

(6) 浸水被害状況調査

(a) 浸水被害（社会環境）調査

調査対象地域における社会環境の現況把握および浸水被害状況を把握するために浸水被害調査を実施した。調査結果は対象地域での施設の配置および規模の検討や施工計画、社会環境配慮事項の検討、ならびに事業実施効果の評価指標の検討に資する。

(b) 調査方法

(i) 概要

本調査は、「カンボジア王国 第三次プノンペン市洪水防御・排水改善計画準備調査現地調査 自然条件調査仕様書」に基づいて再委託により実施した。調査エリアおよび方法を表 R 2.2.10 に示す。

表 R 2.2.10 調査エリアおよび方法

事業地域	調査エリア	調査方法
フェーズ 2 ^(*)	ワットプノン地区	- 地区(Sangkat)長への聞き取り調査 - 住民への聞き取り調査
	セントラルマーケット地区	
	王宮および国立博物館地区	
フェーズ 3 ^(*)	トラベック地区およびその近隣区域	

(*) フェーズ 2：プノンペン市洪水防御・排水改善計画（フェーズⅡ）
フェーズ 3：第三次プノンペン市洪水防御・排水改善計画

(ii) 地区(Sangkat)長への聞き取り調査（調査 1）

調査チームは地区長と面談し、1) 浸水被害がある道路の名称、延長およびその被害程度、2) 既設配水管排水の位置および延長、3) 施設改善の優先度が高い箇所を聞き取った。面談した地区長は 28 名である。なお、「プ」市は 8 つの区（Khan）で構成されており、各区（Khan）は、Sangkat と呼ばれる地区に細分される。

(iii) 住民への聞き取り調査（調査 2）

調査 1 の結果に基づいて選定した地域内で家屋 429 軒を無作為に抽出し、そこへ調査員を派遣して聞き取り調査を実施した。図 R 2.2.15 に住民への聞き取り調査の対象地域を示す。質問項目は以下のとおりである。

1) 一般的な質問

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

2) 浸水被害の状況

自宅での浸水被害の有無、頻度、浸水深さ、浸水時間。

3) 衛生状況の調査

浸水後に起こる衛生上のトラブルの有無、そのトラブルの内容、し尿の処理形態、

浸水に起因する疾病の発生状況・衛生状況。

4) 社会環境の調査

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



310 通り, 2010 年 3 月 19 日調査実施

出典: JICA 調査団



63 通り, 2010 年 3 月 24 日調査実施

写真 R 2.2.1 住民への聞き取り調査

(c) 調査結果

(i) 地区長への聞き取り調査

聞き取り調査の主な結果を以下に示す。また、全ての調査結果を図 R 2.2.16 に示す。

- Ou Russei 地区では、複数の路線に排水施設が設置されておらず、それらの路線で浸水被害が発生している。
- Oulampik 地区では、163 番通りに排水施設が設置されておらず、上流側の Veal Vong 地区での浸水被害を発生させている。
- Boeng Keng Kang 1&2 地区、Tuol Tumpung 2 地区、Tuol Svay Prey 1 & 2 地区、Tumnob Tuek 地区および Tonle Basak 地区では浸水被害が発生している。

(ii) 住民への聞き取り調査

1) 一般的な質問

一般的な質問に対する回答を表 R 2.2.11 から表 R 2.2.16 に示す。回答者の身分は家長が最も多い。家長の職業は第三次産業が最も多い。表 R 2.2.13 および表 R 2.2.14 に示すとおり、回答者の家族数は多く、居住年数も長い。おおよそ 4 世帯中 3 世帯が持ち家に住んでいる。

表 R 2.2.16 に示すとおり、回答者のうち 22 名が彼らの家屋敷地が過去 30～50 年前には池や沼であったと答えている。その位置は Tuol Tumpung 1 地区、Tumnob Tuek 地区、Boeng Reang 地区に所在する。一般的にそのような土地の地盤は極めて軟弱で

ある。従って、これらの地域に排水管を埋設する場合、設計・施工にあたって軟弱地盤対策を慎重に検討すべきである。

表 R 2.2.11 回答者の身分

分類	主婦	家長	子供	その他の家族	女中	その他	計
回答数	132	187	63	2	13	32	429
比率 (%)	30.8	43.6	14.7	0.5	3.0	7.5	100

表 R 2.2.12 家長の職業

種類	第1次産業	第2次産業	第3次産業	年金受給	失業者	その他	計
回答数	1	5	258	29	6	130	429
比率 (%)	0.2	1.2	60.1	6.8	1.4	30.3	100

表 R 2.2.13 同居している家族の数

人数	1	2	3	4	5	6	7	8以上	計
回答数	3	19	44	79	109	53	38	84	429
比率 (%)	0.7	4.4	10.3	18.4	25.4	12.4	8.9	19.6	100

表 R 2.2.14 居住年数

期間 (年)	5年未満	5～9年	10～19年	20年以上	無回答	計
回答数	115	41	125	147	1	429
比率 (%)	26.8	9.6	29.1	34.3	0.2	100

表 R 2.2.15 家屋の所有形態

分類	持ち家	賃貸	無回答	計
回答数	316	102	11	429
比率 (%)	73.7	23.8	2.6	100

表 R 2.2.16 家屋敷地の過去の土地利用状況

分類	池または沼	その他	無回答	計
回答数	22	57	350	429
比率 (%)	5.1	13.3	81.6	100

2) 浸水被害の状況

380名の回答者（全回答者の約89%）が自宅前で浸水被害を経験したことがあると回答している。表 R 2.2.18 に示すとおり、浸水被害を経験したことがあるとした回答者98%が、年に複数回の浸水を経験している。浸水深は足首から腰までの範囲で、浸水被害経験者の約80%が脛以上までの浸水（浸水深約20cm以上）を経験したと回答している。また、浸水の継続時間は30分未満から1日までと幅があるが、約36%の浸水被害経験者が継続時間は2～3時間以上あったと回答している。

表 R 2.2.17 自宅前での浸水被害の有無

回答	はい	いいえ	分からない	計
回答数	380	46	3	429
比率 (%)	88.6	10.7	0.7	100

表 R 2.2.18 浸水被害の頻度

頻度	2～3年に1度	1年に1度	年に2～3回	年に4回以上	その他	分からない	計
回答数	1	3	101	271	3	1	380
比率 (%)	0.3	0.8	26.9	71.3	0.8	0.3	100.4

表 R 2.2.19 浸水の深さ

程度	足首まで	脛まで	膝まで	太腿まで	腰まで	腰以上	計
回答数	83	182	102	10	3	0	380
比率 (%)	21.8	47.9	26.8	2.6	0.8	0.0	99.9

表 R 2.2.20 浸水の継続時間

浸水時間	30分未満	30分～1時間	2～3時間	4～6時間	半日	1日	1日以上	分からない	計
回答数	85	155	115	16	5	1	0	3	380
比率 (%)	22.4	40.8	30.3	4.2	1.3	0.3	0.0	0.8	100.1

調査2の結果、浸水被害が深刻と考えられる路線を表 R 2.2.21 の条件により抽出した。その結果を図 R 2.2.17 に示す。

表 R 2.2.21 住民への聞き取り調査により浸水被害が深刻と考えられる路線の条件

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

3) 衛生状況の調査

回答者の約 81 %が浸水被害後に何らかの問題が生じていると回答している。主な問題は、家屋での臭いや商売・生活に不便が生じることである。浸水被害後に家族に発生した疾病として、皮膚病、風邪、食中毒、下痢、腸チフス、赤痢が挙げられている。し尿の処理方法としては、回答者の約 32 %がセプティックタンクを使用しており、回答者の約 64 %が下水管へ流出していると回答している。

表 R 2.2.22 浸水被害後の問題発生の有無

回答	はい	いいえ	無回答	計
回答数	348	45	36	429
比率 (%)	81.1	10.5	8.4	100

表 R 2. 2. 23 浸水被害後に家族に発生した疾病

種類	皮膚病	風邪	食中毒	下痢	腸チフス	赤痢	計
回答数	221	285	14	53	38	2	613
比率 (%)	36.1	46.5	2.3	8.6	6.2	0.3	100

表 R 2. 2. 24 し尿の処理形態

回答	無処理で後背地へ	セプティックタンク	下水管へ流出	その他	分からない	計
回答数	2	127	258	10	6	403
比率 (%)	0.5	31.5	64.0	2.5	1.5	100

4) 社会環境の調査

回答者の約 91 %が自宅前での排水施設改善に賛成すると回答しており、その賛成者のうちの約 91 %は自宅前での工事への理解を示した。

表 R 2. 2. 25 自宅前での排水施設改善への賛否

回答	同意する	同意しない	分からない	計
回答数	391	14	24	429
比率 (%)	91.1	3.3	5.6	100

表 R 2. 2. 26 自宅前での排水施設改善に伴う工事への賛否

回答	同意する	同意しない	分からない	計
回答数	355	2	34	391
比率 (%)	90.8	0.5	8.7	100



図 R 2.2.15 住民への聞き取り調査の対象地域（調査 2）

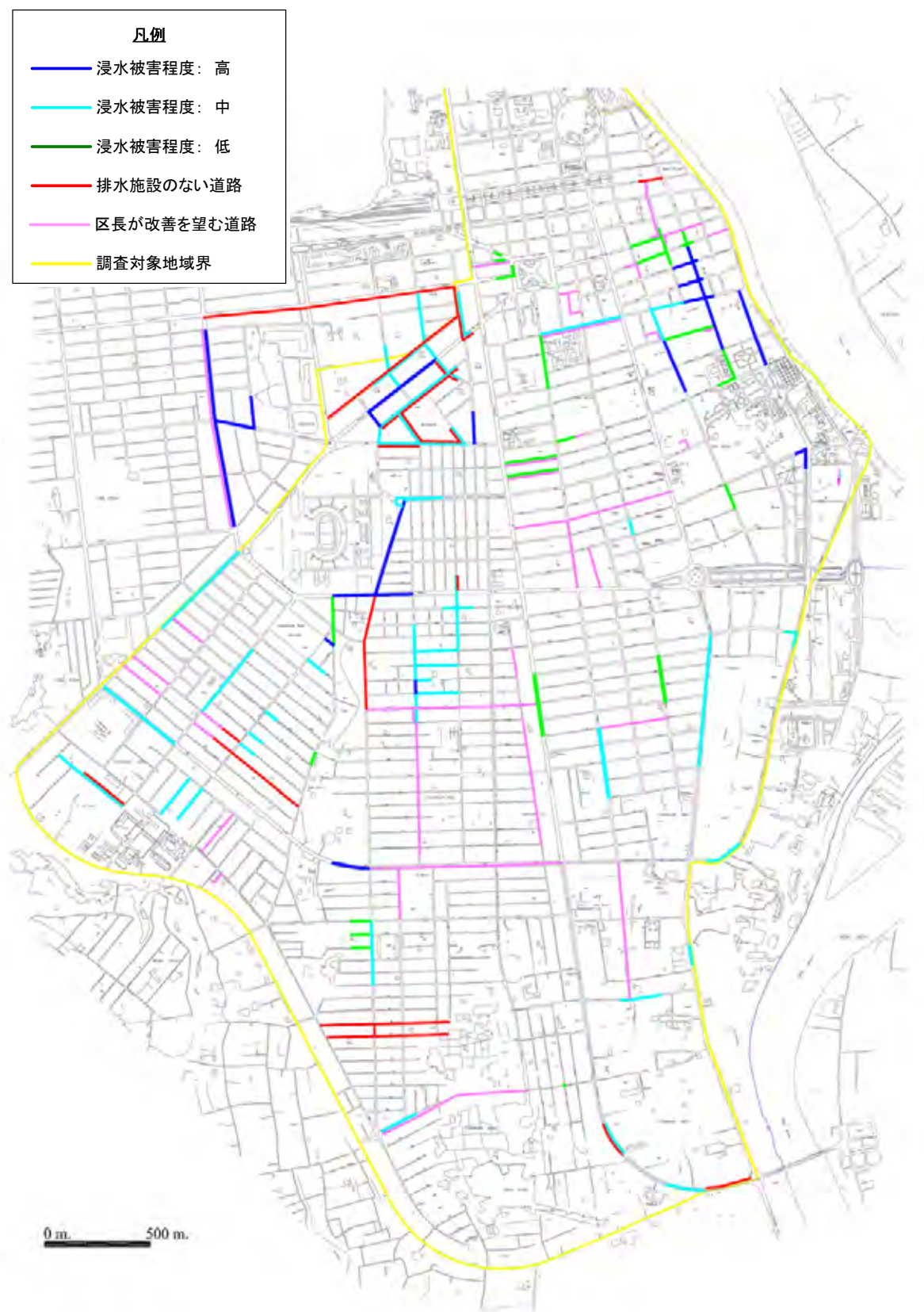


図 R 2.2.16 地区長への聞き取り調査結果（調査1）

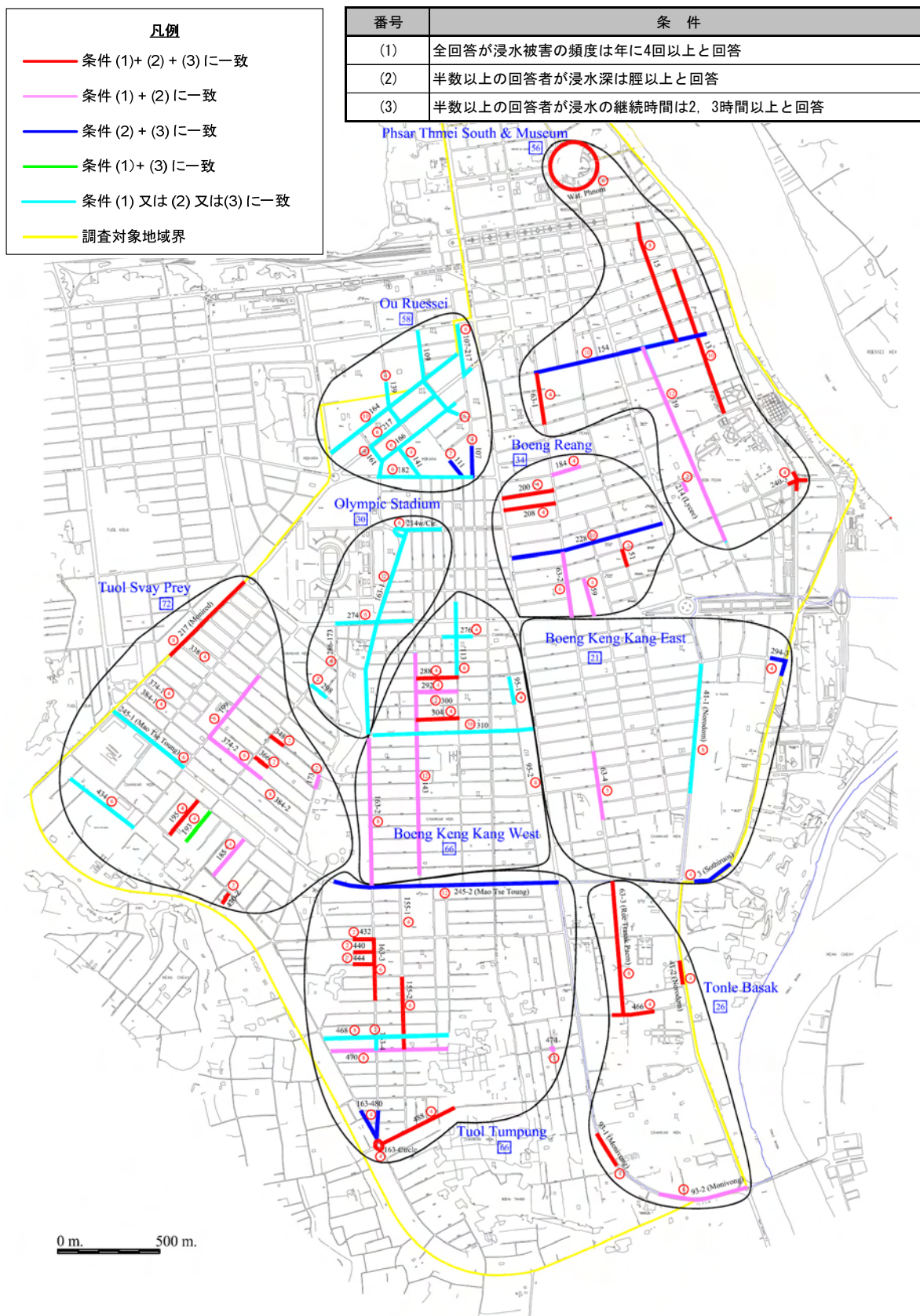


図 R 2.2.17 住民への聞き取り調査結果（調査 2）

2.2.3 環境社会配慮

(1) 環境社会配慮および環境許認可の要否とフェーズ2 基本設計調査 (B/D) 時に作成した初期環境調査 (IEE) の位置づけ

「カ」国の環境審査制度は、1999 年 8 月 11 日に政府が署名/施行した「環境影響評価手順令 (Sub-Decree on Environmental Impact Assessment Process)」に規定されており、責任の所在や開発計画毎に IEE (Initial Environmental Examination : 初期環境調査) もしくは EIA (Environmental Impact Assessment : 環境影響評価) が必要なプロジェクトの種類とその実施手順が述べられている。

この規則に則ってプロジェクト実施機関である「プ」市の公共事業運輸局 (Department Public Works and Transport、以下 DPWT) は、フェーズ2 の基本設計調査期間中に初期環境調査 (IEE) を実施し、IEE 結果を 2006 年 2 月 17 日に「プ」市の環境局 (Department of Environment、以下 DOE) に提出した。DOE は、IEE 内容を精査した結果、フェーズ2 の基本設計調査内容に含まれる事業の実施に伴う環境に対する大きな負の影響は無いと判断し、EIA は不要であると評価した。DOE は 2006 年 6 月 8 日に IEE を承認し、これにより同 IEE 実施時点でフェーズ2 の基本設計調査内容に含まれていた事業の実施に対する環境面からの認可が得られた。

このフェーズ2 の基本設計調査期間中に行われた初期環境調査 (IEE) の調査範囲には、フェーズ2 の基本設計調査の結果最終的に選定され実施されたフェーズ2 本体工事の範囲とともに、本事業 (フェーズ3) の調査対象地域全域が含まれている。また、現地踏査を通じて、環境影響評価の観点からの事業内容および現地状況に大きな変化がないことを関係機関と確認した。これらの結果を元に、フェーズ2 の基本設計調査期間中に行われた IEE の本プロジェクトに対する有効性を DOE に確認した結果、有効であるとの回答を得た。したがって、「カ」国の法令に従えば、新たに本プロジェクトの IEE を実施する必要は無い。

(2) JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく調査・検討

上記の通り、「カ」国の法令に従えば、新たに本プロジェクトの IEE を実施する必要は無いが、現地調査前に実施された JICA 本部での環境社会配慮ブリーフィングの協議内容を踏まえ、JICA の環境社会配慮ガイドラインの様式に沿った内容となるよう、また、本協力対象事業の事業内容に特化した内容となるよう IEE を見直すことを DPWT に申し入れた。DPWT が JICA の環境社会配慮ガイドラインの様式に沿ってスコーピング項目を修正した結果は、DPWT から DOE に提出する。

(3) 住民移転、用地取得の有無の調査

本協力対象事業における事業実施は全て公用地内となるため、住民移転、用地取得は発生しない。新たに排水管を敷設あるいは改修することになる道路・歩道はすべて公共用地であり、「プ」市の管轄下にある。今回の現地調査期間内において、これら本事業における建設／工事に関する許可については「プ」市により内諾を得ている。

(4) ステークホルダーへの説明および意見聴取

調査対象地域の住民に対する聞き取り調査は2010年3月から4月に実施された。本調査の目的は、浸水被害の現状把握のみならず住民へ事業を広報することでもある。調査員は事業の目的、内容、工事期間中の一時的な不便などを住民に説明した上で、事業に対する意見を聴取した。調査結果によると、9割を超える回答者（429名中391名）が自宅前での事業実施に賛成しており、それが工事による一時的な不便を伴うとしても、ほとんどの者が賛意を示した。残りの38名中24名は「わからない／どちらとも言えない」という回答であり、事業実施に対する反対者は14名（429名中14名）であった。

反対者14名中4名が「事業実施は不要である」と回答しており、残りの10名は反対する理由を明らかにしていない。これら14名からの回答が得られた地点のうち、13地点では、いずれも浸水被害が発生していないか、被害程度が軽微なものであることから、本協力対象事業における工事実施対象路線からは除外した。14の反対意見が得られた地点のうち、1地点においてのみ浸水被害の発生が認められたため、この地点のみ事業実施対象路線に含めた。

したがって、住民への意見聴取を行った結果、本協力対象事業における工事実施対象路線沿いにおける反対者は1名のみであった。ただし、この住民は強硬に反対しているわけではなく、反対理由は明らかにしていないため、事業実施前の実施機関による合意形成は可能であると判断できる。

他方、本計画準備調査のキックオフミーティングは2010年3月9日に開催された。本会議には市・区職員、区長などの関係者が参加し、協力準備調査についての説明・協議がなされた。協力準備調査の概略設計概要報告書の現地説明時（2011年1月）においても、「プ」市およびDPWT、ならびにプロジェクトの実施に関係する地区の区長、職員への調査結果の説明・協議がなされた。

工事実施前にも工事の内容や詳細な工程が現地ステークホルダーに説明されることになる。工事実施の時間帯などについては、影響を受ける住民と十分に協議した上で了解を得ることが重要となる。「プ」市およびDPWTは協議結果を記録するべきである。

(5) 環境社会配慮に関する法的な枠組み

(a) 法律

「カ」国における環境社会配慮に係わる法律は以下のとおりである。

- Law on Environmental Protection and Natural Resources Management, 1996年12月, MOE
- Sub-decree on Environmental Impact Assessment Process, 1999年8月, MOE
- Prakas (Declaration) on Guideline for Conducting Environmental Impact Assessment Report, 2000年3月, MOE

- Sub-decree on Water Pollution Control, 1999 年 4 月, MOE
- Sub-decree on Solid Waste Management, 1999 年 4 月, MOE
- Sub-decree on Air Pollution Control and Noise Disturbance (ドラフト版)
- Prakas (Declaration) No.1033 on Protected Areas, 1994 年 6 月, MOE
- Sub-decree on the Organization and Functions of the Ministry of Environment, 1997 年
- Declaration on General Guideline for Conducting the EIA or IEIA Report, 2009 年 9 月, MOE

(b) 環境影響評価（EIA）が求められる事業

「Sub-decree on Environmental Impact Assessment Process, 1999 年 8 月制定」において、初期環境影響評価(IEIA : IEE に相当)もしくは EIA が必要となる事業は、A; 工業系、B; 農業系、C; 観光業、D; 社会資本整備に分類される。本法令中では、排水施設は社会資本整備には含まれず、農業系のみに挙げられており、排水面積 5,000 ヘクタール以上の場合に IEE もしくは EIA が必要となっている。

(c) 「カ」国における IEE および EIA の手続き

IEE および EIA は以下のプロセスで実施される。

- 1) 事業者が IEE を作成する。
- 2) 地方レベル(市・郡)の事業の場合、IEE は地方政府の環境局 (Provincial Environment Office: PEO)、「プ」市の場合は Department of Environment(DOE)、へ提出される。
- 3) PEO/DOE は提出された IEE を審査し、より詳細な評価が必要な場合には、EIA の実施を要請する。
- 4) PEO/DOE は環境影響評価が十分と判断された場合に事業実施を承認する。

(6) 本事業（フェーズ 3）における初期環境調査（IEE）

(a) 環境カテゴリおよびその理由

市街地における排水管の敷設工事期間中に一時的な騒音・振動や交通渋滞などの環境・社会への影響が考えられることから、環境カテゴリは「B」とされている。

(b) 対象地域の自然環境概要

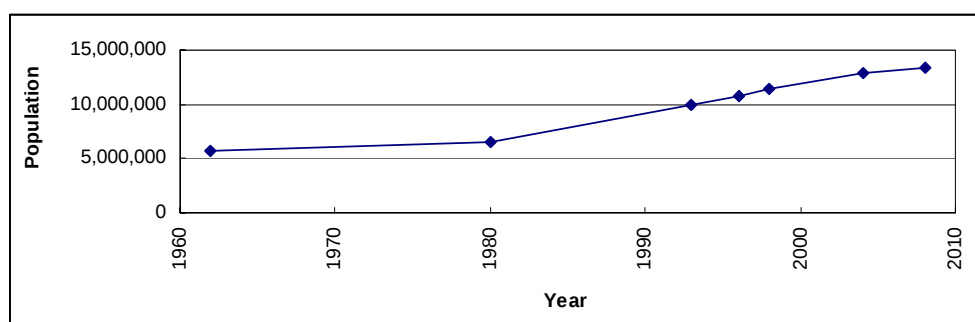
調査対象地域には、渡り鳥や希少な魚類などの貴重な水生動植物・陸生動植物は生息していない。また、調査対象地域に国立公園などの保護地区はない。

(c) 対象地域の土地利用

調査対象地域では、北部を中心として住居と中小規模の商店舗が混在している。北部は南部よりも人口密度が高い。住民への聞き取り調査によると、南部の低湿地にある多くの家屋が10～20年前に湖沼を埋め立てて建設されている。

(d) 対象地域の人口

2008年のセンサスによると、現在の「カ」国の人口は約13百万人で近10年間の人口増加率は16.66%、年平均で1.54%増となっており、図R 2.2.18に示すとおり、「カ」国の人口は増加し続けている。



出典：「General Population Census of Cambodia 2008」

図 R 2.2.18 「カ」国の人口動向

一方、調査対象地域における2004年から2008年の人口増加率は-1.7%であり、「プ」市の市街地における人口は減少傾向にある。これは、「プ」市内の土地利用が飽和状態であり、スプロール現象が発生していることを示している。調査対象地域の住民の職業は、公務員、会社員、店舗従業員、ホテル従業員、商人などの第3次産業が圧倒的に多い。表R 2.2.27に調査対象地域内の各Sangkatの人口を示す。

表 R 2. 2. 27 調査対象地域の人口

番号	地区/Sangkats	人 口		増加率 (2) / (1)
		*2004 年 (1)	**2008 年 (2)	
01 Chamcar Morn				
1	Tonle Basak	15,300	10,731	0.701
2	Boeng Keng Kang Muoy	14,405	12,440	0.864
3	Boeng Keng Kang Pir	12,055	11,202	0.929
4	Boeng Keng Kang Bei	22,700	22,200	0.978
5	Oulampic	9,799	9,686	0.988
6	Tuol Svay Prey Muoy	13,575	13,621	1.003
7	Tuol Svay Prey Pir	11,589	7,387	0.637
8	Tumnob Tuek	13,720	18,169	1.324
9	Tuol Tumpung Pir	8,594	10,731	1.249
10	Tuol Tumpung Muoy	10,422	12,375	1.187
11	Boeng Trabek	9,452	8,652	0.915
12	Phsar Daeum Thkov	16,258	21,977	1.352
	Sub-total 01	157,869	159,171	1.008
02 Daun Penh District				
1	Phsar Thmei Muoy	7,447	6,411	0.861
2	Phsar Thmei Pir	7,771	7,387	0.951
3	Phsar Thmei Bei	13,154	10,320	0.785
4	Boeng Reang	7,714	7,210	0.935
5	Phsar Kandal Muoy	11,223	9,427	0.840
6	Phsar Kandal Pir	7,954	7,334	0.922
7	Chaktomuk	12,501	10,312	0.825
8	Chey Chumneah	12,980	12,372	0.953
9	Phsar Chas	8,287	7,023	0.847
10	Srah Chak	34,115	39,491	1.158
11	Watt Phnom	8,767	9,263	1.057
	Sub-total 02	131,913	126,550	0.959
03 Prampir Makara				
1	Ou Ruessey Muoy	9,120	8,133	0.892
2	Ou Ruessey Pir	10,722	9,518	0.888
3	Ou Ruessey Bei	8,519	7,673	0.901
4	Ou Ruessey Buon	9,123	9,418	1.032
5	Monoroum	12,981	11,227	0.865
6	Veal Vong	21,394	25,489	1.191
7	Boeng Prolit	12,010	10,169	0.847
	Sub-total 03	83,869	81,627	0.973
合計		373,651	367,348	0.983

出典： * 「Reclassification of Urban Areas in Cambodia, Nov. 2004」
 ** 「General Population Census of Cambodia 2008」

(e) 対象地域周辺の水質

(i) 環境省による水質モニタリング実施状況

環境省(MOE) 水質・土壌管理事務所は、「プ」市周辺で月 1 回の水質モニタリングを実施している。モニタリング地点および期間を表 R 2.2.28 に示す。モニタリング地点は 1999 年から 2008 年までは 10 箇所だったが、2008 年以降は 5 箇所となっている。

表 R 2.2.28 「プ」市周辺での水質モニタリング

番号	河川/地点名	モニタリング地点名	期間	現状
1	メコン川	Kien Svay	1999 ～ 現在	計測継続中
2	メコン川	Preaek Ktam	1999 ～ 2008	計測中止
3	メコン川	Chrauy Changva	1999 ～ 現在	計測継続中
4	サップ川	Phnom Penh Port	1999 ～ 現在	計測継続中
5	バサック川	Ta khmao	1999 ～ 現在	計測継続中
6	バサック川	Svay Rloum	1999 ～ 2008	計測中止
7	バサック川	Monivong Bridge	1999 ～ 2008	計測中止
8	プレクトノット川	Stoeung Chrov	1999 ～ 現在	計測継続中
9	「プ」市	Boeng Trabek Station	1999 ～ 2008	計測中止
10	「プ」市	Boeng Toumpoum Station	1999 ～ 2008	計測中止

出典)「カ」国環境省 水質・土壌管理事務所

(ii) 「プ」市周辺の河川水質

MOE による 2009 年の水質モニタリング結果の一部を表 R 2.2.29 に示す。

表 R 2.2.29 MOE による水質モニタリング結果 (2009 年)

項目	単位	基準値	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
Phnom Penh Port (「プ」市北部のプノンペン港付近のサップ川の水質)														
pH	-	6.5 - 8.5	6.73	7.92	7.30	6.98	7.54	7.14	6.95	7.28	-	6.41	-	7.46
BOD	mg/l	1 - 10	2.05	1.30	1.10	1.95	1.20	1.60	2.01	0.37	-	4.55	-	1.20
TDS	mg/l	基準なし	47.5	109.3	105.8	100.1	90.1	78.4	51.5	62.1	-	45.9	-	42.8
DO	mg/l	2.0 - 7.5	4.80	6.10	6.20	6.10	6.40	6.30	5.80	4.90	-	5.90	-	5.70
Stoeung Chrov (「プ」市南側の湿地帯の水質、プレクトノット川への流出地点)														
pH	-	6 - 9	6.43	8.04	8.16	7.21	7.49	7.01	6.93	7.30	-	6.48	-	7.46
BOD	mg/l	<30	6.20	6.30	11.20	3.10	4.10	2.10	2.17	1.60	-	11.50	-	12.10
TDS	mg/l	<1000	216.0	404.0	438.0	192.0	136.8	213.0	52.5	64.0	-	49.5	-	50.8
DO	mg/l	>2.0	2.50	0.80	1.50	6.20	5.30	4.70	5.30	5.30	-	6.20	-	3.70
Ta Khmao (「プ」市の南側でプレクトノット川が合流する地点のバサック川の水質)														
pH	-	6.5 - 8.5	7.62	6.90	7.64	7.94	7.28	6.90	7.30	6.45	-	6.94	-	7.27
BOD	mg/l	1 - 10	1.60	0.90	2.03	1.40	1.95	1.72	0.70	1.93	-	3.33	-	1.75
TDS	mg/l	基準なし	112.10	46.20	96.40	90.80	77.50	51.60	62.50	50.60	-	47.50	-	49.10
DO	mg/l	2.0 - 7.5	6.70	5.20	6.20	6.20	6.40	5.80	4.80	5.20	-	6.20	-	4.90

出典)「カ」国環境省 水質・土壌管理事務所 水質調査記録

注)「カ」国環境省は Stoeung Chrov 地点では「公共水域における水質基準」、他の 2 地点では「生物の多様性保全のための水質基準」を基準値として評価している。

pH: 水素イオン濃度、BOD: 生物化学的酸素要求量、TDS: 総溶解物質濃度、DO: 溶存酸素量

上表において、「プ」市下流側の湿地帯からプレクトノット川への流入点に位置する Stoeung Chrov 観測地点における溶存酸素量 (DO) の 2 月および 3 月の観測値が国の環境基準値を下回っている。この時期は乾季の終わりにあたり、降雨が無く水量が少ない上、水温が 1 年のうちで最も高くなる時期に相当するため、酸素の溶解度が小さいと考えられる。MOE は汚濁負荷量に季節変動がないことから、この観測結果が季節による河川流量の変動に起因していると考えており、下流の Ta Khmao 観測地点における水質に対する負の影響も認められないため、現状では問題はないと認識している。

(f) 対象地域の生活環境上の問題

(i) 排水施設の劣化

調査対象地域の排水施設は 1900 年代初頭頃に建設され、老朽化や 1970 年代以降の

不十分な維持管理により十分に機能していない。その結果、街は常襲的な浸水被害と街中の低湿地で停滞した汚水が、住環境に深刻な影響を及ぼしている。これは「プ」市内のみならず、「カ」国全体での社会経済活動に悪影響を及ぼすものである。「プ」市の排水事情の悪さは、観光ガイドブックが危険情報の一つとして旅行者の注意を喚起するほど深刻である。

2010年3月から4月にかけて調査対象地域での浸水被害を調査した結果、ほとんどの住民が自宅前での浸水被害を経験していたことが判明した。



トラベック南部, 2009年9月の浸水被害
(撮影：JICA 調査団)



トラベック西部, 2004年5月の浸水被害

写真 R 2.2.2 調査対象地域での浸水被害

(ii) 交通渋滞

「カ」国内の急速な経済成長に伴い、交通量が急増している。これにより調査対象地域においても交通渋滞が発生している。モニボン通りや毛沢東通りなどの幹線道路のみでなく、63番通りや163番通りなど2車線道路でも市中の南北を長い延長で繋ぐ路線は交通量が多い。

浸水被害は交通渋滞に相乗し、社会経済活動の停滞をしばしば発生させている。



トラベック南部, 日中の交通状況 (1)
(撮影：JICA 調査団)



トラベック南部, 日中の交通状況 (2)

写真 R 2.2.3 調査対象地域での交通渋滞

(g) 事業の概要

(i) 提案されている事業

本事業の目的は、「プ」市における洪水防御および排水改善であり、「カ」国からの要請に基づき、表 R 2.2.30 に示す内容の事業実施が提案されている。

表 R 2.2.30 提案されている事業（要請）内容

要請内容	- トラベック排水流域における排水管敷設工事 - 王宮南側の既存チャンバーの改修 - 排水施設維持管理のための機材調達
受益者	「プ」市の市民

(ii) 事業実施機関

事業実施機関となる DPWT は、事業の建設段階を監理する。DPWT の下にある排水・下水課は、建設後の施設維持管理についての責任を有する。

(iii) 環境影響評価に係わる機関

本事業の範囲は「プ」市内であるため、「プ」市環境局（DOE）が IEE もしくは EIA の承認手続きを行う。DOE の本事業における主な責務は以下のとおりである。

- IEE もしくは EIA の評価および承認
- 建設および運営段階での環境モニタリング

(h) 環境および社会への負の影響

本事業により考えられる環境および社会への負の影響を表 R 2.2.31～表 R 2.2.32 に示す。

表 R 2.2.31 考えられる負の影響 (1/2)

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

凡例：	A：	重大な負の影響	++：	大きな正の影響
	B：	あまり重大でない負の影響	＋：	小さな正の影響
	C：	影響が不明	無記入：	影響なし

表 R 2.2.32 考えられる負の影響 (2/2)

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

凡例： A： 重大な負の影響 ++： 大きな正の影響
 B： あまり重大でない負の影響 +： 小さな正の影響
 C： 影響が不明 無記入： 影響なし

(i) 負の影響の軽減策

考えられる主な負の影響に対する軽減策を表 R 2.2.33～表 R 2.2.34 に示す。これらの軽減策を施工計画および積算に反映させ、また建設工事の仕様書に明記するべきである。

表 R 2.2.33 負の影響に対する軽減策 (1/2)

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

凡例： A： 重大な負の影響 ++： 大きな正の影響
B： あまり重大でない負の影響 +： 小さな正の影響
C： 影響が不明 無記入： 影響なし

表 R 2.2.34 負の影響に対する軽減策 (2/2)

No.	予想される影響	建設段階	運営段階	軽減策
II – 社会配慮				
2	開発による社会インフラ・社会サービス（観光、地下施設）への影響	B	++	- 市場、店舗、飲食店等の周辺では営業に影響がないよう、店へのアクセスのための歩道等を確保する。
3	道路周辺の安全	B		- 交通安全のための誘導や標識を行う。特に夜間工事に留意する。 - 交通安全のため、迂回路とその指示板を設定する。
4	道路交通・車輛運行	B	+	- 交通量の多い路線で工事する際には、迂回路を明確に計画する。 - 交通安全のため、迂回路とその指示板を設定する。 - 幹線道路同士の交差点など、交通量の多い箇所では夜間工事を実施する。日中は鋼製版を被せて、平常の交通を復旧させる。
6	HIV/AIDS 等の感染症	B		- 作業員に対して適切な予防策を指導する。
7	生計・収入	B & +	+	- 市場、店舗、飲食店等の周辺では営業に影響がないよう、店へのアクセスのための歩道等を確保する。

凡例： A： 重大な負の影響 ++： 大きな正の影響
B： あまり重大でない負の影響 +： 小さな正の影響
C： 影響が不明 無記入： 影響なし

(j) モニタリング

(i) モニタリング計画

“2.2.3(6)(h) 環境および社会への負の影響”に示したとおり、本事業の建設段階には幾らかの負の影響を社会に与える可能性がある。従って、負の影響に対する軽減策が適切に実施され、影響が緩和されていることをモニタリングする必要がある。

IEEの結果を踏まえ、DPWTおよびDOEとモニタリング計画について協議した。その結果、表 R 2.2.35 に示すとおり、常時のモニタリングはコントラクターが継続的に実施することとし、DPWT は定期的にモニタリングを実施し、負の影響の軽減対策実施状況を確認することとした。

表 R 2.2.35 建設段階の環境モニタリング実施体制

分類	内容	責任の所在	報告活動
継続的なモニタリング	建設工事による影響を施工業者自らが監視する。工事期間を通して、継続的なモニタリングを行う。	コントラクター	コントラクターはモニタリングフォームを作成し、これに記録する。監視活動の結果をコンサルタントとDPWTに報告する。
定期的なモニタリング	実施機関による定期的なモニタリング	DPWT (外部へ委託)	モニタリングは3ヶ月に一回実施される。

定期的なモニタリングは3ヶ月に1回実施することとし、現場から変状が通報されるなど、必要な場合には緊急のモニタリングを追加で実施することとする。観測地点はそのときの工事現場およびアクセス道路など影響の可能性のある場所とする。

(ii) モニタリング記録

DPWT は事業による環境への影響を3ヶ月に1回モニタリングする。モニタリング記録は必要に応じてJICAへ提出できるものでなければならない。

騒音に関しては、「カ」国の環境基準「Sub-decree on Air Pollution Control and Noise Disturbance」を遵守することが原則となる。しかし、「カ」国の騒音についての環境基準は、日本国における建設工事での騒音規制に比しても極めて厳しい数値となっており、現実的には厳密な適用はされていない。モニタリングにあたっては、工事実施前と工事中の数値を計測・比較し、また少なくとも日本の基準値を超えていないことを監視する計画とする。建設段階でのモニタリングフォーム案を表 R 2.2.36～表 R 2.2.37 に示す。

表 R 2.2.36 建設段階での環境モニタリングフォーム (1/2)

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

注： 1) 日本国の「騒音規制法」における特定建設作業（くい打設・掘削作業など）について
2) 病院、図書館、学校、幼稚園 3) ホテル、官公庁、住宅
() 内に工事実施前の騒音値を記入

表 R 2.2.37 建設段階での環境モニタリングフォーム (2/2)

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

(iii) 定期的な環境モニタリングにかかる費用

環境モニタリングが必要となる施工期間を 44 ヶ月とした場合、DPWT による定期的なモニタリング実施回数は 14 回となる。

現地調査期間中に参考値として得た DOE の見積金額に基づき定期的な環境モニタリングの実施費用を見積った結果を、モニタリング項目とともに表 R 2.2.38 に示す。

表 R 2.2.38 建設段階での DPWT による環境モニタリングの項目およびその費用

項 目	実施単価 [US\$]	実施回数	実施費用 [US\$]
粉塵の発生	100	14	1,400
騒音	150	14	2,100
振動	50	14	700
事故	100	14	1,400
排水系統の変更	100	14	1,400
土壌浸食と斜面崩壊	50	14	700
建設廃棄物・余剰土の処理	100	14	1,400
開発による社会インフラ・社会サービス (観光、地下施設) への影響	50	14	700
道路周辺の安全	100	14	1,400
道路交通・車輛運行	50	14	700
HIV/AIDS 等の感染症	50	14	700
生計・収入	100	14	1,400
小計			14,000
予備費			1,400
合計			15,400

(7) 相手国政府との協議結果

(a) 住民説明会

本プロジェクト フェーズ 2 の建設段階では、工事前に地元住民への説明会を開催した。この活動のおかげもあり、工事期間中に地元住民からの苦情はなかったとのことである。フェーズ 3 の建設工事も「プ」市の街中で行われ、排水管路線の大半は住宅、店舗、飲食店などの前に建設されるので、「カ」国側は建設工事前に地元住民へ説明することが求められる。これらの説明会は各区長らに対して行われる。事業実施にあたっては、住民の意見を十分に尊重し、理解と協力を得ることが望まれる。

(b) 環境モニタリングの実施

実施機関の DPWT は負の影響が考えられる建設段階での環境モニタリングを実施する義務がある。しかし、DPWT は影響を定量的にモニタリングするための機材や知識を持っていないため、しかるべき機関・企業に委託する必要がある。「プ」市 DOE は、騒音を計測する機器を所有し、またフェーズ 2 の環境モニタリングを実施した経験もあることから、その選択肢の一つになりうると考えられる。DPWT は環境モニタリングを委託するための予算を確保しなければならない。

(8) 環境チェックリスト

環境チェックリストを表 R 2.2.39～表 R 2.2.42 に示す。

表 R 2.2.39 本事業の環境チェックリスト (1/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
1. 許認可 ・説明	(1) EIA および 環境許認可	① 環境影響評価報告書 (EIA レポート)等 は作成済みか。 ② EIA レポート等は当該国政府により承 認されているか。 ③ EIA レポート等の承認は無条件か。付帯 条件がある場合は、その条件は満たされ るか。 ④ 上記以外に、必要な場合には現地の所管 官庁からの環境に関する許認可は取得 済みか。	① IEE レポートが 2006 年 2 月に 作成されている。 ② IEE レポートは 2006 年 6 月に 承認された。 ③ IEE レポートの承認は無条件で ある。 ④ 不要。
	(2) 地域住民 への説明	① プロジェクトの内容および影響につい て、情報公開を含めて地域住民に適切な 説明を行い、理解を得るか。 ② 住民および所管官庁からのコメントに 対して適切に対応されるか。	① 本事業の内容および影響は、ド ラフト報告書完成後に地元の 理解を得るべく説明される。 ② フェーズ 2 では、住民および所 管官庁からのコメントに対 して適切に対応していた。フェー ズ 3 においても、同様に対応す る。
2. 汚染対策	(1) 大気質	① 対象となるインフラ施設および付帯設 備等から排出される大気汚染物質 (硫黄 酸化物 (SOx)、窒素酸化物 (NOx)、煤 塵等) は当該国の排出基準、環境基準を 満足するか。	① 本事業は大気汚染物質を排出 しない。
	(2) 水質	① インフラ施設および付帯設備等からの 排水または浸出水は当該国の排出基準、 環境基準を満足するか。	① 本事業は「プ」市の洪水を排水 するものであり、水質を変化さ せるものではない。
	(3) 廃棄物	① インフラ施設および付帯設備からの廃 棄物は当該国の基準に従って適切に処 理・処分されるか。	① 本事業の建設段階に廃棄物お よび余剰土が発生する。従っ て、1) 埋め戻しに使用可能な 発生土は仮置き場に集めてお く、2) 埋め戻しに適さない発 生土は指定された土捨て場へ 運搬して処分する、3) 鋼製型 枠など再度利用可能な仮設を 極力採用する、などの対策を講 じる。 ② 運営段階には廃棄物を発生し ない。
	(4) 土壌汚染	① インフラ施設および付帯設備からの排 水、浸出水等により、土壌・地下水を汚 染しない対策がなされるか。	① 土壌汚染の影響は無い。
	(5) 騒音・振動	① 騒音、振動は当該国の基準を満足する か。	① 本事業の建設段階に建設機械 が騒音・振動を発生する可能性 がある。従って、1) 低騒音・ 低振動型の機具 (サイレント・ パイラーやバイブロハンマー など) の採用、2) 住宅密集地 域では日中に工事を行う、な どの対策を講じる。 ② 運営段階に騒音、振動を発生し ない。
	(6) 地盤沈下	① 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤 沈下は生じないか。	① 本事業は地下水を汲み上げない。
	(7) 悪臭	① 悪臭源はないか。悪臭防止の対策はとら れるか。	① 悪臭に対する影響は無い。

表 R 2.2.40 本事業の環境チェックリスト (2/4)

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

表 R 2.2.41 本事業の環境チェックリスト (3/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
4. 社会環境	(1) 住民移転	① プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じないか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 ② 移転する住民に対し、移転前に移転・補償に関する適切な説明が行われるか。 ③ 住民移転のための調査がなされ、正当な補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 ④ 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 ⑤ 移転住民について移転前の合意は得られるか。 ⑥ 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 ⑦ 移転による影響のモニタリングが計画されるか。	① 本事業の実施による住民移転は生じない。 ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦ -
	(2) 生活・生計	① プロジェクトによる住民の生活への悪影響はないか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。	① 本事業は運営段階において、住民の生活環境を改善する。
	(3) 文化遺産	① プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なわないか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	① 本事業により、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なうことはない。
	(4) 景観	① 特に配慮すべき景観への悪影響はないか。必要な対策は取られるか。	① 特に配慮すべき景観への悪影響はない。
	(5) 少数民族、先住民族	① 当該国の少数民族、先住民族の権利に関する法律が守られるか。 ② 少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされるか。	① 事業対象地域に少数民族、先住民族は住んでいない。 ② -

表 R 2.2.42 本事業の環境チェックリスト (4/4)

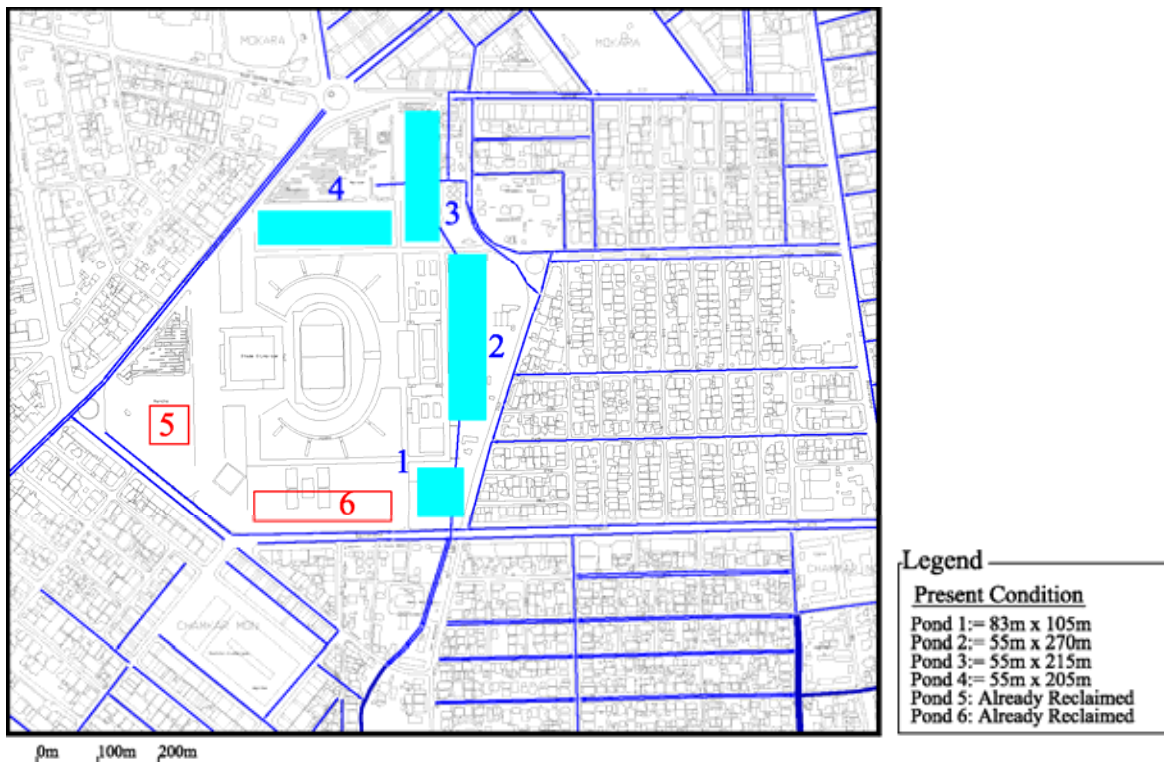
分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
5. その他	(1) 工事中の影響	① 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 ② 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 ③ 工事により社会環境に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 ④ 必要に応じ、作業員等のプロジェクト関係者に対して安全教育（交通安全・公衆衛生等）を行うか。	① 工事中の汚染に対して緩和策が用意される。 ② 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさない。 ③ 考えられる悪影響について緩和策が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

2.3 その他

2.3.1 オリンピック・スタジアム周辺の調整池

(1) オリンピック・スタジアム周辺の調整池の取り扱い方針

本事業対象地域の北西部、流域の上流地域に位置するオリンピック・スタジアムの周囲には現在、自然の低地とスタジアム建設時の必要土砂を取得した時にできた大小4つの池がある。この池は、このスタジアムより上流側の雨水が池に一旦流入することにより下流への雨水の流出量を調整する機能を有している。



出典: JICA 調査団

注: 図中の1~4番の池は未埋立て、5~6番の池は埋立て済み

図 R 2.3.1 オリンピック・スタジアム周囲の調整池

しかしながら、近年急速に発展した「プ」市はその汚水量を増大させるとともに環境配慮の高まりから、特に乾季における汚水による池からの悪臭、大量の蚊の発生、および池へのゴミの不法投棄が問題となっている。これに対し「プ」市は「カ」国首相の意向を受け、同地域が市の中心部にあり人口密度の高い地域であることから、周辺の生活環境を良好にするためこの池を埋め立てることを決定した。この計画は「プ」市長からの要請書に記載されており、現地調査時の最初の相手国との協議においても日本側に提示され、オリンピック・スタジアムの周囲の池は今後埋め立てる事を前提に本事業を計画することを要請された。

これを受け、同池は埋め立てられるものとして、与条件として検討内容にとりこみ、その影響を評価した上で計画・設計に反映させることとした。

(2) オリンピック・スタジアム周辺の調整池の有無が浸水被害状況に与える影響

本事業での施設計画の検討に先立ち、オリンピック・スタジアム周囲の池の有無が浸水被害状況に与える影響について概略検討を行った。結果は図 R 2.3.2 の通りである。

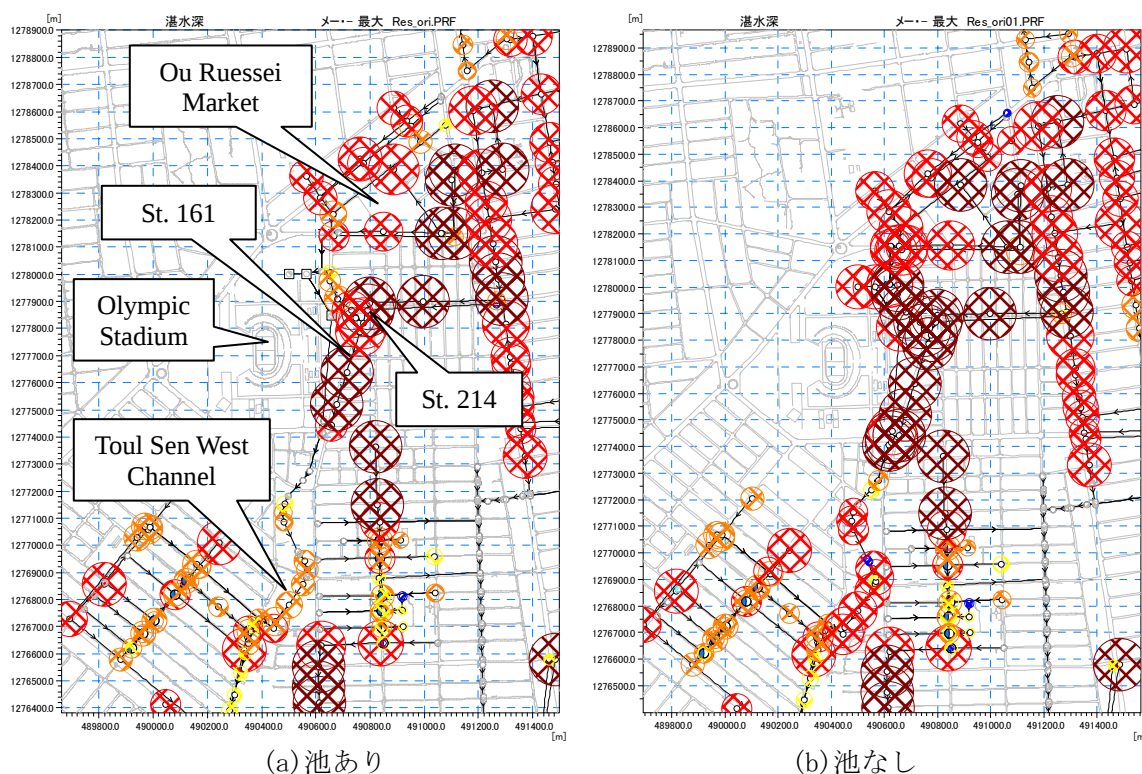


図 R 2.3.2 オリンピック・スタジアム周囲の池埋め立ての影響

シミュレーションの結果、特にオルセーマーケット周辺、214 番通り沿い、オリンピックスタジアム横の 163 番通り、およびスタジアム南にあるトゥールセン西排水路の洪水状況が悪化することがわかった。今後の排水計画立案に際しては、この池がなくなることによる影響を考慮する。

2.3.2 トラベック調整池

(1) トラベック調節池の現状

トラベック調整池は、ADB によって改修されたトラベック排水路（2003 年完成）の最下流にあるトラベックポンプ場の直上流に位置する。ADB がポンプ場と排水路を建設した事業において、トラベック調整池はトラベックポンプ場の調整池として計画されている。

1996 年から 1998 年にかけて ADB が策定した計画では、トラベック調節池の面積を標高 4.0m で約 15ha（池の部分のみ）、標高 5.0m で約 62ha（宅地を含む）としており、2003 年には「プ」市知事により調整池保全令が交付され、2004 年に境界杭が打たれている。

しかしながら、本調査の現地調査時（2010 年 3 月～4 月）に現状を確認したところ、トラベック調整池の北側では宅地造成工事が進んでおり、湿地の大部分が消失してしまっ

いることが判明した。トラベック調整池の南側では現在もポンプ場の調整機能を維持しているが、流れ込む汚泥や砂の堆積によって湿地が経年的に浅くなっていく傾向があることや、周辺住民によって開水路沿いに堤防のように盛土されたり、調整池の周辺部分から少しずつ埋め立てが進んだりしているため、調整容量が減少する傾向にあることが判明した。以下に現在のトラベック調整池の写真を示す。



図 R 2.3.3 トラベック調整池の大きさの変化



北側の池-1（開発が進んでいる）



北側の池-2（僅かに残された湿地）



南側の池-1（池内では水生植物を栽培）



南側の池-2（開発が池周辺まで迫って来ている）

出典: JICA 調査団

写真 R 2.3.1 トラベック調整池の現在の状況

(2) トラベック調節池の取り扱い

仮に、今後も継続して調整池がその面積を失っていけば、これまで ADB が建設した排水施設やこれから本計画において建設する排水施設による計画どおりの排水ができなくなる。トラベック開水路および排水管路の効果発現のためには、これ以上同調整池の調整機能が損なわれないように保全し、維持管理活動を継続して実施する必要がある。

本調査では、このような現状を考慮するとともに、事業実施による非自発的住民移転の発生等の負の社会的影響を回避することを考慮し、調整池の復旧や改修は計画に取り込まず、現状の調整池容量を排水改善計画の設計条件とした。

トラベック調整池は、排水施設の効果発現のために、少なくとも現状維持の状態で継続して保全されなければならない。

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

カンボジア国（以下、「カ」国と記す）の首都プノンペン市（以下、「プ」市と記す）は、地形的に水災害のリスクが非常に高い上、老朽化や内戦時の荒廃の影響により、既存の排水施設は十分な排水機能を有していない。このために生じる排水不良は家屋の浸水や道路の水没等、市民生活に大きな支障を来たしているほか、交通渋滞や衛生問題発生の一因となり、市民の生活環境および経済活動に深刻な影響がでている。

こうしたプノンペン市民の困窮に直面し、「プ」市は都市開発戦略を策定し、「市民の生計の安定」「洪水被害の軽減を考慮した都市開発」「衛生・環境状況の改善」を達成することを重要目標としている。

この中で本プロジェクトは、上記の上位目標の達成に貢献するために、「プ」市街地南東部のトラベック地区を主たる対象地域として排水改善を行い、雨水による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。

【上位目標】

- 「プ」市市民の生計が安定する
- 「プ」市の洪水被害の軽減を考慮した都市開発がなされる
- 「プ」市の衛生・環境状況が改善される

【プロジェクト目標】

- 雨水による浸水が最小化し、浸水被害が軽減する

(2) プロジェクトの概要

1999年に制定されたマスタープランに基づく一連の「プノンペン市洪水防御・排水改善計画」は、「プ」市を外水・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、ならびに、ポンプ場や市内排水路等の排水施設建設およ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、メコン川およびサップ川の既往最大洪水（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 年確率降雨に対する市内の浸水被害状況が軽減されている。

本協力対象事業は、上記のプロジェクト目標を達成するために、「プ」市南東部の対象地域における排水機能を改善するための排水管路網の整備、王宮南側チャンバーの改修、および排水システムの機能を維持させるための排水管清掃機材の調達を行うとともに、排水管路の清掃・維持管理作業および清掃機材の有効活用・維持管理の能力向上を図ることとしている。これにより、対象地域における降雨による浸水が最小化し、浸水被害が軽減され、衛生環境が改善されること、ならびに、本プロジェクトにより建設される施設およ

び調達される機材の効果的な活用および維持管理が計画的かつ継続的に行われるようになることが期待されている。

この中において、協力対象事業は、表 R 3.1.1 に示す施設を建設し、機材を調達するとともに、ソフトコンポーネントを導入して清掃・維持管理作業に関する技術指導を行うものである。

表 R 3.1.1 協力対象事業の内容

項目	協力対象事業の内容		協力対象事業以外の内容
排水管路の整備	トラベック地区において浸水被害が大きい地域の排水改善に必要な、幹線排水管路の整備	総延長 20.65km	- 支線排水管路の改修／新設 - 既存・新設管路の維持管理
	小排水区毎の協力対象事業による排水管敷設延長の内訳		
	(1) オルセー (Ou Russei) 排水区		3.93 km
	(2) ブン・レアン (Boeng Reang) 排水区		2.43 km
	(3) モニレ (Monireth) 排水区		2.05 km
	(4) トゥール・スワイ・プレイ (Tuol Svay Prey) 排水区		2.52 km
	(5) トゥール・スレン (Tuol Sleng) 排水区		2.47 km
	(6) ブン・ケン・コン (Boeng Keng Kang) 排水区		3.04 km
	(7) トゥール・トゥンプン北部 (Tuol Tumpung North) 排水区		1.15 km
	(8) トゥール・トゥンプン南部 (Tuol Tumpung South) 排水区		3.06 km
王宮南側チャンバーの改修	- チャンバーの改修 (遮集管システムの流量調節、汚泥貯留槽としての機能を保持させる)	1 箇所	- 運営維持管理 - ゴミ・汚泥・堆積物除去
排水システム維持管理用機材	- 高圧洗浄車の調達 - 汚泥吸引車の調達	2 セット	- 機材の運営維持管理 - 調達機材を用いた排水管路の維持管理
ソフトコンポーネントによる技術指導	建設される施設および調達される機材の効果的な活用が継続的に実施されるよう、計画的な排水管路の清掃作業、および調達機材の操作・維持管理に関する技術指導を行う		- 技術指導に基づいた、計画的な清掃作業の継続的な実施

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、マスタープランにおいて立案された「プ」市における都市排水・洪水対策に関わる総合開発計画に沿って、「プ」市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」市の市街地南東部のトラベック排水システム流域と南西部のトゥンプン排水システム流域の一部を含む範囲（以下、トラベック地区と記す）における内水（浸水）被害の軽減という目的を有しており、「プ」市の要請に基づき排水機能を改善するための排水管路の整備、および王宮南側チャンバーの改修、ならびに排水システムの機能を維持させるための機材を調達する。

本協力対象事業における基本方針として、協力対象事業における施設建設・機材調達の内容を表 R 3.2.1 のとおりとする。

表 R 3.2.1 本協力対象事業における施設建設・機材調達の設計基本方針

協力対象事業の 項目容	協力対象事業の内容	協力対象事業以外の内容
①排水管路の整備	トラベック地区において浸水被害が大きい地域の排水改善に必要な、 - 幹線排水管路の改修／新設 - 特殊施工が必要な区間の管路改修／新設（管径不問）	- 支線排水管路の改修／新設 - 既存・新設管路の維持管理
②王宮南側チャンバーの改修	- チャンバーの改修（遮集管システムの流量調節、汚泥貯留槽としての機能を保持させる）	- 運営維持管理 - ゴミ・汚泥・堆積物除去
③排水システム 維持管理用機材	- 高圧洗浄車の調達 - 汚泥吸引車の調達	- 機材の運営維持管理 - 調達機材を用いた排水管路の維持管理

なお、本協力対象事業の調査対象範囲に居住、存在する商工業施設等は、以下の通りである。

- 人口 23 万人、約 5 万世帯
- 約 2,600 軒の商店・事務所、4 箇所の大規模な市場
- 約 400 軒の工場・倉庫などの工業施設
- 約 60 軒の学校・病院などの公共施設

(a) トラベック地区における排水管路の整備の基本方針

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路の整備は、既存のポンプ場（トラベックポンプ場およびトンプンポンプ場）に通ずる幹線排水路（開水路）に流下するように行うこととし、現地調査で実施した地形測量、マンホール調査の結果に基づいた水理解析ソフト「MOUSE」による排水シミュレーションに基づき、最適な排水施設を検討・設計する。

なお、調査対象範囲に現存する調整池については、「プ」市の計画に則って以下のように取り扱うこととする。

- オリピックスタジアム周辺の池は、環境上の理由から埋め立てられることが決定している。埋め立てることにより現在の雨水滞留効果が失われ、洪水軽減という観点からは負の影響となるが、相手国側の計画を尊重し、埋め立てられることを考慮して排水管路整備計画の検討を行う。
- トラベック池は、トラベックポンプ場の調整池としての機能を確保するため、現在の貯水容量が維持されることを前提とし、今後一切の埋め立てが実施されないよう「プ」市により保全されることを条件として計画する。

(b) 王宮南側チャンバーの改修の基本方針

王宮南側チャンバーはフェーズ 2 で建設した遮集管路とトラベック排水システムを接続する施設である。チャンバーが有する機能は、以下の通りである。

- チャンバーに流入する生活下水と雨水を分流する。すなわち、晴天時には、遮集管を通してチャンバーに流入する生活下水を、そのままサップ川に放流されないよう、トラベックメイン排水路に向けて排水する。また雨天時には、チャンバーに流入する生活下水が雨水により希釈されるため、主にフェーズ 2 で建設した No.1 地下貯留槽および排水ポンプ場を通してサップ川に排水する。
- チャンバーの下流区間における排水管路の土砂、汚泥、ゴミ等の堆積物による閉塞を防ぎ、効率よく堆積物除去を行うことができるよう、上流から汚水と共に流下してくる汚泥、土砂、ゴミ等の堆積物を捕捉、貯留する。

フェーズ 2 では、チャンバーに生活下水と雨水を分流する機能を持たせるため、チャンバーに生活下水を流入させる遮集管、およびチャンバーからサップ川に排水するための排水管が建設され、チャンバー内部には状況に応じて排水の流向を切り替える分流堰が建設されている。

したがって、チャンバーの下水・雨水の分流機能、ならびに堆積物の捕捉・貯留効果を維持することは、フェーズ 2 の無償資金協力の事業効果を維持し、チャンバーに接続する排水管路の排水効果を維持することにつながる。これらの効果を今後も維持していくためには、チャンバーの構造的強度を長期的に維持することが求められることから、本協力対象事業での改修を実施する方針とする。

王宮南側チャンバーの改修においては、以下に列挙する現在のチャンバーにおける構造、機能、維持管理面の課題を解決するよう改修する方針とする。

- チャンバーの構造体としての安全性を確保する。
- フェーズ 2 で建設した遮集管とトラベック排水システムの接続を確保し、遮集管の効果を保持させる。
- 排水管路の縦断勾配の不整合の問題を解消し、汚水のスムーズな流れを確保する。
- 維持管理作業がしやすい構造とする。

(c) 排水システム維持管理用機材の調達の基本方針

本協力対象事業で敷設される排水管路、およびこれまでの日本の無償資金協力事業で敷設してきた排水管路の維持管理は、「プ」市の公共事業運輸局（Department of Public Works and Transport、以下 DPWT と記す）が責任機関となり、その傘下の排水・下水課（Drainage and Sewage Division、以下 DSD と記す）が実作業を担当するが、現在の DSD の清掃作業には以下のような問題がある。

- DSD は高圧洗浄機能と汚泥吸引機能を併せ持つ“コンビ車”と呼ばれる清掃機材を 6 台有しているが、いずれも使用開始から 12 年～15 年経過しており、現状で稼動可能なものは 4 台のみである。稼動可能な 4 台について、汚泥吸引機能は辛うじて使用可能であるが、高圧洗浄機能は故障により全てのコンビ車で失われている。

- DSD は上記の機材以外に高圧洗浄機能を有する機材を所有しておらず、このため、排水管路内の堆積物除去作業をほぼ人力により実施しており作業効率が悪い。また、閉塞空間である排水管内に作業員が這い入って長時間の除去作業を行うため、酸素欠乏、有毒ガス中毒、怪我、病気の発生の危険性があり、安全性の確保という面でも問題がある。
- DSD はコンビ車以外にも 2 台の汚泥吸引車を所有しているが、1 台は調達後 27 年を経過しており、もう一台は調達後 13 年を経過している上、自走機能に問題があり、老朽化による機能低下のため作業効率が非常に悪い。
- DSD が所有する汚泥吸引機能を有する清掃機材の汚泥吸引方式は、いずれも液体の吸引に適した真空式である。排水管、マンホール、道路側溝等からの固形物を多く含む汚泥や堆積物の吸引にはブロー方式が適しており、真空式による汚泥・堆積物の吸引は作業効率が悪い。

排水管の維持管理は、ポンプ場、排水路および排水管路から構成される市内排水システムの機能を維持するために必要不可欠である。そのため、DSD の排水管路の維持管理業務を補強し、人力による作業内容を機械に置き換え安全性と作業効率を向上させるとともに、汚泥・堆積物の吸引に適した汚泥方式の採用による作業効率の向上を図ることが必要であり、その目的に合致する機材調達を実施する方針とする。

(2) 自然環境条件に対する方針

本協力対象事業の設計のための自然環境条件に対する方針は、既往の資料（マスタープラン等）およ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) 施設計画規模

洪水防御および排水改善に関する施設の計画規模は、マスタープランにおいて近隣諸国における類似都市（バンコク、ハノイ、ビエンチャン、ジャカルタ、マニラ、ダッカ）の例を参考に表 R 3.2.2 のように決定されている。

表 R 3.2.2 施設計画規模

種別	計画規模
洪水防御施設：堤防、護岸等	1960 年以降の既往最高水位（30 年確率相当）。メコン川チャトムック地点で EL+10.0 m
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（集水面積約 1 km ² 以下）	2 年確率

フェーズ 1 およびフェーズ 2 では、この計画規模に則って施設設計を行っている。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、本協力対象事業においてもこの基準を踏襲することとする。

本協力対象事業において計画する各排水管路の集水面積は各々 1km² 以下であることから、上表の末端排水施設に該当するため、排水管路の計画規模は「2 年確率」とした。

(b) 確率雨量と降雨強度式

マスタープランでは 1981～1997 年の 17 年間の降雨記録を基に表 R 3.2.3 の確率雨量を算出した。フェーズ 2 調査では 1998～2005 年の降雨記録を追加し再評価を行い同じ結果を得ている。今回も同様に 2006～2009 年までの降雨記録を追加し、改めて評価を行った結果、同様の結果を得た。よって確率雨量、降雨強度式ともに、マスタープランおよびフェーズ 2 で使用されたものを適用することとした。

表 R 3.2.3 2 年確率雨量

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	$I=2,566.07x(T+25.48)^{-0.93}$

注：上記の値は、ボ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。

出典：「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査」（1999 年 8 月、JICA）

(c) 計画降雨継続時間

マスタープランにおいては、1980 年以降の実績降雨パターンを検証した結果、計画降雨継続時間を 6 時間と設定している。したがって、本協力対象事業ではマスタープランからフェーズ 2 までの計画との整合性を図り、「プ」市における排水改善事業に一貫性を持たせるため、過去の降雨パターンに即した計画降雨継続時間として「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必要としない計画を立案する。そのために、排水管路は車道・歩道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。

王宮南側チャンバーの改修に関しては、既設チャンバーが公有地である公園敷地内にあることから、同じ位置に新設チャンバーを計画することにより土地収用や家屋移転が不要となる。さらに、公園の導線計画にも配慮して新設チャンバーを計画する。

協力対象事業対象地域は、「カ」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およ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」国では橋梁および道路に関する設計基準が公共事業運輸省により 2003 年に制定されている。しかしながら、その他の各種構造物等の設計基準はいまだ制定されておらず、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、本協力対象事業においても、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。

排水システム維持管理用機材の調達に関しては、「下水道管路施設維持管理積算資料（日本下水道管路管理業協会）」等の日本の管路清掃の手法および考え方を標準とし、現地の作業状況、能力および作業量等を調査・勘案し現地に即した計画を立案した上で、数量および仕様を決定する。

(b) 調達事情

「カ」国では、土砂、セメント、鉄筋等の基本的な土木・建設資材、ならびに一般的な建設機械の調達が可能である。現地で調達できる資材のうち、土砂、木材等の一部の現地発生材を除き、セメント、鉄筋、建設機械等は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」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」国内の労働力は豊富であるが、世話役・特殊作業員・普通作業員の技術水準は総じて低いため、日本の無償資金協力事業の経験のある世話役・特殊作業員等の技術者の確保が重要となる。

設計に当たっては、フェーズ 1 およびフェーズ 2 の事業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、現地調達が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。

排水システム維持管理用機材は、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、維持管理面、経済性およ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 3 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」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

本協力対象事業は、主管官庁が「プ」市であり、実施機関である DPWT が工事実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得る必要はない。

関連法規としては、「カ」国の環境基準に従って施工時の振動・騒音、大気汚染等に配慮する必要がある。また、現地の交通事情に配慮して施工計画を立案するとともに、調達機材の選定を行う。

(5) 現地業者の活用に係る方針

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。施工計画立案に際しては、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。

これまでのフェーズ1およびフェーズ2における工事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、同技術者を適切に活用し、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。

(6) 運営・維持管理に対する対応方針

本協力対象事業によって建設される排水管路、マンホール、その付帯施設、新設チャンバーは、相手国の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。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する。

排水システム維持管理用機材の運営・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技術指導を行う方針とする。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する。

(7) 施設、機材のグレードの設定に係る方針

(a) 排水管路網の整備のグレードの設定に係る方針

排水管路網は、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に高度であるため、この目標を達成するには施設規模が大きくなり、施工スペースの確保や既存の地下埋設物との関係から制約を受ける。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の施設設計時には、現状の浸水被害状況に対して、2年確率洪水において、家屋の浸水被害が発生せず、歩道上の歩行および車道の車輛の通行に支障を生じないことを目標に浸水深が歩道の縁石高以下となるよう道路中央部で許容浸水深 20cm 以下とし、また、市民生活に深刻な影響を及ぼさないことを目標に現況の最短浸水継続時間である3時間を下回るよう許容浸水継続時間2時間以下として、浸水被害の改善目標を設定している。

本協力対象事業の排水管路網整備においても、以下の観点からフェーズ2の浸水被害改善目標と同様の「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。
- 既設排水路（トラベックメイン排水路、Meanchey 排水路、Salang 排水路）が排水先であるため、施設の設置高さに制限がある。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。
- 浸水深・浸水時間をゼロとするには、トラベック調整池およびトラベックポンプ場の容量が不十分である。

- 浸水による悪影響を甚大ではないレベルまで軽減するため、車輛の通行および歩行が可能で、家屋における浸水被害が発生しないことを考慮して、浸水深が現況の歩道縁石（約 20～30cm）程度以下とすることを目標とする。
- フェーズ 2 調査時における「プ」市内の中心部での浸水継続時間が最短で 3 時間程度であったこと、本協力準備調査の現地調査において実施したインタビュー調査においても浸水被害経験者の 1/3 以上が浸水継続時間が 2～3 時間以上であったと回答したこと考慮して、浸水継続時間を 2 時間以下とすることを目標とする。
- マスタープランでは、近隣諸国における類似都市（バンコク、ハノイ、ビエンチャン、ジャカルタ、マニラ、ダッカ）の例を参考に、集水面積 1km² 以下の排水施設の計画規模を 2 年確率としている。

本協力対象事業の排水管路整備における排水改善目標を上記の通り設定し、MOUSE シミュレーション結果に基づき排水管路の整備範囲、内容を設定する方針とする。

(b) 王宮南側チャンバーの改修のグレードの設定に係る方針

チャンバーの改修に際しては、トラベック地区の排水改善とともにフェーズ 2 で改善した地域も併せた、「プ」市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、チャンバーの機能として以下の項目を満足するように設計する方針とする。

- 雨水・汚水に含まれる汚泥・砂を貯留させる機能をチャンバーに持たせる。
- 建設場所は既存施設と同一とし、大きさは処理すべき汚泥量で決める。
- 汚水の流れを阻害せず、遮集管システムを有効活用できるような構造とする。
- 維持管理面に配慮し、清掃のしやすい構造とする。
- 周辺環境に配慮しできるだけ悪臭等が漏れない構造とする。

(c) 排水システム維持管理用機材のグレードの設定に係る方針

現地調査の結果、調達する排水システム維持管理用機材に必要とされる機能は表 R 3.2.4 の通りとした。

表 R 3.2.4 排水システム維持管理用機材に必要な機能

機能	用途・目的
汚泥吸引機能	下水管内に堆積した汚泥を吸引、運搬、廃棄する。
高圧洗浄機能	固化した汚泥の切り崩し、管内閉塞物の除去、人間が作業する事が困難な下水管内に堆積した汚泥を人孔まで移動させる。
左ハンドル車	「カ」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

排水システム維持管理用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容易なこと。

以上の条件を考慮し、また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を勘案して、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

- 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。
- 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、小排水区毎に完結するよう施工していくことを基本とする。
- 工事中の騒音・振動の発生を極力小さくするよう低騒音・低振動タイプの機械を使用する。
- 安全対策上、昼間施工を基本とするが、社会環境に与える影響を考慮し、周辺状況に応じて夜間工事を実施する。

(b) 王宮南側チャンバー改修工事

- 王宮南側チャンバー本体部の施工は、全て公園内であることから、オープン開削工法で行なう。
- チャンバー構造物の基礎杭の施工は、騒音・振動対策および油煙問題を考慮し、油圧ハンマー搭載の杭打ち機を採用する。

(10) 工期に係る方針

本協力対象事業は、排水管路の敷設工事が主たる内容であり、施工に際しては降雨の影響を受ける。従って降雨量が多い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、地下貯留槽である王宮南側チャンバーの工事は乾季に集中して作業を実施する工程とする。

3.2.2 基本計画（施設計画／機材計画）

本協力対象事業で要請された事業は、次の3つに大別される。

- 排水管路の整備
- 王宮南側チャンバーの改修
- 排水システム維持管理用機材の調達

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

3.2.2.1 排水管路の整備計画

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、水理解析を行い、浸水被害状況を改善するために必要な排水管路の整備を行う。

(1) 計画の前提条件

「基本方針」において上述したように、オリンピックスタジアム周辺の池は埋め立てられるものとして計画する。オリンピックスタジアム周辺の池は、上流域の洪水を一時的に貯留し、下流における雨水流出の集中を低減する機能を有していることから、埋め立てられれば洪水状況は現在よりも悪化するため、これに配慮して計画する。

トラベック池については、既存の「プ」市の排水システムの効果を維持するためにトラベックポンプ場の調整池として機能させることが必要不可欠であることから、現在の貯水容量が確保される（今後埋め立てが一切実施されない）ことを計画の前提条件とする。

(2) 排水管路整備の計画対象範囲の選定と浸水被害の実態

排水管路整備の計画対象範囲を選定するために、浸水被害調査の結果に基づいて浸水被害の深刻度の判断基準として、本協力対象事業の排水改善目標「2年確率降雨において浸水深 20cm 以下、浸水継続時間 2 時間以下」を考慮しつつ、浸水の程度が市民生活に支障を来すかどうかという観点から、以下の指標を設定した。各調査対象路線での聞き取り調査結果において、以下の指標に一つでも該当すれば、浸水被害が深刻であると判断した。

- ① 全回答が浸水被害の頻度が、年に 4 回以上と回答（浸水被害経験者の 70%）
- ② 半数以上の回答者が、浸水深が脛以上と回答（浸水被害経験者の 80%）
- ③ 半数以上の回答者が、浸水継続時間が 2～3 時間以上と回答（浸水被害経験者の 36%）

上記指標に基づき、浸水被害が深刻であると判断した路線は、図 R 3.2.1 に示すとおりである。本協力対象事業の協力対象範囲を明確に示すための便宜上、対象流域を図 R 3.2.1 に示す 8 つの小排水区に分割し、小排水区毎に施設設計を行う方針とした。

小排水区境界は地形的特徴、既存排水管路、現地踏査の結果および以下に示す洪水の特徴と排水先によって分割され、小排水区の名称は位置する各地域名（Sangkat 名）に基づ

いている。

以下に各小排水区における浸水被害の特徴を述べる。

(a) オルセー排水区

オルセー市場周辺は、ほぼ全域に亘って許容湛水深 0.2m を超える洪水が毎年複数回発生している。107 番通りおよび 111 番通りでは浸水が 2～3 時間を超過することが多く、特に 107 番通りは写真 R 3.2.1 に示すように、小規模の雨で容易に浸水する。また、217 番通り（シャルル・ド・ゴール通り）と 182 番通りの交差点付近は非常に交通量が多い地点であるが、標高が低いことから道路全幅で許容湛水深 20cm を超過する浸水が発生し、自動車が立ち往生するなど市内交通に大きな悪影響を与えている。

今後、オリンピックスタジアム周辺の調整池埋立ての影響を受け浸水被害のレベルが悪化することが予想されるため、その影響を考慮した浸水対策を行う必要がある。



107 番通り (2010 年 3 月 26 日撮影)



217 番通り (2010 年 4 月 20 日撮影)

写真 R 3.2.1 オルセー排水区の浸水状況

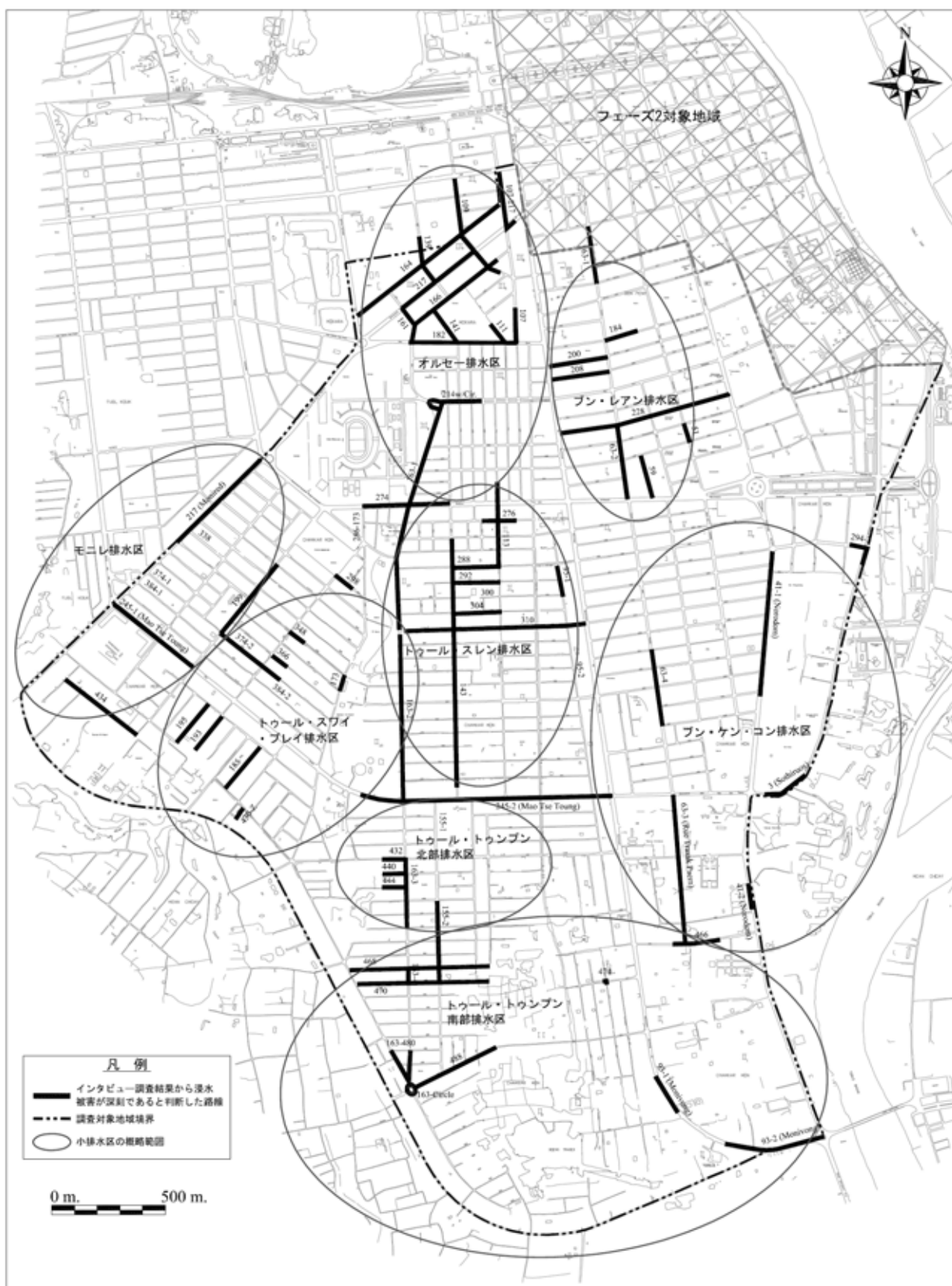


図 R 3.2.1 住民への聞き取り調査結果において浸水被害が深刻な路線と小排水区位置図

(b) ブン・レアン排水区

「カ」国側の要請には含まれていなかったが、今回の浸水被害調査において、浸水被害の大きさが認識され、排水改善実施の必要性が確認された地域である。特に、200番通りおよび208番通りでは、洪水の発生頻度、湛水深、継続時間とも深刻と判断される基準値を超過しており（図 R 3.2.1 参照）、63番通りでは既存の排水管が劣化のため崩壊して洪水が発生している箇所もある。



200 番通り (2010 年 4 月 20 日撮影)



51 番通り (2010 年 4 月 20 日撮影)

写真 R 3.2.2 ブン・レアン排水区の浸水状況

(c) モニレ排水区

「プ」市の幹線道路の 1 つであるモニレ通り（217 番通り）が毎年 4 回以上浸水し、交通渋滞を引き起こす原因となっている。浸水被害調査結果によると、頻度、湛水深、継続時間とも深刻であり、幹線道路の浸水ということも考慮すると早急に対策が必要な地域である。



モニレ通り (2010 年 4 月 20 日撮影)

写真 R 3.2.3 モニレ排水区の浸水状況

(d) トゥール・スワイ・プレイ排水区

洪水が頻発する地域であり、348 番通り、366 番通り、195 番通りおよび 430 番通りの洪水は発生頻度、湛水深、継続時間とも深刻と判断される基準値を超過している。434 番通りは浸水が半日続く場所もあるなど、排水管路の流下能力不足に加え排水口における排水不良が原因と思われる洪水も発生している。



199 番通り (2004 年 5 月 31 日撮影)

写真 R 3.2.4 トゥール・スワイ・プレイ排水区の浸水状況

(e) トゥール・スレン排水区

この地域を南北に走る 143 番通りおよび 163 番通りでは、広範囲に亘って年 4 回以上浸水が発生しており、加えて場所によっては浸水状態が 2～3 時間以上継続して、不衛生な環境が発生している。また、288 番通りおよび 304 番通りは頻度、湛水深、継続時間とも深刻と判断される基準値を超過している（図 R 3.2.1 参照）。トラベックメイン排水路もしくはトゥールセン東排水路への排水によって、被害を緩和すべき地域である。

(f) ブン・ケン・コン排水区

63 番通りおよび 466 番通りは周辺地盤より標高が低いため、雨水がこれらの通りに集まってくる地形になっており、洪水が頻発している。特に 63 番通りでは浸水時間が 2～3 時間以上継続、湛水深が膝ぐらいのレベルに達することも多く、排水改善の必要がある。排水先はモニボン大通りを横断してトラベックメイン排水路となる。



63 番通りと 352 番通りの交差点周辺
(2009 年 9 月 11 日撮影)



63 番通りと 294 番通りの交差点周辺
(2009 年 9 月 11 日撮影)

写真 R 3.2.5 ブン・ケン・コン排水区の浸水状況

(g) トゥール・トゥンブン北部排水区

今回調査した地域では最も浸水時間が長い地域であり、数時間から半日程度浸水する箇所が多い。特に、163 番通りとその周辺および 155 番通りについては湛水深が太股まで達する場所もあり、発生頻度も年間 4 回以上と高い。163 番通り沿いの排水管路の流下能力を拡大する必要性は高い。



163 番通り、ロシアンマーケット前
(2009 年 8 月 31 日撮影)



163 番通り、ロシアンマーケット前
(2009 年 9 月 1 日撮影)

写真 R 3.2.6 トウール・トゥンブン北部排水区の浸水状況

(h) トウール・トゥンブン南部排水区

「トウール・トゥンブン北部排水区」と同様に調査対象地域内で最も浸水時間が長いのが特徴の地域である。488 番通りを通じてトラベックメイン排水路に排水する計画であるが、地盤高が低いため、排水管路の勾配や埋設深さ等の設計上の制約条件が多い。

(3) シミュレーションモデルの構築とシミュレーション作業フロー

構築した排水シミュレーションモデルを用いて現在の浸水状況の再現を実施したところ、住民への聞き取り調査の結果における浸水被害発生地域と、解析結果における浸水深の深い地域の分布がほぼ同様であるとの結果が得られた（後掲の図 R 3.2.3 (1)参照）。このことから、MOUSE による排水シミュレーションは、「プ」市の浸水状況の再現と将来の傾向を予測することが可能であると判断し、排水管路の整備範囲、内容は、MOUSE シミュレーション結果に基づき設定した。トラベック・エリアにおけるマンホール約 300 箇所分の既存測量結果に加え、今回の現地調査では約 600 箇所のマンホール測量および約 26km の道路縦断・横断測量を実施しており、この結果に基づき現況に合わせた MOUSE シミュレーションモデルを構築した。その後、構築したモデルを利用してシミュレーションを行った。

本協力対象事業の対策目標は、排水管路の整備のグレードの設定に係る方針に基づき、集中豪雨による弱冠の浸水を許容して「2 年確率降雨に対し、浸水深 20cm 以下、浸水継続時間 2 時間以下」と設定した。

図 R 3.2.2 に排水管路網計画立案までの作業フローを示す。

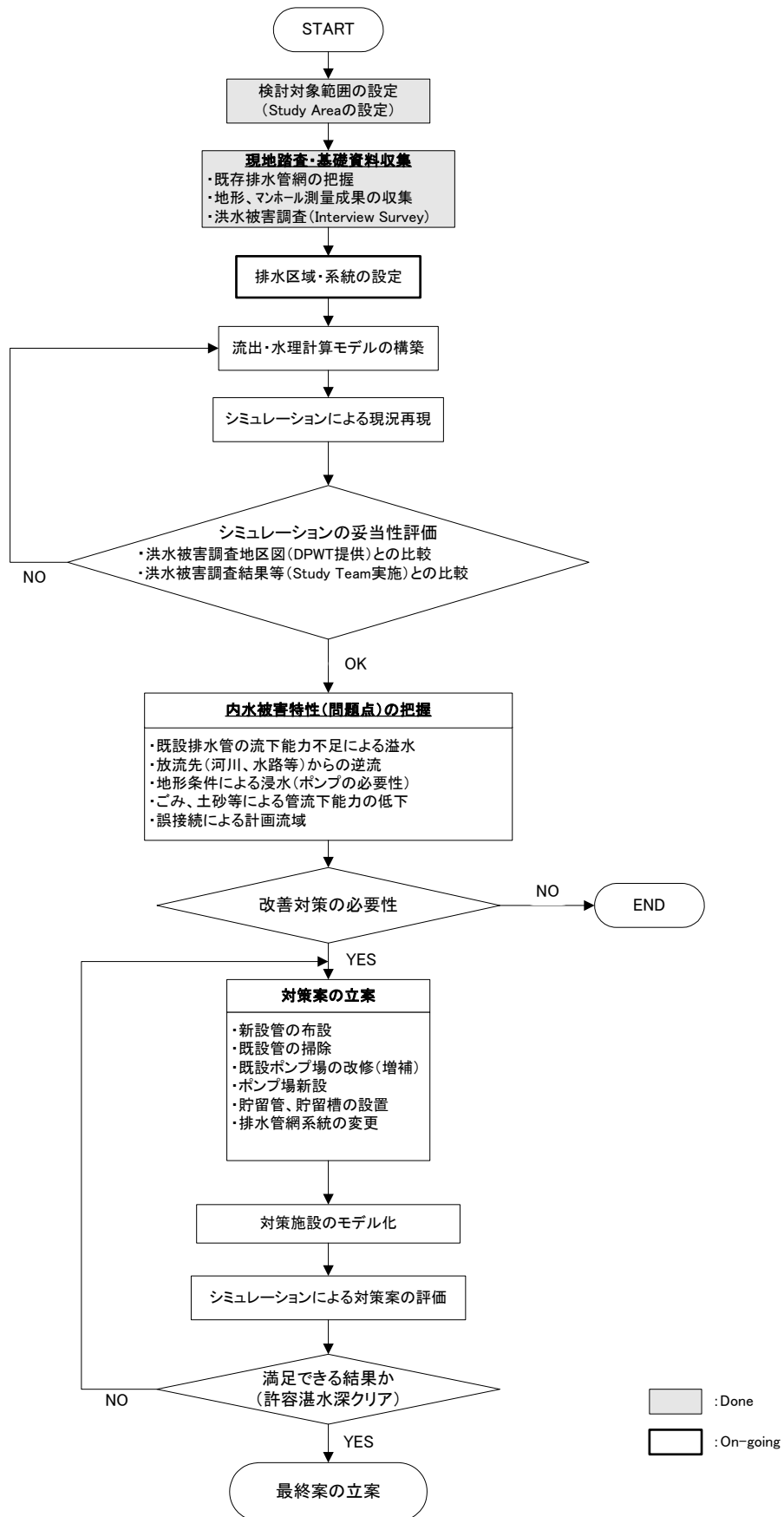


図 R 3.2.2 MOUSE シミュレーションの作業フロー

(4) 構築したシミュレーションモデルを用いた浸水被害状況の変化予測シミュレーション

構築した排水シミュレーションモデルを用いて現在の浸水状況の再現を実施したところ、住民への聞き取り調査の結果における浸水被害発生地域と、解析結果における浸水深の深い地域の分布がほぼ同様であるとの結果が得られた（図 R 3.2.3 (1)参照）。このことから、MOUSE による排水シミュレーションは、「プ」市の浸水状況の再現と将来の傾向を予測することが可能であると判断し、下記の浸水被害状況の変化予測を行った。

(a) オリンピックスタジアム周辺の調整池の埋め立てによる浸水状況の変化予測

前述のとおりオリンピックスタジアム周辺の池は今後埋め立てられる計画であることから、埋め立て後の浸水被害発生状況の悪化の程度を予測するため、構築した排水シミュレーションモデルを用いて、現況の排水管路網においてオリンピックスタジアム周辺の池を埋め立てた場合の解析を実施した。その結果を図 R 3.2.3 (2)に示す。

現況の排水管路網でのオリンピックスタジアム周辺の池の有無の違いによる浸水発生状況を表した図 R 3.2.3 (1)および(2)の比較から分かるように、オリンピックスタジアム周辺の池を埋立てた場合、特にオルセーマーケット周辺やオリンピックスタジアム周辺の 214 番通り、163 番通りの浸水被害状況の悪化が顕著である。

(b) 事業実施後の浸水状況予測

オリンピックスタジアム周辺の池が埋め立てられるという条件で、本概略設計で後述の通り提案する協力対象事業を実施した場合の浸水状況予測結果は図 R 3.2.3 (3)に示すとおりであり、湛水深は 0.2m 以下に抑えられることとなる。

(c) トラベック調整池の容量の変化による浸水状況の変化予測

トラベック池については、トラベックポンプ場の調整池として機能させるため、現在の貯水容量が確保される（今後埋め立てが一切実施されない）ことを計画の前提条件としている。

本協力対象事業実施後に、万が一トラベック池が埋め立てられた場合、トラベック池の洪水調整効果が失われ、池の周辺およびそこに流れ込むトラベックメイン排水路からの溢水により、図 R 3.2.3 (4)に示すとおり「プ」市南部地域の浸水状況が大きく悪化することとなる。

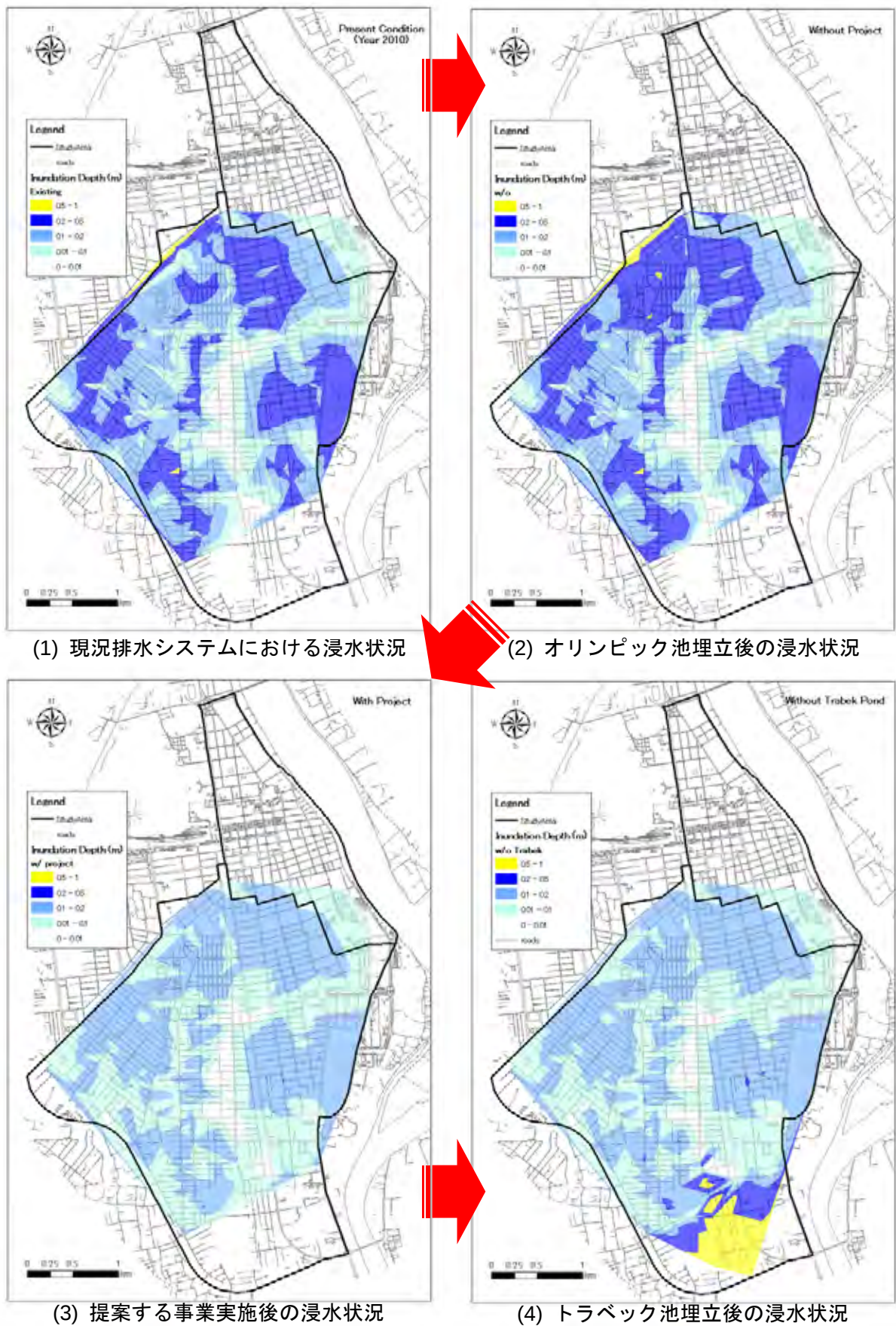


図 R 3.2.3 MOUSE シミュレーション結果による浸水状況予測結果（最大浸水深）

(5) 設計条件

MOUSE シミュレーション、全体計画立案、および施設計画立案に適用した設計条件を以下にまとめる。

(i) 自然環境に関する設計条件

「自然環境条件に対する方針」より、表 R 3.2.5 の通りとした。

表 R 3.2.5 2 年確率雨量

計画規模	時間雨量(mm/hr)	日雨量(mm/day)	降雨強度式	降雨継続時間
2 年確率	44.8	87.8	$I=2,566.07x(T+25.48)^{-0.93}$	6 時間

出典：「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査」（1999 年 8 月、JICA）

(ii) 流出係数

マスタープラン、フェーズ 1、およびフェーズ 2 においては、表 R 3.2.6 に示すとおり 7 タイプの土地利用種別毎に流出係数を設定した。

表 R 3.2.6 土地利用種別ごとの流出係数

土地利用種別	流出係数
高密度市街地	0.80
高密度住宅地	0.65
低密度住宅地	0.50
低密度工・商用地	0.35
農地	0.05
公園・緑地	0.10
湖沼	1.00

出典：「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査」（1999 年 8 月、JICA）

トラベックメイン排水路に関する ADB の調査報告書では本協力対象事業の対象地域の流出係数は一律「0.7」とされているが、本調査では可能な限り MOUSE シミュレーションの精度を高めるために上表の流出係数を適用した。

(iii) 粗度係数

排水管路の整備には鉄筋コンクリート製排水管を採用する。一般的にコンクリート管の粗度係数は $n=0.011\sim0.016$ とされており、日本での排水管路設計では $n=0.013$ が適用されている。しかしながら、本協力対象事業での排水管設計時には供用後の管渠の状態（ゴミ、土砂の堆積を見込む）を想定し、粗度係数を $n=0.015$ とした。また MOUSE シミュレーションでの既存排水管の評価については、マンホール測量から得られるマンホール地点での堆積汚泥量を参考に、粗度係数を変化させて対応した。

(iv) 排水管の最小土かぶり

「カ」国には排水施設計画・設計のための指針は未だ作成されていないため、排水管の土かぶりに関する基準はなく、経験的に「車道下で本線は 1m、取付け管部は

0.75m」としている。これは日本での基準（「下水道施設計画・設計指針と解説」日本下水道協会）、「下水道本線：1m、本線以外：0.6m」とほぼ合致し、安全側の設定となっている。本協力対象事業では日本の基準と「カ」国の経験値の両者を考慮し、「車道下で本線は1m、取付け管部は0.75m」を適用した。

(v) 管渠の接合

管渠の接合方法には、1)水面接合、2)管頂接合、3)管中心接合、4)管底接合がある。排水区域内の路面の縦断勾配、他の埋設物、管渠の埋設深さ、接合部における損失水頭等を考慮し、管渠の埋設深さが増して建設費がかさむものの水理学的に安全な「管頂接合」を原則適用することとした。また、状況に応じて計画水位を一致させて接合する、水面接合を適用することとした。

(vi) マンホールの配置

マンホールの配置については、「下水道施設計画・設計指針と解説」（日本下水道協会）に準じ、維持管理のうえで必要な箇所、管渠の起点および方向または勾配が著しく変化する箇所、管渠径等の変化する箇所、段差の生ずる箇所、管渠の会合する箇所に必要に応じて設けこととした。

管渠の直線部のマンホール間隔は管渠径によって表 R 3.2.7 に示す間隔を標準とした。

表 R 3.2.7 マンホールの管渠径別最大間隔

管渠径 (mm)	600 以下	1,000 以下	1,500 以下	1,650 以上
最大間隔 (m)	75	100	150	200

出典：「下水道施設計画・設計指針と解説」（日本下水道協会）

(6) 全体計画

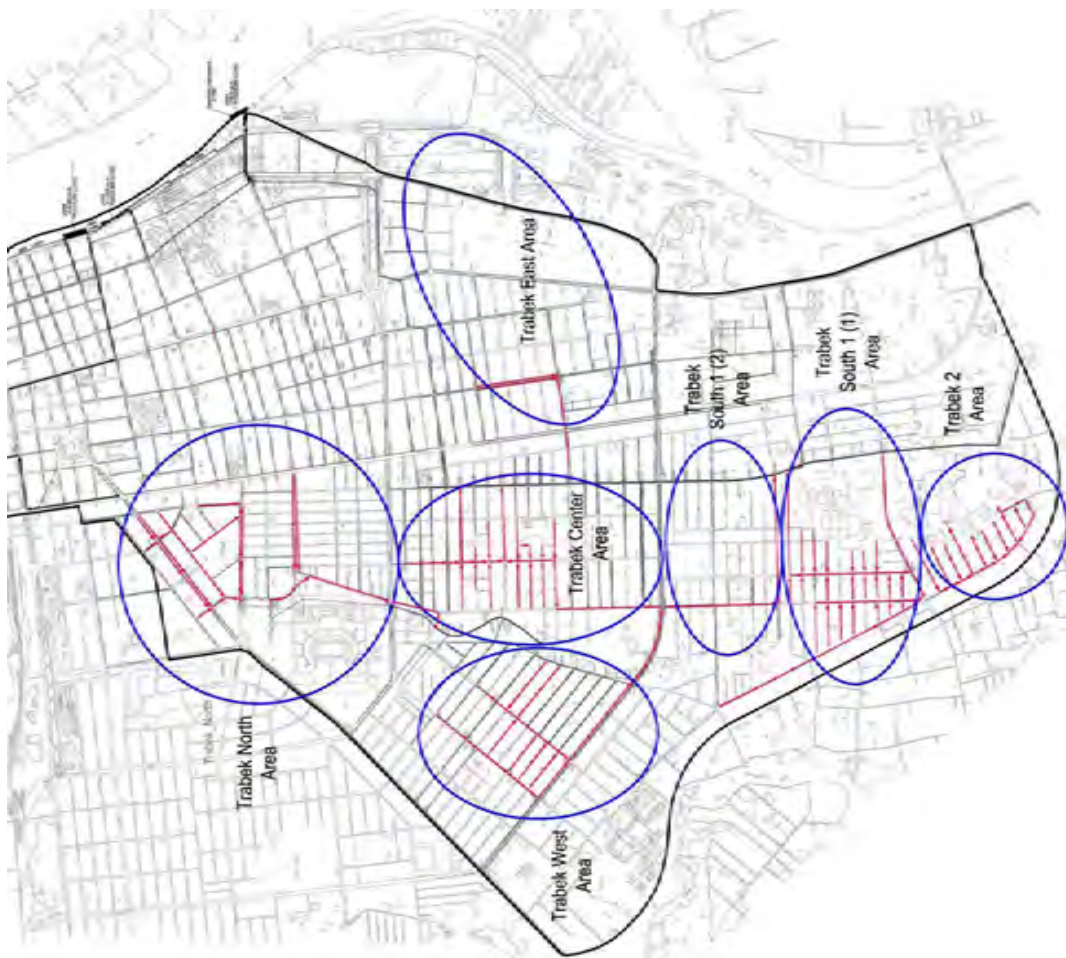
排水シミュレーションによる解析の結果、本協力対象事業において提案する整備案について、表 R 3.2.8 および図 R 3.2.4 に要請内容と比較して表示した。要請と提案の整備案の間で小排水区の名称や敷設延長が異なるのは、以下の理由のためである。

- 小排水区の位置をイメージしやすくするため、小排水区の名称を各小排水区が位置する行政区域（Sangkat）名称に変更した。
- 現地調査で住民へのインタビュー調査を実施し、最新の浸水状況の現状を把握し、その結果に基づいて現状の浸水状況を解決するために効果的な整備案を検討し、提案したため、各小排水の排水管敷設延長が要請内容と異なっている。
- コスト削減のため、より排水効果が大きい大口径管を主要道路に敷設することを主とし、排水効果が小さい小口径管の敷設延長を削減したため、提案内容の総延長が要請内容より短くなっている。
- ブン・レアン排水区およびモニレ排水区は、要請内容に含まれていなかったが、調査結果に基づき、浸水被害が認められたため提案内容に含めた。

- 要請内容に含まれていたトラベック南部排水区-2 は、現地調査の結果、浸水被害の発生が確認されなかったため協力対象から除外した。

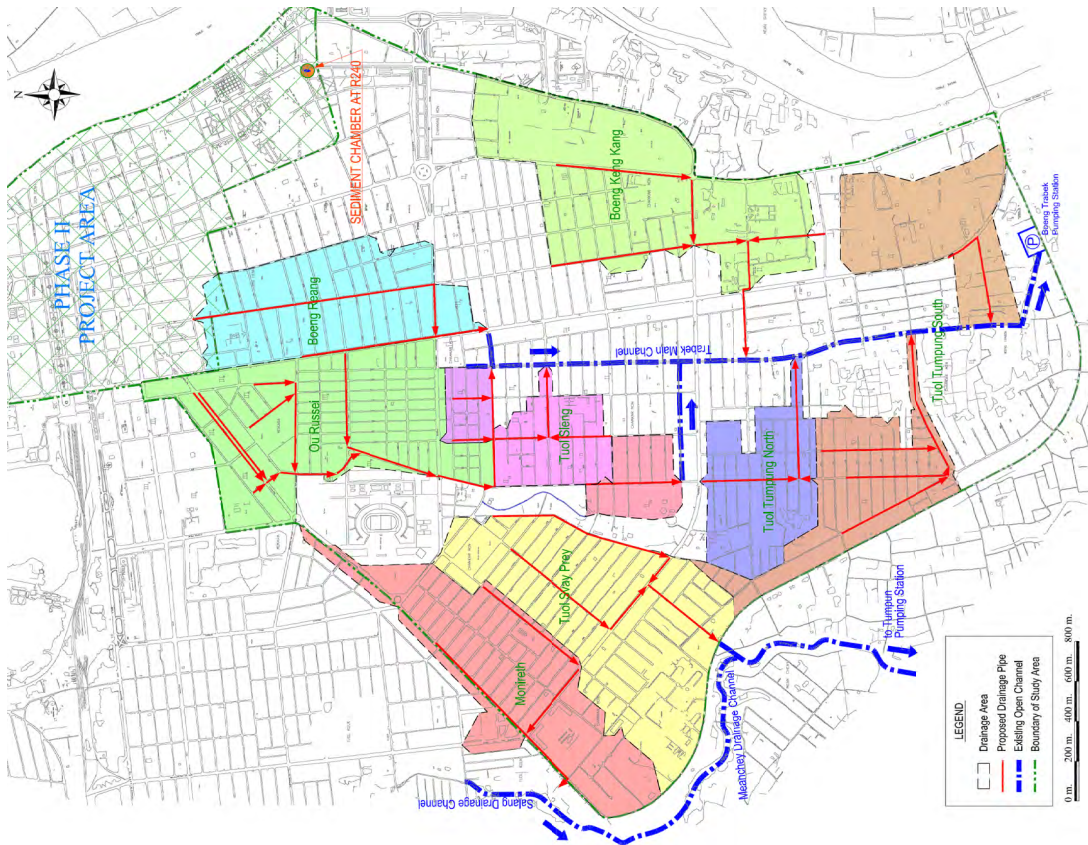
表 R 3.2.8 要請内容と提案する整備案

排水管路整備の要請内容		→	排水管路整備の提案内容	
小排水区名	敷設延長		小排水区名	敷設延長
トラベック北部排水区	5.60km	→	オルセー排水区	3.93km
要請なし	—	→	ブン・レアン排水区	2.43km
要請なし	—	→	モニレ排水区	2.05km
トラベック西部排水区	4.00km	→	トゥール・スワイ・プレイ排水区	2.52km
トラベック中央部排水区	4.36km	→	トゥール・スレン排水区	2.47km
トラベック東部排水区	1.34km	→	ブン・ケン・コン排水区	3.04km
トラベック南部排水区-1(1)	6.61km	→	トゥール・トゥンブン南部排水区	1.15km
トラベック南部排水区-1(2)	1.20km	→	トゥール・トゥンブン北部排水区	3.06km
トラベック南部排水区-2	2.73km	→	対象外	—
総延長	25.84km	→	総延長	20.65km



(1)要請内容位置図

図 R 3. 2. 4



(2)本協力対象事業において提案する排水管路整備内容位置図

本協力対象事業において提案する排水管路の整備案と要請内容