

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。

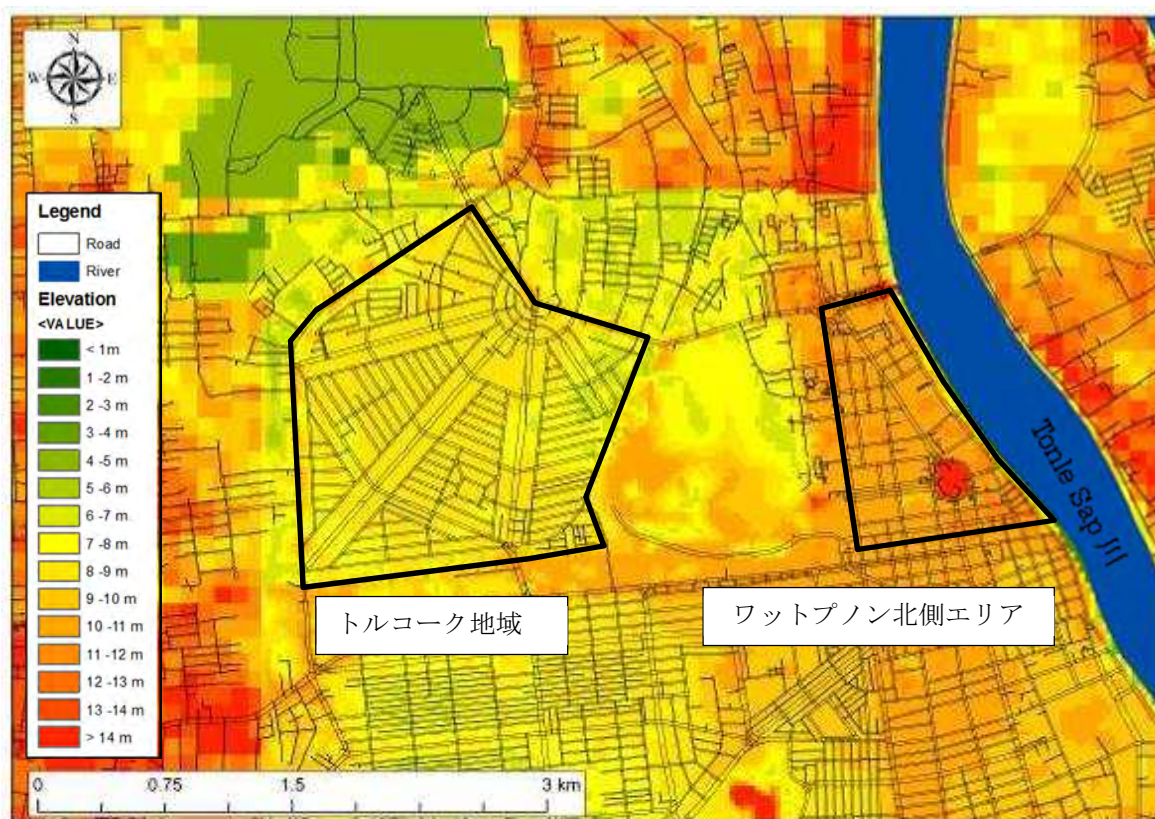


図 R 3.2.1 対象排水区周辺の地盤高

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、建物物、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	

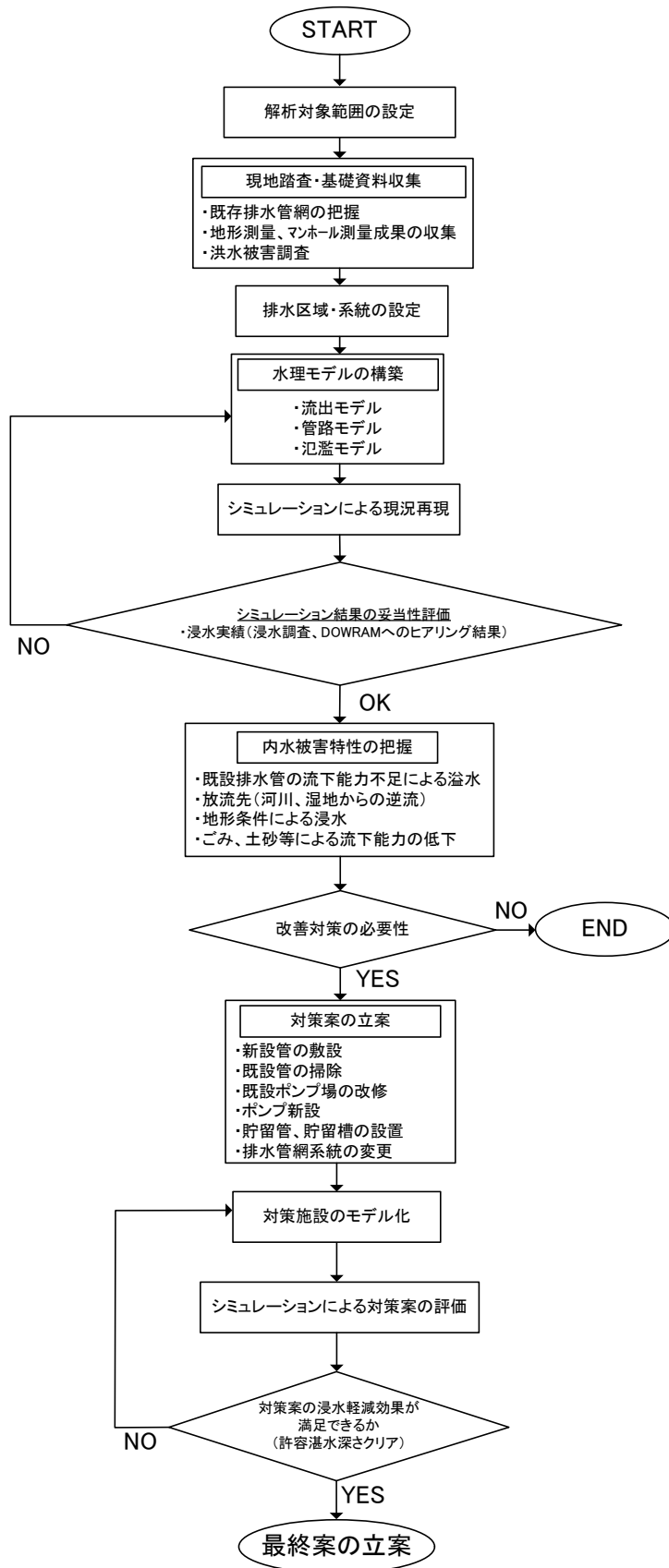


図 R 3.2.2 排水システムの水理解析フロー

(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。

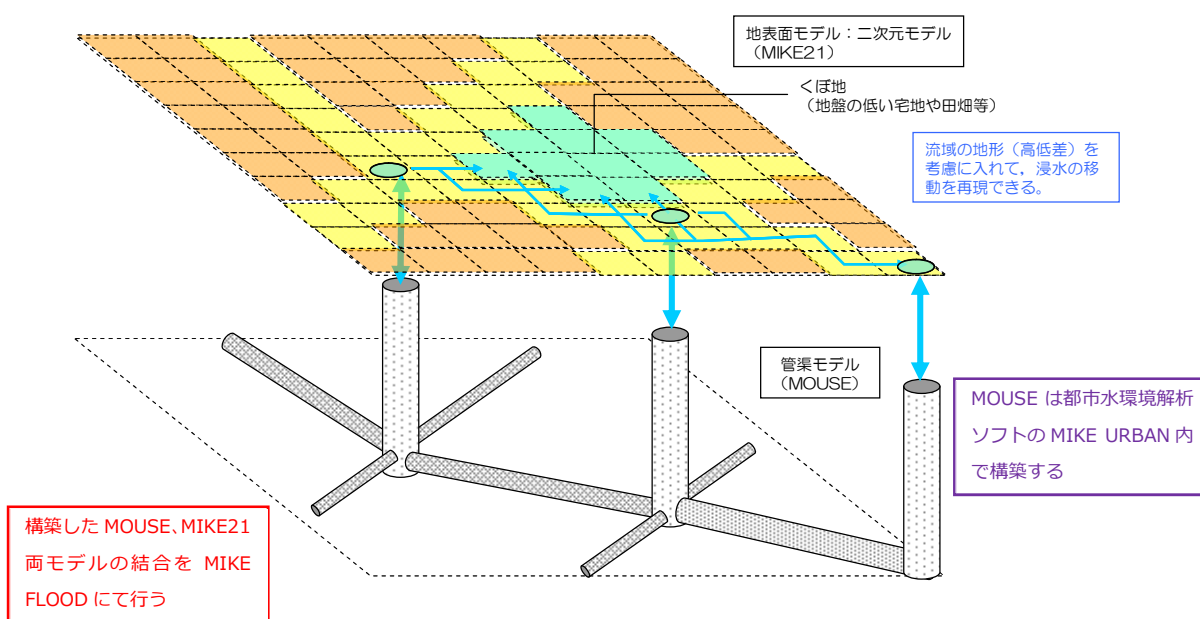


図 R 3.2.3 管路・氾濫解析モデルのイメージ

(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。当手法は到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）

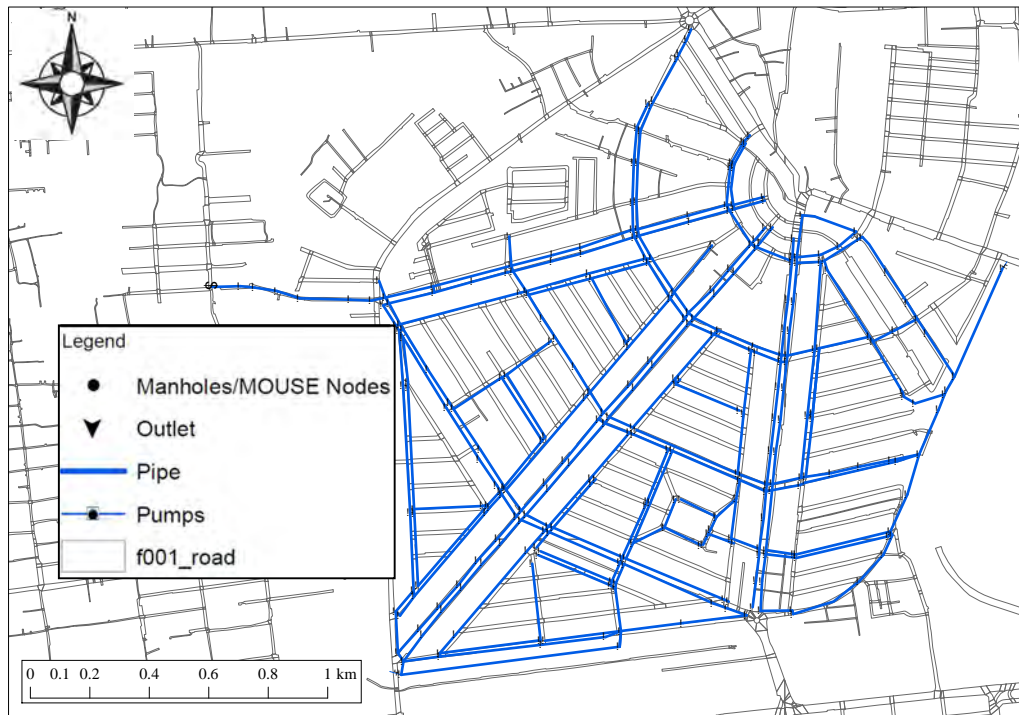


図 R 3.2.5 モデル化した管路網（トルコーク地域）

(4) 排水構造物

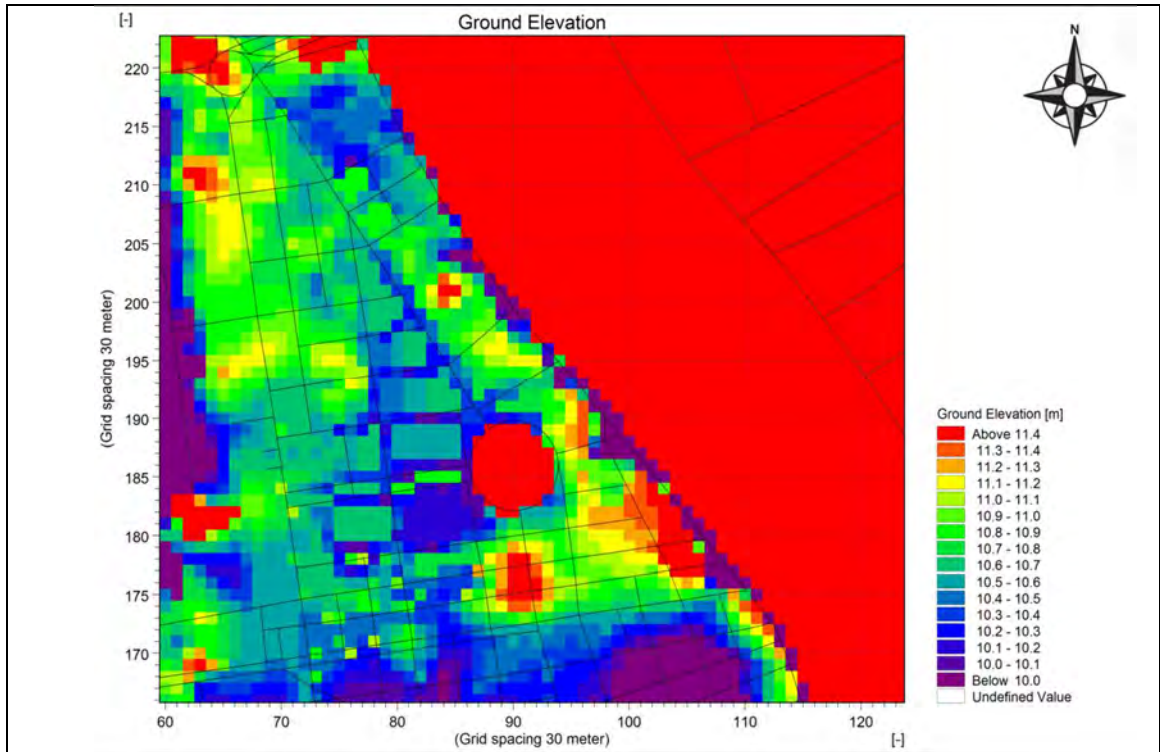
本調査では、両エリアにおいて整備済並びに現在建設中の排水機場及び付帯施設である貯留槽を次表のとおりモデル化した。

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	<ul style="list-style-type: none"> ■ Phsar Chars 排水機場 1.4 m³/s (既存) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ トルコーク 1 排水機場：2.32 m³/s (既設)、5.0 m³/s (建設中) ■ トルコーク 2 排水機場：1.85 m³/s (既設)、5.0 m³/s (建設中)

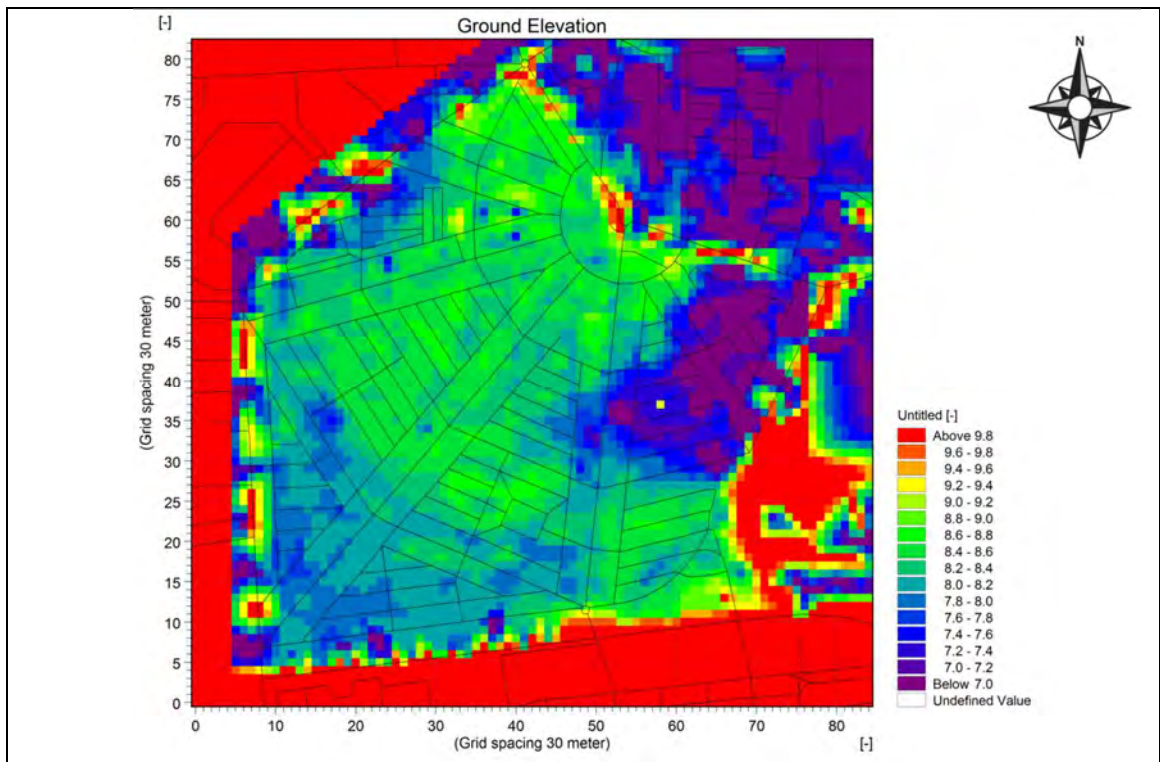
(5) 地盤高モデル (Digital Elevation Model : DEM)

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）。

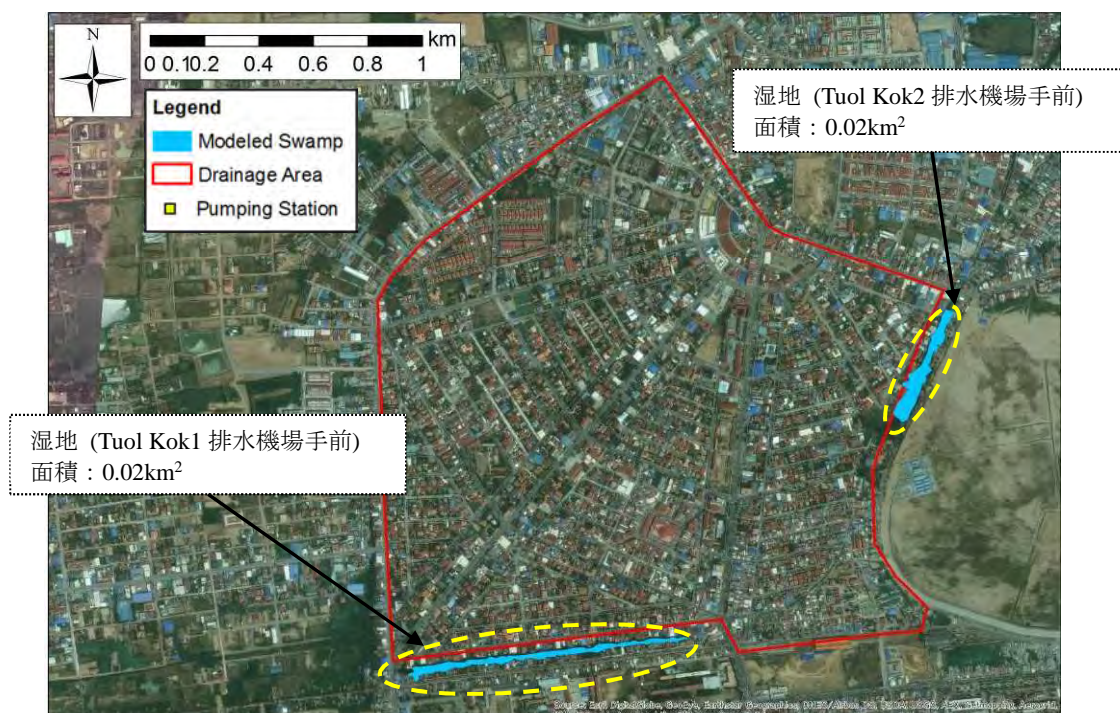


図 R 3.2.8 トルコーク地域における湿地の分布状況

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。

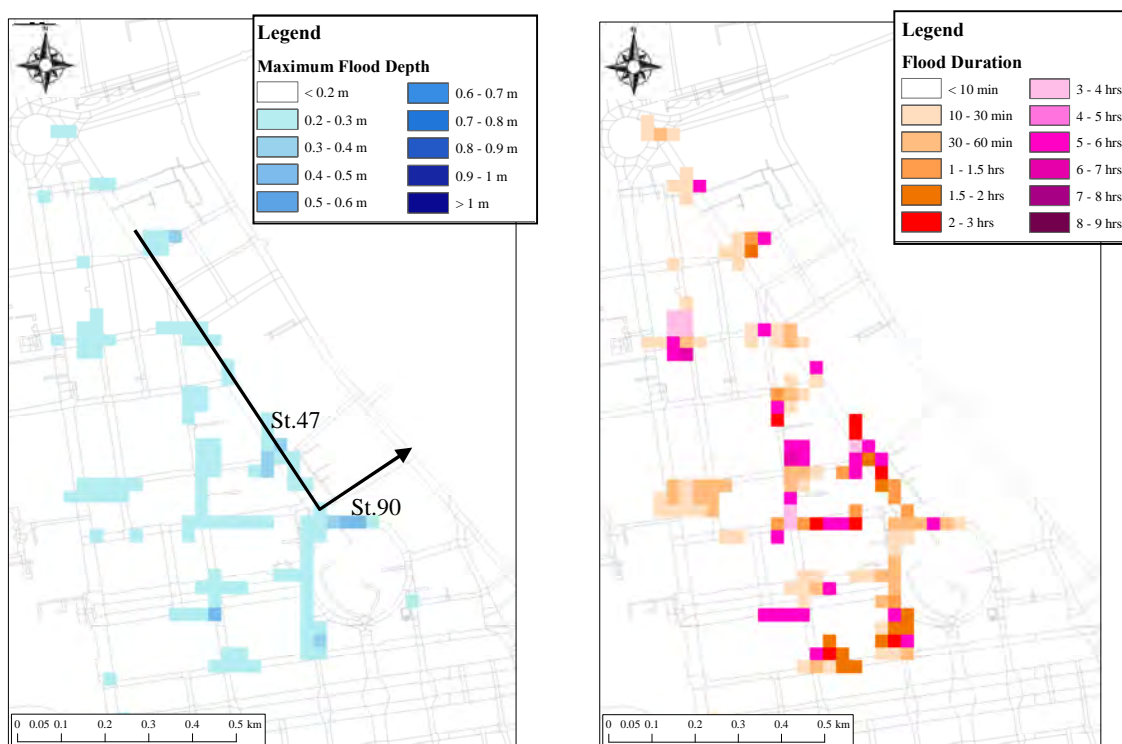
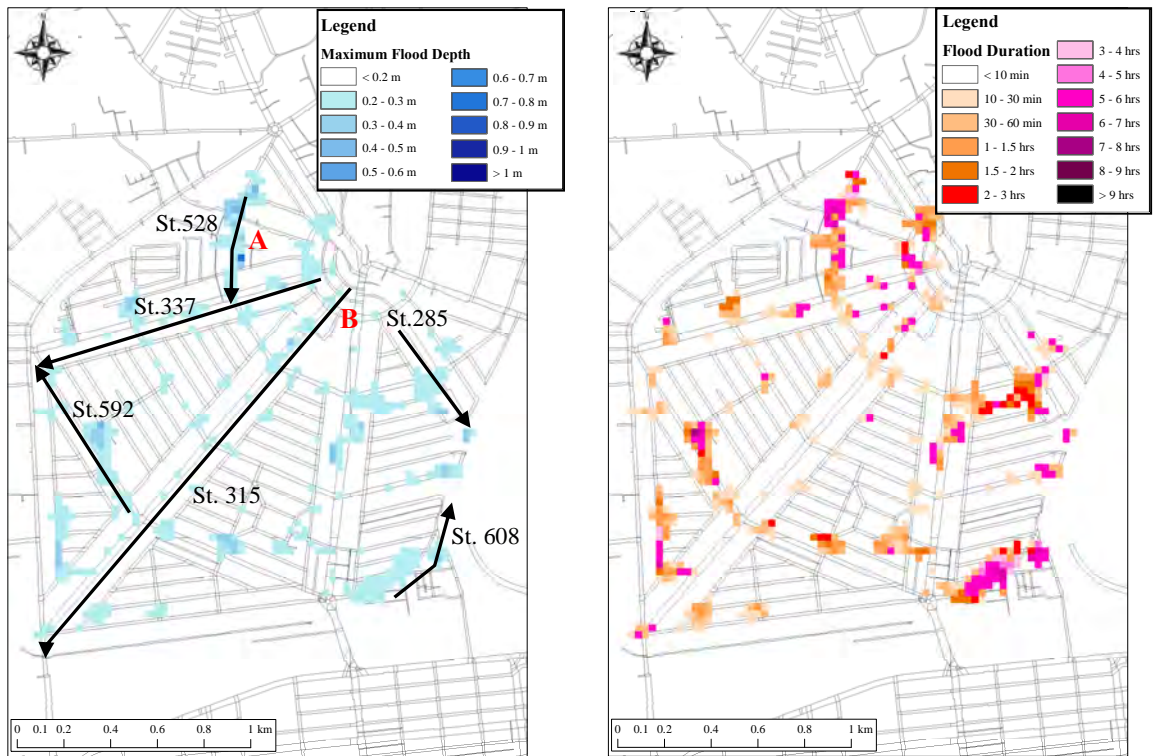


図 R 3.2.11 ワットプノン北側エリアにおける2年確率降雨を与えた場合の計算結果
(左：最大浸水深、右：浸水継続時間)



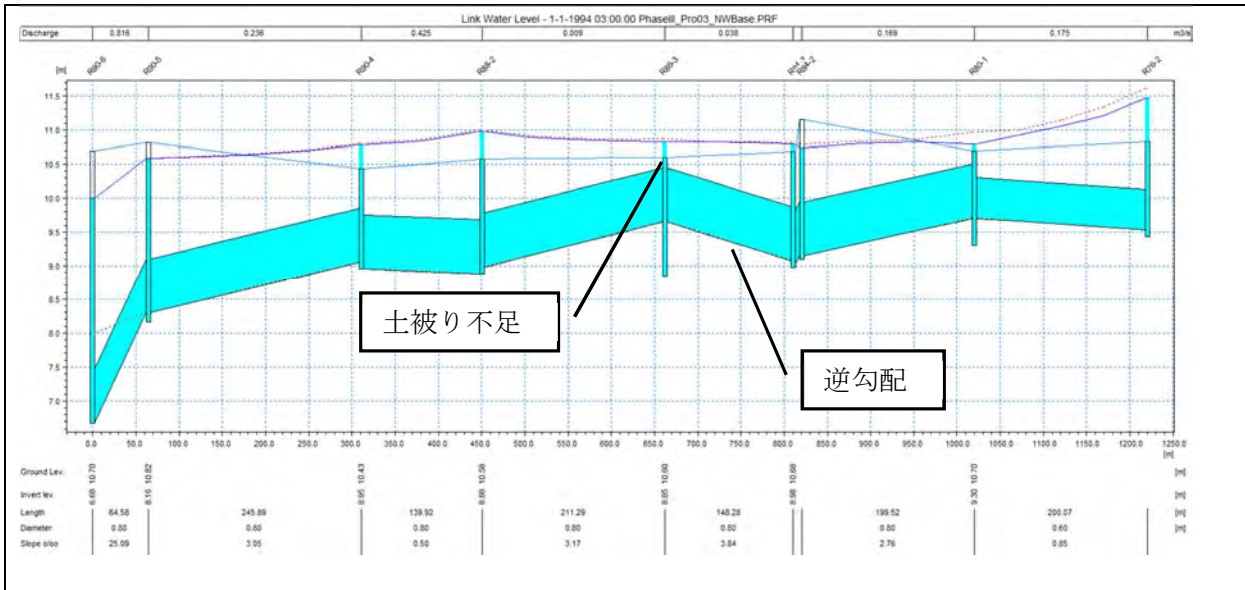
*アルファベットは図 R 3.2.14 の写真の地点に対応

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ップ川に排水されるか、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)。

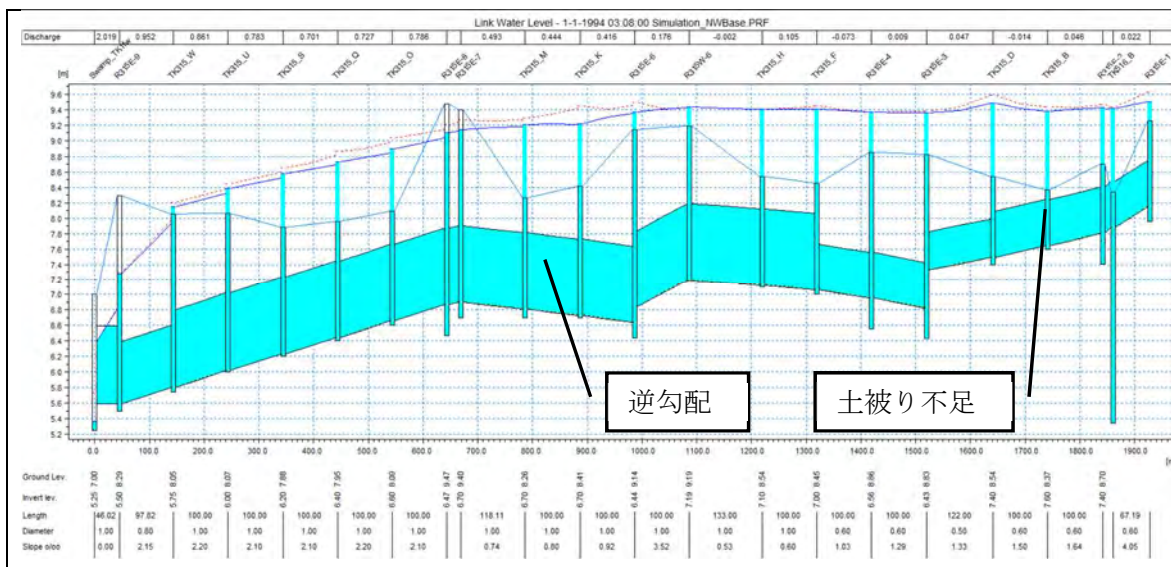


*位置は図 R 3.2.12 参照

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)

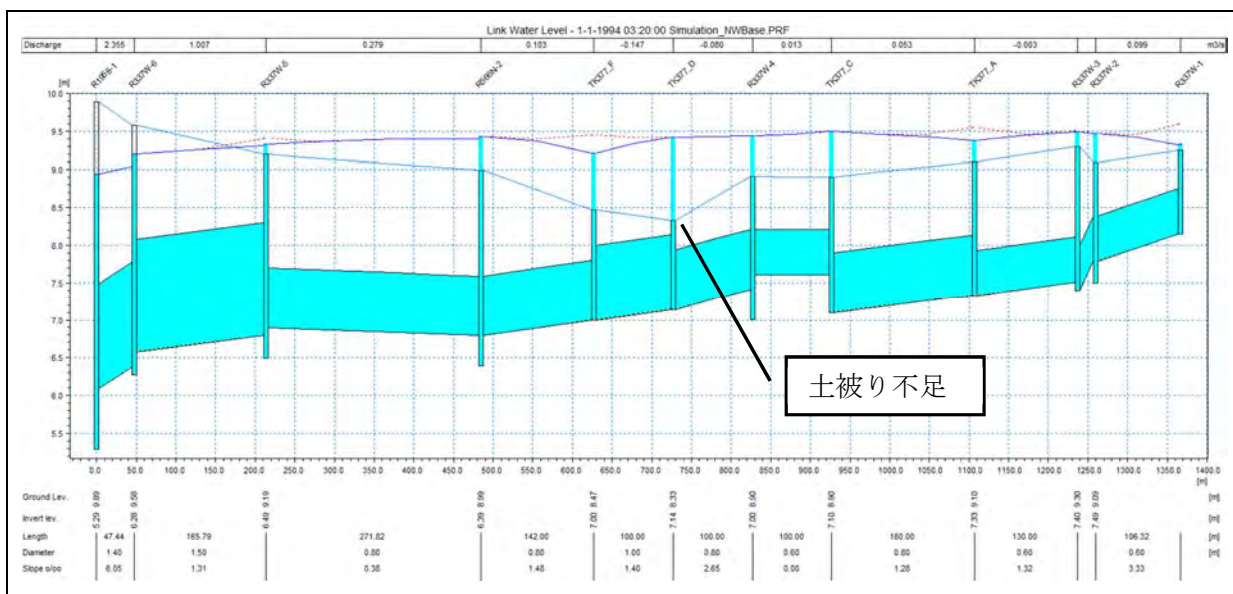
- 低湿地という地形的な要因から、地形勾配による重力排水は困難であり、更には対象地区を囲んでいる堤防道路によって氾濫水が自然配水されず排水不良を助長している。放流先の湿地には堤外に排水するためのポンプ場が設置されているが、管路の排水能力が小さいため、雨水がポンプ場に到達する前に道路に冠水する。また 608 番通りや 285 番通りといった湿地周辺の低地では、発生した浸水が 4~6 時間と長時間継続する。

- 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 $n=0.011\sim0.016$ 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。

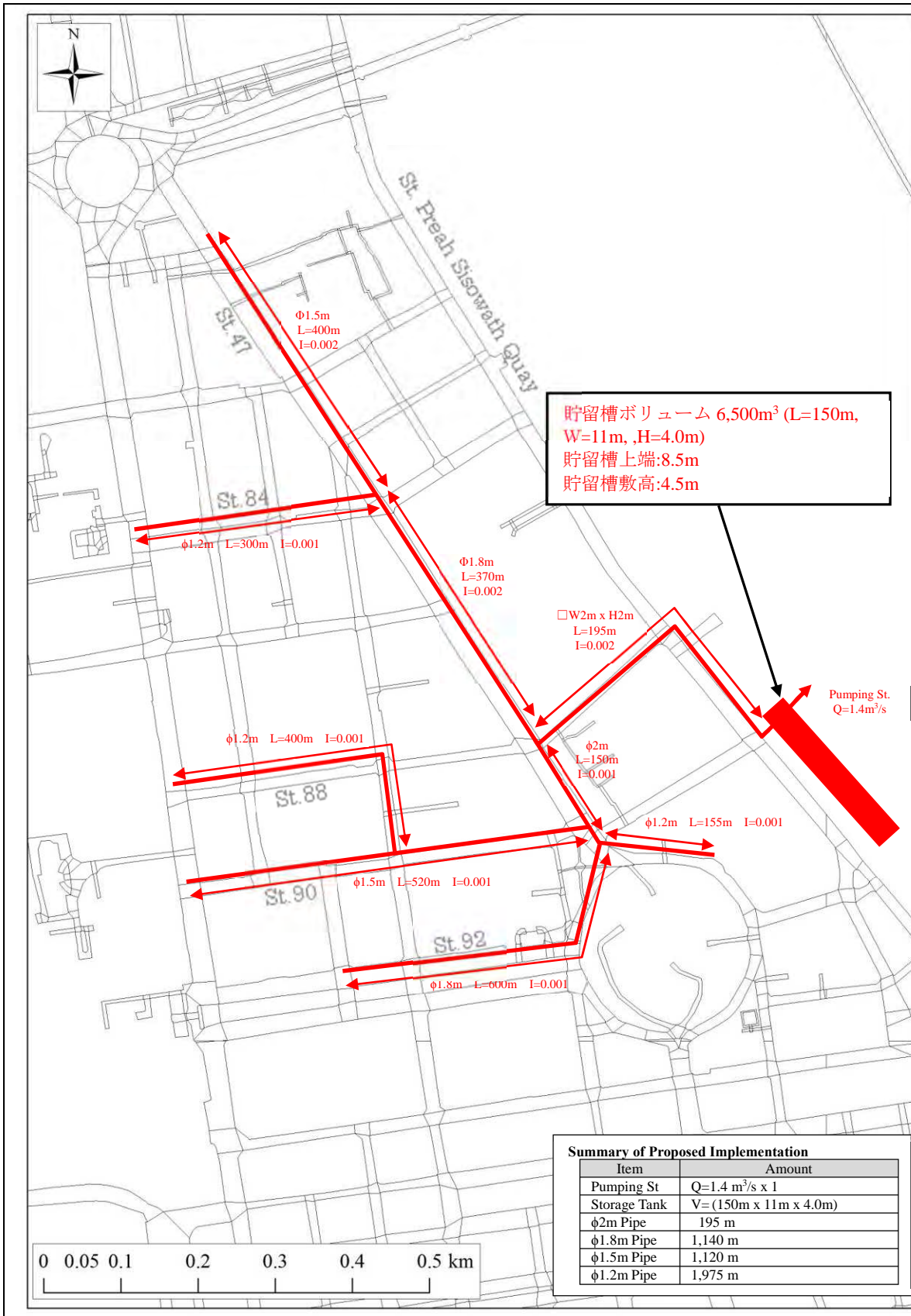


図 R 3.2.17 排水解析用概略設計画案 (ワットプノン北側エリア)

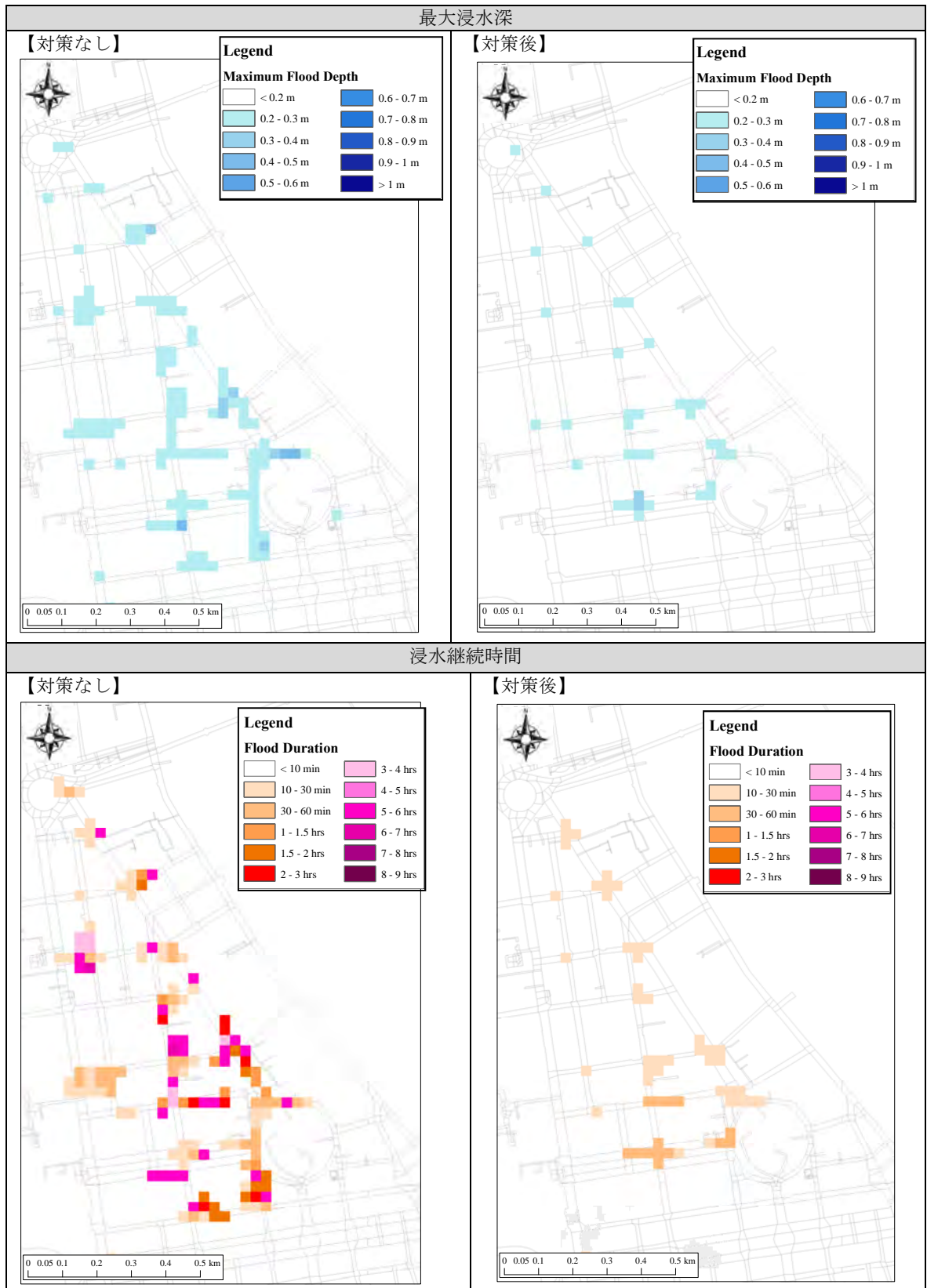


図 R 3.2.18 浸水対策施設設置後の浸水軽減効果（ワットポン北側エリア）

(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 $\phi 1.5\text{m}$ 及び $W2.7\text{m} \times H1.5\text{m}$ 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 $\phi 2\text{m}$ 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、 $W2\text{m} \times H2\text{m}$ のボックスカルバートによって放流した後、既設($2.32\text{m}^3/\text{s}$)及び建設中($5\text{m}^3/\text{s}$)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($1.4\text{m}^3/\text{s}$)及び建設中($5\text{m}^3/\text{s}$)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 $\phi 1.0\text{m}$ 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($1.2\text{m}^3/\text{s}$)及び建設中($5\text{m}^3/\text{s}$)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。

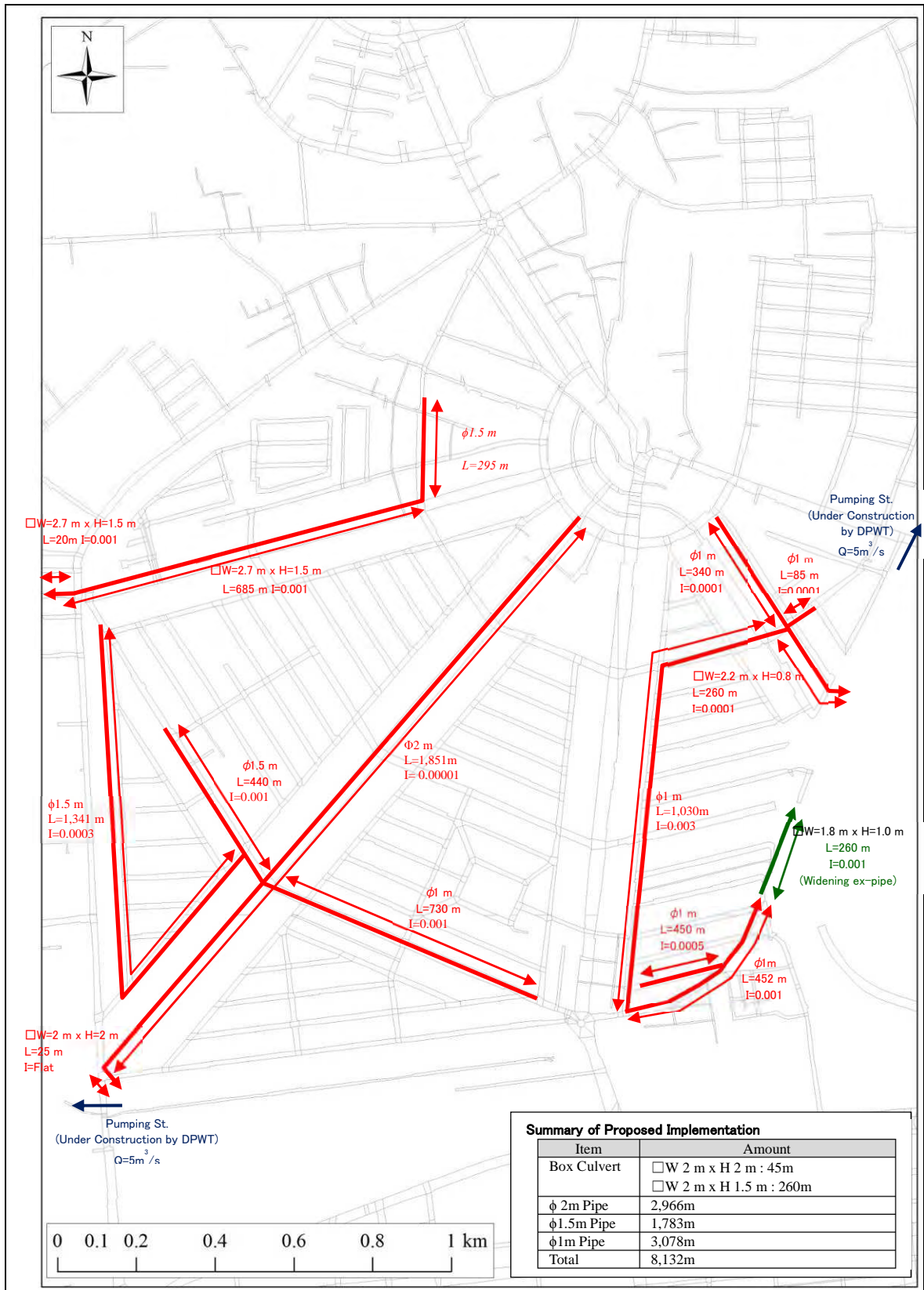


図 R 3.2.19 排水解析用概略施設計画案（トルコーク地域）

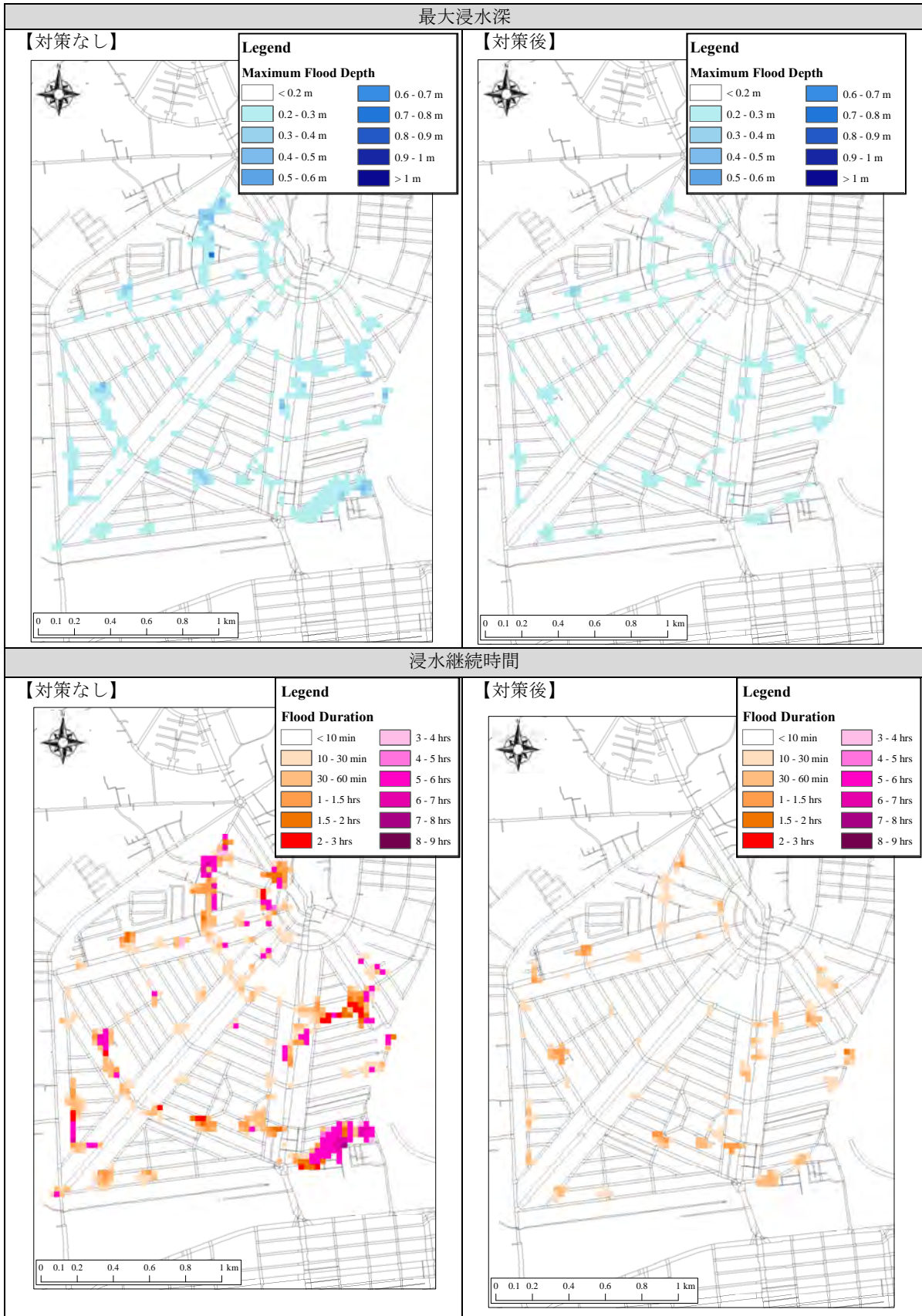


図 R 3.2.20 浸水対策施設設置後の浸水軽減効果（トルコーク地域）

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		

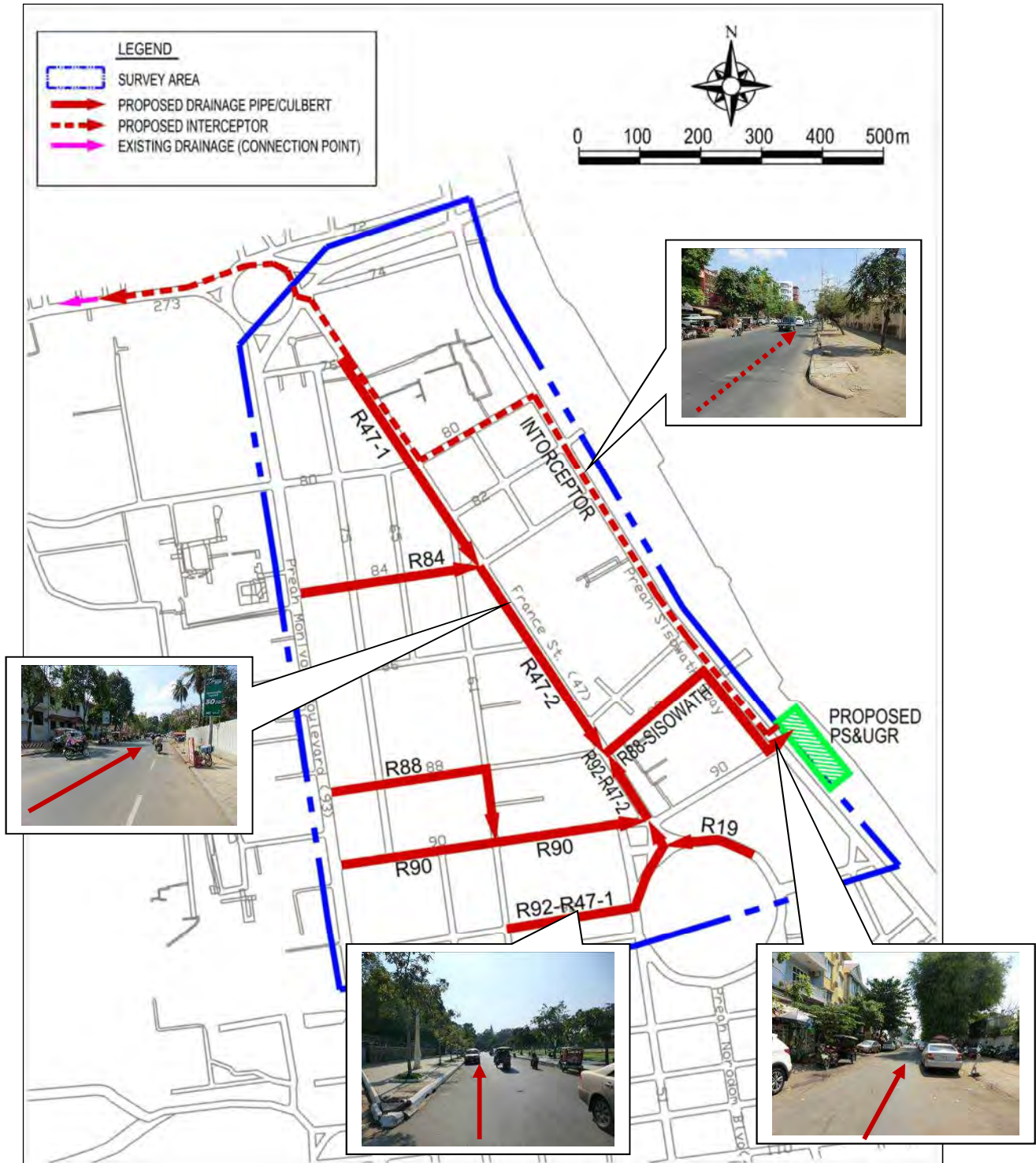


図 R 3.2.21 新設排水幹線管渠位置図（ワットプノン北側エリア）

(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 10m 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。

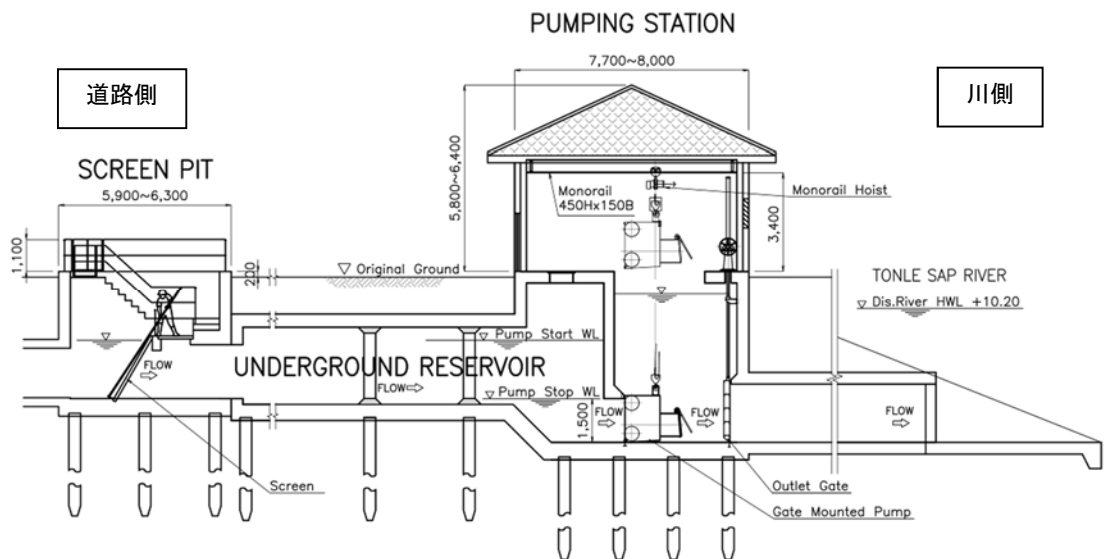


図 R 3.2.23 ポンプ場及び貯留槽配置の基本的考え方

(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。

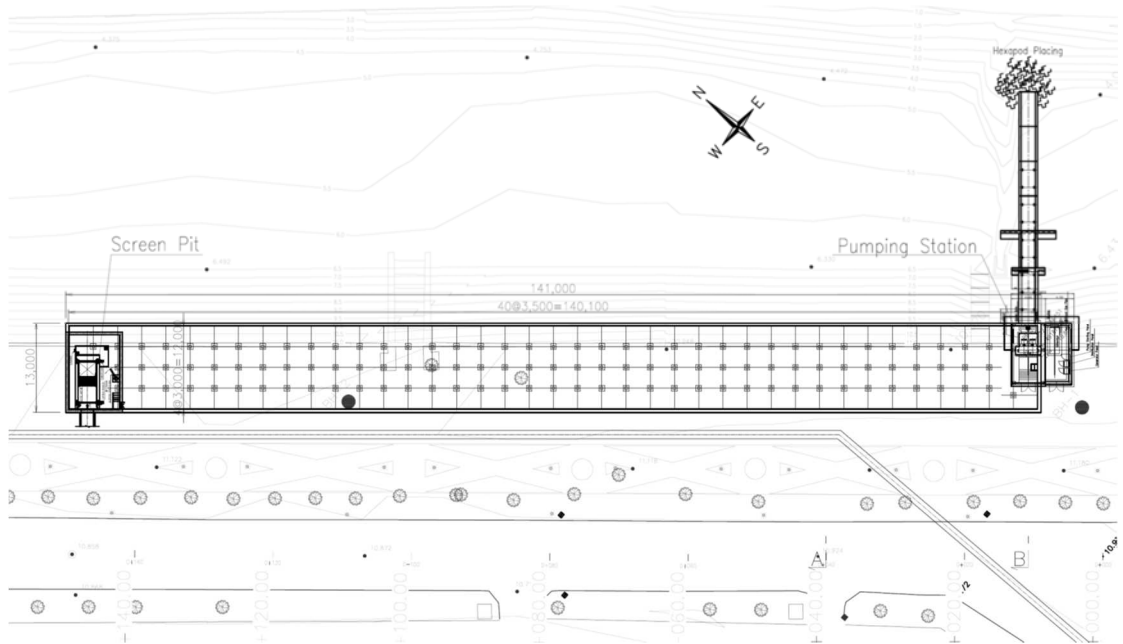


図 R 3.2.24 6号ポンプ場及び6号地下貯留槽の施設配置

(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こり難い。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り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。

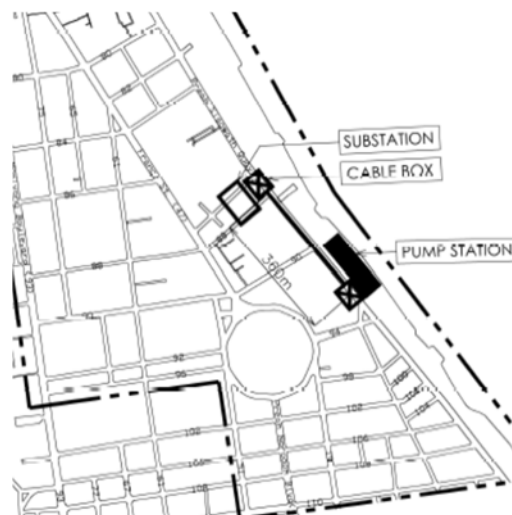


図 R 3.2.25 6号ポンプ場への電源供給ルート

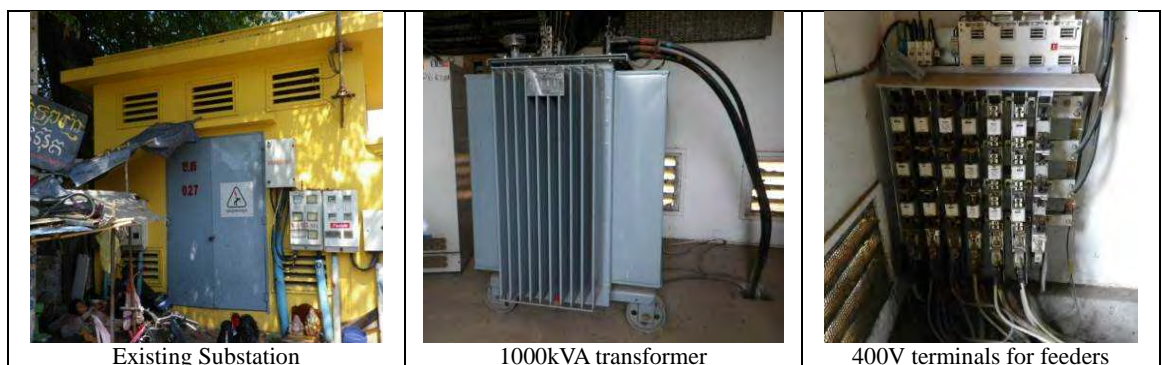


写真 R 3.2.1 6号ポンプ場に最寄りの既設変電所

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 7m(BA)	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、プ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。

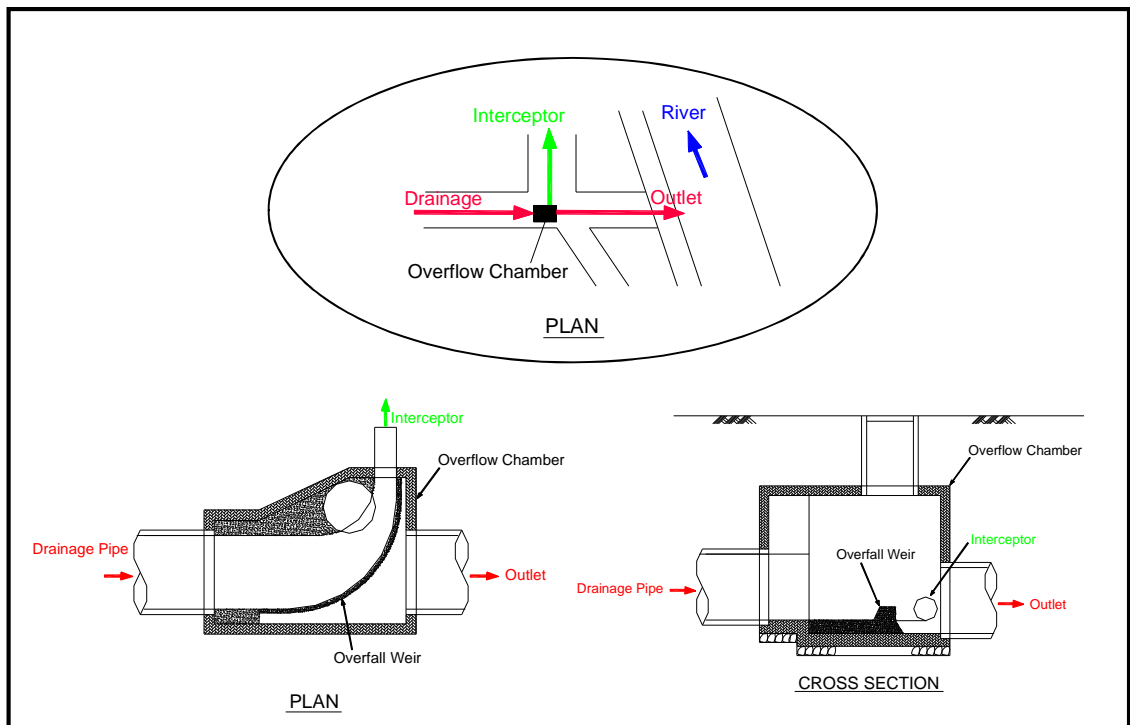


図 R 3.2.26 遮集管の概念図



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。

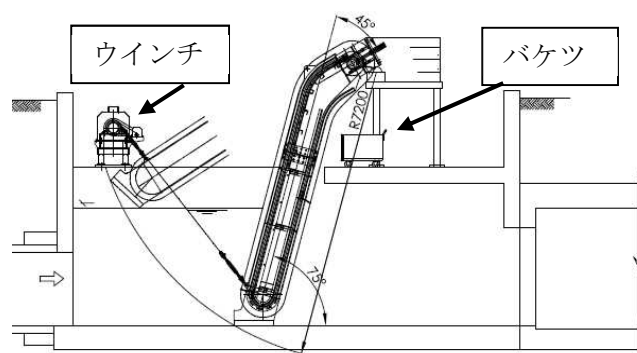


図 R 3.2.28 背面降下式ロータリーレーキ除塵機

(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材料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、機械式除塵機的设计条件を表 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 機械式除塵機的设计条件

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

上記的设计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。

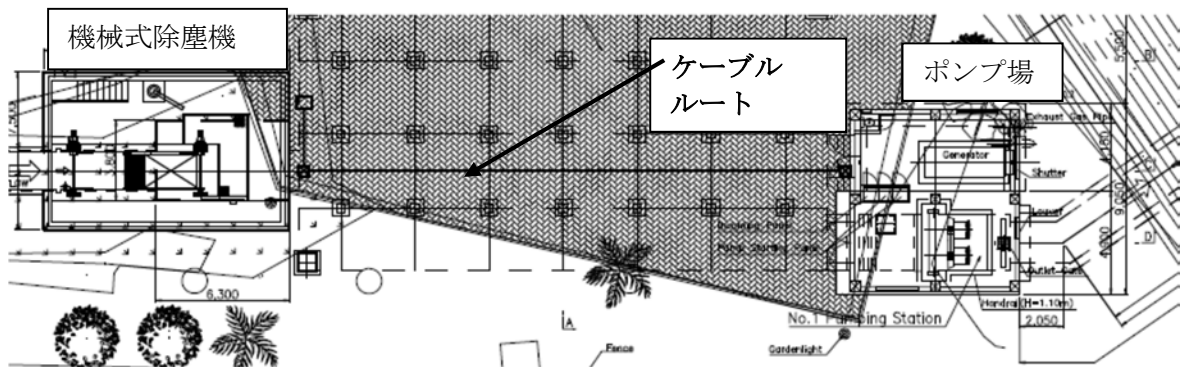


図 R 3.2.29 P1 ポンプ場から除塵機室までのケーブルルート

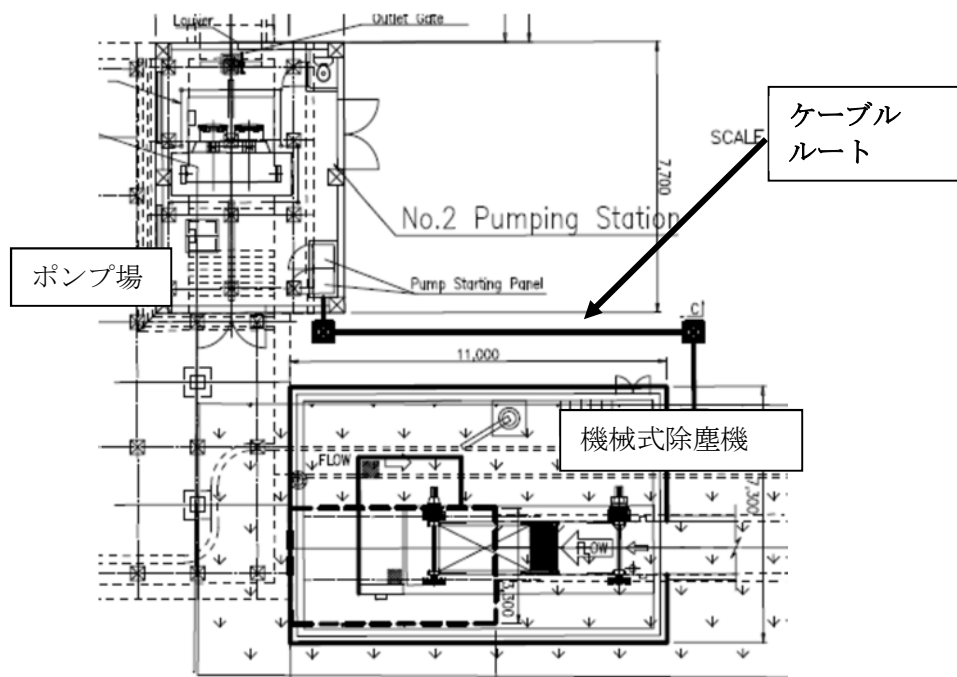


図 R 3.2.30 P2 ポンプ場から除塵機室までのケーブルルート図

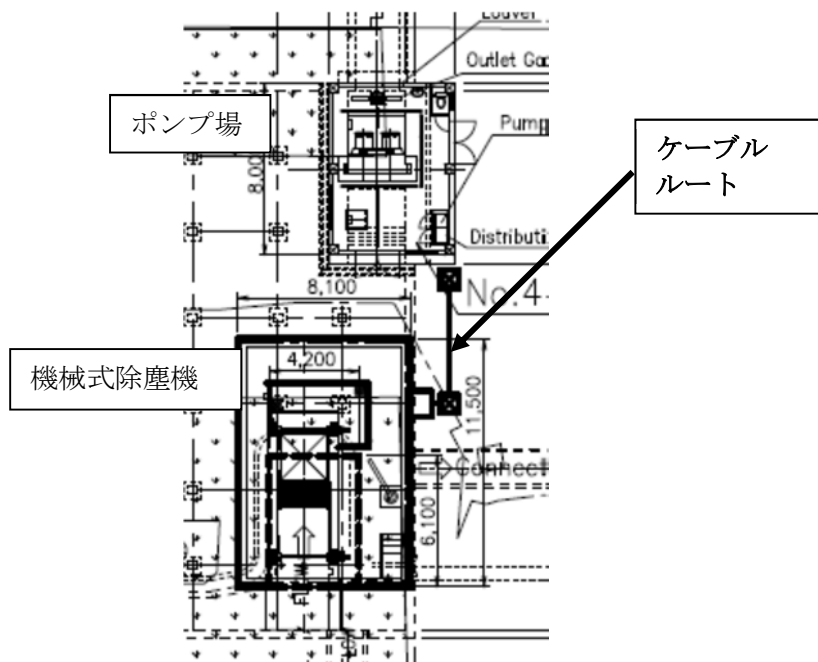


図 R 3.2.31 P4 ポンプ場から機械式除塵機室までのケーブルルート図

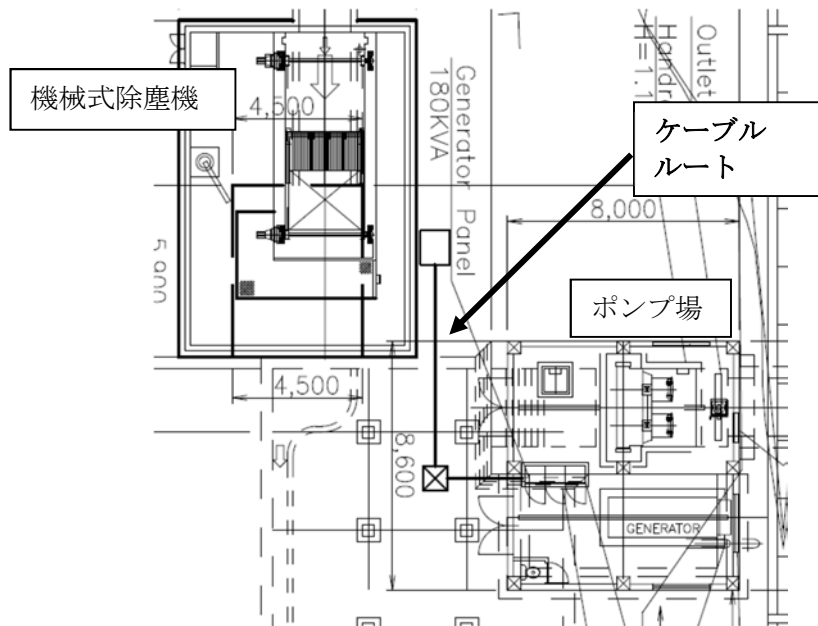


図 R 3.2.32 P5 ポンプ場から機械式除塵機室までのケーブルルート図

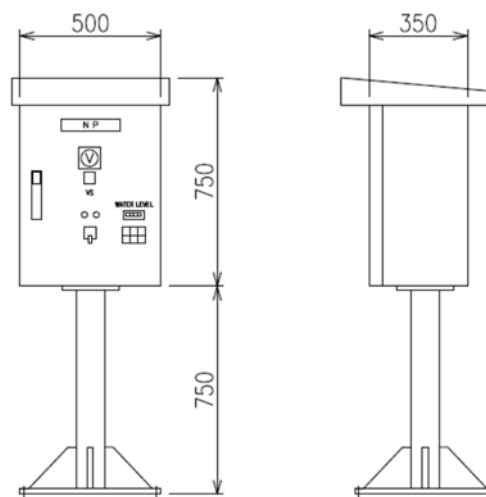


図 R 3.2.33 機械式除塵機盤姿図(P1, P2, P4, P5 用)

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、サクショ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。

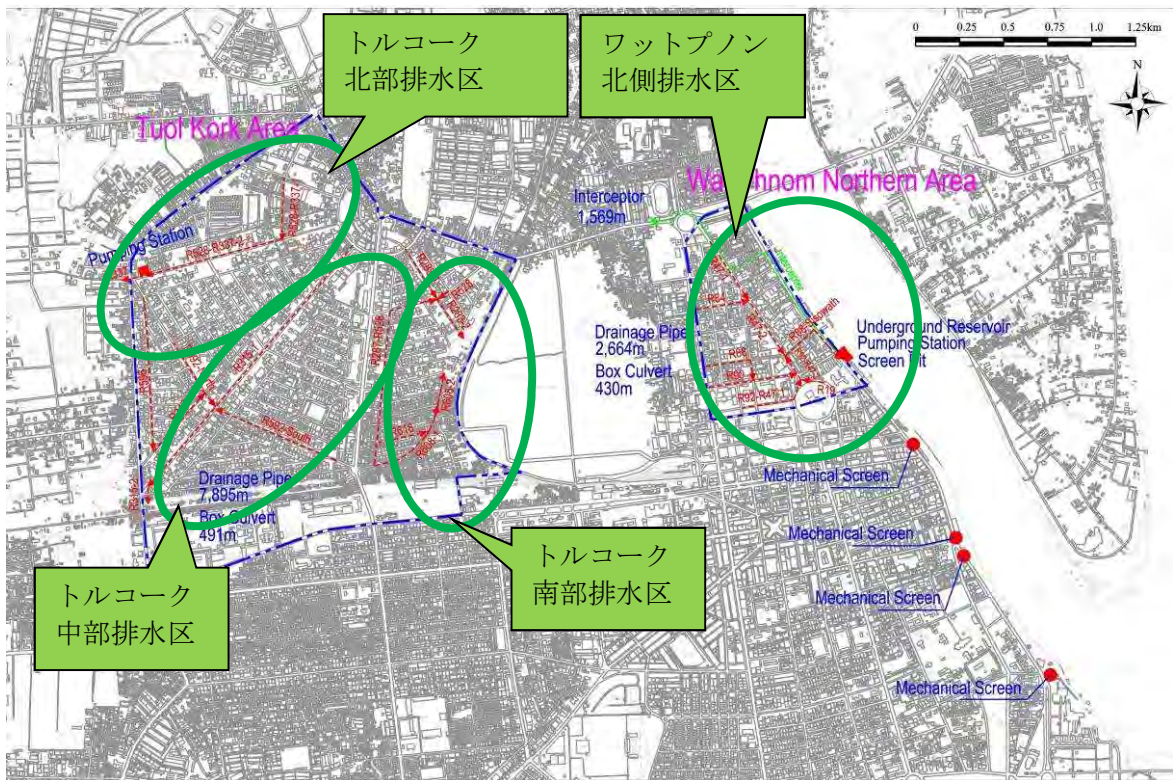


図 R 3.2.34 排水区分位置図

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ティの協力を得

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。

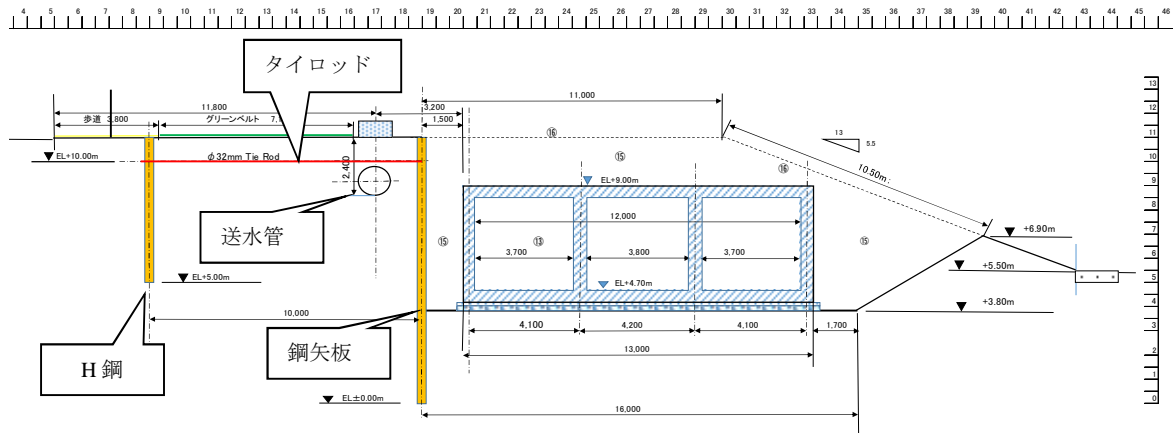


図 R 3.2.35 6号地下貯留槽の施工断面標準図

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、騒音を比較的低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低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) 機材調達の品質管理計画

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。

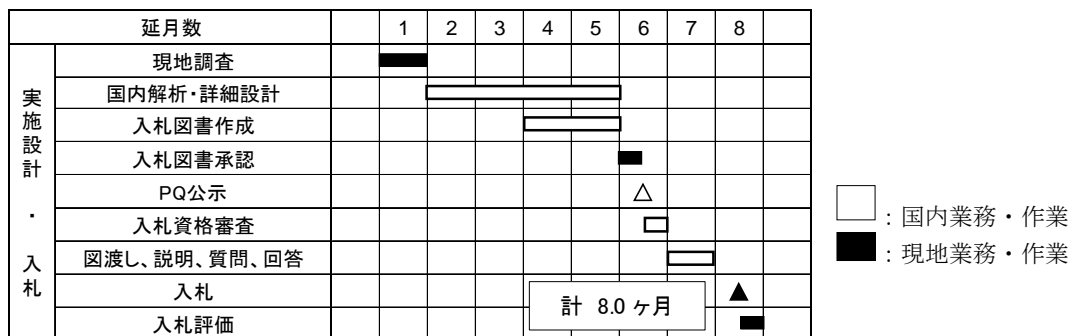
ゴミの多くは市場周辺で発生していること、そもそもゴミ箱がないこと、ゴミ箱にゴミを捨てるという意識が都民にないことから、排水施設の集水域に位置する市場を対象とし、プノンペン都によるゴミ箱の設置と市場周辺の都民に対する啓発活動を行う計画とする。

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]

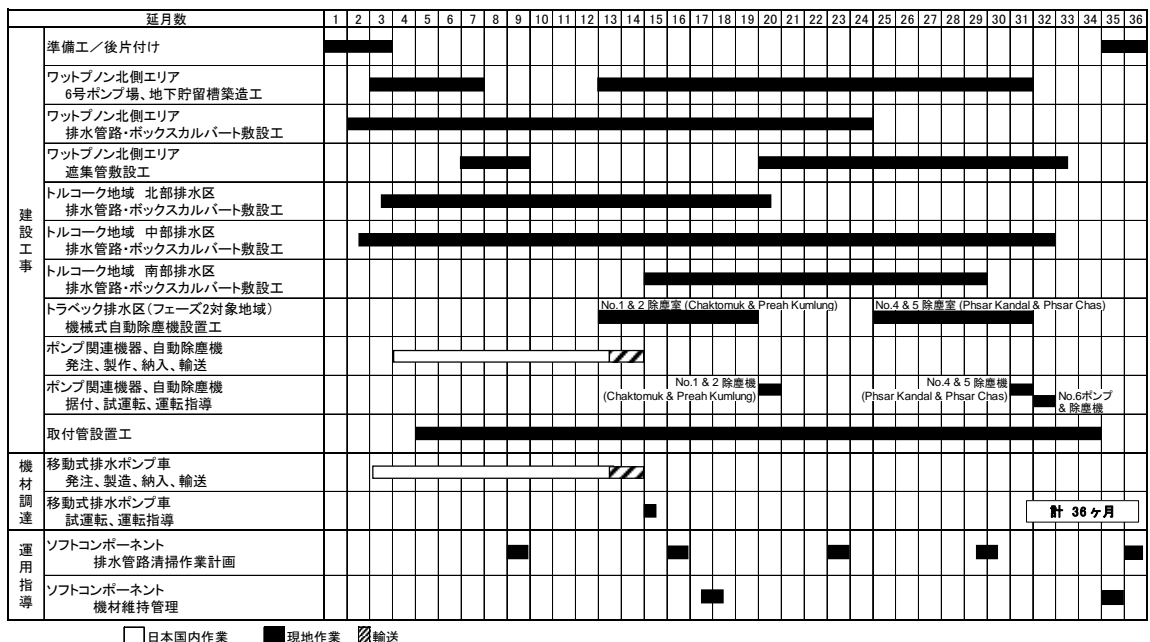


図 R 3.2.36 実施工程表

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

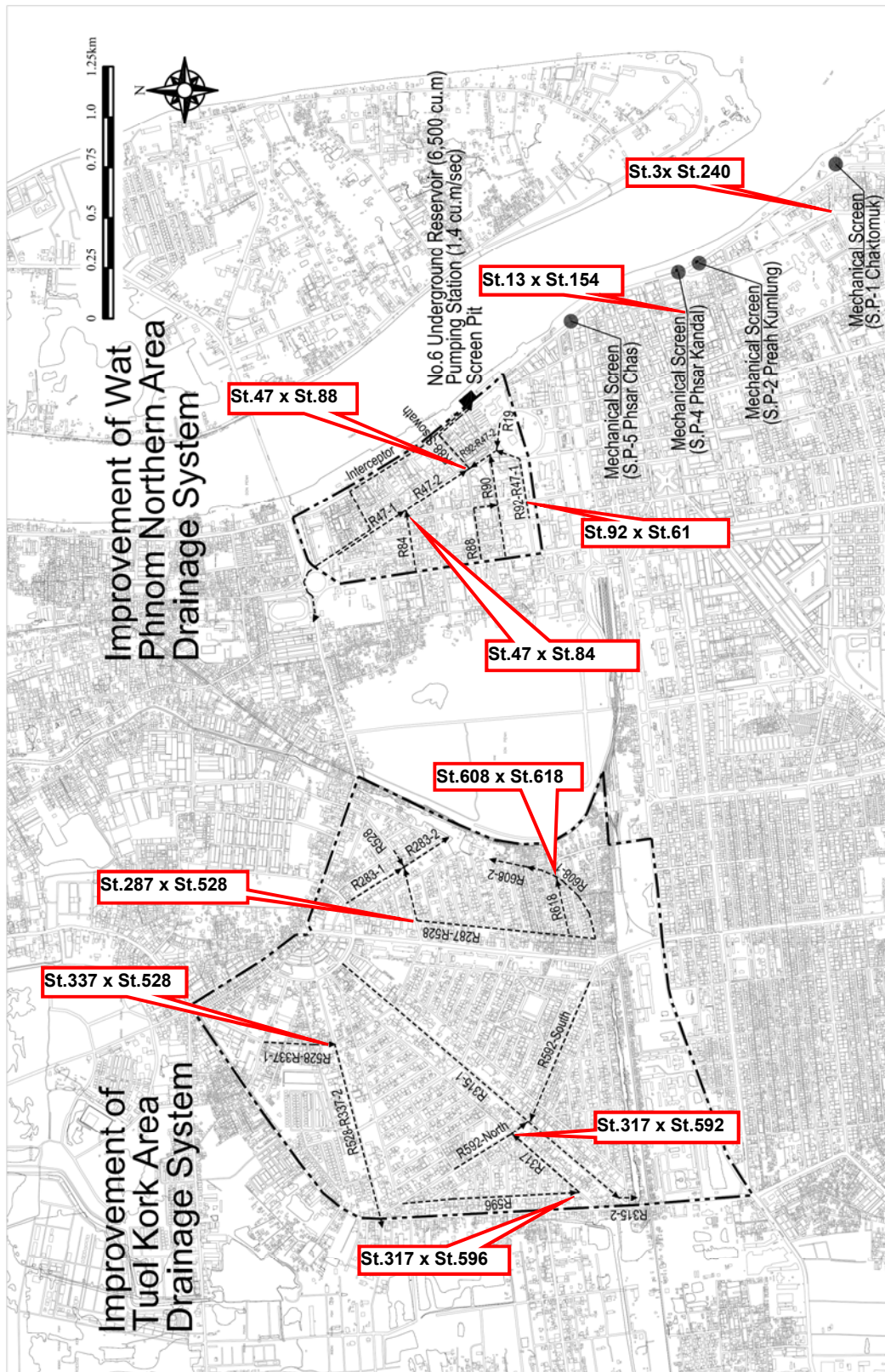
本無償資金協力事業の実施に特有の相手国負担事項は以下のとおりである。

- (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。

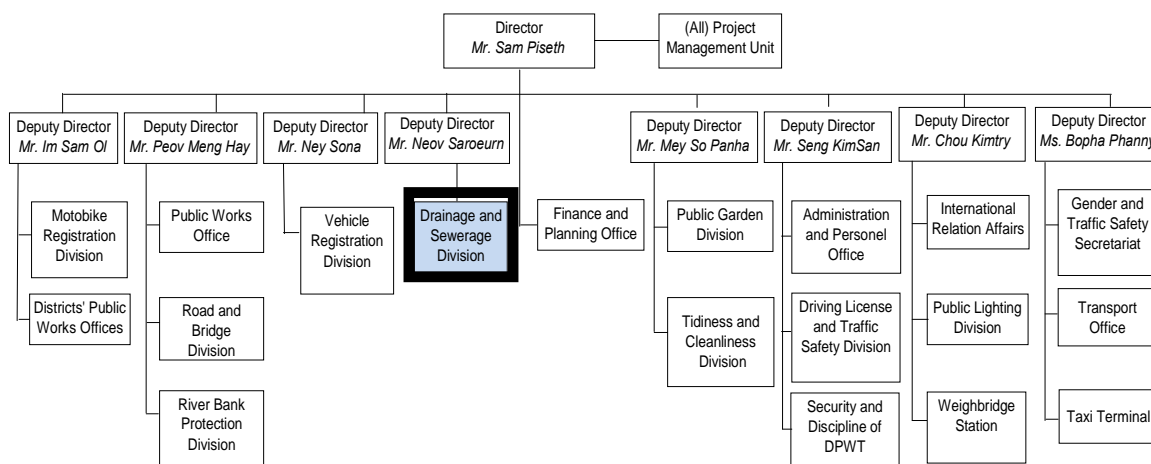


図 R 3.4.1 公共事業運輸局（DPWT）組織図

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、多くの箇所が汚泥・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。

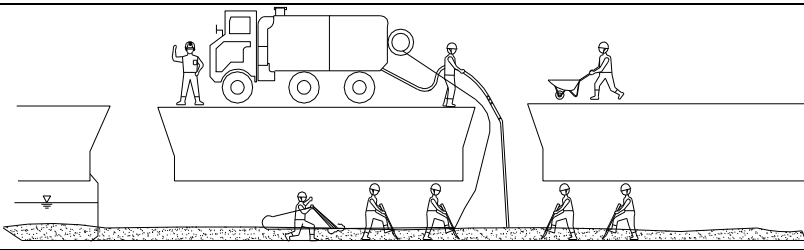
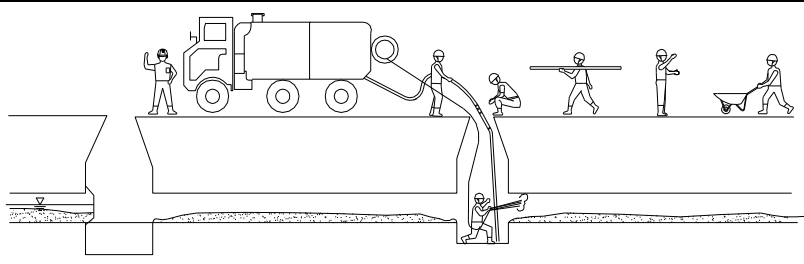

(a) 排水管渠の清掃・浚渫が必要となる目安

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

(1) 日本側負担経費

施工・調達業者契約認証まで非公表

(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。

[作業数量] 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

プ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、その他の費用はプ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ヵ所)	
電気料金	プノンペン都	1,112,000ドル	4,447百万リエル
燃料費・潤滑油費	プノンペン都	105,000ドル	419百万リエル
ポンプ機器 維持・修理費	プノンペン都	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転管理費実績）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、貯留槽の床面積約1,700m²に対して、過去

の実例に基づく作業単価 2.5 ドル/m²を適用し、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つ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

ワットブ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
プノンペン都排水関係運営維持管理費(2014年実績)	2,463,000 ドル	9,850 百万リエル	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 ドル	290 百万リエル	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。

第4章 プロジェクトの評価

4.1 事業実施のための前提条件

(1) 用地取得

本事業で実施される建設工事は、公道下への排水管の敷設、プノンペン都管理下の公園敷地内における地下貯留槽、ポンプ場、機械式自動除塵機の建設である。工事実施期間中は、安全な作業実施のために施工範囲を占有するため、交通整理等の対応は必要だが、工事完了後には地上部を現状復旧して占有を解除する。したがって、本事業実施のための恒久的な住民移転は発生しない。

必要な用地取得としては、トルコク地域における R315 排水幹線（ボックスカルバート）がトルコク 1 ポンプ場に接続する箇所での 1 軒の空き店舗の建物の撤去と民地の取得、及び 1 軒の家屋の工事期間中の一時移転が必要になる。1 軒の空き店舗の撤去と土地収用は、本事業の本体工事の入札までに完了していることが事業実施の前提条件となる。もう 1 軒の一時移転は、工事開始までに完了していることが事業実施の前提条件となる。

その他、現場事務所、資材置場、仮置場、土捨場など建設作業に必要となる用地は、工事着工前に DPWT によって手配が完了されていることが前提条件となる。

(2) 建設許可

プノンペン都内の道路及び公園の管理は、本事業の実施機関である DPWT の管轄である。このため、公道部での排水管敷設、及び公園での地下貯留槽、ポンプ場、自動除塵機の建設工事に関する許可は DPWT より円滑に発行されるので、困難さは特に発生しない。これらの点は、過去の我が国による無償資金協力事業においても確認されている。

(3) 初期環境影響評価承認取得

本事業（JICA 環境社会配慮ガイドラインの環境カテゴリーでは「B」に分類）実施のため、カンボジア国の環境影響アセスメントの関連法規に従い、以下の手続きが必要となる。

- 事業の面積が 5,000ha 未満の公共工事であることから、IEIA 調査を行う。
- カンボジア国の環境省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 IEIA 調査を委託する。
- 200 万ドルを超える事業規模であることから、環境省による IEIA の承認を受ける。

上記のとおり、本事業の実施のためには、本事業に対する IEIA に対してカンボジア国の環境省から承認を得ることが前提条件となる。

第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画準備調査では、現地再委託により IEIA 調査を実施しており、調査団は IEIA 調査報告書を 2016 年 12 月中旬にプノンペン都に提出し、プノンペン都は 2017 年 1 月にカンボジア国の環境省に IEIA 調査報告書を提出した。環境

省による IEIA 審査には通常 2 ヶ月を必要とすることから、同 IEIA は 2017 年 2 月末から 3 月末頃の間承認を受ける見込みである。

(4) 円滑な事業実施のための前提条件

本事業の建設工事の大部分は、プノンペン都内の公道で実施され、施工対象地域周辺には住宅、商店、レストランなどが多く存在する。したがって施工実施期間中は、これら周辺住民や商店経営者に対して騒音・振動・粉塵の発生など負の影響を与えることが懸念される。このような負の影響が発生する工事に対して、付近住民や商店経営者から了承を取り付けるため、DPWT は工事開始前に住民説明会を開催して、施工業者及び施工監理を担当するコンサルタントと協力して、本事業の目的や予想される排水改善効果、工事内容や期間などについて事前に説明し、工事実施に対する了承が確保されるよう、尽力することが求められる。

4.2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの効果を発現・持続させるために相手国側が取り組むべき事項を以下に挙げる。

(1) 適切な予算の確保

プノンペン都の DPWT 傘下の DSD は、毎年プノンペン都に対して管路清掃の計画に基づき予算請求をしているが、計画どおりの管路清掃作業遂行には、計画の内容に見合った予算の割当てと執行が不可欠である。年間の管路清掃の計画作業量は毎年ほぼ一定であることから、計画作業量と整合性を確保できる予算額を毎年一定して割当てることが望ましい。予算の執行についても、DSD の上位組織である DPWT による定期的な確認と、プノンペン都への働きかけが必要である。

(2) DSD 職員の育成及び能力開発

DSD の、管路清掃作業を現場で指揮する職員、及び管路台帳に情報を入力する職員は、排水施設の維持管理活動を効率的かつ円滑に実施するためのキーパーソンである。これらの DSD 職員を積極的に育成し、その技術力を維持することが重要である。職員の異動等が生じた場合でも、確実に管路清掃作業に関する技能を継承し、必要なマンパワーを確保できるよう、若年層の職員を定期的に増員し、職員の教育を積極的に行う必要がある。

(3) 継続的な運営維持管理活動の実施及び報告・監理体制の構築

我が国による無償資金協力援助事業の実施期間終了後も、DSD が持続的に計画立案、活動記録の作成、管渠系統図の更新を実施するよう、DSD から DPWT への定期的かつ自律的な作業実施報告体制、DPWT による監理体制を構築することが望まれる。

(4) 浸水被害モニタリングの実施

今後も排水改善を継続して推し進めるためには、浸水被害発生状況の定点モニタリングを実施してデータを収集し、降雨量・排水管路の清掃状況・排水改善のための事業の効果

等と浸水状況の関連性を確認することで、排水改善事業のマネジメントに活用することが必要と考えられる。本事業では、プノンペン都に対して相手国負担事項の一つとして、**図 R 4.2.1** に示す箇所での浸水被害定点モニタリングを提案している。

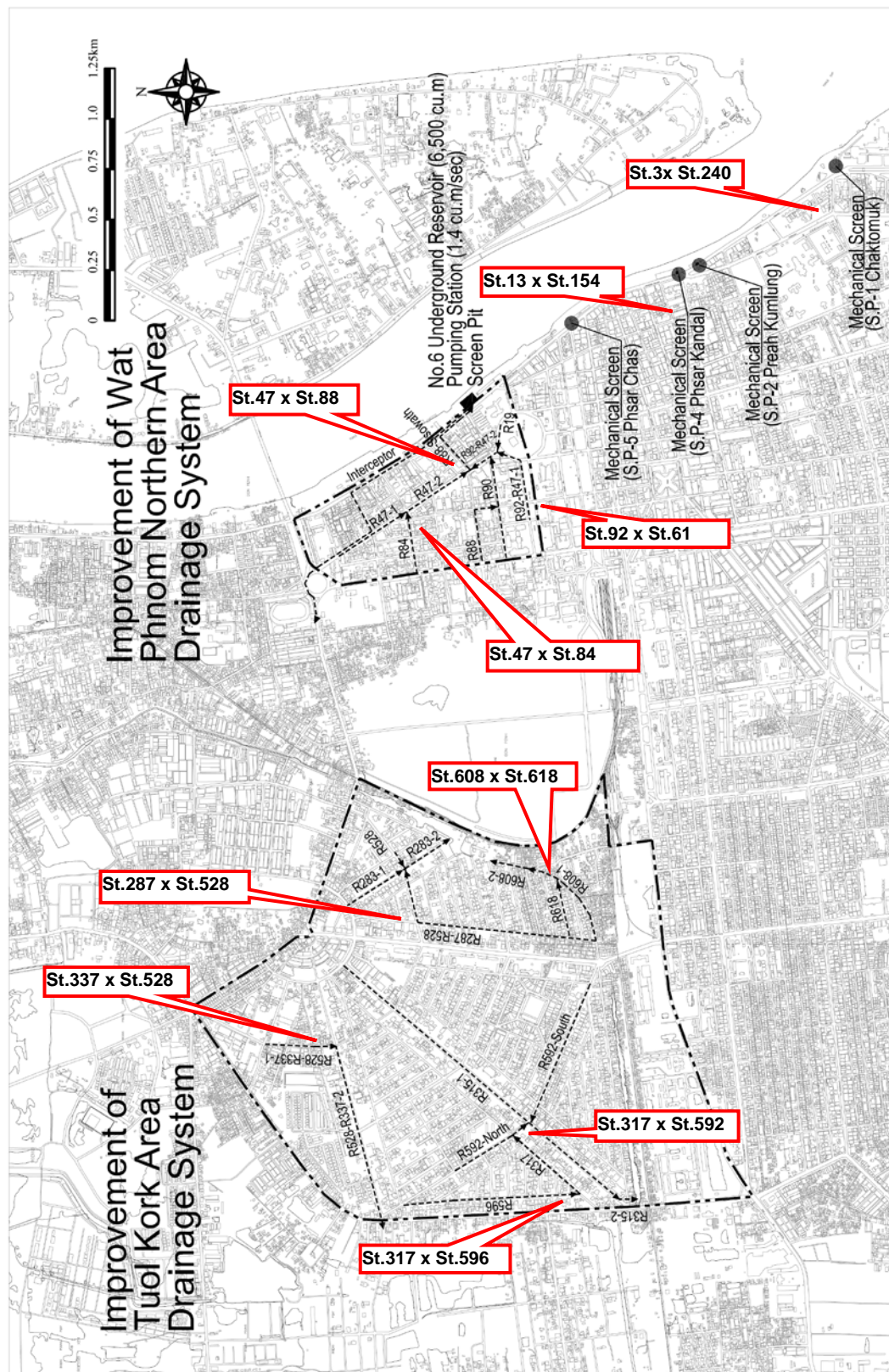


図 R 4.2.1 相手国負担事項として提案した浸水被害モニタリング調査地点

4.3 外部条件

プロジェクトの効果を発現かつその効果が持続することで本プロジェクトの目標が達成されるための外部条件は、下記のとおりである。

- カンボジア国及びプノンペン都の関連政策が大きく変更されない。
- プノンペン都による急激な運営・維持管理予算の縮小が発生しない。
- 治安状況の悪化が発生しない。

4.4 プロジェクトの評価

4.4.1 妥当性

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の注意喚起されるほど深刻である。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。この浸水被害の問題は、プノンペン都民の生活に支障をきたすのみならず、カンボジア国の首都機能も麻痺させる事態に至ることが予想され、緊急に改善を進める必要がある。

本事業を実施することの妥当性について、裨益対象、人間の安全保障、施設の運営・維持管理、長期開発計画との整合性、環境への影響等の面から検証し、以下に述べる。

(1) 裨益対象の規模から見た妥当性

本事業で排水施設を建設することで直接的に裨益する地区は、プノンペン都中心市街地の北部にあるワットプノン北側エリア及びトルコーク地域、並びにフェーズ2で整備した排水機場の集水域である。これらの地域には住宅、商店事務所などが多く存在し、貧困層を含む多くの一般都民が居住している。特に、プノンペン都内では浸水被害が発生するような場所に居住している都民は、比較的貧困層であることが多い。

本事業の実施による直接的な裨益者数は、ワットプノン北側エリア及びトルコーク地域に居住する人口約8万人、フェーズ2で整備した排水機場の集水域に居住する人口約12万人であり、これはプノンペン都全体の人口169万人（2013年政府統計）の約12%に相当する。この他、公設市場、学校、病院等の公共施設が存在しており、居住者と同様に裨益する。

また、排水関連機材としての移動式排水ポンプ車の調達は、プノンペン都全域における局地的な浸水被害の軽減をもたらす。この効果による裨益者は全プノンペン都民と考えられる。

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) 人間の安全保障から見た妥当性

本事業で排水管路、排水ポンプ場、地下貯留槽等で構成される排水施設を建設することにより、浸水被害が解消・軽減され、対象地域における下痢や腸チフス等の水因性疾病及びマラリアやデング熱など蚊を媒介とする伝染病の抑制などの衛生環境の向上、対象地域に存在する都民の住居や資産の浸水による価値低下の抑制が期待される。この効果は、健康や生活環境の維持、労働環境や雇用環境の確保による所得の継続など“Basic Human Needs”にも合致するものと考えられる。特に低所得者は、水路に近い、標高が低い、排水環境が悪いといった浸水被害が発生しやすい環境で居住している例が多く、彼らの生活環境の改善効果が大きいと考えられる。

(3) 施設の運営・維持管理から見た妥当性

プノンペン都の排水施設の維持管理を担当する、プノンペン都公共事業運輸局 (DPWT) 傘下の排水・下水課 (DSD) は、排水施設の維持管理作業実施のために必要な体制を有している。しかしながら、機材の老朽化による作業の非効率性などの要因もあり、これまでは、浸水が発生した場所を後追いで対処する対症療法的な作業が主となっていた。このような問題を解決するため、フェーズ3ではソフトコンポーネントを導入した技術支援を実施し、DSDの排水管路清掃能力の強化を図った。

本事業においても、排水施設維持管理能力の更なる向上と、本事業で調達される移動式排水ポンプ車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を導入した技術支援を実施する。この技術指導により、DSDによる排水施設の維持管理能力、及び緊急排水作業能力が向上し、本事業で建設・調達される施設・機材の継続的な有効利用に必要な能力が確保され、適切な運営・維持管理作業が実現可能となることが期待されることから、その妥当性は高いと判断される。また予算面についても、プノンペン都は独自の予算内で排水施設の維持管理費のための財源を確保している。

(4) カンボジアの長期開発計画との整合性から見た妥当性

本事業は、1999年にJICA開発調査で策定され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る。また、カンボジア国の国家戦略的開発計画 (NSDP 2014-2018) における戦略の一つである「インフラの整備」の中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。一方プノンペン都は、2015年を目標年とする都市開発戦略を独自に策定し、重点分野「社会資本整備と交通」の目的のひとつに「排水システムの改善」を挙げており、本事業の目的と合致する。

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おり、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。

(5) 環境への影響から見た妥当性

本事業の実施による、環境や社会に対する重大かつ永続的な負の影響は想定されない。むしろ、排水施設の建設及び排水関連機材の調達により浸水被害が改善され、衛生面、住環境及び社会経済活動などで正の影響が期待される。

(6) 我が国の援助政策・方針との整合性から見た妥当性

本事業は、1999年のJICA開発調査によって立案されたマスタープランに沿って実施されており、2014年8月から実施されたJICA開発調査「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト」で策定したマスタープランの長期計画にも合致している。

したがって、本事業は、我が国の援助政策・方針と整合性を持った事業であり、高い妥当性を有している。

(7) 国際的取組から見た妥当性

2015年3月に採択された「仙台防災枠組 2015-2030」において、4つの優先行動と7つのターゲットが合意されている。本事業は、優先行動のひとつである「レジリエンスのための災害リスク軽減への投資」と整合している。また、2015年9月に採択された「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」が採択され、17項目ある持続可能な開発のための目標（SDGs）のひとつである「包摂的で安全かつ強靱（レジリエント）で持続可能な都市及び人間居住を実現する」との目標と本事業の目的と一致する。このことから、本事業は国際的取組から見て妥当性は高い。

4.4.2 有効性

(1) 定量的効果

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、本協力対象事業で提案される排水施設が建設されることにより、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。

表 R 4.4.1 事業実施による排水改善効果指標

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	ワットプノン北側エリア (m ²)	111,600	49,500
	トルコーク地域 (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、図 R 4.2.1 に示した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

(a) 経済的効果

本事業において実施する排水施設の建設及び移動式排水ポンプ車の調達による浸水被害の解消・軽減は、プノンペンで発生している浸水被害による経済的被害発生の防止に寄与し、下記のような経済的効果が期待でき、プノンペン都の都市開発戦略の目標の一つである「プノンペン都民の生計が安定する」にも寄与する。

- ワットプノン北側エリアにある商業エリア、観光エリア、官公庁エリア及びトルコーク地域の商業エリア、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
- ワットプノン北側エリア及びトルコーク地域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

(b) 環境・衛生改善効果

本事業の実施による浸水被害の解消・軽減の効果として、下記のような都市環境・衛生環境の改善効果が期待できる。

- ワットプノン北側エリア及びトルコーク地域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
- ワットプノン北側エリア及びトルコーク地域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

これらの都市環境・衛生環境の改善は、プノンペン都の都市開発戦略の目標の一つである「衛生・環境状況の改善」に合致している。

(c) 交通状況改善効果

現在プノンペン都では、中心市街地に限らず郊外においても、浸水が発生して道路交通が遮断され、これを迂回する交通が浸水していない道路に集中し、交通渋滞が頻発する事態になっている。また、事業対象地域には市内でも特に交通量の多い道路が含まれ、多数の都民が朝夕の通勤・通学時に道路を利用している。そのため、この時間帯に浸水被害が発生した場合、交通渋滞は極めて深刻な状態となり、商業活動のみならず行政活動にも支障をきたす状態となっている。

これに対し、本事業の効果として、ワットプノン北側エリア及びトルコーク地域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が期待できる。

これらの効果は、プノンペン都の都市開発戦略の目標の一つである「洪水被害の軽減を考慮した都市開発」の実現へ寄与する。

4.4.3 結論

以上の内容により、本事業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。

[資 料]

- 資料 1. 調査団員氏名、所属
- 資料 2. 調査行程
- 資料 3. 相手国関係者（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. 洪水被害調査結果
- 資料 7. JICA ガイドラインとの比較

資料 1. 調査団員氏名、所属

(1) 現地調査時 (現地調査期間：2016年3月28日～6月17日)

氏名	担当	所属	現地調査期間
相馬 厚	総括	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 防災第一チーム 主任調査役/課長補佐	4月24日 ～4月30日
松下 剛	業務主任/洪水対策計画 /運営維持管理	株式会社 建設技研インターナショナル	3月28日 ～5月21日
下河内 仁	排水施設計画1 (施設計画/設計)	株式会社 建設技研インターナショナル	3月28日 ～5月8日
永田 将	排水施設計画2 (排水解析)	株式会社 建設技研インターナショナル	4月27日 ～5月17日
佐藤 修二	排水施設計画3 (ポンプ機器/除塵機)	株式会社 建設技研インターナショナル	4月18日 ～5月8日
前田 英男	施工計画/積算	株式会社 建設技研インターナショナル	4月18日 ～5月8日
羽田 智	機材計画/自然条件調査	株式会社 建設技研インターナショナル	4月19日 ～6月9日
伊藤 恵悟	環境社会配慮	株式会社 建設技研インターナショナル	4月18日 ～5月8日

(2) 概略設計概要現地説明時 (現地調査期間：2016年10月8日～10月16日)

氏名	担当	所属	現地調査期間
荒津 有紀	総括	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 水資源・防災グループ 専任参事	10月9日 ～10月15日
相馬 厚	調査計画	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 防災第一チーム 主任調査役/課長補佐	10月9日 ～10月15日
松下 剛	業務主任/洪水対策計画 /運営維持管理	株式会社 建設技研インターナショナル	10月8日 ～10月16日
下河内 仁	排水施設計画1 (施設計画/設計)	株式会社 建設技研インターナショナル	10月8日 ～10月16日

資料 2. 調査行程

(1) 現地調査時 (現地調査期間：2016年3月28日～6月9日)

No.	Date		Leader	Consultant's PM / Flood Protection Planning / O&M Planning	Drainage Facility Planning (Facilities Plan/Design)	Drainage Facility Planning (Drainage Analysis)	Drainage Facility Planning (Pump / Mechanical Screen)	Construction Planning / Cost Estimate	Environmental and Social Consideration	Equipment Planning/Natural Condition Survey				
			SOMA Atsushi	MATSUSHITA Tsuyoshi	SHIMOKOCHI Hitoshi	NAGATA Hitoshi	SATO Shuji	MAEDA Hideo	ITO Keigo	HADA Satoru				
1	28-Mar	Mon		★										
2	29-Mar	Tue		Meeting with JICA Cambodia / Meeting with DPWT										
3	30-Mar	Wed		Data Collection / Preparation for Subcontract Survey										
4	31-Mar	Thu		Data Collection / Preparation for Subcontract Survey										
5	1-Apr	Fri		Meeting with DPWT										
6	2-Apr	Sat		Site Survey										
7	3-Apr	Sun		ditto										
8	4-Apr	Mon		Data Collection / Selection of Subcontractor										
9	5-Apr	Tue		Meeting with DOEPP										
10	6-Apr	Wed		Meeting with PPWSA / Site Survey										
11	7-Apr	Thu		Meeting with DSD / Contract of Inundation Condition (E/S) Survey										
12	8-Apr	Fri		Data Collection / Meeting with PPCC										
13	9-Apr	Sat		Data Arrangement										
14	10-Apr	Sun		ditto										
15	11-Apr	Mon		Inundation Condition (E/S) Survey / Site Survey										
16	12-Apr	Tue		Preparation of Topo., Geo., Manhole & Test Excavation Survey										
17	13-Apr	Wed		Confirmation of Schedule & TOR / Bid for Topo., Geo., Manhole & Test Excavation Survey										
18	14-Apr	Thu		Selection of Contractor & Contract for Topo., Geo., Manhole & Test Excavation Survey										
19	15-Apr	Fri		Site Survey										
20	16-Apr	Sat		Data Arrangement										
21	17-Apr	Sun		Data Arrangement										
22	18-Apr	Mon		Study of the Project Components							★			
23	19-Apr	Tue		Team Meeting / Site Survey							Team Meeting / Site Survey		★/Meeting	
24	20-Apr	Wed		Data Collection / Study of the Project Components							Site Survey	Site Survey	Meeting with MOE	Site Survey
25	21-Apr	Thu		Meeting with DPWT							Meeting with DPWT			
26	22-Apr	Fri		Data Collection / Study of the Project Components							Data Collection	Data Collection	Data Collection	Survey Supervision
27	23-Apr	Sat		Data Arrangement							Data Arrangement			
28	24-Apr	Sun	★	ditto			ditto							

No.	Date		Leader	Consultant's PM / Flood Protection Planning / O&M Planning	Drainage Facility Planning (Facilities Plan/Design)	Drainage Facility Planning (Drainage Analysis)	Drainage Facility Planning (Pump/Mechanical Screen)	Construction Planning / Cost Estimate	Environmental and Social Consideration	Equipment Planning/Natural Condition Survey
			SOMA Atsushi	MATSUSHITA Tsuyoshi	SHIMOKOCHI Hitoshi	NAGATA Hitoshi	SATO Shuji	MAEDA Hideo	ITO Keigo	HADA Satoru
29	25-Apr	Mon	AM: Meeting in JICA and DPWT, PM: Courtesy Call on PPCC, Kick-off Meeting on IC/R		Planning Design		Site Survey	Data Collection	Data Collection	Data Collection
30	26-Apr	Tue	AM: Discussion on M/D with PPCC PM: Site Survey		ditto		ditto	ditto	ditto	ditto
31	27-Apr	Wed	AM: Discussion on M/D with PPCC PM: Site Survey		ditto	★	Planning Design	ditto	ditto	ditto
32	28-Apr	Thu	Signing on M/D		Team Meeting					
33	29-Apr	Fri	AM: Report to EOJ and JICA		Planning Design	Data Collection	Planning Design	Data Collection	Data Collection	Data Collection
34	30-Apr	Sat	Report to EOJ and JICA		ditto					
			●	Data Arrangement						
35	1-May	Sun	Data Arrangement							
36	2-May	Mon	Planning & Design		Planning Design	Data Collection	Planning Design	Data Collection	Data Collection	Survey Supervision
37	3-May	Tue	ditto		ditto	Data Collection	ditto	ditto	ditto	ditto
38	4-May	Wed	Meeting with DPWT							
39	5-May	Thu	Planning & Design		Planning Design	Data Collection	Planning Design	Data Collection	Data Collection	Data Collection
40	6-May	Fri	ditto		Reporting	Analysis	Reporting			ditto
41	7-May	Sat	ditto		Reporting	ditto	Reporting			Progress Check
42	8-May	Sun	Data arrangement		●	Data arrangement	●			Data arrangement
43	9-May	Mon	Planning & Design			Analysis				Interim Report
44	10-May	Tue	Reporting			ditto				Survey Supervision
45	11-May	Wed	Reporting			ditto				ditto
46	12-May	Thu	Report of Site Survey Result to DPWT/PPCC			ditto				ditto
47	13-May	Fri	Data Arrangement			ditto				ditto
48	14-May	Sat	Data Arrangement			Data Arrangement				ditto
49	15-May	Sun	ditto			ditto				ditto
50	16-May	Mon	Reporting			Analysis				ditto
51	17-May	Tue	Reporting			●				ditto
52	18-May	Wed	Reporting							ditto
53	19-May	Thu	Reporting							ditto
54	20-May	Fri	Report to JICA, EOJ							ditto
55	21-May	Sat	●							ditto
~	~	~								ditto
60	4-Jun	Sat								Data arrangement
61	5-Jun	Sun								Summarize Survey Result
62	6-Jun	Mon								ditto
63	7-Jun	Tue								ditto
64	8-Jun	Wed								ditto
65	9-Jun	Thu								●

PPCC : Phnom Penh Capital City

★ Mobilization to Phnom Penh

DPWT : Department of Public Works and Transport

● Demobilization from Phnom Penh

Saturday	Saturday
Sunday	Sunday
Holiday	Holiday

(2) 概略設計概要現地説明時 (現地調査期間：2016年10月8日～10月16日)

No.	Date		Team Leader	Survey Planning	Consultant's PM / Flood Protection Planning / O&M Planning	Drainage Facility Planning (Facilities Plan/Design)
			ARATSU Yuki	SOMA Atsushi	MATSUSHITA Tsuyoshi	SHIMOKOCHI Hitoshi
1	8-Oct	Sat				Mobilization from Japan to Phnom Penh
2	9-Oct	Sun	Arrive in Phnom Penh			Preparation for M/D Discussion
3	10-Oct	Mon	a.m.	Meeting with JICA Cambodia Office (@JICA Cambodia Office)		
			p.m.	Meeting with DPWT (@DPWT Office)		
4	11-Oct	Tue	a.m.	Courtesy Call on Vice Governor of PPCC		
			p.m.	Explanation of the Draft Report and Discussion of M/D (@PPCH)		
5	12-Oct	Wed	a.m.	Finalization of M/D and Preparation for Signing on M/D		
			p.m.	Signing on M/D (@PPCH)		
6	13-Oct	Thu	a.m.	Site Visit		
			p.m.	Meeting with IRC of MEF on Land Acquisition and Temporary House Relocation		
7	14-Oct	Fri	a.m.	Report to Embassy of Japan in Cambodia		
			p.m.	Meeting with Department of Bilateral Cooperation of MEF on Project Implementation		Site Visit
8	15-Oct	Sat	Depart from Phnom Penh			Arrive in Japan
9	16-Oct	Sun	Arrive in Japan			

M/D : Minutes of Discussion
 PPCC : Phnom Penh Capital City
 PPCH : Phnom Penh Capital Hall
 DPWT : Department of Public Works and Transport
 MEF : Ministry of Economy and Finance
 IRC : Inter-ministerial Resettlement Committee
 JICA : Japan International Cooperation Agency

Saturday
Sunday

資料 3. 相手国関係者(面会者)リスト

表敬・打合せを行ったカンボジア国関係者のリストを以下に示す。

氏名 (敬称略)	役職	所属
プノンペン都庁 (Phnom Penh Capital City: PPCC (Head Office))		
H.E. Pa Socheatevong	Governor	PPCC
H.E. Ieng Aunny	Vice Governor	PPCC
H.E. Suy Serith	Vice Governor	PPCC
Mean Chanyada	Director	Administration
Huot Hay	Deputy Director	Administration
Yut Longdy	Deputy Director	Administration
So Phannara	Director	Administration Division
Sok Chamroeun	Deputy Director	Administration Division
Chhay Sopheara	Assistant	Assistant of H.E. Suy Serith
Seng Vannak	Deputy Director	City Management
Chou Meangchan	Director	Planning and Investment Division
Uk Sophal	Director	Financial Division
Sin Boramey	Director	Urbanization Division
Phal Sophak	Deputy Director	Urbanization Division
Suos Chormoni	Director	Accounting Office
Nuon Samnavuth	Deputy Director	Waste Management Division
Phan Sopheaknita	Chief	Public Relations and International Cooperation Office
プノンペン都公共事業運輸局 (Department of Public Works & Transport : DPWT/PPCC)		
Sam Piseth	Director	DPWT/PPCC
Chou Kimtry	Deputy Director	DPWT/PPCC
Peov Meng Hai	Deputy Director	DPWT/PPCC
Moeung Sophan	Advisor	DPWT/PPCC
Pheng Pharinet	Officer	DPWT/PPCC
プノンペン都公共事業運輸局下水道課 (Drainage and Sewerage Division : DSD-DPWT)		
Dourng Chansarath	Cheif	DSD
Chhorng Vantha	Deputy Cheif	DSD
Men Sokkhen	Deputy Cheif	DSD
Sim Lyda	Engineer	DSD
プノンペン都環境局 (Department of Environment : DOE/PPCC)		
Choeun Sothon	Director	DOE
Khuon Dara	Deputy Director	DOE
プノンペン都土地管理・都市計画・建設局 (Department of Land Management, Urban Planning and Construction: DLMUPC/PPCC)		
Saren Vanna	Director	DLMUPC/PPCC
Dy Sanith	Deputy Director	DLMUPC/PPCC
Sean Soyany	Chief of Cadastral Office	DLMUPC/PPCC
プノンペン都計画局 (Department of Planning: DOP/PPCC)		
Kim Chandina	Director	Department of Planning
プノンペン経済財務局 (Department of Economy and Finance: DEF/PPCC)		
Va Sothea	Director	DFE/PPCC
Chey Vimearithe	Deputy Director	DFE/PPCC
プノンペン都水資源気象局 (Department of Water Resources and Meteorology : DOWRAM/PPCC)		
Mao Bundheurn	Director	DOWRAM/PPCC
Chea Ahuchit	Office Head	DOWRAM/PPCC
プノンペン都行政区		
Phang Lyda	Deputy Governor	Khan Toul Kork
Yous Yuthy	Deputy Governor	Khan Daun Penh
Lay Oudom	Deputy Governor	Khan Sen Sok

プノンペン警察 (Phnom Penh Police)

Ouk Samrach	Deputy Chief	
Chom Socheat	Deputy Chief	Military Police

カンボジア経済財務省 (Ministry of Economy and Finance : MEF)

Chhuon Samrith	Director	General Department of Budget
Im Sethyra	Director	Resettlement Department
Yen Sophan	Deputy Director	Resettlement Department

カンボジア環境省 (Ministry of Environment : MOE)

Pak Sokharavuth	Director	Department of Air and Noise Quality Management
Thiv Sophearith	Deputy Director	Department of Air and Noise Quality Management
Danh Serey	Director	Environmental Impact Assessment Department

プノンペン水道公社 (Phnom Penh Water Supply Authority : PPWSA)

Samreth Sovithiea	Deputy General Director	
Chea Satephoat	Director	Planning and Project Department

カンボジア電力公社 (Electricité du Cambodge)

Iv Visal	Deputy Director	Distribution Department
Somarith Sam	Chief	Project Planning of Distribution Technical Office

在カンボジア日本国大使館 (Embassy of Japan in Cambodia)

Taizo Chiba	Second Secretary	Embassy of Japan
-------------	------------------	------------------

JICA カンボジア事務所 (JICA Cambodia)

Itsu ADACHI	Chief Representative	JICA, Cambodia Office
Takashi ITO	Senior Representative	JICA, Cambodia Office
Togo UCHIDA	Project Formulation Advisor	JICA, Cambodia Office
Say Bora	Program Officer	JICA, Cambodia Office
Seng Solady	Program Officer	JICA, Cambodia Office