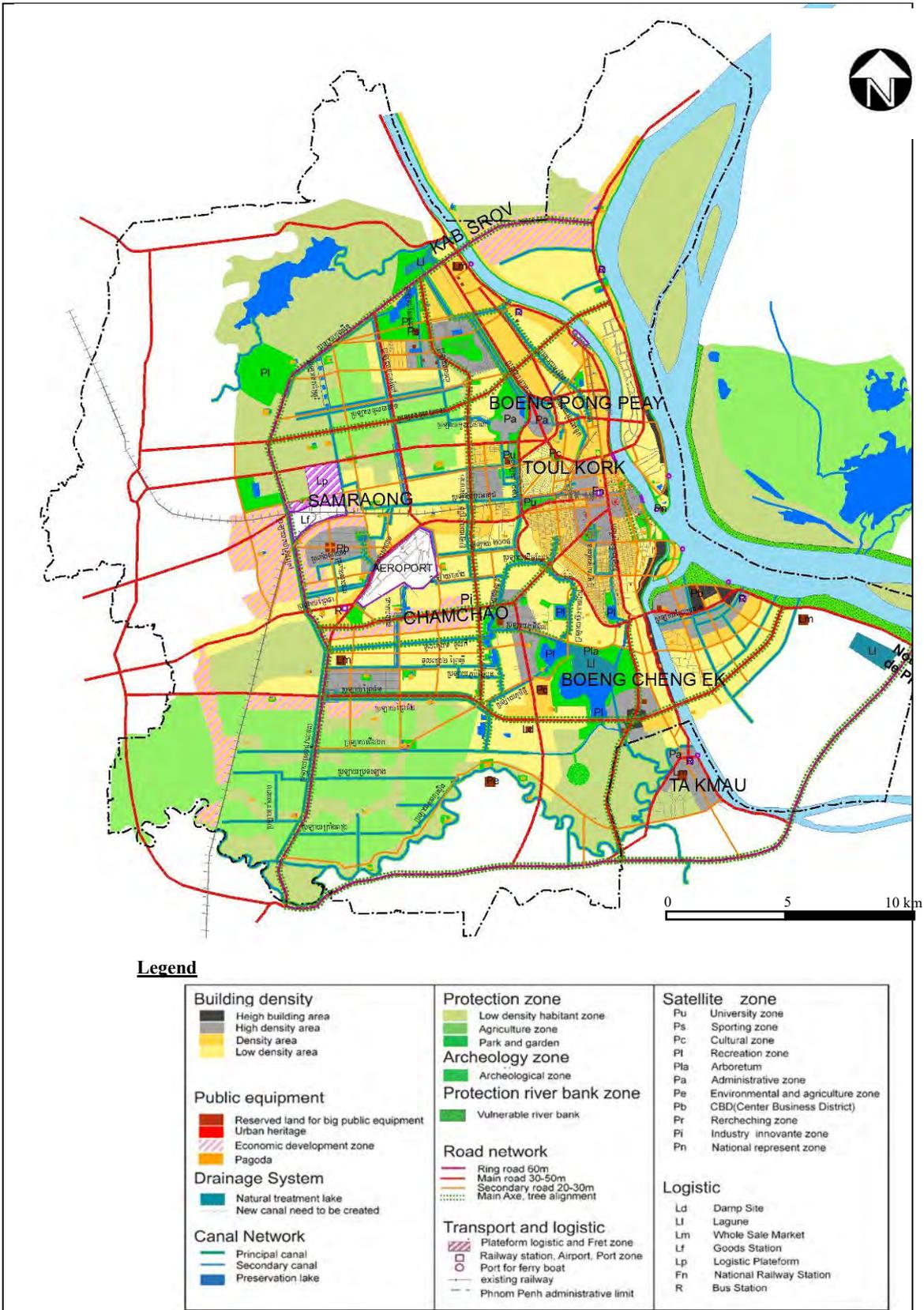
本事業で実施した浸水被害状況の現地調査結果を以下に示す。

表 R 2.2.42 本事業対象地区における聞き取り調査による浸水被害結果

本事業対象地域	調査方法	調査結果
ワットプノン北側エリア	<ul style="list-style-type: none"> 区長への聞き取り調査 住民への聞き取り調査 	<ul style="list-style-type: none"> ワットプノン北側エリア St.47、St.88、St.90 通り及び ワットプノン周辺にて浸水被害が発生している。 浸水被害頻度は年 4 回以下、または浸水継続時間は 2~3 時間以上で浸水深は脛以上。
トルコーク地域	<ul style="list-style-type: none"> 区長への聞き取り調査 住民への聞き取り調査 	トルコーク地域においては、 <ul style="list-style-type: none"> St.317 及び St.592 の通りの一部で浸水被害が発生している。 St.283、St.285 及び St.287 の通りの一部で浸水被害が発生している。 浸水被害頻度は年 4 回以上、または浸水継続時間は 2~3 時間以上で浸水深は脛以上。

(h) 土地利用

プノンペン都の行政区域は 2008 年に修正されており、面積は 377 km² から 678.5km² に拡大された。プノンペン都の土地利用計画 (2035 年を目標年次とする) を、次図に示す。本事業対象地域における土地利用は、住宅地と道路沿いの商店街等で構成され、緑地や湖沼河川などは皆無である。都内でも最も人口密度の高い地域である。



出典：White Book on Development and Planning of Phnom Penh, PPCC

図 R 2.2.23 プノンペン都の土地利用（2035年）

(i) 人口

カンボジア国では、1998年と2008年に国政調査が行われている。これらの調査結果や、計画省（Ministry of Planning、以下「MOP」と記す。）による2030年までの人口予測値を元に、JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト（2014）」では、次表に示すとおり、基準年を2012年とした2035年までの人口予測を行っている。

表 R 2.2.43 人口動態と予測

Name of Khan	1998	2008	2012	2016	2020	2035
01 Chamkarmon	187,082	182,004	184,200	196,500	200,900	240,400
02 Daun Penh	131,913	126,550	119,500	123,300	126,700	138,200
03 7 Makara	96,192	91,895	93,300	95,100	96,600	102,700
04 Tuol Kork	154,968	171,200	186,100	187,900	185,100	181,100
01-04 Sub-total	570,155	571,649	583,100	602,800	609,300	662,400
05 Dangkor	48,921	73,287	96,100	128,500	148,900	183,700
06 Po Senchey	73,414	159,455	234,900	269,300	321,600	349,500
07 Meanchey	97,190	194,636	282,700	349,100	403,300	490,800
08 Chbar Ampov	108,796	133,165	160,500	194,300	210,100	251,500
09 Reussey Keo	76,473	115,740	152,600	178,800	204,300	251,300
10 Chroy Changvar	53,231	68,708	84,000	102,900	126,700	155,500
11 Sen Sok	70,676	137,772	198,600	237,000	296,700	392,500
12 Prek Pnov	34,574	47,313	59,700	84,700	84,500	129,900
05-12 Sub-total	563,275	930,076	1,269,100	1,544,600	1,796,100	2,204,700
Total Population	1,133,430	1,501,725	1,852,200	2,147,400	2,405,400	2,867,100

* The population is corrected based on new administrative area in PPCC (678.5 km²)

出典: JICA, “Project for Comprehensive Urban Transport Planning in Phnom Penh Capital City, 2014”

事業調査対象域となるトルコーク地域とワットプノン北側エリアの面積はそれぞれ約 1.88 km²と 4.75 km²で、合計 6.63 km²となる。2016年の推定人口はトルコーク地域が約 17,588人でワットプノン北側エリアが 58,270人となり、合計では 75,858人（人口密度：12,267人/km²、東京都江東区の人口密度である 12,403人/km²に近い）である。上表に示す人口推定によれば、ワットプノン北側エリア（Daun Penh 区の一部に相当）及びトルコーク地域の人口は 2016年頃にピークを迎え、それ以降減少に転じている。両地区とも人口が飽和状態に近づいていることがわかる。

(j) 大気

カンボジア国で利用可能な二次文献は多くないが、表 R 2.2.44 に示すプノンペン都における大気質のモニタリング結果では、一酸化炭素（CO）、二酸化窒素（NO₂）及び二酸化硫黄（SO₂）の値は基準の範囲内であった（JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト（2014）」）。しかしながら、粉塵の指標においては非常に高い数値が確認されている。表 R 2.2.45 に示す、都の粉塵については、すでに 2001年の結果においても全浮遊物質の値が高い傾向にあった。

表 R 2.2.44 プノンペン都内の国道 4 号線沿いの大気質

Type	Unit	Point 1 (7 Makara)	Point 2 (Sen sok)	Point 3 (near Hanoi road Junction)	Point 4 (Airport)	Point 5 (near Junction with NH3)	Cambodian Standard	WHO standard
CO	mg/m ³	2.86	1.79	2.86	3.58	3.58	20	
NO ₂	mg/m ³	0.057	0.029	0.045	0.056	0.058	0.1	
SO ₂	mg/m ³	0.033	0.027	0.027	0.025	0.033	0.3	
PM2.5	µg/m ³	128	107	284	186	248	n.a.	25
PM10	µg/m ³	93	68	150	71	169	n.a.	50

脚注: The results are average of 24 hours continuous survey

出典: Project for Comprehensive Urban Transport Plan in Phnom Penh Capital City, 2014

表 R 2.2.45 プノンペン都内の大気質

Parameters	2000		2001		2002		2014	
	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max
CO (mg/m ³)	3.06	7.12	1.98	2.42	3.50	5.71	3.02	3.87
NO ₂ (µg/m ³)	32.08	47.17	2.45	3.77	30.19	56.60	24	71
SO ₂ (µg/m ³)	-	-	2.60	7.80	7.80	13.00	10	27
TSP (mg/m ³)	-	-	0.63	0.84	0.41	1.00	0.128	0.169

CO=Carbon Monoxide: mg/m³=milligrams per cubic meter; µg/m³=micrograms per cubic meter; NO₂=Nitrogen Dioxide; TSP=Total Suspended Particles. Mean Value in the 2014 were received as tentative values.

出典: MOE (2014), ADB 2006 Country Synthesis Report on Urban Air Quality Management, "Research collaboration with Yokohama University from 2000-2002.

Project for Comprehensive Urban Transport Plan in Phnom Penh Capital City, 2014

Quoted in MOE and Ministry of Health (2006). Country Report: Cambodia, Hang Dara, Chin Chamroeun, Sourn Pun Lork, and Chim Sophan, Paper presented at the Clean Air for Asia Training Course for Developing Countries, Thailand, 24 May-02. " from ADB

また、本事業対象域内における大気質、騒音・振動、水質の測定実施の要望が MOE からあり、再委託業務を通して IEIA/IEE 調査でベースライン調査を 2016 年 7 月に行った。大気質の測定結果は、すべて基準値以内で良好と判断された。

表 R 2.2.46 プノンペン都内の大気質計測値 (本事業対象地域、2016 年)

Parameters	Unit	Cambodian Standards ⁽ⁱ⁾ , 24h	Measurement Results	
			at Kunthak Bopha Hospital, Wat Phnom Northern. date July 20-21, 2016	at Gasoline (Tela) station Toul Kork, date July 21-22, 2016
Carbon Monoxide (CO)	mg/m ³	20 ⁽ⁱⁱ⁾	12.88	8.44
Nitrogen Dioxide (NO ₂)	mg/m ³	0.1	0.028	0.025
Sulfur Dioxide (SO ₂)	mg/m ³	0.3	0.022	0.018
Total Suspended Particles (TSP)	mg/m ³	0.33	0.285	0.243
PM10	mg/m ³	-	0.149	0.126

脚注: There was heavy rain at 12:30 pm during measurement.

⁽ⁱ⁾ Sub-decree No.42, on Air Pollution Control and Noise Disturbance, Annex 1: Ambient Air Quality Standard

⁽ⁱⁱ⁾ 8hs. Average

出典: JICA Survey Team, MOE's laboratory staff in July 2016.

(k) 騒音・振動

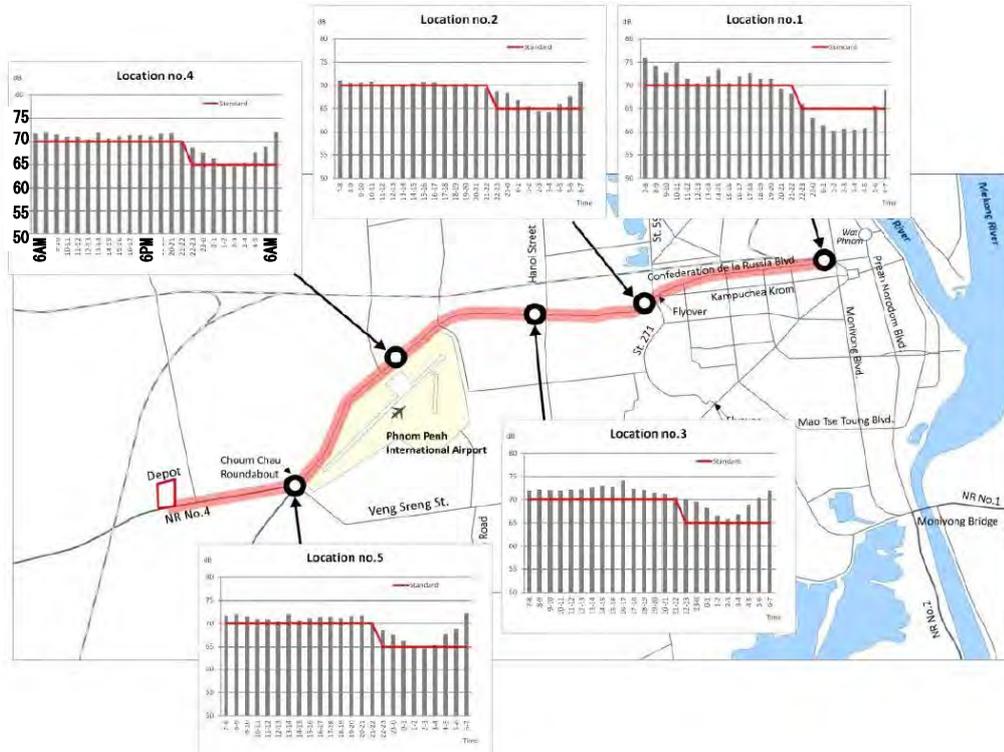
2000 年制定の副法令 No.42 は大気質、騒音・振動について規制している。同副法令の付表 6 では、次表に示す公共施設や居住地で許容される騒音の最大標準値を示している。

表 R 2.2.47 公共施設・住宅地域における騒音の最大標準値

No.	場所	計測時間帯 (dB)		
		6:00~18:00	18:00~22:00	22:00~6:00
1.	閑静な地区 (病院、図書館、学校、幼稚園)	45	40	35
2.	居住地区 (ホテル、官公庁、住宅)	60	50	45
3.	商業・サービス業の混在地区	70	65	50
4.	小規模工場と住宅の混在地区	75	70	50

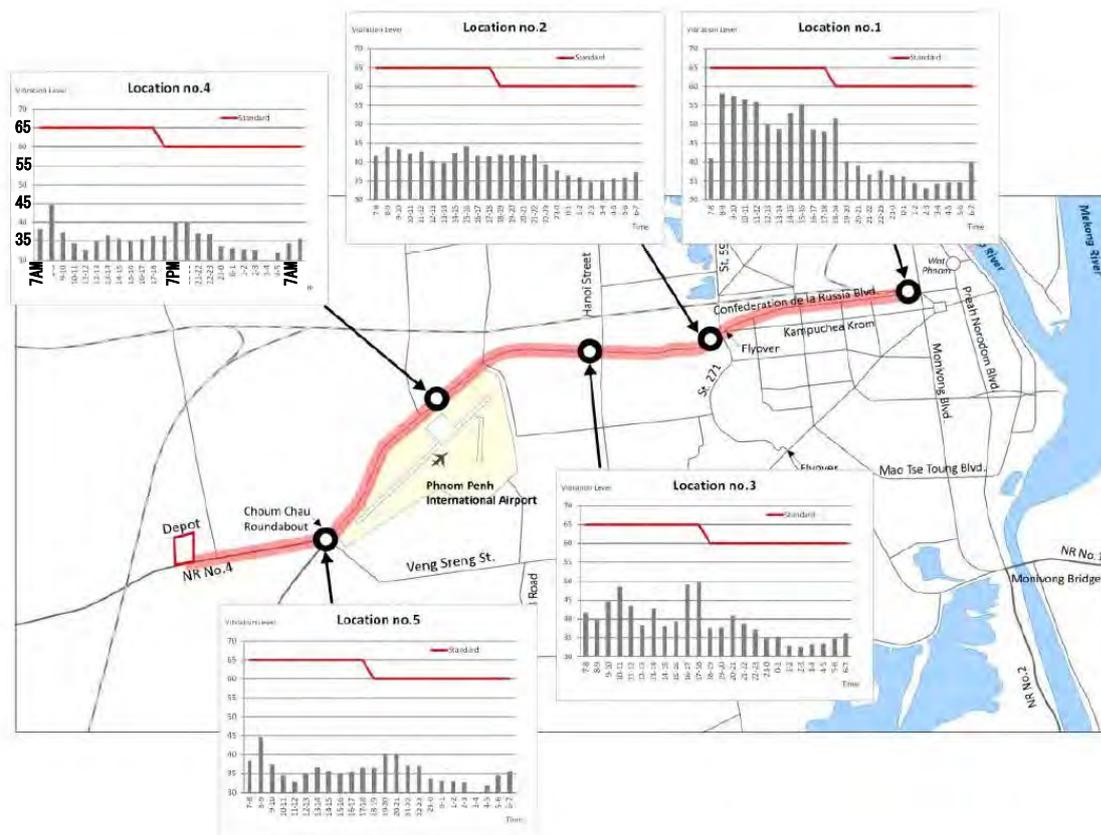
出典: ANNEX 6, Sub-decree No.42 ANK/BK The Control of Air Pollution and Noise Disturbance, the Royal Government of Cambodia, 2000

同副法令によれば、騒音・振動については、MOE が所有する観測器具を用いて MOE がモニターを行ってデータベースを作成することになっているが、大気・騒音振動局では人員不足で計測観測も行ったこともなく、かつデータも一切なく、今のところ改善する予定もない。一方、最近の文献調査 (JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト (2014)」) によれば、都の中心から国際空港までの国道 4 号線沿いで騒音・振動の観測及びデータの分析を行っている。本事業対象地域であるトルコーク地域とワットプノン北側エリアは国道 4 号線に隣接している。調査結果として、騒音は図 R 2.2.24 に示すように、午前 6 時から午後 6 時までは、「商業・サービス業の混在地区」におけるカンボジア国の基準 (70dB) を若干上回る。午後 6 時から午前 6 時にかけては、同基準 (50dB) を大きく上回る。振動の結果 (図 R 2.2.25 参照) については、カンボジア国の基準がないものの、参考として日本の基準 (午前 6 時から午後 6 時 : 65dB 及び午後 11 時から午前 6 時) と比較した場合でも、すべての観測値は基準値を下回った。



出典: Project for Comprehensive Urban Transport Plan in Phnom Penh Capital City, 2014

図 R 2.2.24 プノンペン都総合交通計画プロジェクトにおける騒音の観測路線と観測値



出典: Project for Comprehensive Urban Transport Plan in Phnom Penh Capital City, 2014

図 R 2.2.25 プノンペン都総合交通計画プロジェクトにおける振動の観測路線と観測値

現地調査実施段階に本事業対象地域における騒音・振動の大気質観測を MOE の協力を得て実施した。測定はワットプノン地区とトルコーク地域の各々1地点で行った。測定結果を下表に示す。

表 R 2.2.48 騒音観測値（本事業対象地域、2016年）

Time	Cambodian Standard ^(*) , dB(A)	Result, dB(A)
Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016		
Day (6:00 - 19:00)	70	63-66
Evening (19:00 - 23:00)	65	58-65
Night (23:00 - 6:00)	50	55-64
Station 2: at Tela Station, Toul Kork date July 21-22, 2016		
Day (6:00 - 19:00)	70	68-75
Evening (19:00 - 23:00)	65	59-67
Night (23:00 - 6:00)	50	53-68

脚注: (*) Sub-Decree on Air Pollution Control and Noise Disturbance, Annex 6: Maximum permitted noise in public and residential area, point 3 Commercial and service areas and mix.

出典: JICA Survey Team, MOE's laboratory, the IEIA report on Phase IV, 2016.

騒音測定結果は、昼間と夜はほぼ基準値より低く、夜中から朝方にかけて道路の交通量によりやや高めとなった。また、振動値については終日基準値以内であった。

騒音基準の比較結果（カンボジア国、日本、WHO）を次表に示す。

表 R 2.2.49 騒音基準の比較（カンボジア国、日本、WHO）

地域	基準	基準値	
		昼間（6AM – 10PM）	夜間（10PM – 6AM）
AA	カンボジア 1)	40 – 45 dB	35 dB
	日本（環境省）	50 – 60* dB	40-55* dB
	WHO ガイドライン 2)	50 – 55 dB	30 – 45 dB
A・B	カンボジア 1)	50 – 65 dB	45 dB
	日本（環境省）	55 – 65* dB	45-55* dB
	WHO ガイドライン 2)	50 – 55 dB	45 dB
C	カンボジア 1)	65 – 75 dB	50 dB
	日本（環境省）	60 – 70* dB	50-65* dB
	WHO ガイドライン 2)	55 – 70 dB	55 dB

注：（*）：地域のうち1車線または2車線以上の車線を有する道路面に面する地域

1) Sub-decree No.42 ANK/BK the Contol of Air Pollution & Noise Disturbance

2) WHO 環境騒音値 継続 24 時間 健康影響防止ガイドライン

AA: 療養施設、社会福祉施設など、A・B: 居住地域、官公庁、ホテル、

C: 小規模工場、住宅の混在地区

(I) 都内周辺の河川の水質

MOE は、プノンペン都内及びその周辺において、水質モニタリングを実施している。各モニタリング箇所における観測値の最小値、最大値及び平均値を次表にまとめる。

表 R 2.2.50 各モニタリング箇所における観測値の最小値、最大値及び平均値

Location		pH (-)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD _{Mn} (mg/l)	COD _{Cr} (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	Cr ⁶⁺ (mg/l)
A. Mekong River (Chroy Changvar)	Min	6.35	16.0	0.1	1.6	-	0.01	0.01	ND
	Max	8.50	592.0	4.9	7.8	-	1.15	0.50	0.090
	Average	7.41	108.5	2.0	4.0	-	0.26	0.08	0.023
B. Sap River (Phnom Penh Port)	Min	6.49	22.0	0.2	1.4	-	0.08	0.02	ND
	Max	8.24	474.0	6.5	9.3	-	8.11	0.50	0.320
	Average	7.32	106.5	2.3	4.5	-	1.23	0.11	0.027
C. Prek Thnot River (Thakhmao Bridge)	Min	6.09	5.8	0.2	1.3	-	0.13	0.03	ND
	Max	8.21	520.0	57.9	145.0	-	3.97	4.08	0.220
	Average	7.30	157.3	13.8	23.8	-	1.33	0.98	0.038
D. Bassac River (Thakhmao)	Min	4.85	26.0	0.1	0.8	-	0.07	0.01	ND
	Max	8.50	526.0	5.8	9.4	-	0.74	0.34	0.110
	Average	7.31	108.3	2.0	4.2	-	0.31	0.12	0.023
E. Mekong River (Kien Svay)	Min	5.52	29.0	0.0	0.6	-	0.04	0.00	ND
	Max	8.47	526.0	6.5	9.7	-	1.73	0.32	0.120
	Average	7.33	114.7	1.9	3.6	-	0.31	0.08	0.019
Cambodian Standard for A. to E.		6.5-8.5	<100	<10	-	-	-	-	<0.005
F. Kop Slov	Min	6.24	40.0	0.7	-	2.6	0.26	0.01	ND
	Max	8.59	300.0	54.8	-	126.4	8.56	1.88	0.010
	Average	7.49	129.1	16.4	-	35.4	2.08	0.56	0.007
G. Prek Pnov	Min	6.41	42.0	1.0	-	3.4	0.09	0.03	ND
	Max	8.18	442.0	58.4	-	126.7	11.93	1.74	0.010
	Average	7.36	119.5	17.4	-	31.8	4.91	0.53	0.006
H. Trabek	Min	6.35	46.0	70.9	-	47.9	1.48	0.81	ND
	Max	8.35	378.0	258.1	-	215.0	18.40	6.73	0.200
	Average	7.39	153.1	152.1	-	117.7	7.39	3.03	0.021
I. Tumpun	Min	6.78	70.0	68.9	-	63.5	0.32	0.23	ND
	Max	8.02	402.0	261.3	-	226.2	18.55	6.60	0.020
	Average	7.39	155.2	161.9	-	111.6	6.05	2.93	0.009
Cambodia Standard for F to I.		5.0-9.0	<120	<80	-	<100	-	-	<0.05

出典: MOE、脚注: ND: Not Detected. COD_{Mn}: <8 mg/L based on ANNEX 4

入手できた 2010 年 1 月～2013 年 12 月までのデータによると、モニタリング箇所は 9 箇所であり、モニタリング項目は、pH、TSS、BOD、COD、T-N、T-P 及び Cr6+ である。プノンペン港（B 地点）で見ると、TSS は河川の観測点（A～E）では雨季の値が高く、BOD は基準値内にあり、T-N は 2013 年の濃度値が大きかった（8.11mg/l）。Cr6+ 値は 2010 年と 2011 年が観測地点の中で最も大きかった。

本事業においては工事中での排水管の付け替え作業時以外、水質に及ぼす影響はないが、MOE の要望により IEE（IEIA）調査において水質調査を実施することとした。ベースライン調査は、下表に示す 3 点から採取した水質検査を行った。

表 R 2.2.51 排水污水の観測値（本事業対象地域、2016 年）

	Parameters	Unit	Results of River Water Test					Results of Sewage				
			Standards			R1=S1*	R2=S2*	Standards			WW1=S3*	
			Cambodia ¹⁾	Japan ²⁾	WHO ³⁾			1)	2)	3)		
1	pH		6-9	6.5-8.5	-	6.7	6.9	5-9	5.8-8.6	-	6.9	
2	Temperature	°C	<45	-	-	36	29.3	<45	-	-	30.2	
3	Electrical Conductivity (EC)	µS/cm	-	-	-	-	184	-	-	-	400	
4	Turbidity	NTU	-	-	-	-	8.75	-	-	-	22.60	
5	Dissolved Oxygen (DO)	mg/L	2.0-7.5	2-5	-	1.68	5.89	>1	-	-	3.27	
6	Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	25-100	25-100	-	180	68	<120	200	-	77	
7	Biochemical Oxygen Demand(BOD ₅)	mg/l	1.0-10	3.0-8.0	-	122.40	3.46	<80	160	-	38.90	
8	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/l	1-8	< 8	-	0.94	-	<100	-	-	ND (not detected)	
9	Oil and Grease	mg/l	-	-	-	-	4.85	<15	-	-	7.84	
10	Nitrate	mg/l	-	< 0.6	-	6.66	0.42	<20	-	50	4.69	
11	Phosphate (PO ₄)	mg/l	-	<0.05	-	3.26	ND	<6	-	-	0.35	
12	Total Coliform	MPN/100	<5000	-	-	9.3x10³	2.1x10 ³	-	-	-	2.4 x10 ⁴	

脚注: 1) Water quality standard in public areas for bio-diversity conservation for river, lake and reservoir. Cambodia

2) Ministry of Environment, Japan

3) WHO Guidelines

* Effluent standard for pollution sources discharging wastewater to public water area or sewer. Cambodia

Three (3) water sampling locations;

*Sample code	Location	GPS (Global Positioning System) point	Remarks
R1=S1	in front of water pumping station Wat Phnom	X=491743; Y=1280024	Tonle Sap River
R2=S2	Pres Komlong Station	X=492484 ; Y=1278920	Tonle Sap River
WW1=S3	Existing sewage pipeline in front of Tela gas Station	X=487712; Y=1280337	Sewage water in manhole along the main road

Note: Sampling and testing done on 15 July 2016.

出典: JICA Survey Team, MOE's laboratory, the IEIA report on Phase IV, 2016.

(m) 本事業対象地域の生活環境上の問題

(i) 排水施設の劣化

本事業対象地域の排水施設は 1900 年代初頭頃に建設されたものだが、老朽化や 1970 年代以降の不十分な維持管理により十分に機能していない。その結果、街は常襲的な浸水被害と街中の低湿地で停滞した汚水が、住環境に深刻な影響を及ぼしている。これはプノンペン都内のみならず、カンボジア国全体での社会経済活動に悪影響を及ぼすものである。プノンペン都の排水事情の悪さは、観光ガイドブックが危険情報の一つとして旅行者の注意を喚起するほど深刻である。

(ii) 交通渋滞

カンボジア国における著しい経済成長と人口の伸びる中、交通量が急激に増加している。プノンペン都における本事業対象地域においても交通渋滞は頻繁に発生している。交通量は 1 日 60,000 台から 90,000 台で、その 75% はオートバイである（プノンペン都総合交通計画プロジェクト（JICA））。都内の現状では、排水管の敷設工事により、公共交通が影響を受けることは間違いない。

2.2.3.1.3 相手国の環境社会配慮制度・組織

(1) 環境社会配慮に関連した法令

カンボジア国においては、1996 年の環境保護と自然資源管理法 (Kram/NS-PKM-1296/36, 1996, 24 Dec. MOE) が環境の基本法として環境保護の政策を規定している。同法によると、カンボジア国政府は、5 年ごとに作成する定期的な国家及び地域管理計画のもと計画的に環境を管理する。環境アセスメントの必要性についても同法に含まれており、民間並びに公共の事業において事業の規模や場所に依りて必要となる調査の実施のために同法を参照する必要がある（表 R 2.2.52）。同法の下、1999 年の環境影響アセスメント手続きにかかる副法令 (No. 72 ANRK.BK, 1999) 及び 2009 年の IEIA/EIA 実施のための一般的ガイドラインに関する省令 (No. 376 BRK.BST, 2009 MOE) において環境アセスメントの詳細が規定されている。

副法令は、関連機関の責任、EIA を要する事業、EIA の手続き、事業の承認の条件並びに罰則等で構成されている。EIA を必要とする事業については当該副法令の附表に提示されている。省令では、手続きにかかる期間の概要並びに IEIA 及び EIA の承認手続き時に必要となる提出書類についての詳細が規定されている。省令の附表-1 において、IEIA/EIA の報告書の基本的な内容について提示されている。また、同省令は国レベルの環境省及び都、州レベルの環境局といった環境当局の責任分担についても規定している。さらに、2014 年に MOE 登録のコンサルタント法人を IEIA/EIA 報告書作成の際に雇用することが副法令 (No.216 Prakas 2014MOE) により義務付けられた。

公害管理に関連して、いくつかの基準が政府によって発行されている。1999 年の水質汚染管理の副法令 (No.27 ANRK. BK, 1999 MOE) は水質の基準を規定している。1999

年の固形廃棄物にかかる副法令 (The No.36 ANRK.BK. in 1999 MOE) は固形廃棄物の一般的な基準を規定している。2000年の大気汚染と騒音障害の管理に関わる副法令 (No. 42 in 2000, Anukret (Sub-Decree) MOE) は許容される大気及び騒音レベルについて規定している。

環境保全に関連し、保護区は保護区法 (Royal Decree No. NS/RKM/0208/007) において規定されている。法に基づき、重要な自然特性はMOEの責任の下保護されている。カンボジア国の環境社会配慮に関連した法令について次表に示す。

表 R 2.2.52 カンボジア国の環境社会配慮に関連した法令

No.	法令	内容
1.	環境保護と自然資源管理法 Preah Reach Kram/NS-PKM-1296/36, 1996, Law on Environmental Protection and Natural Resource Management (18 November 1996) MOE	環境保護の基本法。自然環境政策、国家・地域環境計画、事業の環境影響評価、自然資源の管理、モニタリング、情報収集・検査、住民参加、罰則について規定している。
2.	環境影響アセスメント手続きにかかる副法令 No. 72 ANRK.BK, 1999, Anukret (Sub-decree) on Environmental Impact Assessment (EIA) Process (11 August 1999) MOE	IEIA/EIA の実施のための詳細なガイドラインを規定し、環境アセスメントが求められる事業を提示している。副法令は省庁の責任、EIA を要する事業、EIA 手続き、事業承認の条件並びに罰則で構成されている。
3.	IEIA/EIA 実施のための一般的ガイドライン No. 376 BRK.BST, 2009 Prakas(Declaration) on General Guideline for conducting IEIA1/EIA Reports, 2009 MOE	IEIA 及びEIA 報告書作成のためのタイムフレーム、IEIA 及びEIA の手続きに必要な提出書類等が規定されている。
4.	水質汚染管理の副法令 No.27 ANRK/BK/1999, Anukret (Sub-decree) on Water Pollution Control, 1999(April 6, 1999) MOE	人の健康保護及び生物多様性の保全を確保し、良好な水質を保全するため公共の水域での公害の原因となる行為を制限している。
5.	固形廃棄物にかかる副法令 No.36 ANRK.BK. in 1999, Anukret (Sub-decree) on Solid Waste Management, 1999 MOE	人の健康と生物多様性の保全の確保のために固形廃棄物管理を規定している。
6.	大気汚染と騒音障害の管理に関わる副法令 No. 42 in 2000, Anukret (Sub-decree) on the Control of Air Pollution and Noise Disturbance, 2000 (July 10, 2000) MOE	大気及び騒音の抑制、制限について規定している。附表において排出の制限値、制限に対する手順及び法的必要性の言及並びに汚染物質を規定している。
7.	EIA審査とモニタリングにかかるサービス料金決定にかかる環境省並びに経済財政省の共同省令 No. 745 MEF/MOE 2000, Prakas (Joint Declaration) between MOE and MEF on Determination of Service Fee for EIA reviewing and Monitoring (20th October 2000) MOE	環境サービスに関する料金について規定している。料金はカテゴリに応じて決定される。
8.	保護区域法 No. 07 NS/RKM/2008, Protected Areas Law (Royal Decree No. NS/RKM/2008/007)MOE	生物多様性の保全と自然資源の持続的利用のため自然保護地域の運営、保全及び開発を規定し、11章66条で構成されている。
9.	保護区に関する省令 No. 1033, 1994, Prakas (Declaration) on Protected Areas, 1994 MOE	自然区域の保護にかかる1993年11月の法令による一連の行為を禁じている。
10.	都、州環境局への事業開発にかかる意思決定における権限移譲にかかる省令 No. 230 in 2005, Prakas (Declaration) on the Delegation of Power of Decision-Making on Project Development to the Provincial Department of Environment, 2005 MOE	自然区域の保護にかかる1993年11月の法令による一連の行為を禁じている。
11.	MOE登録のローカルコンサルタント法人をIEIA/EIA報告書の作成に雇用を義務付けた省令 No.215 in 2014, Prakas (Declaration), Sep. MOE, May 2014 MOE	2016年1月時点、13法人がMOEに登録されており、これらコンサルタントはIEIA/EIA報告書の作成に欠かせない存在となり、今後登録が増えると思われる。

出典: English Translation supplemented by JICA env. Profile 2013, Faolex, ADB (2014) Integrated Urban Environmental Management in the Tonle Sap Basin Project – Kampong Chhnang Urban Area Environment Improvements

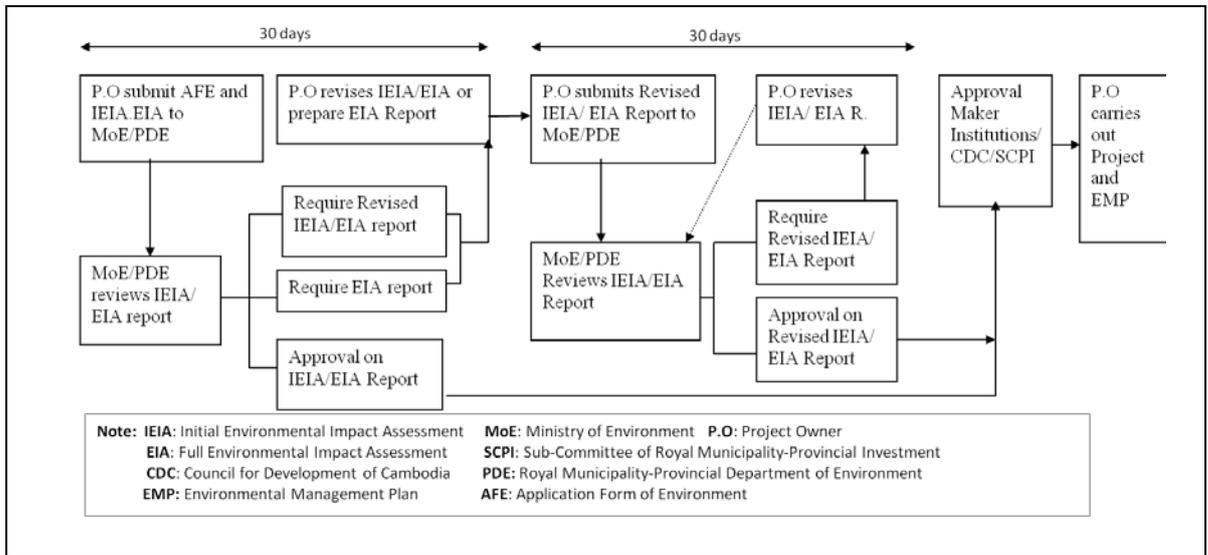
(2) EIA 法令に係る事業

副法令 No.72、No. 72 ANRK.BK, 1999, Anukret (Sub-decree)、 EIA 環境影響アセスメント手続きにかかる副法令では、IEIA/EIA の実施のための詳細なガイドラインを規定している。環境アセスメントが求められる事業は附表において提示されている。副法令は省庁の責任、EIA を要する事業、EIA 手続き、事業承認の条件並びに罰則で構成されている。

附表では本事業に関係し、(i) 全ての規模の廃棄物処理及び焼却行為、(ii) 全ての規模の排水処理施設、(iii) $\geq 5,000$ ha の排水施設を、EIA が必要な事業としている。また、副法令では、洪水防止の堤、河川堤防及び地方道路については特に記述がない。

本省令は、都及び州レベルの環境局が 2 百万 USD 未満の IEIA 及び EIA 報告書の審査及び承認機関となることを規定している

次図に示すとおり、事業実施者は最初に環境の申請書と報告書を中央の MOE または都もしくは州の DOE 等の環境当局に提出する。当局による報告書のレビューの後、事業実施者は報告書の修正または EIA としての追加調査を行わなければならない。環境調査が当局の必要事項を充たした際に、報告書は都もしくは州環境局により承認され、さらに開発評議会 (Cambodia Development Council、以下「CDC」と記す。) または都、州の小委員会による事業実施の承認が行われる。



出典: Declaration on General Guidelines for Conducting Initial and Full Environmental Impact Assessment Reports, No.376 BRK.BST, 2009

図 R 2.2.26 国家事業レベルの IEIA/EIA プロセスのフロー

(3) 本事業における IEE または IEIA の手続き

本事業における IEE 又は IEIA の手続きは以下のとおりである。

- 事業の実施機関 (DPWT) は IEE 又は IEIA を準備する。
- IEE 又は IEIA 報告書等環境許認可願一式を MOE に提出する (都・州レベルの場合は、都・州環境局に提出する。)

- MOE は書類一式を審査し、必要なら IEE 又は IEIA 報告書の修正を求める。
- 審査内容が妥当であるならば、MOE は事業の環境アセスメントは適当であるとして“Approval（環境適合証明書）”を発行する。

(4) 初期環境影響アセスメント（IEIA, IEE）の主義と手続きを担う関係機関

MOE はカンボジア国の環境アセスメントの管轄官庁である。MOE（組織図は図 R 2.2.32 参照）内において、環境アセスメントレビュー局が手続きの担当となっている。

MOE の監督の下、DOE が都における環境アセスメントの手続きを担っている。本事業に関しては、MOE が主体で DOE は MOE のサポートすることになる。特に施工時における MOE の環境モニタリング支援が期待される。

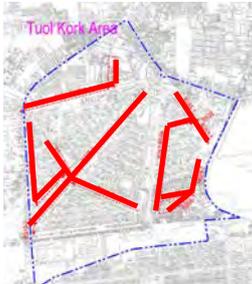
(5) カンボジア国の法制度と国際基準との乖離

カンボジア国における環境影響評価制度については、JICA ガイドラインから大きく乖離したところはない。一方で、影響評価の項目としてガイドラインに記述されている、事故、地球温暖化、雇用や生活手段等地域経済、社会組織、既存のインフラ、貧困層、被害・便益の偏在、地域内の利害、ジェンダー、HIV に対する影響については規定されていない。また用地取得に関して法整備(土地収用法)がなされているが、詳細な手続きについての規定 (Sub-decree) は未だ規定されておらず、加えて生活再建を目標にした補償制度とはなっていない。相違点を「資料 7. JICA ガイドラインとの比較」に示す。

2.2.3.1.4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

カンボジア国からの本事業の要請は、都市部における雨水の排水網を改善するために、排水管やボックスカルバートを敷設し、排水末端での排水機場や排水樋管を設置・建設工事を行うものであった。そのために、これら事業のコンポーネントによる住民移転が発生することがトルコク地域において想定された。環境社会への影響を考慮し、移転住民数を極力減らす比較検討を次表のように行った。

表 R 2.2.53 雨水排水における住民移転の環境社会配慮の代替案比較検討

項目	代替案 1 トルコーク地域における 雨水排水計画 1		代替案 2 トルコーク地域における 雨水排水計画 2		プロジェクトなし	
	排水施設概要	<p>管路延長：2.5 km ボックスカルバート：1.9 km 0.6km</p> <p>排水樋管：3 箇所 (要請内容：プロポーザルより)</p> 		<p>管路延長：8.4 km 管路新設：7.0 km ボックスカルバート：1.4 km (提案内容)</p> 		-
暫定評定	---		--		適用外	
環境社会配慮	自然環境	<p><排水路/排水管の整備></p> <ul style="list-style-type: none"> トルコーク地域全体の総合排水計画に変更はなく、正の影響として、プロジェクトの実施により洪水被害が軽減することが期待される。 <p><排水ポンプ場の増強/新設></p> <ul style="list-style-type: none"> 自然環境上特に重大な影響は想定されない。 		<p><排水路/排水管の整備></p> <ul style="list-style-type: none"> 同左。 		現在の浸水による問題が継続する。
	社会環境	<p><排水管と住民移転の整備></p> <ul style="list-style-type: none"> 既存の公道下への排水管及びカルバートの敷設に伴って、渋滞等の交通への影響が想定される。 <p><排水ポンプ場の増強/新設></p> <ul style="list-style-type: none"> 新規のポンプ場の建設に伴い追加的な用地(時として移転を伴った)が必要となる。 実施地での土地価格上昇の可能性がある。 道路の浸水により問題がなくなり雨季の交通が容易となる。 <p><排水樋管の建設></p> <ul style="list-style-type: none"> 排水樋管の建設に伴う約 20 軒の家屋移転が生じる。 		<p><排水管の整備></p> <ul style="list-style-type: none"> 本計画では被影響住民世帯数を 2 軒(住民移転地への移転はなし)と大きく減少することができた。 既存の公道下への排水管及びカルバートの敷設に伴って、渋滞等の交通への影響が想定される。代替案 1 と同じ。 <p><排水ポンプ場の増強/新設></p> <ul style="list-style-type: none"> 当初、新設排水機場 (TK-3) 案が提案されたが、施設代替案比較検討結果、ボックスカルバート案が選定された。(代替案-A；新規排水機場 (TK-3) + 排水管設置、と代替案-B；ボックスカルバート案単独)。その結果、排水効果性の検証、工事費・用地取得費等の経済性の観点から、ボックスカルバート案が選定された。 		現在の浸水による問題が継続または悪化する。それらは；
	公害	<p><排水路/排水管の整備></p> <ul style="list-style-type: none"> 分離式の採用により排水は汚水と分離して処理され、都の水ながきれいになることが期待される。 		<p><排水路/排水管の整備></p> <ul style="list-style-type: none"> 同左。 		既存の水路における水質汚染は住民の感染症等の健康被害の原因となる可能性がある。

注) 暫定評定(---:負の影響が大 ⇨ -:負の影響が小)

出典: JICA 調査団

2.2.3.1.5 スコーピング

(1) 事業名称

カンボジア国第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画

(2) 環境カテゴリ及びその理由

カテゴリ B (JICA)

理由：「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断されるため。

(3) 環境及び社会への負の影響

本事業により考えられる環境及び社会への負の影響を以下に示す。

表 R 2.2.54 考えられる負の影響（1/2）

No.	予想される影響	建設段階	運営段階	影響の内容
I 一人の健康や安全への影響及び自然環境への影響				
1	大気汚染・粉塵の発生	B-	D	排水管敷設、道路補修、土の埋戻しなどによって土埃が発生する。 建設後は道路改修により粉塵量は大きく減少する。
2	悪臭	D	D	建設段階、運営段階ともに悪臭に対する影響は無い。
3	騒音	B-	D	建設機械が騒音を発生する可能性がある。
4	振動	B-	D	建設機械が建設現場周辺に振動を発生させる可能性がある。
5	事故	B-	D	建設中の事故発生の可能性はある。
6	表流水及び地下水の水質	D	D	建設段階、運営段階ともに水質に対する影響は無い。
7	排水系統の変更	B-	B+	新しい排水管を敷設するために既存排水管を切断、付け替えする場合、いくらかの影響が発生することが予想される。 運営段階には、排水状況が改善される。
8	土壌汚染	D	D	建設段階、運営段階ともに土壌汚染の影響は無い。
9	建設廃棄物・余剰土処理	B-	D	建設段階に発生する廃棄物（現況ではアスベスト管は使用されていない）及び余剰土は、適切な方法・場所で廃棄する必要がある。施工監理が適切でない場合には、問題が発生する可能性がある。
10	土壌浸食と斜面崩壊	D	D	新しい排水管の敷設時に切土面崩壊が起きる可能性がある。
11	植生及び伐採	D	D	建設段階、運営段階ともに影響は無い。
12	絶滅危惧種	D	D	建設段階、運営段階ともに絶滅危惧種に対する影響は無い。
13	生物多様性	D	D	建設段階、運営段階ともに生物多様性に対する影響は無い。

凡例： A +/-: 重大な正/負の影響が考えられる
 B +/-: ある程度の正/負の影響が考えられる
 C: 正/負の影響程度は不明（将来調査が必要で、影響は調査により解決する可能性あり）
 D: 影響の可能性はなし

出典: JICA 調査団

表 R 2.2.55 考えられる負の影響 (2/2)

No.	予想される影響	建設段階	運営段階	影響の内容
II - 社会配慮				
1	非自発的住民移転	B-	D	工事予定地は全て公共用地であり、用地内に居住者はいない。ただし、敷設する排水管路の末端部においてプロポーザル時に 20 軒を超える建物移転と用地取得の必要が想定された。
2	開発による社会インフラ・社会サービス（観光、地下施設）への影響	B-	B+	工事予定地の一部は観光客が多く集まる場所であり、若干の影響が予想される。本事業は浸水を軽減し、環境を改善することから、結果的に観光産業の発展に寄与するものと考えられる。
3	道路周辺の安全	B-	D	工事中の道路周辺の安全性は、建設機械の稼動により低下する恐れがある。
4	道路交通・車輛運行	B-	B+	工事中の道路交通・車輛の運行は一時的に制限されることがある。運営段階では、浸水状況の改善に伴い、道路交通も改善することが期待される。
5	公衆衛生	D	B+	浸水や土埃の軽減は水因性疾病及び呼吸器系疾病を減少するものと考えられる。
6	HIV/AIDS 等の感染症	B-	D	建設段階で労働者を多く雇用するため、感染症拡大の可能性はある。
7	生計・収入	B-, B+	B+	排水管を敷設する道路沿いの商店・レストランは工事期間中の道路閉鎖によって若干影響を受ける。一方、地元民にとっては建設工事のための雇用機会が与えられる。本事業は完成後、観光産業の発展とともに生計改善が期待される。
8	少数民族	D	D	建設段階、運営段階ともに少数民族に対する影響は無い。
9	貧困	D	D	建設段階、運営段階ともに貧困につながるような影響は無い。
10	雇用機会	B+	B+	建設工事のための雇用機会が与えられる。また、運営段階では、排水改善に伴い観光を含む社会経済活動が活発化され、雇用機会が拡大されることが期待される。
11	社会活動への参加	D	B+	運営段階には都内の浸水被害が軽減されるため、社会・経済活動が促進される。
12	文化・人類遺産	D	D	建設段階、運営段階ともに文化・人類遺産に対する影響は無い。

凡例： A +/-: 重大な正/負の影響が考えられる
 B +/-: ある程度の正/負の影響が考えられる
 C: 正/負の影響程度は不明（将来調査が必要で、影響は調査により解決する可能性あり）
 D: 影響の可能性はなし

出典: JICA 調査団

(4) 負の影響の軽減策

考えられる主な負の影響に対する軽減策を以下に示す。これらの軽減策を施工計画及び積算に反映させ、また建設工事の仕様書に明記するべきである。

表 R 2.2.56 負の影響に対する軽減策 (1/2)

No.	予想される影響	建設段階	運営段階	軽減策
I 一人の健康や安全への影響及び自然環境への影響				
1	大気汚染・粉塵の発生	B-	D	- 市街地の工事では粉塵を最小限とする対策が採用される。例えば、1) ダンプトラックで土砂を運搬する際には、シートを被せる、2) ダンプトラックが土捨場などから公道に出る直前にタイヤに付着した土を取り除く、3) 散水する、などが挙げられる。
3	騒音	B-	D	- 低騒音型の機具（サイレント・パイラーやパイプロハンマーなど）を採用する。 - 住宅密集地域では日中に工事を行う。 - 工事中における住宅家屋一軒（排水機場 TK-1 近く）の一時移転により事業の影響は大きく軽減される。
4	振動	B-	D	- 低振動型の機具（サイレント・パイラーやパイプロハンマーなど）を採用する。 - 住宅密集地域では日中に工事を行う。 - 工事中における住宅家屋一軒（排水機場 TK-1 近く）の一時移転により事業の影響は大きく軽減される。
5	事故	B-	D	- 工事の第三者に事故を及ぼさないよう、工事区画をフェンスで囲む。 - 毎朝、全作業員に対して安全指導を行う。 - DPWT、コントラクター、コンサルタントの合同による安全パトロールを週一回実施する。
7	排水系統の変更	B-	B+	- 工事期間の一時的な下水管の不通は、排水ポンプや切り回し管などにより対応する。
9	建設廃棄物・余剰土処理	B-	D	- 埋め戻しに使用可能な発生土は、仮置き場に集めておく。 - 一方、埋め戻しに適さない発生土は、指定された土捨て場へ運搬して処分する。 - 鋼製型枠など再度利用可能な仮設を極力採用する。
10	土壌浸食と斜面崩壊	B-	D	- 排水管敷設のための掘削時、鋼矢板やトレンチシートなどで適切な仮設を設ける。特に地盤が軟弱な箇所での仮設の設計・施工には留意する。

- 凡例：
- A +/-: 重大な正/負の影響が考えられる
 - B +/-: ある程度の正/負の影響が考えられる
 - C: 正/負の影響程度は不明（将来調査が必要で、影響は調査により解決する可能性あり）
 - D: 影響の可能性はなし

出典: JICA 調査団

表 R 2.2.57 負の影響に対する軽減策 (2/2)

No.	予想される影響	建設段階	運営段階	軽減策
II - 社会配慮				
1.	非自発的住民移転	B-	D	-敷設する排水管路ルートなどの再検討を行い、排水路の末端部において2軒の建物移転と用地取得に被害は最小軽減化された。一軒は、ボックスカルバート敷設ルート上にある建物の移転と用地取得である。もう一軒は排水機場(TK-1)近くの住宅建物の工事中における一時移転である。簡易住民移転計画案(Abbreviated Resettlement Action Plan、以下「ARAP」と記す。)の作成が必要となる。
2	開発による社会インフラ・社会サービス(観光、地下施設)への影響	B-	B+	- 市場、店舗、飲食店等の周辺では営業に影響がないよう、店へのアクセスのための歩道等を確保する。
3	道路周辺の安全	B-	D	- 交通安全のための誘導や標識を行う。特に夜間工事に留意する。 - 交通安全のため、迂回路とその指示板を設定する。
4	道路交通・車輛運行	B-	B+	- 交通量の多い路線で工事する際には、迂回路を明確に計画する。 - 交通安全のため、迂回路とその指示板を設定する。 - 幹線道路同士の交差点など、交通量の多い箇所では夜間工事を実施する。日中は鋼製版を被せて、平常の交通を復旧させる。
6	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	- 作業員に対して適切な予防策を指導する。
7	生計・収入	B-, B+	B+	- 市場、店舗、飲食店等の周辺では営業に影響がないよう、店へのアクセスのための歩道等を確保する。

凡例： A +/-: 重大な正/負の影響が考えられる
 B +/-: ある程度の正/負の影響が考えられる
 C: 正/負の影響程度は不明(将来調査が必要で、影響は調査により解決する可能性あり)
 D: 影響の可能性はなし

出典: JICA 調査団

(5) 公聴会

本事業のキックオフ会議が2016年4月26日にプノンペン都庁で行われた。JICA、プノンペン都、DPWTなど関係部局責任者、住民を代表するSanghatやKhanの代表、警察関係者など約20名が参加し、本事業の基本設計の開始が宣言された。会議において、事業の内容、カンボジア国側の負担事項などが説明された。参加者や実施機関からの大きな反対意見はなかった。

また、本事業の準備調査の第一回現地調査段階において、JICA調査団は環境社会配慮調査の現地再委託調査の契約を現地コンサルタント会社(2社: IEE・IEIA調査とRAP調査)と結び、これら調査のタイトな工程等に対し、MOEへの要求レポート作成への円滑な対応を行った。これら2社の環境及び社会調査の公聴会をそれぞれ2回ずつ計4回実施した。事業による影響を受ける人々への環境社会のステークホルダー会議の結果は、

「2.2.3.1.11 ステークホルダー協議」に、また社会配慮の住民協議の結果は「2.2.3.2.10 住民協議」に記述する。工事実施前には、公聴会を通して本事業の内容、各工事工程の詳細が住民に説明される予定である。

2.2.3.1.6 環境社会配慮調査の TOR

前節にて検討したスコーピング案に関して、B 評価以上の項目について必要な事象の調査のための委託事項 (Terms of Reference : TOR) を下表に示す。

なお、カンボジア国の法制度は、JICA 環境社会配慮ガイドラインに示す戦略的環境評価について特に求めている。本事業では、早期の情報公開を通し、一連のプロジェクトフェーズ段階、そして準備調査に係る情報のステークホルダーへの公開を行う予定である。

表 R 2.2.58 IEE (IEIA) の TOR

	項目	必要となる内容	情報源及び手法
1	序言	<ul style="list-style-type: none"> 事業概要: 事業背景の概略、事業の理由、事業地の概要 IEIA (IEE) レポートの目的 手法及び調査の目的: 情報、必要な情報、情報収集 手法、情報分析 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査
(人の健康や安全への影響及び自然環境への影響)			
2.	大気汚染・粉塵の発生	<ul style="list-style-type: none"> 環境基準値の確認 工事中の影響範囲の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
3.	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 環境基準値の確認 影響範囲の把握 工事中の影響範囲の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 現地踏査 工事に対する情報収集及び確認
4.	事故	<ul style="list-style-type: none"> 交通安全対策 交通法規、業界取組み 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
5.	排水系統の変更	<ul style="list-style-type: none"> 工事期間中の一時的な排水管の不通や切回し 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
6.	建設廃棄物・余剰土処理	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し可能な土工材は、仮置き場にストックしておく。 埋戻しに不適な発生土は指定された土捨て場に運搬し、適切に処分を行う。 鋼製型枠等は、再利用を適宜行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
7.	土壌侵食と斜面崩壊	<ul style="list-style-type: none"> 排水管敷設に伴う掘削面に対して、鋼矢板やトレンチシートなど土留め機材等で適切な仮設を設ける。 特に軟弱な地盤や砂地盤に対する仮設の設計や施工には留意する。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
(社会環境)			
8.	非自発的住民移転 (住民移転・用地取得)	<ul style="list-style-type: none"> Tuol Kork 地区の排水路管敷設工事において、2カ所の建物及び用地取得が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 用地取得及び住民移転実施計画 (Land Acquisition and Resettlement Action Plan、以下「LARAP」と記す。)調査に関する情報収集及び内容確認
8.	開発による社会インフラ・社会サービスへの影響	<ul style="list-style-type: none"> 交通安全対策 交通法規、業界取組み等 (必要なら仮設アクセスの設置) 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
9.	道路周辺の安全	<ul style="list-style-type: none"> 交通安全対策 (交通安全のための誘導、標識の設置、迂回路や掲示板の設置、交通整理人員の配置など) 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認

項目	必要となる内容	情報源及び手法
10. 道路交通・車両運行	<ul style="list-style-type: none"> 交通安全対策（交通安全のための誘導、標識の設置、迂回路や掲示板の設置、交通整理人員の配置など） 交差点など、交通量の多い箇所では夜間工事も考慮する。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
11. HIV/AIDS等の感染症	<ul style="list-style-type: none"> 標記感染症に対する適切な予防策や啓発ガイダンスを建設作業員に行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
12. 生計・収入	<ul style="list-style-type: none"> 商店舗、レストランなどの周辺においては、店へのアクセスに支障がないよう留意する。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
13. 住民参加 ステーキホルダー会議	<ul style="list-style-type: none"> パブリックコンサルテーションの報告書 	<ul style="list-style-type: none"> ステーキホルダー会議報告書
(まとめ)		
14. 結論及び提言	環境社会経済的な影響を最小限にする環境影響評価の結論	実施機関との協議により暫定的な対応策をまとめ提案をする

2.2.3.1.7 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）

前節で作成した TOR に従い作成した調査結果について下表に整理する。

表 R 2.2.59 環境社会配慮調査結果

影響評価	調査結果																																															
大気汚染	<p>カンボジア国の環境基準及び2014年計測値を以下に示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>観測項目 (単位)</th> <th>CO (mg/m³)</th> <th>NO2 (mg/m³)</th> <th>SO2 (mg/m³)</th> <th>TSP (mg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>カンボジア国の基準</td> <td>20</td> <td>0.1</td> <td>0.3</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>2014年観測値</td> <td>3.87</td> <td>0.071</td> <td>0.027</td> <td>0.169</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：MOE</p> <p>一方、2016年に本事業対象地域で大気を計測した結果をベースラインの参考値として下表に示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Parameters</th> <th rowspan="2">Unit</th> <th rowspan="2">Cambodian Standards⁽ⁱ⁾, 24h</th> <th colspan="2">Measurement Results</th> </tr> <tr> <th>at Kunthak Bopha Hospital, Wat Phnom Northern. date July 20-21, 2016</th> <th>at Gasoline (Tela) station Toul Kork, date July 21-22, 2016</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carbon Monoxide (CO)</td> <td>mg/m³</td> <td>20⁽ⁱⁱ⁾</td> <td>12.88</td> <td>8.44</td> </tr> <tr> <td>Nitrogen Dioxide (NO2)</td> <td>mg/m³</td> <td>0.1</td> <td>0.028</td> <td>0.025</td> </tr> <tr> <td>Sulfur Dioxide (SO2)</td> <td>mg/m³</td> <td>0.3</td> <td>0.022</td> <td>0.018</td> </tr> <tr> <td>Total Suspended Particles (TSP)</td> <td>mg/m³</td> <td>0.33</td> <td>0.285</td> <td>0.243</td> </tr> <tr> <td>PM10</td> <td>mg/m³</td> <td>-</td> <td>0.149</td> <td>0.126</td> </tr> </tbody> </table> <p>脚注: There was heavy rain at 12:30 pm during measurement. ⁽ⁱ⁾ Sub-decree No.42, on Air Pollution Control and Noise Disturbance, Annex 1: Ambient Air Quality Standard ⁽ⁱⁱ⁾ 8hs. average 出典: JICA Survey Team, MOE's laboratory, the IEIA report on Phase IV, 2016.</p>	観測項目 (単位)	CO (mg/m ³)	NO2 (mg/m ³)	SO2 (mg/m ³)	TSP (mg/m ³)	カンボジア国の基準	20	0.1	0.3	0.33	2014年観測値	3.87	0.071	0.027	0.169	Parameters	Unit	Cambodian Standards ⁽ⁱ⁾ , 24h	Measurement Results		at Kunthak Bopha Hospital, Wat Phnom Northern. date July 20-21, 2016	at Gasoline (Tela) station Toul Kork, date July 21-22, 2016	Carbon Monoxide (CO)	mg/m ³	20 ⁽ⁱⁱ⁾	12.88	8.44	Nitrogen Dioxide (NO2)	mg/m ³	0.1	0.028	0.025	Sulfur Dioxide (SO2)	mg/m ³	0.3	0.022	0.018	Total Suspended Particles (TSP)	mg/m ³	0.33	0.285	0.243	PM10	mg/m ³	-	0.149	0.126
観測項目 (単位)	CO (mg/m ³)	NO2 (mg/m ³)	SO2 (mg/m ³)	TSP (mg/m ³)																																												
カンボジア国の基準	20	0.1	0.3	0.33																																												
2014年観測値	3.87	0.071	0.027	0.169																																												
Parameters	Unit	Cambodian Standards ⁽ⁱ⁾ , 24h	Measurement Results																																													
			at Kunthak Bopha Hospital, Wat Phnom Northern. date July 20-21, 2016	at Gasoline (Tela) station Toul Kork, date July 21-22, 2016																																												
Carbon Monoxide (CO)	mg/m ³	20 ⁽ⁱⁱ⁾	12.88	8.44																																												
Nitrogen Dioxide (NO2)	mg/m ³	0.1	0.028	0.025																																												
Sulfur Dioxide (SO2)	mg/m ³	0.3	0.022	0.018																																												
Total Suspended Particles (TSP)	mg/m ³	0.33	0.285	0.243																																												
PM10	mg/m ³	-	0.149	0.126																																												
騒音	<ul style="list-style-type: none"> カンボジア国の騒音環境基準を以下に示す。 カンボジア国の MOE によれば、計測騒音データは全くない。 <p>公共施設・住宅地域における騒音の最大標準値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">場所</th> <th colspan="3">計測時間帯 (dB)</th> </tr> <tr> <th>6:00-18:00 (午前6時～午後6時).</th> <th>18:00-22:00 (午後6時～午後10時).</th> <th>22:00-6:00 (午後10時～午前6時).</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>閑静な地区 病院、図書館、学校、幼稚園</td> <td>45</td> <td>40</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>居住地区</td> <td>60</td> <td>50</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table>	No.	場所	計測時間帯 (dB)			6:00-18:00 (午前6時～午後6時).	18:00-22:00 (午後6時～午後10時).	22:00-6:00 (午後10時～午前6時).	1.	閑静な地区 病院、図書館、学校、幼稚園	45	40	35	2.	居住地区	60	50	45																													
No.	場所			計測時間帯 (dB)																																												
		6:00-18:00 (午前6時～午後6時).	18:00-22:00 (午後6時～午後10時).	22:00-6:00 (午後10時～午前6時).																																												
1.	閑静な地区 病院、図書館、学校、幼稚園	45	40	35																																												
2.	居住地区	60	50	45																																												

影響評価	調査結果																																																																																																		
	ホテル、官公庁、住宅																																																																																																		
	3. 商業・サービス業の混在地区	70	65	50																																																																																															
	4. 小規模工場と住宅の混在地区 Small	75	70	50																																																																																															
	出典: Sub-decree No.42 ANK/BK The Control of Air Pollution and Noise Disturbance, the Royal Government of Cambodia、2000 MOE																																																																																																		
	<ul style="list-style-type: none"> 参考値として、本事業対象域内における騒音の実計測値を下表に示す。 																																																																																																		
	<p style="text-align: center;">騒音観測値（本事業対象域、2016年）</p> <table border="1" data-bbox="339 481 1273 757"> <thead> <tr> <th>Time</th> <th>Cambodian Standard^(*), dB(A)</th> <th>Result, dB(A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016</td> </tr> <tr> <td>Day (6:00 - 19:00)</td> <td>70</td> <td>63-66</td> </tr> <tr> <td>Evening (19:00 - 23:00)</td> <td>65</td> <td>58-65</td> </tr> <tr> <td>Night (23:00 - 6:00)</td> <td>50</td> <td>55-64</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Station 2: at Tela Station, Toul Kork date July 21-22, 2016</td> </tr> <tr> <td>Day (6:00 - 19:00)</td> <td>70</td> <td>68-75</td> </tr> <tr> <td>Evening (19:00 - 23:00)</td> <td>65</td> <td>59-67</td> </tr> <tr> <td>Night (23:00 - 6:00)</td> <td>50</td> <td>53-68</td> </tr> </tbody> </table> <p>脚注: (*) Sub-Decree on Air Pollution Control and Noise Disturbance, Annex 6: Maximum permitted noise in public and residential area, point 3 Commercial and service areas and mix. Refer to Table R 1.1.11 & Table R 1.1.12. 出典: JICA Survey Team, MOE's laboratory, the IEIA report on Phase IV, 2016.</p>				Time	Cambodian Standard ^(*) , dB(A)	Result, dB(A)	Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016			Day (6:00 - 19:00)	70	63-66	Evening (19:00 - 23:00)	65	58-65	Night (23:00 - 6:00)	50	55-64	Station 2: at Tela Station, Toul Kork date July 21-22, 2016			Day (6:00 - 19:00)	70	68-75	Evening (19:00 - 23:00)	65	59-67	Night (23:00 - 6:00)	50	53-68																																																																				
Time	Cambodian Standard ^(*) , dB(A)	Result, dB(A)																																																																																																	
Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016																																																																																																			
Day (6:00 - 19:00)	70	63-66																																																																																																	
Evening (19:00 - 23:00)	65	58-65																																																																																																	
Night (23:00 - 6:00)	50	55-64																																																																																																	
Station 2: at Tela Station, Toul Kork date July 21-22, 2016																																																																																																			
Day (6:00 - 19:00)	70	68-75																																																																																																	
Evening (19:00 - 23:00)	65	59-67																																																																																																	
Night (23:00 - 6:00)	50	53-68																																																																																																	
振動	<ul style="list-style-type: none"> カンボジア国の振動環境基準はない。 カンボジア国の MOE によれば、計測振動データは全くない。 本事業地域内において騒音の計測を行った。騒音ベースラインの参考として下表に示す。 <p style="text-align: center;">振動観測値（本事業対象域、2016年）</p> <table border="1" data-bbox="367 1039 1246 1263"> <thead> <tr> <th>Time</th> <th>Japanese Standard^(**), dB(A)</th> <th>Result, dB(A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">Station 1: at Kunthak Bopha, date July 20-21, 2016</td> </tr> <tr> <td>Day (6:00 - 18:00)</td> <td>65</td> <td>25-32</td> </tr> <tr> <td>Night (23:00 - 6:00)</td> <td>60</td> <td>22-31</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Station 2: at Tela Station, date July 21-22, 2016</td> </tr> <tr> <td>Day (6:00 - 18:00)</td> <td>65</td> <td>21-27</td> </tr> <tr> <td>Night (23:00 - 6:00)</td> <td>60</td> <td>17-25</td> </tr> </tbody> </table> <p>脚注: (**) Environmental Quality Standard of Japan 出典: JICA Survey Team, MOE's laboratory, the IEIA report on Phase IV, 2016.</p>				Time	Japanese Standard ^(**) , dB(A)	Result, dB(A)	Station 1: at Kunthak Bopha, date July 20-21, 2016			Day (6:00 - 18:00)	65	25-32	Night (23:00 - 6:00)	60	22-31	Station 2: at Tela Station, date July 21-22, 2016			Day (6:00 - 18:00)	65	21-27	Night (23:00 - 6:00)	60	17-25																																																																										
Time	Japanese Standard ^(**) , dB(A)	Result, dB(A)																																																																																																	
Station 1: at Kunthak Bopha, date July 20-21, 2016																																																																																																			
Day (6:00 - 18:00)	65	25-32																																																																																																	
Night (23:00 - 6:00)	60	22-31																																																																																																	
Station 2: at Tela Station, date July 21-22, 2016																																																																																																			
Day (6:00 - 18:00)	65	21-27																																																																																																	
Night (23:00 - 6:00)	60	17-25																																																																																																	
水質 (本事業のスコーピングには含まれないが、将来の施設の維持管理の参考に関連する項目としてここに記載する)	<p>DOE の水質モニタリング結果に基づき、Tonle Sap 川の観測値（2010年～2013年）を下表に示す。</p> <p style="text-align: center;">Tonle Sap 川の水質モニタリング結果（最小値、最大値、平均値）</p> <table border="1" data-bbox="344 1413 1267 1664"> <thead> <tr> <th rowspan="2">位置</th> <th rowspan="2"></th> <th>pH</th> <th>TSS</th> <th>BOD</th> <th>COD</th> <th>T-N</th> <th>T-P</th> <th>Cr6+</th> </tr> <tr> <th>(-)</th> <th>(mg/l)</th> <th>(mg/l)</th> <th>(mg/l)</th> <th>(mg/l)</th> <th>(mg/l)</th> <th>(mg/l)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Tonle Sap River</td> <td>最小</td> <td>6.49</td> <td>22.0</td> <td>0.2</td> <td>1.4</td> <td>0.08</td> <td>0.02</td> <td>not detected</td> </tr> <tr> <td>最大</td> <td>8.24</td> <td>474.0</td> <td>6.5</td> <td>9.3</td> <td>8.11</td> <td>0.50</td> <td>0.320</td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>7.32</td> <td>106.5</td> <td>2.3</td> <td>4.5</td> <td>1.23</td> <td>0.11</td> <td>0.027</td> </tr> <tr> <td colspan="2">基準値</td> <td>6.5-8.5</td> <td><100</td> <td><10</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td><0.005</td> </tr> </tbody> </table> <p>本事業は水質に直接影響するものではないが、カンボジア国 MOE の指示に基づき、事業完了後、排水管吐口の汚水の水質をモニタリングすることを目的に事業前の水質ベースラインを観測することとした。</p> <p style="text-align: center;">排水汚水の観測値（本事業対象域、2016年）</p> <table border="1" data-bbox="300 1839 1313 2040"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">Parameters</th> <th rowspan="2">Unit</th> <th colspan="3">Results of River Water Test</th> <th colspan="2">Results of Sewage</th> </tr> <tr> <th>Cambodian standard 1)</th> <th>R1=S1*</th> <th>R2=S2*</th> <th>Cambodian standard 2)</th> <th>WW1=S3*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>pH</td> <td></td> <td>6-9</td> <td>6.7</td> <td>6.9</td> <td>5-9</td> <td>6.9</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Temperature</td> <td>°C</td> <td><45</td> <td>36</td> <td>29.3</td> <td><45</td> <td>30.2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Electrical Conductivity (EC)</td> <td>µS/cm</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>184</td> <td>-</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Turbidity</td> <td>NTU</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>8.75</td> <td>-</td> <td>22.60</td> </tr> </tbody> </table>				位置		pH	TSS	BOD	COD	T-N	T-P	Cr6+	(-)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	Tonle Sap River	最小	6.49	22.0	0.2	1.4	0.08	0.02	not detected	最大	8.24	474.0	6.5	9.3	8.11	0.50	0.320	平均	7.32	106.5	2.3	4.5	1.23	0.11	0.027	基準値		6.5-8.5	<100	<10	-	-	-	<0.005	No.	Parameters	Unit	Results of River Water Test			Results of Sewage		Cambodian standard 1)	R1=S1*	R2=S2*	Cambodian standard 2)	WW1=S3*	1	pH		6-9	6.7	6.9	5-9	6.9	2	Temperature	°C	<45	36	29.3	<45	30.2	3	Electrical Conductivity (EC)	µS/cm	-	-	184	-	400	4	Turbidity	NTU	-	-	8.75	-	22.60
位置		pH	TSS	BOD			COD	T-N	T-P	Cr6+																																																																																									
		(-)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)																																																																																											
Tonle Sap River	最小	6.49	22.0	0.2	1.4	0.08	0.02	not detected																																																																																											
	最大	8.24	474.0	6.5	9.3	8.11	0.50	0.320																																																																																											
	平均	7.32	106.5	2.3	4.5	1.23	0.11	0.027																																																																																											
基準値		6.5-8.5	<100	<10	-	-	-	<0.005																																																																																											
No.	Parameters	Unit	Results of River Water Test			Results of Sewage																																																																																													
			Cambodian standard 1)	R1=S1*	R2=S2*	Cambodian standard 2)	WW1=S3*																																																																																												
1	pH		6-9	6.7	6.9	5-9	6.9																																																																																												
2	Temperature	°C	<45	36	29.3	<45	30.2																																																																																												
3	Electrical Conductivity (EC)	µS/cm	-	-	184	-	400																																																																																												
4	Turbidity	NTU	-	-	8.75	-	22.60																																																																																												

影響評価	調査結果																							
	5	Dissolved Oxygen (DO)	mg/L	2.0-7.5	1.68	5.89	>1	3.27																
	6	Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	25-100	180	68	<120	77																
	7	Biochemical Oxygen Demand(BOD5)	mg/L	1.0-10	122.40	3.46	<80	38.90																
	8	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	1-8	0.94	-	<100	ND (not detected)																
	9	Oil and Grease	mg/l	-		4.85	<15	7.84																
	10	Nitrate	mg/l	-	6.66	0.42	<20	4.69																
	11	Phosphate (PO4)	mg/l	-	3.26	ND	<6	0.35																
	12	Total Coliform	MPN/100	<5000	9.3x10 ³	2.1x10 ³	-	2.4 x10 ⁴																
脚注: 1) Water quality standard in public areas for bio-diversity conservation for river, lake and reservoir. 2) Effluent standard for pollution sources discharging wastewater to public water area or sewer. Three (3) water sampling locations;																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>*Sample code</th> <th>Location</th> <th>GPS point</th> <th>Remarks</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R1=S1</td> <td>in front of water pumping station Wat Phnom</td> <td>X=491743; Y=1280024</td> <td>Tonle Sap River</td> </tr> <tr> <td>R2=S2</td> <td>Pres Komlong Station</td> <td>X=492484; Y=1278920</td> <td>Tonle Sap River</td> </tr> <tr> <td>WW1=S3</td> <td>Existing sewage pipeline in front of Tela gas Station</td> <td>X=487712; Y=1280337</td> <td>Sewage water in manhole along the main road</td> </tr> </tbody> </table>									*Sample code	Location	GPS point	Remarks	R1=S1	in front of water pumping station Wat Phnom	X=491743; Y=1280024	Tonle Sap River	R2=S2	Pres Komlong Station	X=492484; Y=1278920	Tonle Sap River	WW1=S3	Existing sewage pipeline in front of Tela gas Station	X=487712; Y=1280337	Sewage water in manhole along the main road
*Sample code	Location	GPS point	Remarks																					
R1=S1	in front of water pumping station Wat Phnom	X=491743; Y=1280024	Tonle Sap River																					
R2=S2	Pres Komlong Station	X=492484; Y=1278920	Tonle Sap River																					
WW1=S3	Existing sewage pipeline in front of Tela gas Station	X=487712; Y=1280337	Sewage water in manhole along the main road																					
Sampling and testing done on 15 July 2016. 出典 JICA Survey Team, MOE's laboratory, the IEIA report on Phase IV, 2016.																								
事故	カンボジア国陸域交通法（2006）により、道路交通の秩序と安全の確保、人や動物の生命と環境の保護、人の健康への影響や国家や国民の財産への損害の保護などについての規定がある。一方で、建設工事等に伴う交通サインなどの設置についての規定はないが、建設現場での追い越し禁止事項がある。つまり、ドライバー側の危険回避に対する規定のみがある。																							
排水系統の変更	再委託調査や現地の調査結果を含め、具体的な排水管敷設の施工計画及び設計の準備を行う。																							
建設廃棄物・余剰土処理	本事業の施工計画に則り、土捨て場や建設廃棄物の仮置き場などの仮設計画案を適切に策定すること。																							
土壌侵食と斜面崩壊	排水路管を敷設する際、掘削面の土壌侵食や斜面崩壊を防止する必要がある。そのために本業務を遂行するコントラクターは、適切な防止策を設けなければならない（詳細設計図書に明示すること）。																							
移転・用地収用	Tuol Kork 地区の TK-1 排水機場近くの被影響世帯 2 軒がある。用地収用及び移転が必要。一軒は、不使用の店舗で住人はいない。民地収用及び店舗の移転が生じる。2 軒目は住民の居る住宅で、工事期間中の影響により建物の取壊しと復元が必要となり、建設完了後、住民は復元した建物にて生活が可能である。現地再委託業務でこれら 2 軒の社会経済調査を実施済である。省庁間住民移転委員会(IRC-MEF)及びプノンペン都が住民移転と用地取得に関する実施機関となる。																							
HIV/AIDS 等の感染症	カンボジア国のエイズ拡散防止法（2002 年）では、国内における HIV/AIDS の拡散防止を目的とした IEC（情報、教育、コミュニケーション）活動による正しいエイズ教育の普及、情報の公開の場を設けている。同法において、National AIDS Authority による HIV/AIDS に関するガイドラインの策定及び公開が義務づけられている。																							

2.2.3.1.8 影響評価

前節で実施した環境影響評価調査の結果を踏まえ、スコーピングにおいて実施した影響の考察結果について再評価を行った。結果を下表に示す。

表 R 2.2.60 影響評価の結果

分類	No.	影響項目	スコーピング時点の評価		調査結果に基づく評価		評価理由
			工事前 工事中	運用中	工事前 工事中	運用中	
人への健康や安全への影響	1.	大気汚染	B-	D	B-	D	工事中 ：建設機材の稼働により、一時的ではあるが、大気質の影響が想定される。 運用時 ：大気汚染を発生させる影響項目は存在しない。

分類	No.	影響項目	スコーピング 時点の評価		調査結果に基づく 評価		評価理由
			工事前 工事中	運用中	工事前 工事中	運用中	
及び資源 環境への 影響	2.	騒音・振 動	B-	D	B-	D	工事中 ：建設機材の稼働により、一時的ではあるが、騒音・振動の影響が想定される。 運用時 ：騒音・振動を発生させる影響項目は存在しない。
	3.	水質	D	D	D	D	工事中 ：水質悪化を引き起こす可能性はない。 運用時 ：本事業の完了後は存在しない。なお、乾季に下水が直接 Tonle Sap 川に排出されることはない（インターセプター効果）。雨季は合併式のまま排水管から流出される。
	4.	事故	B-	D	B-	D	工事中 ：施工中の事故の発生、施工に伴う交通規制、工事車両による交通事故の発生などの可能性がある。 運用時 ：運用時における事故の可能性はない。
自然環境	5.	排水系統 の変更	B-	B+	B-	B+	工事中 ：フェーズ III までの施工経験を踏まえ、適切な施工管理計画に則った仮設工事を行うことが可能である。 運用時 ：排水状況は改善される。
	6.	建設廃棄 物・余剰 土処理	B-	D	B-	D	工事中 ：掘削土や余剰土の処理は、適切な施工計画の下、埋め戻しや廃棄を行う必要がある。 運用時 ：本事業の完了後は、廃棄物・余剰土処理は発生しない。
	7.	土壌侵食 と斜面崩 壊	B-	D	B-	D	工事中 ：フェーズ III までの施工経験を踏まえ、鋼矢板やシートパイル等の適切な仮設工事計画に基づく施工を実施するものとする。 運用時 ：本事業の完了後は存在しない。
社会環境	8.	住 民 移 転・用地 取得	B-	D	B-	D	工事中 ：住民移転や用地取得が必要となる建物・場所については、工事着工前に必要な手続きを完了させておく予定。 運用時 ：本事業において移設を想定する建物には住人が居ないため、移転地に移る移転住民は発生しない。
	9.	開発による 社会イン フラ・社 会サービ スへの影 響	B-	B+	B-	B+	工事中 ：工事中は道路交通等への影響が大きい。 運用時 ：本事業完了後は、浸水が軽減され、環境を改善することから、観光等社会サービスに寄与するものと考えられる
	10	道路周辺 の安全	B-	D	B-	D	工事中 ：工事中の道路周辺は、建設機械の稼働により安全性が低下することが予想される。
	11	道 路 交 通・車両 運行	B-	B+	B-	B+	工事中 ：排水管敷設期間中は片側通行止めによって交通往来が規制されるため、関係機関の指示の基に適切な交通整理や車両運行の徹底を図る必要がある。 運用時 ：浸水状況改善に伴い、道路交通も改善されることが期待できる。
	12	HIV/AIDS 等の感 染症	B-	D	B-	D	工事中 ：大規模な工事は想定されないが、カンボジア国ではエイズの感染が比較的高いため、建設作業員の流入により、感染症が広がる可能性がある。

分類	No.	影響項目	スコーピング時点の評価		調査結果に基づく評価		評価理由
			工事前 工事中	運用中	工事前 工事中	運用中	
	13	生計・収入	B-, B+	B+	B-	B+	工事中 ：排水管の敷設工事期間中、道路沿いの住民のアクセスを阻害しないように努める。 運用時 ：本事業は完成後、観光産業の発展とともに生計改善が期待される。
	14	雇用や生活手段	B+	B+	B+	B+	工事中 ：道路の公用地での排水管敷設工事に際して、道路沿いの住宅や商業地へのアクセスがほとんど阻害されることは基本的にはない。しかし、不便さに対しては、事前の住民説明会にて適切な説明を行い、住民の理解を得るようにする。
	15	社会活動への参加	D	B+	D	B+	本事業の運用時には都内の浸水被害が軽減されることにより、社会・経済活動がさらに促進される。
Legend 凡例：		A +/-: 重大な正/負の影響が考えられる B +/-: ある程度の正/負の影響が考えられる C: 正/負の影響程度は不明（将来調査が必要で、影響は調査により解決する可能性あり） D: 影響の可能性はなし					

2.2.3.1.9 緩和策及び緩和策実施のための費用

本事業における環境影響に対する緩和策及び費用について下表に記載する。

表 R 2.2.61 本事業における環境影響に対する緩和策

No.	影響項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用(US\$)
1.	大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> - 現場で使用する建設機材の維持管理を適切に行い、良好な状態を保持する。 - 適切な施工計画に則り、機材の運転を稼働させる。 - カンボジア国の排出基準に適合する機材を選定する。 - 人口密集地であることを考慮し、土砂の運搬に際しては可能な限り住宅地を避けるようにする。 - 使用機材が適切に稼働し基準を遵守可能な状態かどうか、適宜モニタリングを実施する。 	コントラクター	DPWT -PPCC	施工計画及び施工上の工夫による対応のため、費用不要
2.	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> - 夜間工事は極力避ける施工計画とする。やむを得ない場合は、機材に防音カバーで覆うなどの防音対策を施し、周辺住民への配慮をする。 - 周辺住民から苦情があった場合には、工事を中断し、事業者とコントラクターが対応策を協議する。 - フェーズ III において騒音・振動に関するクレームが無かった建設機材の機種の使用を考慮する。 - 監視項目を定め、法令順守の確認で適宜モニタリングを実施する。 	コントラクター	DPWT -PPCC	建設費に含む
3.	水質	<ul style="list-style-type: none"> - 建設機材の維持管理を適切に実施し、現場において良好な状態を保持する。 	コントラクター	DPWT -PPCC	施工計画及び施工上の工夫による対応のため、費用不要
4.	事故	<ul style="list-style-type: none"> - 適切な工事用標識の配置により、交通車両の誘導を行う。 - 交通誘導員を配置し、工事区域周辺における道路での通行車両の適切な誘導を行う。 - 工事車両は速度制限を設け、事故防止に努める。 	コントラクター	DPWT -PPCC	建設費に含む

No.	影響項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用(US\$)
		- 交通渋滞緩和のため、コントラクターは事業者や警察と事前協議を行い、工事時間帯や時間の設定などの緩和対策を講じる。			
5.	排水系統の変更	- 一時的な排水路管の水回しなどは、仮設工事として適切な施工計画等にて検討する。	コントラクター	DPWT-PPCC	仮設費として建設費に含む
6.	建設廃棄物・余剰土処理	- 建設廃土材や余剰土の処理計画を適切な施工計画に従って実行する。 - 廃棄物の最終処分場での処分や、土捨て場の管理等を適切に行う。	コントラクター	DPWT-PPCC	建設費に含む
7.	土壌侵食と斜面崩壊	- 適切な施工計画の基、鋼矢板やトレンチシートパイル等を適切に使用し、土壌侵食や斜面崩壊などを防止する。	コントラクター	DPWT-PPCC	建設費に含む
8.	建物移転・用地取得	- 本事業において2軒の建物移転及び用地収用が発生するが、移転地に移転する住民はいない。(再委託業務でLARAPの調査を実施中) - カンボジア国の法令(GDR-IRC-MEF)及びJICA環境社会配慮ガイドライン(2010年4月)に従い、対象家屋や土地の用地取得及び家屋移転を適切に対処するものとする。	コントラクター	DPWT-PPCC	建設費に含む
9.	開発による社会インフラ・社会サービスへの影響	- 本事業の排水管敷設の工事中において、住宅や商店などへのアクセスに支障が生じないように配慮を行う。 - 必要ならば、仮設アクセス等の設置を行う。	コントラクター	DPWT-PPCC	建設費に含む
10.	道路周辺の安全	- 交通安全のための誘導や標識の設置を行う。特に夜間の工事に留意する。 - また、迂回路とその指示板を設定する。	コントラクター	DPWT-PPCC	建設費に含む
11.	道路交通・車両運行	- 交通量の多い路線で工事を行う際には、迂回路を明確に計画する。またその指示板を設定する。 - 必要ならば交通量の多い交差点においての工事に際しては、夜間工事を実施する。日中は適切な鋼製板を被せるなど、平常の交通を復旧させる。	コントラクター	DPWT-PPCC	建設費に含む
12.	HIV/AIDS等の感染症	- 作業員に対して適切な予防策を指導する。	コントラクター	DPWT-PPCC	コントラクター自身による対応のため費用不要
13.	生計・収入	- 工事中により、生計・収入に影響が発生しないようアクセス等の設置を行う。	コントラクター	DPWT-PPCC	建設費に含む
14.	雇用や生活手段	- 道路の公用地での排水管敷設工事に際して、道路沿いの住宅や商業地へのアクセスがほとんど阻害されることは基本的にない。しかし、不便さに対しては、事前の住民説明会にて住民への適切な説明を行い、理解を得るようにする。	コントラクター	DPWT-PPCC	建設費に含む
15.	社会活動への参加	- 運用時には本事業により都内の浸水被害が軽減されるため、社会・経済活動が促進される。	コントラクター	DPWT-PPCC	建設費に含む

2.2.3.1.10 環境管理計画・モニタリング計画（実施体制、方法、費用など）

次表にモニタリング計画案を示す。

表 R 2.2.62 モニタリング計画案

環境項目	項目	地点	頻度	参照基準	責任機関	費用
工事前 (WP : ワットプノン北側エリア、TK : トルコーク地域)						
騒音・振動	騒音・振動レベル	2 地点 (TK:1 地点、 WP:1 地点)	一回	カンボジア国 環境基準法	再委託業者	本協力準備 調査で実施 済み
大気質	CO, NO2, SO2	-	-	カンボジア国 環境基準法	MOE 既往調査文 献	-
水質 (現況の 下水及び河 川等より採 水)	排水基準 10 項目 (*1)	3 地点 (TK:1 地点、サップ 川排水箇所:2 地点)	一回	カンボジア国 環境基準法	再委託業者	本協力準備 調査で実施 済み
工事中 (WP : ワットプノン北側エリア、TK : トルコーク地域)						
大気質	CO, NO2, SO2	2 地点 (TK:1 地点、 WP:1 地点)	毎月	カンボジア国 環境基準法	コントラク ター	建設費に含 む
騒音・振動	騒音・振動レベル		毎月	カンボジア国 環境基準法	コントラク ター	建設費に含 む
水質	排水基準 10 項目 (*1)	3 地点 (TK:1 地点、サップ 川排水箇所:2 地点)	毎月	カンボジア国 環境基準法	コントラク ター	建設費に含 む
廃棄物	コンクリート・ 残土処理等が適 切に処理されて いるかの確認	各工事現場 処理場	毎月	カンボジア国 環境基準法	コントラク ター	現場踏査に よる確認の ため不要
生態系 (動植物相)	工事計画におけ る貴重な動植物 の有無の確認	工事実施地 点周辺の動 植物	一回	カンボジア国 環境基準法	コントラク ター	建設費に含 む
雇用・生活手 段等の地域 経済	工事現場周辺付 近の企業、商店 の営業活動	各工事現場	一回 (現場毎)	JICA ガイド ライン (2010 年)	コントラク ター	現場踏査に よる確認の ため不要
交通状況 (既 存の社会イン フラや社会サ ービス)	交通阻害の発生 の有無について 現場の視察を行 う。	工事実施地 点への接続 道路、またそ の周辺	週一回、ま たは現場の 移動毎	カンボジア国 陸域交通法	コントラク ター	建設費に含 む
HIV	感染症に対する 基礎的知識や対 応方法の講習に 関する実施状況	工事現場付 近あるいは 飯場付近	週一回、ま たは現場の 移動毎	カンボジア国 HIV 拡散防止 法	コントラク ター	コントラク ターの自社 負担のため 費用不要
労働環境	安全管理講習や 作業安全喚起の 実施状況	工事現場付 近あるいは 飯場付近	週一回、ま たは現場の 移動毎	カンボジア国 労働法	コントラク ター	コントラク ターの自社 負担のため 費用不要
事故	事故の発生の有 無に関する現場 の視察	工事現場地 点	週一回、ま たは現場の 移動毎	カンボジア国 労働法	コントラク ター	コントラク ターの自社 負担のため 費用不要
運用時						
水質	排水基準 10 項目 (*1)	3 地点 (TK:1 地点、サップ 川排水箇所:2 地点)	半年毎 (運 用開始後 1 年間)	環境基準 (カンボジア 国)、	DPWT-PPCC	建設費に含 む

(*1)排水基準 10 項目 : pH, turbidity, conductivity, TSS, DO, BOD5, NO3, PO4, total coliform, oil & grease

2.2.3.1.11 ステークホルダー協議

JICA 調査団は、現地調査段階においてプロジェクトに関する IEIA に関するステークホルダー協議の実施をカンボジア側へ要請し、カンボジア側はステークホルダー協議を 2 回実施した。以下にそれらの概要を示す。

表 R 2.2.63 プノンペン都におけるステークホルダー協議 (Stakeholder Meeting : SHM) の概要

開催日時 開催場所	対象者 内容	結果	本事業における対応
<p>The First Stakeholder Meeting (SHM) Grand total numbers of participants Male=41 Female=54 Total= 95</p> <p>場所 : <u>Khan Wat Phnom</u> Sangkat Srah Chork 日時 : 2016 年 7 月 29 日 Male=11 Female=14 Total=25</p> <p>Village 10 8 月 1 日 Village 8, Sangkat Wat Phnom 8 月 3 日 Village 10 Male=7 Female=8 Total= 15</p> <p>場所 : <u>Khan Tuol Kork</u> Sangkat Boeungkok I 8 月 5 日 Village 8 Male=13 Female=22 Total= 35</p> <p>8 月 8 日 Village 4 Sangkat Boeungkok II 8 月 10 日 Village 6 8 月 11 日 Village 26 Male=10 Female=10 Total= 20</p>	<p><u>Khan Wat Phnom</u> <u>Sangkat Srah Chork</u> Total 25 participants were joined in the meeting, comprising local authorities, JICA Survey Team, and 14 women local people in the Project area.</p> <p><u>Sangkat Wat Phnom</u> Total 15 participants were joined in the meeting, comprising local authorities, JICA Survey Team, and 8 women local people in the Project area.</p> <p><u>Khan Tuol Kork</u> Sangkat Boeungkok I Total 35 participants were joined in the meeting, comprising local authorities, JICA Survey Team, and 22 women local residents in the area</p> <p>Sangkat Boeungkok II Total 20 participants were joined in the meeting, comprising local authorities, JICA Survey Team, and 10 women residents in the area</p> <p>Local governments : 29/7/2016: Sangkat Sras Chork - 1st Deputy Chief of Sangkat - Chief of village 10 - Member of Village 8 - Member of Village 11</p> <p>02/8/2016 Sangkat Boeung kok I (BKK1) - Chief of Sangkat, BKK1 - Chief of village 8, BKK1 - Chief of Village 4, BKK1 Sangkat Boeung kok II (BKK2) - Chief of Sangkat</p> <p>03/8/2016 Director Department of Women Affair Phnom Penh</p> <p>04/8/2016 Director Department of Planning of PPCC</p>	<ul style="list-style-type: none"> Description of the background of the Japan Grant Aid/ JICA Project and its current situation with 3 phases since 2001, Phase 1 to Phase 3. Necessity of Phase 4 . For public notice, it is informed that the measurements of air quality, noise/vibration and water quality start in July 2016 in the Project area. <u>Questions and Answers :</u> 本事業を歓迎する。一方で、影響は最小限にとどめて欲しい。 早期の事業実施を進めて欲しい。 掘削中は、近辺の住民への安全性に気を配って欲しい。 また、管の埋設後、速やかに埋め戻して欲しい。 工事中の交通の渋滞や住民の安全のために、早く開削工事を終えて欲しい。 地元住民の JICA 事業への希望として、住民の下水路を事業の排水路に接続して欲しい。 事業の工事を開始する前に、事前の情報を住民に開示して欲しい。 	<p>本事業の影響については、施工中の緩和策を講じることにより、負の影響を最小限に低減する対策を講じる。</p> <p>特に排水暗渠の施工時において、鋼板による掘削場所のカバーや、住宅・商業施設へのアクセスを確保することで影響を最小限に抑える計画である。また、廃棄物への対応、清掃についてはコントラクターへの指示を徹底する。</p>
The	Deputy Governor, PPCC	<ul style="list-style-type: none"> Welcome speech by the Governor. 	本事業の影響について

開催日時 開催場所	対象者 内容	結果	本事業おける対応
<p>Second SHM</p> <p>場所： <u>Phnom Penh Capital Hall</u></p> <p>2016年11月24日</p> <p>Numbers of participants Male=14 Female=2 Total=16</p>	<p>DPWT-PPCC DOE-PPCC DOP-PPCC DOWRAM-PPCC DLMUPC-PPCC Administration Division-PPCC Urbanization Division-PPCC Waste Management Division-PPCC Chiefs of Local Authorities</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction and objectives of the 2nd public consultation • Necessity of Phase IV Project • Presentation on the draft IEIA/IEE results • Discussion and comments by participants and related government offices on the draft IEIA report. • Discussion on the negative impacts on the proposed Phase IV Project. • Conclusion and closing remarks <p>• Questions and Answers :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 本事業の工事現場において、下水管敷設工事を適切に完了して欲しい。 - 建設を行うコントラクターは詳細な工事計画を立て、地元住民に適切に説明すべきである。工事の場所、期間、作業時間、作業内容などである。 - コントラクターはカンボジア国の法規に従った工事をすべきであり、国内の環境法規にも準拠すべきである。 - 一般住民の侵入防止・事故防止のために工事現場を囲い、必要な交通標識や迂回路を設けるべきである。 - コントラクターはMOEの騒音・振動の法規を遵守すべきである。 - コントラクターは、掘削土の運搬処理車両（トラック）の管理を徹底すべきである。前のフェーズの実施において、掘削土の処理運搬中に、掘削土が道路に残っていたりした。残土処理の運搬には気を使って欲しい。 - 観光地である Wat Phnom 地区では、現場における工事車両の管理に十分注意を払って欲しい。 - また、本事業対象地区における樹木の取り扱いには十分注意してほしい。 - コントラクターは、作業員がトンレサップ川に廃棄物を投棄しないよう指導してほしい。 - Chaktokmuk 地区や Toul Kork 地区において下水臭があるため下水処理場を提案したい。 - (DPWT からの回答) トンレサップ川沿いには地下貯留槽を設け、排水管路からの雨水排水のピーク流量を一部カットして貯留し、ポンプ排水容量を軽減する目的を持っている。また、各排水機場にはごみを集積除去する除塵スクリーン設備があり DPWT が維持管理している。さらに、プノンペン都では機場の排水システムとして、乾季において現在、サップ川に放流されている汚水を遮集する遮集管を Wat Phnom 北側地区に計画設計する。雨季において汚水は雨水とともにサップ川に放流する。 - (質問の回答) 本事業主体はプノンペン都であり、DPWT-PPCC は実施機関である。 	<p>では、以下の施工中の緩和策を講じることにより、負の影響を最小限に低減する対策を講じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 施工時における騒音・振動については、必要に応じて機材に防音カバーで覆うなどの防音対策を施し、周辺住民への配慮を行う。 • 万一、周辺住民から苦情が生じた場合には工事を中断し、事業者とコントラクターが対応策を協議する。 • 過去のフェーズにおいて騒音・振動に関するクレームが無かった建設機材の機種の使用を考慮する。 • 監視項目を定め、法令順守の確認で適宜モニタリングを実施する、などにより、影響を最小限に抑える計画である。 • 土捨て場の管理を適切に行い、廃棄物への対応、清掃についてはコントラクターへの指示を徹底する。



第1回公聴会（地域住民）
2016年8月8日、ボーエンコック2地区



第2回公聴会（関係機関）
2016年11月24日、プノンペン都庁

写真 R 2.2.5 環境社会配慮の公聴会の様子

2.2.3.2 用地取得・住民移転

本事業では、トルコーク地域の排水改善システム整備に伴い、最大で約 20 世帯の住民移転が想定されていたが、現地調査の結果に基づき排水施設の構成を検討し直した結果、被影響世帯は2軒（うち1軒は空き店舗であり居住者はいない）に軽減された。また、これら被影響世帯の住民移転地への移転は行われず、1箇所用地取得と一軒の工事中における一時移転のみとすることができた。

住民移転・用地取得についてはカンボジア国の住民移転制度に沿い、かつ JICA 環境社会配慮ガイドラインに沿った手続きが必要であることを説明し、合意を得た。本調査の現地再委託により、簡易住民移転計画案の作成を行い、簡易住民移転計画の作成支援を行った。

2.2.3.2.1 用地取得・住民移転の必要性

事業の実施に伴い発生すると想定される住民移転については、「2.2.3.1.4 代替案の比較検討」において記述したとおり住民移転数の最小化を図った結果、影響軒数を約 20 軒から 2 軒とすることができた。ボックスカルバート敷設期間中に一時的な住民移転が1軒生じるものの、本事業における恒久的な住民移転は生じない。本事業における被影響住民の住民移転地への恒久的な移転は行われず、金銭等の補償・手当以外に生活再建策や移転地の整備は不要となった。

ワットプノン北側エリアにおける排水管敷設及び排水機場 No.6 の建設は、全て公用地 (Right-of-Way、以下「ROW」と記す。) 内において工事の実施が可能である。一方、トルコーク地域においても、排水施設の敷設は道路の管理者用地内 (ROW) での実施が可能であるが、一部、排水機場 (TK-1) 近くの民間地の被影響世帯が2軒生じた。一軒は民地の収用及び店舗建物の撤去であり、もう一軒は排水機場 (TK-1) 直前のボックスカルバート敷設工事現場に隣接する一般住宅であり、住宅建物への工事の影響を緩和のために、住宅住民の安全確保のための一時移転の補償補填である。次表に本事業によって生じる用地取得及び住民移転の結果を纏める。

表 R 2.2.64 本事業における用地取得と移転

本事業 対象地域	用地取得			住民移転
	排水管／カルバートの敷設	地下貯留槽	排水機場	
ワットプノン 北側エリア	ROW	ROW	ROW	住民移転 なし
トルコーク地 域	ROW 及び 2 軒の被影響世帯 (AH-1,2) - AH-1: 民間用地の収用 (約 63 m ²) と鉄骨 2 階建 造りの建造物撤去 - AH-2: 工事期間中の一時的な土地借用、安全な 場所への住民の一時避難移転及び建物の取壊し と再建の補償	なし	なし	AH-2 の住 民は工事 期間中に 一時的に 移転する。

2.2.3.2.2 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

(1) 法制度

住民移転と用地取得に関する法体制は次表に示すとおりである。

表 R 2.2.65 住民移転と用地取得の法制度

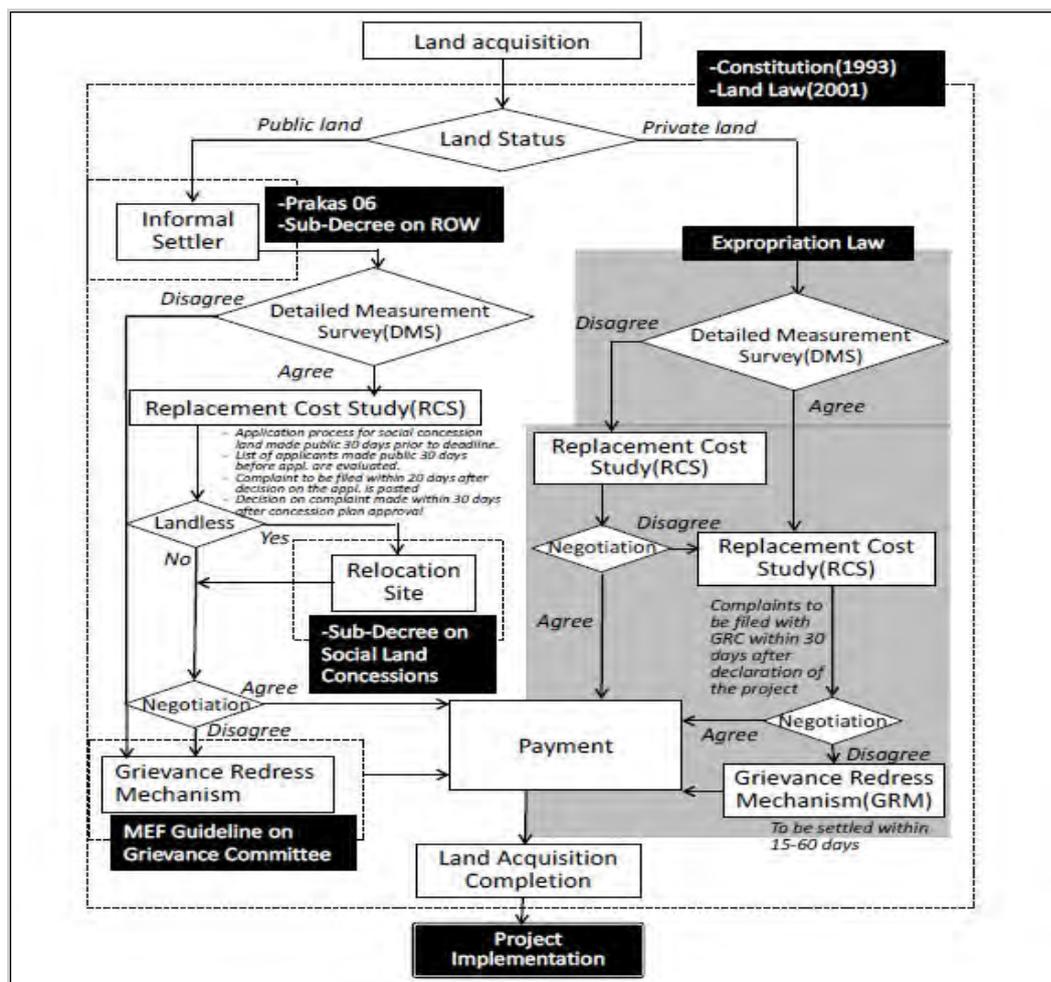
No.	法令	内容
1.	土地法 NS/RKM/0801/14, 2001, Land Law (August 30, 2001)	本法は土地所有権の保護、土地の分配と管理 について規定している。個人・公共の所有権、 所有権の取得、個人所有権の体制、所有権の 形態、証人としての不動産使用、地籍簿、罰 則及び最終規定の 8 項目で構成されている。
2.	不使用地の課税にかかる省令 No. 224 in 1996 Ministry of Economy and Finance, Prakas (Declaration) on Collection of Tax on Unused Land (1996)	本省令は下記に属さない課税対象となる不 使用地を定義している。
3.	国有地管理にかかる省令 No. 118 in 2005, Anukret (Sub-decree) on State Land Management (2005)	本副法令は国有地管理の枠組みを規定して おり 11 章、33 条で構成されている。
4.	国有並びに公共企業の財産の再分類にかかるガイドライ ンと原則の提供にかかる勅令 Royal Decree NS/RKT/0806/339, 2006, on Provisional Guidelines and Principles Regarding the Reclassification of State Public Properties and of Public Entities (8 August 2006)	本勅令は、国家と法的企業の公的財産の移転 に関わる原則と経過規定を定めている。
5.	国有並びに公共企業の財産の再分類にかかる規則と手続 きにかかる副法令 Anukret (Sub-decree) No. 129/ANK.BK, 2006 on Rules and Procedures for Reclassification of State Public Properties and Public Entities (2006)	本副法令は首相によって署名され国家公有 地の変更（再分類）には 2006 年の勅令に従 うこととなっている。
6.	土地収用法 No. NS/RKM/0210/003, Expropriation Law (February 26, 2010)	本法はカンボジア国における公共インフラ 施設の建設、改修及び拡張のための原則、機 能、補償及び手続きを定義している。
7.	国有地の違法占拠に関する通達 Circular (Letter) No. 02 S.R 2007, related to illegal occupation of state land (February 22, 2007)	本通達は国有地内の不法占拠者の対応に関 わる原則的方針を規定し、土地法 (2001) を 補足している。
8.	都市部、市街地における違法建築物の贈与に関する通達 Circular (Letter) No. 03 SR 2010, Circular on Settlement of illegal construction on state land in cities and urban areas	本通達は国有地における不法な建築物対策 を目的としている。
9.	無秩序な土地の不法占拠取締りに関する省令 Sechkdey Prakas (Declaration) No. 06 BRK 1999 on the Measure of Eliminating Anarchical Land Encroachment	本省令は土地の不法占拠に対して政府機関 が取るべき対策を提示している。
10.	開発事業における住民移転実施の手続きに関する通達 Circular (Letter) No. 06 SR 2015 on Procedure to Implement Resettlement of Development Projects	本通達は A.事業実行可能性調査段階、B.移転 計画実施段階、C.移転計画実施後段階で必要 な実施機関の活動を提示している。

出典: 「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト、ファイナルレポート、2016 年 12 月 JICA」

(2) 用地取得に係る法的枠組み

民有地の用地取得は、土地収用法（2010）に従う。用地取得のフローを次図に示す。同法の 22 条において規定されているように補償額は収用事業の宣言の発行日における市場価格または再取得価格を基に決定される。市場価格または再取得価格は、収用委員会によって指名され独立した委員会または機関によって決められる。収用法（2010）は、カンボジア国における公共のインフラ施設の建設、改修、拡張に関連した私有財産の収用のための原則、仕組み、補償及び手続きを定義している。収用委員会は中央政府のレビュー、承認に供するため収用事業プロポーザルを作成する。同法の 22 条において規定されているように補償額は収用事業の宣言の発行日における市場価格または再取得価格を基に決定される。市場価格または再取得価格は、収用委員会によって指名され独立した委員会または機関によって決められる。

また、政府の事業の場合、収用手続きは法律に従って実施される。収用委員会は経済財政省からの代表が長を務め、他の関係省庁の代表によって構成される。収用委員会は、都・州または市の首長が長を務め、関連する特別専門局の代表によって組織される。



出典: Ministry of Economy and Finance (MEF), 2012, Basic Resettlement Procedure

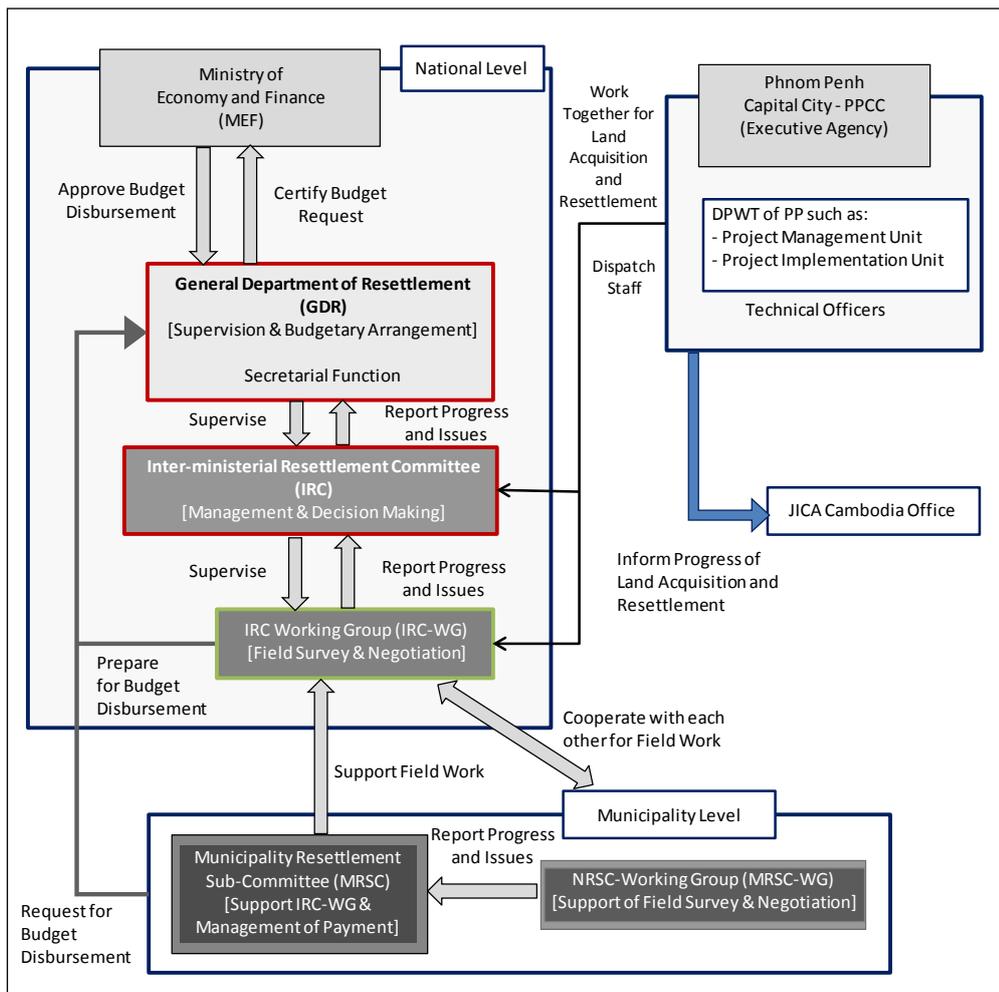
図 R 2.2.27 土地収用のフロー

(3) 住民移転に係る法的枠組み

プロジェクトにより住民移転が発生した場合、実施機関であるプノンペン都は、経済財政省に対して、住民移転対応方針を検討する省庁間住民移転委員会（Inter-ministerial Resettlement Committee、以下「IRC」と記す。）の設置を要求する。住民移転の法的な流れを図 R 2.2.28 に示す。

IRC とプノンペン都は、本事業の住民移転に関して密接に連携を取ることが要求され、また関連機関であるプノンペン都内の都住民移転委員会—作業部会（Municipality Resettlement Sub-Committee、以下「MRSC-WG」と記す。）や省庁間の省庁間住民移転委員会—作業部会（IRC-WG）を設置し、住民移転の解決を図る。

ARAP の準備や実施については、DPWT は事業実施ユニット（Project Implementation Unit、以下「PIU」と記す。）を設け、IRC のガイダンスの下、経済財政省（Ministry of Economy and Finance、以下「MEF」と記す。）の住民移転総局（General Department of Resettlement、以下「GDR」と記す。）と連携し合うことになる。GDR は IRC の幹事役として動き、IRC は ARAP の承認を行う。



出典：JICA Survey Team, the ARAP report on Phase IV, 2016.

図 R 2.2.28 住民移転のフロー

2.2.3.2.3 用地取得・住民移転の規模・範囲

(1) 事業に影響を受ける建物及び用地

事業に影響を受ける民地及び建物は、ワットプノン北側エリアにはなく、トルコーク地域における被影響世帯2軒のみである。これら2軒の用地及び建物の写真を**写真 R 2.2.6**に、また社会経済調査の概要を**表 R 2.2.66**から**表 R 2.2.72**に示す。2軒の被影響世帯建物のうち、一軒は空き店舗で居住者はいない。この建物の撤去と民地の収用が必要になる。

もう一軒は、建設中の排水機場（新 Toul Kork 1 排水ポンプ場）手前において、埋設ボックスカルバート敷設工事現場に隣接する住宅建物であり、工事の影響を受ける。このため、工事期間中はできるだけ近くの安全な場所に住宅住民の仮移転を行い、工事が完全に完了し、住宅の再建後に再入居するという一時移転による補償補填である。



315通りと608通り交差点にある空き家
(本事業にて土地収用予定)

TK-1排水機場付近にある家屋
(プロジェクト期間中の一時移転)

写真 R 2.2.6 事業の影響を受ける土地及び建物

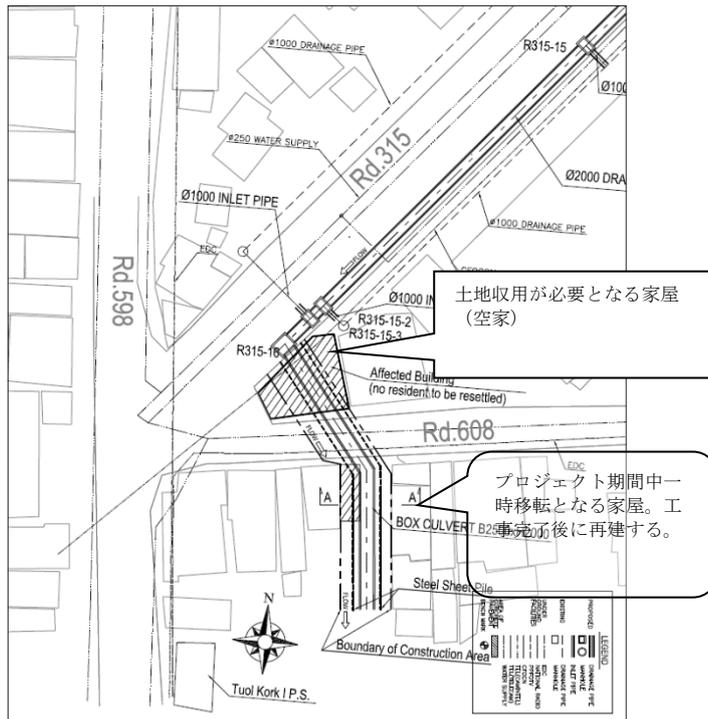


図 R 2.2.29 土地収用計画 平面図

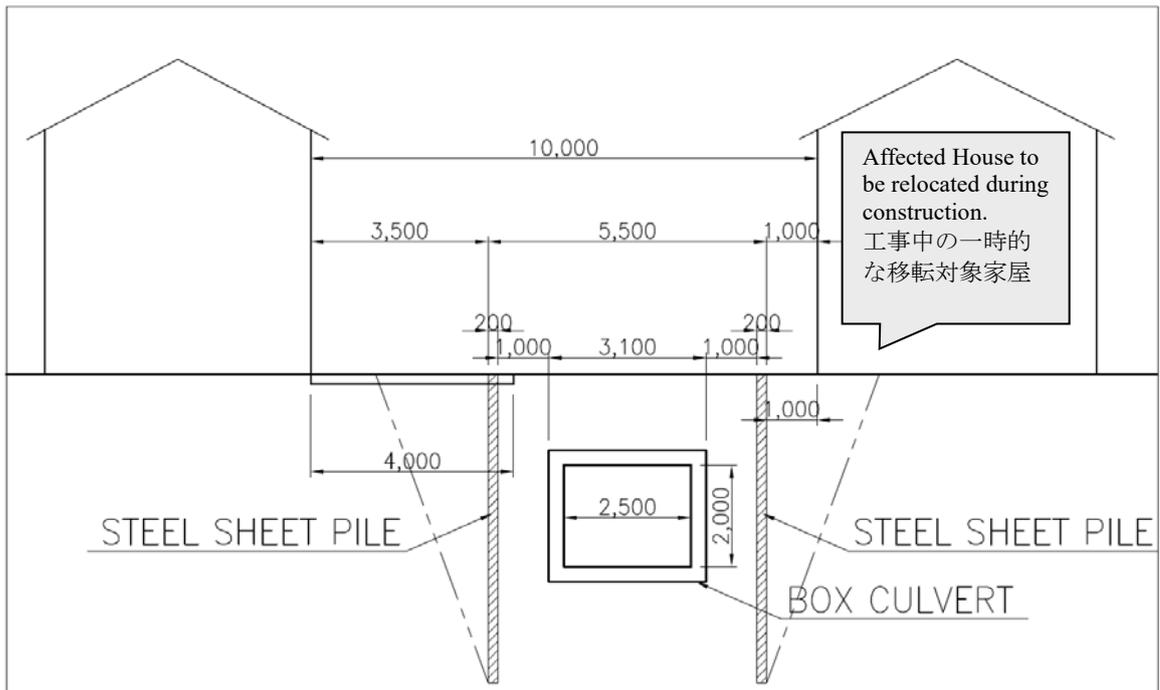


図 R 2.2.30 土地収用計画 断面図 (A-A)

(2) 財産・用地調査

本事業で必要となった被影響世帯2軒の社会影響調査について、再委託調査を通して影響資産調査及び社会経済調査を実施した。財産・用地調査の結果を次表に整理する。

表 R 2.2.66 民間住宅地及び建物の補償調査結果

No.	住所	土地	建物	移転/移動	備考
AH-1	Khan Tuol Kork, Sangkat Boeung Kak II, Village 8	民間住宅地取得: 63m ²	鉄骨 2 階建て造 り等	この建物の住 民は居ないた め、住民移転は 生じない	土地・建物 譲渡につい て世帯主と 交渉段階
AH-2	Khan Tuol Kork, Sangkat Boeung Kak II, Village 8	ボックスカルバート敷設 期間中における影響回避 のために、隣接する建物 の一時移転補償補填 (105m ²)	工事中の住宅建 物の一時移転（取 壊しと工事完了 後の再建築）補償	一時的（約 2 か 月）に安全な場 所に移転する 移動補償補填	土地・建物 の世帯主と 賃貸交渉段 階

脚注：Based on the socio-economic survey of the AHs, lands and structures in 2016.

Under the Phase IV Project, there is no resettlement of affected persons.

出典：JICA Survey Team, DPWT-PPCC, the ARAP report on Phase IV, 2016.

(3) 財産・用地調査及び社会経済調査

本事業で発生する被影響世帯の用地・財産調査及び社会経済調査を行い、その結果を表に整理した。調査項目は基本的な人口、教育と識字率、雇用、消費財等である。

被影響世帯数は 2 世帯のみで、1 軒（AH-1）では現地に居住しておらず、もう 1 軒（AH-2）では 7 人が居住している。以下、これら 2 軒の被影響世帯について述べる。

表 R 2.2.67 被影響世帯における居住者数

被影響世帯 (AH)	居住者数 (人)					備考
	計	男性		女性		
		No.	%	No.	%	
AH-1	4	1	25.0	3	75.0	空き家であるため、所有者の情報
AH-2	7	5	71.4	2	28.6	工事期間中の一時的な移転
合計	11	6	54.5	5	45.5	

また夫婦は識字率 100%で、小学校と中学校に通う子供達が居る。

表 R 2.2.68 被影響世帯の識字率

被影響世帯 (AH)	識字率	
	男性(%)	女性(%)
AH-1	100.0	100.0
AH-2	100.0	100.0
合計	100.0	100.0

被影響世帯の生活状態を知る指標として、収入と支出の状況を以下に示す。2 世帯の平均値としての月収は USD1,750 で、月の支出は USD1,240 である。

表 R 2.2.69 被影響世帯の主な収入源

項目	合計		AH-1 (4名)		AH-2 (7名)	
	人	%	人	%	人	%
賃金/給料	4	36.4	1	25.0	3	42.9
ビジネス/商売	3	27.3	0	0.0	3	42.9
家賃/土地代収入	2	18.2	1	25.0	1	14.3
合計	9	81.8	2	50.0	7	100.0

表 R 2.2.70 被影響世帯の平均収入

項目	年収 (USD)			
	AH-1	AH-2	合計	%
賃金/給料	3,000.00	26,400.00	29,400.00	70.00
ビジネス/商売	0.00	3,600.00	3,600.00	8.60
家賃/土地代収入	6,000.00	3,000.00	9,000.00	21.40
合計	9,000.00	33,000.00	42,000.00	100.00
平均被影響世帯収入 (USD)	21,000.00 (平均年収)			
	1,750.00 (平均月収)			

表 R 2.2.71 被影響世帯の平均支出

項目	年経費 (USD)			
	AH-1	AH-2	合計	%
食料 (米、飲料水、魚、肉、野菜、香辛料)	5,400.00	3,600.00	9,000.00	30.24
交通費	1,200.00	2,400.00	3,600.00	12.10
教育費 (教科書代、教師代、給食代)	120.00	300.00	420.00	1.41
健康 (薬代、治療費)	120.00	1,500.00	1,620.00	5.44
社交費	NA	300.00	300.00	1.01
借金	0.00	14,400.00	14,400.00	48.39
税金	210.00	210.00	420.00	1.41
その他	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	7,050.00	22,710.00	29,760.00	100.00
平均年間支出	USD 14,880.00			
平均月間支出	USD 1,240.00			

カンボジア国内において、自転車は地方の一般的な乗り物として使われ、バイクは都市部で多く使われている。携帯電話は便利な家庭機器として多くのカンボジアの一般家庭で所有されている。

被影響世帯の資産を調査した結果を下表に示す。被影響世帯では、自動車、バイク、自転車、携帯電話、エアコン、冷蔵庫、洗濯機、テレビを所有している。資産の概算合計金額の1世帯あたりの平均値はUSD22,275である。

表 R 2.2.72 被影響世帯の資産額

項目	AH-1	AH-2	合計	金額 (USD)
自動車	1	2	3	40,000.00
バイク	0	2	2	1,000.00
自転車	0	1	1	50.00
携帯電話	2	6	8	1,500.00
エアコン	1	3	4	700.00
冷蔵庫	1	1	2	300.00
テレビ	1	4	5	900.00
洗濯機	0	1	1	100.00
合計				44,550.00
1世帯当たりの平均				22,275.00

全ての被影響世帯主は本事業の実施に合意している。一時的な移転の対象となる家屋の世帯主は工事前の一時移転実施を望み、現在の居住地の近隣への一時移転を希望している。

(4) 社会的弱者

損失資産調査（Inventory of Losses、以下「IOL」と記す。）によれば、カンボジア国の社会的弱者に該当する本事業被影響者の高齢の世帯主（66歳）（Affected Household、以下「AH」と記す。）が一名いる。

2.2.3.2.4 補償支援の具体策

(1) 損失補償

(a) 損失補償の内容

土地（私有地）や建物等の全体または部分的な損失、住民移転の交通費、移転住民手当、遠隔地手当、賃貸費用、失業手当、事業工事に伴う一時的な影響（工事中の資産への影響、インフラ施設への影響）がある。

(b) カット・オフ・デイト

第一回ステークホルダー・ミーティング（開催日：2016年6月24日）において、実施機関である DPWT-PPCC によって出席者全員にカット・オフ・デイト（2016年6月24日）が伝えられた。

(2) 生活再建策

本事業における被影響住民は2軒のみである。ひとつは元店舗だった空きの構造物の撤去と用地収用であり、現時点で被影響住民は他の地域に住んでいる。もう一つは工事期間中の影響を考慮した住民及び住居の一時的移転である。したがって、被影響世帯の移転地への住民移転や住民の生活再建策は行われぬ。一時的に移転する被影響住民には金銭等の補償・手当が IRC から支払われるため、ここでは生活再建策や移転地の整備は不要となる。なお、一時移転の間、被影響住民世帯（家主と賃借人）は現在の住宅の近くに仮住まいを構えることを予定し、それぞれ現在の仕事を続ける予定である。現在、家主は小売業と家主業を、また賃借人は勤め人である。

(3) 移転地

上記(2)に示したとおり、本事業においては住民移転地への被影響住民の移転は行われず、生活再建策や移転地の整備は不要となる。

(4) エンタイトルメント・マトリックス

本事業のエンタイトルメント・マトリックスを次表に整理する。

表 R 2.2.73 エンタイトルメント・マトリックス

No.	損失のタイプ	該当者	権利	実施課題	責任機関
A. 土地への影響					
公用地					
1.	住宅地・商業地での部分的影響	公用地内の住宅・出店の所有者	<ul style="list-style-type: none"> - これらの所有者は公有地からの立ち退きが適用され、現金補償はない。 - 公用地内に新規の構造物設置は許可されない。 	<ul style="list-style-type: none"> - 事業によって土地収用する日付で、工事開始の少なくとも 90 日前に、現場からの立ち退きを通知。 - IRC は工事開始予定の最低 30 日前に、有資格被影響世帯が補償・補填費を受領したことを確認する。 - 残された ROW は公用地である。 	MEF PPCC
ROW の外側 (民有地)					
2.	民地の損失 (全種類);一部又はすべての民地	民地の所有権を証明できるすべての被影響世帯	<ul style="list-style-type: none"> - 被影響世帯は2つのオプションがある。 - 土地対土地の等価交換の交渉 (代わりの土地との) - 市場価格の再取得価格に基づく現金補償水準 	<ul style="list-style-type: none"> - 被影響世帯は、事業によって土地収用する日付で、工事開始の少なくとも 90 日前に、現場からの立ち退きを通知される。 - IRC は工事開始予定の最低 30 日前に有資格被影響世帯への補償・補填費の支給を確認する。 - IRC は、事業によって影響を受ける土地の権利証を被影響世帯が分けたり変えたりすることを支持する。手続きの費用は政府が払う。 	MEF PPCC
B. 構造物の損失					
1.	家屋或いは店舗の損失;一部又はすべて損失	被影響世帯全員がカット・オフ・デイトを確認すること;事業に影響地域に住んで居るか、商売をしているか、資産の権利を有しているか。	<ul style="list-style-type: none"> - 減価償却率を考慮しない、市場価格の再取得価格に基づく現金補償水準 (即ち現地建設資材の現在費用と労賃) - 被影響世帯は交通費支給の資格がある (C 項目)。 	<ul style="list-style-type: none"> - 被影響世帯は、事業によって土地収用する日付の場所で、工事開始の少なくとも 90 日前に、現場からの立ち退きを通知される。 - 被影響世帯は、少なくとも建設開始の 30 日前に現金補償を受け取り、十分な時間を持って家屋や生活の準備を行う。 - 例え家屋構造が住むのに十分ではないとしても、補償は家屋全体に対して支払われ、また被影響世帯は他の手当も得る資格はある。 	MEF PPCC
		賃貸者	<ul style="list-style-type: none"> - 賃貸者は下記の手当受給資格がある。 - 交通費 / 移動費 USD200 - 混乱手当 - 一式現金支援 (USD300) - 仕事目的の家賃は、C.4 の移転中の仕事の収入の一時的な損失に相当 - AH の要望に応じて、地方自治体が借家 (家主) を紹介 	<ul style="list-style-type: none"> - 被影響世帯は、事業によって土地収用する日付で、工事開始の少なくとも 90 日前に、現場からの立ち退きを通知される。 - IRC は全ての手当の支払いが建設開始の少なくとも 30 日前になされることを保証する。 - 被影響世帯は賃貸家屋又は店舗が一度限りの交通費の支給がある。 - 賃借人には混乱手当が出る。 	
2.	その他の構造物 (玄関、長い庇、祠、フェンスなど)	被影響地域内での居住、営業、及び資産の所有権を有することが、IOL 調査と AH 調査	<ul style="list-style-type: none"> - 償却又は回収材料の控除無しの再取得価格の現金補償 	<ul style="list-style-type: none"> - 被影響世帯は、事業によって土地収用する日付で、工事開始の少なくとも 90 日前に、現場からの立ち退きを通知される。 - IRC は全ての手当の支払いが建設開始の少なくとも 30 日前になされることを保証する。 	MEF PPCC

No.	損失のタイプ	該当者	権利	実施課題	責任機関
		期間中(カット・オフ・デイトまでの期間)に確認された AH。			
C. 手当と援助					
1.	交通手当(移動)	AH は家屋を移転 影響する店舗	-他の village に移る USD 500 -店舗 USD 250	- 家屋の所有者には一回限りの交通費が支給される。 -残った ROW は公用地である。	MEF PPCC
2.	弱者手当	弱者 AH	-一回現金支援 (USD150/AH)	- 前述の様に、土地の無い AH が移転する場合、無償で土地の権利を得られる。	MEF PPCC
3.	混乱手当	移転店舗 賃貸用の移転 AH	-一回払い支援に相当の3か月分店舗家賃 USD 1,500. -一回払い支援に相当の3か月分家賃 USD750.	-手当は補償と同時に支払われるべき	MEF PPCC
4.	移転中の一時的な収入損失	移転する店舗の所有者	-一時払い現金支援 (USD300)		MEF PPCC
5.	一時的な移転手当(移転中の家賃補償)	工事中によって一時的に移転する住宅の所有者(AH-2).	- 家賃 800 USD/月 - AH-2 の所有者は工事期間・家屋の取壊し及び復元に要する期間に応じて補償が行われる期間の権利を有する。ここでは仮に12か月間とした。	IRC は工事開始少なくとも60日前に手当の支払いを受けることを確認する	MEF PPCC
D. 工事中にコントラクターの都合・過失により生じる一時的な影響					
1.	工事中の影響資産(コントラクター都合による借地・借家等)	資産の所有者	- 資産損失の場合は、資産を再取得するための現金補償 - 借地・借家の場合は賃貸料。工事後、所有者に返却	PPCC 及び DPWT-PPCC はコントラクターに下記の遵守を指示する。 - 工事の影響を最小限に抑える。 - 契約により定められた用地内で工事を行う。 - 工事中に影響・損傷を与えた施設を修理・復旧する。	PPCC DPWT-PPCC コントラクター
2.	個人又は地域社会のインフラの損害(家屋、側壁、側溝、排水路等)	所有者	- 損害の修理、或いはその修理費用(再取得価格)の支払い	- 工事の影響期間を最小に留める。 - 工事完了後用地を元の状態に復元する。 PPCC 及び DPWT-PPCC は工事による左記の影響の有無を監視し、必要に応じて、コントラクターに契約に従って補償費を負担するよう指導する責務を負う。	PPCC DPWT-PPCC コントラクター

Notes: the entitlements adopted in the above table were guided by the applicable national laws and regulations and JICA Guidelines.

出典: JICA Survey Team

上記のエンタイトルメント・マトリックスに基づき、被影響世帯の資産や手当等をまとめた結果が次表である。

表 R 2.2.74 被影響世帯の資産や手当等をまとめた結果

No.	居住者数	影響資産	影響面積	資産額 (US\$)	手当 (US\$)						合計 (US\$)
					交通	弱者	混乱	収入損失	一次移転	小計	
AH-1	4人	鉄骨2階建て構造	192.0m ²	22,154	250	-	1,500	-	-	1,750	23,904
		商業用地	63.0m ² (US\$2,600/m ²)	163,800	-	-	-	-	-	-	163,800
AH-2	7人	3階建て家屋	87.1m ²	19,198	250	150	750	-	-	1,150	20,348
		2階建て家屋	69.3m ²	32,086	250	-	-	300	9,600	10,150	42,236
合計				237,238	750	150	2,250	300	9,600	13,050	250,288

注) 上記の合計額は事務手続き費、外部モニタリング費、予備費を含まない。

2.2.3.2.5 苦情処理メカニズム

ARAPの実施に関連して、被影響世帯主の苦情については、関係者間の意見の一致を目的に交渉を通して進められることになる。不平の取り扱いについては、最後の手段として法廷に持ち込まれる前に、次の3つの段階を通して進められる。都と苦情処理委員会 (Grievance Redress Committee、以下「GRC」と記す。) は、苦情と不平の解決に要する全ての行政及び法的な費用を負担することになる。

(1) 第一段階、Sangkat Level

苦情・不満を持つ被影響世帯主は、Sangkat リーダーのところに相談に来る。Sangkat リーダーは15日以内に被影響世帯主の不満を解決する行動方針を決めるべき会議を開催する。参加者は、Sangkat リーダー、Khan 事務所の MRSC-WG 代表者、そして被影響世帯主である。Sangkat リーダーは全ての苦情についての文書化と保存に対して責任がある。もし15日以内に決着しない場合は、被影響世帯主の不満は Khan 事務所に引き継がれる。

(2) 第二段階、Khan Office

Khan 事務所においても15日以内に決着できるよう話し合うことになる。もし決着しない場合には、事務所は次の段階として都の苦情処理委員会に持ち込むことになる。

(3) 第三段階、プノンペン都苦情処理委員会 (Municipality Grievance Redress Committee : MGRC)

都知事或いは副知事が議長を務める都苦情処理委員会において、不満・苦情を検討するとともに詳細計測調査 (Detailed Measurement Survey、以下「DMS」と記す。) の再考を行う。苦情の提出から30日以内に、委員会は決着を文書にて示し、その複写をプノンペン都と IRC に提出しなければならない。

(4) 最終段階、法廷手続き

MGRC が下した結論に異議を唱える場合、ARAP の行動方針に則り、委員会は都検察官の参加を求め、被影響世帯主に対して都の法廷の行政手続き申請に入らなければならない。都の法廷において訴訟に持ち込んでそして決着がされない場合、上級裁判所に持ち込まれ、GOC は当法廷の決定を履行することになる。

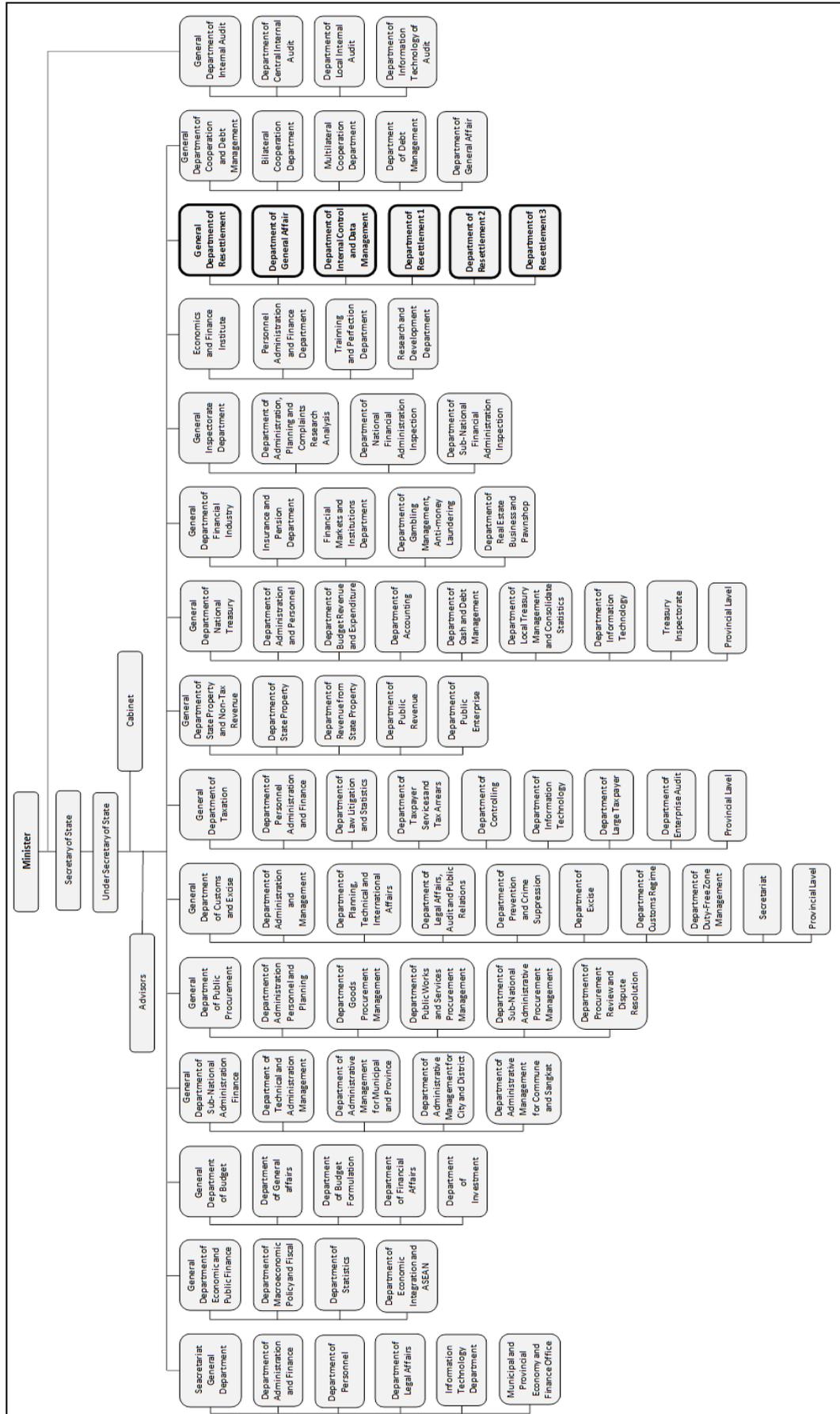
2.2.3.2.6 一時的住民移転の実施体制

本事業の実施により工事中の一時的住民移転（一軒）が発生するが、これに対して、前掲の図 R 2.2.28 の住民移転の法的な流れに示すとおり、実施機関であるプノンペン都は経済財政省に対して、住民移転対応方針を検討する IRC の設置を要求する。経済財政省内の IRC とプノンペン都は、本事業の住民移転に関して密接に連携を取ることが要求され、また関連機関であるプノンペン都庁内の MRSC-WG や IRC-WG を設置し、住民移転の解決を図る。ARAP の準備や実施については、都公共事業運輸局は PIU を設け、IRC のガイダンスの下、MEF の GDR と連携し合うことになる。GDR は IRC の幹事役として動き、IRC は ARAP の承認を行う。

図 R 2.2.31 に GDR を含む MEF 全体の組織図を示す。GDR は 2016 年 5 月より住民移転局 (Department of Resettlement、以下「DR」と記す。) から名称を変更し、約 30 名の職員を有している。GDR は 5 つの部から構成され、総務部（人事、行政、財政、法律、計画等）、内務・データ管理部（苦情処理、渉外、公聴等）、住民移転部-1、-2、-3（事業実施に伴い影響する被影響世帯の土地、資産、建物、権利等を解決する部署）がある。

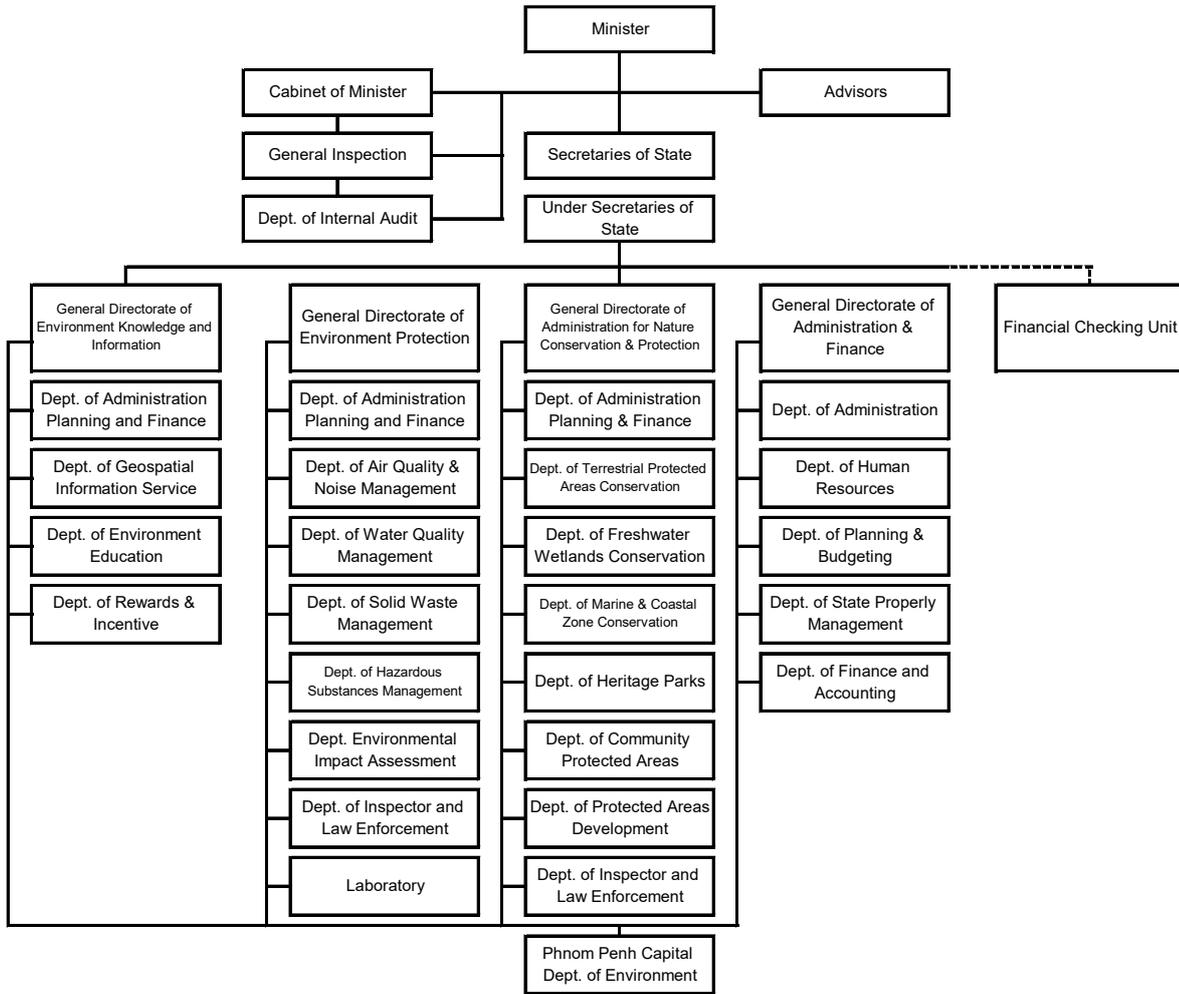
一方、一時的住民移転を含む IEIA/IEE は、本事業実施を適切かつ効果的に進めるための礎にあたるものである。IEIA/IEE 報告書は実施機関のプノンペン都及び DPWT-PPCC によって承認されるとともに、MOE の環境影響評価局により今年末までに承認される予定である。MOE は、国の環境資源の保護や強化について、また環境被害を軽減するための環境影響評価や、大気質と水質汚濁管理、そして固形物ごみ管理に関する様々な副法令を実施する法的権限を持っている。そのため、MOE は、環境関連法規の作成と環境政策の実施、環境アセスメントの推進、公共用水域・天然資源の保護、公共用水域の水質調査を行っている。MOE は 2016 年 1 月に新庁舎に移り、2016 年 5 月現在、省全体の職員数は 600 名を超えている。組織図を図 R 2.2.32 に示す。

事業実施段階のモニタリング計画案は表 R 2.2.62 に前掲したが、本モニタリング計画案は DPWT-PPCC が中心となって実施管理することが望ましい。大気汚染や騒音振動のモニタリングに関しては、MOE と連携して観測データの相互検証を実施すべきである。



出典：MEF の組織図

図 R 2.2.31 住民移転総局（GDR）を含む経済財政省（MEF）の組織図

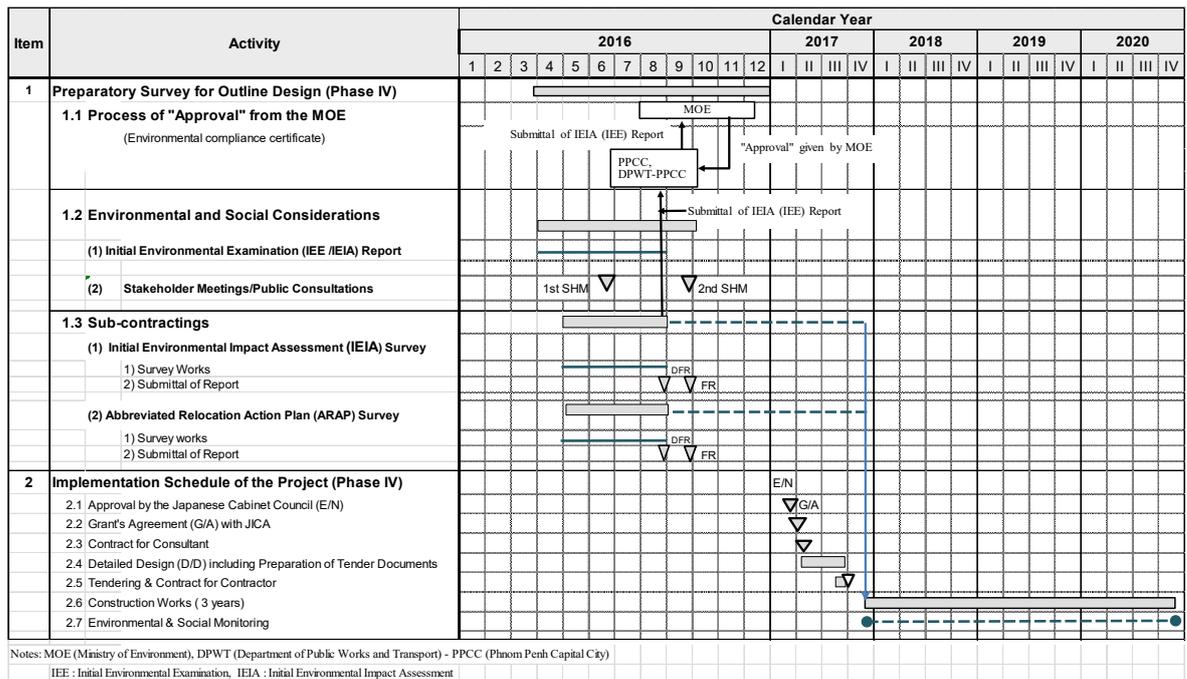


出典：MOE

図 R 2.2.32 環境省 (MOE) の組織図

2.2.3.2.7 実施スケジュール

IEE/IEIA 及び ARAP の再委託調査の結果を踏まえて、事業全体工程と IEE/IEIA や ARAP の用地取得・建物移転に要する実施スケジュールを示す。



脚注：MOE：Ministry of Environment, DPWT-PPCC：Department of Public Works and Transport, Phnom Penh Capital City, IEE：Initial Environmental Examination, IEIA：Initial Environmental Impact Assessment

図 R 2.2.33 本事業の環境社会配慮の実施計画

本事業の詳細設計の期間中、DMS と再取得価格調査 (Replacement Cost Survey、以下「RCS」と記す。) の更新は IRC-WG の管理のもとに実施される。都の MRSC-WG と関連自治体との協力において、IRC-WG が DMS を行なう。RCS は IRC が雇用した独立した機関によって更新され、それに基づき IRC が補償額を算出し政府に予算配分を要求する。

また、DMS の間に公聴会が開かれ、本事業の情報小冊子が IRC-WG により被影響世帯に配布される。苦情処理システムの手順や構造も DMS の前に設置される。補償費は事業開始の少なくとも 30 日前に支払われる。外部モニタリングは、ARAP 実施の上記の段階中に実施される予定である。AH の土地収用と住民移転が開始されるのは、ARAP が IRC と JICA により再検討され承認されてからである。下表に ARAP の更新と実施に向けた様々な関連活動を示す。

表 R 2.2.75 住民移転行動計画の予定表

行動計画	予定
Submission of Draft ARAP to PPCC/JICA	Sep. 2016
Review of ARAP by IRC	Nov. – Dec. 2016
Submit letter for setting IRC&IRC WG	Jan. 2017
Setting up IRC & IRC WG	Jan. 2017
DMS process	Feb. 2017
Updating ARAP	Feb. – Mar. 2017
Submit updating ARAP to JICA	Apr. 2017
Contract making process	May 2017
Compensation process	Jun. 2017
Internal Monitoring (Submission of Quarterly Progress Reports)	Jan. – Dec. 2017
External Monitoring	Jan. – Jun. 2017
Post-evaluation	Nov. 2017
Start of Civil Works*	Dec. 2017

注：*There is no resettlement impact in the Phase IV.

2.2.3.2.8 費用と財源

用地取得・住民移転は MEF が管理するカンボジア政府の資金で賄われる。ARAP の実施費用は事業費の一部になっている。用地取得・住民移転費は 2016 年 6 月に行った IOL と RCS 調査結果に基づいて見積もられた。

(1) 財源の流れ

IRC は MEF に用地取得・住民移転に必要な補償費用を要請する。補償費用は、プロジェクトの事業主（本事業ではプノンペン都）の財政担当局に振り込まれる。被影響世帯主には地区長を通して補償費の支払いの予定や資格条件などについて通知され、支払いは現金で行われる。また、該当する地域の公共施設（自治会センター、学校、寺など）にも分配されることもある。

(2) 補償単価の更新

RCS は、本事業の協力準備調査において住民移転費の見積もりの単価として地元のコンサルタントによって実施された。被影響世帯への補償は 2017 年の予定なため、実施された RCS は、DMS と並行して影響資産の現況市場単価は見直されることになる。

(3) 移転見積り費

再取得価格調査及び資産調査による本事業準備調査の移転見積り費用は、下表のとおり約 30 万ドルである。なお、移転費用は DMS や RCS に基づき更新される。

表 R 2.2.76 住民移転見積額

No.	項目	単位	数量	単価 (US\$/Unit)	金額 (US\$)
A	土地				163,800.00
1	Commercial land	m ²	63.00	2,600.00	163,800.00
B	建物・家屋				73,438.00
2	店舗	LS	1.00	-	22,154.00
3	工事期間の部屋賃貸料	LS	1.00	-	19,198.00
4	工事期間の家賃料	LS	1.00	-	32,086.00
C	手当				13,050.00
5	交通費	LS	1.00	750.00	750.00
6	迷惑料	LS	1.00	2,250.00	2,250.00
7	特別手当	AH	1.00	150.00	150.00
8	一時移転期間の収入損出	AH	1.00	300.00	300.00
9	家賃貸料	month	12.00	800.00	9,600.00
	小計				250,288.00
10	Administrative cost (5%)	LS	-	-	12,514.40
11	External monitoring	LS	-	-	12,000.00
12	Contingency (10%)	LS	-	-	25,028.80
	合計				299,831.20

2.2.3.2.9 実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム

本事業の環境モニタリング体制は、実施機関の都公共事業運輸局が建設の各段階（準備、建設と操業）において、表 R 2.2.62 に基づいて実施する。同表に示すモニタリング費は事業費の中に含まれている。

モニタリングフォームは、「2.2.3.3 その他」に示されているとおり。

2.2.3.2.10 住民協議

本事業の住民協議の参加者は、都域内の Khan/District, Sangkat/commune や village の職員、住民、都公共事業運輸局の職員である。

(1) 住民移転計画の参加型活動

下表は、ARAP 作成における参加型活動のまとめと実施機関や関連機関の責任について整理した。

表 R 2.2.77 ARAP における参加型活動

事業過程段階	参加型活動	出力	責任機関
準備・予備段階	DPWT-PPCC による事業説明	事業の目的、計画、社会への影響、移転について	PPCC/DPWT and Consultant (JICA Survey Team)
	IOL の実施、AH センサス、社会影響調査、見返り価格	IOL、被影響世帯のセンサス、RCS 調査等の ARAP への整理	Consultants (JICA Survey Team), assisted by local authorities and DPWT of PPCC.
	事業移転政策に関する協議 (IRC-GDR, 事業管理ユニット (Project Management Unit、以下「PMU」と記す。)-PPCC and PIU-PPCC)	社会的影響と移転政策について IRC との協議 事業の正及び負の影響、負の影響の軽減の仕方の協議	Consultant (JICA Survey Team)
	ARAP, 事業情報小冊子 (Project Information Booklet、以下「PIB」と記す) の提出 (PMU-PPCC, PIU-DPWT, IRC-GDR and JICA for review)	ARAP, PIB の提出 (PMU-PPCC, PIU-DPWT, IRC-GDR and JICA for review)	Consultant (JICA Survey Team)

(2) ARAP 準備の公聴会

2 回に渉る住民移転計画の公聴会を実施した。

表 R 2.2.78 本事業における住民移転計画の公聴会

No.	都	Khan/Sangkat	会場	日時	参加者
第一回目 公聴会	Public Consultation Meeting before cut-off date (1 st Sangkat SHM (Stakeholder Meeting))				
	Phnom Penh	Khan Tuol Kork - Sangkat Boeung Kak 2	Sangkat Boeung Kak 2 center	24 June 2016 at 8:30 am	Male=13 Female=12 Total= 25
第二回目 公聴会	Public Consultation Meeting after cut-off date (2 nd Sangkat SHM (Stakeholder Meeting))				
	Phnom Penh	Khan Tuol Kork - Sangkat Boeung Kak 2	Sangkat Boeung Kak 2 center	27 September 2016 at 8:30 am	Male=20 Female=11 Total= 31

第一回目公聴会

参加自治体機関の紹介後、PIU/DPWT の代表による本事業の背景や事業による正負の影響について説明が行われた。すべての参加者に対してカット・オフ・デイト（2016年6月24日）の意義が説明されて、全体討論が行われた。結果を下表に示す。

表 R 2.2.79 公聴会での質問と回答（1st Sangkat SHM）

質問	回答
1. 事業実施内容について	
質問—参加者（男性）：排水施設は、人口増加や都市化に何年頃まで対応可能なのか？	回答—DPWT-PPCC: 排水施設は 2035 年頃まで対応可能であると推定される。
質問—参加者（男性）：IOL 調査はいつから始まるのか？	回答—DPWT-PPCC: 調査は2016年6月25日から開始予定である。カット・オフ・デイトは2016年6月24日である。その日以後は、補償を受け取る資格がないということである。
2. 暫定道路幅について	
質問—参加者（女性）：建設中の排水機場(TK-1)入口において、事業は両隣の住宅に影響を与えるのか？	回答—DPWT-PPCC: 計画では、排水流れに向かって左側の住宅に影響を与える。工事中における建物の一時移転と工事後の住宅の再建が必要になり、事業において被影響世帯主にその補償費は支払われる。
3. 補償について	
質問—参加者（男性）：財産・資産への影響についてはどのようになるのか？	回答—DPWT-PPCC: 補償については、MEF の GDR が中心となる GOC/IRC によって支払われる。資産や住民移転に多くの経験を有する独立した機関が査定し、市場価格での見積りとなる。JICA は建設費のみを供与する無償事業を行っている。補償は、GOC と JICA の合意に基づいた政府の事業の補償政策に従い進められる。
4. 苦情処理について	
質問—参加者（男性）：もし移転実施に問題が生じたら、誰が私たちを助けてくれるのか？	回答—DPWT-PPCC: GRC というものが、事業実施の間設置され、相談に乗ってくれる。GRC は3つの段階があり、Sangkat レベル、Khan レベル、都レベルである。（最後は法廷）



First Sangkat SHM - Cut-Off-Date announcement (24th June 2016)

写真 R 2.2.7 第一回目公聴会の様子

第二回目公聴会

PIU/DPWT の代表による司会で、公聴会の目的（事業内容の普及と事業の影響について）、参加自治体機関の紹介、PIU/DPWT による本事業の背景や事業による正負の影響について再度説明が行われた。すべての参加者に対して、再度カット・オフ・デイト（2016年6月24日）の意義と IOL の内容説明、2軒の影響家屋（AH）と補償費の説明、苦情処理などについて、全体討論が行われた。結果を下表に示す。

表 R 2.2.80 公聴会での質問と回答 (2nd Sangkat SHM)

質問	回答
1. 事業実施内容について	
質問—参加者 (男性) : i)道端や住宅入口の現状復元、ii)工事中における住民への影響軽減して欲しい。特にポンペン水道公社(PPWSA)とカンボジア電力公社(EDC)の供給サービスを継続できるようにしてほしい。	回答—DPWT-PPCC: 工事は国際的な基準に基づき実施される。特に、日本人専門家が常駐しているのでその点について安心して欲しい。また、水道や電気の供給に関する問題が発生した場合、PPWSA や EDC が早急な修理をするよう要請する。住民の方の事業実施への協力をお願いしたい。特に住民の方の DPWT-PPCC のスタッフへの協力を強くお願いしたい。
質問—Sangkat チーフ、Boeung Kak 2 (男性) : 前回のフェーズの工事の際、幾つかの問題があったので、確認したい。 例えば、道端や住宅入口の復元、水道管の破損、電線の切断など。本事業のコントラクターには、より注意深い配慮をお願いしたい。	回答—Deputy Governor, Khan Tuol Kork : 私は、建設事業や、移転政策及びガイドラインの実施において国際的基準を遵守しているすべての JICA 事業について、信頼している。
2. 補償について	
質問—参加者 (女性) : 影響する土地の補償額は平米当たり幾らか？	回答—DPWT-PPCC: 補償額については市場価格に基づいているので、事業実施段階において最終額は決定される。事業は 2017 年に実施されるので、2017 年の市場価格で土地の値段は計算される。2016 年の現行価格は補償の市場価格ではない。 影響する財産・資産の補償単価は、財産資産評価に詳しい独立した機関によって算定される。 JICA は無償資金建設事業を提供し、補償費は IRC/MEF で代表されるカンボジア政府(GOC)によって支払われる。補償については、GOC と JICA 間で同意された事業補償政策に則って行う。



The Second Sangkat SHM (27th September 2016)
 写真 R 2.2.8 第二回目公聴会の様子

2.2.3.3 その他

2.2.3.3.1 モニタリングフォーム案

(1) モニタリング計画案

事業の実施に伴う環境への影響評価や負の影響については、その軽減策をモニタリングしていくことが必要である。次表に環境モニタリングの内容、責任機関、モニターの流れを示す。

表 R 2.2.81 建設段階の環境社会モニタリング計画

カテゴリ	内容	責任機関	報告
継続モニタリング	工事中における環境影響の自己モニタリング：工事期間中を通して定期的なモニタリング計画をベースに実施。	コントラクター	コンサルタントと DPWT-PPCC 間の毎月の月間報告。コントラクターが自己モニタリングの報告を行う。
定期的モニタリング	実施機関による定期的なモニタリング	DPWT-PPCC (to be sublet)	モニタリングは3か月に一度実施。

出典： JICA 調査団

(2) モニタリング記録、モニタリングフォーム案

モニタリング計画に伴う各項目に対するフォーム（案）を以下に示す。

MOE は定期的に事業による重要な影響についてモニタリングする。しかし MOE は観測機器を持っているがそれを扱う人材がいない、或いは扱う知識を持ち合わせていないために、下請けを通してモニタリングを行うことになる。観測結果はデータ管理を行い、必要なら JICA へもデータを提出する。下表に騒音・振動計測、環境モニタリングなどのフォームを示す。

表 R 2.2.82 本事業における建設段階の環境モニタリングフォーム（1/4）

場所	単位	計測値 (平均)	計測値 (最大)	カンボジア 国 環境基準値	参考となる 国際的基準 値 ¹⁾	備考 (観測地点、頻度、方法等)
騒音						
閑静な地区 ²⁾ (午前6時～午後6時)	dB (A)			45	85	
居住地区 ³⁾ (午前6時～午後6時)	dB (A)			60	85	
商業・サービス業の 混在地区 (午前6時～午後6時)	dB (A)			70	85	
小規模工場と住宅の混在地区 (午前6時～午後6時)	dB (A)			75	85	

注： 1) 日本国の「騒音規制法」における特定建設作業（くい打設・掘削作業など）について

2) 病院、図書館、学校、幼稚園

3) ホテル、官公庁、住宅

()内に工事実施前の騒音値を記入

表 R 2.2.83 本事業における建設段階の環境モニタリングフォーム（2/4）

Date: _____ Place: _____

場所・時刻	振動 基準値 (日本) (**), dB(A)	計測値 (dB(A))	
		平均	最大
Station 1: Wat Phnom Northern Area			
Day (6:00 - 18:00)	65		
Night (23:00 - 6:00)	60		
Station 2: Toul Kork Area			
Day (6:00 - 18:00)	65		
Night (23:00 - 6:00)	60		

脚注： (**) Environmental Quality Standard of Japan

表 R 2.2.84 本事業における建設段階の環境モニタリングフォーム (3/4)

項目	モニタリング結果
粉塵の発生	
振動	
事故	
排水系統の変更	
土壌浸食と斜面崩壊	
建設廃棄物・余剰土の処理	
開発による社会インフラ・社会サービス（観光、地下施設）への影響	
道路周辺の安全	
道路交通・車輛運行	
HIV/AIDS 等の感染症	
生計・収入	

表 R 2.2.85 本事業における建設段階の環境モニタリングフォーム (4/4)

工事中一時移転モニタリングフォーム

世帯主名: _____

1. 移転の進捗

進捗	日付	確認	備考
公示 Official Notice			
調査内容			
工事中の一時移転調査			
交渉			
1 st			
2 nd			
3 rd			
4 th			
一時移転及び補償額の同意			
補償額に支払い			

2. 苦情・認識と補償の記録 Record of Grievance / Perception and Redress

Date	Record of Grievance / Perception and Redress	Remarks

2.2.3.3.2 環境チェックリスト

環境チェックリストを下表に示す。

表 R.2.2.86 本事業の環境チェックリスト (1/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
1. 許認可・説明	(1) IEIA(IEE)/EIA 及び環境許認可	①カンボジア国の法令上、本事業に必要なのは初期環境影響評価報告書 (IEIA レポートまたは IEE (JICA)) か、あるいは EIA なのか?	① 本事業に必要となるのは、初期環境影響評価報告書 (IEIA レポートまたは IEE (JICA)) である。EIA は不要である。(MOE)
	(2) 地域住民への説明	① プロジェクトの内容及び影響について、情報公開を含めて地域住民に適切な説明を行い、理解を得るか。 ② 住民及び所管官庁からのコメントに対して適切に対応されるか。	①本事業の内容及び影響は、建設前の住民への説明、ドラフト報告書完成後に地元の理解を得るべく説明される。 ② フェーズ2及び3同様、本事業においても、住民及び所管官庁からのコメントに対して適切に対応を行う。
2. 汚染対策	(1) 大気質	① 対象となるインフラ施設及び付帯設備等から排出される大気汚染物質 (硫黄酸化物 (SOx)、窒素酸化物 (NOx)、媒塵等) は当該国の排出基準、環境基準を満足するか。	① 本事業は大気汚染物質を排出しない。
	(2) 水質	① インフラ施設及び付帯設備等からの排水または浸出水は当該国の排出基準、環境基準を満足するか。	① 本事業はプノンペン都の洪水を排水するものであり、水質を変化させるものではない。
	(3) 廃棄物	① インフラ施設及び付帯設備からの廃棄物は当該国の基準に従って適切に処理・処分されるか。	①本事業は廃棄物を発生しない。
	(4) 土壌汚染	① インフラ施設及び付帯設備からの排水、浸出水等により、土壌・地下水を汚染しない対策がなされるか。	① 土壌汚染の影響は無い。
	(5) 騒音・振動	① 騒音、振動は当該国の基準を満足するか。	① 本事業は運営段階に騒音、振動を発生しない。
	(6) 地盤沈下	① 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下は生じないか。	① 本事業は地下水を汲み上げない。
	(7) 悪臭	① 悪臭源はないか。悪臭防止の対策はとられるか。	① 悪臭に対する影響は無い。

表 R 2.2.87 本事業の環境チェックリスト (2/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
3. 自然環境	(1) 保護区	① サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地していないか。プロジェクトが保護区に影響を与えないか。	① 事業サイトはカンボジア国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地していない。また、本事業は保護区に影響を与えない。
	(2) 生態系	① サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含まないか。 ② サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まないか。 ③ 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 ④ プロジェクトによる水利用（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼさないか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	① 事業サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地を含まない。 ② 事業サイトはカンボジア国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まない。 ③ 生態系への重大な影響はない。 ④ 本事業による水利用はない。
	(3) 水象	① プロジェクトによる水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼさないか。	① 本事業により洪水時の排水が改善される。
	(4) 地形・地質	① プロジェクトにより、サイト及び周辺の地形・地質構造が大規模に改変されないか。	① 本事業により、サイト及び周辺の地形・地質構造は改変されない。

表 R 2.2.88 本事業の環境チェックリスト (3/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	環境社会配慮確認結果
4. 社会環境	(1) 住民移転	<ul style="list-style-type: none"> ① プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じないか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 ② 移転する住民に対し、移転前に移転・補償に関する適切な説明が行われるか。 ③ 住民移転のための調査がなされ、正当な補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 ④ 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 ⑤ 移転住民について移転前の合意は得られるか。 ⑥ 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 ⑦ 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 本事業の実施により2軒の用地取得が想定される。当初（プロポーザル提出時点）は20軒を超える住民移転が想定されたが、第1回現地調査時点でPPCC及びDPWTと協議しつつ排水管敷設ルートを検討した結果、影響件数を2軒まで最小限化し、恒久的な住民移転を無くすことができた。 ② ARAPの現地再委託を通して、住民への説明等を実施済み（2回の公聴会を実施）。- ③ 現地再委託調査結果より立案済み。 ④ 配慮された計画となっている。 ⑤ 住民の合意は確認段階。 ⑥ 体制は整えられる。またその能力と予算措置は講じることが可能。 ⑦ 一時移転のためのモニタリング計画が必要。
	(2) 生活・生計	<ul style="list-style-type: none"> ① プロジェクトによる住民の生活への悪影響はないか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 本事業は運営段階において、住民の生活環境を改善する。
	(3) 文化遺産	<ul style="list-style-type: none"> ① プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なわないか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 本事業により、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なうことはない。
	(4) 景観	<ul style="list-style-type: none"> ① 特に配慮すべき景観への悪影響はないか。必要な対策は取られるか。 	<ul style="list-style-type: none"> ① ポンプ場の上屋の地上高さを極力低くし、周辺との調和を図る必要がある。
	(5) 少数民族、先住民族	<ul style="list-style-type: none"> ① 当該国の少数民族、先住民族の権利に関する法律が守られるか。 ② 少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされるか。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 事業対象地域に少数民族、先住民族は住んでいない。

表 R 2.2.89 本事業の環境チェックリスト (4/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	環境社会配慮確認結果
5. その他	(1) 工事中的影響	① 工事中的汚染（騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 ② 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 ③ 工事により社会環境に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 ④ 必要に応じ、作業員等のプロジェクト関係者に対して安全教育（交通安全・公衆衛生等）を行うか。	① 工事中的汚染に対して緩和策が用意される。 ② 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさない。 ③ 考えられる悪影響について緩和策が用意される。 ④ 作業員等のプロジェクト関係者に対して安全教育（交通安全・公衆衛生等）を行う。
	(2) モニタリング	① 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 ② 当該計画の項目、方法、頻度等は適切なものと判断されるか。 ③ 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 ④ 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	① 影響が考えられる項目に対して、事業者(DPWT)はモニタリングを計画している。 ② 当該計画の項目、方法、頻度等は適切なものと判断される。 ③ 事業者は十分なモニタリング体制を確立する。 ④ 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されている。

2.2.3.3.3 その他

(1) 住民との説明会

本事業の建設にあたり、住民説明会は大変重要である。特に対象地域が都の中心地区の一つであるワットプノン北側エリアとトルコーク地域の人口密度が高く、交通渋滞の激しい地区であるため、関係者の協力なくしては実施できない。これまでのフェーズ 1、2 及び 3 における建設工事を通して、DPWT/PPCC が受けた住民からのクレームは僅かであった。この実績を踏まえ、本事業においても、地区毎の“Khan”や“Sangkat”、そして住民と工事着手前に住民説明会を適切に行うとともに、工事中及び完了後も常に周辺に適切に対応することが必要である。

(2) 環境モニタリングの確保

本事業の実施機関である DPWT は、建設・運営の期間中、環境モニタリングを行う必要がある。しかし、DPWT は、騒音などの観測に必要な機器等もノウハウもない。ただし、MOE は騒音・振動の計測機器を有していることから、ある程度ノウハウもあるので、環境モニタリング委託する前に人材育成に協力して実施する予算を確保することが必要である。

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

前述の「1.1.2 開発計画」で示したカンボジア国またはプノンペン都の戦略・開発計画のうち、本協力対象事業に直接的に関連する項目としては、四辺形戦略および NSDP の最重要開発課題の一つである「②インフラの整備」における「洪水対策」と「都市インフラの整備」が挙げられる。また、プノンペン都の CDS では、プノンペン都における開発計画構想における重点分野の一つとして、「③社会資本整備と交通」を挙げ、この下に「排水システムの改善」を目標として位置付けている。プノンペン都は、下水・排水分野の開発に関しては、「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査」（1998年2月～1999年8月、JICA）及び「プノンペン都下水・排水プロジェクト」（2014年8月～2016年12月、JICA）で提案されたマスタープランに沿って整備する方針を採っている。

上記のような国家戦略・国家開発計画、及びプノンペン都の都市開発戦略における目標達成に資するため、本事業は、プノンペン都の街地北部のワットプノン北側エリア及びトルコーク地域を対象地域とした排水改善、フェーズ2で整備した排水ポンプ場への機械式除塵機の新設による排水改善を行い、対象エリアの浸水を最小化し浸水被害を軽減することを目標としている。

本事業の上位目標及びプロジェクト目標を以下にまとめて示す。

(a) 上位目標

- プノンペン都民の生計が安定する。
- プノンペン都の洪水被害の軽減を考慮した都市開発がなされる。
- プノンペン都の衛生・環境状況が改善される。

(b) プロジェクト目標

- プロジェクト対象地域における雨水による浸水が最小化し、浸水被害が軽減する。
(プロジェクト対象地域は、プノンペン都の中心市街地北部のワットプノン北側エリア、トルコーク地域であり、これに機械式自動除塵機を設置するフェーズ2の対象地域であるトラベック排水システム流域の一部を含む範囲。)

(2) プロジェクトの概要

JICA 開発調査「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査」（1998年2月～1999年8月）において策定された MP1999 に基づく一連の無償資金協力事業「プノンペン都洪水防御・排水改善計画」は、プノンペン都を外水・内水による水災害から守るために、堤防の建設・

補修等の外水対策、並びに、ポンプ場や都内排水路等の排水施設建設及び維持管理の内水対策事業を継続して実施してきた。これにより、メコン川及びサップ川（Tonle Sap）の既往最大洪水（約 30 年確率）に対して破堤・越水を生じない護岸が構築されたほか、2 年確率の降雨に対する都内の浸水被害状況が軽減されている。

本事業は、上記の目標を達成するために、主としてプノンペン都の中心市街地北部の排水機能を改善するための排水管網の整備、ポンプ場の建設、及び機械式自動除塵機の新設を行うとともに、都内の浸水被害を軽減するための緊急排水用の排水ポンプ車を調達することとしている。これにより、対象地域における降雨による浸水被害が軽減され、衛生環境が改善されることが期待されている。

本章において後述する検討の結果、本事業では、次表に示す施設及び機材を建設・調達する計画とした。

表 R 3.1.1 第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画の内容

コンポーネント	協力対象事業の内容	
施設建設		
ワットプノン北側エリアの排水システム改善	- 排水幹線の整備	- ボックスカルバート 0.5km - 排水管路 2.7km
	- 遮集管の整備	- 排水管路 1.6km - マンホールポンプ設置 1カ所
	- ポンプ場の建設	- ポンプ場 1ヶ所(排水容量 1.4m ³ /s) - 地下貯留槽 1ヶ所(貯水容量 6,500m ³) - 機械式自動除塵機 1ヶ所
トルコーク地域の排水システム改善	- 排水幹線の整備	- ボックスカルバート 1.4km - 排水管路 7.0km
フェーズ 2 で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機	- 機械式自動除塵機の建設	- 4ヶ所（既存ポンプ場：Chak Tomuk (PS1), Preah Kumlung (PS2), Phsar Kandal (PS4), Phsar Chas (PS5)）
機材調達		
排水関連機材の調達	- 移動式排水ポンプ車の調達	- 移動式排水ポンプ車 2台

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

本協力対象事業は、MP1999 に沿って、プノンペン都が実施している洪水防御・排水改善の一環として行うものである。

本協力対象事業は、プノンペン都の中心市街地北部のワットプノン北側エリア、及びトルコク地域における内水（浸水）被害の軽減という目的を有しており、排水機能を改善するための排水幹線の整備、ポンプ場の新設、及び地下貯留槽の新設を実施するものである。また、フェーズ2で整備した4箇所の排水ポンプ場の排水機能改善のため、機械式除塵機を新設する。これに加え、都内の局所的な浸水被害を軽減するための緊急排水用の排水ポンプ車を調達する。

設計の基本方針としては、機材の数量・仕様計画も含めて、プノンペン都からの要請書内容を前提とし、現在顕在化している浸水被害を軽減するために緊急に援助が必要なコンポーネントに対し、最適かつ効果的な施設規模、改修内容等を立案するものとした。

排水施設の整備計画立案に際しては、排水シミュレーションによる解析を行い、その結果に基づき、排水管、排水ポンプ場、地下貯留槽等の排水施設の配置検討を行うとともに、施設規模、仕様等の内容を決定した。

以下に各コンポーネントにおける概略設計の基本方針を述べる。

(a) ワットプノン北側エリアの排水システム改善における基本方針

浸水被害軽減を目的とし、ポンプ場及び貯留槽、並びに排水路などの排水施設の改修・新設を行う。これら施設は集中豪雨による都内の冠水範囲と時間を短縮し、被害を最小限に抑え、住民が普段の生活を早期に取り戻すことを目的としている。

本協力対象事業における排水システムの整備は、集水域内に降った雨を地形的に距離の近いサップ川に排水するための排水路及びポンプ場の整備を行う。その際、ポンプ場に調整機能を持つ地下貯留槽を併設し、ポンプ容量をできるだけ小さくしてポンプ設備に要する建設費用及び運転費用を最小限にし、プロジェクト全体のコスト縮減に寄与させる方針とする。

また現況において、この排水区からの排水は未処理のままサップ川に放流されており、晴天時の汚水排水によるサップ川の水質汚染への影響が問題視されており、さらには、サップ川沿いに位置する PPWSA の取水塔で取水されるプンプレック浄水場の原水への影響も懸念されている。これらの問題を解決するため、PPWSA との協議結果に基づき、既存の排水管路からの排水をサップ川に放流する直前で取込み、生活下水・汚水と雨水を分流し、晴天時の汚水排水をプノンペン都北部の湿地へ排水するための遮集管システムを計画する。

協力対象事業の範囲及び規模は、要請内容の分析を行った上で、現地調査で実施した地形測量、地質調査、マンホール調査及び浸水実態調査結果、並びに各排水系統の水理解析結果の分析に基づいて、緊急性、必要性、裨益効果、費用対効果などを十分考慮したうえで策定する。

(b) トルコーク地域の排水システム改善における基本方針

排水管路の整備は、浸水実態調査による浸水被害の状況に応じて対象範囲を設定し、対象範囲の浸水被害状況を改善することを基本方針とする。

本協力対象事業における排水管網の整備は、対象地域を3つの排水区に分割し、北部排水区では既存の排水管を經由してポンパイ湖に流下するように、中部排水区及び南部排水区では既存のポンプ場（中部は第1トルコークポンプ場、南部は第2トルコークポンプ場）に流下するように行うこととする。

協力対象事業の範囲及び規模は、要請内容の分析を行った上で、現地調査で実施した地形測量、マンホール調査、及び浸水実態調査の結果に基づいた水理解析結果の分析に基づき、浸水被害状況を改善するために必要な排水管路の延長・管径を、緊急性、必要性、裨益効果、などを十分考慮したうえで決定する。

(c) フェーズ2で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機建設の基本方針

フェーズ2においてチャトムックポンプ場（PS1）、プリアクムルンポンプ場（PS2）、プサカンダールポンプ場（PS4）、プサチャスポンプ場（PS5）の4箇所の排水ポンプ場を建設した。これらのポンプ場では、ポンプの羽根車にゴミが詰まるのを防ぐために、ポンプ流入側に定置固定式除塵スクリーンとしてバースクリーンを設置し、排水管路から流れてくる都市ごみ、廃棄物、水生植物、等を捕捉している。スクリーンで捕捉されたゴミの除去は、作業員が熊手を使用して手作業で行っている。

フェーズ2でのスクリーン設置後約8年を経過しているが、この間カンボジア及びプノンペンの経済発展に伴い、プノンペンにおけるゴミの発生量は増加を続けており、スクリーンに捕捉されるゴミの量も増加している。スクリーンに捕捉されるゴミの中では、買物袋や飲料容器に利用されている大小のビニール袋のゴミの割合が大きくなっている。

これまで雨季には除去作業のための作業員を常駐させてスクリーン補足されたゴミの除去作業を行ってきたが、降雨時のゴミの流入速度が早く、量も多いうえ、ビニール等のスクリーンに引っかかりやすい材質のものが増えたため、手作業による除去が追い付かなくなってきた。このため、排水管から地下貯留槽内への雨水の流入が阻害されるようになった。これに対し、プノンペン都のDPWTは、作業員の数を増やす、早期に作業開始する等の努力を行ってきたが、人力による作業では問題を解決できない状況にある。

このような現状を改善するために、本協力対象事業では、スクリーンにおけるゴミの

除去方式を人力から機械式へと改良し、自動除塵機を取り付ける方針とする。

既設のスクリーン室は自動除塵機を設置するにはスペースが十分ではないことから、既設のバースクリーン及びスクリーン室を撤去し、拡張したスクリーン室を建設する方針とする。

(d) 排水関連機材の調達の基本方針

プノンペン都における排水施設は、2000年以降、自国資金、日本の無償資金協力、その他の援助資金により徐々に改善・整備されてきているが、排水施設の整備が進んでいない地域、既存排水管の老朽化のため排水機能が発揮されない地域、地形的に周囲より土地の標高が低く局地的な浸水が発生する地域、等では大小さまざまな規模の浸水被害が発生している。また、近年の土地開発の進展に伴い低地や湿地の埋め立てが進んだ結果、これまで浸水の無かった場所において新たな浸水被害の発生が認められる場所もある。これらの地域では、緊急排水作業による浸水被害の軽減が行われている。

緊急排水作業は、DPWTが責任機関となり、その傘下のDSDが実作業を担当している。DSDは、プノンペン都の排水管路、及びポンプ場等の排水関連施設の維持管理の実作業も担当している。緊急排水作業が必要となった際、DSDはDPWTの指示により、プノンペン都が保有する唯一の排水ポンプ車を出動させ、緊急排水作業を行っている。現在の緊急排水作業は下記のような問題がある。

- DSDが使用できる排水ポンプ車は1台しかなく、製造から約30年経過し老朽化が著しく十分な排水能力を有していない。緊急排水作業の必要性は同時間に複数の場所で必要となることが多いが、1台の機材しか保有していないため、必要とされる時・場所に対応できていない。
- DSDには国家災害委員会が所有する排水ポンプが保管されているが、これらは定置式用であるうえ、稼働に必要な電源・操作盤・配管等の付帯設備は整備されておらず、緊急排水作業には活用できない。

本協力対象事業では、浸水被害の軽減のための緊急排水作業の現状を改善するために、緊急排水用機材を調達する方針とする。

緊急排水用機材は、移動式であることを条件とし、使用目的、必要性、実施機関の運営維持管理能力等を検討し、その仕様と調達数を決定する方針とする。

(2) 排水施設の設計条件に対する方針

本事業の排水施設整備における設計条件の設定方針は、既往の資料（MP1999等）及び現地調査における自然条件調査結果に基づき設定した。

(a) サップ川設計水位

ワットプノン北側エリアのサップ川沿いに建設するポンプ場の施設設計に用いる

サップ川水位は、チャトムック水文観測所における 30 年確率水位である EL.10.0m とする。

表 R 3.2.1 チャトムック水文観測所における確率水位

確率年 (year)	河川水位 (EL. m)
2	8.9
5	9.4
10	9.7
20	9.9
30	10.0
50	10.1

出典： MP1999

(b) 計画対象降雨

(i) 降雨確率規模（計画降雨の生起確率）の設定

近隣諸国の類似都市において都市排水施設の計画および設計に適用されている降雨確率規模は次表のとおりである。

表 R 3.2.2 近隣諸国の排水施設計画に適用されている降雨確率規模

都市名 (国名)	降雨確率規模 (A:流域面積)		
バンコク(タイ)	A<0.2km ²	A=0.2~1.0km ²	A>1.0km ²
	1年確率	2年確率	5年確率
ハノイ(ベトナム)	10年確率		
ジャカルタ(インドネシア)	A<0.1km ²	A=0.1~1.0km ²	A>1.0km ²
	1~2年確率	2~5年確率	5~10年確率
マニラ(フィリピン)	A<5km ²		A>5km ²
	3年確率		5年確率
ダッカ(バングラデシュ)	2年確率		

MP1999 では、プノンペン都における浸水改善計画および排水施設の設計に適用する降雨確率規模を、上記の近隣諸国における類似都市の例を参考に次表のように設定している。

表 R 3.2.3 施設計画に適用する降雨の確率規模

施設の種別	降雨確率規模
基幹排水施設：ポンプ場、樋門・樋管、調整池、幹線排水路（集水面積約 1 km ² 以上）	5年確率
末端排水施設：排水管渠、ポンプ場、樋門・樋管（集水面積約 1 km ² 以下）	2年確率

過去のフェーズ 1 からフェーズ 3 までの日本の無償資金協力事業では、プノンペン都の合意を得た上で、この MP1999 で設定した降雨確率規模を適用し施設設計を行った。

本事業においては、同一都市において一貫した洪水防御・排水改善事業を行うため、この基準を踏襲することでプノンペン都の合意を得た。本事業において計画する各排水管路の集水面積が各々 1km² 以下で上表の末端排水施設に該当することから、排水管路の設計に適用する降雨確率規模を「2年」とした。

(ii) 計画雨量

MP1999 並びにフェーズ 1 からフェーズ 3 までの日本の無償資金協力事業では施設の設計に適用する計画雨量として次表に示す値を採用している。

表 R 3.2.4 確率雨量

生起確率規模	時間雨量 (mm/hr)	日雨量 (mm/day)	降雨強度式
2 年	44.8	87.8	$I=2,566.07 \times (T+25.48)^{-0.93}$
5 年	63.2	112.3	$I=5,009.12 \times (T+31.38)^{-0.98}$

注：上記の値は、ポチェントン気象観測所地点における観測データに基づいている。

I：降雨強度(mm/hr)、T：継続時間(分)

出典：MP1999 および「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト（2016 年 12 月、JICA）」

上記の確率雨量は、1981 年～1997 年までの降雨記録を基に算出されている。これに対し、近年の降雨記録を加えて降雨解析を行い、確率降雨の再評価を行った。確率規模別の降雨量を算定した結果を次表に示す。

表 R 3.2.5 確率規模別雨量算出結果

生起確率	算定に用いたデータの期間別の日雨量 (mm/day) 算定結果		差分
	1981 年～1997 年 (①)	1981 年～2013 年 (②)	②－①
2	87.8	90.1	+2.3
5	112.3	109.6	-2.7
10	128.4	125.4	-3.0
30	152.9	154.5	+1.6
50	164.0	170.3	+6.3

出典：調査団

確率降雨の算定結果において、2 年確率では再評価時の日雨量 (②) が MP1999 時の日雨量 (①) よりもわずかに大きくなった一方で、5 年確率では逆に再評価時の日雨量 (②) が MP1999 時の日雨量 (①) よりわずかに小さくなっている。このように算定された日雨量が確率規模によって増減があるが、その増減差はいずれの確率規模においても僅かである。

この結果を踏まえるとともに、フェーズ 1 からフェーズ 3 までの無償資金協力事業の計画と本事業の整合性を図り、プノンペン都における排水改善事業に一貫性を持たせることも考慮し、全体を総合して検討した結果、本事業の施設設計に適用する 2 年確率の降雨量は、MP1999 で設定した値(時間雨量:44.8mm/hr、日雨量:87.8mm/day)を採用することとした。

(iii) 設計対象降雨の継続時間

MP1999 においては、1995 年～1996 年における豪雨発生時の時間雨量データが入手可能であったため、これらの入手したデータに基づき降雨波形を検討した結果、いずれの降雨も 6 時間以内に終了していたため、計画降雨継続時間を 6 時間とした。

一方、フェーズ 1 からフェーズ 3 までの無償資金協力事業の計画立案時には、時間雨量の計測データが存在しなかったため入手できず、計画降雨継続時間を再検討するための有効な手立てが無かったことから、過去の降雨パターンに即した計画降雨

継続時間を採用し、設計対象降雨の継続時間を6時間としてきた。

現在、カンボジア国のMOWRAMでは、2012年以降自動観測による時間雨量の観測を開始しているが、データの蓄積が不十分で信頼性が確認できておらず、時間雨量の公認・公表がされていない。

上記の状況を踏まえ、本事業では、MP1999、並びにフェーズ1からフェーズ3までの無償資金協力事業の計画と本事業の整合性を図り、プノンペン都における排水改善事業に一貫性を持たせるため、設計対象降雨の継続時間として6時間を採用した。

(3) 社会経済条件に対する方針

工事実施に伴う私有地の土地収用・家屋移転は社会的摩擦要因となるため、本協力対象事業においてはこれらを最小限とするような計画を立案する。そのために、排水管路は道路・歩道等の公有地の地下に設置することとし、既存の地下埋設物の位置に留意して平面・縦断線形を設計する。

ワットプノン北側エリアに建設するポンプ場及び地下貯留槽に関しては、公有地である河川沿いの公園敷地内に計画する。

協力対象事業対象地域は、カンボジア国内で最も経済活動が活発なエリアであり、観光客も多く訪れるため、工事中の騒音・振動、完成後の景観などに配慮し、経済活動に対する事業実施による影響を最小限にするような設計及び施工計画の立案を実施する。

(4) 建設事情／調達事情に対する方針

(a) 設計基準

カンボジア国では橋梁及び道路に関する設計基準はあるものの、その他の各種構造物等の設計には、日本や欧米各国において認知された設計基準を準用している。過去における日本の無償資金協力援助事業では日本の各種設計基準を採用していることから、本事業においても、施設の設計は「国土交通省河川砂防技術基準」、「河川管理施設等構造令」、「道路橋示方書」、「道路土工指針」、「下水道施設計画・設計指針と解説」等わが国の基準・指針に基づいて行う。

(b) 調達事情

カンボジア国では、土砂、セメント、鉄筋等の基本的な土木・建設資材、並びに一般的な建設機械の調達が可能である。現地で調達できる資材のうち、土砂、木材等の一部の現地発生材を除き、セメント、鉄筋、建設機械等その他の大部分が近隣諸国からの輸入品であり、各国の工業規格を満足する資材の調達が可能である。近年、カンボジア国内において木材伐採を制限しているため、木材価格が上昇している。カンボジア国内の世話役・特殊作業員・普通作業員の技術水準は総じて低いが、日本の無償資金協力事業の経験のある世話役・特殊作業員等もあり、そのような技術者の確保が重要となる。

設計に当たっては、過去の無償資金協力事業の実施を通して得られた知見に基づき現地資材の品質や労働力の水準・量を考慮し、現地調達可能な資機材や労働力を極力利用し、建設コストの低減を図る。また、将来の再改修についても視野に入れ、二重投資とならないよう配慮した設計とする。

一方、自働除塵機、ゲート、ポンプ、特殊な電気設備、排水関連機材は、現地では製作されていないため、本邦調達または第三国調達となるが、品質面、維持管理面、経済性及び現地の技術力を考慮し、最適な機材の選定、調達方法を検討する。

本邦もしくは第三国において調達された資機材を陸上輸送で輸入する場合の通関場所は各国境であるが、海上輸送された全ての資機材のカンボジア国における陸揚げ・通関場所はシアヌークビル港となる。

(c) 関連法規、事業実施の許認可制度

本事業は、主管官庁がプノンペン都であり、実施機関である DPWT が工事实施の許認可を検討する機関であるため、事業実施に際して特に許認可を申請する必要はない。

関連法規としては、カンボジア国の環境基準に従って事業実施前に、プロジェクトに対する IEIA を実施し、環境省の承認を受ける必要がある。

(5) 現地業者の活用に係る方針

(a) 建設業者

現地には比較的規模が大きく日本の無償資金協力事業に関わる下請け工事を受注した経験を有する建設会社が数社あり、道路や水路の建設、簡易なコンクリート構造物や建物の施工等、基本的な土木・建築技術は有している。したがって、施工計画立案に際し、現地業者を活用出来る部分については、可能な限り活用する方向で立案し、建設コストの低減を図る。

これまでの無償資金協力事業または他の大型土木工事の建設を通して、工事管理技術者（施工業者、コンサルタント）に関しても、現地の技術者でも十分に管理できる能力を有するものも増えてきている。工事管理においても、彼らを十分に活用し、監理計画においてもできるだけ経済性に配慮した計画とする。

(b) ポンプ機器据付け工事管理技術者

プノンペン都には、一般的な土木工事を実施できる建設会社や工事管理できる技術者はあるが、本プロジェクトで設置するようなポンプの据付けやそれに伴う機械・電気設備工事を実施できる技術者はいない。これらの特殊工事の施工管理技術者に関しては、別途日本から派遣する方針とする。

(6) 運営・維持管理に対する対応方針

本事業によって建設されるポンプ場、地下貯留槽、排水管路、マンホール、自働除塵機、

及びその付帯施設、並びに排水関連機材の運営維持管理を行う実施機関は DPWT であるが、DPWT の技術レベルが高くないことから、特殊な技術を必要とせず、実施機関の技術レベルで維持管理が可能な形式となるよう設計する方針とする。

排水関連機材の運営・維持管理に関しては、実施機関に対してソフトコンポーネントを利用した運用維持管理の指導を行う方針とする。

また、相手国実施機関の運営・維持管理能力の評価及び維持管理のための予算を算出し、極力、現状の予算・組織・人員の範囲内で維持管理可能となるよう配慮し、増強の必要が認められる場合には、相手国に対して提案する方針とする。

(7) 施設、機材のグレードの設定に係る方針

施設、機材等のグレードの設定に当たっては、無償資金協力が緊急に現在必要とされる物を対象とする性質のものであるということを踏まえ、改修規模、改修内容等を決定する。

(a) 排水システム改善のグレードの設定に係る方針

排水管路、地下貯留槽、ポンプ場の整備は、事業実施後に「浸水深・浸水継続時間がともにゼロとなる（浸水が全く発生しなくなる）」ように整備することが望ましいが、降雨パターンが短時間かつ高強度であるため、浸水を完全にゼロとするためには施設規模が大きくなるため過剰な投資が必要となり、施工スペースの確保や既存の地下埋設物との取り合いから制約を受ける。さらに、排水枝線を含む細かな排水網の構築が必要となり、長期にわたる施工期間、多大な費用が必要となる。

そのため、フェーズ 2 及びフェーズ 3 の計画では、現状の浸水被害状況に対して、車道における車両の通行及び歩道における歩行者の通行に支障がなく、家屋への床上浸水が発生しないように改善することを目標として、「2 年確率洪水において浸水深 20cm 以下、浸水継続時間 2 時間以下」を浸水被害の改善目標として採用した。

本事業の排水管路網整備においても、以下の観点からこれまでの浸水被害改善目標を踏襲することとした。

- 同一都市における排水改善計画に一貫性・整合性を持たせる。
- トルコーク地域からの排水先は既設ポンプ場（第 1 及び第 2 トルコークポンプ場）及び既設排水管路（ポンピアイ湖につながる排水管路）であるため、施設の規模の設定に制限がある。また、既存の地下埋設物の存在により排水管の敷設スペースが十分に確保できない中、浸水深・浸水時間をゼロとし、かつ、流速、勾配、土被り等の設計条件を満足するような大口径の排水管の敷設は困難である。
- ワットプノン北側エリアの浸水深・浸水時間をゼロとするには、過剰な規模の排水施設（稼働機会が 1 年に数回しかない排水容量 5m³/s 規模のポンプ、もしくは、約 70,000m³ を超える容量の地下雨水貯留槽）が必要になる。

- 車輛の通行及び歩行が可能で、家屋における浸水被害の発生しないことを目標に、浸水深が現況の歩道縁石（約 20～30cm）以下になるように設定する。

本事業の排水管路網整備における排水改善目標を上記のとおり設定し、水理解析シミュレーション結果に基づき排水施設の整備範囲、内容、規模を設定する方針とする。

(b) フェーズ 2 で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機のグレードの設定に係る方針

地下貯留槽への流入量が計画どおりになるような規模とする方針とする。

フェーズ 2 で改善した地域においてもプノンペン都中心部における日本の無償資金協力による洪水防御・排水改善事業の一体的な効果が発現するように、フェーズ 2 で建設した排水施設が所定の機能を発揮できるよう、以下の項目を満足するよう設計する方針とする。

- 建設場所は既存施設と同一とし、既存の施設を取壊して、新規に建設する。
- 汚水の流れを阻害せず、排水路から地下貯留槽へ計画どおり汚水が流入するような規模、構造とする。
- 維持管理面に配慮し、清掃や維持管理のしやすい構造とする。

(c) 排水関連機材のグレードの設定に係る方針

現地調査の結果、調達する排水関連機材に必要なとされる基本的な機能は以下のとおりとした。

表 R 3.2.6 排水関連機材に必要な機能

機能	用途・目的
排水(ポンプ)機能	局地的な浸水における雨水排除、雨水排除の時間的促進
移動式	散在している緊急排水が必要な箇所への迅速な移動
左ハンドル車	カンボジア国において右ハンドル車は原則認められない。

機材のグレード設定に関しては、以下の条件が満足されることを前提として、作業効率・耐久性が高く、操作性の良い機材を、維持管理業務の遂行に最低限必要な数量のみ選定する方針とする。

- 先方に調達機材に対する十分な運営・維持管理が可能な人員が確保されること。
- 先方に調達機材を安全に保管できるガレージ・屋根付車庫が確保されること。
- 先方に調達機材に対する必要な運営・維持管理予算が確保されること。

(8) 調達方法に係る方針

排水関連機材の調達先に関しては、維持管理業務を実施する機関である DSD が長期的に調達機材を維持管理し、良好な状態で機材を使用していくことが可能となるよう、以下

を条件とした。

- 現地または近隣地域に基本部品（シャシー）の代理店があること。
- 故障の発生頻度が小さく、スペアパーツの入手が欧州製に比べて容易なこと。
- 他国製品と比較して本邦製品に対する DSD 側の信頼・要望が格別に高いこと。

以上の条件を考慮し、排水システム維持管理用機材は本邦調達とする。

(9) 工法に係る方針

(a) 排水管敷設工事（排水幹線の整備、遮集管の整備）

- 施工前に試験掘削を実施し、地下埋設物の位置を確認した後に施工を開始する。
- 施工による影響範囲を最小とするため、鋼矢板等による土留め工法を採用する。
- 排水管路の敷設は、対象地域をいくつかの小排水区に分割し、小排水区をさらに施工区に分割し、施工区毎に完結するよう施工していくことを基本とする。
- 工事中の騒音・振動の発生を極力小さくするよう低騒音・低振動タイプの機械を使用する。
- 安全対策上、昼間施工を基本とするが、社会環境に与える影響を考慮し、周辺状況に応じて夜間工事を実施する。

(b) ポンプ場、地下貯留槽、機械式自動除塵機の建設工事

- ポンプ場、地下貯留槽、機械式自動除塵機の施工は、全て公園内であるが、近接構造物があるため、鋼矢板等による土留め工法を採用する。
- 構造物の基礎杭の施工は、騒音・振動対策及び油煙問題を考慮し、油圧ハンマーによる打ち込み工法を採用する。

(10) 工期に係る方針

本事業は、排水施設の改修・建設工事が主たる内容であり、施工に際しては降雨及び河川水位の影響を大きく受ける。従って降雨量が多く、河川水位の上昇する雨季には作業効率が低下するということを考慮した工程を立案するものとする。

特に、河川に面したポンプ場及び地下貯留槽の基礎工事は雨季には河川水位が上昇して施工場所が水没するため、また、機械式時自動除塵機の施工は雨季には施工箇所の排水に過剰な手間がかかることから、乾季に集中して作業を実施する工程とする。

工期の設定に際しては、これらの条件を十分勘案して決定するものとするが、本プロジェクトの工事規模及び雨季における作業効率の低下を考慮すると、施工期間は3乾季を

必要とし、単年度で完成することは困難であることから、施工開始見込みの時期を考慮して、4期（4会計年度）にわたる国債案件となるものと見込まれる。

3.2.2 基本計画（施設計画／機材計画）

本無償資金協力の協力対象事業として要請された事業は次の3つに大別される。

- ワットプノン北側エリア及びトルコーク地域の排水システム改善
- フェーズ2で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機
- 排水関連機材の調達

以下に、要請された各事業に関する基本計画の検討内容並びに、実施事業内容を記す。

3.2.2.1 全体計画（排水解析）

3.2.2.1.1 調査対象地域における浸水発生状況

プノンペン都は元来氾濫土砂が堆積した沖積地帯に築かれた都市であり、標高 0~14m の低地が広範囲に分布している（図 R 3.2.1 参照）。従い地形的に洪水に対して脆弱であり、2章で述べた気候条件と併せて高い洪水リスクを有している。このため、フランスの植民地時代には既に排水・衛生改善を目的とした排水管網が整備されているが、施設の老朽化と維持管理不足による閉塞に加え、内戦後の急激な都市化により、本来地下浸透する雨水が流出して浸水するようになったため、既設の排水機能では排水処理が追いつかなくなっている。その結果、毎雨季に深刻な浸水が発生している。特にワットプノン北側エリアについては、主排水先であるサップ川の水位が高いときには、排水不良に拍車がかかり、一層の浸水被害が発生している。

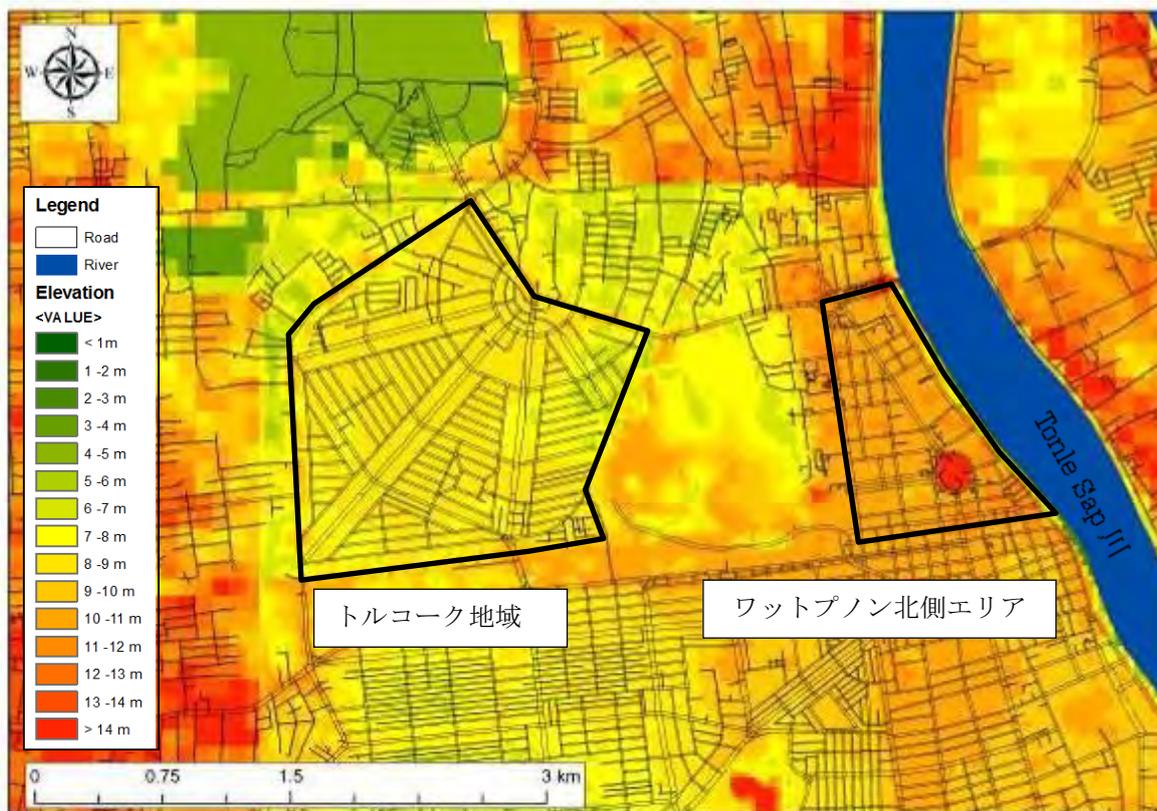


図 R 3.2.1 対象排水区周辺の地盤高

3.2.2.1.2 管路・氾濫モデルシミュレーションによる現況の排水システムの水理的評価

既存の排水システムをモデル化し、管路・氾濫モデルシミュレーションを実施し、両排水区域の既存の排水システムの水理的評価を行うとともに、新規対策施設の検討を行った。図 R 3.2.2 に解析フローを示す。両エリアにおける基本的な解析条件を次表に整理した。

表 R 3.2.7 排水システムの水理解析におけるモデル条件

項目	ワットブノン北側エリア	トルコーク地域
合計排水面積	117.0 ha	334.7 ha
モデル化した人孔数	70	250
モデル化した管路長	10 km (φ 300-1,200mm)	20.4 km (φ 600-1,000mm)
排水路網のモデル化要領	✓ 管路及び人孔の位置は DPWT が所有しているデータベース及び現地調査結果を基にモデル化 ✓ 人孔調査結果を基に、標高データ（人孔敷高、管路敷高等）を入力	
排水構造物(現況)	■プサーチャス排水機場: 1.4 m ³ /s (隣接の排水区に既存)	■トルコーク 1 排水機場: 2.32m ³ /s (既設) ■トルコーク 2 排水機場: 1.85m ³ /s (既設)
排水構造物(将来)	■プサーチャス排水機場: 1.4 m ³ /s (隣接の排水区に既存) ■PS6 排水機場: 1.4 m ³ /s (新設)	■トルコーク 1 排水機場: 2.32m ³ /s (既設), 5.0m ³ /s (建設中) ■トルコーク 2 排水機場: 1.85m ³ /s (既設), 5.0m ³ /s (建設中)
集水域分割	道路、建物業、人孔位置を参考に区画割を実施	
流出計算モデル	Time-Area 法	
地表モデル	DEM、30m グリッド	

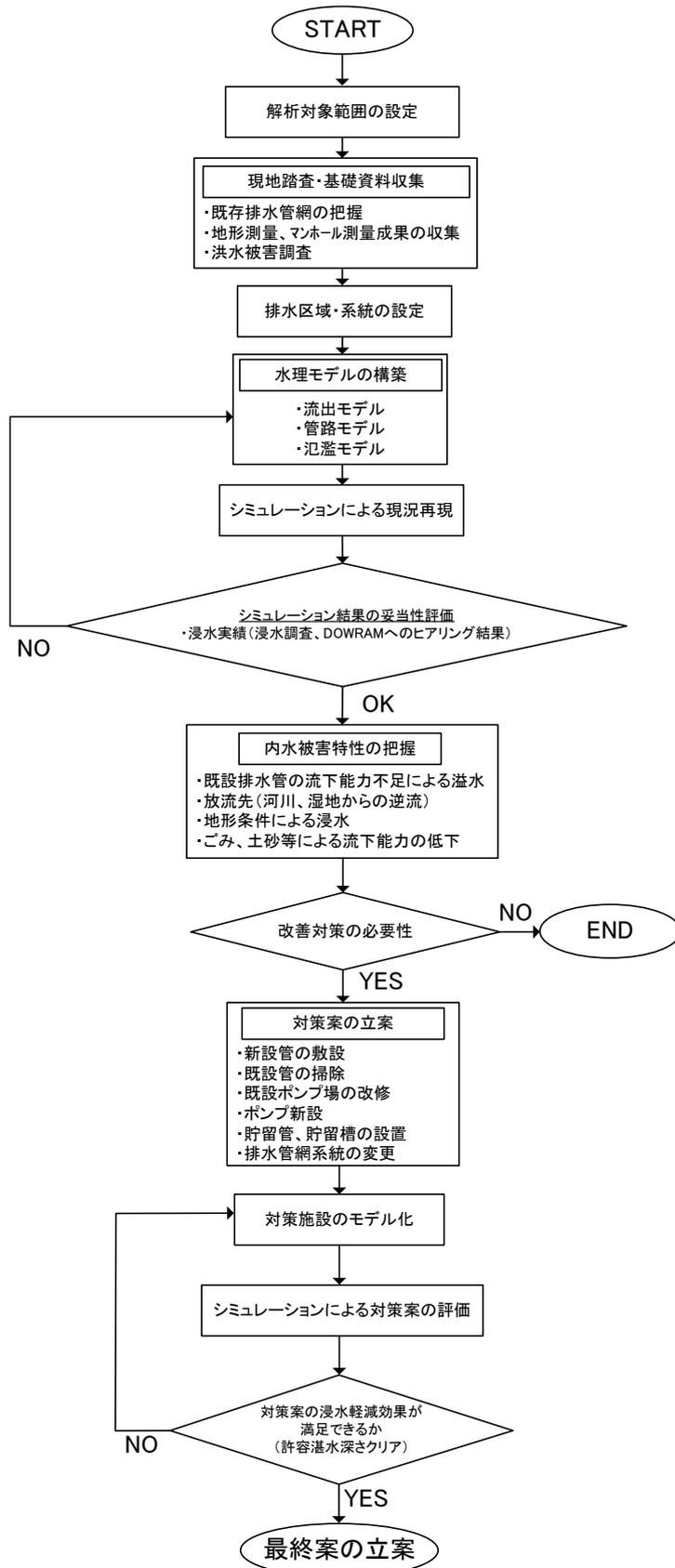


図 R 3.2.2 排水システムの水理解析フロー

(1) 使用した水理解析モデル

降雨-流出-管路-氾濫の一連の水挙動を同時に追跡し、適切な浸水ボリュームを評価するため、洪水氾濫解析ソフトである DHI 社製の MIKE FLOOD にて MOUSE (1次元管路モデル) と MIKE 21 (2次元氾濫モデル) の結合モデルを構築した。MOUSE は MIKE URBAN (GIS ベースの都市水環境解析ソフト) に内蔵されている管路内の水の流れの1次元不定流計算を行う解析ツールであり、管路内の圧力水頭や平均流速、マンホール内の水位などを評価できる。一方 MIKE 21 は河川・下水からの氾濫水の挙動を2次元不定流計算によって解析することができ、浸水深や流速による評価が可能である。両者を連携(カップリング)させることで管路-マンホール-氾濫現象を同時に再現することが可能となり、管路内と氾濫水のやりとりを追跡することができる。フェーズ3の準備調査時点では水理解析に使用した MOUSE (1次元管路モデル) がカップリングに対応しておらず、フェーズ3では管路解析のみを行い氾濫解析は行っていない。本事業の準備調査では、排水機場、地下貯留槽及び排水管路の諸元決定にあたり、実際の氾濫ボリュームを適切に検討する必要があったことから、本結合モデルを採用した。次図にモデル化のイメージを示す。

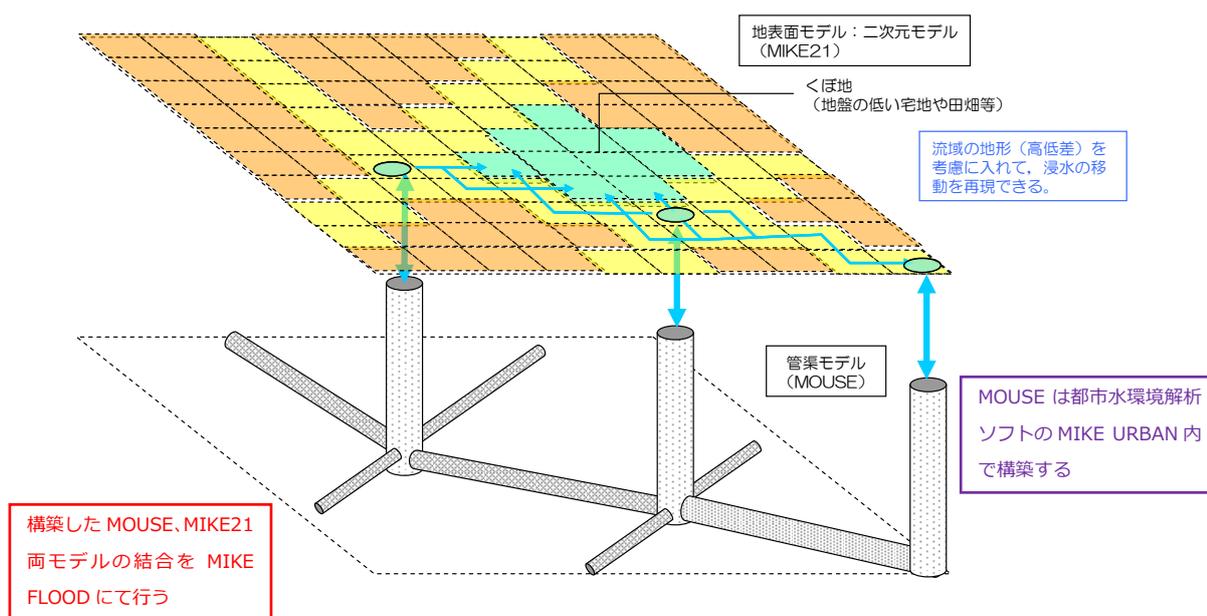


図 R 3.2.3 管路・氾濫解析モデルのイメージ

(2) 流出計算モデル

与えた雨から流入流量への変換(流出計算)については、MOUSE の計算モジュールに搭載されている時間面積 (Time-Area) 法を採用した。当手法は流達時間を基準に人孔が受け持つ区域を等到達時間に分割し、各到達時間域での有効降雨による流出ハイドログラフを求め、これを単位図の手法により重ね合わせたものをノードに流入するハイドログラフとする方法である¹。これにより集水域に生じる雨が人孔に流入するまでのタイムラグを

¹下水道雨水管理計画策定マニュアル (一般社団法人 全国上下水道コンサルタント協会、2012年)

考慮したハイドログラフを作成することができる。

(3) 管路網モデル

既存の排水管路網のモデル化にあたっては、ワットプノン北側エリアについてはフェーズ2において既往調査結果をもとにモデル化を行っている。一方、トルコーク地域については、DPWTが構築している管路網データベースをもとに管路網のモデル化を行い、再委託にて実施中の人孔調査結果を基に、高さ関係のデータ（人孔底高、管路敷高等）を入力しモデル化した。図 R 3.2.4 及び図 R 3.2.5 に構築した管路網モデルを示す。



図 R 3.2.4 モデル化した管路網（ワットプノン北側エリア）

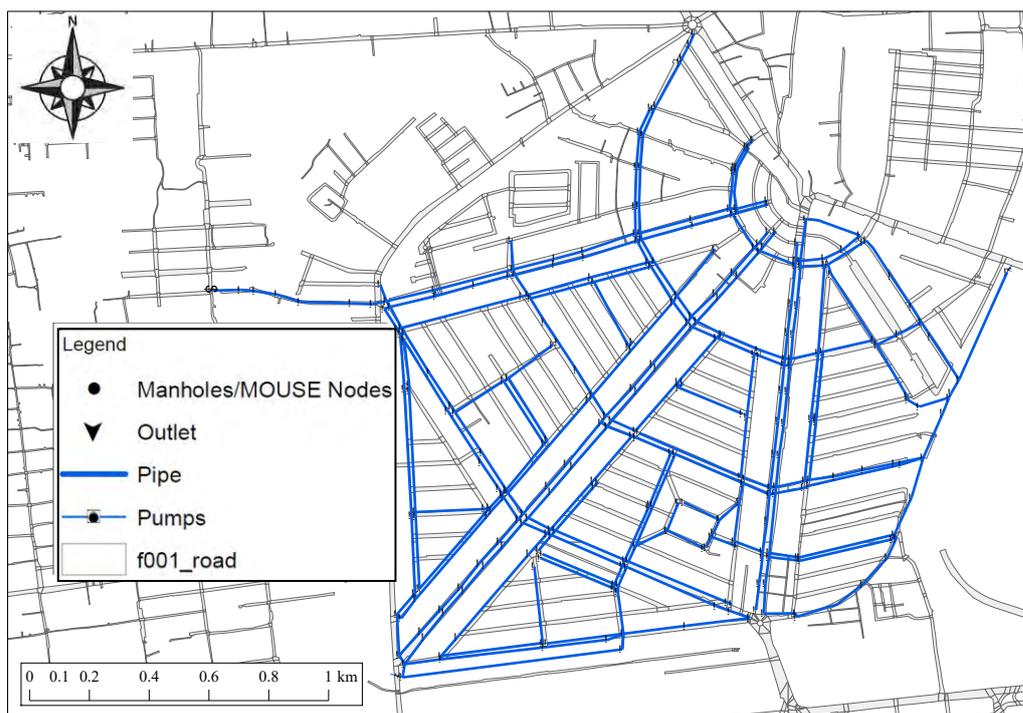


図 R 3.2.5 モデル化した管路網（トルコーク地域）

(4) 排水構造物

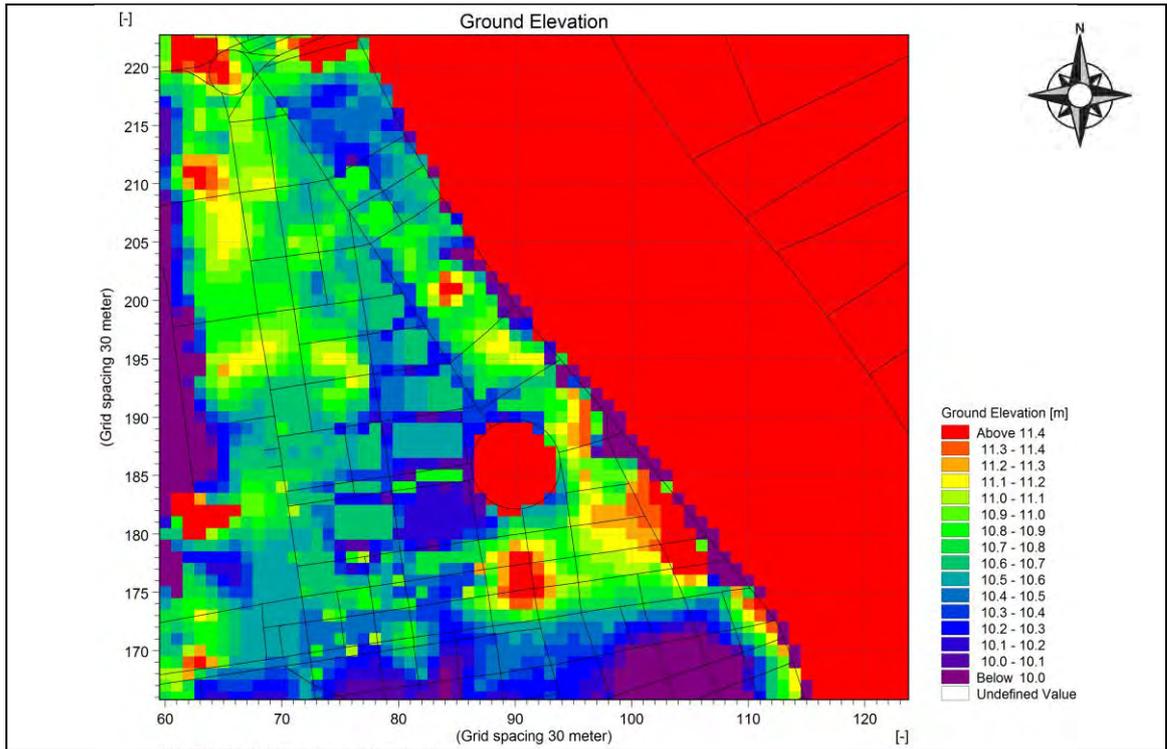
本調査では、両エリアにおいて整備済並びに現在建設中の排水機場及び付帯施設である貯留槽を次表のとおりモデル化した。

表 R 3.2.8 モデル化した排水機場

項目	ワットプノン北側エリア	トルコーク地域
排水構造物	■ Phsar Chars 排水機場 1.4 m ³ /s (既存)	■ トルコーク 1 排水機場：2.32 m ³ /s (既設)、5.0 m ³ /s (建設中) ■ トルコーク 2 排水機場：1.85 m ³ /s (既設)、5.0 m ³ /s (建設中)

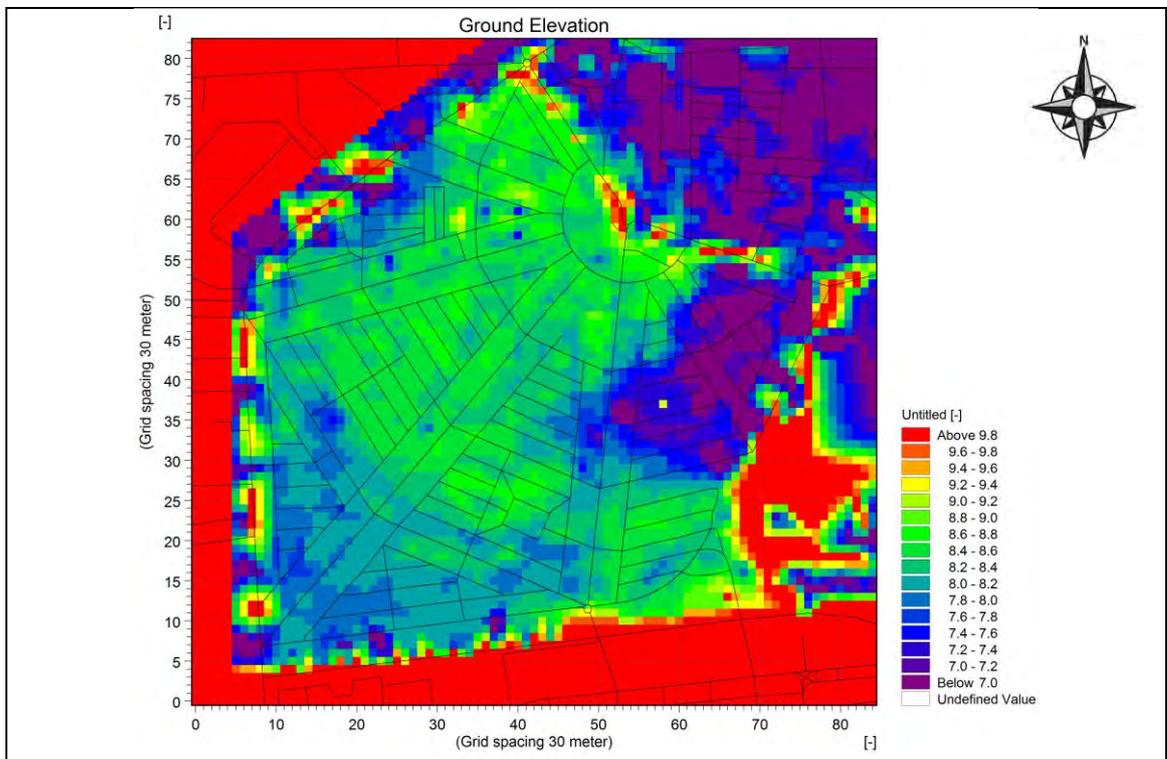
(5) 地盤高モデル (Digital Elevation Model : DEM)

地盤高モデル (Digital Elevation Model、以下「DEM」と記す。) については、「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト (2016 年 12 月、JICA)」において作成された DEM (SRTM をベースとして 2011 年の KOICA の航空測量成果、2015 年の JICA の測量成果を基に修正したもの、100m グリッド) をベースとして採用した。浸水エリアの微細な地形を表現するため、当データを 30m グリッドに分割し、地形測量データを基に再度調整した。図 R 3.2.6 及び図 R 3.2.7 に作成した地盤高モデルを示す。



*DEM データは以下のデータを使用。1) Shuttle Rader Topography Mission, 2) KOICA による航空測量成果 (the Project of The production the National Base Map and the Establishment of the master Plan for the National Spatial Data Infrastructure in Cambodia (2010-2011 年))、3) 地形測量成果 (1998 年及び 2015 年に JICA が実施)

図 R 3.2.6 ワットプノン北側エリアの地盤高モデル (DEM モデル)



*DEM データは以下のデータを使用。1) Shuttle Rader Topography Mission, 2) KOICA による航空測量成果 (the Project of The production the National Base Map and the Establishment of the master Plan for the National Spatial Data Infrastructure in Cambodia (2010-2011 年))、3) 地形測量成果 (1998 年及び 2015 年に JICA が実施)

図 R 3.2.7 トルコーク地域の地盤高モデル (DEM モデル)

(6) 湿地のモデル化

トルコーク地域では、南側及び東側に位置する 2 箇所の湿地が既設の吐口先として設定されている（図 R 3.2.8 参照）。

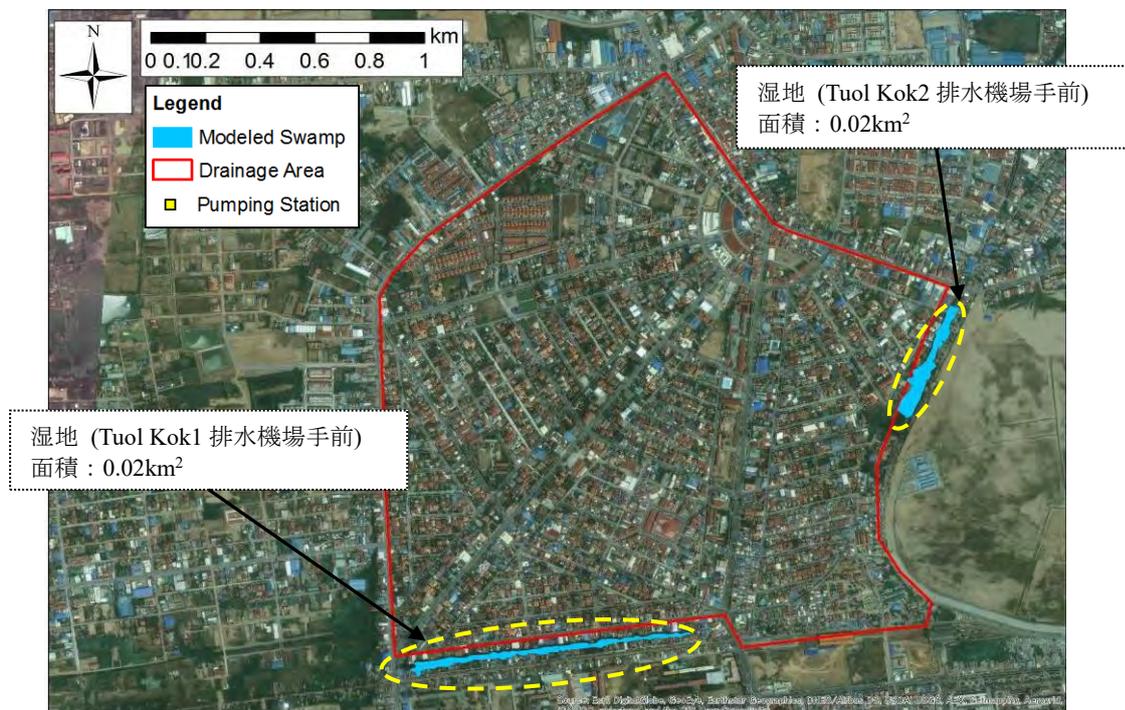


図 R 3.2.8 トルコーク地域における湿地の分布状況

これらの湿地は発生した洪水をポンプにより排水する前に一時的に貯留する調整池機能を有していると考えられる。本調査における解析モデルにおいてもこの 2 箇所の湿地について、既存の地形測量成果を基に調整池としてモデル化した。

なお、トルコーク 2 排水機場の湿地周辺には、開水路が掘削されており、雨季には水位上昇し湿地となる。現地調査の結果を踏まえてこれも考慮してモデル化した。



図 R 3.2.9 トルコーク 2 排水機場湿地周辺の状況
（左図：確認された水路のルート、右図：開水路の状況）

(7) モデル境界条件

(a) モデル対象降雨

既往検討では、2年確率雨量を対象降雨として設定しており、計画の整合性の確保のため、今フェーズにおいてもそれを踏襲した。

表 R 3.2.9 採用した降雨強度式

確率年	時間雨量	日雨量	降雨強度式	降雨継続時間
2 years	44.8 mm	87.8 mm	$I=2,566.07 \times (T + 25.48)^{-0.93}$	6 hours

出典 MP1999

(b) 排水先水位

ワットブノン北側エリアでは、水理解析モデルの外部境界条件として、排水先のサップ川の河川水位を設定することとし、サップ川のチャトモック水文観測所における 30年確率水位 (EL. 10.0 m) を採用した。一方、トルコーク地域の北部排水区については、排水区域の西側に位置するポンパイ湖に流入する排水路の最高水位について、周辺住民へのヒアリング結果並びに測量結果に基づき下表のとおり設定した。排水路の最高水位は河岸高にまで達する。

表 R 3.2.10 水理解析モデルの外部境界条件として設定した排水先水位

対象地域	排水地点	水位条件 (EL. m)
ワットブノン北側エリア	サップ川	10.0
トルコーク地域 (北部)	ポンパイ湖流入排水路	8.0

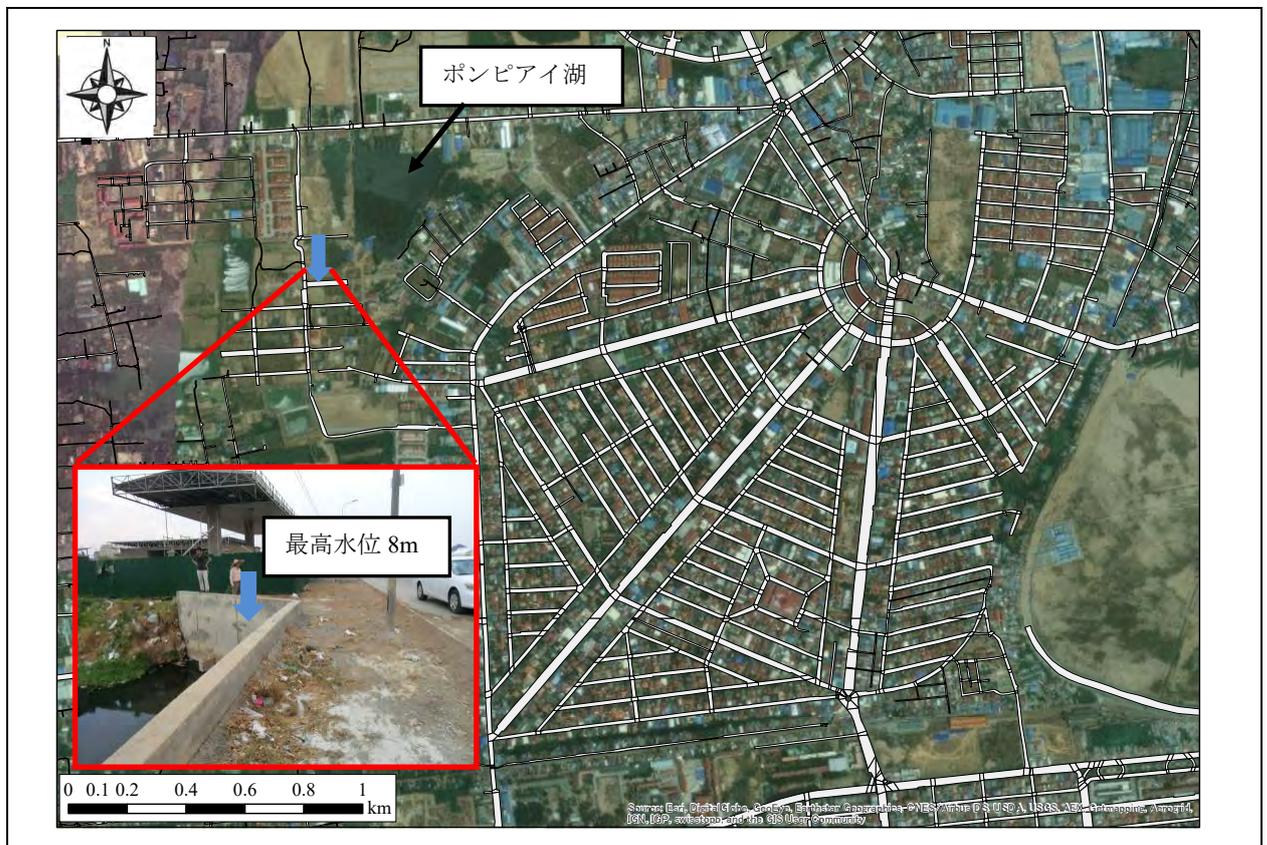


図 R 3.2.10 トルコーク地域における下流端水位設定地点

(8) キャリブレーション結果

構築したモデルの妥当性を検証するために、毎年発生する規模の降雨（2年確率降雨に相当）をモデルの境界条件として与え、計算結果と実際の浸水実績（浸水エリア、浸水深、浸水継続時間）と比較した。

図 R 3.2.11 にワットプノン北側エリアにおける計算結果として最大浸水深と浸水継続時間を示す。モデル化した地盤モデルはスポットデータを基に修正しているため、局所的なくぼ地が発生し、それに伴って浸水時間が長くなっている箇所が散見されるが、47番通り、84番通り、88番通り及びワットプノン周辺の浸水状況や浸水解消に要する時間共に DOWRAM 職員が証言した浸水状況と一致しており、当エリアにおいて構築した解析モデルは妥当な再現性を有していると判断できる。

一方、トルコク地域についても図 R 3.2.12 に示すとおり、337番通り、315番通り、592番通り及び湿地周辺の低地における浸水状況や浸水解消に要する時間共に DOWRAM 職員が証言した浸水状況と一致しており、当エリアにおいても構築した解析モデルが妥当な再現性を有していると判断できる。

以上より、構築した解析モデルを基に以降の検証を行う。

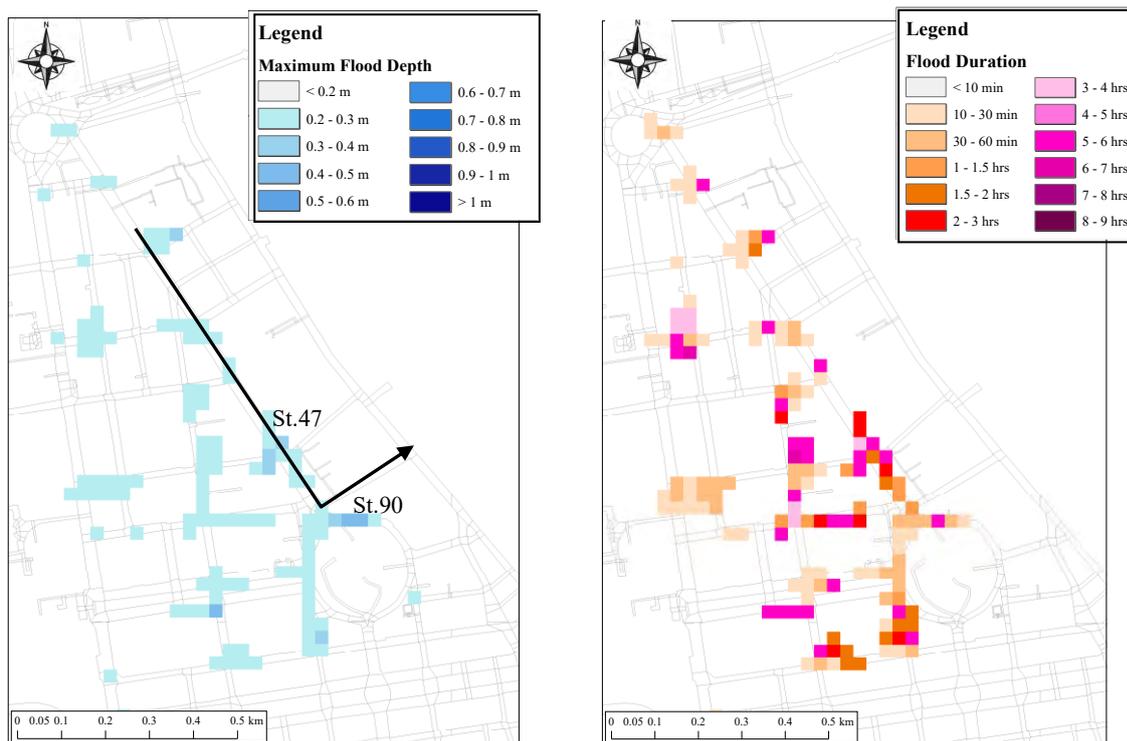
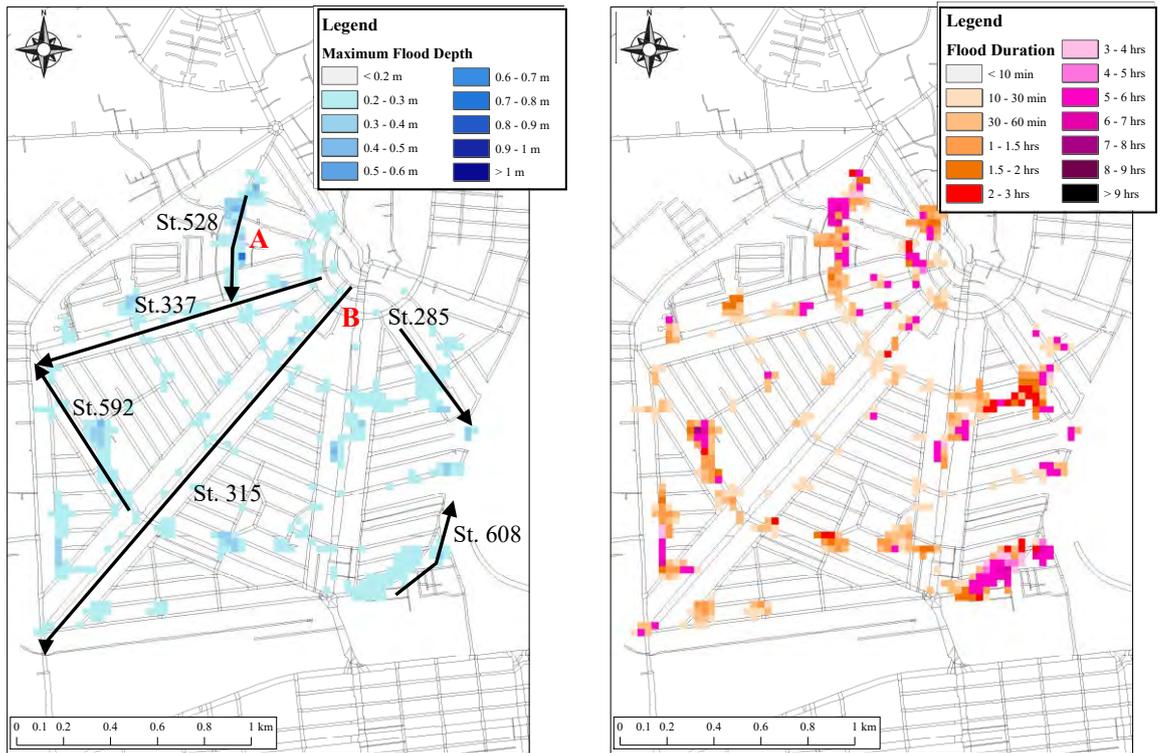


図 R 3.2.11 ワットプノン北側エリアにおける2年確率降雨を与えた場合の計算結果
(左：最大浸水深、右：浸水継続時間)



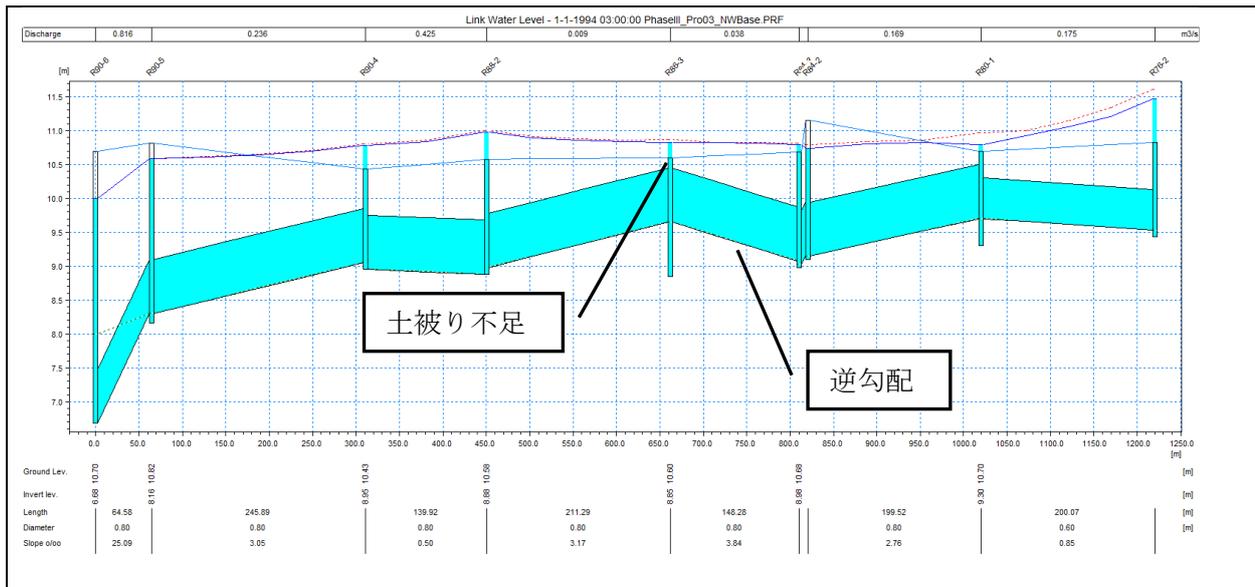
*アルファベットは図 R 3.2.14 の写真の地点に対応

図 R 3.2.12 トルコーク地域における 2 年確率降雨を与えた場合の計算結果
(左：最大浸水深、右：浸水継続時間)

(9) 水理モデルによる浸水要因の評価

上記のシミュレーション結果を基に、ワットプノン北側エリアにおける現況の排水システム並びに浸水特性の以下のとおり評価される。

- 現況の管路が有している排水能力は 2 年確率規模を下回り、排水能力不足と河川水位による排水の影響を受け、47 番通り、84 番通り、88 番通り及びワットプノン周辺において浸水が発生するが 1.5 時間程で排水は解消される。
- Phsar Chas 排水機場はワットプノン周辺の氾濫水については側溝を介して排水しており、一定の浸水軽減効果に寄与している。しかし周辺の管路の排水能力が不足していることから、一時的な浸水は避けられない状況である。
- 管路の敷設状況としては、一部逆勾配区間や、土被り不足の箇所も確認された。例として図 R 3.2.13 に 47 番通りから 90 番通りにかけての管路の縦断図と冠水時の水位を示す。
- ワットプノン周辺で発生した浸水は、90 番通りに敷設された排水路を介してサブ川に排水されるか、フェーズ 2 で建設された側溝 (□750x750mm) を介して Phsar Chas 排水機場に流集され排水される。これらの施設がワットプノン周辺の浸水軽減に寄与していることが確認された。



*位置は図 R 3.2.11 の矢印を参照

図 R 3.2.13 47 番通りから 90 番通りにかけての排水管路の縦断図と冠水時の水位 (2 年確率降雨発生時)

一方、トルコク地域における現況の排水システム及び浸水特性は以下のとおりである。

- 現況の管路の排水能力はワットプノン北側エリアと同様、2 年確率規模を下回っており、降雨が発生した場合、高頻度で排水能力の低い箇所（管径の小さい箇所や低地）で浸水が生じる。また、528 番通りや 289 番通りなどの排水区上流部では、人孔内に土砂やゴミの堆積が見られ、排水が困難となっている箇所も確認された（図 R 3.2.14 参照）。

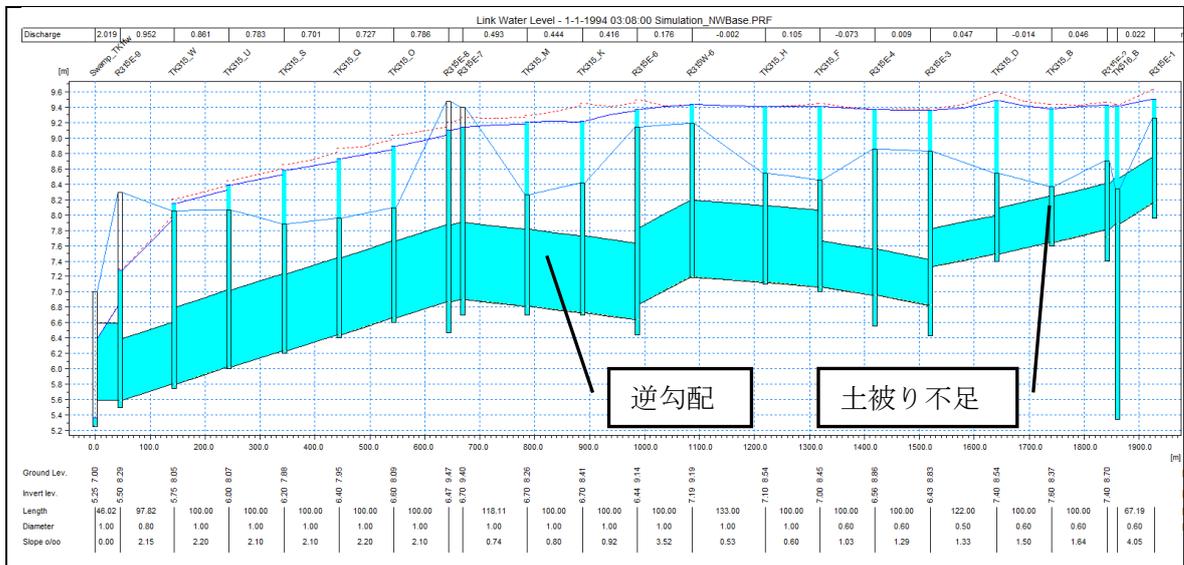


*位置は図 R 3.2.12 参照

図 R 3.2.14 管路内の堆積物の状況（左：528 番通り、：右 289 番通り）

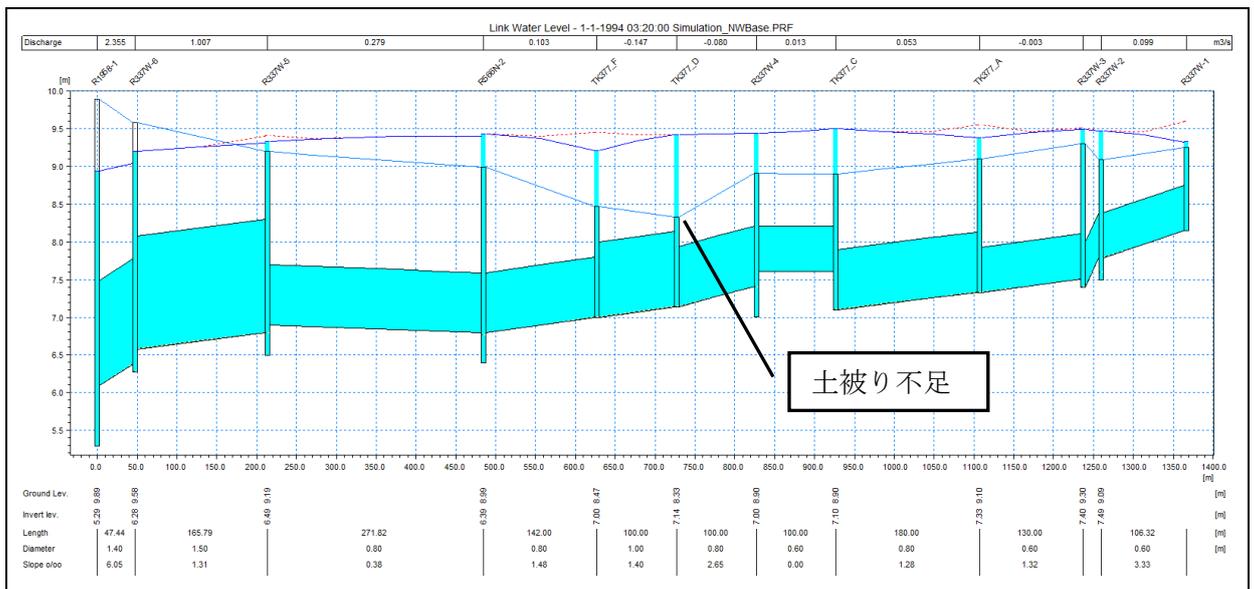
- 低湿地という地形的な要因から、地形勾配による重力排水は困難であり、更には対象地区を囲んでいる堤防道路によって氾濫水が自然配水されず排水不良を助長している。放流先の湿地には堤外に排水するためのポンプ場が設置されているが、管路の排水能力が小さいため、雨水がポンプ場に到達する前に道路に冠水する。また 608 番通りや 285 番通りといった湿地周辺の低地では、発生した浸水が 4~6 時間と長時間継続する。

- 管路の敷設状況としては、ワットプノン北側エリアと同様、一部逆勾配区間や、土被り不足の箇所も確認された。例として図 R 3.2.15 に 315 番通り、図 R 3.2.16 に 337 番通りにおける管路の縦断図と浸水時の水位を示す。



*位置は図 R 3.2.12 の矢印を参照

図 R 3.2.15 315 番通りの排水管路の縦断図と冠水時の水位（2 年確率降雨発生時）



*位置は図 R 3.2.12 の矢印を参照

図 R 3.2.16 337 番通りの排水管路の縦断図と冠水時の水位（2 年確率降雨発生時）

3.2.2.1.3 排水システム改善の概略施設計画案とシミュレーションによる排水解析

3.2.2.1.2 節の内容を踏まえ、対象地域の浸水被害を軽減させるための排水施設について概略検討を行った。前提として、カンボジア国政府より要請を受けた排水改善計画をベースとし、限られた予算で最大限の効果を発揮するような排水施設の諸元及び効果について管路・氾濫シミュレーションを用いて検証した。

(1) 浸水改善目標

浸水対策を評価する指標としては、「浸水頻度」、「浸水深」、「浸水継続時間」が挙げられる。対象地区の浸水を全て解消させるための施設を全て建設するには、膨大な費用が必要となる事から、表 R 3.2.11 のとおり浸水軽減目標を設定した。これらの目標は、基本的にフェーズ 2 及びフェーズ 3 の達成目標を踏襲している。

表 R 3.2.11 設定した浸水軽減目標

項目	現況	目標
浸水頻度	年に 4 回	2 年確率降雨
許容深水深	20 - 40cm	20cm 以下
許容浸水継続時間	2 時間以上	2 時間以内

(2) 計画条件、解析条件

採用した設計条件については以下のとおりである。

(a) 確率降雨

既存計画との整合性を考慮し、2 年確率降雨を浸水軽減対策の目標とする。

(b) 流出係数

採用した地目ごとの流出係数を表 R 3.2.12 に示す。これらの値は MP1999 及びフェーズ 1~3 において採用されているものであり、これを踏襲した。

表 R 3.2.12 流出係数

地目	流出係数	地目	流出係数
高密度市街地	0.80	農地	0.05
高密度住宅地	0.65	公園、緑地	0.10
低密度住宅地	0.50	水域	1.00
商業用地	0.35	—	—

出典：MP1999

(c) 粗度係数

排水管は鉄筋コンクリート製であり、鉄筋コンクリートの粗度係数は $n=0.011\sim 0.016$ の範囲である。新設コンクリート管では $n=0.013$ を採用するのが一般的である。フェーズ 2 では、人孔調査において堆砂状況やゴミの堆積による通水障害を考慮し、 $n=0.015$ を採用しており、本検討においてもこれを採用した。

(d) 土被り厚

土被り厚については、カンボジアでは経験的に、幹線管路は 1m、集水管路については 0.75m とされており、本検討ではこれを採用した。これらの値は日本の指針（幹線管路 1m、他の管路 0.6m）を同等の条件である。

(3) 排水対策施設の立案及び水理解析による効果検証

上述の設計基準、並びに図 R 3.2.2 で示した解析フローに則り、浸水改善目標を達成するための対策施設の諸元について検討した。

(a) ワットプノン北側エリアにおける水理解析結果

ワットプノン北側エリアにおける対策案の配置図を図 R 3.2.17 に示す。

本対象地区では、浸水被害の大きい 47 番通り及び 84 番通りから南方に向かってφ 1.2~1.5m の幹線にて流集し、併せて 88 番通りをφ 1.2m、90 番通り並びに 92 番通りをφ 1.5~1.8m、そしてワットプノン周辺をφ 2m の幹線排水路にて流集した後、47 番通りと 88 番通りの交差点に向かって北へ合流させる。当交差点より 88 番通りを W2m x H2m のボックスカルバートによって東側に向かって流下させた後、Preah Sisowath Quay 通りを約 200m 南下し、サップ川沿いに新規に設置する貯留槽 (6,500 m³) に一旦貯留した後、ポンプ場から排水する。

対策案の効果検証のため、対策実施の有無による水理解析結果を、最大浸水深と浸水継続時間の空間分布を指標として図 R 3.2.18 に示した。

対策実施後の水理解析結果における最大浸水深の分布を見ると、全体的には浸水被害が大きく軽減されていることが確認できる。47 番通りやワットプノンの西側周辺において狭い範囲で最大浸水深が 20cm 以上となる箇所が残っているが、ほぼすべての箇所で浸水深が 30cm を超えることは無く、浸水深 20cm 以上の継続時間は最長で 10 分程度と短い。対策実施後の水理解析結果において最大の浸水深を示すのは、61 番通りと 92 番通りの交差点付近で、最大浸水深は 32cm に達し、9 分間程度浸水深が 20cm 以上となる。

これらの短時間の浸水深 20cm 以上の浸水を完全に解消するためには、下流側のすべての排水施設規模を拡大する必要があり、事業費が増大することから、過剰な投資を避けるため、これらの短い時間の間浸水深 20cm 以上となる浸水の発生を許容することとして施設計画を行った。

一方、水理解析結果における浸水継続時間を見ると、対策実施により浸水が 2 時間以内に解消しており、対策実施による大幅な浸水軽減効果が発揮されることが期待できる。

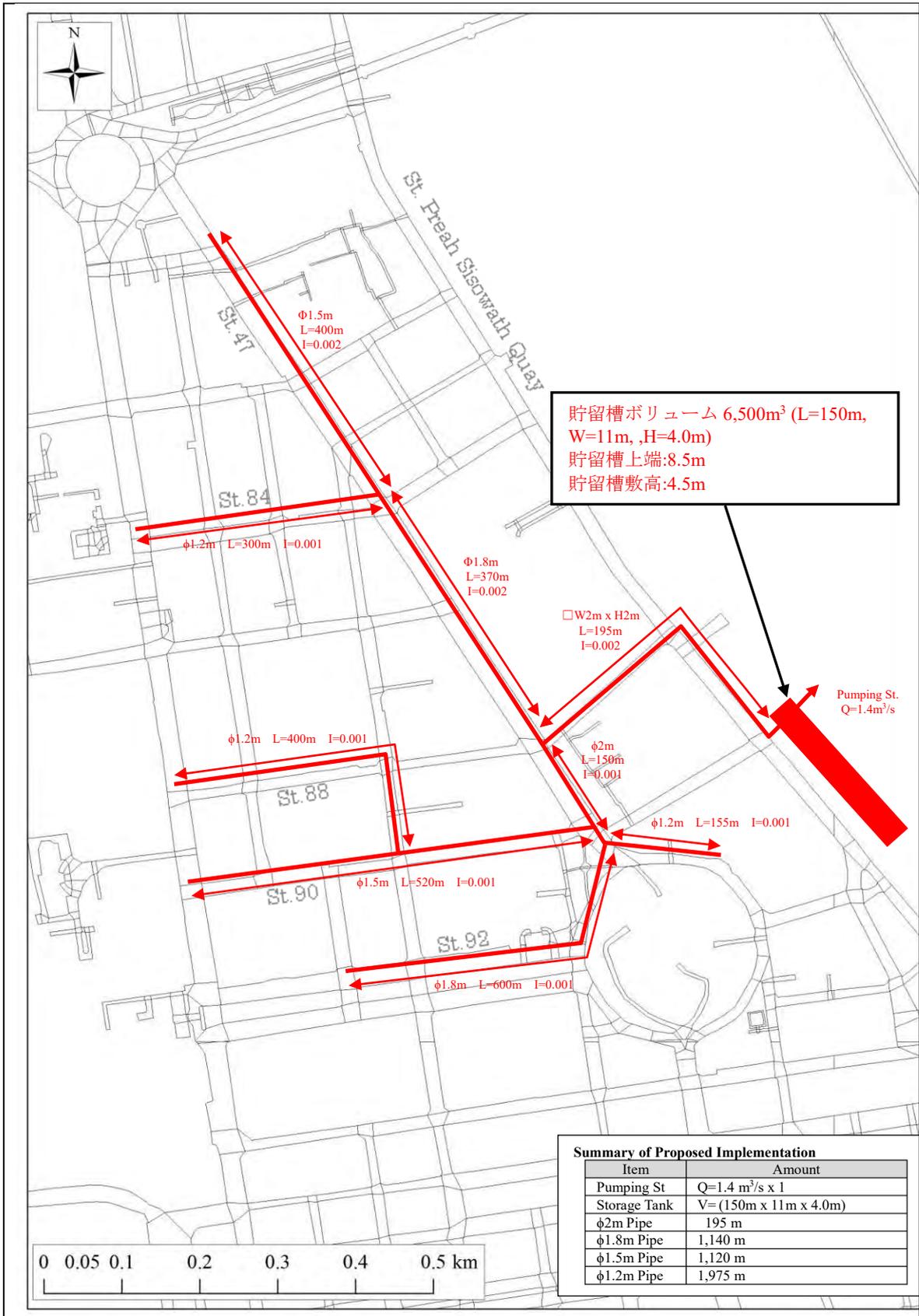


図 R 3.2.17 排水解析用概略施設計画案 (ワットプノン北側エリア)

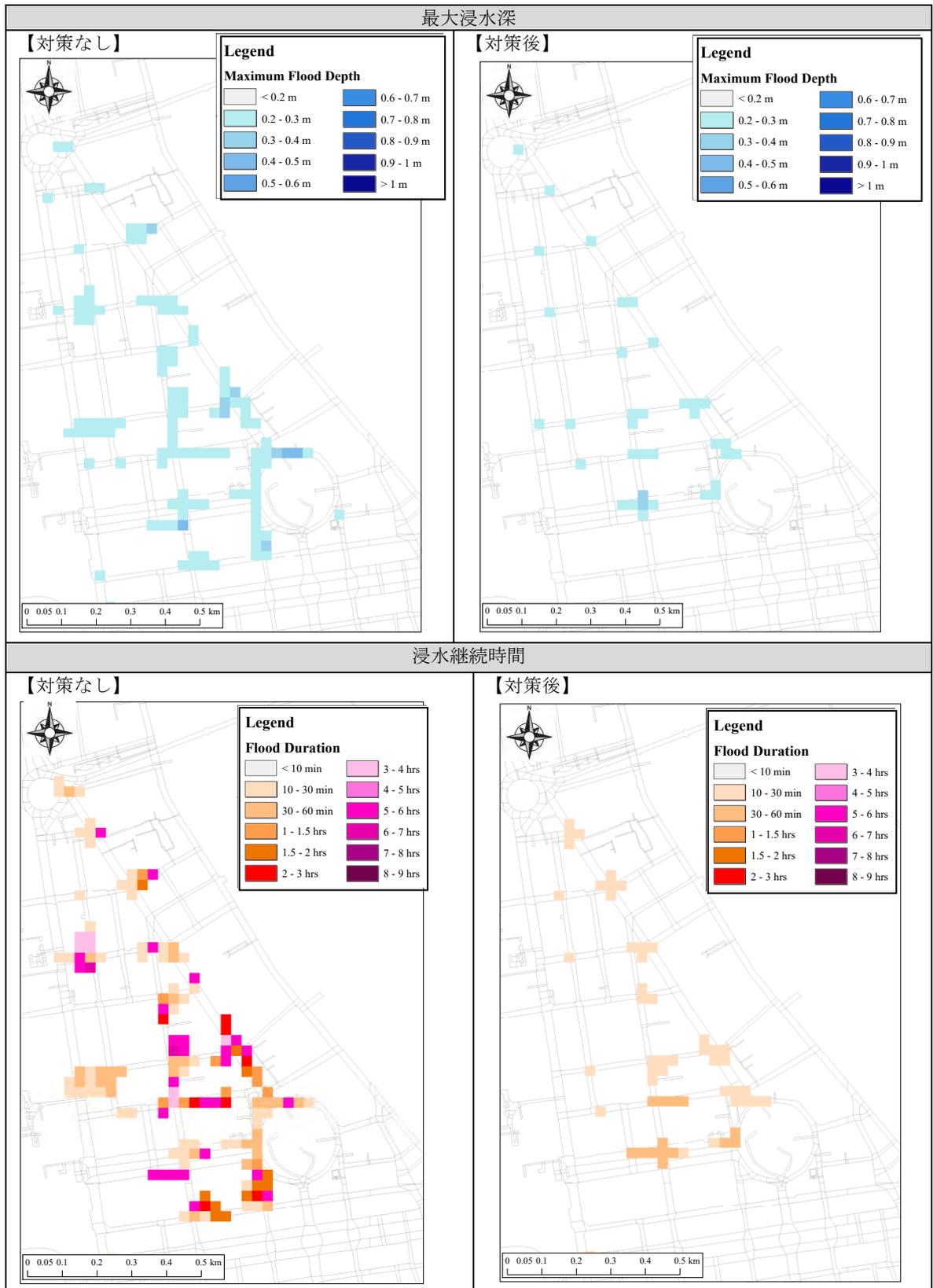


図 R 3.2.18 浸水対策施設設置後の浸水軽減効果（ワットポン北側エリア）

(b) トルコーク地域

トルコーク地域における対策案の配置図を図 R 3.2.19 に示す。本対象地区では、浸水区域と既設の排水先を基に、集水域を3つに分け、それぞれにおいて排水対策を検討した。主な排水ルートは以下のとおりである。

- 528番通りから337番通りにかけてφ1.5m及びW2.7m x H1.5mのボックスカルバートによって1958番通りの管路に連結して堤防道路外の管路へ自然排水する。
- 596番通り及び592番通りから315番通りに敷設したφ2mの幹線管路に流集し、トルコーク1排水機場手前の湿地に、W2m x H2mのボックスカルバートによって放流した後、既設(2.32m³/s)及び建設中(5m³/s)のポンプで堤防道路外の湿地へ排水する。
- 287番通りから528番通りに流集した後、283番通りを南下しトルコーク2排水機場手前の湿地に自然排水した後、既設(1.4m³/s)及び建設中(5m³/s)のポンプで堤防道路外の湿地へ排水する。また608番通りと287番通りの交差点から、608番通りを東に向かい、低地の排水不良地点の冠水をφ1.0mの管路によって流集し、既設の管路を拡張しトルコーク2排水機場手前の湿地に自然排水したのち、既設(1.2m³/s)及び建設中(5m³/s)のポンプで堤防道路外の湿地へ排水する。

対策効果の検証のため対策実施の有無による水理解析結果を、最大浸水深と浸水継続時間の空間分布を指標として図 R 3.2.20 に示した。

対策実施後の水理解析結果における最大浸水深の分布を見ると、全体的には浸水が解消・軽減されていることが確認できる。対策実施後の水理解析結果において浸水深が最大となるのは339番通りと566番通りの交差点付近で、最大浸水深は31cmに達する。この地点では浸水深が20cm以上となる状況が15分間程度継続するが、浸水範囲が局地的である上、周辺の居住者が少なく交通量が僅少であり、並行して337番通りがあることから周辺の住民や交通に与える影響は小さい。

その他にも最大浸水深が20cmを越える箇所があるが、浸水深が30cmを超えることは無く、その多くが最大浸水深25cm以下となっている。これらの地点で浸水深が20cm以上となる状況の継続時間は5分～20分間程度と短い。

これらの浸水深が20cm以上となる短時間の浸水を完全に解消させるためには、排水先となっている湿地を掘削・浚渫して下流部の水位を下げ、下流側のすべての排水施設規模を拡大する、浸水が発生している地点に地下貯留槽を建設する、等の方策が考えられる。これらの対策を実施するためには大きな事業費を必要とすることから、短時間かつ数cmの浸水改善のために過剰な投資を行うべきではないと判断し、これらの浸水状況を許容することとして施設計画を行った。

一方、水理解析結果における浸水継続時間を見ると、トルコーク地域の浸水はワットプノン北側エリアに比較し全体的に浸水時間が長い傾向があるものの、対策実施により

浸水が2時間以内に解消している。水理解析結果における浸水継続時間の改善状況に着目すると、計画通りの排水効果が発揮され、対策実施により浸水の発生状況が大幅に改善し、事業実施による浸水被害の軽減が期待できる。

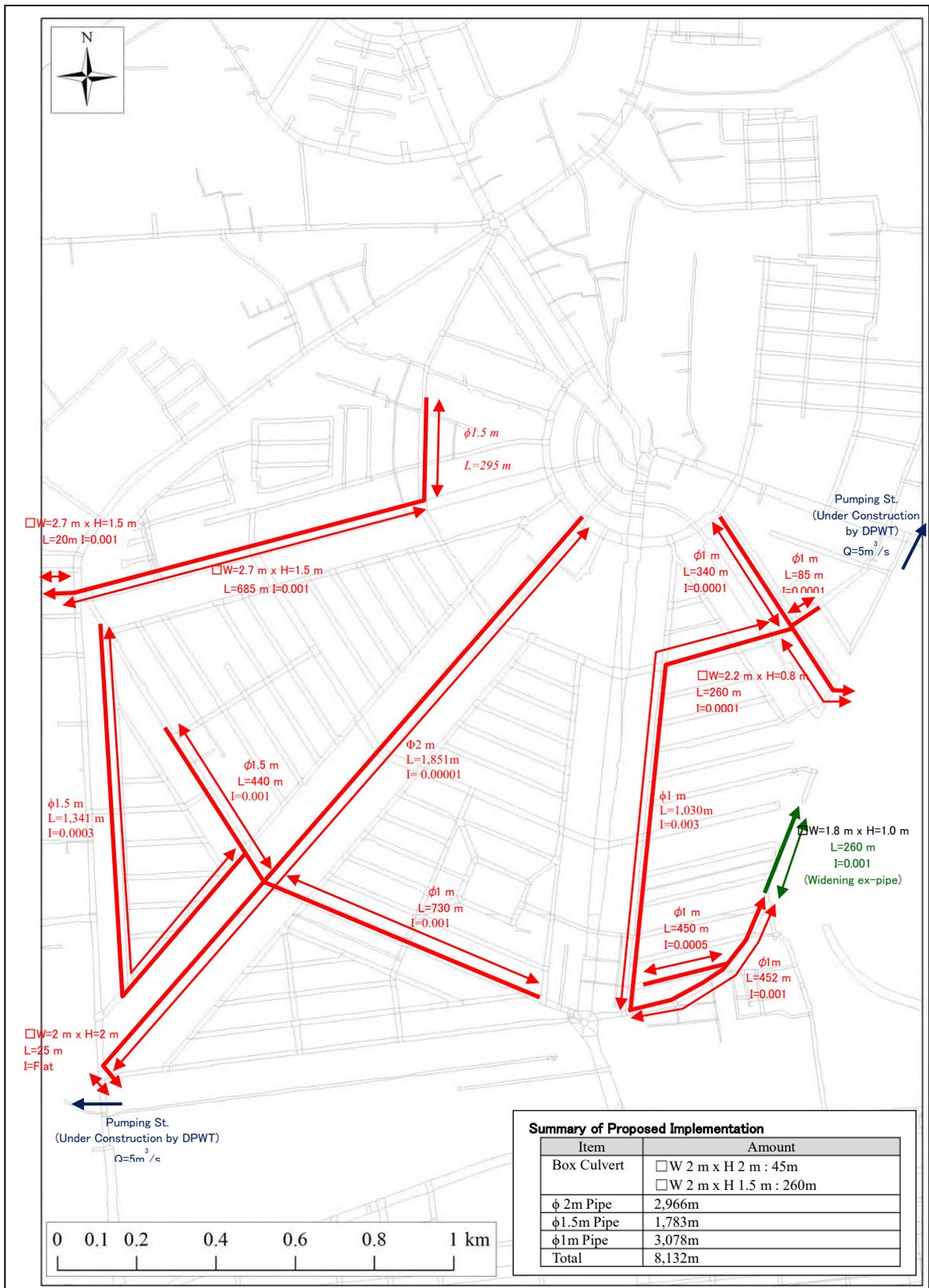


図 R 3.2.19 排水解析用概略施設計画案（トルコーク地域）

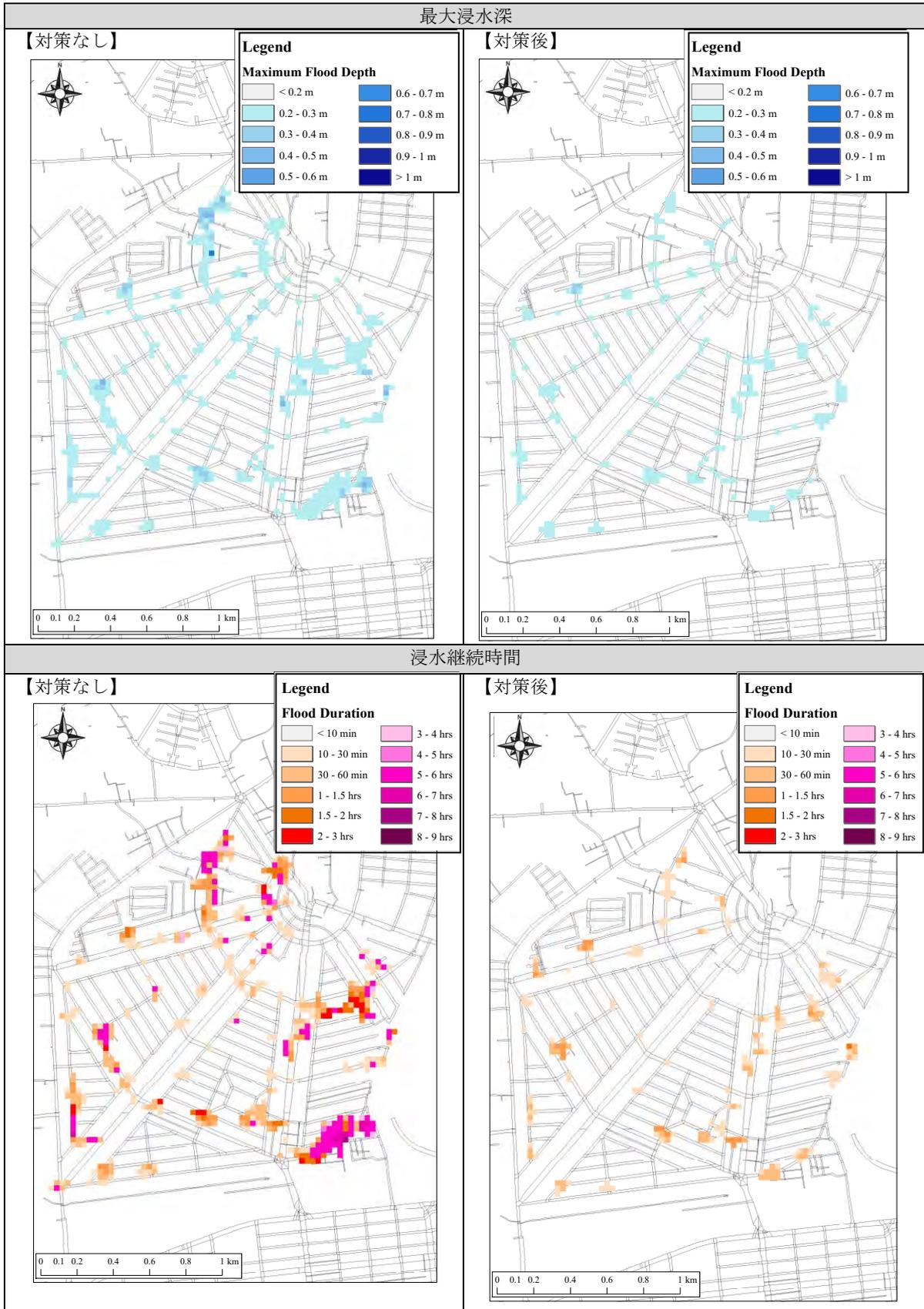


図 R 3.2.20 浸水対策施設設置後の浸水軽減効果（トルコーク地域）

3.2.2.2 ワットプノン北側エリア及びトルコーク地域の排水システム改善

3.2.2.2.1 排水幹線管渠の整備

3.2.2.1 節に示した検討結果に基づき、「ワットプノン北側エリア」及び「トルコーク地域」に敷設する排水幹線を検討した。その結果、「2年確率降雨において浸水深20cm以下、浸水継続時間2時間以内」とする浸水被害の改善目標を達成するために必要な排水管路網の改修総延長は11.51kmとなった。以下に2つのエリアにおける敷設する排水管の種類及び延長を、次表にまとめる。

表 R 3.2.13 各排水区に敷設する排水管の種類及び延長

排水管の種類	エリア別、サイズ別の延長(m)		合計(m)
	ワットプノン北側エリア	トルコーク地域	
円管 φ700mm×2連	-	93	93
円管 φ1,000mm	-	3,026	3,026
円管 φ1,200mm	816	-	816
円管 φ1,500mm	899	2,011	2,910
円管 φ1,800mm	788	-	788
円管 φ2,000mm	161	1,829	1,990
ボックスカルバート B1,800mm×H1,000mm	-	188	188
ボックスカルバート B2,000mm×H2,000mm	485	60	545
ボックスカルバート B2,200mm×H 800mm	-	243	243
ボックスカルバート B2,700mm×H1,500mm	-	907	907
合計	3,149	8,357	11,506

次頁以降に、各エリアの管渠計画の概要を示す。

(1) ワットプノン北側エリア

ワットプノン北側エリアにおける新設排水幹線計画の概要を表 R 3.2.14 及び図 R 3.2.21 に示す。

表 R 3.2.14 新設排水幹線管渠（ワットプノン北側エリア）

路線番号	管径等	延長(m)	新設管設置理由	施工上の留意点等
R47-1	円管 φ 1,500mm	389	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝	- 水道管を横断する。 - 交通量が多い。
R47-2	円管 φ 1,800mm	373	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- φ 700mm導水管を横断する。 - 交通量が多い。
R84	円管 φ 1,200mm	305	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、電気/光ファイバーケーブルを横断する。
R88	円管 φ 1,200mm	383	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、電気/光ファイバーケーブルを横断する。
R90	円管 φ 1,500mm	510	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、電気ケーブルを横断する。
R92-R47-1	円管 φ 1,800mm	415	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、電気/光ファイバーケーブルを横断する。
R92-R47-2	円管 φ 2,000mm	161	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- φ 700mm導水管を含む水道管と光ファイバーケーブルを横断する。 - 交通量が多い。
R19	円管 φ 1,200mm	128	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 交通量が多い。
R88-Sisowath	ボックスカルバート B2,000mm ×H2,000mm	485	- ワットプノン北側排水区全体からの雨水を、サップ川沿いに計画する貯留槽に導水する。	- φ 700mm及びφ 1,200mm導水管を含む水道管、電気/光ファイバーケーブルを横断する。 - Sisowath通りにて、PPWSAのφ 800mm排水管を横断する。 - 88通りでは、φ 700mm導水管と並走する。
合計		3,149		

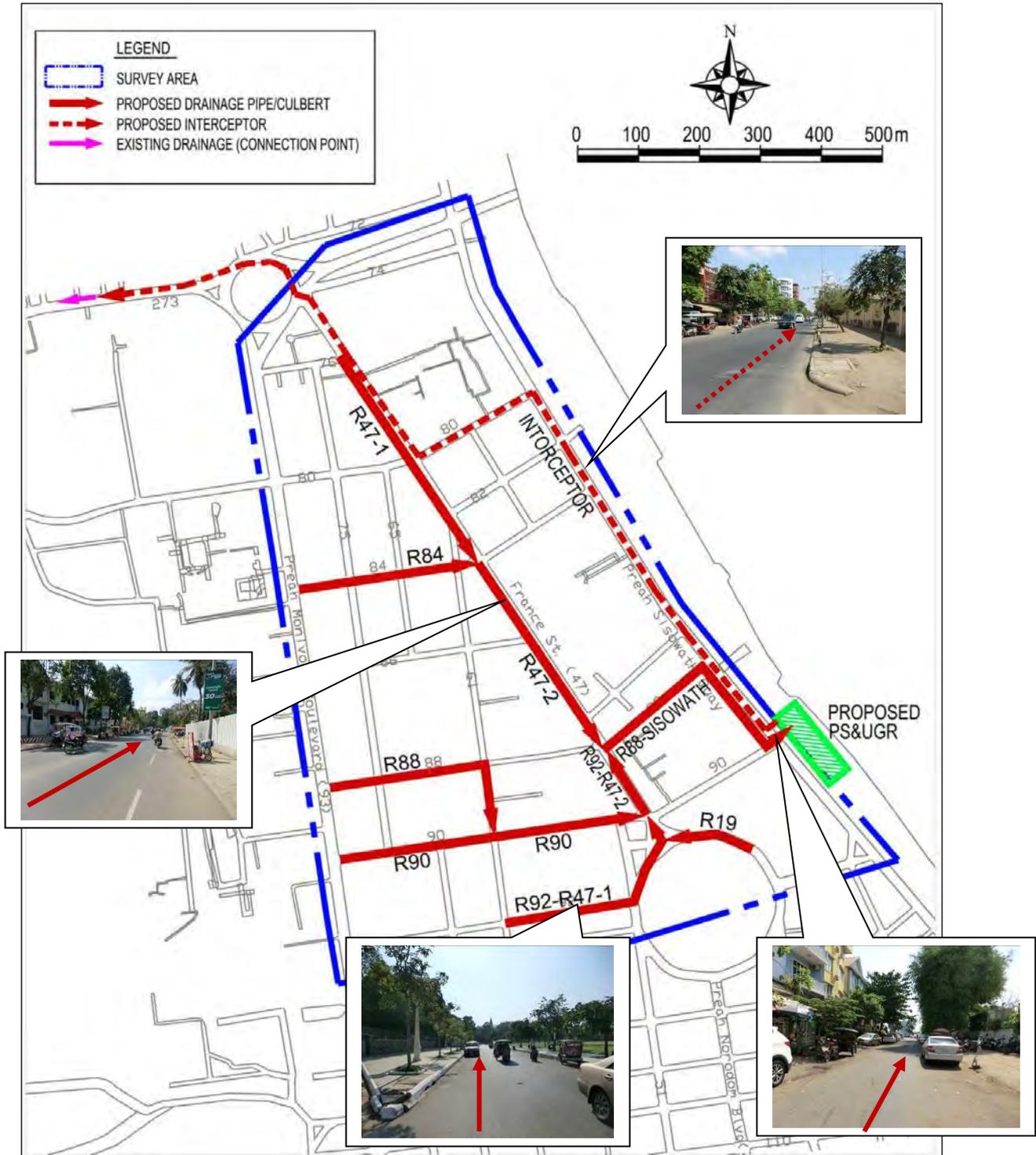


図 R 3.2.21 新設排水幹線管渠位置図（ワットポン北側エリア）

(2) トルコーク地域

トルコーク地域における新設排水幹線計画の概要を図 R 3.2.22 及び表 R 3.2.15 に示す。

表 R 3.2.15 新設排水幹線管渠（トルコーク地域）

路線 番号	管径等	延長 (m)	新設管設置理由	施工上の留意点等
R287-R528	円管 φ 1,000mm	1,177	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、電気/光ファイバー/電話ケーブルを横断する。
R528	円管 φ 700mm× 2連	93	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝	- 水道管を横断する。
R283-1	円管 φ 1,000mm	349	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、光ファイバー/電話ケーブルを横断する。
R283-2	ボックスカルバート B2,200mm× H 800mm	243	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 光ファイバーケーブルを横断する。 - 既設水路へ接続し放流する。
R608-1	円管 φ 1,000mm	544	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、光ファイバー/電気ケーブルを横断する。
R608-2	ボックスカルバート B1,800mm× H1,000mm	188	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、電気ケーブルを横断する。 - 既設水路へ接続し放流する。
R618	円管 φ 1,000mm	224	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管を横断する。
R315-1	円管 φ 2,000mm	1,829	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、光ファイバー/電気ケーブルを横断する。 - 交通量が多い。
R315-2	ボックスカルバート B2,000mm× H2,000mm	60	- R315に集まる雨水を、Tuol Kork 1ポンプ場に導水する。	- 家屋移転(1家屋)がある。
R592 North	円管 φ 1,500mm	462	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- φ 900mm導水管を含む水道管、電気/光ファイバー/電話ケーブルを横断する。
R592 South	円管 φ 1,000mm	732	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、電気/光ファイバー/電話ケーブルを横断する。
R596	円管 φ 1,500mm	865	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、光ファイバー/電話ケーブルを横断する。
R317	円管 φ 1,500mm	452	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管を横断する。
R528-R337-1	円管 φ 1,500mm	232	- 既存排水管の管径、勾配が計画流量に対して適正でない。 - 浸水深：膝 - 浸水時間：2～3時間以上	- 水道管、光ファイバーケーブルを横断する。
R528-R337-2	ボックスカルバート B2,700mm× H1,500mm	907	- R337に集まる雨水を、R337の西端に位置する既設排水管まで導水する。	- 水道管、電気/光ファイバー/電話ケーブルを横断する。
合計		8,357		



図 R 3.2.22 新設排水幹線管渠位置図（トルコーク地域）

3.2.2.2.2 ポンプ場及び地下貯留槽

(1) ポンプ場、地下貯留槽の必要性

プノンペン都の中心市街地は、その地形的特性と既設排水管網の劣化から降雨時には恒常的な浸水被害が発生している。都の東側を流れるサップ川の水位は年に約 10 m 変動し、乾季中は河川水位が低いため自然流下による排水が可能であるが、雨季には河川水位がほぼ地盤標高に近い EL.10 m 程度まで上昇するので、自然流下による排水が不可能となり、ポンプ等による強制排水が必要になる。

地下貯留槽は、排水管路からの雨水排水のピーク時の流量を一部カットして貯留し、ポンプ排水容量を軽減する機能を有する。

従って、ワットプノン北側エリアの排水システム改善においては、排水幹線を整備すると共に河川水位が高い時期の雨水排水を可能にするよう、排水幹線の末端に地下貯留槽を設け雨水を一時貯留し、その後ポンプによりサップ川に強制排水する計画とし、河川水位の低い時期の降雨時には自然流下により排水する計画とする。

(2) ポンプ場及び地下貯留槽の基本設計条件

排水管路網からの排水は、地下貯留槽への流入部において除塵スクリーンを通過し、地下貯留槽内に取り込まれ、その後ポンプによってサップ川へ排水される。

合流式排水管網末端部が位置するサップ川右岸部は都の中心部であり、観光名所や都の重要施設が集中しており、年間を通じ都民の憩いの場であり、また観光客で賑う場所でもあるため、ポンプ場建設に際しては以下の点に配慮した景観検討・設計を行う。

ポンプ場及び地下貯留槽にかかわる各施設の配置、規模、構造については以下に列挙する条件に従って検討した。

(a) 設置場所の特徴、並びに計画・設計コンセプト

- ポンプ場及び地下貯留槽は、ワットプノンの北東にある河川沿いの公園の、プノンペン水道公社の取水塔より南側のスペースの地下に建設する。
- 設置場所は、観光施設が集中する場所なので、施設の地上突出高さを抑え、コンパクトサイズ化を図り、周辺景観との調和を図る（クレーン等の固定的設備は極力、省略・排除し現状空間を確保する）。
- 年間を通し使用電力量を節約するために雨水排水は極力、自己流下出来るように計画する。
- 運転保守の利便性、部品の互換性、危険分散、等を考慮し、フェーズ 2 で建設したポンプと類似の形式、容量をもつポンプ設備を計画する。ポンプ場にはポンプ 2 台を配置する。
- ポンプ場は、EDC の商業用電力による運転を基本とするが、頻発する停電に備

え、非常用発電機を設けた独立設備とし危急時にも排水能力を維持させる。

- 晴天時における都市生活污水は遮集管で北側湿地へつながる排水管路へ運搬し、ポンプ場へは流下させない構造とする。

(b) 配置計画、構造計画

- 排水管路から地下貯留槽への流入部には貯留槽内にごみを流入させないように除塵スクリーンを設置し、貯留槽に隣接したポンプ場によりサップ川に排水する配置とする。
- ポンプ場、除塵スクリーン、及び貯留槽の配置計画は、既存施設との位置関係を考慮して行う。
- 貯留槽底部敷高は、接続する排水管の敷高に合わせて計画する。
- 地下貯留槽の構造は、水理解析結果により必要とされた容量と、計画予定地の面積制限から得られる容量とを考慮し、可能な限り省スペース化を図り、面積、深さを設計する。
- 計画範囲内の既存施設（配電線、電話線、上水道取水管）の移設／撤去は工期の増長及び工事費の増加の原因となるため、可能な限り避ける。古木や大木はカンボジアでは宗教的信仰の対象とされている場合が多いため、可能な限り保護する。
- 植生の育成を考慮し、地下貯留槽上の土かぶり厚を確保する。

ポンプ場及び貯留槽の標準的な配置イメージは下図のとおりとなる。

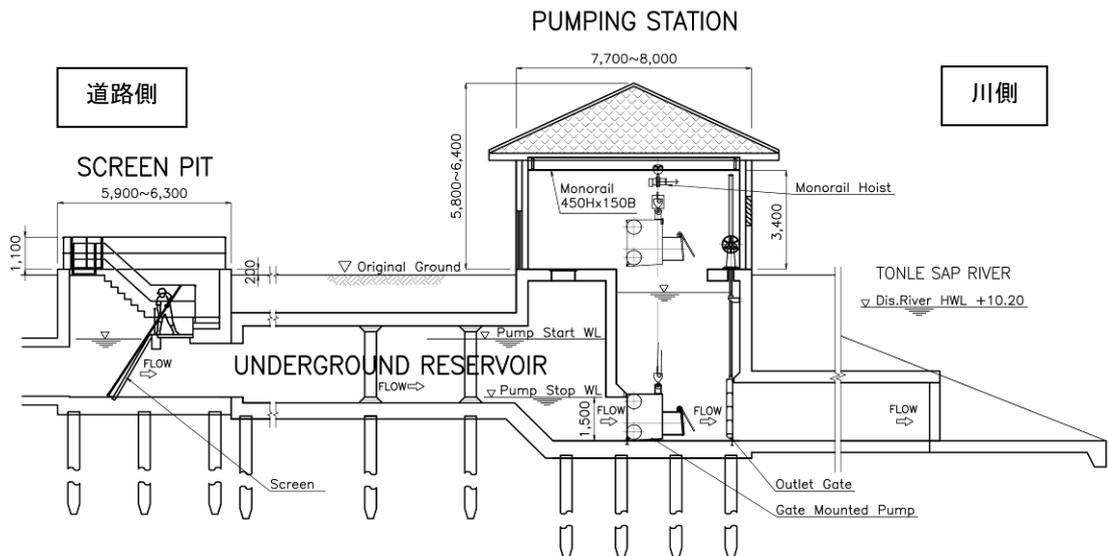


図 R 3.2.23 ポンプ場及び貯留槽配置の基本的考え方

(3) 各ポンプ場の排水能力、及び地下貯留槽の規模

本事業により設置するポンプ場の排水能力、及び地下貯留槽の主要な仕様及び構成は下記のとおりである。

表 R 3.2.16 ポンプ場及び貯留槽の仕様

施設	容量	備考
6号ポンプ場 (PS6)	排水容量：1.4 m ³ /s	0.70 m ³ /s×2 ポンプ
6号地下貯留槽 (UGR6)	貯留容量：6,500 m ³	L:140m×W:12m×H:4m
除塵スクリーン (機械式自動除塵機)	背面下降式ロータリーレーキ除塵機	

フェーズ 2 で建設したポンプ場、及び地下貯留槽の仮名称で使用了番号付けを踏襲し、本事業で建設するポンプ場を 6 号ポンプ場 (PS6)、地下貯留槽を 6 号地下貯留槽 (UGR6) と呼ぶ。

(4) 地下貯留槽の設計

地下貯留槽は、排水管路からの雨水排水のピーク時の流量を一部カットして貯留し、ポンプ排水容量を軽減する目的で設置される。排水管路から地下貯留槽への流入部には貯留槽内にごみを流入させないように除塵スクリーンを設置し、貯留槽に隣接して配置されたポンプ場によりサップ川に排水する。

新設される 6 号地下貯留槽 (UGR6) は、ワットプノンの北東にある河川沿いの公園の、プノンペン水道公社の取水塔より南側のスペースの地下に建設される。

本事業において 88 番通りから Sisowath 大通りを經由して地下貯留槽に至るルートの下に新設する、R88-Sisowath 排水幹線によってワットプノン北側エリア全域から集められた雨水を地下貯留槽に流下させる。

地下貯留槽、ポンプ場、除塵スクリーンの配置は図 R 3.2.24 に示すとおりである。

地下貯留槽の主要な配置、構造の特徴を以下に列挙する。

- 除塵スクリーンは排水幹線が地下貯留槽に接続する部分に配置する。
- 地下貯留槽の基本構造は、地下構造物として部材量が最小となるよう、スラブ、壁、柱が各々剛結されたフラットスラブ構造とする。
- 残留地下水による浮力を考慮し、浮き上がらない構造とする。
- 計画地点はいずれも基礎地盤が軟弱であるので、杭基礎とする。
- 地下貯留槽の建設のために、3 本の樹木伐採、護岸の一時撤去・復旧が必要となる。

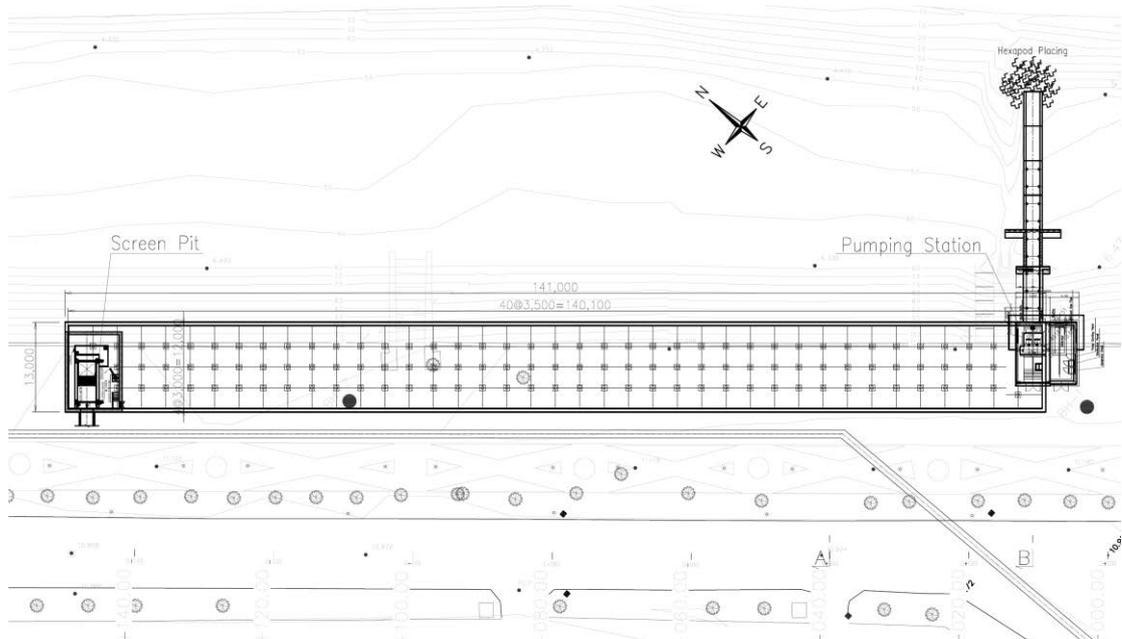


図 R 3.2.24 6号ポンプ場及び6号地下貯留槽の施設配置

(5) 吐出樋管及びアウトレットゲートの設計

地下貯留槽からサップ川に排水するための吐出樋管には、ポンプの維持管理作業時、ポンプの故障などの非常時に河川水の堤内地への流入を防ぐためのアウトレットゲートを設置する。通常、樋門・樋管においては、このようなアウトレットゲートは堤外側（川表、川の中）に設けられるが、本計画では既存の河川護岸構造、景観等を考慮し、ポンプ吐出水槽内の樋管始点部（すなわち、堤内側）に設ける。

代替案として堤外側の吐出口にフラップ弁を設ける案があるが、同弁構造は水流方向において水路の完全閉塞が出来ず、ポンプ搭載ゲートの管理運転にも不適切であるため、不採用とした。

吐出樋管及びアウトレットゲートの基本的な仕様を以下に列挙する。

- ポンプ場から河川への排水口の位置は、上水の取水塔から最も離れた、地下貯留槽の最南端とする。
- ポンプ場からの吐出樋管は、2.0 m×2.0 m のボックスカルバートとする。
- アウトレットゲートは鋼製スライドゲートとし、4面水密構造とする。
- ゲートの巻上機は、手動スピンドル式とし、巻上機の上には保護管式ゲート開度計（揚程は純高+0.1 m 以上）を具備する。開閉は人力で行う。

(6) ポンプ設備（機械、電気、建屋）の設計

(a) 適用可能なポンプ形式

一般にポンプ場は、大排水量・低揚程規模なので、横軸／立軸型の軸流／斜流ポンプ、及び水中モータポンプ等が採用される。各タイプの特質を対比させ以下に述べる。

表 R 3.2.17 適用可能なポンプ形式の比較

比較内容
<p>ポンプ搭載型ゲート</p> <p>本形式はポンプ・ゲート、或いはゲートポンプと呼ばれるもので、本川に連なる水路に鋼製ゲートを設け、同ゲートに1～2個の水中モータポンプを搭載し排水する形式である。内水排除対策の一環として比較的小規模な河川を対象に、排水ポンプ用として日本国内で多く採用されている。未使用期間には気中に引き上げて保持することができるため、自然流下を阻害しないことからポンプを迂回するバイパス水路の建設が不要となり、設置スペースを最小化できることから、設備費、土木費、用地取得費などコスト縮減できる利点がある。</p> <p>4月の降雨開始後、河川水位がEL.3m～5m（計画しているポンプ場吐出口標高より低い）の範囲である5月～6月頃迄は自然流下による排水が可能である。従い、河川水位の低い約半年間はポンプ運転に必要な電気代を節約できる。また、モータ容量も小さいためポンプ運転に関わる電気代は少なく済み、ランニングコストが低く、プノンペン都の財政負担の軽減にもなる。</p> <p>本形式は、ポンプ建屋がコンパクトになり景観問題が緩和され、技術面、景観面、経済的に十分優れており、本プロジェクトに最適である。</p>
<p>横軸型軸流/斜流ポンプ</p> <p>この形式のインペラーは空中にある吸上げ方式ゆえ起動前満水操作が必要で、揚水運転に多少の時間を要する。補機類・軸封水用清水が必要となり、自動化する場合、操作が複雑である。排水要求に対し、即応運転は不可能である。また、ポンプ類を収納する建屋が地上に突出するので、景観上、本サイトへの適用は好ましくない。</p>
<p>立軸型軸流/斜流ポンプ</p> <p>インペラーが水面下にある押し込み方式ゆえ、キャビテーションが起り難い。起動前満水操作は不要ゆえ排水要求に対し、即応運転が可能である。一般に横軸形に比べ吊り上げ高さが高くなり建屋も高くなる。建屋が地上に突き出るので景観上、本サイトには好ましくない。</p>
<p>水中モータポンプ</p> <p>立軸型・軸流/斜流ポンプを水中に据え水中電動機で駆動する形式である。操作盤などは建屋に収納しポンプは屋外に置く配置が多い。本計画のフェーズIで建設したトゥンブンポンプ場のポンプはこの形式である。本ポンプ形式のポンプ場は、ポンプ毎にサクション・ビット構造が必要ゆえ平面的面積が大きくなる。また自己流下による排水処理能力は全く無く、排水は専ら揚水運転で行うから電力消費量が大きくなる。また、メンテナンス用に設けるガントリークレーンが天空に露呈し景観を損ねる。従い、本サイトへの適用は好ましくない。</p>

比較検討の結果、本事業においては“ポンプ搭載型ゲート”が最適であることに加え、フェーズ2で建設した4箇所のポンプ場で同形ポンプが良好に稼働を続けていること、同形式とすることで効果的な運営維持管理ができること等の理由により、本事業においても既設ポンプと同形のポンプ搭載ゲートを採用する。また危険分散面、部品の互換性等を考慮して、同一能力を持つポンプ2台を1個のゲートに搭載させる。

(b) ポンプ場の設計

6号ポンプ場における施設の縦断的基本諸元、ポンプ搭載ゲートと水槽の諸元は次表に示すとおりである。

表 R 3.2.18 施設の縦断的基本諸元及びポンプ搭載ゲートと吐出水槽の諸元

縦断的基本諸元	諸元	ポンプ搭載ゲートと吐出水槽	諸元
計画高水位(川側・最高水位)	EL.10.2m	ポンプ場排水容量：Q* ¹	1.4 m ³ /s
地盤高	EL.11.0m	吐出水槽	L3.9m×W2.7m
貯留槽内計画最大水位	EL.8.5m	ポンプ搭載ゲート	1 個、W2.7m×H1.5m
ポンプ起動水位	EL.5.0m	ポンプ搭載数	2 台
ポンプ停止水位	EL.4.6m	ポンプ形式	フラップ弁付き横軸・軸流型水中ポンプ
除塵スクリーン敷高	EL.4.5m		
地下貯留槽床面標高	EL.4.5m	ポンプ 1 台当り排水量：Q/2	0.7 m ³ /s
ポンプ・サクシオン敷高	EL.3.1m	ポンプ計画全揚程* ²	5.75 m
ポンプ搭載型ゲート敷高	同上	ポンプ最大揚程* ³	6.15 m
ポンプ搭載型ゲート純高	1.5 m	ポンプ起動方式	時差起動+コンドルファ減電圧起動
ポンプ水槽敷高	EL.3.1m		
吐出樋管敷高	同上	ポンプ駆動モータ容量	45 kW
吐出樋管サイズ	2.0m x 2.0m	非常用発電機容量	200 kVA
吐出樋管長さ	15 m		

注： *1：貯留槽内起動水位における保証排水量
 *2：川水位 10.2 m -貯留槽内ポンプ起動水位 + 水路 loss 0.55 m
 *3：川水位 10.2 m -貯留槽内ポンプ停止水位 + 水路 loss 0.55 m

- ポンプ押し込み水圧として、ポンプ停止水位の下方に、1.5 m の水深を確保し、同底部をゲート敷高とする。
- 故障等による危険分散、部品の互換性、等々を考慮し 1 個のゲートに 2 個のポンプを搭載する。各ポンプは、各ポンプ場・所要排水量の 1/2 を負担する。モータ容量はコンドルファ型減電圧器+時間差起動をベースにして検討する。
- ポンプ搭載ゲートは、鋼製ローラゲートとし吐出水槽内にセットする。重構造型戸当り金物をゲート開口部に設け、主ローラー経由ゲートからの水圧荷重を受けると同時に、ポンプ運転時荷重を支持させる。その上部の軽構造型戸当り金物は建屋床部まで延伸しゲートのスムーズな昇降を促す構造とする。ポンプ搭載ゲートは、天井の梁部に設置するモノレール型電動クレーン（操作容量：15 トン）で昇降・走行運搬される。クレーンへの給電は、ポンプ操作盤経由、モノレールに沿って移動可能なカーテンレール式とし、クレーンの操作・制御は押釦ペンダント函で行う。
- 各ポンプ場には貯留槽内の水位検出のため、投込み・圧力式水位検出装置 1 式を設置する。
- 貯留槽内の水位がポンプ起動水位に達すると、ブザーを鳴らし運転員に通知するシステムとする。運転員ブザー確認後、水位と安全を確認し、手動にてポンプを起動させる。
- 貯留槽内の水位がポンプ停止水位になると、ポンプを自動停止させる。
- ポンプ運転管理室建屋床部の吐出水槽開口部周囲は墜落・落下防止柵で保護する。乾季中にはポンプ搭載ゲートは使用しないので、建屋床部修理ピットに設けた格納装置に倒立状態で休息させておく。このため修理ピットに面したハンド

レールは取り外し可能な構造にする。

- ポンプ運転管理室建屋床面まで引上げられたポンプ搭載ゲートの上流方面の修理ピットまでの走行・移動も電動モノレール・クレーンで行う。
- ゲート、ポンプ等の修理の際は、ゲート搬出入口・水槽上部を仮材カバーで覆い墜落・落下防止を図ると共に修理を容易にさせる。修理が必要になる主な物はポンプ、モータ、ローラー、ゲートシール等であり、ゲート本体は再塗装で対処する。紐類のポンプ・インペラーへの絡みは頻繁なポンプ停止・修理を惹起するので、レーキ・ピット部で確実に捕獲する必要がある。

(c) ポンプ運転管理室の建屋構造

- ① 建屋床高選定基準は、水槽内アップサージ水位と地表標高を基準として、次のとおり高い方の数値を選ぶ。

表 R 3.2.19 ポンプ建屋床高の決定

建屋床高選定基準	目的	算定結果
水槽内アップサージ水位+0.4 m	建屋内部浸水防止	EL.10.8m + 0.4m = EL.11.2m
地表標高 GL+0.3m	雨水浸入防止	EL.11.0m + 0.3m = EL.11.3m
建屋内床面高		EL. 11.3 m

- ② 建屋床面には、商用電源と非常用発電機（Emergency Diesel-Engine Drive Generator Set、以下「EGS」と記す。）から受ける低圧 400/230 V 主受電・配電盤、並びに非常用発電機盤とポンプ操作盤を同一場所に置く。
- ③ 建屋内に置くポンプ搭載ゲート、モノレール型天井走行クレーン、EGS、等々の現地操作に必要な各盤・機器間は床ダクトで結び配線する。
- ④ 非常用発電機用に空気を補給するためにルーバー付き入口扉と壁面ルーバーを設ける。発電機の排熱側（川側）にはシャッターを設け、運転に先立ち全開放し自然排熱する。排気パイプは伸縮可能構造とし常時はシャッター内に収める。建屋は所要の明り取り窓を設ける。
- ⑤ 乾季のゲート不使用時は、建屋内修理ピット辺に位置する床上格納庫にゲートを休息させておく。モノレール型天井走行クレーンの不使用時は、押釦操作ペダント函は壁掛け型格納函内にしまっておく。
- ⑥ 建屋はモノレール・クレーンによる操作荷重に耐える構造とすると共に、周囲景観に調和させるべく屋根等につき意匠設計を行う。

(d) 電気（受変電）設備の設計

6号ポンプ場のポンプ出力は45kW程度の交流低圧（400/230V）受電となる。受電変圧器容量としては、200kVA程度となる。ポンプ場の動力用主要電源は利便性、運転の容易性を重視して商用電源とする。

6号ポンプ場への電源供給は、EDCが持つ既設変電所が6号ポンプ場から北西へ約360mの地点にあり、ポンプ場での必要電力と既設変電所の変圧器容量を比較した結果、十分な余裕があることが確認できた。したがって、ここから電源を取ることとする。

既設変電所からの電源供給の可否については、EDCの立会のもと可能であることを確認した。

表 R 3.2.20 ポンプ場の必要電力と既設変圧器容量の比較

項目	P6
ポンプ電動機定格 (kW)	45kW×2 sets
Motor of rake screen (kW)	1.5
ポンプ場必要電源容量 (kVA)	200
既設変圧器容量 (kVA)	1,000

既設変電所から6号ポンプ場へは、地下埋設ケーブル接続する。電源ルートを次図に示す。

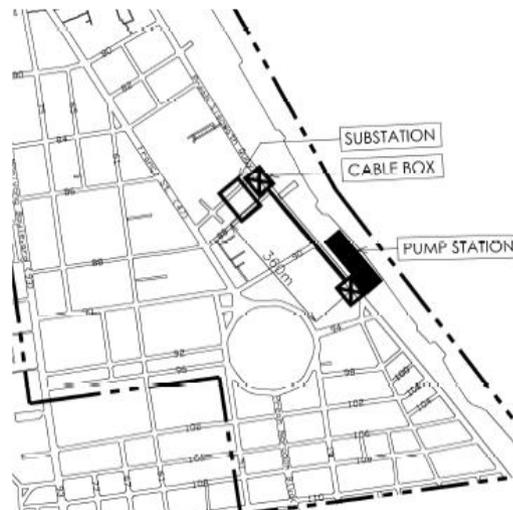


図 R 3.2.25 6号ポンプ場への電源供給ルート



写真 R 3.2.1 6号ポンプ場に最寄りの既設変電所

商用電源の供給者である EDC から下記の設計基準を得た。

表 R 3.2.21 EDC による設計基準

項目	基準値
EDC 要求規格	日本の規格を含む国際規格 (EDC 規格はない)
電源供給	400kV、3 相、50Hz
結線方式	Y 結線
電力積算メーター	EDC 支給
電圧変動	±10%
停電頻度	19.88hr/年、22 回/年 (2015 年の実績データ)
電気料金	780Riel/kWh

(e) 非常用発電機設備

プノンペン都内配電網には停電頻発の傾向がある。この停電に対応すべく、ポンプ場は非常用発電機 1 台を備えた独立設備とし、危急時においても排水能力を維持させる方式とする。ポンプ場には既設ポンプ場同様に全負荷の電源容量を持つ非常用発電機設備を設置する。自動除塵機 (1.5kW 電動機) の非常用電源はポンプ場の発電機電源から受ける。

発電機の形式は、操作、維持管理の観点から基本仕様は既設発電機と同じとする。

表 R 3.2.22 非常用発電機設備の仕様

項目	仕様
形式	ラジエーター冷却、低騒音、ボンネット付
電圧	400/230V、3 相 4 線式
起動方式	セルモーターによる手動スタート
充電器	系統電源及びダイナモ
騒音 7mdB(A)	70dB
燃料	軽油
励磁方式	ブラシレス
力率	0.8 以上
燃料タンク	10hr 運転以上が可能な容量
発電機容量	200kVA 以上

- ① 商用電源停止の際の非常用発電機への切替えは、運転員の目視により手動切替とする。電源復帰後も同様に手動とする。降雨時に停電となった場合の非常用発電機の起動は除塵スクリーンでの水位観察をベースに運転員に判断させる。
- ② 発電機は、燃料タンクを内蔵するワン・パッケージ型とし、燃料小出槽は室内に特に設けず、排水運転が継続し燃料が不足する際はドラム缶をトラック運搬のうえ手動ポンプで補充する方式とする。

(7) 除塵装置の設計

「3.2.2.3 フェーズ 2 で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機の建設」に記述した。

3.2.2.2.3 遮集管計画

フェーズ2プロジェクトと同様、現在、サップ川に放流されている汚水を遮集する遮集管を計画する。本調査では、サップ川沿いに位置するワットプノン北側エリアにおいて、この遮集管を計画する。遮集管の概念を図 R 3.2.26 に示す。

遮集管の埋設ルートは、図 R 3.2.21 に示したとおりであり延長は1,620 mである。この埋設ルートは、DPWT との協議結果をもとに設定した。遮集管は、273 番通り沿いに DPWT が埋設している排水管に接続する。最終的な放流先は、タモク湖である。遮集管が、273 番通り沿いの排水管に自然流下で取付かないため、マンホールポンプを設置して揚水後、273 番通り沿いの排水管に接続する（マンホールポンプのイメージを図 R 3.2.27 に示す）。計画する遮集管には、ポンプレック浄水場における砂ろ過逆洗水は見込まない。その理由としては、(i) 砂ろ過逆洗水や沈澱池清掃水はもともとサップ川の河川水に含まれている砂や粘土分であり汚水とは異なること、また、(ii) 砂ろ過逆洗水や沈澱池清掃水は、汚水量に比べてその量が比較的多く、遮集管への過剰な負荷をかけ、かつ砂及びシルト分による断面阻害及び閉塞を助長する、ためである。

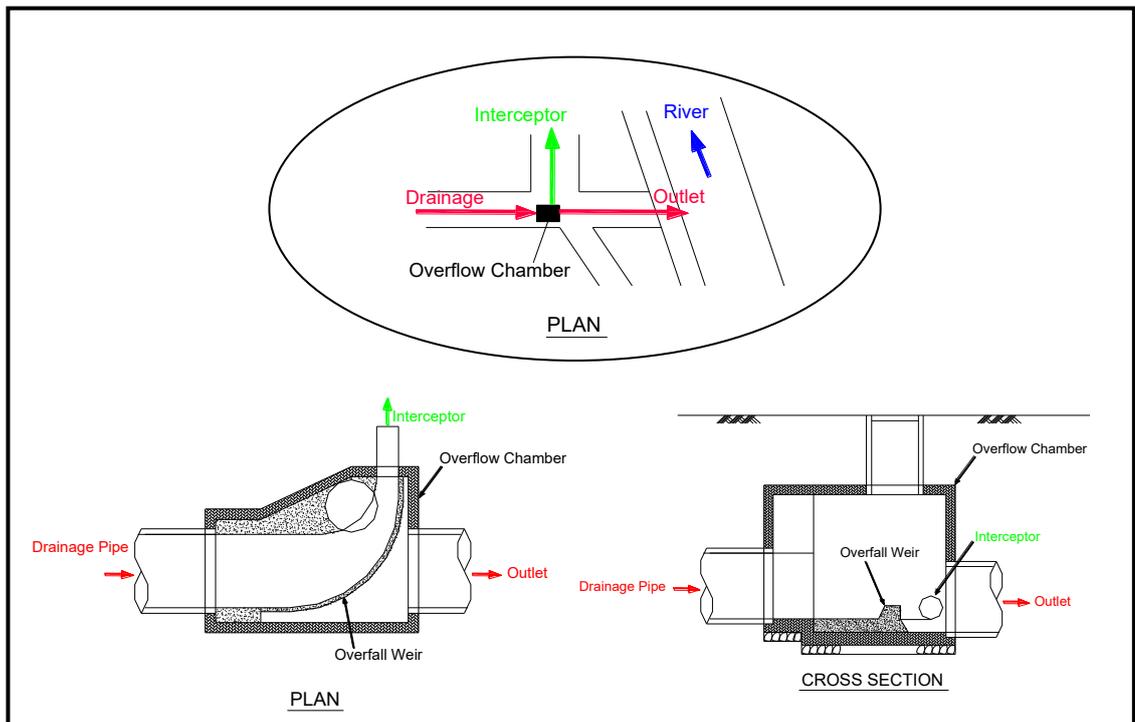


図 R 3.2.26 遮集管の概念図



図 R 3.2.27 マンホールポンプのイメージ

上記の条件に基づく遮集管の計画概要を下表にまとめる。

表 R 3.2.23 遮集管計画の概要

項目	単位	内容	備考
人口	人	15,240	プノンペン都下水・排水改善プロジェクトの計画内容に基づく。
1人1日当たり時間最大汚水量	ℓ/日/人	340	
汚水量	m ³ /日	5,200	プノンペン都下水・排水改善プロジェクトの計画内容に基づく計算値
	m ³ /秒	0.060	
延長	m	1,620	施工上の留意事項： - φ700mm, 800mm, 1,200mm 及び 1,600mm の導水管を含む水道管と、電気ケーブルの横断がある。 - Sisowath 通り、47 通り及び 273 通りの交通量が多い。
流速	m/s	0.6	「下水道施設計画・設計指針と解説」を参考に設定
口径	mm	700	

3.2.2.3 フェーズ 2 で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機の建設

(1) 適用基準

公共事業運輸省及びプノンペンの適用設計基準は、国際的に認知されている基準、またはそれと同等の基準であれば任意の設計基準を適用することが許されている。これまでのカンボジア国における日本の無償資金協力事業においても日本で標準的に使用されている設計基準が適用されていることから、本プロジェクトでも同様な設計基準を適用する。

(2) 設置場所

ポンプの羽根車にゴミが詰まるのを防ぐために、フェーズ 2 において P1、P2、P4、P5 ポンプ流入側にバースクリーンを設置している。しかし、ゴミ取りは作業員が熊手を使って手作業で行うことから、大量のゴミ流入時には対応できていないのが現状である。本プロジェクトでは、現状改善のために既設のバースクリーンを撤去し、自動除塵機を取り付

けるものとする。しかしながら、既設のスクリーン室は機械式除塵機を設置には十分でないことから、既設スクリーン室を拡張して機械式除塵機を設置する。

新設のポンプ場（6号ポンプ場）にも同様の理由で自動除塵機を設置するものとする。

(3) 機械式除塵機の仕様

雨水・汚水のゴミ取り用機械式除塵機は、日本の河川ポンプ施設技術協会発行の「設計マニュアル（案）同解説」に規定があり、大きなゴミの除去に優れた図 R 3.2.28 に示す「背面下降式ロータリーレーキ除塵機」を採用するものとする。また、除塵機内での水の流れを阻害しないように除塵機本体を跳ね上げるため「ワイヤーウインチ装置」を設置する。一方、レーキにより取り出されたゴミは床上に設置したバケツに吐き出される。そのバケツのゴミ掃除は人力によることから、搬出に供するジブクレーンを設置する。

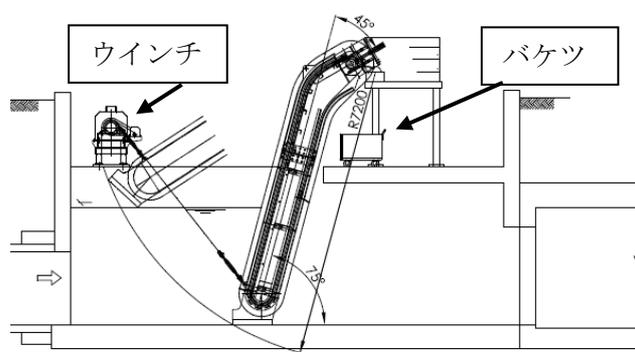


図 R 3.2.28 背面降下式ロータリーレーキ除塵機

(4) 使用材料

既設バースクリーンでは、硫化水素に起因すると思われる腐食が発生しており、交換が急がれる状況である。その腐食状態から判断し、汚水に接触する自動除塵機の内容器は全てステンレス鋼材を採用することとする。（既設バースクリーンの状態は、次の写真を参照）



写真 R 3.2.2 既設バースクリーンの状態

(5) 設計条件

既設バースクリーンに堆積したゴミの大きさや量を考慮した上で、機械式除塵機の設計条件を表 R 3.2.24 に示すように定める。



写真 R 3.2.3 既設バースクリーンにより取り出されたゴミ

表 R 3.2.24 機械式除塵機の設計条件

項目	内容	備考
想定ゴミ最大サイズ	300 mm	
スクリーン通過最大流速	1 m/sec	
流入ゴミ量の算出式	$Vg = K \cdot Q$ ここに、 Vg : ゴミ量 (m ³ /h) K : 流入ゴミ係数 Q : 排水量 (m ³ /s)	流入ゴミ係数 日本の設計基準では 2.0~2.5 とされているが、日本より劣悪なる状況から最大値 2.5 を採用する。
レーキスピード	5	標準値 3~8
除塵機設置角度	75 度	標準 70~80 度
レーキ長さ	300 mm	
バースクリーン目幅	ポンプサイズにより決定	

(6) 機械式除塵機の能力

上記の設計条件によって求められた機械式除塵機の能力を次表に示す。

表 R 3.2.25 機械式除塵機の能力

項目	P1	P2	P4	P5	P6
流入量 (m ³ /s)	2.5	3.3	4.3	5.2	6.9
スクリーン水路幅 (m)	1.8	1.5	2.4	2.7	2.7
スクリーン水路深さ (m)	2.9	2.45	2.8	2.35	2.8
最大通過流速 (m/s)	0.479	0.898	0.64	0.82	0.91
最大ゴミ量 (m ³ /hr)	6.25	8.25	10.75	13	17.25
ゴミ処理能力 (m ³ /hr)	9.51	8.37	12.83	15.86	18.06
機械式除塵機能力評価	OK	OK	OK	OK	OK

(7) 機械式除塵機室の敷地寸法と地上高

各ポンプ場と機械式除塵機室の敷地寸法と地上高を次表に示す。

表 R 3.2.26 機械式除塵機の敷地寸法と地上高

設置場所	幅(m)	長さ(m)	地上高(m)
P1(既設)	7.7	11.6	1.5
P2(既設)	7.3	11.0	2.0
P4(既設)	8.1	11.5	2.5
P5(既設)	8.2	11.3	2.4
P6(新設)	8.2	11.3	0.1

(8) 電気設備

(a) 機械式除塵機を含めた各ポンプ場の必要電力

機械式除塵機を含めた各ポンプ場の必要電力を次表に示す。機械式除塵機を設置した場合でも、既設変圧器容量は、各ポンプ場で必要とする電源容量を十分に上回っていることが確認できた。

表 R 3.2.27 各ポンプ場の電力

項目	P1	P2	P4	P5	P6
ポンプ電動機定格 (kW)	@45 2 sets	@22 2 sets	@37 2 sets	@37 2 sets	@37 2 sets
Motor of rake screen (kW)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ポンプ場必要電源容量 (kVA)	150	140		120	120
既設変圧器容量 (kVA)	600	200		600	1000

(b) 電源供給

既設ポンプ場に建設を予定している機械式除塵機の電動機容量は 1.5kW と小さいことから、電源は既設盤を改造しブレーカーと端子台を取り付けてケーブル配線により電源供給を行う。

(c) ケーブルルート

既設 P1、P2、P4 及び P5 における既設ポンプ場から機械式除塵機までのケーブルルートを図 R 3.2.29 から図 R 3.2.32 に示す。また、既設 P1、P2、P4 及び P5 にそれぞれ設置される機械式除塵機盤姿図を図 R 3.2.33 に示す。

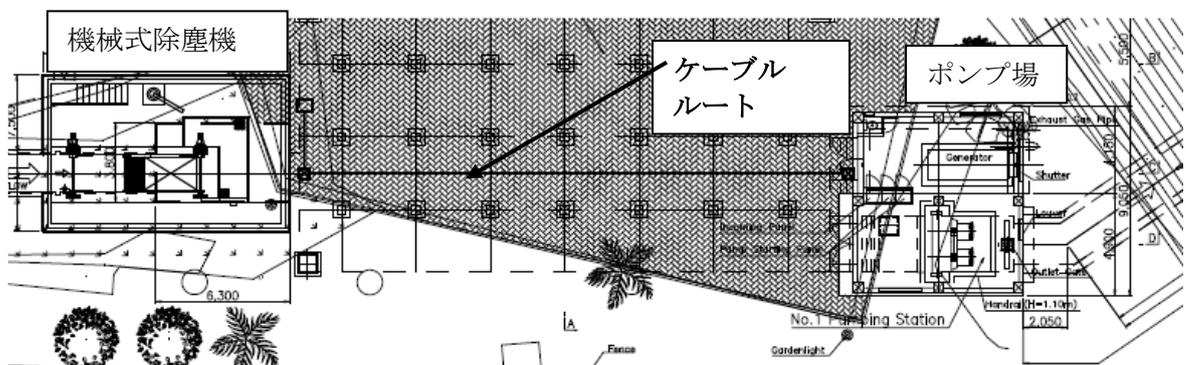


図 R 3.2.29 P1 ポンプ場から除塵機室までのケーブルルート

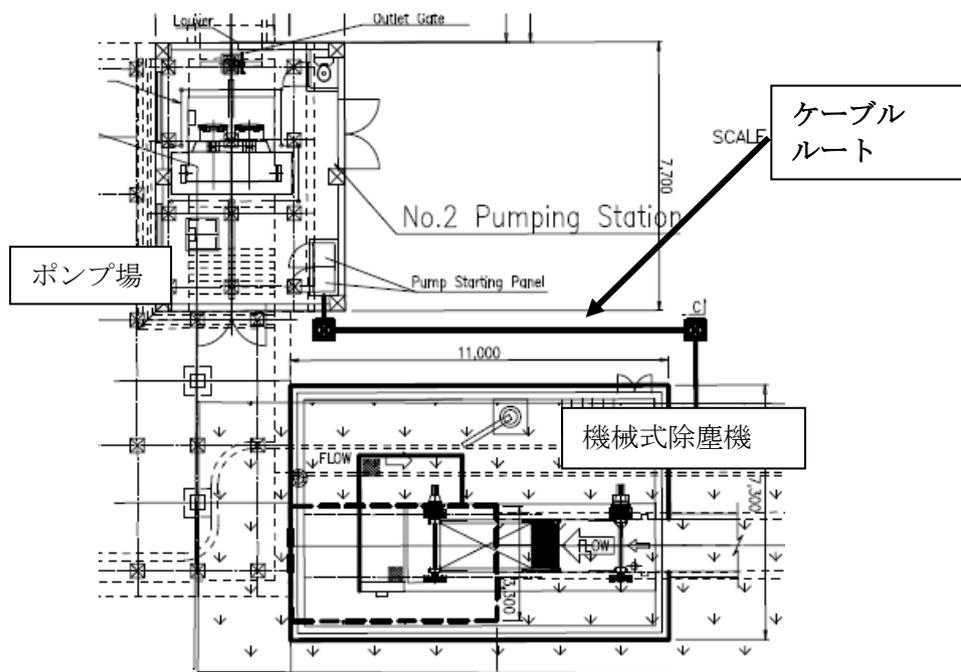


図 R 3.2.30 P2 ポンプ場から除塵機室までのケーブルルート図

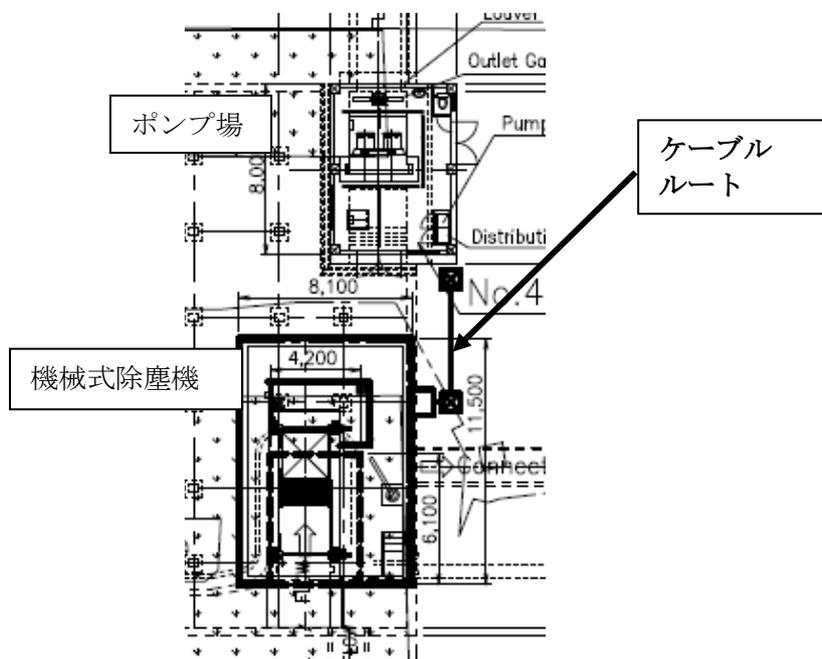


図 R 3.2.31 P4 ポンプ場から機械式除塵機室までのケーブルルート図

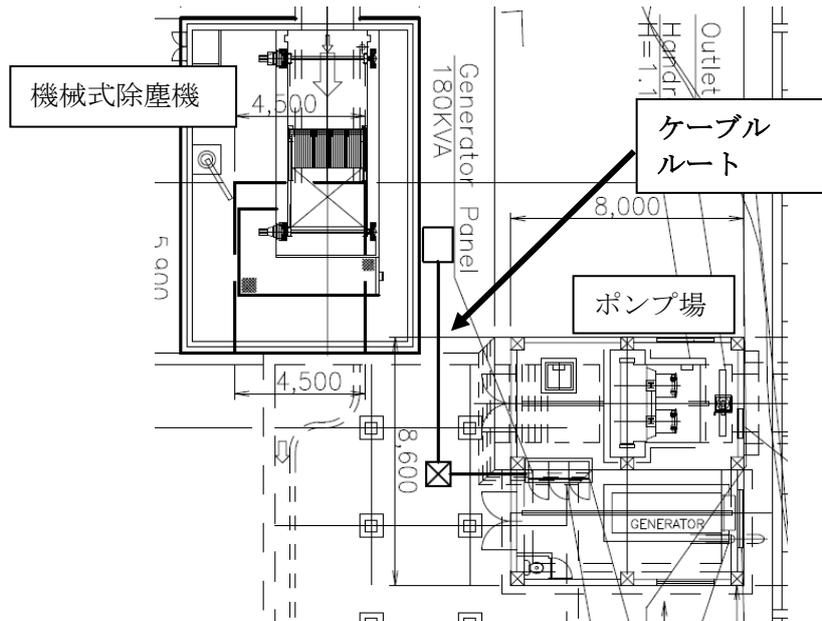


図 R 3.2.32 P5 ポンプ場から機械式除塵機室までのケーブルルート図

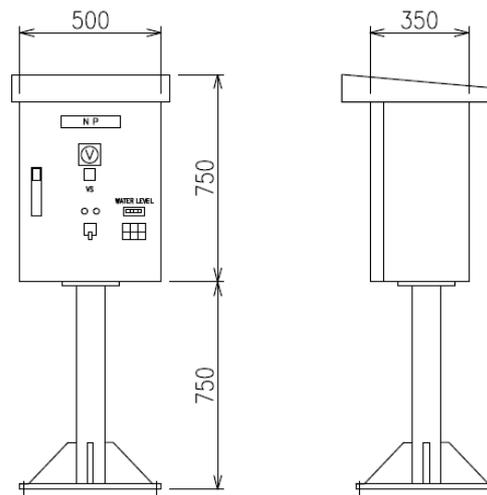


図 R 3.2.33 機械式除塵機盤姿図(P1, P2, P4, P5 用)

3.2.2.4 排水関連機材（緊急排水機材）の調達

(1) 緊急排水機材の代替案検討

緊急排水用機材は移動式であることを条件とし、以下に用意したオプションの中から、調達予定機材の検討を行う。

表 R 3.2.28 調達予定機材の検討

オプション	タイプ	備考
オプション 1	移動式排水ポンプ車	要請機材、排水能力 30m ³ /min を想定
オプション 2	牽引式排水ポンプ	自吸式ポンプ、排水能力 15-30m ³ /min を想定
オプション 3	供与無し	—

DSD 所有の既存の緊急排水用機材は老朽化し能力不足であり、作業効率、必要性等を考慮すると、緊急排水用機材の供与は妥当であると言える。そのため、オプション3は不採用とした。

オプション1（移動式排水ポンプ車）とオプション2（牽引式排水ポンプ）を比較する。オプション2は、オプション1と比較して安価であり、トラックの進入できない狭い路地等において、ピックアップ車やトラクター等で牽引できる利点がある。しかしながら、現状、緊急排水作業が想定される場所は、サップ川沿いの市街地であり、オプション1のトラックで進入可能である。また、別途牽引車両が必要となり、実施機関の車両保有状況によっては緊急時に出動できない可能性も考えられる。また、オプション1は、ポンプが軽量であり移動可能であるため調整しやすい一方で、オプション2は、サクシオンホースや配管材等別途購入が必要となる。さらに、ポンプ設置時間については、訓練された職員が設置するとオプション1の方が早く設置可能となる。従って、緊急性や維持管理体制等を考慮して、オプション1の「移動式排水ポンプ車」を採用した。

(2) 使用目的/必要性/実施機関の運営維持管理能力を考慮した調達予定機材の数量選定

DSD は現有の排水ポンプ車 1 台を使用して緊急排水作業に対応している。しかしながら、現地調査を通じて、既存機材は全て更新時期を過ぎており排水能力が失われていること、現在使用している 1 台のみでは十分でないことが判明した。

これらの問題を解決する緊急性・必要性は非常に高い。従って、現在実施している緊急排水業務の継続を可能なものとするを目的として、必要な数量の機材を供与する。

緊急排水作業の作業従事者は DSD の排水管清掃グループに所属する職員で、通常時は排水管清掃作業に従事しており、46 名の職員により 5 チーム編成で排水管路の清掃作業を行っている。これらの作業従事者は、雨季には排水管路の清掃作業を行える箇所が限定されることから、雨季の浸水被害発生時に緊急排水作業を交代で実施している。現在の緊急排水作業は、所有する排水ポンプ車が 1 台のみであるため、1 チーム編成（排水ポンプ車 1 台＋運転手、作業員 7～8 名）で実施されている。

現在の緊急排水作業の多くは 2 地区（サップ川東地区 2 地点及びサップ川西地区 2 地点の計 4 地点）で行われており、1 チームで順番に対応している。現有の緊急排水用機材が製作後 30 年以上経過しており、仕様どおりの排水機能を有していないことから、今後はこの機材を待機用とし、新規に調達する機材によって緊急排水作業を行う計画とする。

本事業では、頻繁に緊急排水作業が必要となる 2 地区で同時に緊急排水作業実施が必要になる場合を想定し、各々の地区に 1 台ずつを派遣して 2 チームが同時に緊急排水に対応することができるよう、移動式排水ポンプ車 2 台を調達する計画とする。

表 R 3.2.29 調達予定機材リスト

機材名	用途	供与数
移動式排水ポンプ車	浸水被害の発生している地区／地点において、緊急的に排水を行う	2 台

なお、緊急排水作業の実施のために必要なチーム数が2チームであれば、現状の職員の運用状況と同様に、排水管清掃を行う5チームの中から交代で実施させることが可能であるため、職員数やチーム数を増やす必要は無く、現在の体制で対応可能である。

(3) 調達先

調達先の検討に当たっては、以下の条件を考慮することとした。

- (a) 現地または近隣地域に基本部品（シャシー）の代理店があること。
- (b) 故障の発生頻度が小さく、スペアパーツの入手が欧州産に比べて容易なこと。
- (c) 他国製品と比較して本邦製品に対するDSD側の信頼・要望が格別に高いこと。

その結果、移動式排水ポンプ車は特殊車両であることから、カンボジア国内での調達は不可能である。また、隣国のタイにおいて、各パーツを組み立てて特殊車両にする工場があるが、品質・性能の問題と納車後のサービス体制に問題があると思われるため、本プロジェクトでは、カンボジア国または近隣国に代理店を有する日本メーカーからの調達とする。引渡し時期・場所は、通関後、シアヌークビル港とする。

(4) 移動式排水ポンプ車の仕様選定

機材の基本的仕様設定に関しては、以下の項目を考慮する。

- (a) 作業効率・耐久性が高く、操作性の良いこと。
- (b) 先方の技術力で維持管理可能な仕様であること。
- (c) 先方のガレージに保管可能なサイズであること。
- (d) 左ハンドル車とすること。

一方、既存排水ポンプ車の排水能力は、12 m³/min.である。これまでの平均的な排水作業時間は8~12時間とのことである。同時発生している同地区に同車両を併用することを考慮すると、排水作業時間を現状より短縮させるため、既存機材より排水能力の高い機材が必要となる。しかしながら、排水能力の高い機材とするとポンプや車両が大きくなり機動性が失われる。ここでは機動性を重視し、人力で設置可能なサイズで最大限の排水能力を有するポンプとして、ポンプ1基あたりの重量が40kg/台以下となるよう、ポンプ1基あたりの排水用慮を5 m³/min とし、このポンプを6基搭載する計画として移動式排水ポンプ車の排水能力を30 m³/min. (= 5 m³/min. × 6 unit) と設定した。

以上のことを考慮し、移動式排水ポンプ車の仕様は以下を採用した。

表 R 3.2.30 移動式排水ポンプ車仕様

車種	仕様
移動式排水ポンプ車	1) 左ハンドル 2) ポンプユニット：排水能力 30m ³ /分、 3) 車両：10t ベース 4) 発電機：125kVA

出典：JICA 調査団

(5) スペアパーツの調達

スペアパーツの多くは、プノンペン都内のマーケットでは入手困難である。特に、DSDの所有する既存排水ポンプ車のスペアパーツに関しては、正規品のスペアパーツの入手に時間とコストがかかるため、プノンペン都内で入手可能となる模倣品を調達し代用している。正規のスペアパーツでないため、完全に該当機材にフィットせず、DSDがワークショップでスペアパーツを加工することも多い。このような代用品で作業を進めた結果、再度、故障が発生するケースもある。雨季の浸水被害の多い時期に故障が発生した際には、修理のため緊急排水作業に使用できない等のケースも発生している。

上記のような条件のもとで、今回、調達する移動式排水ポンプ車に関するスペアパーツの調達を確実にする体制を整える事が重要である。そのためには、スペアパーツの調達及びメンテナンスのためにプノンペン都内に連絡要員を配置させ、この連絡要員と代理店契約を結ぶ、という方法が考えられる。実際にプノンペン都内において、日本製機材（発電機、電話交換機、精米機器、ポンプ、等）のスペアパーツをこのような方法で調達している。スペアパーツを発注する手順例は以下のとおりである。

- ① DSD から連絡要員へ必要な部材を発注
- ② 連絡要員から、近隣国（タイ、ベトナム）にあるメーカーの支店・現地法人に連絡して部品を発注。
- ③ メーカー支店・現地法人から必要部品を DSD 宛に発送。
- ④ DSD が必要部品を受領。

上記のようにスペアパーツの調達を円滑に行うため、排水ポンプ車調達業者に対して、プノンペン都内の商社または要員とスペアパーツ調達に関する代理店契約を結ぶことを条件とする。

3.2.3 概略設計図

概略設計図は、巻末の「別添 概略設計図」に示した。ここでは概略設計図の図面リストのみを下記に示す。

表 R 3.2.31 概略設計図面リスト

No.	図面タイトル	図面番号
	GENERAL MAP	
1	General Map	GM-001
	DRAINAGE MAIN	
	General	
2	General Plan of Drainage Main	DM-GN-001
3	Detail of Manhole & Drainage Pipe (1/2)	DM-GN-002
4	Detail of Manhole & Drainage Pipe (2/2)	DM-GN-003
	1. Wat Phnom Northern Area	
5	Plan & Profile R47-1 Drainage Main	DM-WP-001

No.	図面タイトル	図面番号
6	Plan & Profile R47-2 Drainage Main	DM-WP-002
7	Plan & Profile R88-Sisowath Drainage Main (1/2)	DM-WP-003
8	Plan & Profile R88-Sisowath Drainage Main (2/2)	DM-WP-004
9	Plan & Profile R92-R47-1 Drainage Main	DM-WP-005
10	Plan & Profile R92-R47-2 Drainage Main	DM-WP-006
11	Plan & Profile R19 Drainage Main	DM-WP-007
12	Plan & Profile R90 Drainage Main	DM-WP-008
13	Plan & Profile R88 Drainage Main	DM-WP-009
14	Plan & Profile R84 Drainage Main	DM-WP-010
2. Tuol Kork Area		
15	Plan & Profile R528-R337-1 Drainage Main	DM-TK-001
16	Plan & Profile R528-R337-2 Drainage Main (1/2)	DM-TK-002
17	Plan & Profile R528-R337-2 Drainage Main (2/2)	DM-TK-003
18	Plan & Profile R592 South Drainage Main (1/2)	DM-TK-004
19	Plan & Profile R592 South Drainage Main (2/2)	DM-TK-005
20	Plan & Profile R592 North Drainage Main	DM-TK-006
21	Plan & Profile R596 Drainage Main (1/2)	DM-TK-007
22	Plan & Profile R596 Drainage Main (2/2)	DM-TK-008
23	Plan & Profile R317 Drainage Main	DM-TK-009
24	Plan & Profile R315-1 Drainage Main (1/5)	DM-TK-010
25	Plan & Profile R315-1 Drainage Main (2/5)	DM-TK-011
26	Plan & Profile R315-1 Drainage Main (3/5)	DM-TK-012
27	Plan & Profile R315-1 Drainage Main (4/5)	DM-TK-013
28	Plan & Profile R315-1 Drainage Main (5/5), R315-2 Drainage Main	DM-TK-014
29	Plan & Profile R287-R528 Drainage Main (1/3)	DM-TK-015
30	Plan & Profile R287-R528 Drainage Main (2/3)	DM-TK-016
31	Plan & Profile R287-R528 Drainage Main (3/3)	DM-TK-017
32	Plan & Profile R283-1 Drainage Main	DM-TK-018
33	Plan & Profile R283-2 Drainage Main	DM-TK-019
34	Plan & Profile R528 Drainage Main	DM-TK-020
35	Plan & Profile R618 Drainage Main	DM-TK-021
36	Plan & Profile R608-1 Drainage Main (1/2)	DM-TK-022
37	Plan & Profile R608-1 Drainage Main (2/2)	DM-TK-023
38	Plan & Profile R608-2 Drainage Main	DM-TK-024
3. Interceptor		
39	Plan & Profile Interceptor (1/5)	IC-001
40	Plan & Profile Interceptor (2/5)	IC-002
41	Plan & Profile Interceptor (3/5)	IC-003
42	Plan & Profile Interceptor (4/5)	IC-004
43	Plan & Profile Interceptor (5/5)	IC-005
No.6 PUMPING STATION AND No.6 UNDERGROUND RESERVOIR		
44	General Plan	PR-001
45	Typical Sections	PR-002
46	Layout of Foundation Pile	PR-003
47	Pump Operation & Maintenance House	PR-004
MECHANICAL SCREEN		
48	Mechanical Screen S.P-1 Chaktomuk	MS-001
49	Mechanical Screen S.P-2 Preah Kumlung	MS-002
50	Mechanical Screen S.P-4 Phsar Kandal	MS-003
51	Mechanical Screen S.P-5 Phsar Chas	MS-004
52	Mechanical Screen S.P-6	MS-005

3.2.4 施工計画／調達計画

3.2.4.1 施工方針／調達方針

(1) 事業実施における基本事項

- 本計画は、日本政府とカンボジア国政府間で本計画に係る無償資金協力の交換公文が締結された後、日本政府の無償資金協力の制度に従って実施される。
- 本計画の施主（the Client）はプノンペン都であり、契約書の締結、完工証明等の発行は、都知事または都知事に任命された者が行う。
- 実施機関はプノンペン都公共事業運輸局（DPWT）であり、実施設計段階から維持管理段階まで一貫して、技術的な判断、工程管理、品質管理を行うとともに、事業を円滑に行うための各種実務を行う。
- 本計画の詳細設計、入札関連業務及び施工監理業務に係るコンサルタント業務は、日本のコンサルタントにより、カンボジア国政府とのコンサルタント契約に基づき実施される。
- 本計画の建設工事は、入札参加資格審査合格者による入札の結果、選定された日本の建設会社により、カンボジア国政府との工事計画に基づき実施される。
- 施工方法及び工事工程の立案に関しては、現地の気象、地形、地質等の自然条件及び交通、地下埋設物、近隣住民への影響等の環境社会条件を考慮し、円滑かつ安全な作業実施が可能な計画となるよう配慮する。

(2) 施工方針及び調達方針

建設資機材及び労務は、現地調達を基本とする。

本計画で実施する土木工事は、地下貯留槽とポンプ場の建設、排水管路の新設、遮集管路の新設、及び機械式自動除塵機の建設から成る土木工事を主体としており、特殊な施工技術を要するものではない。しかしながら、本計画における施工はプノンペン都の繁華な市街地で行われ、民家や既設構造物に近接して行われるため、安全、環境、品質に配慮した施工監理を行うために、現場事務所長以下各施工区の管理責任者を担う日本人技術者を派遣する。日本から調達する排水関連機材の調達管理は、これら施工監理の日本人技術者が兼務する。

また、ポンプ、機械式自動除塵機、その他電気品等の機材の据付工事、調整作業、初期運転指導、並びに調達機材の初期運転指導については、日本から専門技術者を派遣する。

プノンペン都には、現地建設業者が 15 社以上有り、同国内で実施された無償資金協力プロジェクトで日本の請負業者の下請け業者として参入している現地業者もあり、本工事でも下請け業者として十分活用することが可能である。従って、世話役、機械オペレーター、型枠工、コンクリート工、その他の作業員等は、原則として現地人を雇用することで対応でき、カンボジア国外から特殊作業員を派遣する必要はない。

3.2.4.2 施工上／調達上の留意事項

(1) 施工上の留意事項

施工計画、調達計画の策定にあたっては、本事業の特異性を把握した上で、それぞれの事項について現場特性を考慮した適切な対応を検討し、事業全体の円滑な実施が可能となる計画を立案する。施工計画の策定に際して、特に以下の項目に留意する。

(a) 排水管路敷設工事における留意事項

本事業における排水管路敷設工は総延長約 13km で、工事箇所が広範囲に亘っていることから、施工計画では工事対象区域を流出系統別に大きく 4 つの排水区分に分けて考える。工事施工に際しては、人、機械を効率的に運用させるため、迂回路の確保を優先しつつ、近接した区域での施工とする。

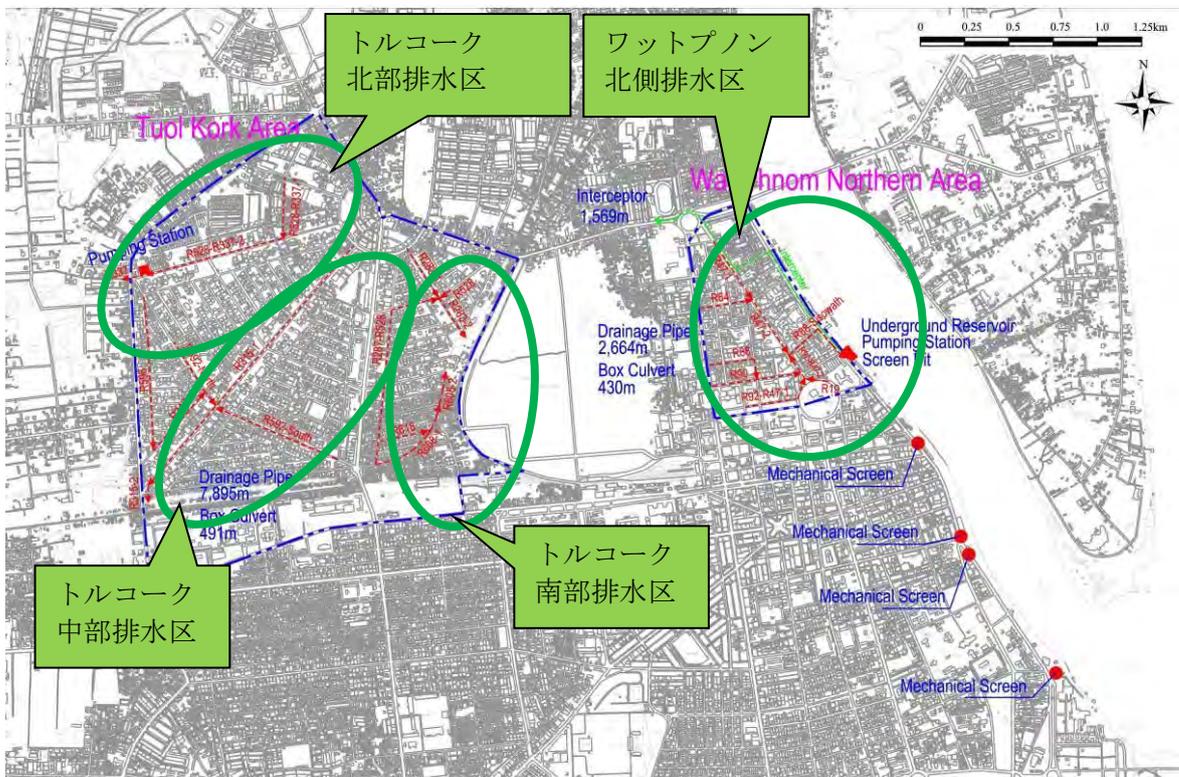


図 R 3.2.34 排水区分位置図

以下留意事項を列挙する。

- 各排水区内における排水管路布設の施工順序は、下流部から上流部に向かつての施工を原則とする。
- 管路布設は、各路線のマンホールとマンホールの間を 1 ブロックとみなし、ブロック毎に施工を完結させることを基本とする。
- 掘削深に拘わらず、基本的にⅢ型鋼矢板を使用した土留め工法を適用する。
- 工事開始に先立ち、DPWT 及び管轄する区役所や地域コミュニーの協力を得

て、地元住民に対する工事説明会を実施し、事前に工事内容・目的、期間等について十分に説明し、了解を得て施工する。

- 当該工事区域は、カンボジア国内でも特に経済活動が活発な区域であり、観光客も多く訪れるため、工事中の騒音・振動、安全管理、交通整理に配慮し、経済活動に対して工事による影響を最小限となるように留意して施工する。

[具体的な対策法]

- ワットプノン北側排水区の中で、交通量の多い47番通り、Sisowath大通りでの施工、並びにこれらの幹線道路を横断する場所での施工は、夜間施工とする。交通への影響を考慮し、これらの箇所では2箇所以上の同時施工は行わない。
- 夜間施工箇所では、昼間は開口部分を覆工板で覆い、現況交通を阻害しないように配慮する。
- 夜間施工時、昼間施工時共に、道路閉鎖または片側通行とし、迂回路の確保、案内表示板の設置、交通誘導員の配置を行う。
- 仮設鋼矢板の打設には、油圧式圧入・引抜機（サイレントパーラー）の仕様を義務付ける。油圧ユニットの動力源としては、防音型発電機を使用する。
- 施工ブロック毎に全周囲を防護柵で囲み、安全標識及び安全器具を十分に設置して、第三者に対する事故を防止する。また、夜間には開口部に転落防止ネットを設置して、第三者の転落事故に対処する。

(b) ポンプ場、地下貯留槽築造工事における留意事項

ワットプノン北側エリアに新設する6号ポンプ場、6号地下貯留槽、及び除塵室の工事場所は、CDC東面のSisowath通りとサップ川を挟んで立地する公園内でPPWSAの取水塔と南端にあるレストランとの間に位置する。

この公園内の西側部分には、サップ川に築造されたPPWSAの取水塔と浄水場を結ぶ送水管（φ1,200mm）が埋設されており、この送水管を避けて地下貯留槽を建設する必要があることから、この公園の川側にあるDPWTにより建設された護岸の一部を壊し、地下貯留槽を建設する。施工スペースに制限があるため、鋼矢板及びタイロッドによる土留めを行い、開削する（図R 3.2.35参照）。地下貯留槽の建設後には、護岸を現状どおりに復旧する。

これらの施工箇所は、雨季のサップ川の水位上昇時には水没してしまうため、降雨の少なく且つ河川水位の低い時期に、掘削工、基礎杭打設工、躯体下部工、吐出口部の施工を完了させる必要がある。

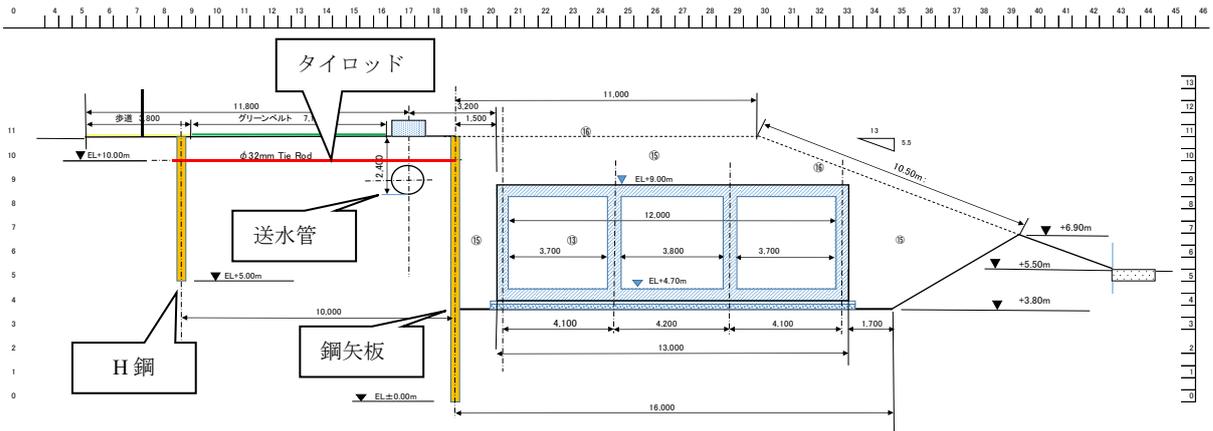


図 R 3.2.35 6号地下貯留槽の施工断面標準図

地下貯留槽、ポンプ場及び除塵室の基礎杭は、既成杭の打込みとし、騒音を比較的強く抑えることができる油圧ハンマーによる打設工法とする。

尚、現場は、ワットプノン近くということもあり、交通量並びに観光客も大勢いることから、工事着工前には、工事箇所及びその周辺を仮設フェンスで囲み、工事の安全のみならず、環境配慮及び第三者傷害にも配慮した工事を行う。

(c) 除塵室改良工事（機械式自動除塵機設置工事）における留意事項

フェーズ2で建設した4箇所の除塵室において、既存のバースクリーンを撤去し、除塵室を取壊し、同じ位置に機械式自動除塵機の規模に合わせて除塵室を築造する。を設置する。

自動除塵機を設置する4箇所の除塵槽のバースクリーンは、常に汚水／雨水の流入があり、稼働している状況であるため、施工時には仮排水路を設け、施工箇所に排水が流入しないように留意する。施工は、降雨による影響の少ない乾季に実施する。

新規の除塵室の基礎杭の打設には、周辺への騒音を比較的強く抑えることが可能な油圧ハンマーを採用する。

現場は、王宮近辺で観光客並びに交通量が多い場所である。このことから、工事実施期間中は、工事箇所及びその周辺を仮設フェンスで囲み、工事の安全のみならず、環境配慮及び第三者傷害にも配慮した工事を実施する。

(2) 調達上の留意事項

準備調査時に調印した協議議事録（M/D）における記載内容に基づき、本計画で調達する排水関連機材（移動式排水ポンプ車、2台）の引渡しは、シアヌークビル港での荷降ろし後に実施する。したがって、機材調達の輸送に関する日本側負担は、国内生産～搬出港への輸送～荷積み～シアヌークビル港への輸送までとする。シアヌークビル港での通関手続き及びプノンペン都までの陸上輸送に係る経費は、カンボジア国負担とする。

3.2.4.3 施工区分／調達・据付区分

日本とカンボジア国の両政府が分担すべき事項は、以下に示すとおりである。

表 R 3.2.32 両国政府の負担区分

項目	内容	負担区分		備考
		日本国	カンボジア国	
資機材調達	調達機材の調達・搬入・日本国内輸送	○		
	調達機材の海上輸送	○		移動式排水ポンプ車
	調達機材の通関手続		○	移動式排水ポンプ車
	調達機材のカンボジア国内輸送		○	移動式排水ポンプ車
	工事中資機材の調達、輸送、搬入	○		
準備工	用地取得、住民移転		○	
	その他、工事に必要な用地の確保		○	現場事務所、資機材置場、作業場等
	上記以外の準備工	○		
工事障害物の移設・撤去	地下埋設物の移設	○		水道、通信、配電等
本工事	排水管路、地下貯留槽、ポンプ場、自動除塵機、の建設工事	○		

3.2.4.4 施工監理計画／調達管理計画

日本のコンサルタントがカンボジア国政府とのコンサルタント業務契約に基づき、実施設計業務、入札関連業務及び施工監理業務／調達管理業務の実施にあたる。

(1) 実施設計業務

コンサルタントが実施する実施設計業務の主要内容は、以下のとおりである。

- カンボジア国実施機関との着手協議、現地調査
- 土木・建築構造物の詳細設計（安定計算、構造計算、配筋計算）、図面作成
- 機械電気設備の詳細設計、図面作成
- 追加マンホール調査による既設排水管路の詳細把握
- 事業費積算

(2) 入札関連業務

入札公示から工事契約までの期間に実施する業務の主要項目は、以下のとおりである。

- 入札図書の作成（上記、実施設計と並行して作成）
- 入札公示
- 入札業者の事前資格審査
- 入札実施
- 応札書類の評価
- 契約促進業務

(3) 施工監理業務

コンサルタントは、施工業者が工事契約及び施工計画に基づき実施する工事の施工監理を実施する。その主要項目は、以下のとおりである。

- 測量関係の照査・承認
- 施工計画の照査・承認
- 品質管理
- 工程管理
- 出来形管理
- 安全管理
- 関係機関との協議・調整
- 出来高検査及び引渡し業務

施工の所要期間は、全体で約 36 ヶ月と見込まれ、夜間工事を含めて最大 14 パーティが同時作業を実施する予定である。

この施工状況を考慮して施工監理業務では、日本人常駐監理技術者を 1 名配し、加えて工事技術者（現地人）を 6 名雇用して、常駐管理者の施工監理補助員とする。更に工程に沿い、各専門技術者を現地にスポット派遣し、円滑な業務の遂行に資するものとする。

(4) 調達監理業務

コンサルタントは、本事業で排水関連機材を調達するにあたり、品質管理及び工程管理が適切に行われているかを監理すると共に、現地に納入された機材が所定の機能を有していて、かつ現地での活用に支障が無い状態で引渡されていることを確認する。調達監理に係る主な業務内容は、以下のとおりである。

- メーカーとの協議
- 工場・出荷前検査及び船積前検査の立会い
- DSD 及び関係機関との協議、打合せ
- 機材調達状況の確認
- 機材の通関手続きの確認とフォローアップ
- 初期操作指導の立会い及び機材の運用状況の確認
- 証明書の発行
- 報告書等の提出

上記の調達監理計画を実施するため、コンサルタントは調達管理技術者を工場検査、船積前検査時（国内派遣）、及び引き渡し・初期操作指導～機材の運用開始時（現地派遣）

にそれぞれ派遣し、確実かつ円滑な機材調達に資するものとする。また機材の操作方法及び維持管理方法を調達先機関に確実に伝達するため、メーカーより技術者を派遣して初期操作指導を実施するものとする。

(5) 施工監理／調達監理体制

コンサルタントの日本人技術者による施工監理体制は以下のとおりとする。

- 業務主任

工事全般における技術・運営両面での総括管理を行う。工事着工時、部分引き渡し時、竣工時に現地入りし、諸手続き、施主や施工業者との協議、調整、問題点の確認や現場の立会い、検査を行う。また、品質管理会議に参加し、工事实施状況の確認、分析を行い、施主や施工業者への助言、指導を行う。

- 常駐施工監理

工事着工から完了時まで現地に常駐し、現地の監理責任者として工程管理、品質管理を行うと共に、工事全般の監督指導を行う。また、工事期間を通じて先方実施機関及び関係諸機関との折衝を行う。

- 土木技師（排水管）

工事着工時に現地入りし、排水管路及び地下貯留槽の施工監理業務の立ち上げ、初期指導を行う。工事開始に伴う関係機関との調整、品質・安全・出来形管理等に関する施工業者の指導を行う。その後、工事の進捗に応じて現地にスポット派遣し、排水管路及び遮集管の夜間施工及び複数個所での同時施工に関する関係機関との調整、施工業者の指導を行い、排水管路、遮集管及び地下貯留槽の施工監理を行う。

- 土木技師（貯留槽、ポンプ場、除塵室）

乾季中に行われる、地下貯留槽の基礎杭工事、躯体建設工事、及び自動除塵機設置工事の施工監理を担当する。これらの工事は、多様かつ注意を要する工事を短期間に同時並行で行うため、専従の施工監理要員として関係機関との十分な調整、安全管理、品質管理、出来形管理、工事工程管理、施工業者への指導を行う。

- 機電設備技師（ゲートポンプ、自動除塵機）

ゲートポンプ及び自動除塵機の工場検査・出荷前検査に立会う（国内）。ポンプ場及び自動除塵機の据付工事の施工監理を行い、調整・試運転等の監理を行う。

- 機材検査技師／機材調達技師（排水ポンプ車）

排水ポンプ車の工場検査・出荷前検査に立会う（国内）。調達機材の現地到着後、現地にスポット派遣し、引き渡し業務、機材の調整・試運転等の監理を行う。

- 検査技師（瑕疵検査）

工事完工1年後に瑕疵検査を実施する。

3.2.4.5 品質管理計画

(1) 材料及び施工の品質管理計画

材料及び施工の品質管理として、実施する主要な試験を次表に示す。試験回数は、「国土交通省 土木工事必携」—土木工事情質管理基準及び規格値に基づいて設定する。

表 R 3.2.33 品質管理計画

試験品目	試験項目	規格／試験方法	試験頻度
コンクリート	圧力強度試験	JIS A 1108	1日2回
	スランプ試験	JIS A 1101	原則として全車
	塩化物含有量	JIS A 5308	週1回
	空気量測定	JIS A 1116 等	強度試験用供試体採取時
	セメントの材質	JIS R 5210 等	施工前と材料変更時
細骨材／粗骨材	ふるい分け試験	JIS A 1102	1日1回
埋戻し	土の締固め試験	JIS A 1210 等	施工前及び土質変化時
	粒度試験	JIS A 1204 等	施工前及び土質変化時
	現場密度試験	JIS A 1214 等	3,000 m ³ 毎に1回×3箇所
下層路盤	修正 CBR 試験	AASHTO T193 等	施工前と材料変更時
	骨材のふるい分け試験	JIS A 1102 等	施工前と材料変更時
	現場密度試験	AASHTO T99 等	1,000 m ² につき1個×3箇所
上層路盤	修正 CBR 試験	AASHTO T193 等	施工前と材料変更時
	骨材のふるい分け試験	JIS A 1102 等	施工前と材料変更時
	現場密度試験	AASHTO T180	1,000 m ² につき1個×3箇所
アスファルト表層	骨材のふるい分け試験	JIS A 1102 等	施工前と材料変更時
	骨材の密度・吸水率	JIS A 1109,1110 等	施工前と材料変更時
	フィラーの試験	JIS A 5008 等	施工前と材料変更時
	マーシャルテスト	ASTM D1559 等	施工前と材料変更時
	アスファルト量抽出粒度分析試験	AASHTO T194 等	1回/日または随時
	現場密度試験	JIS K 2207 等	1,000 m ² につき1回×1箇所

品質管理においては、以下の点に留意する。

(a) コンクリート

コンクリートは所要の強度、耐久性、水密性等を持ち、品質のばらつきが少ないものでなければならない。コンクリートの強度は材令 28 日における圧縮強度を規準とする。コンクリートの圧縮強度試験は JIS-A-1108,1132 による。生コンクリートのサンプルは 1 日につき午前と午後の 2 回採取することを基本とし、1 サンプルにつき 7 日、28 日強度を試験する。コンクリート打設時には現場でスランプテストを行い、所要のスランプ以内に収まっていることを確認する。熱帯地方におけるコンクリート打設であるため、温度管理を充分行い、打設時のコンクリート温度が規定の値 (35℃) よりも低くなるよう管理する。

(b) コンクリートの打設及び養生

コンクリートは材料が分離しない方法で打設し、打ち込み中及び打設直後にバイブレーターにより充分締め固める。コンクリート打設後、コンクリートの表面は湿潤状態を少なくとも 5 日間保つ。

(c) セメント

普通ポルトランドセメントを使用し、その品質は JIS-R-5210 に適合するものでなければならない。

(d) 骨材

清浄、強硬、耐久的で適当な粒度を持ち、ゴミ、泥、有機物、塩分等の有害量を含んでいないことを確認する。粗骨材については薄い石片、細長い石片を含んではならない。また、骨材の絶乾密度は 2.5g/cm³ 以上とする。

(e) 鉄筋

鉄筋は所要の強度を有した物を使用する。特に明示していない場合は異型鉄筋を使用する。鉄筋は使用前に責任技術者の指示に従って試験を行う。

(f) 鉄筋コンクリート用材料の貯蔵

材料を貯蔵する場合は、コンクリート標準示方書に従って貯蔵する。

(2) 機材調達品質管理計画

本計画で納入する排水関連機材の製作前に、各機材の仕様の詳細と品質管理方法について綿密に打合せる。機材は、出荷前の工場立会い検査においてアイテムや数量等の確認を行うと同時に、品質・性能等の保証を得る。機材は、輸送中に損傷を受けないよう梱包等にも注意を払う必要があり、第三者機関による船積前検査を受けることとする。また機材の輸送・保管工程においては、各責任者が管理にあたる。

調達機材は、調達先機関（DSD）のワークショップに到着後、点検作業、試運転、初期操作指導が実施される。このため、不具合が発見された場合にはその場で速やかに対応可能な体制を整えておく必要がある。

3.2.4.6 資機材調達計画

(1) 現地調達

以下の主要な建設資機材は、現地調達とする。

(a) セメント、生コンクリート

セメントは、タイ製品が、市場に恒常的に出回っており、品質も良く、現地の工事現場の主流を占めている。また近年、タイ資本によるカンボジア国内でのセメントの生産も始まっている。

プノンペン都及びその周辺には外国資本の入った生コン会社が 10 社以上あり、容易に生コンクリートを調達できる。生コン会社の中では、会社の設備、及びコンクリートの品質の面でタイの資本で設立された CPAC（シーパック）社が最も高い信用を得ており、都内に 4 箇所のプラントを有している。

(b) 鉄筋・鋼材

鉄筋や鋼材については、タイ製品及びベトナム製品が調達可能である。この数年は都の市場に出回っている鋼材はベトナム製が多い。

(c) 電気・設備機器

電気・設備機器で、交換頻度の高いものや、保守管理が必要なものについては完成後の維持管理を容易にするため現地からの調達とする。

(d) 建設機械

現地調達可能な建設機械としては、バックホウ、ラフテレーンクレーン、ダンプトラックがある。近年では、サイレントパイラーも現地で調達可能である。

(2) 輸入調達

現地で調達不可能なもの、あるいは調達できるが品質的に信頼できない資機材、供給量が不十分でかつ高価と判断される資機材は、日本からの調達とする。

日本調達の資機材は、ゲート式ポンプ類一式、自動除塵機機材一式、マンホールポンプ及びマンホール用の鋳鉄製蓋、タイロッド、を計画する。

日本調達の資機材の輸送経路は、海上輸送を横浜港～シアヌークビル（Sihanoukville）港の経路とし、シアヌークビル港からはプノンペン都内までトレーラーを用いての陸送とする。タイ調達資機材は、陸送とする。

3.2.4.7 初期操作指導・運用指導等計画

DSD はこれまでも既存のポンプ場、排水ポンプ車、排水管路の清掃機材等の運用維持管理を実施してきており、現有の機材に関する基礎的な操作・運転・管理能力は備えている。

しかしながら、日本製の機械式自動除塵機はカンボジアに初めて導入される機械であるため、機械の使用方法や日常的な機材のメンテナンス方法については、メーカーの専門技術者による実施機関の操作要員に対する初期操作指導が必要である。また、本事業で建設するポンプ場のポンプ機器は既存のポンプに類似したものであるため、これまで以上に高度な技術や特別な訓練は必要無いが、新規に雇用するスタッフもいることから、機械式自動除塵機の初期操作指導時に併せて、指導を行う。

調達機材である、移動式排水ポンプ車については、新規に導入する機材であるため、機械の使用方法や日常的な機材のメンテナンス方法に関する、メーカーの専門技術者による実施機関の操作要員に対する初期操作指導が必要である。

具体的には、機械式自動除塵機の設置完了時、移動式排水ポンプ車の引渡し時、それぞれの時期に合わせてメーカーの専門技術者を現地に派遣し、1週間程度の初期操作指導を行う。

3.2.4.8 ソフトコンポーネント計画（※ソフトコンポーネント計画は別添）

本計画により建設される排水施設（主として排水管）及び既存の排水管の維持管理業務、並びに排水関連機材が本計画において調達された場合の機材の運営維持管理は、DPWT 下の部局である DSD が主体となり実施する。DSD はこれまでも既存の排水管路の清掃・維持管理を現有の機材を用いて実施してきており、維持管理用機材に関する操作・運転・管理能力は備えている。

しかしながら、これまで実施してきた清掃作業は、浸水が頻繁に発生する箇所において問題が発生してから後追いで対処する対症療法的な作業が主であり、計画的な維持管理作業を実施しようと努めているが、未だに十分な能力向上がなされていない。

そこで、DSD の排水施設に関する運営・維持管理能力を向上させるためにソフトコンポーネントを導入して技術指導を行い、現在の対症療法的な維持管理作業を強化するとともに、本事業で建設される施設の維持管理の作業計画を策定し、その計画に基づいて維持管理作業を実施できるようになること、さらには、現状に合わせた計画の改訂を継続的に実現できるようにすることを目標とし、ソフトコンポーネントを導入する。

ポンプ場への機械式自動除塵機は、プノンペン都の排水施設に初めて導入される施設であり、DSD 及び DPWT は機械式自動除塵機の運営についての経験がない。また、移動式排水ポンプ車についても、適切な活用技術の指導を受けた経験がない。これらの機材を適切に活用、運用させるための運営維持管理技術を十分につけさせ、機材の運営維持管理が持続的に行われるよう、ソフトコンポーネントを導入して OJT 方式での技術指導を行う。

一方、これまで、排水施設への地域住民による廃棄物投棄が排水施設の適切な機能発揮を阻害しているとの指摘が度々なされてきた。本事業で建設する排水施設の機能を長期にわたり発揮させるためには、排水管路へのゴミの流入を減らし、ゴミによる排水施設の機能への悪影響を軽減することが必要になる。排水管路内へ流入するゴミの多くは路上に投棄されたビニールであり、これらのゴミを減らすためには、ゴミをゴミ箱に捨てさせるよう、地域住民へのゴミ処理に対する啓発活動が必要になる。

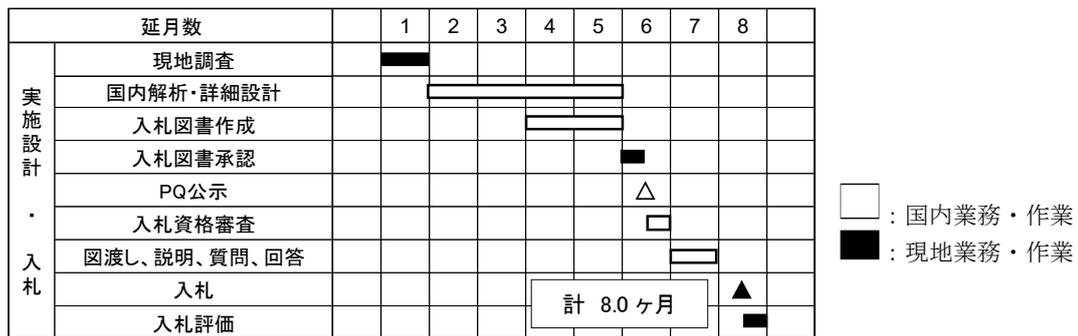
ゴミの多くは市場周辺で発生していること、そもそもゴミ箱がないこと、ゴミ箱にゴミを捨てるという意識が都民にないことから、排水施設の集水域に位置する市場を対象とし、プノンペン都によるゴミ箱の設置と市場周辺の都民に対する啓発活動を行う計画とする。

3.2.4.9 実施工程

本計画は、日本政府とカンボジア国政府の間で交換公文（E/N）が締結された後、独立行政法人国際協力機構（JICA）とカンボジア国政府による贈与契約（G/A：Grant Agreement）に基づき、日本の無償資金協力事業によって実施される。

事業の実施には、実施設計・入札業務（コンサルタント契約～入札評価）に8ヶ月、業者契約後の機材調達及び建設工事に36ヶ月を要する（図 R 3.2.36 参照）。

[実施設計]



[施工監理]

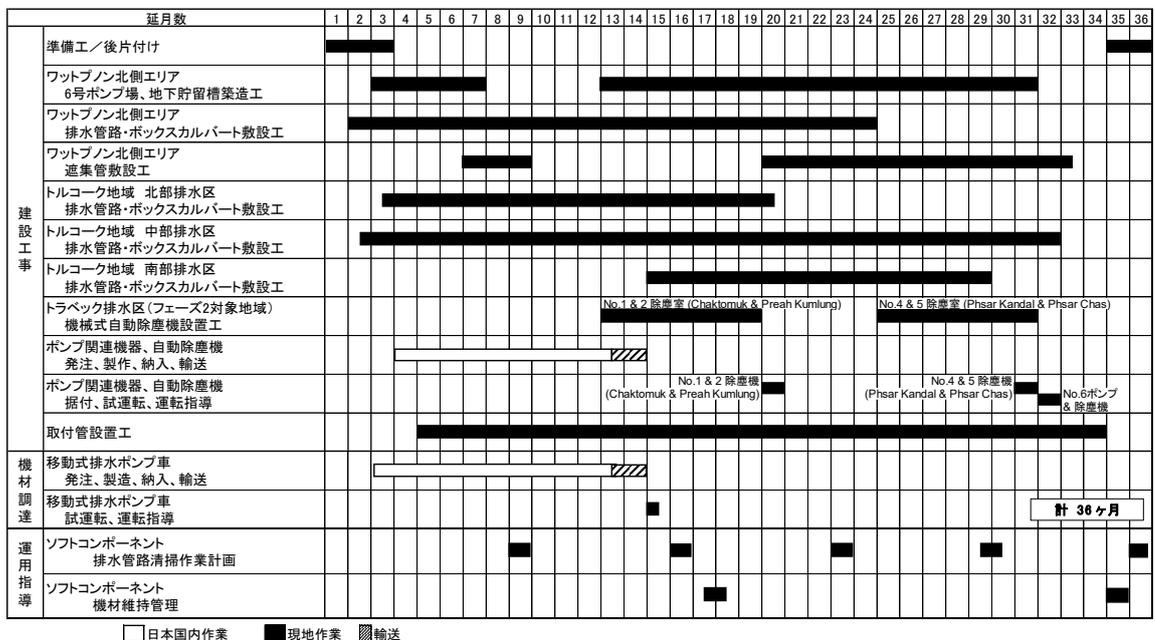


図 R 3.2.36 実施工程表

3.3 相手国側負担事業の概要

本事業実施に際して、相手国側に求められる負担事項は以下のとおりである。

3.3.1 無償事業実施全般における基本的負担事項

無償資金協力事業の実施全般においてカンボジア国側に求められる基本的な負担事項は、以下のとおりである。

- (1) 本事業の工事開始前に、事業実施に必要な土地を確保し整地する。
- (2) 本事業実施場所までの配電、給水を行う。
- (3) 調達機材及び工事用資機材の陸揚げ、輸入通関に係る手続き、及び関税の免税措置を速やかに実施する。
- (4) 本事業実施に従事する日本国民及び日本企業が、承認された事業実施契約に基づき調達する資機材に対して、及び業務遂行上において、カンボジア国内で課せられる付加価値税、関税、及び、その他の税、並びに、財務課徴金を含む各種税の免税を保証し、免税手続きに必要な手続きを行う。
- (5) 本事業実施に関し、承認された事業実施契約に基づく資機材調達及び業務に従事する日本国民が、役務を円滑に遂行するためカンボジア国への入国及び滞在に必要な便宜を与える。
- (6) 本事業実施における施設建設、資機材運搬、及び資機材据付に必要な費用のうち、無償資金協力でカバーできない全ての経費を負担する。
- (7) 本事業で建設／調達された施設／機材を適性かつ効果的に維持管理し、使用する。また、運営・維持管理に必要な要員と予算を確保し、無償資金協力でカバーできない全ての経費を負担する。
- (8) プノンペン都は銀行取極め (B/A²) を行い、B/Aを締結した銀行に対し、支払い授權書 (A/P³) の通知手数料及び支払い手数料を負担する。

2 銀行取極め (Banking Arrangement : B/A)

被援助国政府は、JICAからの援助資金の受入れ・支払いのため、日本の銀行に自国（中央銀行またはプロジェクト実施担当省庁）名義の口座を開設する。この日本の銀行は、被援助国政府／実施機関または指定当局から当該無償資金協力の援助資金の受払いに係る代理人 (Agent Bank) 指名を受け、被援助国政府／実施機関または指定当局と銀行取極めを締結する。

3 支払授權書 (Authorization to Pay : A/P)

コンサルタント及び業者に対する支払いは、B/Aを締結した日本の銀行から行われる。この支払いの手続きの執行権を被援助国政府（指定当局）が日本の当該銀行に授与する旨通知する証書を支払授權書という。無償資金協力事業実施契約締結に伴い、被援助国政府側の契約当事者の依頼に応じて被援助国政府は本邦銀行に対してA/Pを発給する。本邦契約者（コンサルタント及び業者）は、JICAによる認証済契約書と被援助国政府から発給されるA/P(写)を受け取り、支払い手続きを行う。

3.3.2 本無償資金協力事業の実施に特有の負担事項

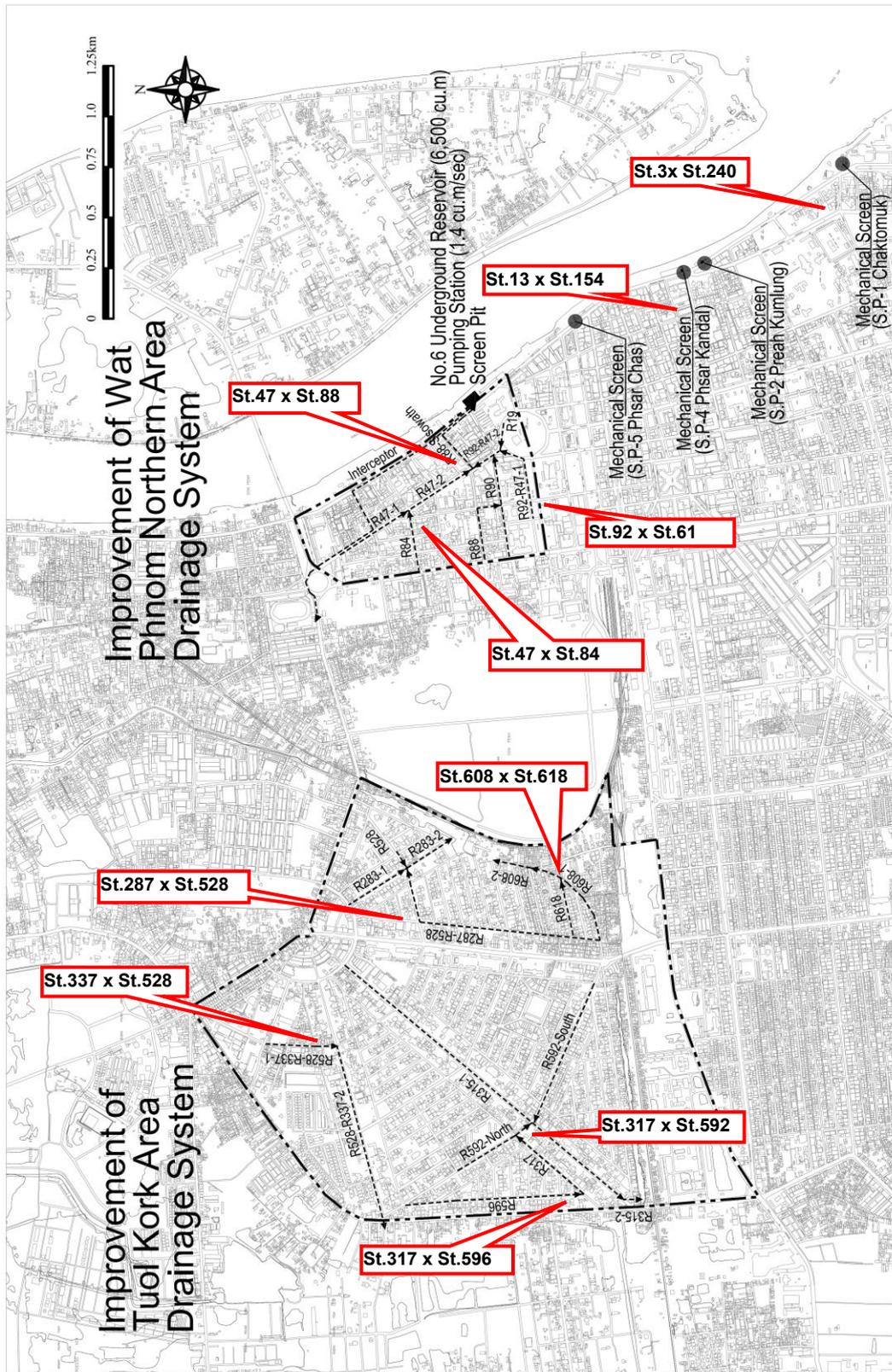
本無償資金協力事業の実施に特有の相手国負担事項は以下のとおりである。

- (1) 調達した排水関連機材（移動式排水ポンプ車2台）の、シアヌークビル港からプノンペン都までの国内輸送費を負担する。
- (2) トルコーク地域における、1箇所の私有地の用地取得、1軒の工事期間中の家屋移転を行う。
- (3) 施工期間中の定期的な環境モニタリングを実施する。
- (4) ソフトコンポーネントにおける廃棄物投棄に対する啓発活動を実施し、その費用（ゴミ箱の設置、ゴミ拾い活動）を負担する。
- (5) 電力使用申請
本無償資金協力事業で設置するポンプ設備で商用電源を使用するためには、EDCに使用許可申請し、電力計を設置しなければならない。6号ポンプ場における電力使用のための接続手数料、電力計設置料はカンボジア国側が負担する。
- (6) 水道使用申請
本無償資金協力事業で設置するポンプ設備で上水道を使用するためには、PPWSAに使用許可申請し、水道メーターを設置しなければならない。6号ポンプ場における上水道使用のための接続手数料、水道メーター設置料はカンボジア国側が負担する。
- (7) 浸水モニタリングの実施
浸水状況の定点観測システムを構築し、浸水モニタリングを実施する。プノンペン都に提案する浸水モニタリング地点は、**図R 3.3.1**に示すとおりである。モニタリング記録用紙の案を、**表R 3.3.1**に示す。

表 R 3.3.1 浸水モニタリング記録用紙案

Location:

Date of Inundation [dd.mm.yy]	Inundation		Duration [h:m]	Max. Depth [cm]	Rain		Daily Rainfall Record (at Khmuouh Weather Station) [mm]
	Start [h:m]	End [h:m]			Start [h:m]	End [h:m]	
03.09.2010	16:30	18:10	1:40	40 cm	16:00	17:00	80 mm



- 注) 浸水モニタリング地点は、以下の条件を考慮して選定した。
- ① 本計画準備調査で実施した浸水被害状況調査において、浸水被害の発生が確認された地点
 - ② 本計画準備調査の排水解析結果において、現況の浸水被害の程度が比較的大きいと評価された地点
 - ③ 本事業で排水管を敷設する地点、及び自動除塵機に接続する排水管が敷設されている地点

図 R 3.3.1 浸水モニタリング地点

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本計画完了後の施設運営・維持管理は、プノンペン都公共事業運輸局（DPWT）が担当する。

3.4.1 運営・維持管理体制

本計画で改修、建設、調達される排水施設（排水管路、地下貯留槽、ポンプ場、自動除塵機）、及び排水関連機材の運営・維持管理の実作業は、DPWT 傘下の DSD（図 R 3.4.1 参照）が行う。同課は、現在もプノンペン都内の排水施設の保守・維持管理を担当している。

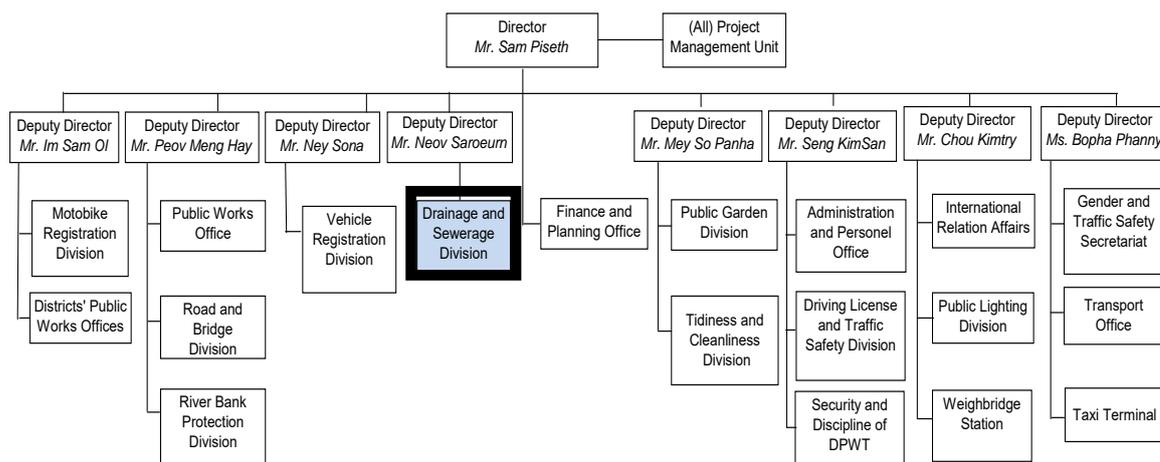


図 R 3.4.1 公共事業運輸局（DPWT）組織図

DPWT の職員数の内訳を次表に示す。

表 R 3.4.1 DPWT 職員の内訳

部門	正規職員数	契約職員数	合計
1. 統括部門	9	-	9
2. 管理・人事部	7	5	12
3. 財務・計画部	12	3	15
4. 公共事業部	20	5	25
5. 運輸部	20	6	26
6. 道路橋梁部	27	38	65
7. 排水・下水課（DSD）	28	171	199
8. 街灯課	9	21	30
9. 公園管理課	17	282	299
10. 駐車違反車収容課	8	14	22
11. 洪水対策課	25	-	25
12. 地区公共事業部	27	17	44
13. モーターバイク登録課	47	15	62
14. 車両登録課	42	3	45
15. 免許証及び交通安全課	3	-	3
合計	301	580	881

出典：DPWT 資料

DSD の正規職員（28 名）は DSD が行う業務の管理職であり、28 名のうち、下水・排水施設及び機材の運営・維持管理計画、下水管設計を担当する技術グループ職員は 8 名、排水管の清掃業務を管理する職員は 1 名、ポンプ場の運営を管理する職員は 2 名である。

DSDの契約職員171名のうち、緊急排水作業及び排水管路の清掃作業を行う排水管清掃・維持管理グループに属する職員は45名、ポンプ場のオペレーションを行う職員は56名、建設機械及び排水関連機材の運転を行う職員は20名である。

排水管清掃・維持管理グループ（正規職員1名、契約職員45名）は、雨季の緊急排水作業が発生する約2か月間には緊急排水作業に従事し、それ以外の期間には排水管等の清掃作業に従事している。排水管路及び排水関連機材の運営維持管理はこのグループが担当する。

地下貯留槽、ポンプ場、及び自動除塵機の運営維持管理は、ポンプ場グループ（正規職員2名、契約職員56名）が担当する。

3.4.2 運営・維持管理方法

3.4.2.1 排水管及び遮集管の運営・維持管理

排水管路は、その大半が地中に設置されるため、異常の予測や発見が非常に困難である。また施設に異常が生じた場合には、汚水の漏洩や道路の陥没等、都市活動に悪影響を与える事故が生じることとなる。排水管路の維持管理を積極的に実施することにより、事故等の抑制、排水機能の維持、排水施設の実質耐用年数の延長が期待され、総合的には経済的に有利となる。

前述のとおり、既存の排水管路の維持管理作業はDSDが担当しており、維持管理作業に関わる人員は正規職員1名、契約職員45名となっている。本計画により、維持管理対象である排水管路の延長は増加するが、プノンペン都全体の排水管路延長に占める割合は小さいため、現状の人員体制でも対応可能と判断される。

排水管路の維持管理作業は、一連の流れに基づき下記のとおり、(1)保守点検、(2)清掃・浚渫、(3)改築・修繕、等の作業を適切に実施する。

(1) 保守点検

「発展途上国における下水道施設管理適正化指針（案）」によると、排水管路の保守点検頻度は、特に問題がないと考えられる路線では概ね5年に1回程度を目安にすれば良いとされている⁴。わが国の都市部における点検頻度は3～7年に1回程度行われているのが実情である。

現地マンホール調査で確認を行った現況排水管路は、多くの箇所汚泥・ゴミによりマンホールや管渠が閉塞しており、このことから、長期間にわたり排水管路の維持管理が行われていない箇所が多くあると想定される。一方でDSDは、主要な排水系統に対しては清掃作業を1年に1回以上の頻度で実施している。

本計画で敷設する排水管路は、3～5年に1回程度の頻度で点検作業を実施することが

⁴ 社団法人国際建設技術協会、2001年10月、pp.106～107

望ましい。

(a) 点検項目

主要な点検項目は、以下のとおりである。

[管渠、ボックスカルバート]

- 流下の状況及び沈殿物の堆積状況
- 地表面の沈下の有無、地盤の不等沈下による舗装のひび割れの有無
- 損傷の状況：破損、ひび割れ
- 地下水の浸水状況、不法接続の有無

[マンホール]

- 蓋、内部の状況

(b) 管渠の点検方法

マンホール蓋を取り外してマンホール内部を目視確認すると共に、マンホール内部から排水管渠内を見通し点検する。多くの異常は、マンホールでの目視点検によって発見することが可能である。

(c) 点検結果の記録

点検結果は記録・整理・保管し、後の清掃計画等に活用する必要がある。

(2) 清掃・浚渫

排水管渠内の汚泥堆積は、流下能力を低下させるだけでなく、堆積汚泥が腐敗し硫化水素や有機酸の生成を招いて、排水管渠の腐敗が進行する原因にもなる。このため、保守点検により排水管渠内に堆積物が確認された場合には、速やかに除去する必要がある。

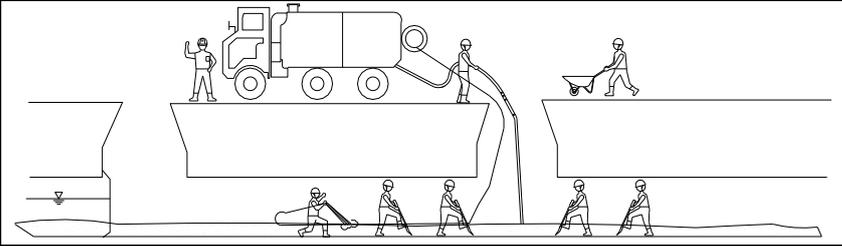
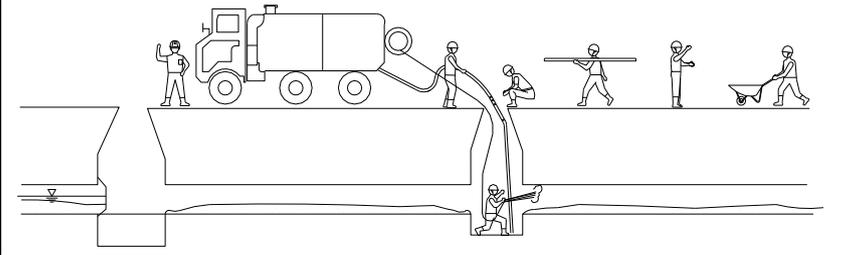
(a) 排水管渠の清掃・浚渫が必要となる目安

一般に清掃が必要となる排水管渠の閉塞率（閉塞断面積÷管渠断面積×100）は、排水管で20%程度、取付管で60%程度とされている。基本的に清掃頻度が点検頻度より多くなることはないが、マーケットやレストランが集中している商業地域では汚泥・ゴミの堆積が予想以上に早く進行する恐れがあり、排水不良→浸水被害発生の原因となることが懸念され、注意を要する。

(b) 排水管渠の清掃・浚渫方法

現在プノンペン都では、フェーズ3で調達した、高圧洗浄車4台とブロワ式汚泥吸引車4台、並びにその他の洗浄吸引車（コンビ車）、バキューム車及び人力を使った清掃・浚渫作業が行われており（図 R3.4.2 参照）、今後もこの方法を継続することを基本とす

るが、清掃作業効率及び清掃作業員の安全性のためには、フェーズ3で調達した機材を積極的かつ優先的に使用して作業することが望ましい。

<p>管径が大きい場合 内径1200mm以上</p>		<p>従来の洗浄吸引車、バキューム車を使用した、人力による清掃浚渫作業。 排水管路内に作業員が直接入り、洗浄水の噴射、スコップによる汚泥の切り崩し作業を行い、それを吸引・除去する。</p>
<p>管径が小さい場合 内径1200mm未満</p>		
		<p>フェーズ3で調達した、高圧洗浄車とブロワ式汚泥吸引車を使用した清掃浚渫作業。 排水管路内に作業員が入らずに作業ができる。管路が深い場合には、マンホール内に作業員が入る。</p>

JICA 調査団作成図

図 R 3.4.2 DSD が実施している管路清掃作業（清掃機材を利用する場合）

(3) 改築・修繕

排水管路の老朽化は面的に進行するので、改築・修繕の実施には長期間を要する。このため、点検の結果を基に計画的に改築・修繕を実施していくことが必要である。計画的な改築・修繕により、排水管路の老朽化に起因する事故等を未然に防止することが可能となる。

3.4.2.2 ポンプ場、地下貯留槽、自動除塵機の運営・維持管理

本事業実施後のポンプ場、地下貯留槽及び自動除塵機については、DPWTの排水・下水課が運営・維持管理を行う。同課はプノンペン都内のポンプ場や排水路等排水施設の保守整備を行う重要な役割を負っている。

新規に建設される6号ポンプ場の運営維持管理のためには、除塵機の管理要員を含め3名程度の職員を常駐させる必要がある。排水・下水課のポンプ場運営維持管理担当職員の中には、JICAのカウンターパート研修でポンプの維持管理技術に関わる教育を受けた職員がおり、他の職員に対する教育・指導を行っている。既存のポンプ場の運営維持管理担当職員は、基本的なポンプ場の維持管理技術を有しており、本事業により新設するポンプ場の運営維持管理を行

うことは可能であるが、新たに導入する機材に関する管理技術については、納入業者による初期操作指導により、ポンプ場運転管理担当職員に対する技術移転を図る必要がある。

特に、本事業により初めて設置される自動除塵機に特有の操作・使用方法及び維持管理方法を適切に伝達するために、現地での運用開始前にメーカーから技術者を派遣して初期操作指導を実施し、DSD 職員の清掃作業担当者へ技術移転を図ると同時に、メーカー代理店から受けられるメンテナンスサービスについても伝達し、機械材が適切な維持管理サービスを受けられる体制を確保する。

地下貯留槽の維持管理としては、年 1 回程度の清掃作業を実施するのが望ましい。そのために職員を常駐させる必要はなく、清掃作業時に 10 人程度で構成される清掃作業班を割り当てればよい。

6 号ポンプ場及び地下貯留槽に関わる運営維持管理要員の新たな雇用が必要であるが、排水・下水課に所属する現在の職員数を考慮すれば、確保は十分可能である。

3.4.2.3 排水関連機材（移動式排水ポンプ車）の運営・維持管理

現在 DSD が所有する排水ポンプ車は、製造後約 30 年経過しており、老朽化が著しく進行して故障が多く、能力が低下しているが、DSD 職員により修理・維持管理され、使用は可能である。

DSD 職員は、本事業により調達される移動式排水ポンプ車に関する、適切な活用技術の指導を受けた経験がないことから、調達機材を適切に維持管理し活用するために、調達する移動式排水ポンプ車に特有の運営・維持管理方法を DSD 職員に習得させる必要がある。このため、現地での運用開始前にメーカーから技術者を派遣して初期操作指導を実施し、DSD 職員の清掃作業担当者へ技術移転を図る。また、この技術移転の際にメーカー代理店から受けられるメンテナンスサービスについても伝達し、調達機材が適切な維持管理サービスを受けられる体制を確保する。

これに加え、機材を適切に活用、運用させるための運営維持管理技術を十分につけさせ、機材の運営維持管理が持続的に行われるよう、ソフトコンポーネントを導入して OJT 方式での技術指導を行う。

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

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、39.82 億円となり、先に述べた日本とカンボジア国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積られる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

カンボジア国第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画（施設建設・機材調達混合案件）

概略総事業費（日本側） 約 3,935 百万円

費目			概算事業費（百万円）	
施設	ワットプノン北側エリアの排水システム改善	排水幹線の整備	680	3,576
		遮集管の整備	346	
		ポンプ場・地下貯留槽の建設	488	
	フェーズ2で整備した排水ポンプ場の機械式除塵機	機械式自動除塵機の建設	194	
	トルコーク地域の排水システム改善	排水幹線の整備	1,728	
機材	排水関連機材調達	移動式排水ポンプ車	140	
実施設計・施工／調達監理、技術指導			359	

注：上記金額は、2016年9月情報による。

(2) カンボジア国負担経費

相手国側負担事項		相手国負担金額	円換算金額
①	用地取得費	約 300,000 ドル	約 34.1 百万円
②	支払授權書時の銀行支払い手数料 (日本側負担経費総額の 0.22%と仮定)	約 76,500 ドル	約 8.7 百万円
③	建設段階での実施機関による環境モニタリング (36ヶ月、全12回分)	約 13,200 ドル	約 1.5 百万円
④	調達機材の国内輸送費	約 4,000 ドル	約 0.5 百万円
⑤	ソフトコンポーネントにおける資機材費 (ゴミ箱設置、キャンペーン5回分)	約 20,000 ドル	約 2.3 百万円
⑥	電力接続料	約 4,000 ドル	約 0.5 百万円
⑦	上水道接続料	約 500 ドル	約 0.1 百万円
合 計		約 418,200 ドル	約 47.7 百万円

注：上記金額は、2016年9月情報による。1ドル=113.65円として換算。

(3) 積算条件

- ①積算時点 : 平成 28 年 (2016 年) 5 月
- ②為替交換レート : 1 ドル = 113.65 円 (アメリカドル対日本円)
為替交換レートは、2016 年 2 月 1 日～2016 年 4 月 30 日の平均値 (TTS レート) とした。
- ③施工期間 : 詳細設計、工事 (機材調達を含む) の期間は、施工工程に示したとおり。
- ④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。

3.5.2 運営・維持管理費

(1) 排水管路の維持管理費

管渠内の汚泥・土砂堆積は流下能力を低下させ、浸水被害の拡大・頻発化に繋がる。加えて、有機物を含んだ汚泥や下水が腐敗することで硫化水素の発生や有機酸の生成を招き、管渠の腐食が進行する原因にもなる。したがって排水管路の維持管理作業は、管内及びマンホール内に堆積する汚泥・土砂及びゴミの除去作業が主な内容であり、清掃機材を使用して、または人力により、乾季を中心に実施される。

「発展途上国における下水道施設管理適正化指針 (案)」における記載内容、現在 DSD が主要な排水系統に対して実施している維持管理頻度等を勘案し、本計画で敷設する排水管路の維持管理作業は、5 年に 1 回程度以上頻度で実施されることが望ましい。ここでは、5 年周期の排水管路清掃を行う計画とし、これにかかる費用を維持管理費として見積もる。

DPWT 予算におけるプロジェクト費計画によると、排水施設の維持管理費用の単価は管渠清掃で 5 ドル/m、マンホール清掃で 50 ドル/箇所とされている。この単価を基に本計画での排水管路維持管理費を算出すると、以下のとおり年間約 **15,300 ドル** 程度と見積もられる。

- 本計画における敷設排水管総延長 : 13.2km
- 本計画における新設マンホール総個数 : 209 箇所

[総維持管理費] 5 ドル/m×13,200m + 50 ドル/箇所×209 箇所 = 76,450 ドル

[年間維持管理費] 76,450 ドル ÷ 5 年 = 15,290 ドル/年

(2) ポンプ場、地下貯留槽及び自動除塵機の運営・維持管理費

(a) 既設ポンプ場の運営・維持管理費の現状

ブノンペン都では現在 12 箇所の既設ポンプ場が稼動中であり、その運営・維持管理は DPWT 職員によって行われている。これらのポンプ場は基本的に商用電源により稼動している。全ポンプ場の運営・維持管理に係る費用は 2014 年の実績で年間約 140 万ドルである。表 R 3.5.1 に示す内訳によると、電気料金が突出しており約 111 万ドルである。ポンプ場建屋の維持・修理費は DPWT の予算の中から支出されているが、その他の費用はブノンペン都の予算の中から支出されている。

表 R 3.5.1 既設ポンプ場の年間運営・維持管理費(2014 年実績)

項目	予算支出	都内の全ポンプ場 (全 12 ヲ所)	
電気料金	ブノンペン都	1,112,000 ドル	4,447 百万リエル
燃料費・潤滑油費	ブノンペン都	105,000 ドル	419 百万リエル
ポンプ機器 維持・修理費	ブノンペン都	114,000 ドル	456 百万リエル
ポンプ場建屋 維持・修理費	DPWT	64,000 ドル	256 百万リエル
合計		1,395,000 ドル	5,578 百万リエル

出典：ポンプ場関連の運営維持管理費支出状況（都内の全ポンプ場に係る 2014 年支出額ベース年間運営管理費実績）1 ドル = 4,000 リエル

(b) 新設ポンプ場及び自動除塵機の運転に要する電気料金

新設するポンプ場の運営維持管理費としては、電気料金がその大半を占める。河川水位及び降雨量データに基づき水理解析を行い、新設される 6 号ポンプ場の平均年間運転時間を計算し、この運転時間に基づき本事業実施後の新設ポンプ場の運転に要する年間電気料金を算出した結果、年間消費電力量に対する電気料金は年間約 4,500 ドルとなった。

また、既設 4 箇所のポンプと新設の 6 号ポンプ場に設置される、合計 5 基の自動除塵機の日あたり平均運転時間を 4 時間と仮定し、新設する自動除塵機の運転に要する年間電気料金を算出した結果、電気料金は年間約 2,000 ドルとなった。

表 R 3.5.2 新設ポンプ場、自動除塵機の年間電気料金

ポンプ場	単位	数量	除塵機	単位	数量
ポンプ排水容量	m ³ /s	1.4	箇所数	箇所	5
平均使用電力	kW	90	平均使用電力	kW	1.5
年間ポンプ運転日数	日	82	年間運転日数	日	365
年間ポンプ運転時間	h	280	日平均運転時間	h	4
年間消費電力量	kWh	27,440	年間消費電力量	kWh	10,950
単位電気料金	ドル/kWh	0.18	単位電気料金	ドル/kWh	0.18
年間電気料金	ドル	4,536	年間電気料金	ドル	1,971

注： ポンプは、雨季の河川水位がポンプの停止水位よりも高い期間の降雨時にのみ運転する。
 単位電気料金は 2014 年度の政府系施設レートである 0.18 ドル/kWh とした。
 1 ドル = 4,000 リエル

(c) 新設ポンプ場及び自動除塵機の維持管理費、並びに自動除塵機の年間修理費

本事業実施後の新設ポンプ場の電気代以外の維持管理費として、ポンプ場機械電気設

備及び建屋の保守整備、その他維持管理作業費用を含む年間費用を、既設ポンプ場と同程度と仮定し、2014年におけるプノンペン都が所有するポンプ場の年間総維持管理費から排水容量相当分として算出し、年間約5,000ドルとする。

自動除塵機の維持管理費としては、除塵スクリーンのごみ除去作業等にかかる年間費用として作業員2名×200ドル×12ヶ月と見積もり、年間約4,800ドルとする。

自動除塵機の維持管理作業の一環として行う部分的な修理にかかる費用としては、年間費用として5基×3,000ドルと見積もり、年間約15,000ドルとする。なお、修理費には部品代と工賃が含まれるものとする。

(d) 地下貯留槽の維持管理費

地下貯留槽はサップ川沿いの地下に建設される。この維持管理にあたっては乾季における貯留槽内の清掃が主要な作業となる。基本的にはウォータージェット、ブラシ等により作業が行われることとなる。貯留槽内にはスクリーンを通過した小さなごみの堆積の他、雨水・排水により流入してきたヘドロや土砂が堆積するため、毎年乾季に人力により貯留槽内の清掃作業を行う必要がある。

以上の清掃作業に係る年間維持管理費は、過去の実例に基づき作業単価2.5ドル/m²として、貯留槽の床面積が約1,700m²であることから、年間約4,200ドルと見積もられる。

(e) ポンプ場、地下貯留槽及び自動除塵機の運営・維持管理費

新設ポンプ場、地下貯留槽、及び自動除塵機の運営維持管理費としては、年間の電気代及び維持管理作業費を見込み、次表に示すとおり、全体で年間約**35,500ドル**となる。

表 R 3.5.3 新設ポンプ場、地下貯留槽及び自動除塵機の年間運営維持管理費

費目	金額
ポンプ場 年間電気料金	4,500 ドル
除塵機 年間電気料金 (5基分)	2,000 ドル
ポンプ場 維持管理費	5,000 ドル
除塵機 維持管理費 (5基分)	4,800 ドル
除塵機 修理費 (5基分)	15,000 ドル
地下貯留槽 維持管理費	4,200 ドル
運営維持管理費合計	35,500 ドル

注：1ドル=4,000リエル

新設ポンプ場、地下貯留槽、及び自動除塵機の運営・維持管理費による、プノンペン都のポンプ場運営維持管理費に対する増加分は、2014年ベース実績額である1,395,000ドルに対し、約2.5%の増額となる。

(3) 排水関連機材（移動式排水ポンプ車）の運営・維持管理費

現在DSDでは、緊急排水作業に老朽化した排水ポンプ車を利用しており、その運用に掛かる燃料代、維持管理費等はDSD予算で賄われている。本計画で調達される排水関連

機材（移動式ポンプ車：2台）は、現在使用されている排水ポンプ車に代わって緊急排水作業に活用されることから、新たな作業員の雇用は必要ないと考えられるが、新しい排水ポンプ車が調達されることで、緊急排水作業の活動機会が増えると考えられ、作業に伴うガソリン代が増加すると見込まれる。その他、作業車の油脂等の消耗品代、保険代等を見込み、次表のとおり、総額で年間約**8,800ドル**程度と見積もられる。

表 R 3.5.4 移動式排水ポンプ車の年間運営・維持管理費

費目	算定式	金額
ガソリン代	80ドル×2台×2ヶ月×15日	4,800ドル
油脂等消耗品代	1,000ドル×2台	2,000ドル
保険代等	1,000ドル×2台	2,000ドル
運営維持管理費合計		8,800ドル

注： ガソリン代は、作業日数を過去の作業実績の約2倍とし、15日/月×2ヶ月、1台1日当たり消費燃料費を100ドルとして算出した。1ドル=4,000リエル

本計画で調達される機材（移動式排水ポンプ車）の耐用年数は、日本における保険料算定の際には5年程度と評価される。しかし、適正な操作と維持管理が為されれば、耐用年数よりも長い期間に亘って有効に使用することが可能である。したがって、本計画で調達される機材は、十分な維持管理がされることを条件として、10年程度で更新する必要があると考えられる。

なお、DSDのワークショップ内には屋根付きの車庫スペースが2台分以上確保されており、調達機材の駐車スペースについては問題無い。

(4) マンホールポンプの運営・維持管理費

ワットプノン北側エリアに敷設する遮集管の最終的な放流先はタモク湖であるが、遮集管を273番通りの既設排水管に接続するために、マンホールポンプを設置して汚水を揚水する。このマンホールの運営・維持管理費は、次表のとおり、総額で年間約**12,800ドル**程度と見積もられる。

表 R 3.5.5 マンホールポンプの年間運営・維持管理費

マンホールポンプ	単位	数量	マンホールポンプ	単位	数量
ポンプ口径	mm	100	年間消費電力量	kWh	64,240
ポンプ排水容量	m ³ /min.	2.0	(5.5kW×2台×16hr×365日=64,240kWh/year)		
ポンプ台数	台	2	単位電気料金	ドル/kWh	0.18
1台あたり使用電力	kW	5.5	年間電気料金	ドル	11,563
日平均運転時間	h	16	年間維持管理費	ドル	1,200
年間運転日数	日	365	年間運営・維持管理費合計	ドル	約12,800

注： 年間維持管理費は、メンテナンスコストとして、初期費用（約122,000ドル）の1%とした。
 単位電気料金は2014年度の政府系施設レートである0.18ドル/kWhとした。
 1ドル=4,000リエル

(5) 運営・維持管理費のまとめ

以上の(1)~(4)の検討の結果、本計画完了後の年間の運営・維持管理費における増額分は、合計で**72,400ドル**と見積もられる。

表 R 3.5.6 本計画完了後の年間運営・維持管理費の増額分

費目	金額
(1) 排水管路	15,300 ドル
(2) ポンプ場、地下貯留槽及び自動除塵機	35,500 ドル
(3) 移動式排水ポンプ車	8,800 ドル
(4) マンホールポンプ	12,800 ドル
運営・維持管理費合計	72,400 ドル

本事業実施による年間の運営・維持管理費の増額分を、2014 年におけるプノンペン都全体の排水関係費用と比較して次表に示す。

表 R 3.5.7 事業実施前後の年間運営・維持管理費の比較

項目	年間運営・維持管理費用		出典
	ドル	リエル	
プノンペン都排水関係運営維持管理費(2014 年実績)	2,463,000	9,850 百万	プノンペン都
本事業実施後の年間運営・維持管理費の増額	72,400	290 百万	調査団

注) 1 ドル = 4,000 リエル

事業実施に伴う維持管理費の増額分は、2014 年におけるプノンペン都の排水関係運営維持管理費の約 2.9%に相当する。本事業実施に伴う運営・維持管理費の増額分はプノンペン都にとっては特に問題なく負担可能な金額であると考えられ、財源も確保されていると判断できる。

更に、プノンペン都全体の予算規模が継続的な拡大傾向にあることを考慮すれば、本事業実施による排水施設の維持管理費の増額は都の財政の厳しい負担にはならないと判断できる。

