

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

本プロジェクトのカンボジア国（以下、「カ」国と記す）側の実施機関は、プノンペン市（以下、「プ」市と記す）の公共事業運輸局（Deaprnment of Public Works and Transport、以下、DPWTと記す）であり、本協力対象事業により建設される施設および調達される機材の運営維持管理は主に DPWT が実施することとなる。「プ」市および DPWT の組織図は、図 R 2.1.1 および図 R 2.1.2 に示すとおりである。

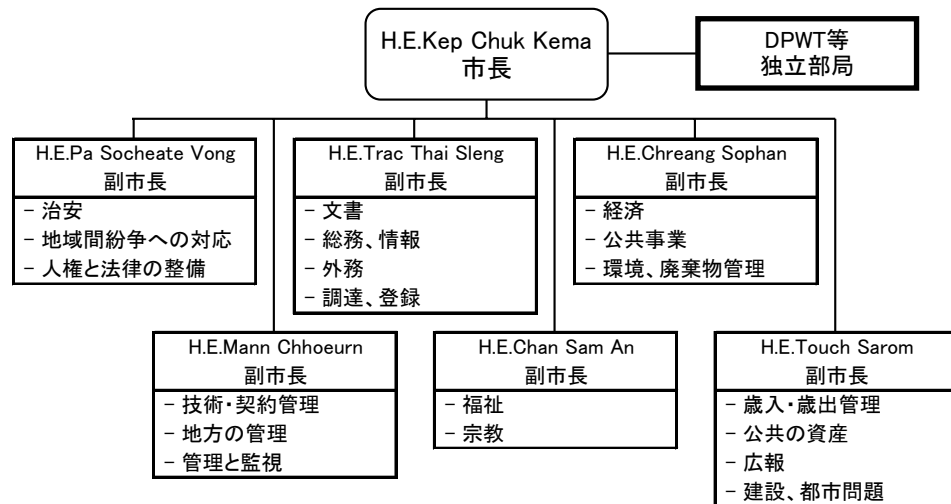


図 R 2.1.1 プノンペン市組織図

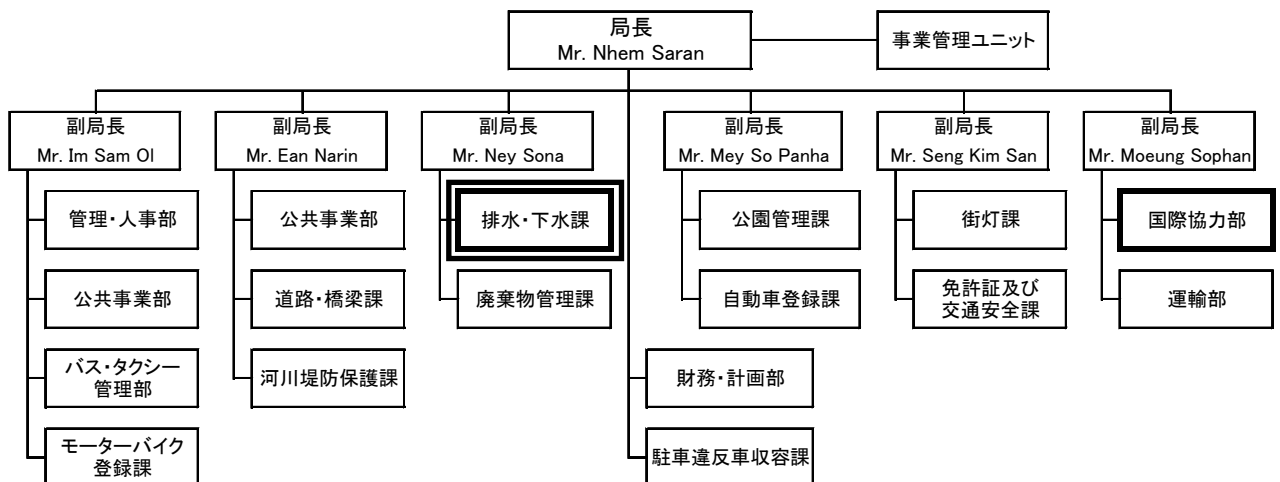


図 R 2.1.2 公共事業運輸局（DPWT）組織図

DPWT は局長の下に 6 名の副局長を配し、それぞれの担当部門を統括管理している。本プロジェクトに直接関係する DPWT の部署は、おもに排水・下水課 (Drainage and Sewage Division、以下 DSD と記す) であるが、国際協力担当 (International Relation Affairs and Other Works) 副局長および公共事業管理室 (Public Works Office) も関係する。

DPWT に所属する職員の内訳は、表 R 2.1.1 に示すとおりである。

表 R 2.1.1 公共事業運輸局 (DPWT) 職員の内訳

部門	正規職員数	契約職員数	合計
1. 統括部門	7	-	7
2. 管理・人事部	10	-	10
3. 財務・計画部	12	-	12
4. 公共事業部	29	-	29
5. 運輸部	21	-	21
6. 道路橋梁部	48	39	87
7. 排水・下水課 (DSD)	49	162	211
8. 街灯課	17	20	37
9. 公園管理課	35	272	307
10. 駐車違反車収容課	9	7	16
11. 洪水対策課	7	-	7
12. 地区公共事業部	19	-	19
13. モーターバイク登録課	13	-	13
14. 車両登録課	40	-	40
15. 免許証および交通安全課	39	-	39
合計	355	500	855

出典：DPWT 資料

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

DS は、市内のポンプ場や排水路等排水・下水施設ならびに機材の維持管理を担う重要な役割を負っている。DSD の事務所は DPWT とは別の場所にあり、排水・下水管理用の清掃機材や重機等の保管および点検を行うワークショップが併設されている。

現在、DSD の総職員数は 211 名であり、DPWT 職員数の 25% を占めている。また、DSD の正規職員は 49 名であり、内訳は表 R 2.1.2 の通りである。

表 R 2.1.2 DSD 正規職員の内訳

部門	正規職員数
1. 管理グループ	6
2. 業務グループ	8
3. 製造グループ	12
4. ポンプ場グループ	6
5. 技術グループ	17
6. 合計	49

出典：DPWT 資料

上記のうち、「5. 技術グループ」は、下水道施設および機材の維持管理の他、下水・排水管設計、下水・排水管敷設工事補助等を担当している。また、DSD の中で、排水管の維持管理作業に直接携わっている職員の内訳は表 R 2.1.3 の通りである。正規職員は 4 人の運転手のみで、その他は契約職員で構成されている。尚、正規職員と契約職員の月給は、それぞれ 300,000 リエル (約 70 ドル) と 210,000 リエル (約 50 ドル) である。

表 R 2.1.3 排水管の維持管理作業に直接携わる DSD 職員の内訳

職種	詳細	正規職員数	契約職員数
運転手	バックホウ (2 台)	-	4
	ダンプトラック (5 台)	1	4
	クレーン付きトラック	-	1
	バキューム車	2	1
	給水車	1	-
運転手補助員		-	5
操作員	バキュームの操作	-	11
作業員	排水管の清掃	-	7
	合計	4	36

出典：DPWT 資料

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

2.1.2 財政・予算

DSD の作成した年間報告書と DPWT の作成した資料に基づき、DPWT 予算を表 R 2.1.4 に、DSD の支出内訳と DSD の予算と実際の支出の関係を表 R 2.1.5 に示す。

表 R 2.1.4 DPWT 予算

単位：百万リエル

項目	2005	2006	2007	2008
給料・補償	2,253.11	2,306.07	2,268.50	3,581.80
施設運営管理費・修理費	107.01	168.97	175.00	300.00
社会文化費	71.64	85.06	165.00	161.20
プロジェクト費	5,301.40	5,744.80	2,400.00	3,627.89
合計	7,733.16	8,304.90	5,008.70	7,670.89

出典：DPWT 資料、カンボジア「プノンペン市洪水防御・排水改善計画」事後評価報告書

参考換算レート：US\$1=4200 リエル (2010 年 3 月時点)

表 R 2.1.5 DSD の支出内訳

単位：千リエル

項目	2005	2006	2007	2008
排水管清掃	399,358	1,045,434	1,205,143	1,306,243
排水管路修復	299,642	138,955	530,950	350,727
排水機場修理	96,429	49,770	25,611	—
排水路・調整池清掃	362,117	457,177	189,296	189,210
排水管新設	821,015	736,763	1,014,614	1,705,964
新スワイパ排水機場建設	—	—	—	3,065,676
合計	1,978,562	2,428,100	2,965,614	6,617,820
上水道収入の 10%相当額	4,065,420	3,810,000	4,930,000	5,500,000

出典：DPWT 資料 参考換算レート：US\$1=4200 リエル (2010 年 3 月時点)

実際に DSD が使用できる金額 (予算) は、「プ」市の水道料金収入と密接に関係がある。「プ」市に入る水道料金収入の 10%相当額」と「DSD による年間支出額」の関係を図 R 2.1.3 に示す。

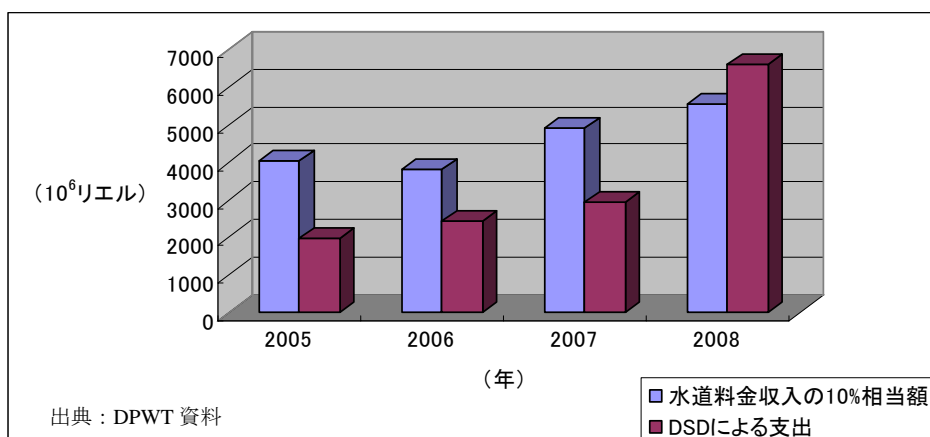


図 R 2.1.3 水道料金収入 10%と DSD による年間支出額の関係

通常、下水・排水施設の維持管理費の財源として「プ」市が徴収する水道料金の 10%を上限として割り当て可能となっている。ただし、特別な理由で追加の出費が必要な場合は、「プ」市が別途必要な金額を支給するシステムとなっている。2008 年は新スパイパックポンプ場建設費用として約 3,065,680,000 リエル（約 730,000 ドル）の支出があり、DSD による年間支出が、「水道料金収入の 10%相当額」を超えているが、不足分を「プ」市が支給しており、DSD の日常業務に必要な予算の確保および執行に関しては、特に問題なく実施されている。

2.1.3 技術水準

本協力対象事業の「カ」国側の実施監理は「プ」市の DPWT が担当する。DPWT の各技術部課の指導的立場にある技師、とくに公共事業管理室の技師は、ほぼ全員が大学の工学系各部を卒業している。DPWT 職員には、JICA のカウンターパート研修を受けた技術者も数人おり、これらの職員はこの研修の内容に関連した各部門に配属され、各部門の主要な職務を担当している。また、本協力対象事業で建設される排水施設および調達される機材を現場において実質的に運営・維持管理するのは、DPWT 傘下の DSD である。DSD の総職員数は 211 人（2010 年 4 月現在）であり、DSD は経験豊かな技術者、技能工、熟練工を有している。

DPWT および DSD は既存の市内の排水路、排水管、および排水ポンプ場を管理運営しており、その管理・運営の技術、ノウハウを蓄積する一方、カウンターパート研修や無償資金協力事業を通して新たな技術の導入もしている。また DSD は機材の運営・維持管理に関しても多くの経験を持つ。DSD は過去 20 年間余りに亘り、コンピ車や汚泥吸引車、給水トラックなどの排水システム維持管理用機材の維持管理を経験してきており、機材の操作・修理・メンテナンス等を実施する十分な技術力と経験を有している。

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

(1) 適正な予算の確保

現在の DSD の維持管理作業としては、「プ」市からの指示、住民からの要請等、必要に応じた対症的な作業を行っており、作業の実施状況に応じて、その都度予算執行されており、現在の予算計画は長期的な維持管理計画に基づく詳細な検討により立案されたものであるとは言い難く、現実のニーズにそぐわない一面もある。

よって、排水管の維持管理に必要なかつ妥当な予算案を立案し、毎年計画的に予算を執行するシステム作りが必要となっている。

(2) 作業計画の立案

「プ」市内に敷設されている排水施設のライフサイクルを長く保つためには、長期的な視点に基づいた排水管路の維持管理計画（機材数、労働者数、清掃場所、清掃時期、修繕、更新）が必要であるが、上記 2.1.3(1)に記載の通り、現在 DSD はそのような計画を有していない。排水施設のライフサイクルを延長し、効果的な維持管理作業を実施するためにも、長期的な視点に立った維持管理計画の立案が必要である。

上記の指摘事項を改善し、長期的な視点に立った計画に基づいた清掃活動が実施され、改善すべき事項が認められた際には適宜計画の見直しを実施されるような制度、体制が確立されることにより、「プ」市の排水施設のライフサイクルの延長、排水効果の適切な発現、ひいては本事業で建設される排水施設および調達される機材が有効かつ長期的に活用されることが期待される。そのためには、DSD の運営・維持管理能力を高め、計画（Plan）、実施（Do）、検証（Check）、改善（Action）の PDCA サイクルに則った活動が実施可能となるよう、本事業の実施に併せて技術指導を実施することが必要と考えられる。

2.1.4 既存施設・機材

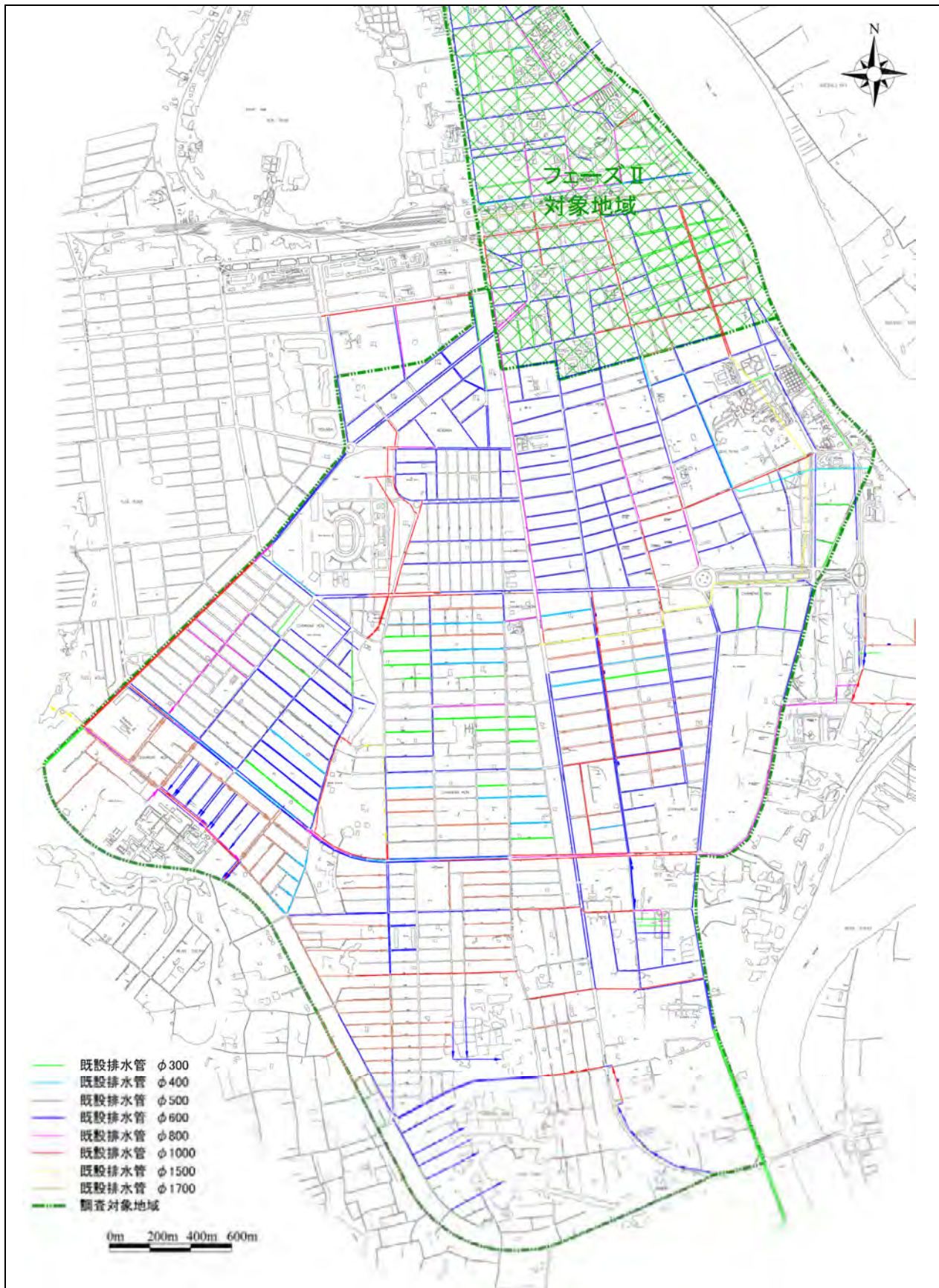
(1) トラベック地区における排水管の現状

「プ」市街地の南東部のトラベック地区は集水域のほぼ全域が市街地であり、全ての雨水・汚水が地中に埋設された排水管によってトラベック幹線排水路に排水され、トラベック (Boeng Trabek) ポンプ場 (総排水容量 $8.0\text{m}^3/\text{s}$) によって輪中堤の外へ排水されている。

しかしながら、以下のような複数の要因により、依然として短時間の降雨によって浸水被害が発生している地域が数多く残っている。

- 幹線排水路に接続する排水路・排水管が未整備・未改修
- 既設の排水管が逆勾配（下流に向かって登っている）
- 既設管の接続不良（下流の管の方が上流の管よりも大きい）
- 排水すべき流量に対して管径が小さいため流下能力不足
- 堆積物等による既設管の閉塞

図 R 2.1.4 に調査対象地域における既存排水管网を示す。



出典：DPWT

図 R 2.1.4 既設排水管網（2010年4月5日現在）

また 2006 年のフェーズ 2 基本設計調査以降、トラベック排水区では DPWT および地区当局 (Khan および Sangkat) によって排水管の敷設が実施されており、その総延長は約 25km に及んでいる。基本的に、DPWT は管渠径 600mm 以上、地区当局は管渠径 600mm 未満の雨水・排水管の整備を実施している (図 R 2.1.5 参照)。

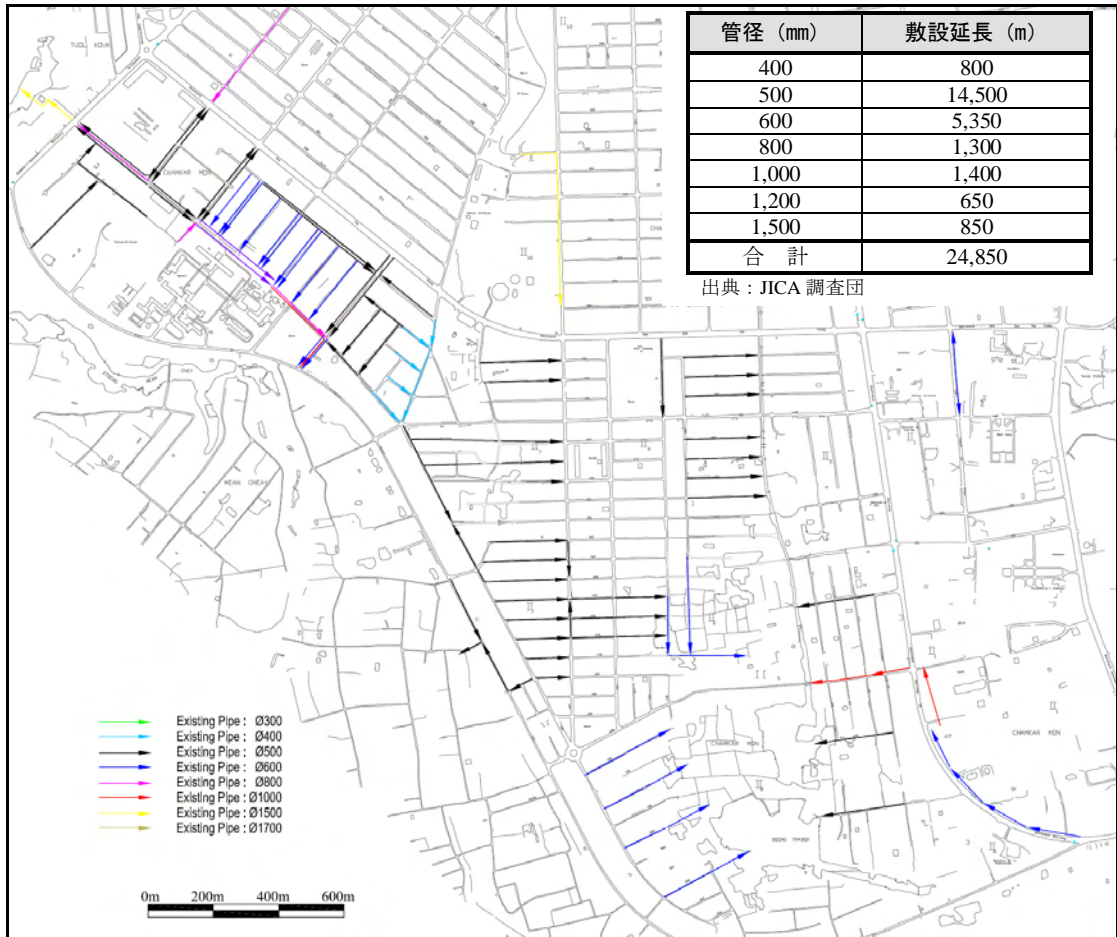


図 R 2.1.5 フェーズ 2 基本設計調査 (2006 年) 以降に敷設された排水管位置図

図 R 2.1.5 より、2006 年以降の排水管网の整備は、市の南部域に集中していることがわかる。これは降雨時の浸水被害対策ということよりも、郊外への市街化が進行することに伴ったインフラ整備の拡充としての位置付けであると考えられる (写真 R 2.1.1 参照)。





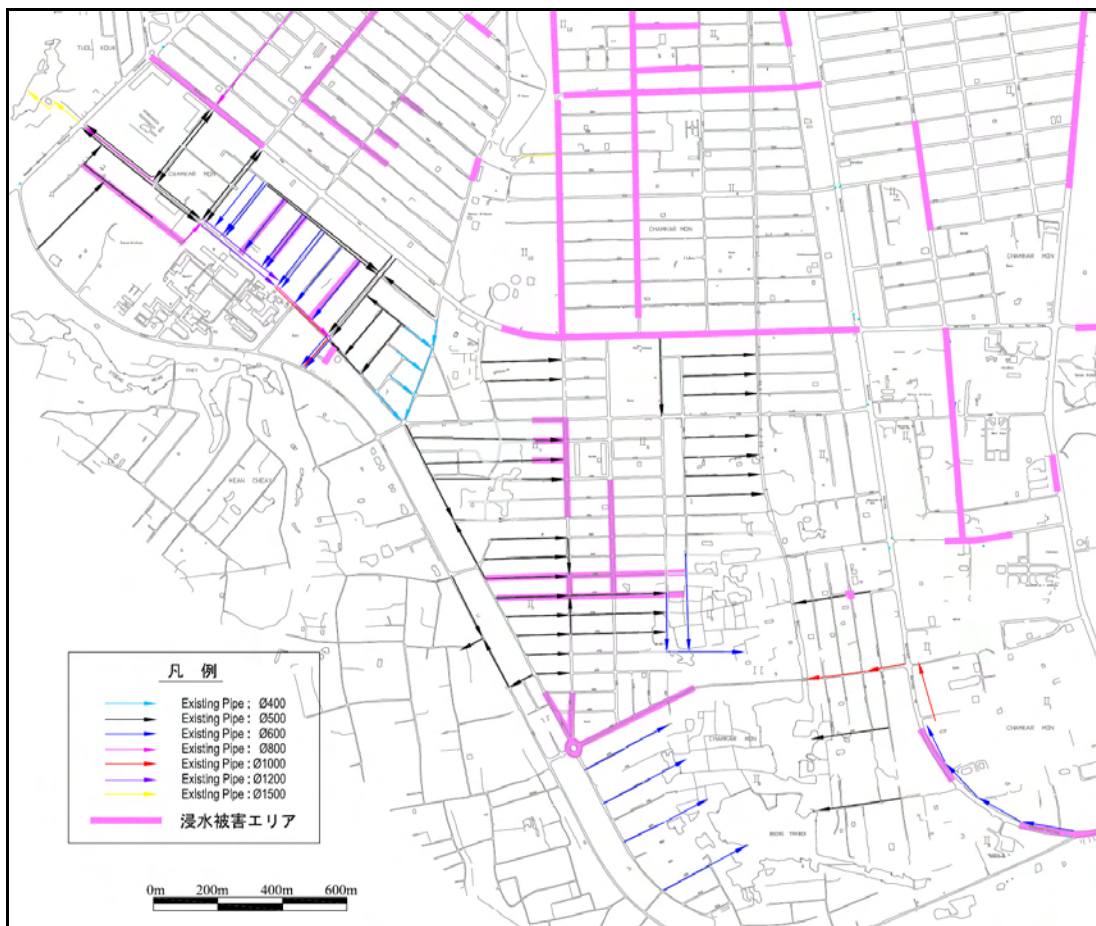
[2006.04.15 撮影]

[2010.04.14 撮影]

506 番通りを東から西に臨む

写真 R 2.1.1 トラベック地区の市街化進行状況

しかしながら、本準備調査の現地調査において調査対象地域の浸水被害状況調査を実施した結果、フェーズ 2 基本設計調査以降に「プ」市南部地域に排水管が敷設されたにもかかわらず、浸水被害が未だ発生している地域があることが明らかとなった（図 R 2.1.6 参照）。



出典: JICA 調査団

図 R 2.1.6 図 R 2.1.5 に浸水被害常襲地域を重ねた図

排水管が敷設されたにもかかわらず浸水被害が解消されていないことの原因としては、以下のものが考えられる。

- 整備された排水管の多くは、生活雑排水を排水管に取り込むことに主眼が置かれた小口径の排水管であり、浸水被害対策としての施設規模を有していない。
- 排水を目的とした管の埋設であっても、道路舗装時に排水側溝として小口径の排水管を埋設しただけなど、排水計画に基づいた面的な排水管整備ではない。

このような状況に陥る理由は以下の通りである。

- 面的な排水改善を行うためには多額の資金を必要とするが、そのような予算確保が出来ない。(DPWT 全体の年間予算額が約 2 億円)
- 排水区全体の降雨特性や流出特性を考慮した排水計画を立案する知識・技術力がない。
- 浅い位置に小口径の排水管を埋設するような施工は可能であるが、大口径の排水管を深い位置に埋設するような施工技術がない。

以上より、フェーズ 2 基本設計調査以降に実施された排水管の整備は、DPWT および地区当局 (Khan および Sangkat) による排水改善に向けた努力が見られるものの、浸水被害軽減という観点からは十分な効果が得られていない。これまで DPWT および地区当局が自助努力により整備してきた排水管網を活用しつつ、効果的かつ適切な排水改善計画を立案・実行するためには、包括的な排水計画に基づく排水施設建設が必要であり、同分野におけるこれまでの支援実績が豊富な日本の無償資金協力での支援が望ましい。

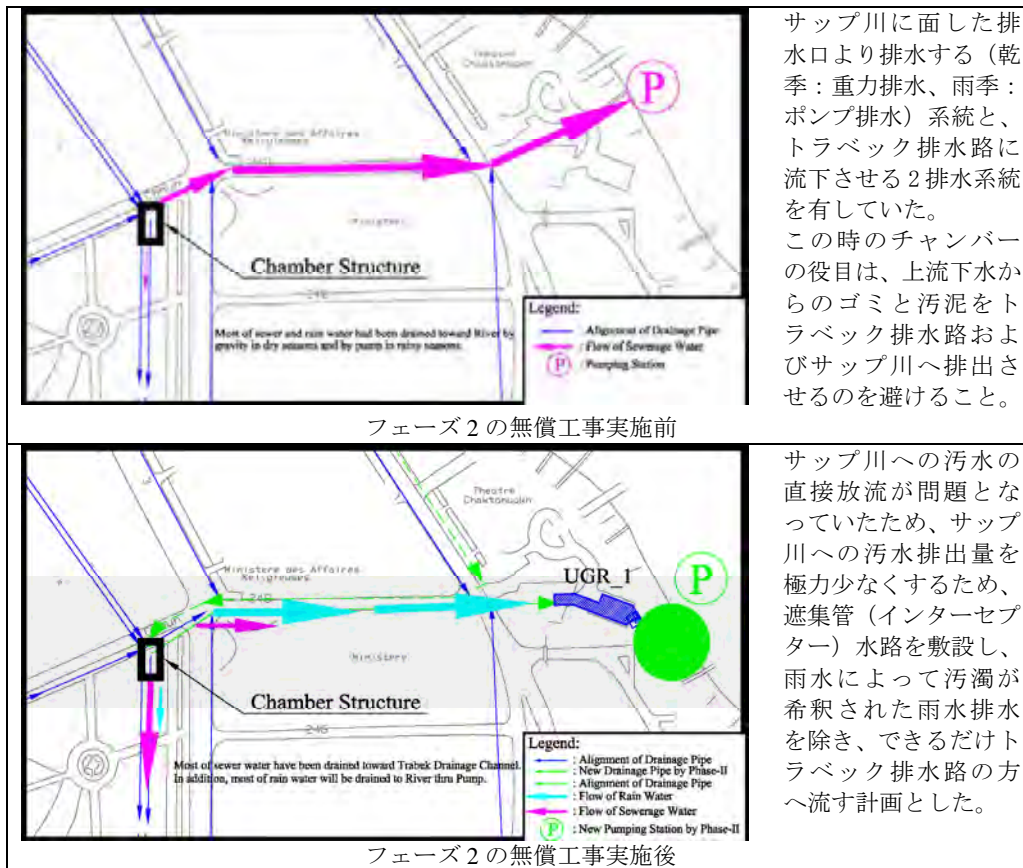
(2) 王宮南側チャンバーの現状

(a) チャンバーの現状と問題点

王宮南側チャンバーは、王宮南側に広がる公園の東北端に位置し、①公園内を南下し ADB が建設したトラベック排水路に流出する下水排水の流れとチャンバーから真東方向のサップ川へ雨水排水する 2 種の排水を分流することと、②上流から汚水とともに流下してくるゴミ、汚泥、堆積物等を溜める目的で設置されている (図 R 2.1.7 参照)。

本プロジェクトのフェーズ 2 では、サップ川への汚水の直接放流が問題となっていたため、新たに遮集管 (インターセプター) システムを構築し、雨水により希釈されない限り、チャンバーを通してトラベック排水路へ下水を流す計画となっている。

しかしながら、フェーズ 2 工事中の 2009 年 2 月、DPWT により当チャンバーの老朽化が激しくいつ壊れてもおかしくない状態であり、またトラベック排水路方向への排水が上手く機能していない現状が確認された。



サップ川に面した排水口より排水する（乾季：重力排水、雨季：ポンプ排水）系統と、トラベック排水路に流下させる2排水系統を有していた。この時のチャンバーの役目は、上流下水からのゴミと汚泥をトラベック排水路およびサップ川へ排出させるのを避けること。

サップ川への汚水の直接放流が問題となっていたため、サップ川への汚水排出量を極力少なくするため、遮集管（インターセプター）水路を敷設し、雨水によって汚濁が希釈された雨水排水を除き、できるだけトラベック排水路の方へ流す計画とした。

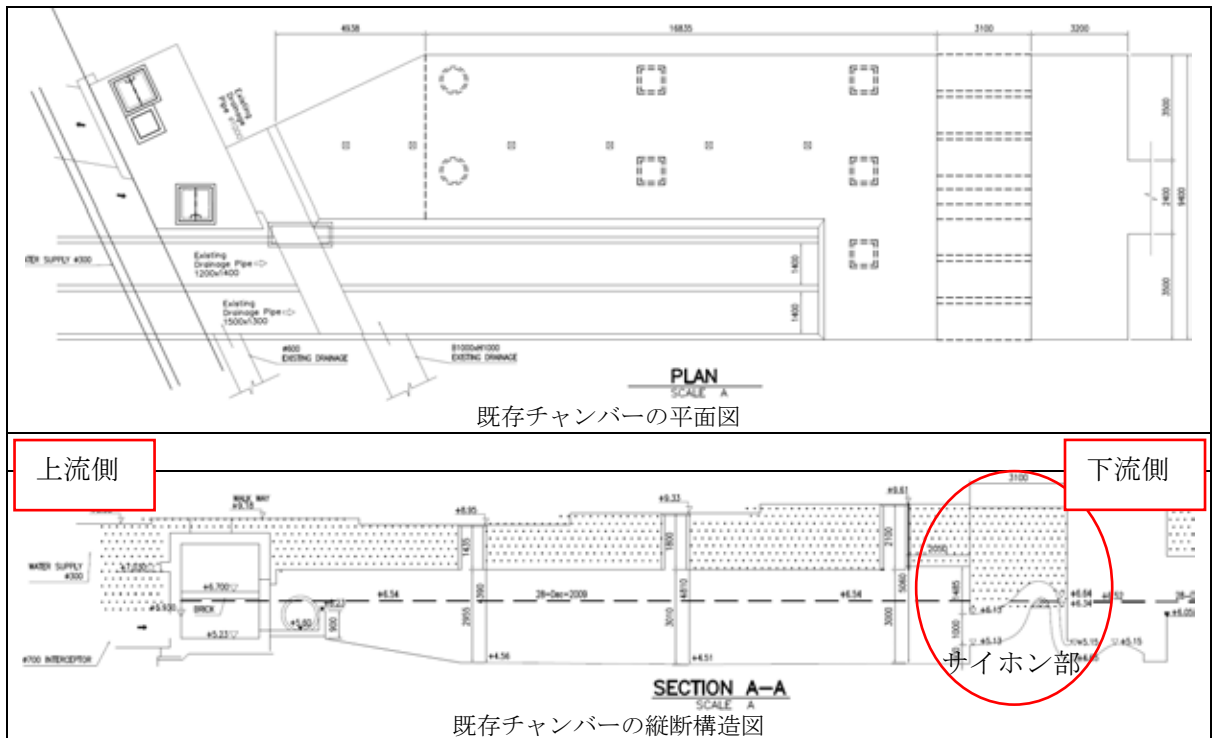
出典: JICA 調査団, DPWT, 「プ」市.

図 R 2.1.7 王宮南側チャンバー部における下水排水システム

(i) 水理構造上の問題

既存のトラベック排水路方向への吐き口部は、ゴミおよび沈殿した汚泥をできるだけ下流に流さずチャンバー内に滞留させるため、サイホン構造が採用されている。この構造は、ゴミを下流に流さないようにすることには非常に有効であるが、汚水の自由な流れを阻害しやすい構造となっている。また、サイホン堰上部の高さ（標高）が下流の排水路の底版標高よりかなり高く設定されていたことから、下流（トラベック排水路方向）への排水不良を起こす原因となり、常時チャンバー内に滞留する汚水の水位が高くなることが確認されている。

フェーズ2 工事時において、「プ」市はこのチャンバーの下流への排水改善を暫定的に行うため、サイホン構造内部の堰天端の標高を下げる（コンクリートのはつり）工事を実施した。この結果、若干ではあるがチャンバー内部からトラベック排水路方向への排水状況が改善している。



出典: フェーズ2 無償工事 As-Built 図面より抜粋, JICA

図 R 2.1.8 既存王宮南側チャンバーの構造図



サイホン呑み口部



サイホン吐き口部



サイホン頂部堰毀し作業



堰毀し作業完了後

出典: JICA 調査団

写真 R 2.1.2 王宮南側チャンバーの吐き口 (サイホン) 部写真

(ii) 構造上の問題

チャンバーは「建設後 50 年以上経過している」と言われているが、「プ」市関係者で王宮南側チャンバーの建設経緯や詳細・正確な情報を有するものはいない。内部状況を調査した結果、酸によるコンクリートの中酸化や長年の使用によるコンクリート表面の劣化によって鉄筋コンクリート表面から内部の粗骨材が露出し、頂版が上部の

土荷重により撓んでいるのが確認できた。調査の結果として、チャンバーの各部材の寸法が小さく、強度不足の可能性も確認されている。



撓んだ頂版-1



撓んだ頂版-2



頂版の亀裂-1



頂版の亀裂-2

出典: JICA 調査団

写真 R 2.1.3 王宮南側チャンバーの老朽化状況写真

(iii) 維持管理上の問題

現在のチャンバーには7箇所の地表への開口部があるが、いずれにもチャンバー内に降りるためのステップがないことから内部の掃除が非常にしづらい構造となっている。維持管理作業を容易なものとするような改修が必要である。



チャンバー開口部 (外観)



チャンバー開口部 (ステップ無し)

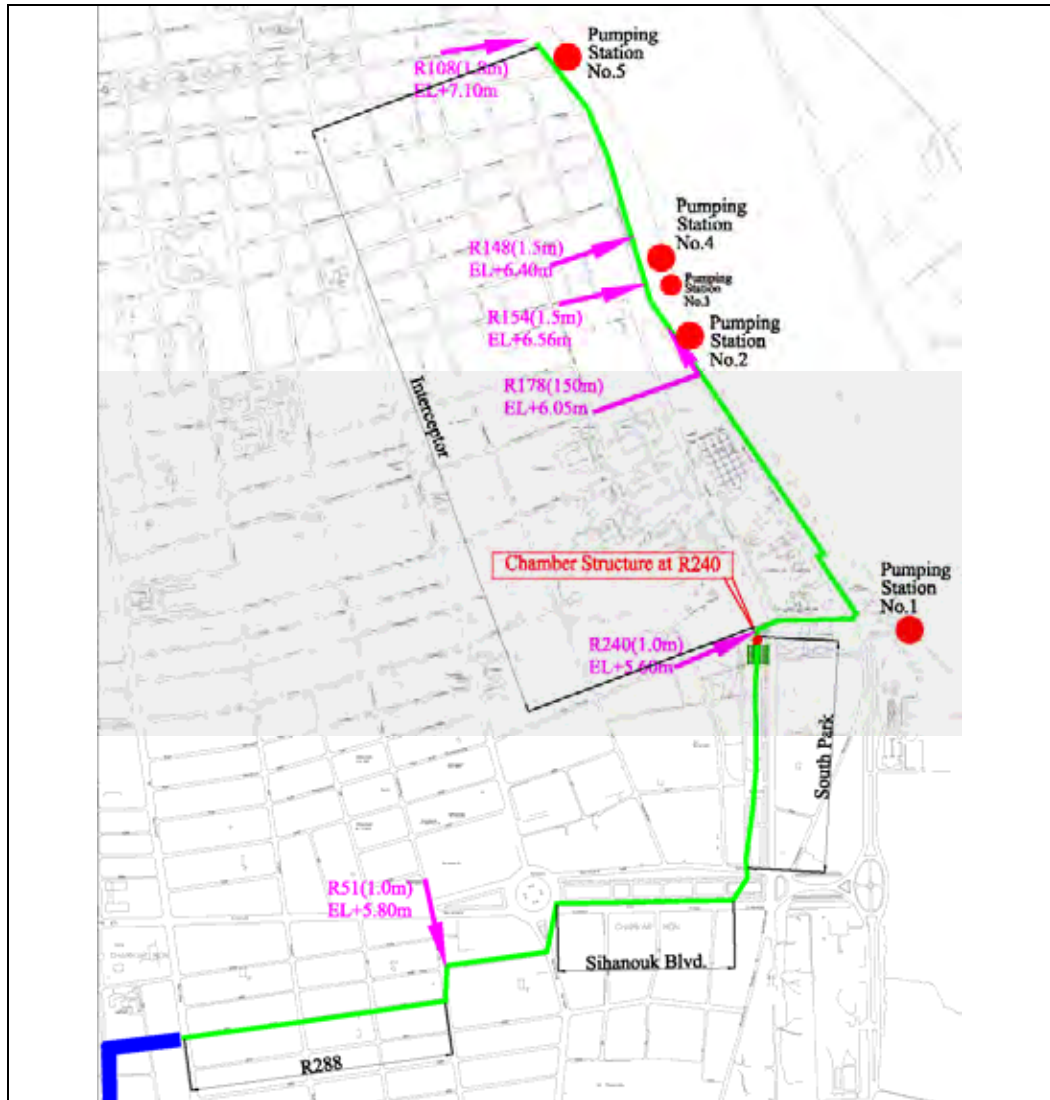
出典: JICA 調査団

写真 R 2.1.4 王宮南側チャンバー開口部写真

(iv) 排水施設としてのチャンバーの必要性

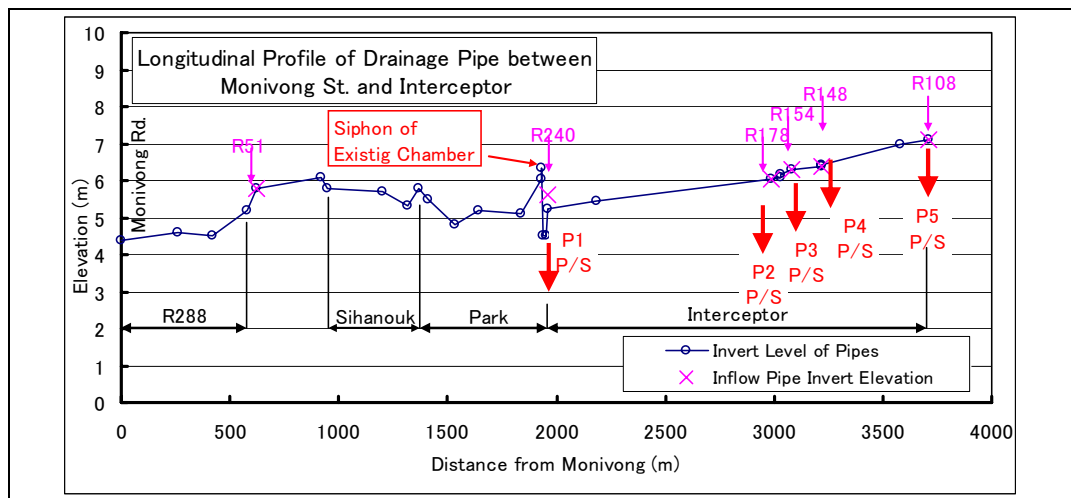
これまで、チャンバーに流れ込んだ汚水の大部分はサップ川に排水されてきた。しかしながら、河川的环境悪化や市内中心部の環境に配慮するため、フェーズ2事業において、汚水をできるだけ直接河川に流出させないように遮集管を敷設し、通常の汚水はトラベック排水路に排水させるようにした。王宮南側チャンバーは、このフェーズ2事業において建設された遮集管の最下流部に位置している。

フェーズ2で敷設した遮集管の上流端から現存する市内排水管路網を通り ADB が建設した汚水の排出先であるトラベック排水路までの排水管路経路図を図 R 2.1.9 に、その縦断図を図 R 2.1.10 に示す。



出典: フェーズ2 基本設計報告書、フェーズ2 無償工事 As-Built 図面データ, JICA

図 R 2.1.9 チャンバー上下流の汚水排水管の経路図



出典: フェーズ2 基本設計報告書、フェーズ2 無償工事 As-Built 図面データ, JICA

図 R 2.1.10 チャンバー上下流の排水管路の縦断図

(b) 王宮南側チャンバー改修の必要性

現在のチャンバーは、以下の通り、その構造、機能、維持管理の面から改修が必要であると判断できる。改修の必要性を以下に整理する。

- チャンバーの部材が老朽化を起こして頂版が撓み、多数のクラックが発生している。チャンバーの崩壊の危険性があり、緊急な改修が必要である。
- チャンバー末端のサイホン構造が汚水をトラベック水路に流れ難くさせており、汚水はトラベック水路へ流し、雨水はポンプ（貯留槽）を通してサップ川排水する、という分離方式が上手く機能していないため、改修が必要である。
- 下流管路底高との不整合部のために生じる問題を解消するために、下流区間の排水管路を全区間改修するよりも、チャンバーを沈砂池（汚泥槽）として機能させ維持管理を行う方が、イニシャルコスト、ランニングコストともに低く、維持管理の効率性、経済性ともに有利となる。
- 現在のチャンバーには、内部に降りるために必要なステップ等が無いため清掃を行う上で問題が多く、改修が必要である。

また王宮南側チャンバーは本協力対象事業における排水改善対象地区であるトラベック地区とフェーズ2事業の境界に位置しており、フェーズ2事業で敷設した遮集管の排水先である。このチャンバーが今後崩壊、または機能不全に陥った場合、フェーズ2事業において汚水を直接サップ川に放流しないように計画された遮集管の効果が低減し、汚水の多くがフェーズ2事業前と同様にサップ川へ流出する割合が高くなる。フェーズ2事業および本計画を含む全事業のスムーズ且つ適切な排水システムの確保のためにも、改修が必要である。

また、チャンバーの構造形式はフェーズ2において建設した地下貯留槽と同様のフラットスラブ構造となり、日本の設計技術および施工技術を必要としており、日本の無償資金協力による支援が妥当である。

(3) 排水システム維持管理用機材の現状

現在、管路清掃および排水路の清掃に使用されている DSD 保有の排水システム維持管理用機材一覧を表 R 2.1.6 に示す。

表に示した排水関連機材の他、DSD は維持管理作業用車両・重機として、ダンプトラック 5 台（4 台稼動、1 台故障）、掘削機 4 台を所有している。

表中の DSD が所有する機材の中で、現在も清掃に使用されており、今回調達を検討している機材と仕様が類似するのは、日本ではコンビ車と呼ばれる No.1～No.4 の 4 台のみである。これら 4 台のコンビ車は調達年から約 15 年を経過し、従来備えている能力、特に高圧洗浄能力が発揮できない状況である。同表の No.7 の汚泥吸引車は Doun Penh 地区

へ移管され、現在は主に家庭用汚泥吸引車として使用されている。その他、かろうじて現在も使用が可能な小容量汚泥吸引車1台（表中のNo.8）が存在する。

表 R 2.1.6 DSD 保有の排水システム維持管理用機材

番号	車種	調達年	製造国	能力	重量/容量	備考
1	ルノー 洗浄吸引車（コンビ車）	1995	フランス	220HP	給水タンク(4.4m ³) 汚泥タンク(5.6m ³)	使用可
2	ルノー 洗浄吸引車（コンビ車）	1995	フランス	220HP	給水タンク(4.4m ³) 汚泥タンク(5.6m ³)	使用可
3	ルノー 洗浄吸引車（コンビ車）	1995	フランス	220HP	給水タンク(4.4m ³) 汚泥タンク(5.6m ³)	使用可
4	イビコ 洗浄吸引車（コンビ車）	1998	イタリア	210HP	給水タンク(4.0m ³) 汚泥タンク(5.0m ³)	使用可
5	イビコ 洗浄吸引車（コンビ車）	1998	イタリア	210HP	給水タンク(4.0m ³) 汚泥タンク(5.0m ³)	故障中
6	イビコ 洗浄吸引車（コンビ車）	1998	イタリア	210HP	給水タンク(4.0m ³) 汚泥タンク(5.0m ³)	故障中
7	ルノー 汚泥吸引車	1983	フランス	220HP	給水タンク(2.0m ³) 汚泥タンク(7.0m ³)	Doun Penh 地区 で稼働中
8	ペダック 汚泥吸引車	1997	フランス	60HP	3m ³	使用可
9	日野 給水タンクトラック	1998	日本	180HP	8m ³	使用可
10	イズズ クレーン付きトラック	1998	日本	120HP	3t	使用可
11	イズズ 排水ポンプ車	2003	日本	9kW 3m ³ /min	揚程 10m, 1450rpm タンク容量(4.0m ³)	使用可

出典：DSD

現在 DSD が作業に使用している機材の現状は、表 R 2.1.7 に示す通りである。

表 R 2.1.7 DPWT（DSD）が所有する現有清掃機材の現状・問題点

No./清掃機材名	生産年/能力等	汚泥吸引能力	高圧洗浄能力（要請対象）
No.1～3 ルノー 洗浄吸引車（コンビ車）	95年/220HP 給水タンク(4.4m ³) 汚泥タンク(5.6m ³)	真空ポンプを利用しているため汚泥のみの吸引は困難	圧力調整が故障しており、高圧で噴射できない。上記の理由により、洗浄用の太いノズルのホースが利用できない。
No.4 イビコ 洗浄吸引車（コンビ車）	98年/210HP 給水タンク(4.0m ³) 汚泥タンク(5.0m ³)	同上	同上
No.8 ペダック 汚泥吸引車	97年/60HP 容量 3m ³ 長距離移動不可	真空ポンプを利用しているため汚泥のみの吸引は困難	機能無し

出典：JICA 調査団

いずれの機材も、本来あるべき機能を失っており、効率の良い排水施設の維持管理作業ができない状況となっている。また、スペアパーツの販路が確保されていない（スペアパーツが入手できない）ため、適切な修理や維持管理が実施できていない。すなわち、慢性的に排水システム維持管理用機材の数が不足しており、効率的な維持管理作業が出来ていない状況にある。

DSD 保有の車輛・重機は原則として DSD の事務所兼ワークショップに駐車し、自ら維持管理を行っている。写真 R 2.1.5 に DSD の事務所およびワークショップの現況写真を示す。



DSD 事務所



空車の屋根付き車庫（4 台分）



洗浄吸引車（コンビ車）



ダンプトラック



4t クレーン付汚泥運搬車



小容量バキューム車

出典: JICA 調査団

写真 R 2.1.5 DSD の事務所およびワークショップ現況写真

(4) 既設排水管の維持管理作業の現状

(a) 維持管理作業の担当区分

表 R 2.1.8 に示す通り、「プ」市内の全ての排水管路は DSD の管理下にあるが、実質的な維持管理作業は、DSD と各地区当局（Khan）が互いに協力し合いながら実施している。両者は、DSD が幹線管路（管径 600mm 以上）の維持管理を担当し、各地区当局（Khan）が枝管（管径 500mm 以下）の維持管理を担当することを基本としているが、業務区分は厳密ではなく、DSD が小口径の枝管の清掃を行うことも多い。

表 R 2.1.8 プノンペン市内の排水管路維持管理管轄

機関	場所	管径 (mm)	総延長 (km)
DSD	幹線道路	600-1500	288
各地区(Khan)(合計 8 地区)	地区道路	200-500	133
合計			421

出典: JICA 調査団

注: 本来は DSD が組織上すべての管を維持管理することになっている。

(b) DSD による排水管の維持管理作業

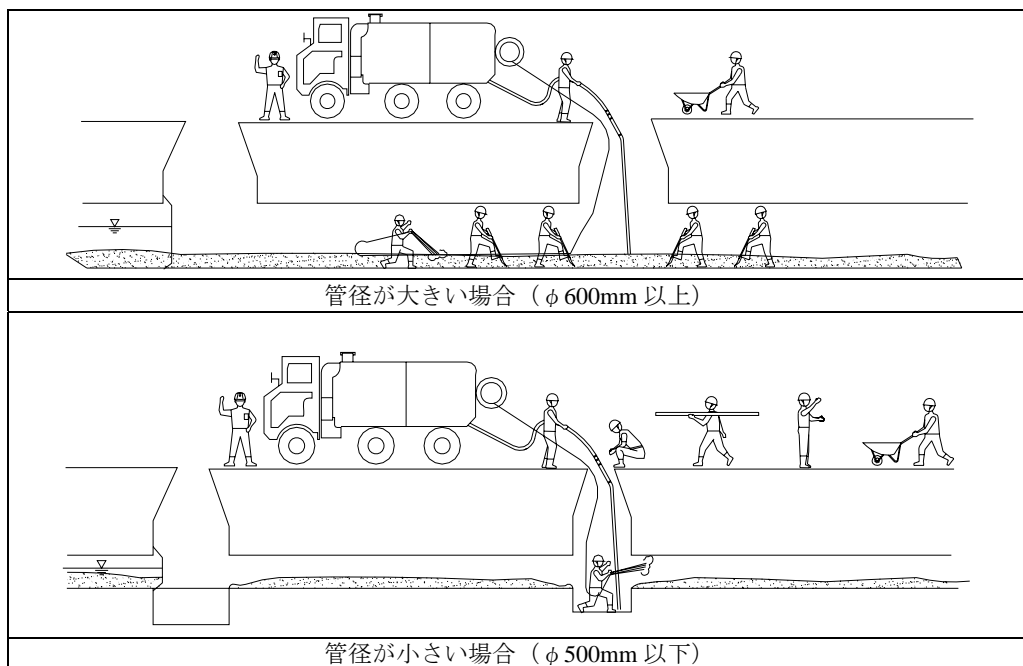
前述のように現在 DSD は、排水システム維持管理用機材として 4 台のコンビ車を保有しているが、故障が日常的に発生しており、常時稼働しているのは平均して 2 台である。したがって、DSD は 7~8 名の作業員とコンビ車 1 台で 1 チームを構成し、2 チーム編成で「プ」市内の下水・排水管路を清掃している。



出典: JICA 調査団

写真 R 2.1.6 DSD による下水管路清掃作業状況

図 R 2.1.11 に、機材を利用して清掃活動を行う場合の清掃作業模式図を示す。



出典: JICA 調査団

図 R 2.1.11 DSD が実施している現状の管路清掃作業 (清掃機材を利用する場合)

「プ」市内では過去 5 年間で平均して年間約 30km の新規下水・排水管が敷設されている。新規下水・排水管敷設の 90% 以上は各地区 (Khan) による施工で、多くは内径 600mm 未満の小口径管である。DSD の技術部門は、「プ」市による要請に基づき、必要に応じて各地区 (Khan) の施工をサポートしている。一方、年間の下水・排水管清

掃延長は、必ずしも「プ」市内の下水・排水管路延長と比例関係にない。これらの関係を図 R 2.1.12 に示す。

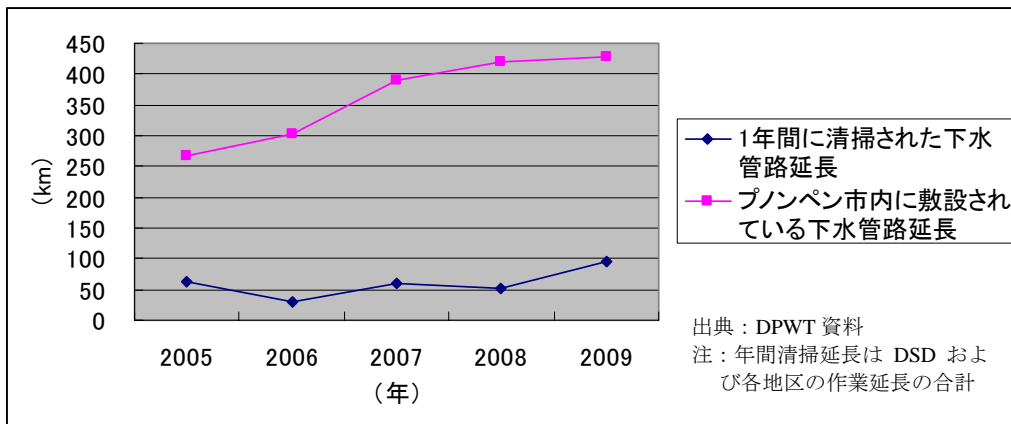


図 R 2.1.12 プノンペン市内排水管路延長と1年間に清掃された排水管路延長の関係

「プ」市における下水・排水管の平均的な清掃速度の実績値を DSD に対する聞き取りにより調査した結果は、表 R 2.1.9 の通りである。

表 R 2.1.9 DSD による排水管清掃速度

管径 (mm)	*土砂深 (%)	標準作業量
300	30	100m/日
600	30	40m/日
1,000	30	20m/日

出典：DSD ヒアリング * 土砂深は、円形管の断面に対する割合
注：標準作業量は、DSD および各地区の清掃作業の実績に基づく目安値

「プ」市における排水管清掃速度は、表 R 2.1.10 に示す日本国内の排水管路内清掃作業の標準的な速度と比較すると、管径が小さいほど遅く、能率が低いことが分かる。これは、「プ」市における清掃作業が人力により行われており、管径が小さくなると人力による清掃作業が困難となるためであると考えられる。大口径管の清掃は、「プ」市（人力作業が主）と日本（機械作業が主）でそれほど清掃速度に大差はないが、小口径の場合は大きな差が生じている。

表 R 2.1.10 日本国内の排水管路内清掃標準作業量

管径 (mm)	*土砂深 (%)	標準作業量	備考
300	30	198m/日	高压洗浄車などの機能で管内堆積物（土砂等）をマンホールに寄せて、汚泥吸引車で除去する。汚泥吸引車、高压洗浄車および給水車を標準とする。
600	30	77m/日	
700	30	57m/日	
1,000	30	26m/日	作業員が直接管内に入り、汚泥吸引車のホースを操作して管内堆積物を除去する。汚泥吸引車と高压洗浄車および給水車を標準とする。
1,500	10	10m/日	
2,000	8	8m/日	

出典：維持管理積算資料 2004 社団法人 日本下水道管路管理業協会

* 土砂深は、円形管の断面に対する割合

(c) 維持管理作業における問題点

上記の DSD の管路清掃作業において、現在問題となっている点は表 R 2.1.11 の通りである。

表 R 2.1.11 DSD が実施する現状の清掃作業の問題点

項目	問題点
安全性	(1) 既存コンビ車の吸引力が弱いため、比重の重い汚泥を吸引することが困難で水ばかりを吸っている。そのため、酸素欠乏や有毒ガスによる中毒の恐れがある閉塞空間で長時間に渡り、人力により汚泥を運搬しており、安全性に問題がある。 (2) 不衛生な汚水や汚物を扱うことから感染症に罹患する可能性が高い。
作業効率	(1) 既存コンビ車の高圧洗浄水圧が弱いため、汚泥を取り除くことが困難であり、人力に頼らざるをえず、作業効率が悪い。 (2) 既存コンビ車の吸引方式が真空ポンプであるため汚泥・堆積物の吸引に適しておらず、吸引効率が悪い。(汚泥・堆積物の吸引には、ブロワ式が適している) (3) コンビ車のため、「吸引タンクの満杯」か「洗浄水タンクの水不足」のどちらかが発生すると一旦、機材が現場を離れる必要があり、作業効率が悪い。
機動性	「プ」市内の多くの道路は幅が狭く、既存コンビ車は大型車(10ton 車級)のため狭い道への進入が限られる。また、狭い道に多く設置されている小口径管(口径 200mm～500mm)は、人力での清掃が行き届かず詰まるケースが多いことから、高圧洗浄機能により確実に小口径管の清掃が実施されることが求められる。

出典：JICA 調査団

(5) 過去の無償資金協力で建設した施設の運営維持管理状況

本プロジェクトのフェーズ1およびフェーズ2で建設した堤防・護岸・樋管等の洪水防御施設および排水路・排水管・ポンプ場等の排水施設の維持管理に関しては、各々の工事完了時にコンサルタントが維持管理マニュアルを作成し、DPWT および DSD に内容を説明し、定期的および緊急時の点検・メンテナンスを実施するよう指導している。このマニュアルにしたがって点検・メンテナンス結果をチェックシートなどに記録して DPWT および DSD の職員が施設の管理を実施している。

(a) ポンプ場の運営維持管理

本プロジェクトのフェーズ1で建設されたトンプンポンプ場の運営維持管理状況は、運転維持管理記録帳に記されている。年間を通し、運転開始時間・終了時間、運転時間、運転中の特記事項、部品の修理・交換等について運転員がこの記録帳に毎日記録し、監督者が確認サインを行っている。フェーズ1で作成したポンプ場の維持管理マニュアルも使用されており、定期的な検査とモニタリングが実施されている。また関係者間で機器の情報を共有しており、適切な管理がなされている。一例として、ポンプに接続するケーブルの被覆ゴムが磨耗により予想以上に早く磨り減ってしまうのに対し、自ら日本のメーカーに交換部品を注文、輸入、交換して、ポンプを適切に整備している。

(b) 排水路の運営維持管理

本プロジェクトのフェーズ1で改修した排水路の運営維持管理については、作成した維持管理マニュアルに基づいて、定期的なモニタリングが実施されている。実際の運営維持管理作業としては、排水路内に堆積したヘドロやごみの浚渫作業は DSD が担当し、水路法面の小規模な補修・整備、側溝の清掃、廃棄されたごみの収集・運搬は各地区当局が担当している。

(c) フェーズ2で建設された施設の運営維持管理

フェーズ2で建設された施設は2010年3月完工のため、本準備調査の現地調査時点では運営維持管理状況は確認できていない。

2.2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 市内既設排水路（開水路）の整備状況

「プ」市内の排水路は、表 R 2.2.1 に示すとおり総延長約 9km が整備、運用されている。これらの排水路の改修・整備事業は、2001～2004 年に実施されたフェーズ 1 事業および ADB ローンにより実施された排水改善プロジェクトにより実施された。

表 R 2.2.1 プノンペン市内の既設排水路延長

No.	排水路名	排水路延長 (m)	改修事業
1	Meanchey	4,000	無償資金協力(日本/JICA) フェーズ 1
2	Trabek	2,450	ADB
3	Salang	1,500	無償資金協力(日本/JICA) フェーズ 1、下流側の約 900m のみ改修
4	East Toul Sen	600	ADB
5	West Toul Sen	560	ADB
計		9,110	

(2) トラベックポンプ場およびトラベック排水路

トラベックポンプ場およびトラベック排水路は 5 年確率降雨に対して計画されている。水理検討報告書によれば、排水諸元は以下のとおりである。トラベック調整池の水位が EL.5.25m を超えないようにポンプ運転することを基本としている。

表 R 2.2.2 トラベックポンプ場とトラベック排水路の水理諸元

項目	諸元	備考
総流域面積	11.39km ²	内トラベック排水路に流入する面積は 10.63km ²
基底流量 (汚水)	600 l/s	雨季(1998 年当時)
設計降雨時間	3 時間雨量	
設計降雨確率	5 年確率	
トラベック調節池の計算水位	5 年確率降雨時：約 EL.5.25m 10 年確率降雨時：約 EL.5.35m	排水路の計画は 5 年
トラベック調節池の面積	EL.4.0m：約 15ha EL.5.0m：約 62ha	EL.4.0m：池部 EL.5.0m：宅地部含む
ポンプ能力	8m ³ /s	12 時間で調節池内水位を EL.4.0m 程度に下げる
ポンプ運転開始水位	EL.3.8～4.0m：1～2 台 EL.4.0m 以上：8 台	乾季も運転

出典：Final Report, Hydraulic Design of Canals (Part B: Drainage), Phnom Penh Water Supply and Drainage Project, (Sheladia Associates Inc., Cowi Consulting Engineers, September 1998)

(3) 本事業関連施設へ至る道路の整備状況

本事業対象地域は、全域が市街地であり、関連施設へのアクセスに利用される道路が整

備されている。したがって、アクセス状況に関する問題は特に無い。

(4) 電気・電話・水道の整備状況

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

2.2.2 自然条件

(1) 気象・水文

気象・水文調査は、過去9年間（2001年～2009年）のサップ川水位データ（チャトムック（Chaktomuk）、プノンペン港（Phnom Penh Port））と、ポチェントン（Pochentong）気象観測所のデータを収集、整理した。その結果を以下に示す。

(a) 降水量

「プ」市の気候は熱帯モンスーン性気候に属し、過去9年間における年間降雨量は平均で約1,400mmだが、1,153mm（2004年）から1,934mm（2008年）とバラつきが大きい。年間降雨量の8～9割が雨季に集中している。過去9年間の降雨発生日数の最大値は158日であり、2008年に観測された。

1年間の降雨量の傾向としては、雨季にあたる5月～11月は、降雨量で100mm/月、降雨発生日数で15日/月を超過する月が多い。乾季にあたる12月～4月は、降雨量で50mm/月、降雨発生日数で5日/月以下で推移する月が多い。8月～10月は特に降雨が多く、降雨量で200mm/月、降雨発生日数で20日/月を超過する月が多い。

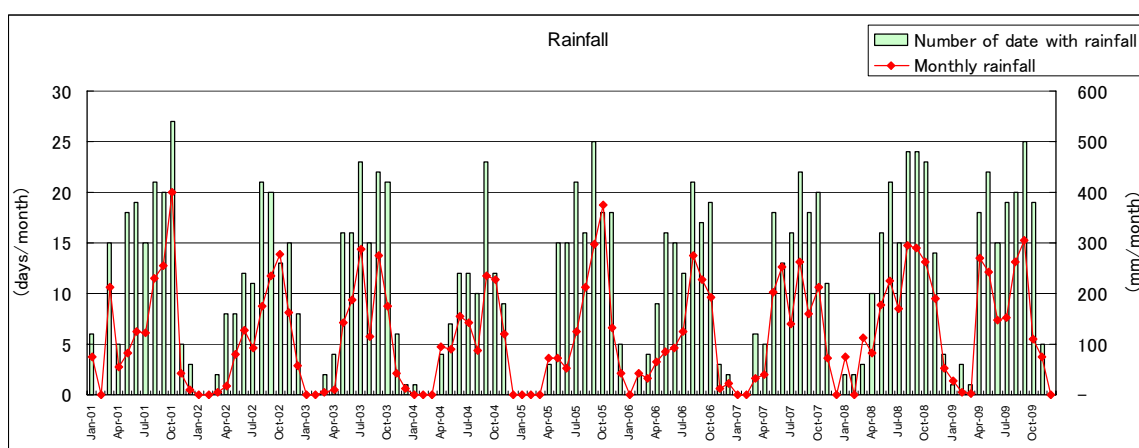


図 R 2.2.1 降雨量データ（2001年～2009年：ポチェントン観測所）

(b) 気温・湿度

月最高気温および月最低気温の年間平均値は、各々約36℃および約22℃であり、それぞれ1年を通じての変動幅が10℃未満と小さい。月最高気温は、年間を通じて30℃以上が維持され、3月～5月の気温が高く、過去9年間で記録された最高気温は40.0℃

(2005年5月)である。月最低気温の過去9年間での最低値は17.2℃(2001年12月)である。湿度の月間平均値は、ほぼ70%~80%程度の間で推移し、典型的な高温多湿の気候が1年を通じて維持される。

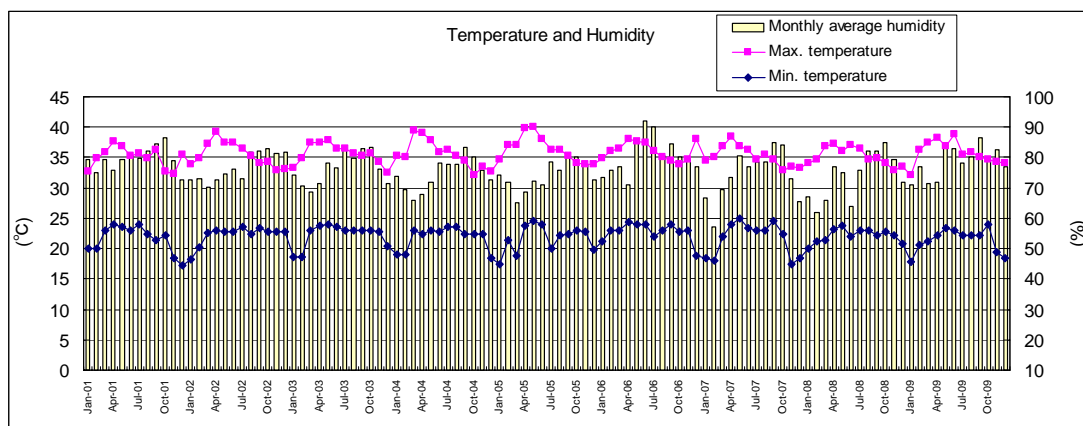


図 R 2.2.2 気温・湿度データ (2001年~2009年:ポチェントン観測所)

(c) 風速・風向

過去9年間で観測された最大風速は、21.0m/s(2006年7月)である。雨季における風速の方が乾季における風速よりも大きい傾向がある。風向は、10月~1月にかけて北寄り、2月~4月にかけて南東、5月~9月は西~南西が中心となる。

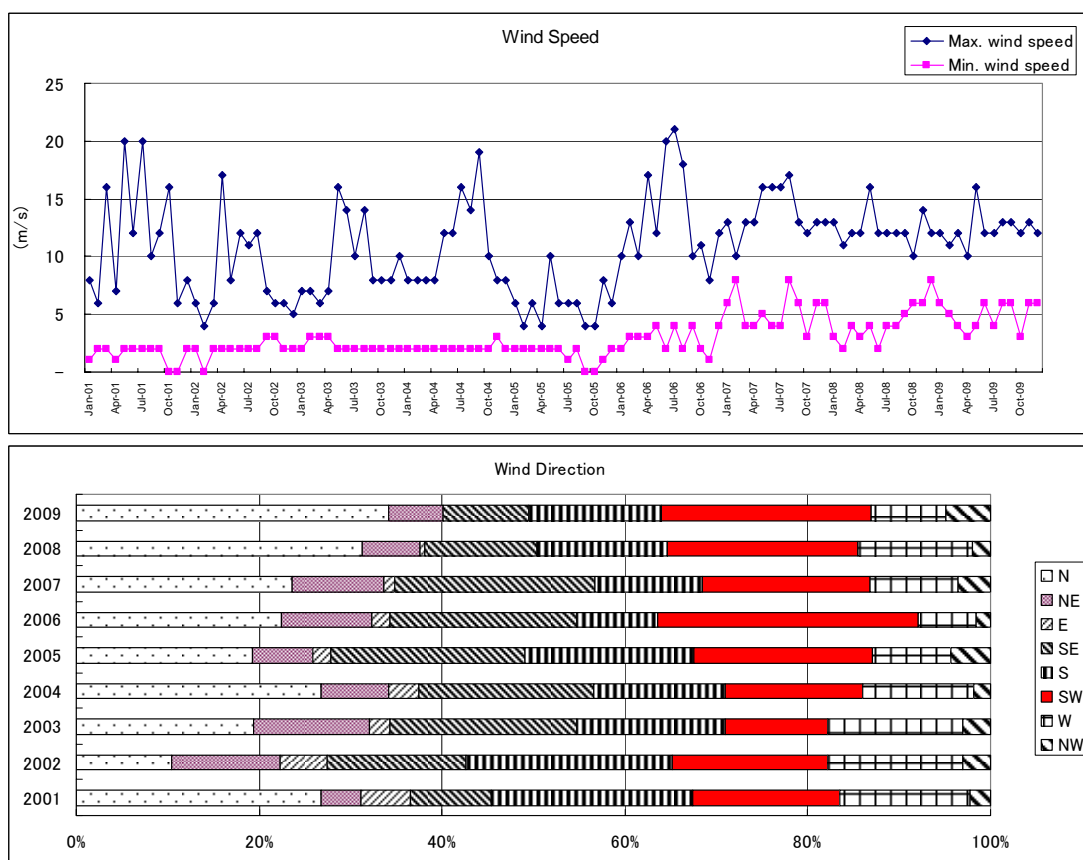


図 R 2.2.3 風速・風向データ (2001年~2009年:ポチェントン観測所)

(d) サップ川水位

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

チャトムック観測所における過去9年間の最高水位は、EL.+9.73m (2001年9月)で、最低水位は EL.+0.33m (2005年5月)である。同観測所における年間最高水位平均値は EL.+8.70m、年間最低水位平均値は EL.+0.68m である。

プノンペン港観測所における過去9年間の最高水位は、EL.9.78m (2002年9月)で、最低水位は EL.+0.78m (2006年4月)である。また、同観測所における年間最高水位平均値は EL.+8.81m、年間最低水位平均値は EL.+0.75m となっている。

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

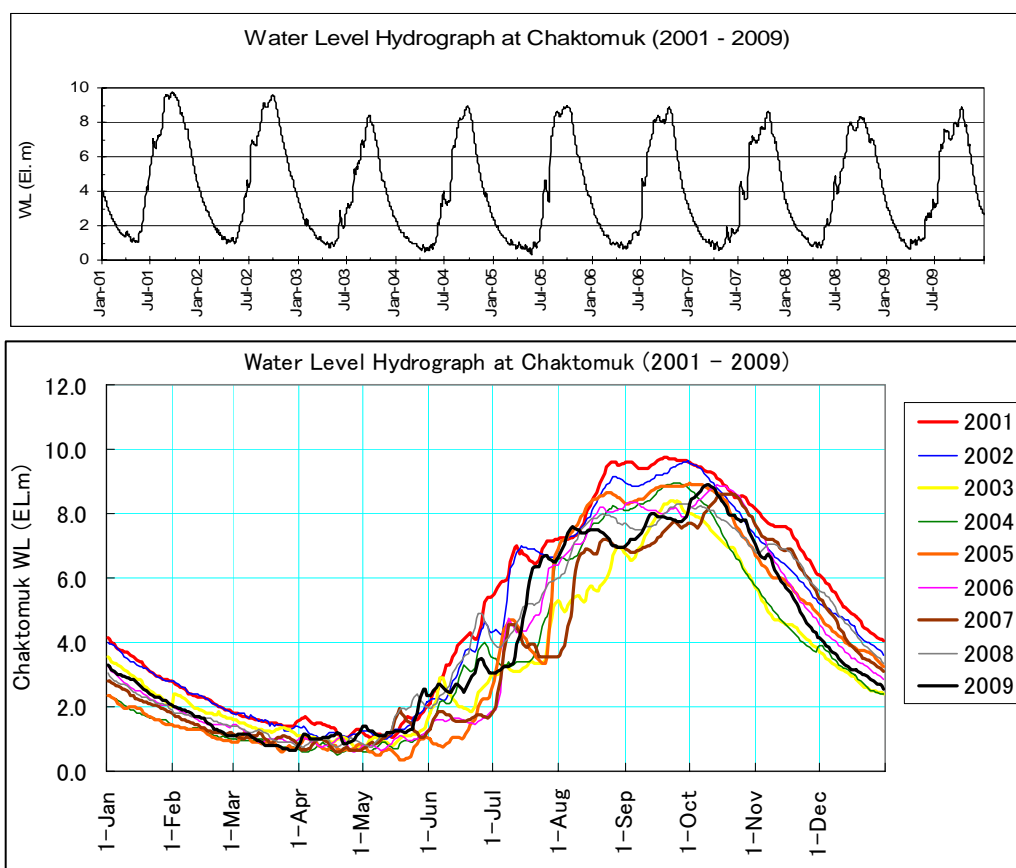


図 R 2.2.4 サップ川水位データ (チャトムック観測所)

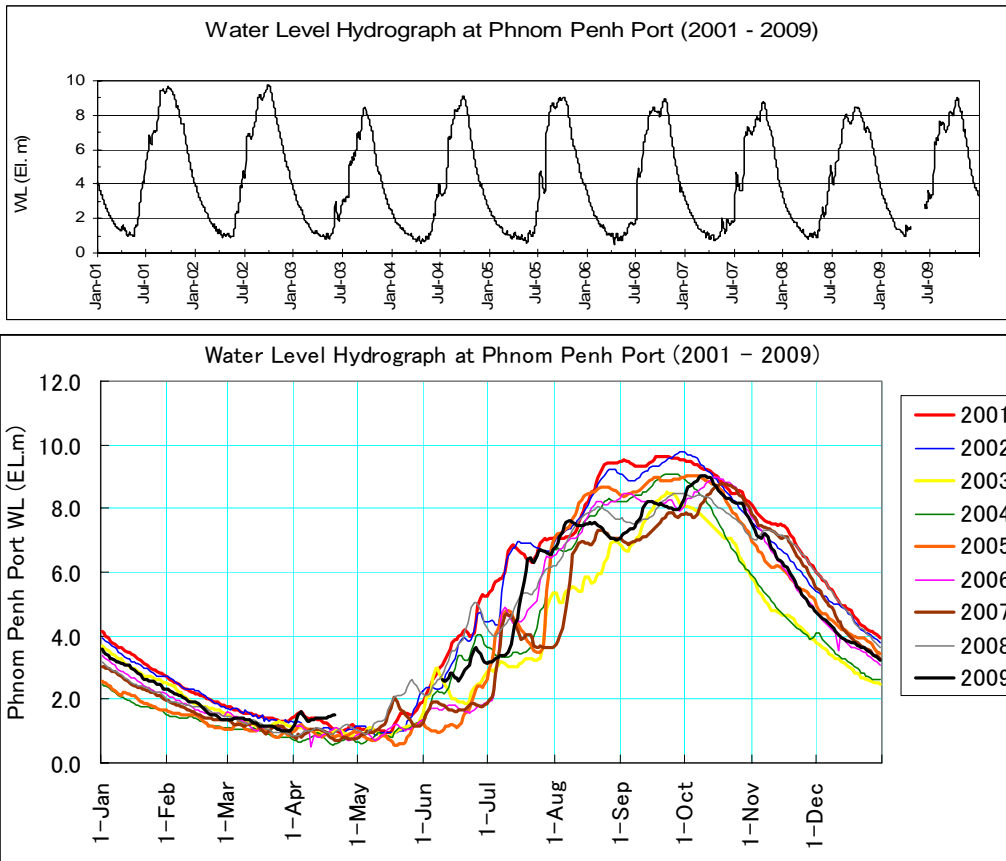


図 R 2.2.5 サップ川水位データ (プノンペン港観測所)

(2) 地形

(a) 概要

「カ」国の国土は、国境部の山岳地帯、メコン川およびサップ川が形成した中央平原、両者の間に分布する丘陵地帯に大きく大別され、中央平原が社会・経済・産業の中心となっている。「プ」市は、メコン川、サップ川、バサック川の合流・分枝地点右岸の沖積低地にあり、旧市街地は自然堤防上に位置するが、新興住宅地は低湿地帯に位置する。とりわけ市街地周辺は北のブン・コック (Boeng Kak) 湖、南のトンプン (Tompun) 湖およびトラベック (Trabek) 湖などの湖沼が多く形成された低湿地帯に位置する。

(b) 地形測量

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

- 排水管敷設予定地を対象とした道路測量 (縦横断測量)
- 王宮南側チャンバー周辺を対象とした平面測量

表 R 2.2.3 に地形測量概要を、図 R 2.2.6 に道路測量の実施位置を、図 R 2.2.7 に王宮南側チャンバー周辺の平面測量の実施位置を示す。

表 R 2.2.3 地形測量概要

大項目		細項目	数量
排水管網 および道路	道路	縦断測量	26.0 km
		横断測量 (L=20 m)	520 断面 (50 m 間隔)
王宮南側チャンバー周辺	平面地形	平面測量	10,000m ²



図 R 2.2.6 道路縦横断測量実施位置図

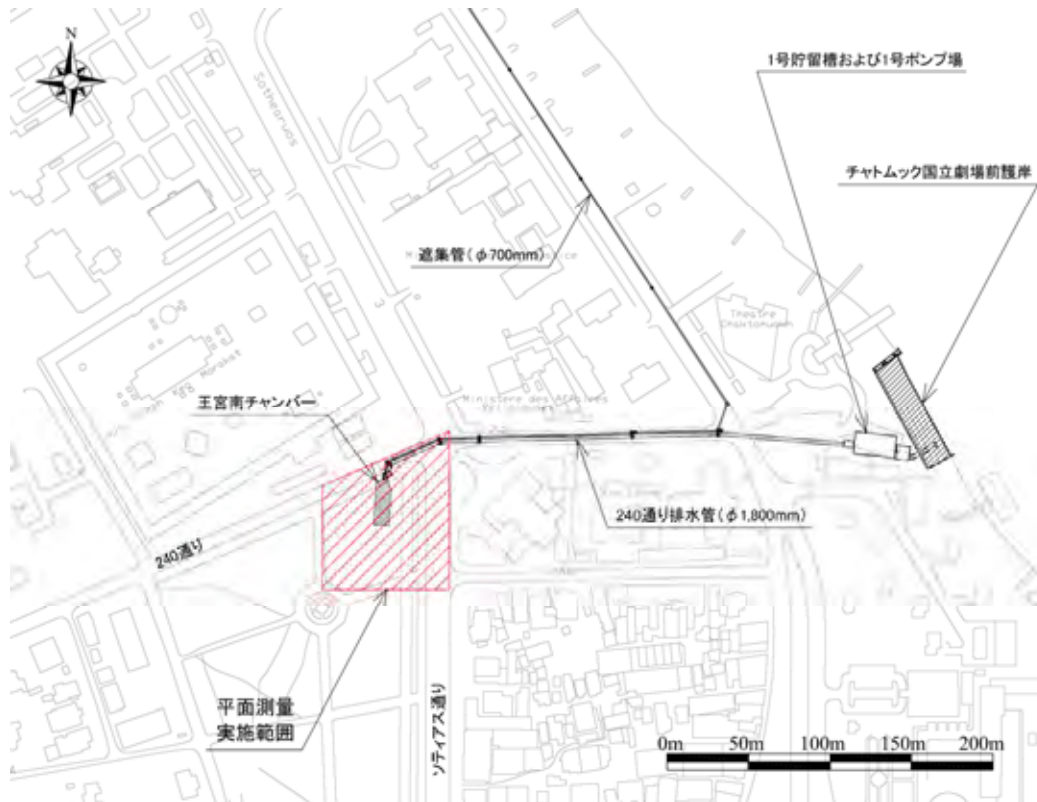


図 R 2.2.7 王宮南側チャンバー周辺の平面測量実施位置図

(3) 路線測量 (マンホール調査)

マンホール調査は、フェーズ2 現地調査時にも実施されている。フェーズ2 の現地調査では、261 箇所のマンホール測量を実施し、261 箇所内、104 箇所が本協力対象事業の対象流域内（トラベック地区）となっている。

本準備調査の現地調査では約 600 箇所のマンホールを対象に測量を実施した。マンホール測量の目的は以下のとおりである。

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

測量対象とするマンホールは、以下の点を考慮し、選定を行った。

- MOUSE シミュレーションの構築に必要となるマンホールを選定
- 本事業対象流域内の浸水被害状
- 「カ」国より要請された新設排水管位置
- 調査時点で想定された新設排水管位置図

図 R 2.2.8 に調査したマンホールの位置図を示す。

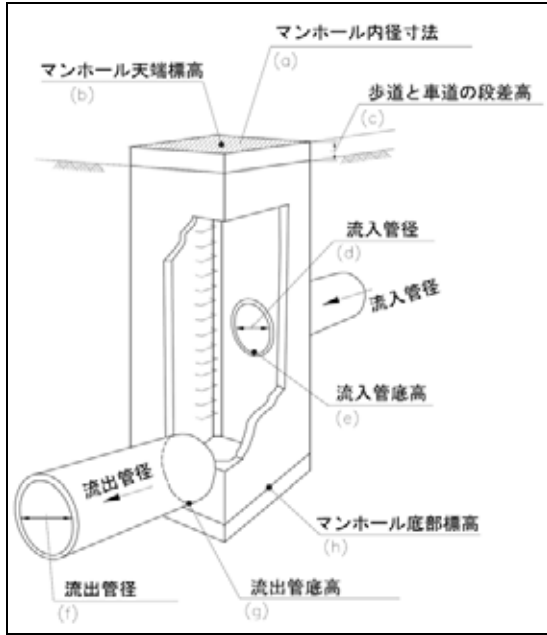


図 R 2.2.8 調査対象マンホール位置図

各マンホールにおける調査項目は表 R 2.2.4 のとおりである。調査結果はマンホールごとに図 R 2.2.9 のマンホール調査票に記録した。測量時には、設計、施工計画立案の基礎資料となるようマンホール内部、周辺状況がわかる写真を撮影し、調査票に添付した。

表 R 2.2.4 マンホール調査項目

(a) マンホール内径寸法	(e) 流入管底高
(b) マンホール天端標高	(f) 流出管径
(c) マンホール地点における歩道と車道との段差高 (通常マンホールは歩道下に設置されている)	(g) 流出管底高
	(h) マンホール底部標高
(d) 流入管径	(i) マンホール内のごみ、汚泥、土砂等の堆積状況



マンホール調査項目

出典: JICA 調査団

Existing Manhole Survey

Code Number	R750		Surveyor	Site Visit
Date	4/4/10	Time	7:00	
SW				
Flow Direction				
Size				
Depth ¹				
Bottom E.L.				
Slag				
S				
Flow Direction				
Size	Ø400			
Depth ¹	1200			
Bottom E.L.				
Slag				
NE				
Flow Direction				
Size				
Depth ¹				
Bottom E.L.				
Slag				
W				
Flow Direction				
Size				
Depth ¹				
Bottom E.L.				
Slag				
Manhole				
Size	Ø600/500			
Top E.L.				
Depth ¹	1400			
Bottom E.L.				
Height ¹	150			
Depth of Slag	100			
E				
Flow Direction				
Size	Ø600			
Depth ¹	1300			
Bottom E.L.				
Slag				
SW				
Flow Direction				
Size	Ø700			
Depth ¹	1300			
Bottom E.L.				
Slag				
S				
Flow Direction				
Size	Ø700			
Depth ¹	1300			
Bottom E.L.				
Slag				
SE				
Flow Direction				
Size				
Depth ¹				
Bottom E.L.				
Slag				

Depth¹ Depth from the top of manhole
Depth² Depth from road or road

マンホール調査票

図 R 2.2.9 マンホール調査項目と調査票

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

(4) 地質調査（ボーリング調査）

王宮南側チャンバーの改修の計画・設計および施工計画に必要となる地質状況を把握するため、機械ボーリング調査および室内土質試験を実施した。地質調査結果は、チャンバーの基礎形式の検討資料となる。

(a) ボーリング調査の概要

表 R 2.2.5 にボーリング調査概要を、図 R 2.2.10 にボーリング調査地点を示す。ボーリング時には、4 種類の原位置試験および室内土質試験用の資料の採取を実施した。

表 R 2.2.5 ボーリング調査実施概要

項目	概要
ボーリング実施位置	王宮南側の緑地内北東端部（既存王宮南側チャンバー設置箇所東側）
ボーリング施工仕様	地表面標高：EL.9.61m 掘削深度：36m（EL.-26.39m まで）（N 値 40 以上を 3m 確認した位置） ボーリング口径：66mm
原位置試験・調査	(1) 標準貫入試験（SPT） (2) 地下水位計測 (3) 室内試験用試料採取 (4) 土質柱状図作成用試料採取
室内土質試験	・物理試験（攪乱試料）： 単位体積重量試験、密度試験、粒度試験、液性限界・塑性限界試験 ・力学試験（不攪乱試料）：圧密試験、せん断試験、一軸圧縮試験

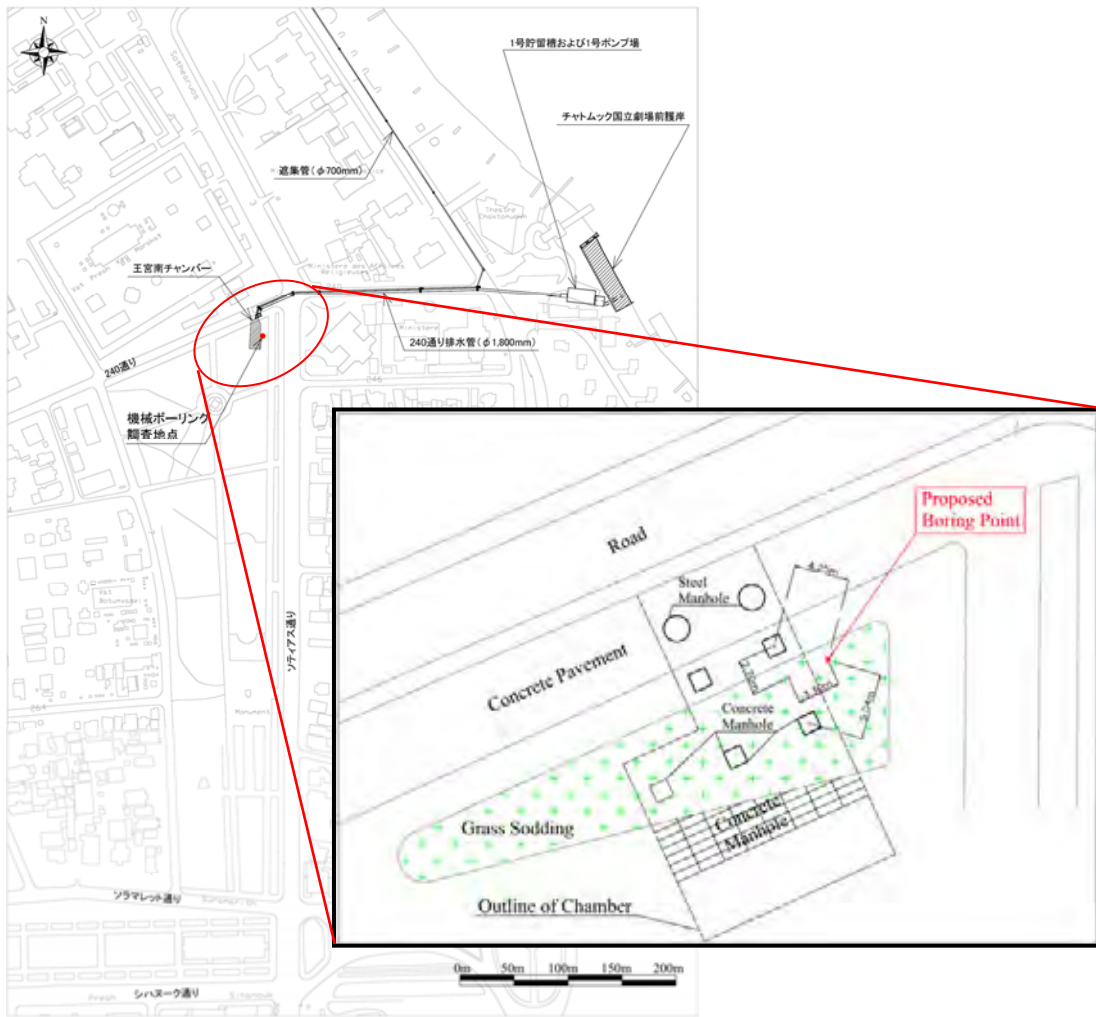


図 R 2. 2. 10 ボーリング調査地点位置図

(b) ボーリング調査結果

ボーリング調査結果として、N 値分布図をに、土質一覧表を表 R 2.2.6 に示す。ボーリング調査地点の地質状況は、表層土の下に N 値が低い (N 値 10 未満) 粘土質細砂層もしくは砂質粘土層が深度 30m 程度 (EL.-20m 程度) まで連続する。深度 30m 以下になると、N 値 30 以上の締まった粘性土層に到達する。

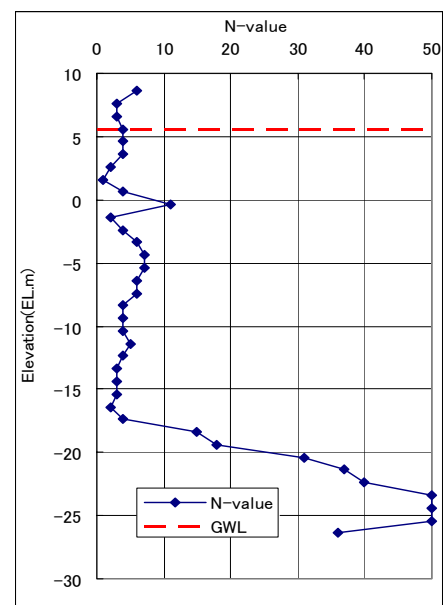


図 R 2. 2. 11 機械ボーリング調査結果 (N 値分布)

表 R 2.2.6 機械ボーリング調査結果（土質一覧）

深度	土質	平均 N 値	主要な土質調査結果					
			単位体積 γ	一面せん断		一軸圧縮 qu	圧密試験	
				C	ϕ		e0	Cc
GL-1m	表層土 GS	-	-	-	-	-	-	-
GL-6m	細砂混粘土 CL	4	18.44 18.28	5.3 5.1	8 7	44.2 29.5	0.643 0.660	0.225 0.165
GL-9m	粘土混細砂 SL	2	-	-	-	-	-	-
GL-15m	細砂混粘土 CL	7	18.10 17.82	5.5 6.4	8 6	-	-	-
GL-21m	粘土混細砂 SM	5	18.21 17.82	0.2 0.8	23 23	-	-	-
GL-24m	シルト層 ML	4	-	-	-	-	-	-
GL-28m	粘土質細砂 SC	3	17.93 18.21	1.5 1.9	19 18	-	1.273 1.141	0.393 0.345
GL-29m	粘土質細砂 SC	15	-	-	-	-	-	-
GL-30m	砂質粘土 CL	18	-	-	-	-	-	-
GL-33m	細砂混粘土 CH	36	-	-	-	327 351	-	-
GL-36m	細砂混粘土 CH	>50	-	-	-	-	-	-

Note: *1: 地下水位 GL-4m *2: 単位 γ :kN/m³, C:kN/m², ϕ :degree, qu:kPa

(5) 地下埋設物調査（試掘調査含む）

新設排水管敷設に際して障害となる可能性がある地下埋設物の調査を実施した。「プ」市における地下埋設物は、表 R 2.2.7 に示すように、上下水道、電気、電話、テレビおよび光ケーブルの 6 種類がある。

表 R 2.2.7 地下埋設物管轄機関一覧

埋設物	管理	管轄機関
下水道（排水管）	公共	DPWT
	公共	District Office
上水道	公共	プノンペン市水道公社(PPWSA)
電気	公共	カンボジア電気公社(EDC)
電話	公共	Telecom Cambodia
	民間	Camintel 社
テレビ	民間	PPFOTV 社
光ケーブル	民間	CFOCN 社

調査は、各地下埋設物の管轄機関が保有する埋設データを収集し、調査対象地域における埋設物の種類とおおよその敷設位置を把握することとした。しかしながら、これらの資料により平面的には各埋設物のおおよその敷設位置を把握することは出来るが、正確な位置は表記されておらず、特に埋設深さを把握することが出来ない。例外として PPWSA から入手した、シャルル・ド・ゴール通りおよびモニレ通り沿いに埋設された主送水管の施工図に関しては、詳細な平面線形および敷設深度が記載されていた。

本協力対象事業での新設排水管は、全て道路下に敷設するものであり、これには交通量の多い主要道路や交差点の横断を含んでいる。このような地点では施工の制約が多いため、施工時に設計変更が発生しないよう、地下埋設物の位置を可能な限り正確に把握し管路設計に反映させる必要がある。このため、計画路線内において特に重要地下埋設物があると

想定される場所 10 箇所を図 R 2.2.12 に示す通り選定し、試掘調査を実施した。

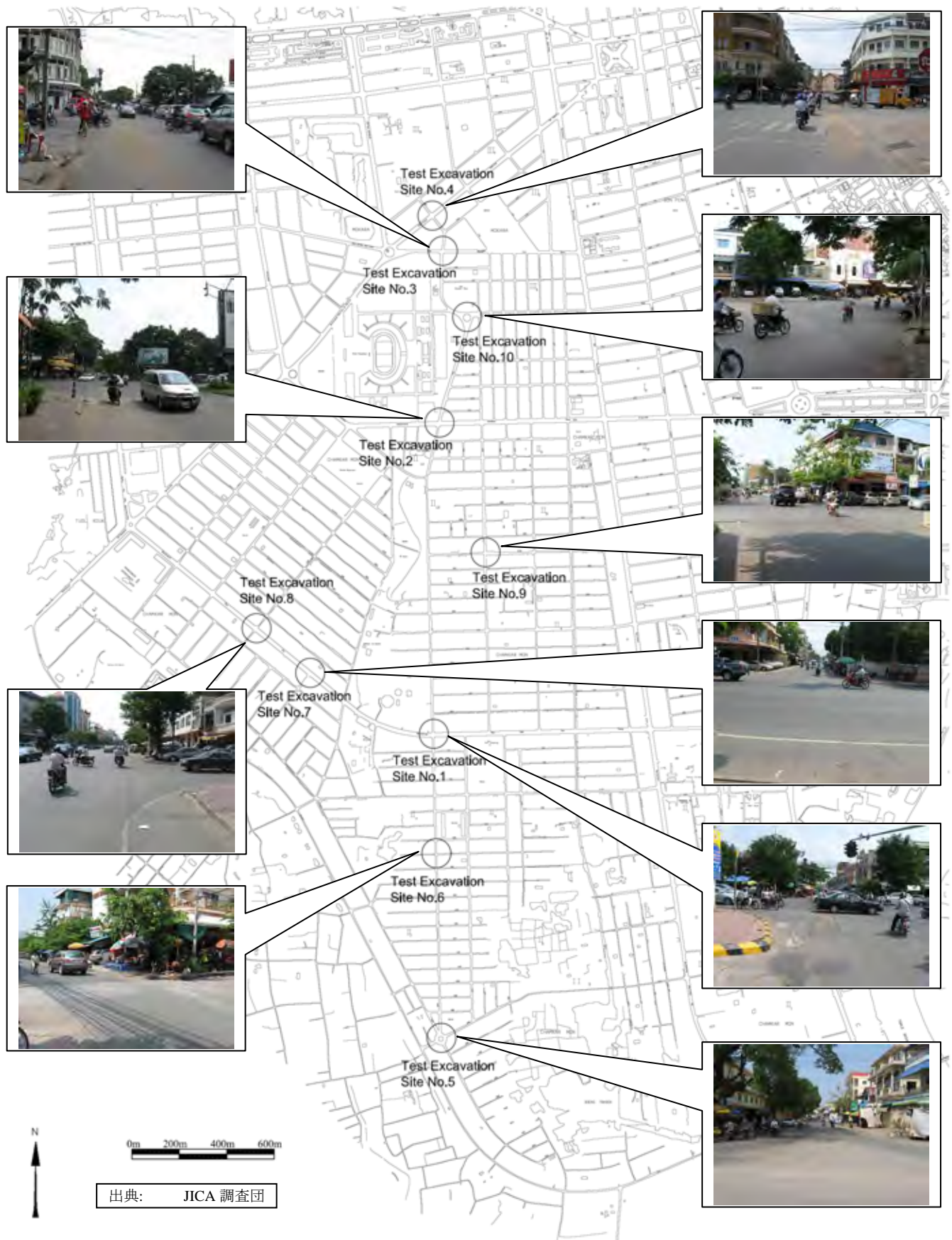


図 R 2.2.12 試掘調査地点

また、各地点の試掘調査結果およびその調査結果に基づく排水管敷設計画と対応、必要な移設作業を、表 R 2.2.8 および表 R 2.2.9 に示す。

表 R 2.2.8 試掘調査結果(1/2)

試掘地点		確認された地下埋設物		敷設排水管との関係 および対応	移設作業
No.	交差道路	種類、外径	深度		
1	163 番 毛沢東	電話線 φ 150×2, φ 100, φ 30 給水管 φ 300 電話線 φ 100 排水管 φ 600 電話線 φ 100 給水管 φ 300 光ケーブル φ 98×8	0.68m 0.77m 0.97m 0.66m 1.06m 0.68m 0.58m	排水管敷設検討の結果、新設排水管は敷設されない	—
2	161 番 シアヌーク	信号用送電線 φ 80 電話線 φ 150 給水管 φ 300 排水管 φ 1200 電話線 φ 100×4 給水管 φ 300 排水管 φ 1200 送電線 □ 250×270 給水管 φ 300 光ファイバー φ 98×8	0.30m 0.82m 0.60m 0.87m 1.30m 1.33m 0.95m 1.07m 1.00m 0.65m	干渉しない 干渉しない 干渉しない 新設排水管に取り込む 吊り上げ、下に排水管を敷設 干渉するため、移設する 新設排水管に取り込む 吊り上げ、下に排水管を敷設 干渉するため、移設する 干渉しない	— — — (新設排水管へ接続) <u>吊り上げ作業範囲の掘削</u> <u>掘削、給水管新設</u> (新設排水管へ接続) <u>吊り上げ作業範囲の掘削</u> <u>掘削、給水管新設</u> —
3	161 番 182 番	排水管 φ 400 送電線 φ 60 電話線 φ 20 排水管 φ 1200 給水管 φ 300 排水管 φ 1200 送電線 φ 50×2	0.91m 0.56m 0.90m 1.25m 0.73m 1.30m 0.40m	干渉しない 干渉しない 干渉しない 新設排水管に取り込む 干渉しない 新設排水管に取り込む 干渉しない	— — — (新設排水管へ接続) — (新設排水管へ接続) —
4	161 番 シャルル・ ド・ゴール	光ファイバー φ 98×8 電話線 φ 30 送電線 φ 50 電話線 φ 80 電話線 φ 60 給水管 φ 300 給水管 φ 250 送電線 φ 50 排水管 φ 700 排水管 φ 700 電話線 φ 100 給水管 φ 300 排水管 φ 400	0.63m 0.71m 0.30m 0.58m 0.74m 1.31m 1.35m 0.77m 1.35m 0.88m 0.95m 1.15m 1.04m	吊り上げ、下に排水管を敷設 吊り上げ、下に排水管を敷設 干渉しない 吊り上げ、下に排水管を敷設 吊り上げ、下に排水管を敷設 干渉するため、移設する 干渉するため、移設する 干渉しない 新設排水管に取り込む 新設排水管に取り込む 干渉しない 干渉するため、移設する 干渉しない	<u>吊り上げ作業範囲の掘削</u> <u>吊り上げ作業範囲の掘削</u> — <u>吊り上げ作業範囲の掘削</u> <u>吊り上げ作業範囲の掘削</u> <u>掘削、給水管新設</u> <u>掘削、給水管新設</u> — (新設排水管へ接続) (新設排水管へ接続) — <u>掘削、給水管新設</u> —
5	環状道路 488 番	給水管 φ 300 電話線 φ 150 排水管 φ 1200	1.33m 0.82m 0.87m	干渉しない 干渉しない 干渉しない	—
6	163 番 454 番	電話線 φ 20 送電線 φ 50 給水管 φ 200 送電線 φ 150 電話線 φ 100 排水管 φ 700	0.91m 0.63m 0.95m 0.97m 0.73m 1.00m	干渉しない 干渉しない 干渉しない 干渉しない 干渉しない 新設排水管に取り込む	— — — — — (新設排水管へ接続)

表 R 2.2.9 試掘調査結果 (2/2)

試掘地点		確認された地下埋設物		敷設排水管との関係 および対応	移設作業
No.	交差道路	種類、外径	深度		
7	183 番、 毛沢東	排水管 φ 500	1.22m	干渉しない	—
		排水管 φ 500	0.65m	新設排水管に取り込む	(新設排水管に接続)
		排水管 φ 300	0.57m	新設排水管に取り込む	(新設排水管に接続)
		送電線 φ 50	0.24m	干渉しない	—
		光ファイバー φ 98×8	0.85m	干渉しない	—
		給水管 φ 250	0.45m	干渉しない	—
		給水管 φ 100	0.30m	干渉しない	—
8	193 番 毛沢東	送電線 φ 30	0.56m	干渉しない	—
		送電線 φ 40	0.89m	干渉しない	—
		給水管 φ 150	1.03m	干渉しない	—
		排水管 φ 500	0.92m	新設排水管に取り込む	(新設排水管に接続)
		送電線 φ 50	0.35m	干渉しない	—
		排水管 φ 600	1.20m	新設排水管に取り込む	(新設排水管に接続)
		送電線 φ 150	0.74m	干渉しない	—
		給水管 φ 200	0.73m	干渉しない	—
		光ファイバー φ 98×8	0.57m	干渉しない	—
		給水管 φ 100	0.63m	干渉しない	—
9	143 番 310 番	給水管 φ 200	1.41m	干渉しない	—
		コンクリート板 t=100mm	0.48m	干渉しない	(板と排水管を離して設置)
10	環状道路 163 番	排水管 φ 250	0.56m	干渉しない	—
		排水管 φ 1000	0.76m	干渉しない	
		給水管 φ 150	0.66m	干渉しない	
		排水管 φ 1000	0.76m	干渉しない	

以下に、地下埋設物の各管轄機関へのヒアリング調査結果および試掘結果から確認された各種地下埋設物の埋設状況に関する全体的な状況を示す。

(a) 下水道 (排水管)

「プ」市における排水管网は、DPWT から最新の既存排水管网図を入手しているが、市南部地区（トゥール・トゥンペン北部、南部排水区）では、区役所が住民と共同で排水管网を敷設しており、これらの排水管路はDPWTの排水管网図には明示されていない。また、部分的に排水管と排水管を接続する排水管、家庭排水を下水道に流し込む排水管などの小口径の排水管が市内各所に敷設されているが、その詳細も不明である。

既存排水管は、基本的に道路と平行して歩道下に敷設されているが、碁盤目状の街路では必ず道路横断が発生する。本協力対象事業の排水管网計画では、既存排水管をそのまま残置して新設管を敷設することを基本方針とする。したがって、これら既存排水管の管径、平面線形および敷設深度を事前に把握し、既設管を新設管に合流させるか、若しくは分流させるかを判断した上で排水管网設計を実施することが重要である。

(b) 上水道

水供給管网に関する資料は、PPWSA から入手した。PPWSA の浄水場で造られた上水は、送水管を通して市域全域に給水されている。主要な送水管（管径 800mm～1,000mm）は、南北に走るモニボン通りおよびセントラルマーケットから南西市域方面に向かう 217 番通り（シャルル・ド・ゴール通りおよびモニレ通り）のほぼ中央に地表

下 3m から 4m の深さで敷設されている。また、主送水管から分岐した管径 250mm～300mm の枝管が、さらにこの枝管から分岐した管径 90mm～160mm の送水管が、地表下約 1.0m の深度で、市内全域に網状に敷設され、給水が行われている。

上記主要送水管は移設できないので、新設排水管を主要排水管の上部若しくは下部に敷設する計画とする。管径 250mm～300mm の枝管および管径 90mm～160mm の送水管は、地表面から 1.0m 以下の深度に敷設されていることから、排水管の土被り 1.0m 確保を基本とする本協力対象事業の敷設計画には重大な影響を与えるものではない。但し、地中に埋設されている枝管は鋳鉄管であり、移動させることが出来ない。このため、既設枝管が、新設排水管の敷設計画位置と干渉する場合、部分的な移設が必要となる。

主要道路を横断する形で計画される新設排水管の施工に際しては、仮設土留め鋼矢板の打設時実施前に既存送水管の位置を十分に把握して、破損等が発生しないよう注意して対応することが求められる。

(c) 電気

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

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

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

(d) 電話

電話線に関する情報は、通信省の子会社テレコム・カンボジア（Telecom Cambodia）が監督する民間会社のカミンテル（Camintel）から入手している。電話線は主として歩道下に最大 1.0m 程の深さで埋設されている。また、地中の電話線は、ケーブル若しくは細い PVC 管に入れられた状態で埋設されている。

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

(e) テレビ

テレビは、民間の PPFO TV がケーブルテレビ用のケーブルを歩道下に敷設しているが、歩道下における埋設深度は 1.0m 以内であることから、他の地下埋設物同様、本協力対象事業には直接影響を与えない。

(f) 光ケーブル

「プ」市内に埋設されている光ケーブルに関する資料は、カンボジア・光通信網会社 (CFOCN) から入手した。

この CFOCN によって埋設されている光ケーブルは、1 層 4 本の PVC で 2 層になっており、計 8 本の PVC が歩道下に最大 1.0m の深さで埋設されている。

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

推進工法によりケーブルが敷設された箇所を、図 R 2.2.13～図 R 2.2.14 に示す。開削工法で敷設されたケーブルが計画排水管と干渉した場合には、ケーブル部を再掘削して吊り上げることによって干渉を避けることが可能であるが、推進工法で敷設された光ケーブルの再敷設は、大きなコスト（時間、経費）を要する。したがって、推進工法によって光ケーブルが設置された箇所に排水管を敷設する際には、設置作業開始前の試掘でその設置深を確実に把握することが必要である。排水管およびケーブルが相互に干渉する場合には、CFOCN と協議を実施して、適切な対応を講じることとする。

なお、本協力準備調査での試掘調査の実施距離は全長 20.65km の排水管路全長の 1% にも満たない。このため施工業者は、実施工開始前に、全敷設区間において試掘を実施し、各埋設物の正確な位置を確認した上で工事着手する必要がある。

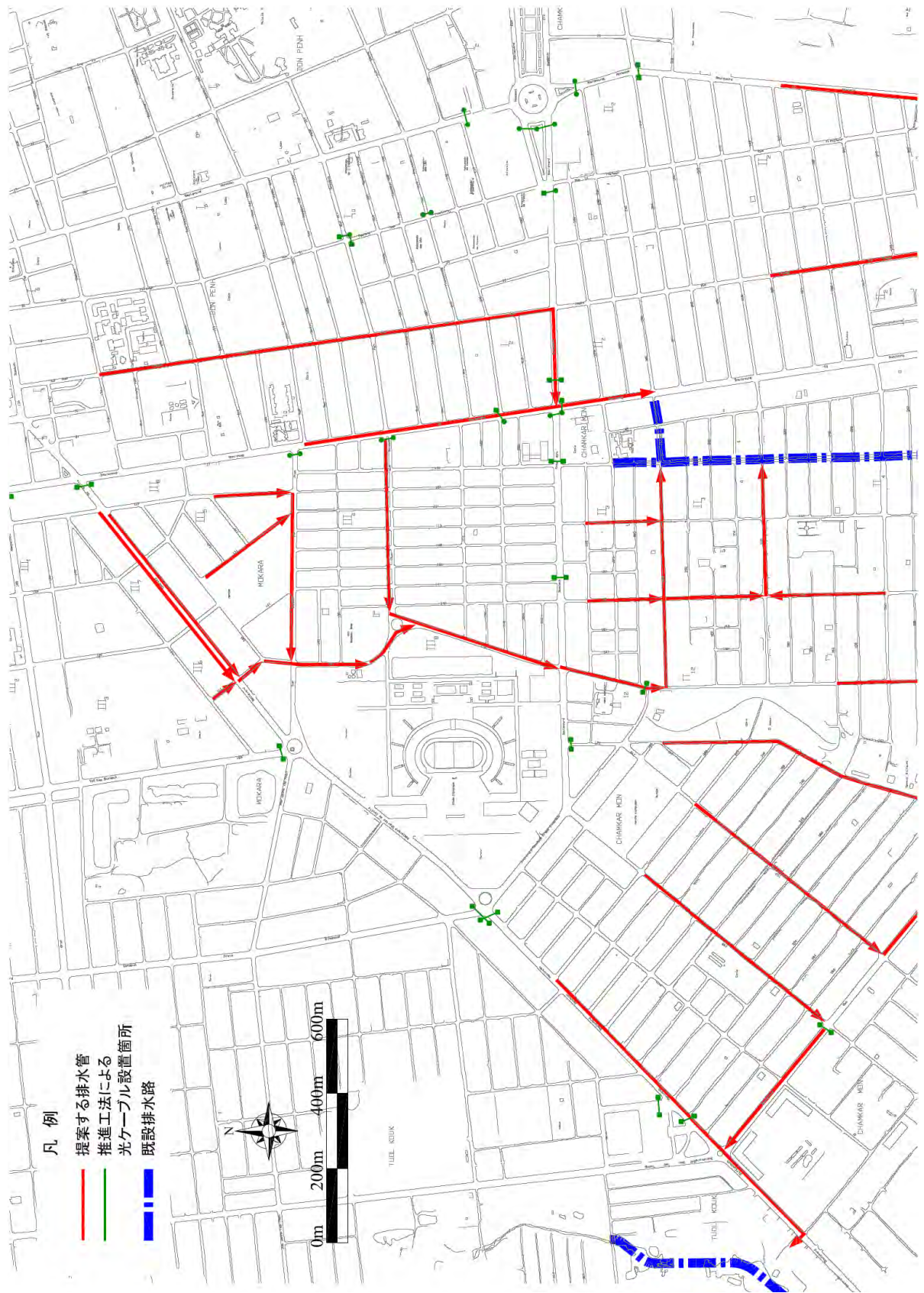


図 R 2.2.13 光ケーブルが推進工法により設置された箇所（調査対象地域北部）

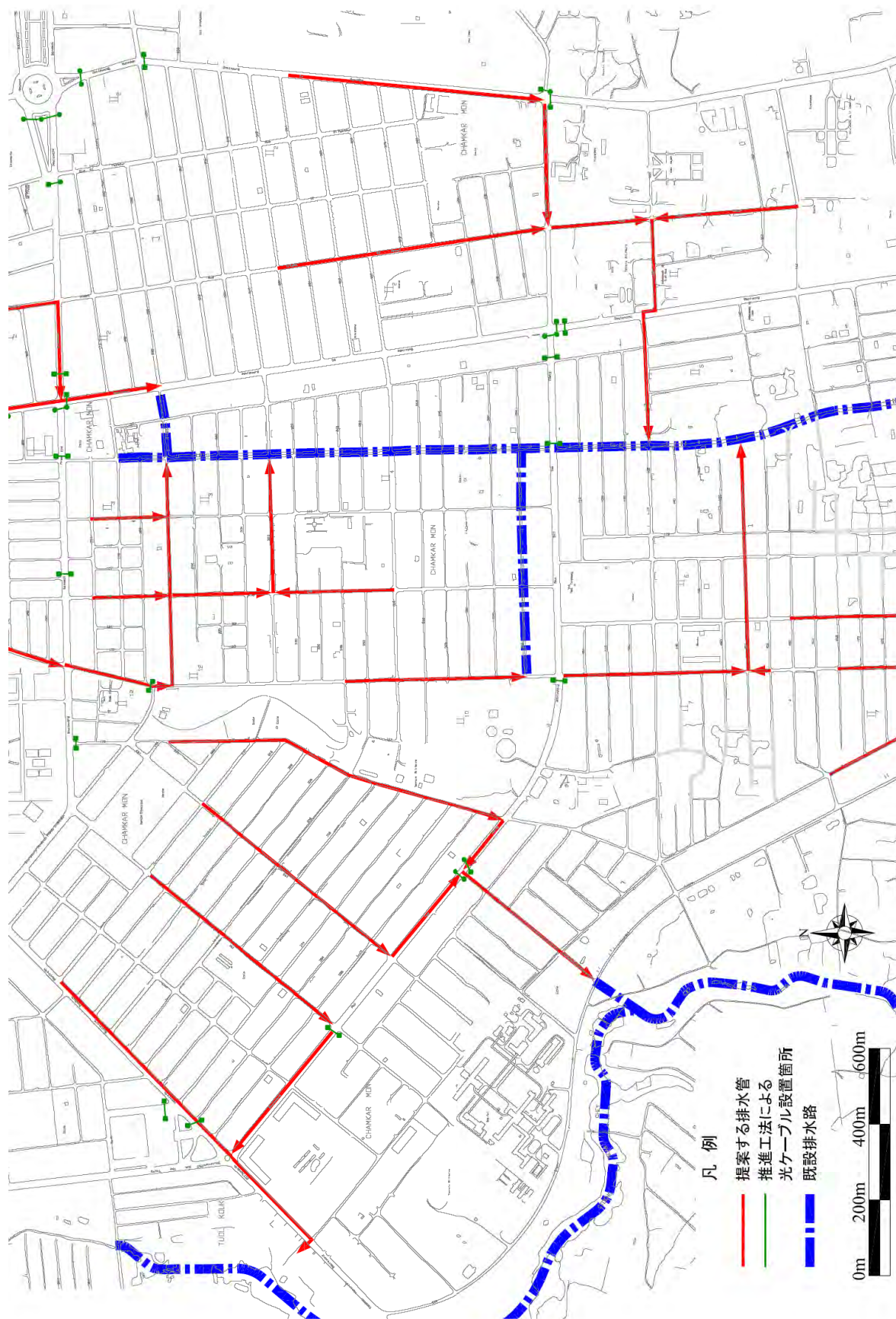


図 R 2. 2. 14 光ケーブルが推進工法により設置された箇所（調査対象地域南部）