

国際協力事業団

ヴェトナム社会主義共和国
計画・投資省
ホーチミン市人民委員会

ヴェトナム国
ホーチミン市排水・下水道整備計画調査

最終報告書
(要約)

LIBRARY



J 1155175 (1)

平成 11 年 12 月

123
61.8
SSS

(株) パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

社調二
J.R.
99-168

国際協力事業団

ベトナム社会主義共和国
計画・投資省
ホーチミン市人民委員会

ベトナム国
ホーチミン市排水・下水道整備計画調査

最終報告書
(要約)

平成 11 年 12 月

(株) パシフィック コンサルタンツ インターナショナル



本報告書における通貨換算率

通貨	対米ドル換算率(/US\$)
ベトナム・ドン (VND)	13,956
日本円 (JPY)	113.39

(1999年7月現在)

序 文

日本国政府は、ヴェトナム社会主義共和国政府の要請に基づき、同国のホーチミン市排水・下水道整備計画にかかる開発調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成10年7月から平成11年12月までの間、3回にわたり株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの柳内龍二氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

また、平成10年7月から平成11年12月までの間、社団法人日本下水道管路維持管理業協会の専務理事である富澤健二氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、ヴェトナム社会主義共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成11年12月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

ベトナム国ホーチミン市排水・下水道整備計画調査

伝達状

平成11年12月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎 殿

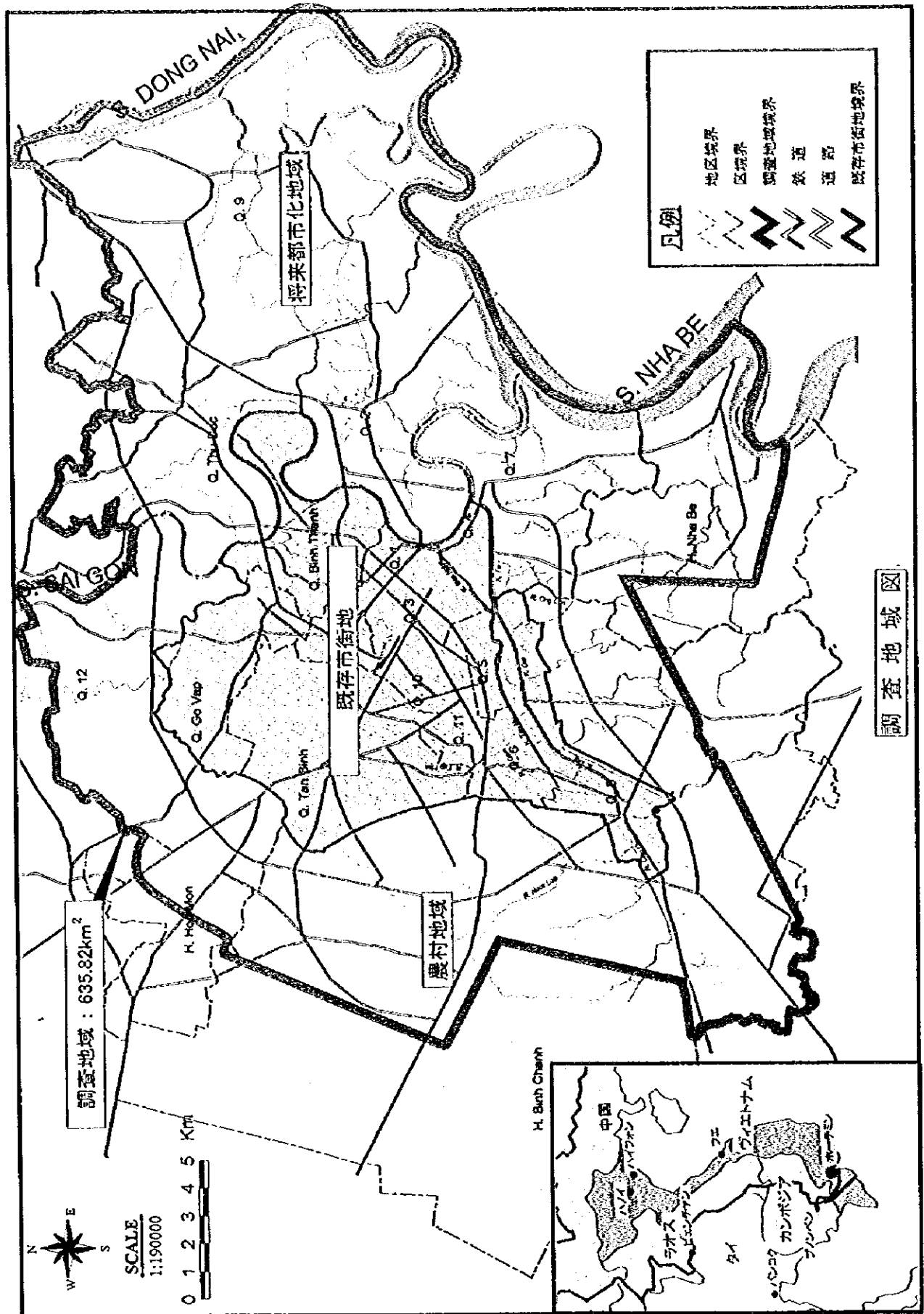
ベトナム国ホーチミン市排水・下水道整備計画調査の最終報告書をここに提出いたします。本報告書は株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルが平成10年7月3日、平成11年5月13日付貴事業団との契約書に基づき作成したものです。

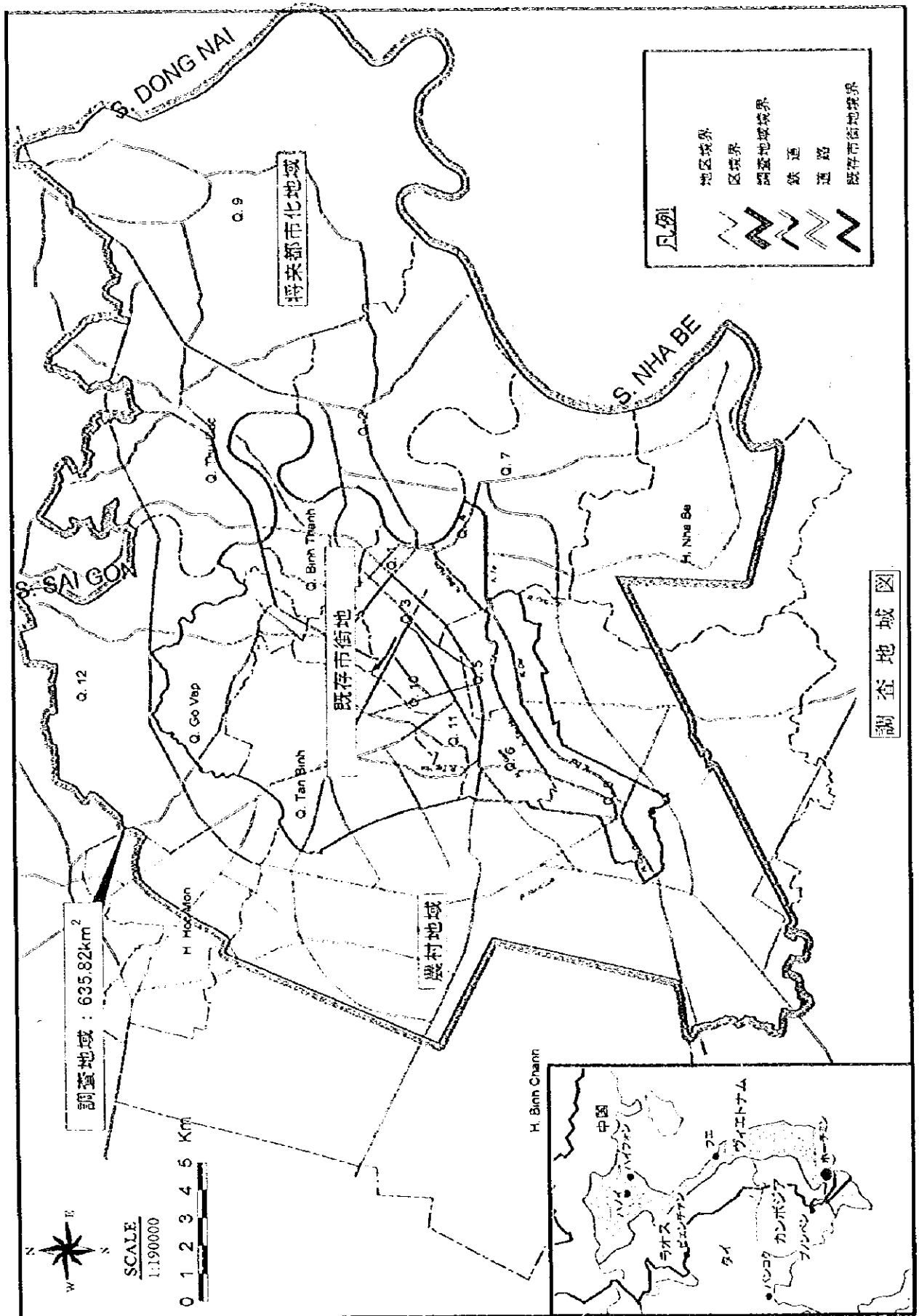
本調査ではホーチミン市の中心部を含む約650km²を対象とした都市排水・下水道整備マスタープランの策定、マスタープランにおいて選定された優先プロジェクトに係るフィージビリティスタディ調査を実施しました。

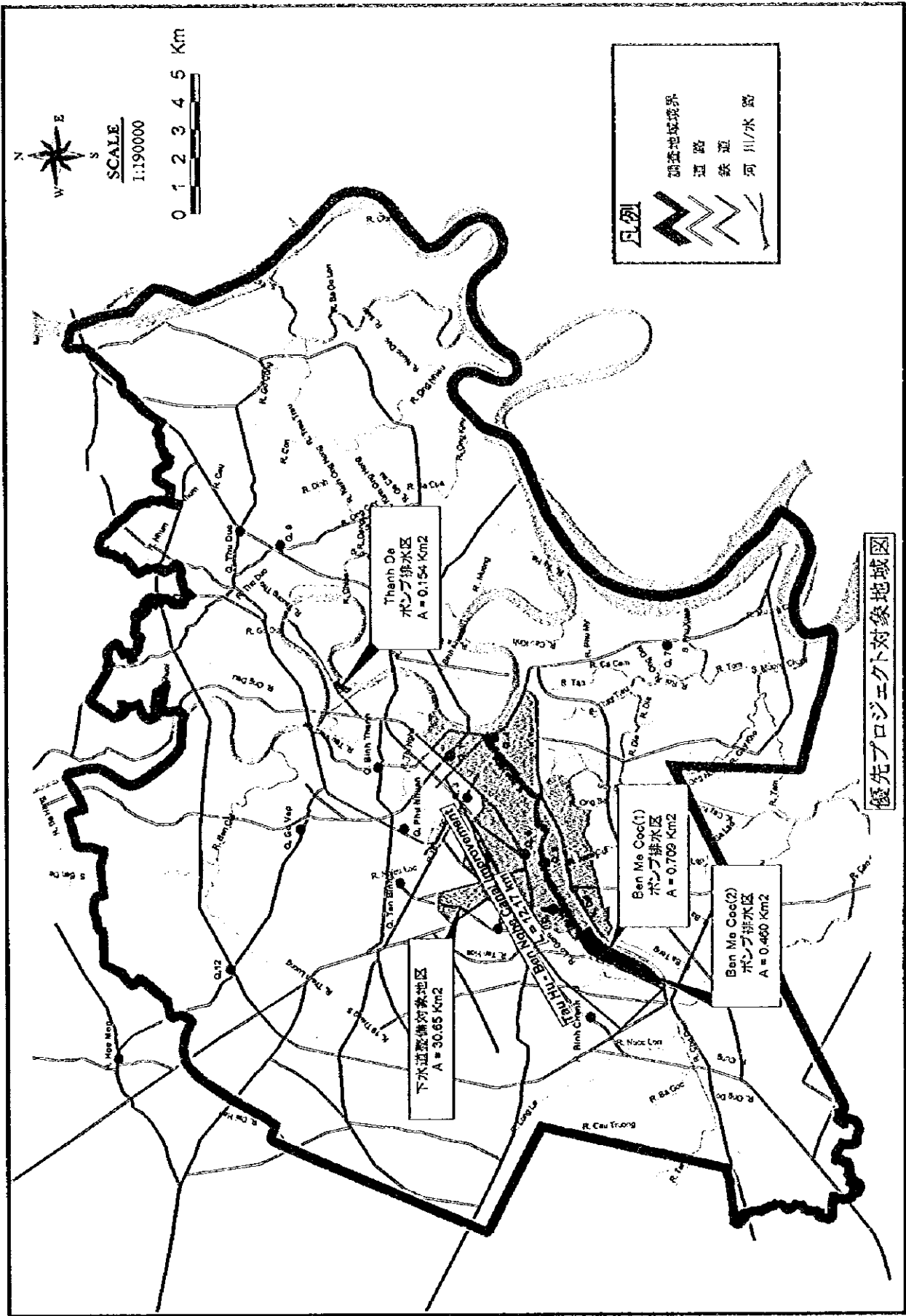
報告書は、要約、主報告書、付属報告書、データブックによって構成されています。要約には全調査結果の要点をまとめ、主報告書には現況、マスタープラン、フィージビリティスタディの結果、結論と提言を記載しました。主報告書の内容の技術的な裏付けは付属報告書に取り纏め、解析に用いた種々のデータ及び図面類はデータブックとして添付しています。

最後に、調査団は貴事業団、監理委員会、外務省、建設省、在ベトナム国日本大使館、さらにベトナム国の関係者皆様のご支援に厚く感謝を申し上げますとともに、調査結果がベトナム国の都市排水・環境改善に寄与し、さらに、これを機会として両国の友好関係がより深まることを祈念いたします。

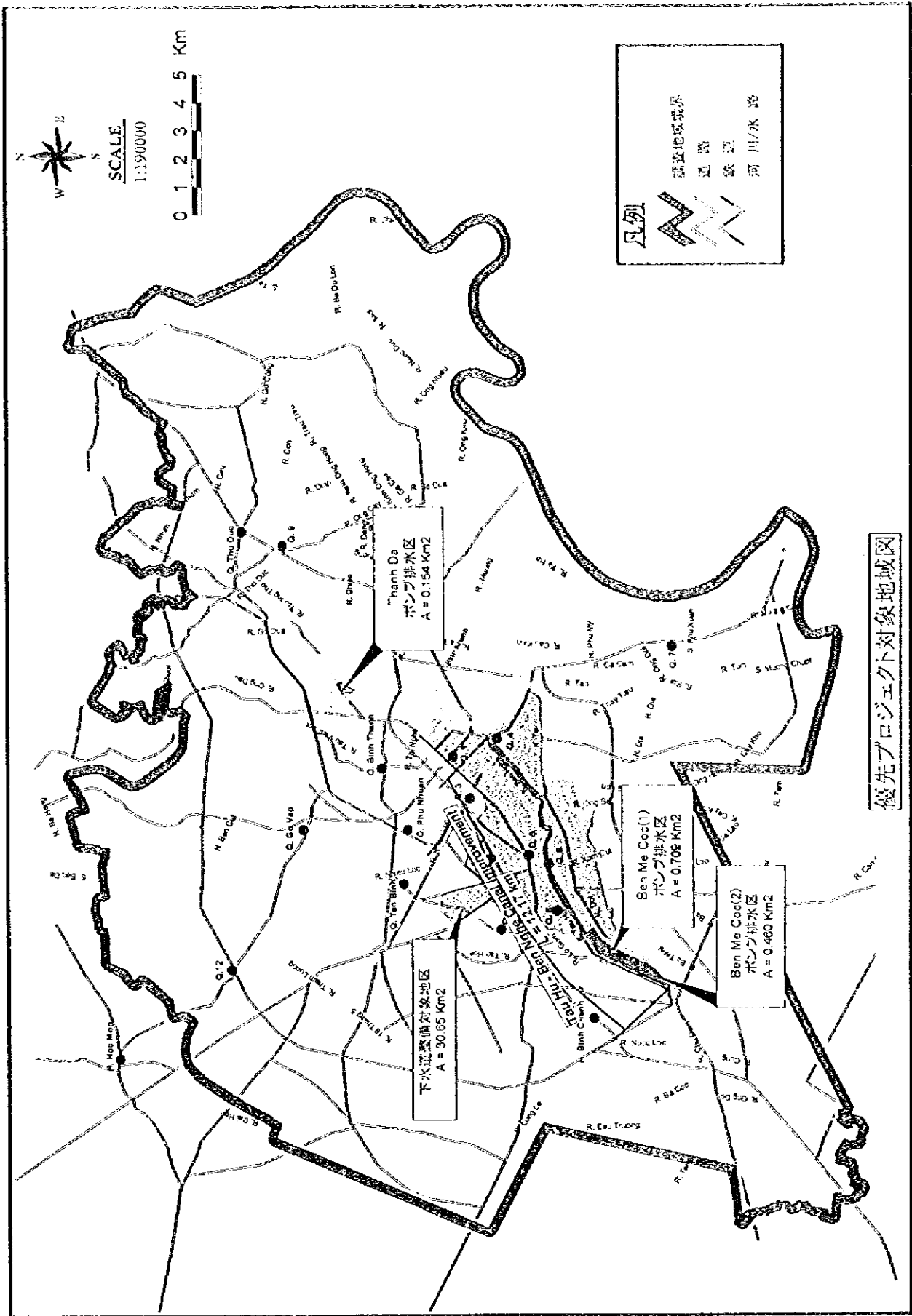
ベトナム国ホーチミン市排水・下水道整備計画調査団
総括 柳内 龍二







優先プロジェクト対象地域図



JICA - Ho Chi Minh City Urban Drainage & Sewerage Project

概 要

1. 序 論

本調査ではホーチミン市の中心部を含む約 650km²を対象とした都市排水・下水道整備マスタープランの策定、マスタープランにおいて選定された優先プロジェクトに係るフイージビリティスタディ調査を実施した。

本調査は 1998 年7月に始まり、ヴィエトナム国政府側実施機関であるホーチミン市人民委員会の協力の下に実施した。

2. マスタープラン

2020 年を目標年次とした都市排水改善・下水道整備基本計画 (マスタープラン) の骨子を以下に述べる。

都市排水改善基本計画

土地開発状況に応じた構造的及び非構造的対策が提案された。

(1) 構造的対策

(1) 水路改修

27 水路網の全長 307.3 km の水路改修が提案された。水路改修は、浚渫・掘削、護岸の整備、維持管理道路の建設、ボックスカルバート及び橋梁の建設が含まれる。

(2) 遊水池

洪水調節と水路改修事業費を軽減するために、低地盤の田んぼを無被害湛水を許した遊水池として利用すること提案した。Ben Da-Ba Hong 水路, Rach Dai Ham 水路, R. Cua Nuoc Len 水路沿いにそれぞれの面積が 1.1 km²、3.7 km²、5.0 km²である 3 カ所の遊水池を計画した。

(3) ポンプ排水

ポンプ排水改善計画は中央(C)地区の外縁部に位置する比較的地盤が低い以下の 3 地区に提案した。

諸 元 地 区	Thanh Da	Ben Me Coc (1)	Ben Me Coc (2)
排水面積 (km ²)	0.154	0.709	0.460
ポンプ容量 (m ³ /分)	21.0	90.0	27.6
調整池容量 (m ³)	22,900	33,000	21,400

(4) 排水管・排水側溝の整備

提案された排水区別排水管・排水側溝整備計画概要は下記の通りである。

(単位 : km)

項目	排水区	中央(C)	北(N)	西(W)	南(S)	北東(NE)	南東(SE)	合計
面積(ha)		10,641	13,620	7,291	8,174	6,491	11,936	58,153
既設管改善		15.2	-	-	-	-	-	15.2
幹線合流管新設		375.8	265.2	53.3	149.1	255.9	294.3	1,446.8
枝線管きょ新設		162.5	114.7	23.0	64.5	110.6	127.2	625.6
雨水管きょ新設		11.8	59.7	19.5	33.8	35.4	47.1	207.4
排水側溝新設		214.4	1,085.4	355.2	615.2	642.8	857.2	3,770.2
合計		779.7	1,524.9	451.1	862.6	1,044.6	1,325.9	6,065.1

(II) 非構造物的対策

非構造物的対策は

- ・ 浸水地域の特定と住民への公表
- ・ 低地域を保全し遊水地として活用
- ・ 水路改修に必要な用地の確保
- ・ 氾濫原に居する住民による浸水対策
- ・ 高地域の新規開発に関する洪水防御のための規則の整備
- ・ 既存水文モニタリングシステムの強化

下水道整備基本計画

ホーチミン市の汚水処理計画は、個別処理の改善と下水道整備の2つの処理システムを提案した。

個別処理と下水道整備のシステムの単位事業費の比較検討結果に基づいて各々のシステムは以下のように適用される。

下水道整備事業は2020年の人口密度がヘクタール当り200人以上の地域に適用し、ヘクタール当り200人未満の地域には個別処理システムを提案した。

下水道整備面積と2020年人口：

下水道整備面積	：	189.78 km ² (全調査地域の30%)
2020年人口	：	5,774,748 (全調査地域の78%)

個別処理システム適用地域面積と2020年人口：

個別処理システム	：	445.96 km ² (全調査地域の70%)
2020年人口	：	1,653,867 (全調査地域の22%)

下水道整備地域は下表に示すように9つの独立した下水道処理区に分割される。

下水道処理区	処理区面積 (ヘクタール)	処理区内人口	
		現 況 (1997年)	将 来 (2020年)
1) Tham Luong - Ben Cat	1,495	185,696	354,857
2) Nhieu Loc - Thi Nghe	3,935	1,217,258	1,359,569
3) Tan Hoa - Lo Gom	2,447	542,108	655,540
4) Tau Hu - Ben Nghe, Doi - Te	3,065	1,468,703	1,390,282
5) Saigon West	1,315	97,782	398,000
6) Saigon South	1,555	80,960	320,000
7) Saigon North - I	2,324	171,165	500,000
8) Saigon North - II	1,152	63,410	196,500
9) Saigon East	1,690	68,100	600,000
合 計	18,978	3,895,182	5,774,748

ホーチミン市の都市排水改善・下水道整備基本計画（マスタープラン）の総事業費は約3,281億と積算され、その内訳は、都市排水改善事業費が約1,334億円、下水道整備事業費が約1,947億円である。また、年間維持管理費は総額約13億と積算され、その内訳は、都市排水改善事業で約3億円、下水道整備事業で約10億円である。

経済分析の結果、都市排水事業は経済内部収益率（EIRR）が10.97%見込まれる。一方、下水道事業については、下水道サービスに対する住民の支払い意思及び支払い能力に基づいて下表に示す適正な業種別下水道料金を算定した。この下水道料金を適用すれば処理施設の機器の据替費を含めた維持管理費を賄える上に10%の余剰金が発生することが判明した。

業種別月下水道料金

一般家庭	:	月世帯当り	約122円
商 店	:	月商店当り	約498円
工 場	:	月工場当り	約222円

3. 優先プロジェクトの事業費

施 設	諸 元	事業費 (億円)		
		外 貨	内 貨	合 計
都市排水改善事業				
(1) 水路改修	Tau Hu - Ben Nghe 水路の延長 12.2 km	12.07	28.18	40.25
(2) ポンプ排水改善	Thanh Da 地区の 0.154 km ² (ポンプ容量: 21 m ³ /min.) Ben Me Coc (I) 地区の 0.709 km ² (ポンプ容量: 90 m ³ /min.) Ben Me Coc (II) 地区の 0.46 km ² (ポンプ容量: 27.6 m ³ /min.)	3.5	8.17	11.67
(3) 既設合流式管改善	増設管延長: 10,272 m 布設替え: 1,320 m、新設管: 52.4 km	6.25	14.58	20.83
(4) 維持管理機材 (清掃・浚渫)	高圧洗浄車、バキュームカー、バケ ット式管清掃、車両、各区毎に検査 及び修理道具一式	2.25	5.24	7.49
都市排水改善事業 合 計 [(1) ~ (4)]		24.07	56.17	80.24

下水道整備事業				
(5) 遮集管	Tau Hu-Ben Nghe 水路左岸地区： 管延長 5,480 m 管径 φ700 mm～φ1,500 mm Tau Hu-Ben Nghe と Doi-Te 水路中島地区： 管延長 18,469 管径 φ400 mm～φ1,200 mm	23.19	18.97	42.16
(6) 雨水吐室	103 か所	0.7	0.57	1.27
(7) 汚水中継ポンプ場	ポンプ容量：444.5 m ³ /分	9.21	7.54	16.75
(8) 導水管	管径 φ1,500 mm：管延長 500 m 管径 φ2,000 mm：管延長 500 m 管径 φ2,500 mm：管延長 5,400 m 合計 6,400 m	18.3	14.97	33.27
(9) 分流式污水管	Doi-Te 水路右岸地区 (537 戸)： 管延長 60,844 m (管径 φ300mm～φ600mm)、取付け管：151,838 世帯	4.21	3.44	7.65
(10) 下水処理場	計画下水量：469,000 m ³ /day モディファイドエアレーション法	108.82	89.04	197.86
下水道整備事業 合計 [(4)～(10)]		164.43	134.53	298.96
(11) 事務費		-	12.55	12.55
(12) 技術費		18.58	7.96	26.54
(13) 土地買収及び家屋移転補償費		-	39.29	39.29
(14) 予備費		17.35	20.56	37.91
小計 [(11)～(14)]		35.94	80.37	116.31
(15) 物価上昇		32.35	53.65	86.00
事業費総計		256.79	324.72	581.51

優先プロジェクトの総事業費は約 582 億円と積算された。また、年間維持管理費は総額約 6 億と積算され、その内訳は、都市排水改善事業で約 0.6 億円、下水道整備事業で約 5.4 億円である。

優先プロジェクトに対する経済分析の結果、都市排水事業では経済内部収益率 (EIRR) が 18.77% 見込まれる。また、下水道整備事業では、一般家庭、商店及び工場下水道月料金をそれぞれ、約 102 円、約 415 円、約 185 円と設定しても FIRR は 1.20% しか見込めない。この下水道料金体系では利子を含めた全借款額の 26.6% を賄うことができる。

一方、一般家庭、商店及び工場下水道月料金をそれぞれ、約 223 円、約 908 円、約 405 円まで増加させると下水道料金収入で利子を含めた全借款額と維持管理費を賄うことができる。ただし、この下水道料金体系でも下水道サービスに対する住民の支払い能力額より低い金額となっている。

調査地域図
優先プロジェクト対象地域図

目 次

I.	序 論.....	S-1
II.	マスタープラン.....	S-1
1.	調査対象地域.....	S-1
2.	計画の基本方針.....	S-2
3.	都市排水改善基本計画.....	S-2
3.1	最適な都市排水改善基本計画の概要.....	S-2
3.2	構造的対策.....	S-3
3.3	非構造的対策.....	S-5
4.	下水道整備計画.....	S-5
4.1	個別処理地域と下水道整備地区.....	S-5
4.2	短期的衛生環境改善計画.....	S-7
4.3	下水道整備基本計画.....	S-7
5.	全体事業費.....	S-9
6.	都市排水・下水道整備基本計画全体事業に関わる評価.....	S-9
7.	優先プロジェクトの選定.....	S-10
III.	優先プロジェクト.....	S-11
1.	優先プロジェクト地区.....	S-11
2.	都市排水改善事業.....	S-11
2.1	Tau Hu - Ben Nghe 水路改修.....	S-11
2.2	ポンプ排水改善.....	S-12
2.3	排水管システムの改善.....	S-12
3.	下水道整備事業.....	S-12
3.1	遮集管.....	S-13
3.2	汚水中継ポンプ場.....	S-14
3.3	導水管.....	S-14
3.4	下水処理場.....	S-14
4.	運営・維持管理体制.....	S-15
4.1	運営・維持管理組織.....	S-15
4.2	効率的な維持管理機材の導入.....	S-15
5.	提案された組織.....	S-15
6.	家屋移転計画.....	S-16
7.	優先プロジェクト事業費.....	S-17
8.	プロジェクトの経済及び財務評価.....	S-17
8.1	都市排水システム改善事業の経済評価.....	S-17

8.2	下水道整備事業の経済及び財務評価.....	S-18
8.3	償還可能性の分析.....	S-19
9.	第1期プロジェクト実施プログラム.....	S-19
10.	提言.....	S-22

添付表リスト

表-1	都市排水・下水道整備基本計画の全体事業費.....	S-24
表-2	優先プロジェクト年度別事業実施計画 (都市排水・下水道整備事業).....	S-25

添付図面リスト

図-1	調査対象地域.....	S-26
図-2	都市排水対象地域排水区.....	S-27
図-3	排水区別最適都市排水基本計画概要.....	S-28
図-4(1/2)	都市排水基本計画の最適施設の概要 (Cゾーン・Nゾーン・Wゾーン:)	S-29
図-4(2/2)	都市排水基本計画の最適施設の概要 (Sゾーン・NEゾーン・AEゾーン:)	S-30
図-5	下水道整備地域及び個別処理地域.....	S-31
図-6	下水道処理区別最適施設概要.....	S-32
図-7	優先プロジェクト地区及び概要.....	S-33
図-8	TAU HU-BEN NGHE 水路改修計画(平面図).....	S-34
図-9	TAU HU-BEN NGHE 水路改修計画(縦断図).....	S-35
図-10	ポンプ排水改善3地区の施設整備計画.....	S-36
図-11	排水配管システム改善計画.....	S-37
図-12	下水道整備優先プロジェクト地区処理分区.....	S-38
図-13	遮集管及び導水管の最適路線計画.....	S-39
図-14	遮集管及び導水管の最適路線計画(縦断図).....	S-40
図-15	中島及び南部地区下水処理区及び遮集管最適路線計画.....	S-41
図-16	雨水吐き室 標準図.....	S-42
図-17	下水中継ポンプ場(平面/縦断図).....	S-43
図-18	下水処理場平面図.....	S-44
図-19	家屋移転住宅開発プロジェクト位置図.....	S-45
図-20	優先プロジェクト第1期対象地区.....	S-46

要 約

I. 序 論

ヴェトナム社会主義共和国政府は、1992年に“環境と持続的な開発に関わるヴェトナム国家計画”を承認した。計画では、ヴェトナムの主要都市に対する環境保全と改善対策の整備と実施が強く叫ばれている。ヴェトナム国最大の都市で南部地域の経済の中心地であるホーチミン市は、優先的にこの計画を実行するよう指名された。計画では、近年の環境悪化、特に大多数の住民の健康に悪影響を及ぼす都市排水・下水道問題が指摘されている。ホーチミン市の悪化している環境条件の緊急な改善の必要性が叫ばれている。

ヴェトナム国政府の要請を受けて、日本国政府は、“ヴェトナム社会主義共和国、ホーチミン市都市排水・下水道整備計画調査”を実施する事を決定した。日本国政府の技術協力の実施機関である国際協力事業団は、ヴェトナム国関連諸機関との緊密な協力の下に本調査を実施した。

本書は、“ホーチミン市都市排水・下水道整備計画調査”に係わる要約編である。

II. マスタープラン

1. 調査対象地域

ホーチミン市のほぼ中央に位置する面積が約 650km² の調査地域は、既存市街地（インナーシティと呼ばれ、約 140 km²）とその周辺地区（約 510 km²）から構成される。1998年にホーチミン市都市計画院（UPI）によって作成されたホーチミン市開発計画マスタープランによると、調査地域の人口は、1997年では 4.4 百万人で有ったが、2020年には 7.6 百万人に増加すると予測されている。急激な人口増加により、現況市街化区域（約 174 km²）は、約 430 km²（調査地域の約 70%）に拡大されると予想されている。

ホーチミン市中心地区の基盤整備は、ヴェトナム国内の都市の中では比較的整備されている。近年の急激な経済発展と都市の人口増加により、都市域は基盤整備（特に都市排水・下水道システム）が遅れたまま急激に拡大してきた。調査地域は、地形的に浸水の起き易い低地区に位置し、多量の降雨と高い外水位の影響を受けている。1870年代に建設された合流式下水道管きょシステムは1950年代から1975年にかけて改修されてきた。しかしながら、これらの古い施設は 1.5 百万人規模の計画人口に対して計画・実施されてきた。従って、雨期には、既存市街地内の約 35 km² と農業地区内の約 230 km² は、度々浸水に襲われる。年平均被害額は約 8,450 億ヴェトナムドン（以後 VND と称す）（約 68.7 億円）と見積もられている。更に、193,000 kg 以上の BOD₅ 負荷量を有する 729,000 m³ の家庭及び工場排水が、毎日無処理のまま調査地域内の河川や水路に排水されている。この汚濁負荷量は、河川や水路の水質を容認できない

程悪化させている。既存市街地内の主要水路（Nhieu Loc - Thin Nghe, Tan Hoa - Lo Gom, Tau Hu - Ben Nghe, および Doi - Te 水路）の水質は、BOD₅ で 100 mg/l 以上と悪化している。Tan Hoa - Lo Gom 水路の一部の区間では、BOD₅ で 400 mg/l 以上と最悪の状況となっている。その上、水路沿いの違法家屋から水路内に投棄される多量の廃棄物、不満足な水路の浚渫、並びに水路の不十分な維持管理作業のため、我慢の出来ない悪臭を伴う水質まで著しく悪化させている。このような水辺空間の環境悪化が、そこに住む市民の生活環境を著しく悪化させている。今後も継続するであろう急激な都市化を考慮すると、何らかの環境改善対策事業が適切に実行されない場合は、水環境は更に一層悪化するものと予測される。

2. 計画の基本方針

都市排水・下水道整備基本計画（マスタープラン）の策定に対する基本方針は以下の通りである。

- 計画対象年は、提案される段階的事業の実施が少なくとも 20 年間に要することから、2020 年に設定する。
- 既存の都市排水・下水道施設は、建設投資額を最小にして効果的な予算配分になるよう、最大限有効利用する。
- 構造的及び非構造的対策から構成される総合的な都市排水対策を提案する。その事により、全ての排水地域に対し受け入れられる程度の浸水を容認し、事業費を最小にし、そして円滑な事業実施を進める事が出来る。
- 都市排水改善基本計画の策定に当たっては、各排水施設は、2020 年の土地利用計画をベースに 2～10 年確率規模に対応するよう計画する。
- 汚水処理計画は、個別処理の改善計画と下水道整備計画とから構成される。
- 工場排水は、原則として各工場で個別に処理することとする。
- 基本計画は、現在、世界銀行 (WB)、ベルギー国政府、アジア開発銀行 (ADB) 等の援助で進められている環境改善プロジェクトを包含し、調整の取れたものとする。

3. 都市排水改善基本計画

3.1 最適な都市排水基本計画の概要

(1) ゾーニング

調査地域は図-2 に示すように、中央、北、西、南、北東、南東の 6 排水区に大別される。各排水区は、異なった自然条件（地形、地質）、社会条件（土地利用、都市化）及び生活環境条件（都市排水システム、浸水状況）を有している。これらの現状と浸水機構について各排水区別に分析した結果、「急激な都市化によって、深刻な浸水区域が、周辺地区に拡大し、何らかの浸水対策事業が実施されない場合、浸水被害状況は更に深刻化する。」事が判明した。

(2) 総合的な都市排水改善対策基本計画

各排水区の急激な都市化と深刻な浸水状況を考慮すると、構造的・非構造的対策からなる総合的な都市排水対策の導入が最適案として提案される。最適対策案選定の基本概念は、以下の通りである。

- (a) 既存市街地 : 適切な構造的対策と維持管理により雨水を速やかに排水する。
- (b) 将来の市街地 : 構造的対策と非構造的対策の組み合わせにより浸水被害を最小限にとどめる。
- (c) 非都市化地域 : 非構造的対策により雨水貯留ポテンシャルを保全する。原則として、非構造的対策のみで対処する。

短期、中期、長期計画からなる各排水区別の最適な都市排水基本計画を図-3に示す。

3.2 構造的対策

提案された構造的対策は、(i) 水路の改修、(ii) 遊水池、(iii) ポンプ排水、(iv) オンサイト調整池、(v) 排水管・排水側溝 から構成される。これらの施設は、下記の通り要約される。(図-4参照)

(1) 水路の改修

水路の改修は、都市排水や都市景観を含む都市環境の改善に対する主要な構造的対策である。27 水路網の全長 307.3 km の水路改修が提案された。水路改修には、浚渫・掘削、護岸の整備、維持管理道路の建設、ボックスカルバート及び橋梁の建設が含まれる。異なった現場条件に適応できるように5タイプの水路横断形が提案された。既存市街地外の排水面積が 30 km² 以上の水路の改修は、短期・中期計画では5年確率規模で実施し、長期計画で10年確率規模に格上げするよう計画した。各排水区の水路改修事業は下表の通りである。

項目	排水区	中央 (C)	北 (N)	西 (W)	南 (S)	北東 (NE)	南東 (SE)	合計
水路改修 (km)		55.3	57.4	46.2	58.5	40.7	49.3	307.3
ボックスカルバート (ヶ所)		0	4	0	0	0	0	4
橋梁 (ヶ所)		4	7	3	0	5	0	19

図-4に提案された水路改修計画概要を示す。

(2) 遊水池

雨水貯留ポテンシャルを有している低地盤の農業地区の保全は、洪水のピーク流量を調整するために必要となる。北(N)及び西(W)排水区内の洪水調節と水路

改修事業費を軽減するために、両排水区内の低地盤の田んぼを無被害湛水（浸水深：最大 30 cm、浸水時間：1 日以内）を許した遊水池として利用するよう提案した。提案した遊水池緒元は下記の通りである。

提案された遊水池

No.	位 置		諸 元	
	排水区	水 路 名	面積 (km ²)	貯留量 (x10 ³ m ³)
1	北	Ben Da-Ba Hong	1.1	220
2	北	Rach Dai Han	3.7	1,110
3	西	R. Cua-Nhoc Len	5.0	3,000

(3) ポンプ排水

既存市街地内の中央地区の外縁部に位置する比較的地盤が低く、毎年外水の高い時期に浸水被害を受けている 3 地区に対して、ポンプ排水計画が提案された。本地区は、都市化が進行し、家屋移転を行なって低地盤を盛土することが困難な地区である。ポンプ排水コストを最小限に抑えるために、調整池を組み合わせる必要なポンプ容量を小さくするよう計画した。提案されたポンプと調整池の容量は、下表の通りである。

提案されたポンプ場と調整池の容量

項目	ポンプ排水区	Thanh Da	Ben Me Coc (1)	Ben Me Coc (2)
排水面積 (km ²)		0.495	0.709	0.460
ポンプ容量 (m ³ /秒)		1.0	1.50	1.00
調整池容量 (m ³)		22,900	33,000	21,400

(4) オンサイト調節池

北(N)排水区の Hoc Mon 地区や北東(NE)排水区の Thu Duc 地区のような高地区の新規開発事業は、下流の低地区に対し洪水危険度を増加し、水路改修の必要性を助長する。そこで、開発事業者が雨水の必要単位貯留量 (17,000 --- 19,000 m³/km²) を有する調節池を開発地区内に建設する事を義務づける規則を策定するよう提案をした。小規模開発の場合は、開発者は将来発生する水路改修費用の一部を補償費として支払う代替案を選択する事が可能なようにする。ホーチミン市人民委員会は、これらの法制度、調節池の技術開発、及び開発事業者から提出される書類の技術審査・監督に付いて調査を開始する必要がある。

(5) 排水管・排水側溝の整備

排水管・排水側溝整備計画が以下の点を考慮して策定された。

- 投資額を最小にする為に、集約的な維持管理を伴う既設合流管きよを活用する。
- 既存市街地については、現況の合流式下水道管きよシステムを、新規開発

地区については、分流式を採用し、雨水に対しては、排水管・排水側溝で対処する。

- － 都市化を受けない地域については、現在の自然排水システムを活用する。
- － 新規開発地区については、排水管・排水側溝の建設は下水道整備事業と調和させる。

提案された排水区別排水管・排水側溝整備計画概要は、下記の通りである。

提案された排水管きよ・排水側溝整備

項目	排水区	中央(C)	北(N)	西(W)	南(S)	北東(NE)	南東(SE)	合計
面積 (ha)		10,641	13,620	7,291	8,174	6,491	11,936	58,153
既設管改善		15.2	-	-	-	-	-	15.2
幹線合流管新設		375.8	265.2	53.3	149.1	255.9	294.3	1,446.8
枝線管きよ新設		162.5	114.7	23.0	64.5	110.6	127.2	625.6
雨水管きよ新設		11.8	59.7	19.5	33.8	35.4	47.1	207.4
排水側溝新設		214.4	1,085.4	355.2	615.2	642.8	857.2	3,770.2
合計		779.7	1,524.9	451.1	862.6	1,044.6	1,325.9	6,065.1

3.3 非構造的対策

提案された構造的対策は完了するためには多大な資金と時間を要する。事業費の低減と円滑な事業実施のために以下の非構造的対策を提案する。

- － 浸水地域の特定と住民への公表
- － 低地域を保全し遊水地として活用
- － 水路改修に必要な用地の確保
- － 氾濫原に居する住民による浸水対策
- － 高地域の新規開発に関する洪水防御のための規則の整備
- － 既存水文モニタリングシステムの強化

さらに、非構造的対策に加えて、効率的な維持管理機材導入、関連機関（UDC、区公共事業公社、地元共同体）の相互協力、ホーチミン市人民委員会の豪雨・洪水対策実行委員会の強化等が提案された。

4. 下水道整備基本計画

4.1 個別処理地域と下水道整備地区

(1) 一般

し尿と雑排水とからなる家庭、事業所及び家内工場排水の処理は、以下の3処理システムが適切であると考えられる。

- － 嫌気性上向流フィルター付きセプティクタンク（個別処理）
- － 浄化槽（個別処理）

一 下水道

(2) 必要な下水処理レベル

ヴェトナム国の環境基準 TCVN5942-1995 では、河川、水路の水質をそれぞれの水利用に基づいて規定をしている。調査地域内の河川、水路の水質は、以下のように明記されている。

- 一 水道水源（ドンナイ川の上流） : BOD₅が4 mg/l 以下
- 一 その他の水利用（その他の河川、水路） : BOD₅が25 mg/l 以下

ヴェトナム政府は、工場排水排出基準（TCVN5945-1995）で、放流される工場排水の水質を規制している。全ての工場排水は、公共用水域に放流する以前に適切なレベルに処理されなければならない。調査地域内の工場排水の水質は、放流先の水域の水利用に基づき、以下のように規定される。

- 一 水道水源（ドンナイ川の上流） : BOD₅が20 mg/l 以下
- 一 その他の水利用（その他の河川、水路） : BOD₅が50 mg/l 以下

下水処理場の放流水質は、工場排水排出基準に準ずるものとする。その結果、必要とされる下水処理レベルは短期的に BOD₅で50 mg/l 以下とし、長期的なマスタープラン段階では BOD₅で20 mg/l と提案された。

(3) 下水処理システム

短期及び長期における必要とされる下水処理レベルに基づいて、個別処理システムと下水道処理システムの各一人当たりの事業費（建設費と運営・維持管理費）について比較検討を行なった。下水道処理システムの単位事業費（住民1人当たりに対する建設費および維持管理費）は、下水道普及地区の面積と人口密度の大きさによって変化するが、個別処理の単位事業費は、一定である。

個別処理システムと下水道処理システムの単位事業費の比較検討結果でも明らかのように、下水道整備基本計画（マスタープラン）では、以下の下水処理システムを提案する。

下水道処理システムは、人口密度が200人/ヘクタール以上の地区に対し、し尿と雑排水を対象に処理を行なう。残りの地域は、個別処理システムで対処する。

(4) ゾーニング

下水道整備地域は、以下の条件で決定された。

- 一 人口密度が原則として200人/ヘクタール以上の地区
- 一 人口密度が200人/ヘクタール以下の地区であっても、既に合流式下水道管きよ

が整備されている地区

提案された下水道整備地域と2020年における下水道普及人口は、以下の通りである。

- 下水道整備地域の面積 : 189.78 km² (調査地域面積の30%)
- 2020年の下水道普及人口 : 5,774,748人 (調査地域人口の78%)

一方、個別処理地域と2020年における個別処理人口は、以下の通りである。

- 個別処理地区の面積 : 445.96 km² (調査地域面積の70%)
- 2020年の個別処理人口 : 1,653,867人 (調査地域人口の22%)

図-5に下水道整備地域と個別処理地域を示す。

4.2 短期的衛生環境改善計画

短期的な衛生環境改善対策として、以下の構造的及び非構造的対策が提案された。

- 工場排水処理と個別処理に対する奨励
- 環境保全についての公共キャンペーン
- 公衆便所の建設
- 浚渫やエアレーションによる河川・水路の水環境改善

4.3 下水道整備基本計画

提案された下水道整備計画地域(18,978ヘクタール)は、9つの下水道処理区に分割される。各処理区の面積と計画人口は下記の通りである。

下水道整備計画区域の面積と人口

下水道処理区	面積 (ha)	計 画 人 口	
		現在 (1997年)	将来 (2020年)
1. Tham Luong - Ben Cat (TLBC)	1,495	185,696	354,857
2. Nhieo Loc - Thi Nghe (NLTN)	3,935	1,217,258	1,359,569
3. Tan Hoa - Lo Gom (THLG)	2,447	542,108	655,540
4. Tau Hu - Ben Nghe - Doi - Te (TH&NDT)	3,065	1,468,703	1,390,282
5. Saigon West (SW)	1,315	97,782	398,000
6. Saigon South (SS)	1,555	80,960	320,000
7. Saigon North-I (SN-I)	2,324	171,165	500,000
8. Saigon North-II (SN-II)	1,152	63,410	196,500
9. Saigon East (SE)	1,690	68,100	600,000
合 計	18,978	3,895,182	5,774,748

9ヶ所の下水道整備地区に提案された下水処理場位置を含めた下水道システムを図-6に示す。そして、各下水道整備システムの概要を以下に示す。

(1) Tham Luong-Ben Cat 処理区

本処理区は、Go Vap 区及び Binh Thanh 区を包含する。合流式下水道システムから遮集管によって下水を収集する方式を提案する。最終時点の処理量が 131,000 m³/日の活性汚泥法による下水処理場を 12 区の 17 地区に建設する。

(2) Nhieu Loc-Thi Nghe 処理区

本処理区は、1、3、10、Binh Thanh、Go Vap、Phu Nhuan、及び Tan Binh 区の都合 7 区を包含する。合流式下水道システムから遮集管によって下水を収集する方式を提案する。処理量が 501,000 m³/日の活性汚泥法による下水処理場を Nha Be 区の Phuoc Loc 地区に建設する。

(3) Tan Hoa-Lo Gom 処理区

本処理区は、6、8、11、Tan Bin、及び Binh Chanh 区を包含する。合流式下水道システムから Tan Hoa - Lo Gom 水路沿いの遮集管によって下水を収集する方式を提案する。処理量が 242,000 m³/日の活性汚泥法による下水処理場を Binh Chanh 区の Tan Kien 地区に建設する。

(4) Tau Hu-Ben Nghe-Doi-Te 処理区

本処理区は、1、3、4、5、6、8、10、11、及び Tan Binh 区の都合 9 区からなる既存市街地の中心部を包含する。本処理区の 80%は、既存の合流式下水道が普及している。遮集管は、Ham Nghi 道路、Tran Hung Doa 道路及び、Tau Hu、Ben Nghe、Doi、Te の各水路沿いの道路に建設される。512,000 m³/日の下水処理場は、Nha Be 区の Phuoc Loc 地区に建設される。

(5) Saigon West 処理区

本処理区は、12 区の 7 地区を包含する。分流式下水道システムが採用され、111,000 m³/日の下水処理場が、5 月 19 日水路沿いに建設される。

(6) Saigon South 処理区

本処理区は、7 区の 11 地区を包含する。分流式下水道システムが提案され、89,000 m³/日の活性汚泥法による下水処理場を、Nha Be 区の Phuoc Kien 地区に建設する。

(7) Saigon North - I 処理区

本処理区は、Thu Duc 区の 12 地区を包含する。本地区には、分流式下水道システムが提案され、139,000 m³/日の下水処理場を、Thu Duc 区の Truong Tho 地区に建設する。

(8) Saigon North - II 処理区

本処理区は、2 区の 8 地区を包含する。本地区には、分流式下水道システムが提案され、55,000 m³/日の下水処理場を、2 区の Binh Khanh 地区に建設する。

(9) Saigon East 処理区

本処理区は、9 区の 12 地区を包含する。本地区には、分流式下水道システムが提案され、167,000 m³/日の下水処理場を、9 区の Tang Nhon Phu 地区に建設する。

5. 全体事業費

ホーチミン市の都市排水・下水道整備基本計画に係わる全体事業費は、1999 年 2 月時点の価格で 40 兆 3,810 億 VND(約 3,280.8 億円)(内、16 兆 4,230 億 VND(約 1,331.3 億円)が都市排水改善事業費で、23 兆 9,580 億 VND(約 1,916.5 億円)が下水道整備事業費である。)と積算された。詳細を表-1 に示す。

6. 都市排水・下水道整備基本計画全体事業に関わる評価

都市排水改善事業の経済評価に使用する現在(1998 年)と将来(2020 年)の 6 排水区別の年平均直接便益および間接便益は、下表に示す通りである。

排水区別直接便益および間接便益

排水区	年平均便益 (億 VND)			
	直接便益		間接便益	
	1998 年	2020 年	1998 年	2020 年
中央(C)	3,665	4,399	1,077	1,200
北(N)	2,181	2,734	82	221
西(W)	409	1,175	67	115
南(S)	391	1,179	40	136
北東(NE)	37	647	37	125
南東(SE)	391	1,275	67	317
合計	7,077	11,409	1,370	2,175

上記の経済便益と事業費(建設費と 20 年間毎の機器の据替費を含む 50 年間の維持管理費の合計)との関係から、経済評価を行なった。各排水区の経済内部収益率 (EIRR) は、中央(C)排水区の最大 13.07%から北東(NE)排水区の最小 2.19%の幅で変化し、調査地域全域で 10.97%となっている。便益/事業費 (B/C) は、中央(C)排水区の最大 1.25 から北東(NE)排水区の最低 0.23 の幅で変化し、調査地域全域で 1.08 となっている。各排水区別の EIRR と B/C の値を下表に示す。

排水区別経済指標 (EIRR および B/C)

経済指標	中央(C)	北(N)	西(W)	南(S)	北東 (NE)	南東 (SE)	調査地域
EIRR	13.07	10.63	6.83	8.70	2.19	9.28	10.97
B/C	1.25	1.05	0.66	0.85	0.23	0.91	1.08

下水道料金は、下水道整備に対する裨益住民の支払意志と支払い能力の両面から求めた。この下水道料金で、施設建設費と維持管理費を負担する可能性について調査を行った所、明らかに下水道整備事業は、下水道料金のみでは事業が成り立たない。初期資本投資に対しては、政府の全面的な支援が必要となる。提案された下記の下水道料金では、機器の据替費用を含む維持管理費を賄う事が出来る以外に 10%の余剰金が発生する。

提案された下水道料金

- 一般家庭 : 月 1 世帯当り 15,000 VND(約 122 円)
- 商店 : 月 1 商店当り 61,320 VND(約 498 円)
- 工場 : 月 1 工場当り 27,350 VND(約 222 円)

7. 優先プロジェクトの選定

都市排水・下水道整備事業実施の優先順位付けは、(1) 需要と便益、(2) マイナス効果、(3) 各整備地域の負担 に対する見地から決定した。主要な評価指標は、以下の通りである。

(1) 需要と便益

- 人口密度
- 現況浸水状況
- 発生汚濁負荷量
- 商店・工場の経済活動の被害
- 水系伝染病の罹病率
- 公共の土地利用

(2) マイナス効果

- 必要な建設費と維持管理費

(3) 負担

- 必要な用地買収と処理場用地の可能性

中央(C)排水区と Tau Hu, Ben Nghe - Doi, Te 処理区が、フイージビリティ調査の対象となる優先プロジェクト地区として選定された。

III. 優先プロジェクト

1. 優先プロジェクト地区

優先プロジェクト地区は、ホーチミン市の中心市街地に位置する Tau Hu、Ben Nghe - Doi、Te 流域 (3,065 ヘクタール) を包含する。優先プロジェクト地区には、周辺のポンプ排水の必要な Thanh Da (15.4ヘクタール)、Ben Me Coc (1) (70.9ヘクタール)、Ben Me Coc (2) (16.0ヘクタール) の3地区も含む。優先プロジェクト地区は、都合10区から成り、1997年の人口約147万人は、2010年および2020年には、それぞれ約142万人および約139万人に減少する計画となっている。図-7に優先プロジェクトの位置図を示す。

2. 都市排水改善事業

都市排水改善優先プロジェクトは、(1) Tau Hu - Ben Nghe 水路の改修、(2) ポンプ排水改善、および (3) 既存の合流式下水道管の改善の3事業から構成される。

2.1 Tau Hu - Ben Nghe 水路改修

ホーチミン市の商業中心地区の南側位置する Tau Hu - Ben Nghe 水路は延長が約12.2 km である。この水路は3つの機能、即ち、(1) 市内の都合8つの区(面積約61.7km²)に対する都市排水機能、(2) メコンデルタとホーチミン市間の舟運機能、及び(3) 都市生活のための景観を含む水空間としての機能、を有している。しかしながら、大量のゴミ、廃棄物および土砂の堆積、水路沿いへの違法家屋・建物の進出、並びに流域からの生活排水の流入により、河川環境が著しく悪化し、本来の機能回復のために水路改修の必要性が急務となっている。

水路改修規模は、都市排水に対しては10年確率洪水規模で、水運に対しては、100～300トン級の舟運を対象とした。

Tau Hu - Ben Nghe 水路の平面計画は、現況の平面形を基本にして、舟運に必要な条件を考慮し、Ben Chuong Duong - Ben Hain Tu - Tran Van Kieu 道路改善計画で提案されている道路線形と調和するように、計画を行なった。図-8に水路改修平面計画図を示す。河床高は、原則として舟運に必要な喫水条件から決定した。図-9に示すように、水路の縦断勾配は、堤防沿いの内陸部に排水不良問題が発生しないよう緩やかな水面勾配を維持させるため2万分に1の勾配で計画した。水路改修の主要諸元は下表の通りである。

水路改修の主要諸元

水路名	延長 (m)	水路上幅 (m)	水路深さ (m)	護岸工
Ben Nghe	3,140	60 -120	5.30 -5.48	練り石張り
Tau Hu (下流)	4,220	40 -60	5.30 -5.48	練り石張り、コンクリート擁壁
Tau Hu (上流)	4,810	45 -50	6.30 -6.51	練り石張り
Ngang NO.1-3	1,210	45 -60	6.38 -6.54	練り石張り

2.2 ポンプ排水改善

ポンプ排水改善事業が、市の外縁部に位置する低地盤の3地区（Thanh Da：15.4ヘクタール、Ben Me Coc (1)：70.9ヘクタール、Ben Me Coc (2)：46.0ヘクタール）に対して提案された。改修工事は、堤防建設、調整池付きポンプ場の建設および排水管の布設からなる。図-10にこれらの施設整備計画を示す。各ポンプ排水改善の主要諸元は下表の通り。

各ポンプ排水改善の主要諸元

項目	排水区名	Thanh Da	Ben Me Coc (1)	Ben Me Coc (2)
排水面積 (km ²)		0.151	0.709	0.460
ポンプ容量 (m ³ /秒)		0.35	1.5	1.0
調整池容量 (m ³)		22,900	33,000	21,400
堤防新設、リハビリ		74 m	2,590 m, 1,360 m	1,760 m, 1,350 m
排水管の建設 (口径と延長)		φ800 - φ1,200mm, L=655 m	φ900 - φ1,800mm, L=4,607 m	φ800 - φ1,800mm, L=4,206 m

2.3 排水管システムの改善

排水管の建設投資を経済的にし、早急に改善効果を得るために既設合流管きよの改善事業を、市内の中心部に提案した。改善される地区は、図-11に示すように、5地区（C, D, Rach Ong, Pham The Hien および Binh Dang）である。コンピューターによる水理シミュレーション解析の結果、C, Dの2地区に対し、下記の既設合流管きよの改善計画を提案した。

排水地区	排水面積(ヘクタール)	改善方法	管きよ形式/口径	延長 (m)
C	442	増設管	φ1,000 - φ2,500 mm	1,912
		増設管	Box : 2.4m x 2.4m - 2.4m x 3.0m	3,620
		取り替え	φ2,000 - φ2,500 mm	1,320
D	619	増設管	Box : 2.4m x 2.4m - 2.4m x 3.0m	4,740

しかし、残りの3地区（Rach Ong, Pham The Hien および Binh Dang）については、合流式管きよが部分的にしか布設されてこなかった。そこで、本地区に対しては、分流式が提案され、口径がφ600～φ3,000 mmの雨水管きよを52.4 km布設する計画とした。

3. 下水道整備事業

プロジェクト地域内の河川、水路、公園およびその他の空間を除いた全ての地区(2,791.6ヘクタール)に下水道を整備する。下水道整備地区は、下記の3地区に分割される。

- (1) Ben Nghe 水路の左岸側地区 : 1,693.4ヘクタール
- (2) Tau Hu, Ben Nghe, Doi, Te 水路で囲われた地区 : 561.4ヘクタール
- (3) Doi, Te 水路の右岸地区 : 536.8ヘクタール

図-12に示すように、これらの3地区は、水路および既存下水道管きよシステムに

依って、合計 24 地区に細分化される。

提案された下水道整備事業は、(1) 雨水吐室を含む遮集管、(2) 汚水中継ポンプ場、(3) 導水管 および (4) 下水処理場の建設から構成される。

3.1 遮集管

(1) Tau Hu - Ben Nghe 左岸地区の遮集管

遮集管は、処理区内の合流式管きよがサイゴン川、Ben Nghe、Tau Hu 水路に排水する直前の位置に布設することとする。しかしながら、Ben Nghe 水路沿いの Ben Chuong Duong 道路の拡幅工事とサイゴン川左岸の Thu Thiem とを結ぶ道路トンネル工事が計画されている。この道路工事との複雑さを避けるために、本地区の内、東側地区の下水を対象とした遮集管は、Ben Nghe 排水路から約 200 m 北側に位置する Ton Duc Thang - Ham Nghi - Tran Hung Dao 道路に布設する計画とした。この区間は、第 1 期工事で建設する計画である。遮集管の口径は 700 mm から 1,500 mm で、延長は 5,480 m である。一方、本地区の西側地区を対象とした遮集管は、将来拡幅予定されている Tau Hu 沿いの道路に敷設する計画とする。この区間の遮集管工事は、道路拡幅工事で平行して実施する計画とする。管路延長は、4,990 m で、口径は 900 mm から 1,500 mm である。図-13 および図-14 に遮集管の提案ルートおよび縦断計画を示す。

(2) Tau Hu、Ben Nghe、Doi、Te 水路に囲われた地区の遮集管

これらの水路で囲われた地区は、(1) Khanh Hoi 地区、(2) Hung Phu 地区、(3) Tung Thien Vuong および(4) Binh Dong の 4 地区からなる。遮集管は、図-15 に示すように、各水路沿いの道路に布設する計画とする。提案された遮集管の主要諸元は、下表の通りである。

地区	面積 (ヘクタール)	管きよ延長 (m)	管きよ口径 (mm)
Khanh Hoi	350.2	6,513	φ450 - φ1,200
Hung Phu	76.7	4,543	φ400 - φ500
Tung Thien Vuong	82.0	4,870	φ400 - φ700
Binh Dong	48.6	2,543	φ400 - φ450

(3) 雨水吐室

既設合流管きよから下水を遮集するために、管渠の吐き口付近に雨水吐室を建設する。計画区域には、103 ヶ所の吐き口が存在し、全て外水位の影響を受けている。従って、施設設計に当たっては、河川・水路の高水位を考慮する必要がある。図-16 に提案された雨水吐室の標準構造を示す。オリフィスによって下水を遮集管に遮集するよう計画をした。オリフィスとフラップ弁を備えた隔壁を雨水吐室の中央に配置し、河川・水路の高水位の影響を遮断する計画とした。維持管理を容易にするため、雨水吐室の平面内寸法を 2.0 m x 2.2 m に計画し

た。

3.2 汚水中継ポンプ場

汚水中継ポンプ場を8区の4地区に建設する計画とした。建設予定位置は、Dong Dien 道路と Ong Nho 水路で囲われた0.6ヘクタールの湿地帯である。汚水中継ポンプの容量は、640,000 m³/日 (415.0 m³/分) で、133.3 m³/分 x 2台(内1台は予備)と105.0 m³/分 x 3台の縦型渦巻き汚水ポンプを計5台設置する計画とした。細目スクリーン、沈砂池は下水を揚水した後に設ける計画とした。汚水中継ポンプ場の位置と構造をそれぞれ図-13と図-17に示す。

3.3 導水管

下水処理場建設地点は、プロジェクト区域から南へ約5km離れたNha Be区のPhuoc Loc地区であるため、下水を遮集した地点から処理場までの導水管の建設が必要になる。導水管は、原則として、既設道路下に布設する事とするが、下水処理場に近い区間は、新たな刑務所建設に伴う計画道路を利用する計画とした。導水管の口径は、1,500mmから2,500mmで、2020年時点の下水水量に対応した断面で第1期に建設する計画とした。導水管の計画ルートおよび縦断計画を図-13および図-14に示す。

3.4 下水処理場

上記の如く、下水処理場用地は、ホーチミン市人民委員会によって、Nha Be区のPhuoc Loc地区に約50ヘクタールの用地が配分された。予定地の東側はCay Kho水路に、西側はGo Nai水路に接している。

下水処理場は、(1) 流入ポンプ、(2) 最初沈殿池、(3) 反応タンク、(4) 最終沈殿池、および(5) 塩素接触タンクからなるモディファイド活性汚泥法を提案した。又、発生する汚泥に対しては、(1) 濃縮槽、(2) 遠心濃縮槽、(3) 脱水機、(4) コンポスト化施設からなる汚泥処理施設を提案した。提案した下水処理並びに汚泥処理施設の位置、配置および概略の構造を図-13と図-18に示す。下水処理場の処理能力は、2010年の計画下水水量の469,000 m³/日とした。

設計流入下水の水質は、BOD₅で180mg/l、SSで200mg/lとし、設計放流水質は、BOD₅で50mg/lとした。下水および汚泥処理施設の主要諸元は、以下の通りである。

下水処理施設主要諸元

施設	諸元
流入ポンプ	ポンプ容量：415.0 m ³ /分
最初沈殿池	寸法：7m(幅)x 51m(長さ) x 4.5m(深さ) x 36池 フライントチェーン式汚泥掻寄せ機：36台 汚泥引抜きポンプ：0.2m ³ /分 x 13台
反応タンク	寸法：7m(幅)x 63m(長さ) x 6m(深さ) x 36池 送風機：580m ³ /分 x 6.3mAq x 800kw x 3台

最終沈殿池	寸法：7m (幅) x 76.5m (長さ) x 5.25m (深さ) x 36 池 フライントチェーン式汚泥掻寄せ機：36 台 汚泥引抜きポンプ：15 m ³ /分 x 18 台
塩素接触タンク	寸法：25m (幅) x 56m (長さ) x 4.5m (深さ) x 1 池

汚泥処理施設の主要諸元

施設	諸元
重力式濃縮槽	寸法：貯留槽：5m x 5m x 5m x 1 槽 濃縮槽：24m (直径) x 4m (深さ) x 2 槽
遠心濃縮機	デカンタータイプ濃縮機 容量：1,067kg/時間/台 x 2 台
脱水機	ベルトフィルター式 容量：157m ³ /日/台 x 12 台
コンポスト化施設	回転式乾燥機 第1次発酵槽：18m x 72m x 2 槽 第2次発酵床：150m x 40m x 2 床

4. 運営・維持管理体制

4.1 運営・維持管理組織

運営・維持管理組織は、(1) 全体の管理業務組織と、(2) プロジェクトで建設される各施設の運営・維持管理組織の2組織から構成される。

下水道管路網の維持管理業務については、都市排水公社の代表者を各区に派遣して適切な維持管理業務の指導・監督に当たる。その事によって、均一料金と維持管理技術で管路の清掃・修理作業が一貫した管理業務組織によってコントロールする事が出来る。

4.2 効率的な維持管理機材の導入

より合理的な施設の維持管理を行なうために、各区に効率的な維持管理機材を導入することを提案した。都市排水公社の代表者が各区で組み上げた維持管理チームは、高圧洗浄車、バキュームカー、バケットタイプ清掃車、修理道具等の機材を装備する。機材調達価格は、各区当り41億 VND (約3,300万円)と積算された。

新規維持管理用機材の導入によって、1チーム5人編成で1日当り約500mの下水道管きよの清掃が可能になる。現在は、人力清掃であるため1チーム10人編成で1日当り約100mの下水道管きよの清掃しか出来ていない。

5. 提案された組織

水道公社(WSC)と都市排水公社(UDC)が合体した新たな統合公社が水道・都市排水・下水道の全体事業の経営をすることは理論上は理想的な案である。しかしながら、実際には両公社の歴史的な違い、非常に異なった風潮のため、直ちに統合する事は大変困

難である。

したがって、排水・下水道事業に対する単一の組織経営を目指した現実的な案として、既存の都市排水公社(UDC)を再編成して市の排水・下水道事業の経営母体となる下水・排水公社(SDC)を設立する。この新組織は、以下の機能を持った組織体とする。

組織名	経営	部	課
下水・排水公社 (SDC)	トップ マネージメント	技術部	運営
			修繕・維持管理
			調達
			実験
			設計・工事管理
		計画部	計画
		総務部	渉外
			人事・人材育成
			資産管理
		財務会計部	庶務
			財務
		業務部	会計
			顧客登録
料金徴収			
			市場調査

6. 家屋移転計画

優先プロジェクトの実施に伴って、移転が必要になる家屋数は、下表に示すように全体で1,751戸である。

位 置		移 転 家 屋 数
排水ポンプ場	Thanh Da (Binh Thanh 区)	96
	Ben Me Coc (1)と(2) (8 区)	21
下水処理場 (Nha Be 区)		60
汚水中継ポンプ場 (8 区/Dong Dieu 地区)		20
Tau Hu - Ben Nghe 水路改修	4 区	755
	8 区	802
合 計		1,751

政府の法令 No. 22/1998/ND-CP に基づいて、家屋移転補償費は 798 億 VND (約 6.5 億円) と積算された。

図-19 に示されるように、4, 7, 8 および Binh Thanh 区内に全体で 15,234 戸の家屋の建設が 11ヶ所の住宅開発プロジェクトで計画されている。本優先プロジェクトが実施された場合、移転家屋の約 70%の住人は新たな移転先の家屋を求める事になるが、ホーチミン市にとっては、移転先の家屋を用意する事は然程難しい事ではない。各提案されている移転先への移転住民の割り振りや移転事業は、優先プロジェクトの実施状況に合わせてホーチミン市の土地・住宅開発局によって行われる。

7. 優先プロジェクト事業費

都市排水改善・下水道整備に関する優先プロジェクトの事業費は、下表の通り 1999年7月価格で7兆1,572億VND(約581.5億円)と積算された。

項 目	事業費(億VND)		
	外貨	内貨	合計
A. 建設費			
(1) 既設合流管の改善	403	941	1,344
(2) 新設管の建設	366	853	1,219
(3) ポンプ排水改善	431	1,006	1,437
(4) 水路改修	1,486	3,468	4,954
(5) 維持管理用機材調達	277	645	922
(6) 遮集管の布設	2,854	2,335	5,189
(7) 導水管の布設	2,252	1,842	4,094
(8) 雨水吐室の建設	86	70	156
(9) 分流式下水道管の布設	518	424	942
(10) 中継汚水ポンプ場の建設	1,134	928	2,062
(11) 下水処理場の建設	13,391	10,959	24,350
小 計	23,201	23,471	46,672
B. 事務費	0	1,545	1,545
C. 技術費	2,287	980	3,267
D. 用地買収費・家屋補償費	0	4,836	4,836
E. 予備費	2,136	2,531	4,667
小 計 (B + C + D + E)	4,423	9,892	14,315
F. 物価上昇	3,982	6,603	10,585
合 計	31,606	39,966	71,572

- (注) 1. 外貨交換レート: US\$ 1.0 = VND 13,956 = ¥ 113.39 (¥1=VND 123.08)
 2. 予備費は、建設費の10%と仮定する。
 3. 技術費は、建設費の7%と仮定する。
 4. 事務費は、建設費と用地買収・補償費の合計の3%と仮定する。
 5. 物価上昇: 外貨は年2%、内貨は3%と仮定する。

2010年における年間の維持管理費は、734億VND(約6.0億円) (内、都市排水は、74億VND(約6,000万円)で、下水道は、660億VND(約5.4億円)と積算された。

表-2に優先プロジェクトの毎年の事業実施計画を示す

8. プロジェクトの経済及び財務評価

8.1 都市排水システム改善事業の経済評価

優先プロジェクト地区の都市排水システム改善事業にかかる経済便益の要約を下表に示す。

優先プロジェクト地区の年平均便益

(億 VND)

直接便益			間接便益		
便益項目	基準年	2020	便益項目	基準年	2020
家屋/自動車	1,180.6	1,858.0	商業活動停滞損失	1,790	1,734
公共施設	11.4	21.9	労働者収入損失	63	122
農産物	5.1	2.6	医療費低減	61	128
			船運通行料	1,079	1,816
合計	1,197.1	1,882.5	合計	2,996	3,800

都市排水改善事業の工事費(財務費用)を経済費用に換算し要約したものを下表に示す。

都市排水改善事業の経済費用

(億 VND)

経済費用							
第1期	1,659	1,318	1,784	1,784	1,784	543	8,872
第2期						407	1,609
合計						1,574	858
							4,448
							13,320

以上の便益と費用のキャッシュフローをベースにした経済評価の結果を下表に示す。

都市排水改善事業の経済評価結果

	純現在価値 (億 VND)	EIRR (%)	B/C
優先プロジェクト地区	5,570	18.77	1.66

上表に示すとおり EIRR は 18.77% と算出され、本評価に利用した割引率 10% を十分に満足していることから、本事業は経済的には十分実現可能性があると云える。

感度分析は前述の EIRR の結果を基に以下の条件で 16 ケースで行った。

- (1) 便益が 5%、10%、15% で増減
- (2) 事業費が 5%、10%、15% で増減

最も厳しい条件の便益が 15% 減少し事業費が 15% 増加する場合で EIRR は 12.89% と算定される。

8.2 下水道整備事業の経済及び財務評価

経済分析については、社会経済の観点から本下水道事業の便益は多大であると予測される。しかしながら、それらを定量化することはかなり困難であり、便益については以下の事項が考えられる。

- Tau Hu、Ben Nghe、Doi、Te 水路の水質改善
- サイゴン川の水質改善
- 水系伝染病罹病率の低減への寄与

下水道事業に対する財務分析は、以下に示す下水道料金を設定し年上昇率を 2.5%として行った結果、FIRR が 1.20%得られることが判明した。

- i) 一般家庭 : 月 1 世帯当り 12,500 VND (約 102 円)
- ii) 商業セクター : 月 1 商店当り 51,100 VND (約 415 円)
(一般商店、レストラン他)
- iii) 工業セクター : 月 1 工場当り 22,800 VND (約 185 円)
(工業団地の工場等を除く)

この下水道料金は現在の水道料金や住民の下水道サービスに対する支払い意志及び支払能力を勘案して提案した。

最も楽観的なケースは、便益が 10%増加し事業費が 10%減少する場合であるが、それでも FIRR は 2.33%と低く計算される。

一般家庭 1 世帯当りの月下水道料金は世帯当り月収 195 万 VND (約 15,843 円)の約 0.6%である。これは水道料金の対月収比率 3.0%と比べても負担可能であると考えられる。

上述の料金設定による下水道料金収入は機器の据替費を含んだ維持管理費を賄うことが可能である。しかしながら、初期工事費を賄うことができず、償還額は中央政府からの助成金を充てる必要がある。

8.3 償還可能性の分析

借款に対する償還可能性の分析を下記条件を基に行った。

- i) 借款額の償還利率を年利 1.3%と想定、及び
- ii) 据置期間 10 年を含む償還期間を 30 年と想定した。

以下に示す下水道料金体系が設定可能であれば下水道料金収入のみで利子を含めた償還額と機器の据替費を含んだ維持管理費の全支出を賄うことが可能である。

- i) 一般家庭 : 月 1 世帯当り 27,400 VND (約 223 円)
- ii) 商業セクター : 月 1 商店当り 111,800 VND (約 908 円)
(一般商店、レストラン他)
- iii) 工業セクター : 月 1 工場当り 49,900 VND (約 405 円)
(工業団地の工場等を除く)

この下水道料金設定は住民の下水道サービスに対する支払い可能額月 1 世帯当り 30,000 VND (約 244 円)以下でとなっている。

9. 第 1 期プロジェクト実施プログラム

(1) プロジェクトの段階的实施

優先プロジェクトは、実施地域が広大 (3,000 ヘクタール以上) で、実行されるべき作業が膨大なため、次に示す、第 1 期、第 2 期の 2 期に分け実施され

る。

第1期(2000~2005)においては、この期の最初に実施される基本構造物の詳細設計を行い、各施設の建設工事、および関係する組織・法制度を、優先プロジェクト地域の第1期部分において、順序だてて実施する。

第2期(2006~2010)においては、第1期事業で完了した施設の拡張工事、及び制度面の拡大等、優先プロジェクトの残りの事業が、2010年末までに完全に達成されるよう実施する。

(2) 第1期プロジェクトの事業実施計画

第1期プロジェクトの詳細設計、および建設工事は、2000年3月から2005年12月までの70ヶ月間で実施される。詳細設計は、2000年3月から2001年3月の間の13ヶ月を予定する。事前審査、および建設業者の入札は、2001年4月から2001年9月までの6ヶ月以内に完了され、建設工事は、2001年10月から2005年12月までの51ヶ月で完了する。

第1期プロジェクトの内容は以下の通りである。

- ・ 既存合流式管の改善
- ・ ポンプ排水の改善
- ・ 水路の改修
- ・ 遮集管と導水管の建設
- ・ 汚水中継ポンプ場の建設
- ・ 下水処理場の建設

第1期プロジェクトの主要な諸元を下表に示す。

プロジェクト面積	914.7ヘクタール(図-20参照)
既存合流式管の改善	増設管 10,272 m (φ1,000・□2,400 x 3,000 mm) 布設替え 1,320 m (φ2,000・φ2,500 mm)
ポンプ排水の改善	Thanh Da 地区: A = 15.4ヘクタール ポンプ場の建設: Q = 21 m ³ /分 堤防建設: 延長74 m、調整地建設: 7,600 m ³ 排水管の布設: 655m (φ800-φ1,200 mm) Ben Me Coc (1) 地区: A = 70.9ヘクタール ポンプ場の建設: Q = 42 m ³ /分 堤防建設: 延長3,950 m、調整地建設: 16,700 m ³ 排水管の布設: 4,607m (φ900-φ1,650 mm) コントロールゲート Ben Me Coc (2) 地区: A = 46.0ヘクタール 堤防建設: 延長3,290 m 排水管の布設: 4,206 m (φ800-φ2,000 mm)

第1期プロジェクトの事業費

項目	事業費 (億 VND)		
	外貨	内貨	合計
A. 建設費			
1) 既設合流管きよの改善	403	911	1,311
2) ポンプ排水改善	270	630	900
3) 水路改修	892	2,082	2,974
4) 維持管理機材の調達	111	258	369
5) 遮集管きよの建設	886	726	1,612
6) 導水管きよの建設	2,252	1,812	4,091
7) 雨水吐室の建設	23	18	41
8) 汚水中継ポンプ場の建設	581	475	1,056
9) 下水処理場の建設	4,305	3,522	7,827
小計 (A)	9,723	10,494	20,217
B. 事務費	0	737	737
C. 技術費	991	425	1,416
D. 土地買収及び家屋補償費	0	4,339	4,339
E. 予備費	899	1,123	2,022
小計 (B) と (E)	1,890	6,624	8,514
F. 物価上昇	969	1,923	2,892
合計	12,582	19,011	31,623

(注) 1. 外貨交換レート: US\$ 1.0 = VND 13,956 = ¥ 113.39 (¥1 = VND 123.08)

2. 予備費は、建設費の10%と仮定する。

3. 技術費は、建設費の7%と仮定する。

4. 事務費は、建設費と用地買収・補償費の合計の3%と仮定する。

5. 物価上昇: 外貨は年2%、内貨は3%と仮定する。

2005年以降における年間の維持管理費は、都市排水においては71億 VND (約5,800万円)、下水道においては199億 VND (約1.6億円)、合計270億 VND (約2.2億円)と見積もれる。

10. 提言

(1) 早急なプロジェクト実施

優先プロジェクトは、技術、経済、社会および環境等総合的な面からのプロジェクト評価の結果、技術的・経済的に実行可能であり、その上、財政的な実行可能性と、社会面及び環境面へ有効な影響が有る事が確認された。よって、ホーチミン市中央部の悪化した水環境、生活環境の改善を目的とした優先プロジェクト、特に第1期プロジェクトを早急に実施するよう提言する。

(2) 関連プロジェクトとの調整

Ben Chuong Duong - Ben Ham Tu - Tran Van Kieu 道路の改修・拡張プロジェクトが、現在 JBIC の援助により進められている。プロジェクトのエンジ

ニアリングサービス（詳細設計）は、1999年10月にJBICにより評価された。このプロジェクトは、Tau Hu - Ben Nghe 水路の改修に密接に関係している。したがって、この両プロジェクトの詳細設計は、同時期に平行して行なうよう提言する。

(3) 新組織の提案

都市排水と下水道事業を問題無く運営するために、新しい組織として、仮称：下水・排水公社（SDC）を設立する事を提案する。この新公社には、強いリーダーシップを持たせ、専門的なサービスを提供するための権限委譲が必要である。

(4) PMU(カウンターパート機関)の強化

プロジェクトの円滑な実行のために、既存のカウンターパート機関（PMU）の強化が必要である。又、ホーチミン市の他の関係部局との協議・調整等に要する無意味な時間を避けるため、PMUはホーチミン市人民委員会の直下に位置付けるべきである。PMUは、ホーチミン市人民委員会の副議長へ直接報告する権限が与えられるよう提言する。

(5) 住民移転の最小化

プロジェクトの実施に障害とならない限り、水路沿いの住民移転の数は最小限にすべきである。また、多くの人々を短期間に他の大きな用地に移転させる事は、深刻な社会問題を生む危険性があるので、小さい共同体、または、幾つかに分割されたグループの集合体とすることで、既存の共同体の分裂を避けることが出来ると考えられる。

その他の提言は、下記の通りである。

- (6) 既存水文モニタリングシステムの強化
- (7) 環境モニタリングシステムの設立
- (8) 効率の良い運営・維持管理用機材の導入
- (9) 環境教育プログラムの導入
- (10) 環境・衛生センターの設立
- (11) 下水処理場の試験プラントの実施