

一般に、農村部の増加率は上水道整備計画の時に予測した値、すべての農村部で、1.9%、と比べ高い値となっている。この理由としては農村部から流出する季節労働者が考えられる。

1976年の人口調査では、10年間で年平均21,000人の国内他地域への移動による人口の減少があると報告している。1986年の国勢調査による移動人口は明らかではないが、この移動による減少率は以下の示す様に約1%となっている。

内部移動	: 21,000人/年
1976年の人口	: 2,617,938人
減少率	: $21,000/2,617,938=0.8\%$

統計年次報告によれば、エジプト全土のみならずシャルキア州ひとつをとってみても出生率は減少している。この傾向は国家政策の達成とともに将来にわたり促進されていく事であろう。

3.3.3 計画人口の予測

(1) 郡別人口

以上の事を考慮し、上水道整備計画で示された将来の人口増加率を以下に示すように修正する。

— 都市部及び農村部の人口増加率を以下の様に分類する。

都市部 : 4水準(高、中、低、最低)

農村部 : 3水準(高、中、低)

— 内部移動は都市部、農村部共に生ずるとし、その程度は都市部のほうが農村部より小さいとする。

— 人口増加率は国家政策にそって減少するものと考え、段階的に増加率を減少させる。

本調査において用いる将来の増加率を表3.4に示す。これらの仮定を基に、将来人口を予測すると表3.5の様になる。

表3.4 修正した将来人口増加率

(Unit: percent per/annum)

Level	Markaz	Period		
		1986-90	1990-95	1995-2005
<u>Urban</u>				
High	Bilbeis, Kafr Saqr, Diarb Nigm.	3.8	3.5	3.2
Medium	Minyet El Qamh, Abu Hammad, Ibrahimiya, Qenayat.	3.4	3.2	3.0
Low	Abu Kebir, Faqus, Huseiniya, Hihya, Mashtul El Soak.	2.8	2.6	2.5
Lowest	Zgazig	2.2	2.1	2.0
<u>Rural</u>				
High	Zgazig, Faqus, Bilbeis, Hihya, Diarb Nigm, Minyet El Qamh.	3.2	3.0	2.8
Medium	Abu Kebir, Ibrahimiya, Hihya, Diarb Nigm, Minyet El Qamh.	2.2	2.1	2.0
Low	Kafr Saqr, Abu Hammad.	1.5	1.4	1.3

表3.5 計画人口

(Unit: 1,000)

No.	Markaz	Area	1986 Census	1990	1995	2000	2005
1.	Zagazig	U	245.5	268	297	328	362
		R	418.4	475	501	575	661
		T	663.9	743	798	903	1,023
2.	Huseiniya	U	17.8	20	23	26	29
		R	253.4	287	333	382	439
		T	271.2	307	356	408	468
3.	Kafr Saqr	U	19.3	22	26	30	35
		R	131.6	140	150	160	171
		T	150.9	162	176	190	206
4.	Faqus	U	48.6	54	61	69	78
		R	332.7	377	437	502	576
		T	381.3	431	498	571	654
5.	Abu Kebir	U	69.5	78	89	101	114
		R	146.8	160	178	197	218
		T	216.3	238	267	298	332
6.	Abu Hammad	U	24.3	28	33	38	44
		R	190.6	202	217	231	246
		T	214.9	230	250	269	290
7.	Ibrahimiya	U	24.5	28	33	38	44
		R	66.7	73	81	89	98
		T	91.2	101	114	127	142
8.	Hihya	U	29.3	33	38	43	49
		R	111.4	122	135	149	164
		T	140.7	155	173	192	213
9.	Diarb Nigm	U	32.2	37	44	52	61
		R	208.6	228	253	279	308
		T	240.8	265	297	331	369
10.	Bilbeis	U	96.5	112	133	156	183
		R	273.4	310	359	412	473
		T	369.9	422	492	568	656
11.	Minyet El Qamh	U	45.9	52	61	71	82
		R	341.1	372	413	456	503
		T	387.0	424	474	527	585
12.	Mashtul El Soak	U	28.7	32	36	41	46
		R	68.1	77	89	102	117
		T	96.8	109	125	143	163
13.	Qenayat	U	29.4	34	40	46	53
		R	-	-	-	-	-
		T	29.4	34	40	46	53
Total		U	711.5	798	914	1,039	1,180
		R	2,542.8	2,832	3,146	3,534	3,974
		T	3,253.3	2,621	4,060	4,573	5,154

(Note) * The abbreviation employed in the above table are:

U: Urban; R: Rural; T: Total

* The total population shows the population in the study area.

(2) 州の人口

表3.5 に示した様に州全体の人口は1995年で4.06百万人、2005年で5.154 百万人となる。全人口に占める都市部人口の割合は1986年の22%から2005年の30%へ除々に増加していく。2005年まで5年ごとの人口増加率を示すと表3.6 の様になる。表で示される様に、全体の人口増加率は2005年まで比較的高い値となっている。比較のためにエジプト全土とシャルキア州のこれまでの出生率、死亡率の結果を表3.7 に示す。

表3.6 人口増加率

(Unit: %)

Area	1986-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005
Urban	3.0	2.9	2.7	2.7
Rural	2.8	2.3	2.5	2.5
Total	2.8	2.5	2.5	2.5

表3.7 出生率、死亡率

(Unit: %)

Year	Egypt			Sharqiya		
	IR	DR	BR	IR	DR	BR
1965	2.8	1.4	4.6	3.3	1.2	4.5
1970	2.0	1.5	3.5	2.4	1.5	3.9
1975	2.4	1.2	3.6	2.5	1.3	3.8
1980	2.7	1.0	3.7			
1985	2.9	0.9	3.8			

Note: Source: Regional Office of GOPP
in the Third Region & CAPMAS

IR: Increase Rate
DR: Death Rate
BR: Birth Rate

3.3.4 CAPHASによる人口予測

CAPHASは調査団の要請に応え、シャルキア州の各郡ごとの将来人口を予測した。参考のため、これまでの予測とともにCAPHASの予測を図3.2 に示す。

図に示された様に、CAPHASの予測は本調査で予測した人口に比べ高い値となっている。CAPHASが人口予測のために用いた前提および仮定は明らかではない。加えてCAPHASは2040年までの人口を予測している。CAPHASの人口予測結果を表3.8 に示す。

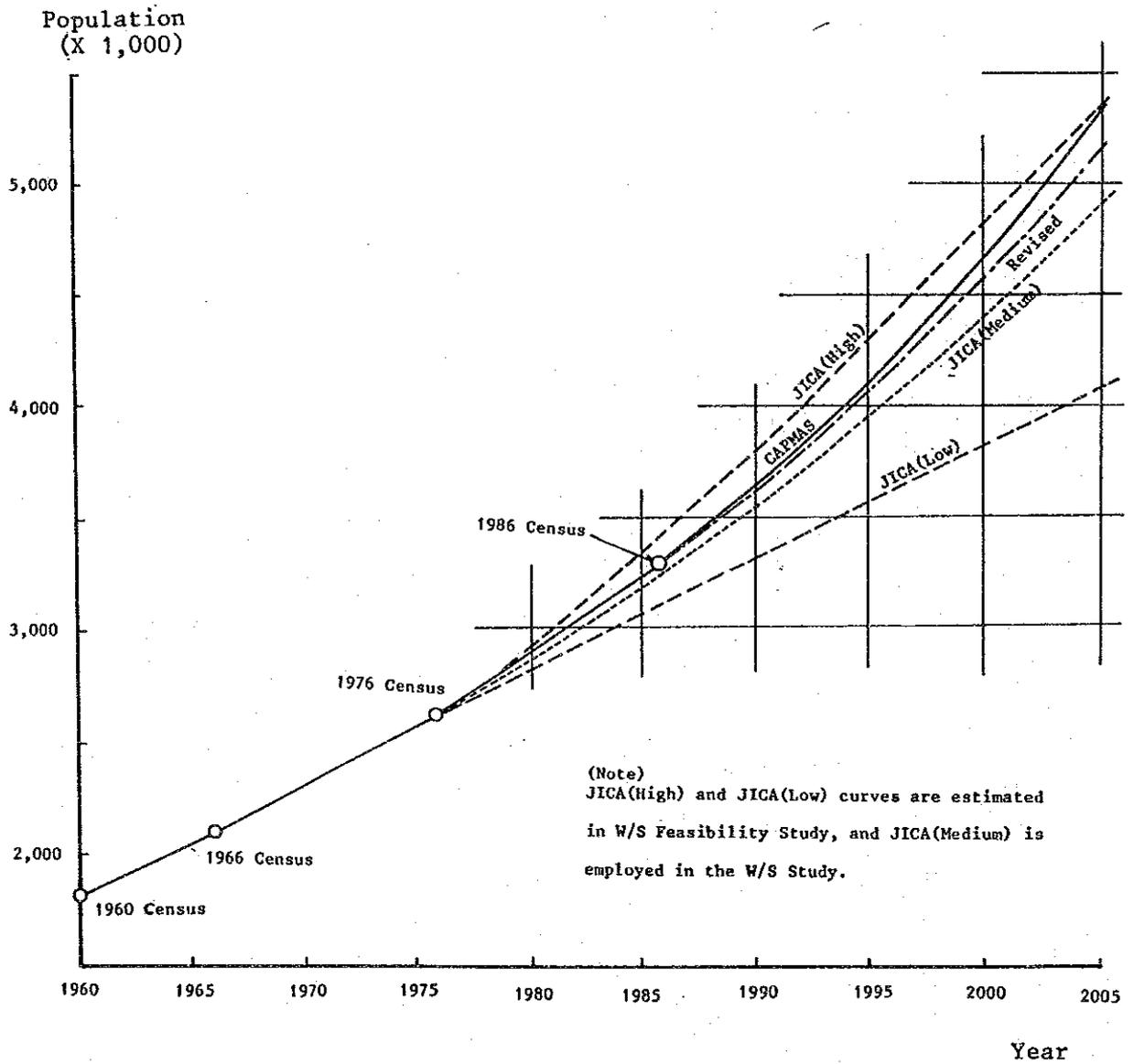


图3.2 修正将来人口

表3.8 CAPMASによる人口予測

(Unit: 1,000)

No.	Markaz	Area	1986 Census	1990	1995	2005	2020	2040
1.	Zagazig	U	245.5	272.0	300.2	363.4	485.9	712.6
		R	418.4	475.5	550.8	737.0	1144.0	2,053.6
		T	663.9	747.5	851.0	1,100.4	1629.9	2,766.2
2.	Huseiniya	U	17.8	20.1	22.3	27.2	38.8	58.8
		R	253.4	290.3	339.7	465.5	745.4	1,396.3
		T	271.2	310.4	362.0	492.7	784.2	1,455.1
3.	Kafr Saqr	U	19.3	22.7	26.4	37.4	62.9	123.0
		R	131.6	146.2	165.7	210.7	302.2	490.5
		T	150.9	168.9	192.1	248.1	365.1	613.5
4.	Faqus	U	48.6	51.0	58.2	72.3	101.5	153.0
		R	332.7	360.2	412.8	544.9	827.3	1,415.5
		T	381.3	411.2	471.0	617.2	928.8	1,568.5
5.	Abu Kebir	U	69.5	73.4	84.2	107.5	153.5	240.8
		R	146.8	156.3	175.6	222.2	317.9	500.7
		T	216.3	229.7	259.8	329.7	471.4	741.5
6.	Abu Hammad	U	24.3	28.3	33.2	45.2	72.2	138.7
		R	190.6	211.0	236.8	296.9	415.4	651.8
		T	214.9	239.3	270.0	342.1	487.6	790.5
7.	Ibrahimiya	U	24.5	28.2	32.5	43.0	65.6	115.0
		R	66.7	74.1	83.3	105.4	149.8	239.7
		T	91.2	102.3	115.8	148.4	215.4	354.7
8.	Hihya	U	29.3	33.3	37.8	48.4	69.3	115.7
		R	111.4	123.8	141.3	181.0	265.2	438.2
		T	140.7	157.1	179.1	229.4	334.5	553.9
9.	Diarb Nigm	U	32.2	34.4	39.7	67.9	124.7	272.3
		R	208.6	222.8	252.3	323.3	450.9	758.7
		T	240.8	257.2	292.0	391.2	575.6	1,031.0
10.	Bilbeis	U	96.5	105.0	127.1	179.1	298.1	567.9
		R	273.4	294.9	336.8	440.3	660.2	1,110.7
		T	369.9	399.9	463.9	619.4	958.3	1,678.6
11.	Minyet El Qamh	U	45.9	49.7	59.6	81.3	130.3	241.3
		R	341.1	365.3	412.0	527.1	764.4	1,226.6
		T	387.0	415.0	471.6	608.4	894.7	1,467.9
12.	Mashtul El Soak	U	28.7	31.5	35.7	46.0	67.3	111.0
		R	68.1	75.2	86.4	113.9	172.3	299.0
		T	96.8	106.7	122.1	159.9	239.6	410.0
13.	Qenayat	U	29.4	33.4	37.9	48.9	71.7	119.7
		R	-	-	-	-	-	-
		T	29.4	33.4	37.9	48.9	71.7	119.7
Total		U	711.5	783.0	894.8	1,167.6	1,741.8	2,969.8
		R	2,542.8	2,795.6	3,193.5	4,168.2	6,215.0	10,581.3
		T	3,254.3	3,578.6	4,088.3	5,335.8	7,956.8	13,551.1

(Note) * The abbreviation employed in the above table are:

U: Urban; R: Rural; T: Total

* The total population shows the population in the study area.

3.4 汚水量および水質

3.4.1 汚水量原単位

2.9節および第3巻、付録V“汚水量および水質”に示す、検討および計算を基に将来の平均汚水量原単位を各都市ごとに予測した。

(1) 家庭用水消費量

下水道計画に当り、各都市ごとに推計された家庭用水消費量を家庭汚水量と考える。

(2) 商業用水消費量

各都市に対し、商業用水として、一人当たり10ℓ/日を考える。

(3) 工業用水消費量

工業用水消費量はザガジグ市、ビルベイス市では、それぞれ家庭・商業用水消費量の15%、10%とする。また、人口が75,000人を超えた時にそれ以降工業用水として家庭用水消費量の10%を見込む。75,000人以下の都市では、工業用水量は見込まない。

(4) 公共機関の水消費量

公共機関の水消費量はザガジグ市については、家庭・商業用水消費量の15%、その他の都市については10%とする。

(5) 損失水量

下水量は通常消費水量よりも僅かに小さくなる。水消費量の一部は水漏れ、散水、料理等により消失してしまうからである。1人当たりの汚水量原単位を求めるに当たり、水消費量の90%が下水道に流入するものとする。

(6) 汚水量原単位

各都市、5年ごとに求めた汚水量原単位を表3.9～3.12に示す。

表3.9 ザガジグ市の汚水量原単位

(lcd)						
Year	Domestic	Comm.	Indust.	Inst.	Total	Sewage Flow
1990	118	10	12.8	19.2	160.0	144.0
1995	123	10	13.3	20.0	166.3	150.0
2000	130	10	14.0	21.0	175.0	157.5
2005	134	10	14.4	21.6	180.0	162.0

表3.10 ビルベイス市、ファクス市、アブケビール市の汚水量原単位

(lcd)						
Year	Domestic	Comm.	Indust.	Inst.	Total	Sewage Flow
1990	108	10	11.8	11.8	141.6	127.4
1995	111	10	12.1	12.1	145.2	130.7
2000	116	10	12.6	12.6	151.2	136.1
2005	120	10	13.0	13.0	156.0	140.4

表3.11 ミニエットエルカム市の汚水量原単位

(lcd)						
Year	Domestic	Comm.	Indust.	Inst.	Total	Sewage Flow
1990	108	10	-	11.8	129.8	116.8
1995	111	10	-	12.1	133.1	119.8
2000	116	10	-	12.6	138.6	124.7
2005	120	10	13.0	13.0	156.0	140.4

表3.12 その他の都市の汚水量原単位

(lcd)						
Year	Domestic	Comm.	Indust.	Inst.	Total	Sewage Flow
1990	96	10	-	10.6	116.6	104.9
1995	98	10	-	10.8	118.8	106.9
2000	100	10	-	11.0	121.0	108.9
2005	102	10	-	11.2	123.0	110.9

3.4.2 地下水量

下水管の接続部分を地下水が浸透しないように、水密性のあるものとしても、下水管の設計流量には、汚水以外の水量を余裕として見込まなければならない。この地域の地下水位は一般に高く、多くの場所で地表面下60cmにも達している。

この地域では下水道施設設計のための地下水量に関するデータが無いので、エジプト国内で本調査区域と類似している地域の下水道計画に用いられた地下水量を参考とする。それらの値を表3.13に示す。表に示されるように、各都市での地下水量は0から20m³/ha/日の範囲である。本計画区域は典型的なデルタ地域に属するところから、計画値として平均の10m³/ha/日を用いることとする。

3.4.3 計画汚水量

これまでの調査結果を基に、下水道施設設計のための汚水量を決定した。地下水量も計画汚水量に含める。

一般に、下水道施設を設計するには、時間最大汚水量と日最大汚水量の2種類の汚水量を決めなければならない。時間最大汚水量とは瞬間的に下水道施設に流れ込む最大汚水量の事である。日最大汚水量とは下水処理場が処理しうる、ある一定期間の最大汚水量の事である。シャルキア州の下水道計画については日最大量と時間最大量を算定するに当り、上水道整備計画(JICA)とNOPWASDによるザガジグ市の処理場計画を検討した。

上水道整備計画では、日最大給水量を日平均給水量の1.25倍としている。給水量は消費水量と損失水量の合計であり、損失量は一定で、日最大、日平均ともに変わらない。損失量は現在日平均給水量の30~40%と推定され、2005年までに18~25%に減少すると予測している。このような予測を基にすれば、2005年では、日最大消費量は日平均消費量の1.26~1.33倍になる。

NOPWASDはザガジグ市の新しい下水処理場の設計に際し、月最大汚水量を用いた。それは、夏期に生ずるものと考え、地下水浸透量を含まない日平均汚水量の1.4倍である。浸透量は一定とみなしている。NOPWASDは、また、月最小汚水量も求め、それは冬期に生じ、日平均汚水量の0.7倍としている。

以上の事から、処理場の設計に用いる日最大汚水量は、日平均汚水量の1.4倍とし、管、ポンプの設計に用いる時間最大汚水量は日平均汚水量の2.0倍とする。2005年の各都市の設計汚水量を表3.14に示す。

3.4.4 下水の水質

シャルキア州では、既存の下水道施設における下水の水質の記録がないため、第1回および第2回の現地調査において水質調査を行った。(第3巻、付録IV参照) その結果、生下水のBODは高く、350~900mg/lの範囲で平均501mg/lであった。

一人当りの負荷量原単位は、2度目の水質調査結果を基に算定した。(付録Ⅳ参照)
調査結果のなかでビルベイス市で得られた54.0g/人・日が付録Ⅳで述べた理由により、計画区域の代表的な値と考えられる。

生活水準の向上、その他の要因による負荷量の増加を日本の下水道計画を参考とし、年に1g/人・日とすれば、2005年の負荷量原単位は72.0g/人・日となる。諸外国においても60~80g/人・日の値をとる例が多いことを考慮しても、この値は妥当と考えられる。ビルベイス市の2005年の処理人口183,000人と地下水浸透量を含む日平均汚水量32,363m³/日から平均BOD水質を求めると：

$$\text{BOD水質} = 183,000 \times 72.0 / 32,363 = 407 \text{ mg/l}$$

家庭汚水以外の負荷に対する余裕を見込んで、設計水質としてはBOD450mg/lとする。他の水質項目については、BODとの比で推定した。その比は水質調査の結果より求めた。(付録Ⅳ、Ⅴ参照)

結果として、設計に用いる各水質は表3.15のようになる。

表3.13 エジプト各地の下水道計画における地下水浸透量

City	Infiltration Allowances	
1. El Arish	Sewers mostly above groundwater elevations Sewers in low-lying areas	2 percent of total daily average sewage. - 8 m ³ /ha/day
2. Port Said	Existing developed areas	- 12 m ³ /ha/day
3. Ismailia	New areas	- 8 m ³ /ha/day
4. Suez	General areas	- 10 m ³ /ha/day
	Low-lying areas adjacent to canal water	- 12 m ³ /ha/day
5. Alexandria		- 0.1 l/ha/sec (8.64 m ³ /ha/day)
6. Helwan	$Q = a \cdot d \cdot h^{2/3}$, where Q = flow per 1,000 m a = constant (5 to 10) d = exterior dia. of pipe in inch h = average depth of pipe below groundwater surface.	
7. Cairo	Residential and commercial areas	
	For all sewers with invert levles above elevation 25 m A.O.D.	- Nil -
	For sewers with invert levels of elevation 25 m, A.O.D. or less existing prior to 1980 or to be constructed without flexible joints.	- 20 m ³ /ha/day
	For sewers with invert levels of elevation 25 m, A.O.D. or less to be constructed with flexible joints.	- 10 m ³ /ha/day

Source: 1) Ref. No. 5 2) Ref. No. 17 3) Ref. No. 16 4) Ref. No. 15
 5) Ref. No. 19 6) Ref. No. 18 7) Ref. No. 32

表3.14 計畫污水量、2005年

City	(1) Daily average	(2) Daily maximum 1.4x(1)	(3) Peak flow 2.0 x (1)	(4) Infiltration	(5) Design flow for treatment (2) + (4)	(6) Design flow for pipes (3) + (4)
Zagazig	58,644	82,102	117,288	27,260	109,362	144,548
Huseiniya	3,216	4,502	6,432	2,530	7,032	8,962
Kafr Saqr	3,882	5,435	7,764	2,480	7,915	10,244
Faqus	10,951	15,331	21,902	5,150	20,481	27,052
Abu Kebir	16,006	22,408	32,012	4,440	26,848	36,452
Abu Hammad	4,880	6,832	9,760	3,100	9,932	12,860
Ibrahimiya	4,880	6,832	9,760	1,700	8,532	11,460
Hihya	5,434	7,608	10,868	2,650	10,258	13,518
Diarb Nigm	6,765	9,471	13,530	2,590	12,061	16,120
Bilbeis	27,097	37,936	54,194	6,670	44,606	60,864
Minyet El Qamh	11,513	16,118	23,026	3,000	19,118	26,026
Mashtul El Soak	5,101	7,141	10,202	2,540	9,681	12,742
Qenayat	5,878	8,229	11,756	2,280	10,509	14,036
Total	164,247	229,945	328,494	66,390	296,335	394,884

Note: Design flows for Bilbeis include flows from army camp.

表3.15 設計水質

BOD	450 mg/l
SS	460 mg/l
COD	170 mg/l
NH ₄ -N	30 mg/l
Total-P	13 mg/l

3.5 衛生施設改善の基本概念

3.5.1 農村部における衛生施設の改善

現在、下水道の長期計画に含めなければならないような人口密度の高い地域は、農村部には存在しない。ほとんどの農村部では農家は散在しており、個別の処理施設を有する家屋もある。家庭排水はほとんど汚水溜、トランシュ、浄化槽で処理され、土壌中あるいは排水路へ流出している。一般に農村部の衛生問題は、人口密度が低い為、緊急の問題ではない。

今回の現地調査によれば、農村部の一部では浅井戸や排水路の汚染問題の解決になんらかの手段を講じる必要がある。改善策としては、し尿処理施設の改良、浄化槽およびトランシュからの汚泥引き抜きを頻繁にすること、井戸水保護措置等が考えられる。農村部および都市部にあるトランシュや浄化槽の清掃や維持管理は公共下水道が完備するまで継続的に必要である。

3.5.2 改善手段

(1) 一般論

現在の衛生状態を2005年を目標とし、向上させるため、調査地域内の農村部、都市部に存在する衛生施設の効率を上げる技術的、経済的に可能な方法を見い出さねばならない。現在の衛生施設の改善策は地域的な規模で将来の発展状態等に対応するものでなければならない。本調査地域には総合的な衛生改善計画が無い為、既存の資料を調査し、そこに述べられた前提を基に将来の発展を予測する必要がある。また費用と便益の関係、および、他の公共事業に対する支出とのバランス等の経済的妥当性を考慮しなければならない。

(2) 技術的方法

既存のし尿処理処分に関する問題の全面的あるいは部分的解決には以下の様なものが考えられる。

- 長期にわたり公共下水道が整備されない地域については、当面の措置として便所やし尿処理施設を設ける。
- 既存のトランシュ、腐敗槽を改善する。
- トランシュ、腐敗槽を定期的に清掃する。

(3) 便所、し尿処理施設の改善

都市部、農村部で用いられている便所は一般に水洗式で、トランシュおよび浄化槽へ流出するか、あるいは近くの水路へ直接流れ込む様になっている。この地方で広く用いられているトランシュ、浄化槽の構造を第2章の図2.30から2.33に示す。

浄化槽およびトランシュを使用しているのは全国人口の約55%で、他の35%は適当な処理施設を用いずそのまま汚水を直接放流している。上水道の完備していない農村部では水源を深井戸あるいは浅井戸に依存している。しかし、これらの浅井戸の多くは現地調査によれば、きっちりとしたケーシングが施されていない。これらが便所やトランシュに近い場合、排泄物による汚染の危険性がある。

農村部の井戸水汚染の程度を知る為に、浅井戸を選びサンプリングし、水質分析を行った(2.11参照)。水質試験と井戸のおかれている状況の観察結果から、対象とした3地点の浅井戸は汚染されている事がわかった。これらの井戸は手動ポンプとバケツによる汲み上げであるが、適切に建設されたわけではなく十分なカバーもなく水面は露出している。そして井戸の近くにはしばしば便所、トランシュあるいは他の汚染源が存在しており、汚水の水溜まりが井戸のすぐ近くにみられる場合もあった。

汚染の程度と地下水汲上げの深さとの間には明確な関係がある。この事は観察結果を裏付けるもので井戸汚染の多くは、便所や他の廃棄物が原因である事を示している。

井戸汚染の危険に関する調査から、最小限必要な項目をあげると以下の様になる。

トランシュ、浄化槽の設置場所： トランシュ、浄化槽は、建物、水源、木等の近くに設置するべきではない。表3.16に一般的な設置場所についての基準を示す。

表3.16 トランシュ、浄化槽から各種建造物への必要最小限の距離

Physical Feature	(m)	
	Septic Tank	Transh
Building	1.5	3.0
Property boundaries	1.5	1.5
Wells	10.0 (*)	10.0 (*)
Streams	7.5	30.0
Cuts or embankments	7.5	30.0
Water pipes	3.0	3.0
Paths	1.5	1.5
Large trees	3.0	3.0

維持管理： 浄化槽及びトランシュは、スカムや固形物が流出水に混じって流出しないよう様に、定期的に検査する必要がある。どのような場合でも定期的に汚泥の引き抜きをしなければならない。汚泥の堆積率が0.04 m³/人/年とすれば、40人用の浄化槽に対して、2年に1度汚泥の引き抜きが必要となる。汚泥とスカムの堆積のために浄化槽の容量の1/3を見込む。

流出水の処理： 排水を土壤中で能率的に処理する為には、その土が十分に浸透性のあるものでなければならない。また地下水位が高い所では、浸透水の処理について十分な考慮を払う必要がある。JICA短期専門家によって農村部における既存の下水処理施設についての調査が行われ、その処理法を向上させるための適切な方法が示された。以下に既存の浄化槽に対して考えられる改善案を述べる。

— 流出水を消毒するために塩素滅菌を設ける。この方法は最も簡単な方法である。

— 生物処理と塩素滅菌を設ける。この方法は多少の費用がかかるが、大規模浄化槽に対しては有効である。槽流出水はろ床に散布され塩素滅菌を受けたのち排水路に排出されるか、あるいは浸透のため井戸へと流入する。塩素滅菌を持たない生物処理のみをつけた浄化槽はすでに、ハーファー・サハブ・エル・ディーン村に計画されている。報告書では、またろ床となる砂利の寸法を均一にすること、ろ床を常に好気状態に保つこと等の設計基準についても言及している。生物処理と塩素滅菌を行う場合、設置場所の地下水位により以下の2つの方法が考えられる。

i) 利用可能な土地があり、地下水位が1.5 mかそれより深い場合、地表面での流出水の処理が考えられる。トレンチによる土壌浄化法は、農村部における最も適した処理法のひとつであろう。浄化槽からの流出水は分配槽から並行に走る幾本かのトレンチを流れる。トレンチのつぎ手部にすき間を設け下に砂利を敷く。流出水はトレンチの周囲から土壌中へ浸透していく。

ii) 地下水位が1 mかそれより浅いところでは、浄化槽からの流出水はポンプによる汲み上げをしなければならない。ひとつの方法として、浄化槽の前にポンプ井を設け、汚水を槽内に汲み上げ自然流下により生物ろ床と塩素滅菌槽へと流すことが考えられる。そして最終的に直接排水路へ排水する。別の方法としては蒸散法が考えられる。地下水位が高くあるいは土壌中への浸透が不十分である地域では、この蒸散法が土壌浄化法の変わりとなろう。蒸散床の設計基準は、気候、土質、植生等の要因に

依存している。そのため、施設の規模を決定するためパイロット試験による調査が必要である。

浄化槽の改善： エジプトで一般に用いられている浄化槽は単槽タイプのものである。2槽式の浄化槽は流出水に含まれる浮遊物濃度が顕著に低くなり、単槽式に比べ効果的である。第1槽は第2槽の約2倍の容積とする。2槽式浄化槽の設計に対し、種々の設計案が考えられている。主な点を以下に示す。

- 流入T字管の水没部は水面から有効水深の $1/3$ の深さになるようにする。
- 流出T字管の水没部は水面から有効水深の $1/2$ の深さになるようにする。
- 短絡流にならないように流入・流出管は対角に位置させる。
- パイプの検査および清掃用として、流入・流出管上部にマンホールを設ける。

3.6 施設計画の技術的検討

3.6.1 下水道施設の代替案

調査区域で、現在排水路や土壤に排出されている下水の負荷を低減するための衛生施設については単独処理、集合処理それぞれについて多くの技術が選択できる。

2005年までの今後20年にわたり本調査地域で発生する下水の管理について、可能性の高いいくつかの施設代替案を検討した。それぞれの代替案について以下に要約するような技術的、経済的評価を行った。

3.6.2 下水の収集・処分施設

下水管渠の整備されていない都市部の家庭の多くは、し尿を処分するためにトランシュとか腐敗槽を持つ水浄便所を使用している。したがって素掘り式の便所の様な低水準な施設は代替案の検討の対象外とする。

検討した代替案を以下に述べる。

- 一発生源での処理施設。これにはトランシュとか、腐敗槽とトランシュを組み合わせたものが考えられる。家庭雑排水とし尿の混合液はトランシュへ流入し、あるいは腐敗槽を経たのちトランシュへ流入し、地下水位が低く土壤の浸透性のある地域では地中へ浸透する。
- 一小口径下水道施設。これは家庭内便所、固液分離の為の中間槽および槽への流入流出管、技線・幹線管渠、ポンプ場、処理場等で構成される。
- 一標準的な下水道施設。これは接続管、公共下水管渠、ポンプ場、下水処理施設から成る。

この地域に最も適した施設を選択する為に、以上に示した各代替案を技術的、環境的、経済的観点より検討した。

(1) 発生源処理施設

既存のトランシュや腐敗槽施設はそれ程の改善がなくとも使用可能であると考えられる。トランシュと腐敗槽を組み合わせた場合、腐敗槽は、便所とトランシュの間に位置しその上澄液がトランシュへ流入し、土壤中へ浸透する。

調査区域では地下水位が高く、土壤の浸透性が低いため、浸透設備はあまり効果的ではなく、問題が生じている。通常トランシュから土中への浸透率は最大で100ℓ/人/日であるが、シャルキア州の多くの地域ではそれを下回っている。これらの理由からトランシュを用いた下水施設は計画区域内の人口密

度の高い既成市街地に対する新規の施設としては不適當であろう。

その上に、公衆衛生の観点からはトランシュからの流出水は生下水と同じく
らの危険性を持ち、地下水や排水路の汚染を防ぐためには最終処分の前に何
らかの処理が必要となる。また、トランシュや腐敗槽からは維持管理が悪けれ
ば悪臭が発生する。

定期的な汚泥の引き抜きを含め、トランシュ、腐敗槽の設備費は過大となり、
個別処理は住人にとって不適當である。都市部では標準的な下水道施設に比べ
腐敗槽は各戸当りの費用が高くなる場合がある。(文献31参照) 浸透床付
の腐敗槽は家庭排水処分の施設として最も高価なものである。この施設の初期
投資、運転、維持管理費用は標準的な下水管渠および下水処理とほとんど同じ
かそれを上回る。

以上の事から、この地域の、特に既成の市街地に新たに設ける下水道施設と
しては、この様な発生源処理施設は向いていない。

(2) 小口径下水道(スモールボアシステム)

小口径下水道は沈殿後の上澄液だけを流集するもので、費用のかからない下
水道施設のひとつである。この施設は家庭排水の液体部分のみを発生源から離
れた所で処理処分するものとして設計される。下水管渠の障害となる下水中の
砂、油、その他の固形物を公共下水道管の接続する前に設けた中間槽で取り除
き、槽内に堆積した汚泥は定期的に引き抜く。小口径下水道の例を図3.3に示
す。

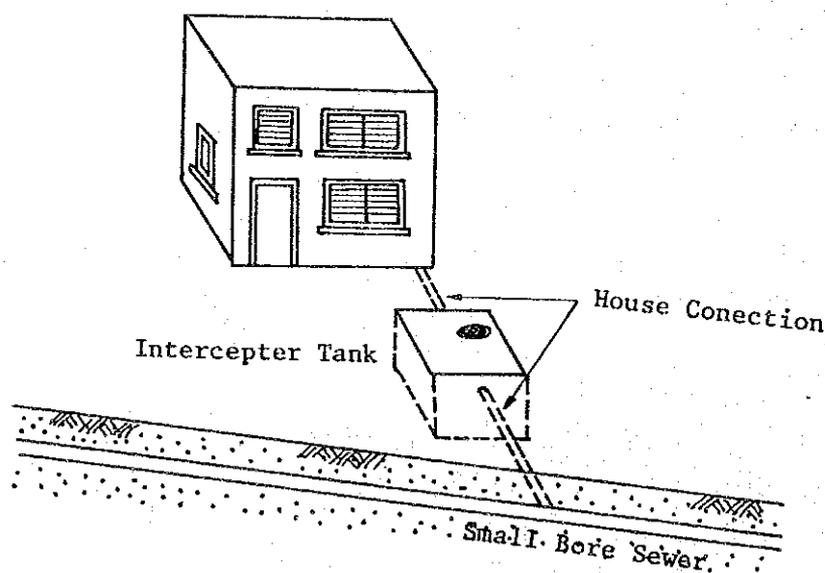


図3.3 小口径下水道施設

本施設の利点は以下に示す通りである。

- 上澄液だけを流下するもので固形物を流下する必要がないため、全体として汚水量が少なくなる。
- 設計最小流速を低く出来、ある程度、地表勾配にあわせた自由な勾配でしかも平面的にも自由に管を布設できるので、掘削費用が安い。
- 材料費が安い。その理由として、中間槽が管渠へのピーク流量をやわらげるため、管渠、ポンプ施設の規模がおさえられる。加えて、マンホールの数が減らせ、その清掃や管理費が安くなるためである。
- 処理施設から一次処理工程を省略出来るため、処理施設規模が小さくてすむ。

したがって、小口径下水道は、標準的な下水道と同程度に既存の衛生施設の改善ができかつ経済的な方法といえる。本計画にこの小口径下水道を採用すると既存の腐敗槽やトランシュを多少構造上の修正をただけで中間槽として用いることが出来る。

以上の様に小口径下水道には多くの利点はあるものの、本計画に直接採用するには重大な問題がある。既設の下水道施設で見られるように、下水管渠はマンホール等から入る砂や固形物によって機能を維持できなくなり、管内清掃が不可欠となっている。この事は、下水管に砂やほこりが入りやすいこの地方の様な所では深刻な問題である。

口径が50～100mmである小口径管は、通常の管渠に比べ頻繁に管の清掃が必要となり、さらにその維持管理は非常に困難である。そのため、他の代替案に比べ維持管理費が高くなってしまふ。さらに、多分これが最も重要なことであろうが、この地域では長年にわたり標準的な自然流下の下水道を計画し建設してきており、この地方でまったく経験のない方法を既存の施設と取り換えるための説得力のある理由は見当たらないのである。

以上の要件に鑑み、小口径下水道は今後の検討から除く。

(3) 標準的な下水道

標準的な自然流下の下水道は計画、設計、建設、維持管理上、この地域で最も経験のある信頼できる下水道施設のひとつであり、世界的にも広く適用されている。しかし、一般に、この方法は汚水の安全な処分のための衛生施設としては最も費用の高いものである。

小口径下水道と標準下水道の詳細な費用比較は行ってないが、世界銀行が行った調査(文献31)によれば、人口39,420人、73haの区域について両方法により設計したところ小口径下水道と標準下水道の費用は1,013 : 1,581 となり、小口径下水道は標準下水道の約60%であった。標準下水道施設の主な費用は、技線管渠とマンホールの費用である。下水管は固形物を除去するため掃

除用の機器を入れなければならないことから、ピーク流量に対して必要となる口径よりも大きな管となる。準幹線以上の管は係数を2としたピーク流量で設計される、つまり設計流量は平均流量の2倍である。家屋から枝線管渠までの全長は小口径下水道に比べ標準下水道は幾分長い。

標準下水道施設には多くの利点がある。第一に多量の排水を受け入れる事ができるため、利用者にとって利便が大きい。次に適切に機能すれば、公衆衛生上の危険が全くない。その維持管理は市当局によって行われる。第三に一般に中断や非常の事態がほとんどなく運転可能である。

半面、本法には欠点もある。まず第一に建設費用が高いという事である。また建設に対して熟練した建設業者が必要であり、維持管理のために市当局に組織が必要となり、さらに多量の水が管の洗浄のため必要となり、このため維持管理費用が加算されること等である。

標準下水道施設の高水準な利便性と地域の現況を考えると、本法が最も適したものである。

3. 6. 3 下水の処理・処分施設

2. 8、2. 9節および付録Ⅱ、Ⅳで述べた様に、調査地域の排水路および水路はすでに汚染されており、今後汚濁負荷削減の何らかの措置を施さなければ、さらに汚染は進行するであろう。そこで下水道計画では下水をどこに集め、どの様に処理し、どこへ処分するかを検討する必要がある。

汚水の適切な処理は、公衆衛生、環境を守るために明らかに必要であるが、この程度は地域条件によって異なる。下水処理計画には、大きくわけて次の2つの案が考えられる。

i) 2次処理後の汚水を排水路へ排水する。ii) 農地開発のため、土の浄化作用を補う程度の処理を施した後、砂漠、農地へ排水する。

(1) 排水路への排水

調査地域の排水路は汚水を未処理のまま直接放流したり、下水管を通して放流したりするため非常に汚染されている。ほとんどの排水路は現在過負荷の状態であり、有機物負荷を浄化する能力が失われている。

バーエルバカール排水路は東部デルタ地域の主な排水路のひとつで、調査地域のほとんどの汚水はこの排水路へ流れ込むところから、汚染が深刻となっている。さらに調査によれば、負荷量の約90%は大カイロ都市圏の東部地区からの排水が原因となっている。(文献13参照) 大カイロ都市圏の東部地区では、現在下水処理施設が建設されており、ここ2、3年に完成の予定である。これが完成すれば、現在バーエルバカール排水路へ流れ込んでいる負荷のほとんどがカットされ、排水路の水質が顕著に改善されるものと期待出来る。

このような状況のもとで、シャルキア州の新しい下水処理施設整備がカイロの下水道施設整備と並行して実施されれば、排水路水質の総合的な向上につな

がる事は疑う余地のない事であり、本地域の下水道整備が必要となる所以である。

水質汚濁の制御で考えなければならない他の要因としては法律第48(1982)による水質基準がある。この基準ではBODは60mg/l以下としている。この基準を満足するには最終的には2次処理まで考慮する必要がある。

以上のような観点から排水路へ放流する前に高度な(2次)処理が必要なことは明らかである。可能な汚水処理法としては活性汚泥法、オキシデーショディッチ法等の生物処理法が考えられる。

(2) 砂漠、荒廃地への放流

本地域のいくつかの都市は砂漠に比較的近く、生下水あるいは処理水の砂漠への放流が、汚水の再利用あるいは最終処分のひとつの方策であると考えられるため、この方法を技術的、経済的、環境的観点から検討する。

土地利用、エネルギー、景観、生態系といった要因を地下水汚染、土壌汚染、公衆衛生に対する危険等の二次的な影響とともに考えなければならない。この方法を採用するには、これらの問題を解決しなければならないが、解決にはいずれも長期にわたり、しかも継続的な実証調査が必要である。

砂漠地域では、処理水の再利用は新しい水源を意味し、乏しい水源を補う経済的な手段である。たとえばエルアリッシュ市下水道再利用計画がそれである。しかしながら、ナイルデルタ地域では、他地域に比べ水事情が良く、再利用水に対する需要は小さい。したがって現時点では、処理水の再利用は魅力あるものではない。

さらに経済的な観点も考慮しなければならない。ちなみにポンプ場と20kmの散水用の圧送管を含む施設の費用を概算すると、建設費が500万エジプトポンドとなり、年間45,000エジプトポンドの維持管理費が必要となる。これは期待される利益に比べ非常に高いものである。したがって、この方法は排水路へ放流するよりも良い方法とは言い難い。

(3) 処理処分の段階的計画

2次処理施設は、必要に応じた施設の拡張が出来る利点がある。例えば第1期で最初沈殿池を建設し、第2期で2次処理施設を作ればよい。最適な手段としては、まず、最初沈殿池、塩素混和池、放流口、汚泥乾燥施設を作り、その後BODの放流水質基準60mg/lになる様に、曝気槽あるいは生物ろ床、最終沈殿池、補助的な施設を加えることが考えられる。

3.7 設計基準

一般に、下水道施設の計画および設計には、以下に示す設計基準を用いる。

3.7.1 下水管渠

下水管渠の流量計算にはマンニングの式を用い、時間最大汚水量が満管で流れるものとし、 n 値は管材質により 0.012~0.015 とする。第3巻付録IXで設計について考慮すべき要件をいくつか検討している。

公共下水管渠の最小口径は200mmとするが、取付管については150mmとする。すべての下水管渠の設計では最小流速を維持する様にし、陶管、塩化ビニール管については n 値をそれぞれ0.013、0.012として満管あるいは水深が管径の1/2のとき、その値は60cm/秒とする。鉄筋コンクリート管その他のセメントを使用する管については n 値を0.013として最小流速を75cm/秒とする。

下水管径別の最小勾配は陶管、塩化ビニール管で60cm/秒、コンクリート管で75cm/秒の最小流速を保つように決める。管径別の最小勾配を第3巻付録IXに示す。

下水管の浸食を防ぐため流速は3m/秒を超えない様に設計する。地表勾配が急で、流速が3m/秒を超える様な場合は、下水管の浸食や脱落を生じない様に特別な防護を施す。

下水管の設計では時間最大汚水量が流れるものとする。小口径と大口径管が接続する場合は管頂接続とする。

下水管渠の土かぶりは荷重に対して特別な防護をしない場合は1m以上とする。

下水管渠は、沈殿物や硫化水素の発生がない様に適切な流速で、常に流れる様に設計し、管渠への空気注入などの他の措置は考えない。硫化水素からコンクリート管を守る方法としてはライニングが考えられる。

3.7.2 ポンプ場

ポンプ場の設計には時間最大汚水量を用いる。場内の管や水路は、時間最大汚水量を対象に設計する。ポンプ場の下部構造は一般的には円形とする。ポンプは水中ポンプと立軸うず巻きポンプの2種類が考えられる。ポンプ井の容量は、流入量に応じたポンプ汲み上げができるような自動制御や可変速装置を設置しないところでは、時間最大汚水量に対し3~10分貯留できるようにする。すべてのポンプ場にポンプ及びモーターを搬出する装置を設ける。構造物については最終的に必要な寸法で建設するが、ポンプ、機械設備、電機設備等は段階的な建設計画に応じ設置していく。ポンプ場の構造例を図3.4、3.5に示す。

ポンプは電動とするが、緊急時の予備として、ポンプの連続運転を維持するためにディーゼルエンジンによる自家発電を考える。

ポンプの前に固形物を除去するスクリーンを設ける。下水から除去されたスクリーンかすは、適当な処分場において処分するものとし、貯留容器は必要に応じて設ける。

3.7.3 下水処理場

処理水を排水路へ排水する時の流出水質基準は法律第48(1982)に規定されている。その基準を表3.17に示す。BODとSSの放流基準はそれぞれ60mg/l、50mg/lである。この基準を常時守るためには流入水のBODとSS濃度が450mg/l、460mg/lであることから考え、シャルキア州のすべての処理場に2次処理施設が必要となる。多くの2次処理方法のなかで、標準活性汚泥法とオキシデーションディッチ法が本計画で推奨された。中規模5都市に対しては、主として必要土地面積が小さい理由により標準活性汚泥法を採用し、他の7都市については維持管理の容易さを考えオキシデーションディッチ法を採用した。両方法ともにBOD、SSについての90%以上の除去が期待される。(付録X参照)

処理目標水質を以下に示す。

	流入水質	処理水質
BOD (mg/l)	450	30
SS (mg/l)	460	30

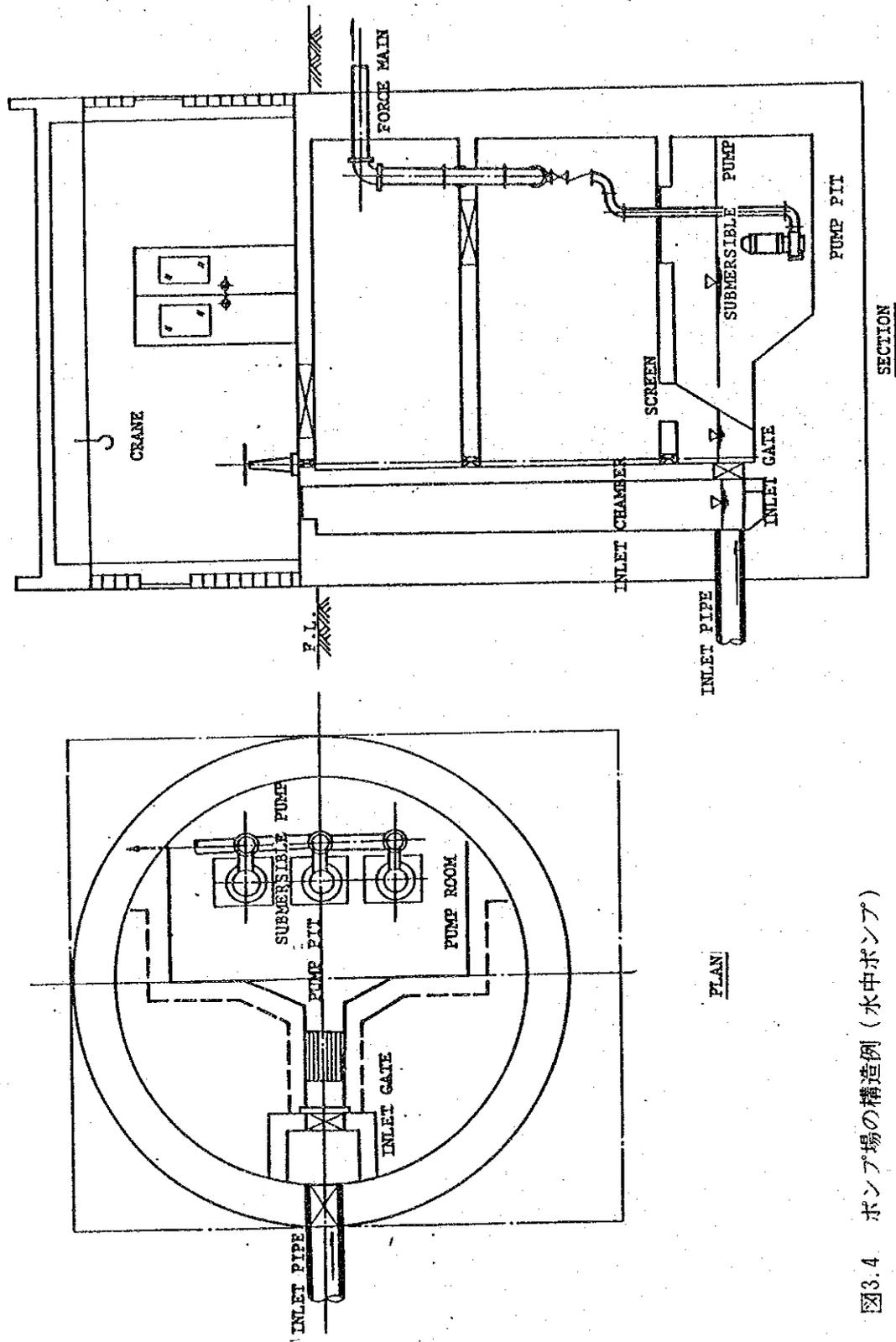


図3.4 ポンプ場の構造例（水中ポンプ）

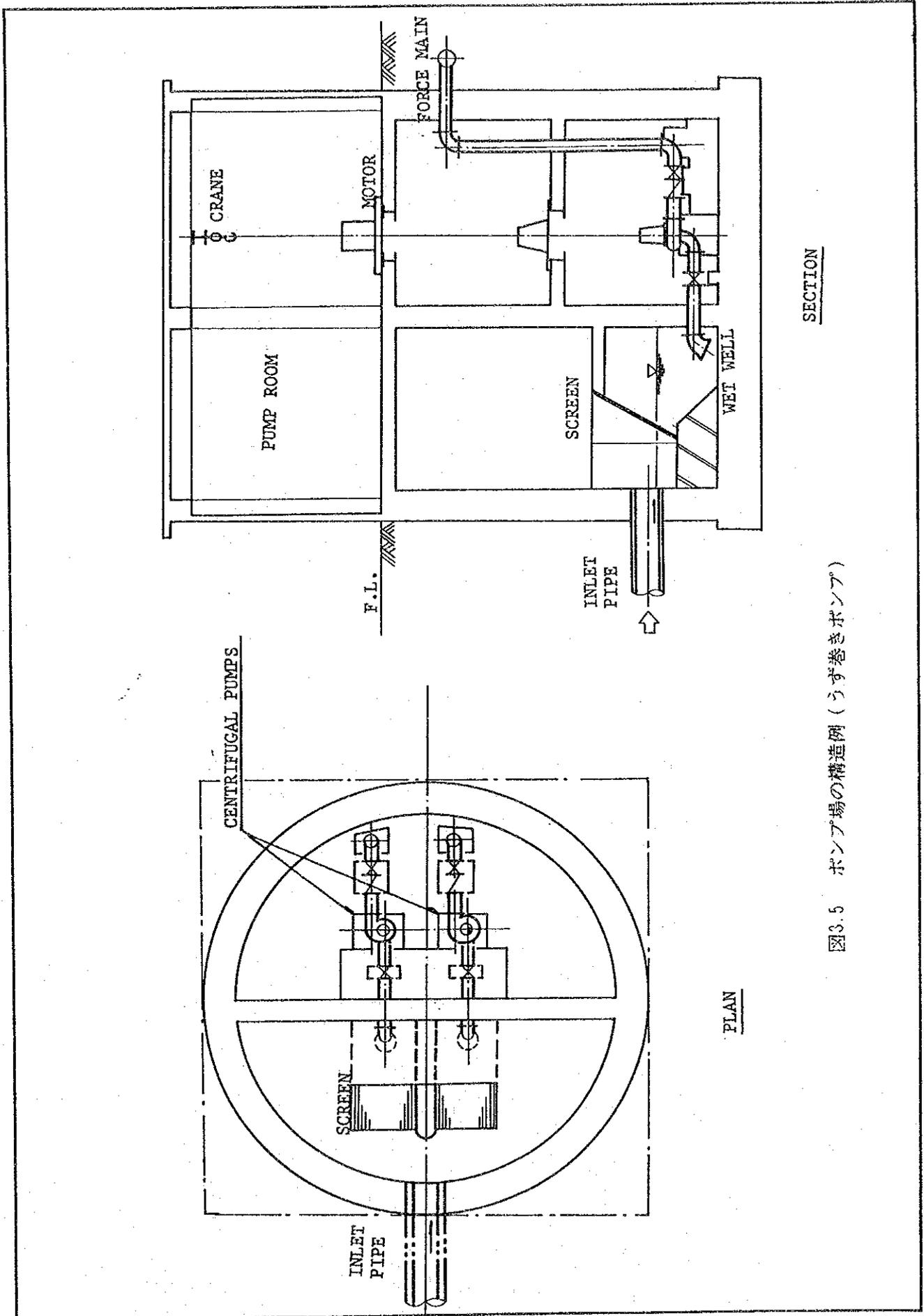


図3.5 ポンプ場の構造例（うず巻きポンプ）

表3.17 排水路への放流水質基準

Description	Maximum limit of standards and Specifications (mg/l)	
	Sanitary wastewaters	Industrial liquid wastes
Temperature	35°C	35°C
pH	6-9	6-9
BOD	60	60
COD (dischromate)	80	100
COD (permanganate)	40	50
Dissolved Oxygen	not less than 4	-
Oil and Grease	10	10
Suspended Solids	50	60
Coloring Materials	nil	nil
Sulphides	1	1
Cyanide	-	0.1
Phosphates	-	1.0
Nitrates	50	40
Fluorides	-	0.5
Phenol	-	0.005
Total Heavy Metals	1	1
Insecticides (All types)	nil	nil
MPN E.Coli	5000/100 cc	5000/100 cc

一般に、処理場施設の設計には日最大汚水量を用いる。管や導水管については時間最大汚水量を用いる。設計有機物負荷量は流量と同様な方法で計算する。処理場の各施設は運転の容易さ、経済性、将来の施設の増築等を考えて配置する。

処理場の各施設において、複数個としない場合はそれぞれの施設の機器を独立に除去できるように別にバイパス設備を考えなければならない。下水中には硫化水素とか他の浸食性ガスやグリース油が含まれているので下水処理場で用いられる材料には注意を払わなければならない。流入ポンプ、最小限必要な曝気装置、緊急用電燈等の重要施設に対しては、予備動力を準備しなければならない。処理場には上水道、排水施設、道路、駐車場等の維持管理施設が必要である。オペレーターや訪問者を危険から守るため十分な施設を考えねばならない。各施設の計画、設計の詳細を第3巻付録VⅢに示す。

3. 8 資材および工法

3. 8. 1 概要

シャルキア州では、ポンプ場や下水処理場のポンプや他の機械、電気、計装設備等の特定のものを除いて、下水道施設の建設資材はほとんど調達可能である。シャルキア州のザジグ市や他の都市での下水道および処理場に用いられている建設方法は実際的なものであり、下水道施設の建設にあたっては地元の建設業界が重要な役割を担うと思われる。

3. 8. 2 構造物用資材

コンクリート骨材用の砂や砂利はシャルキア州およびその周辺地域で十分な量が調達できる。エジプト国内で作られているポルトランドセメントは国際的に認められている基準に適合しており、圧力・非圧力管およびポンプ場、下水処理場の土木、建築構造物の建設に対し適当なものである。

ほとんどの下水道施設は硫化水素の影響を受けるため、地下構造物に対しては高質の耐硫酸ポルトランドセメントを使用すべきである。実際のコンクリート混合比及び強度の明細は詳細設計の時に決めるべきである。構造的欠陥や地下水の浸透を防止することが重要である事に照し、下水道施設に用いられるコンクリートは品質管理をきちんとし密度が高く養生期間を長くとしたものでなければならない。

3. 8. 3 管材質

現在、下水管には陶管や塩化ビニール管を用いているが、コンクリート管は一般的には使用されていない。塩化ビニール管は一般に小口径管に用いられる。これらの管には口径と種類に限りがある。塩化ビニール管はD I N基準によっており、口径110～400mmの管に使用される。(付録VⅡ) 陶管は口径4～50インチのものが製造されており、シャルキア州の各都市の下水管に広く使用されている。

下水管材質の選定には、管内に発生する硫化水素による浸食の問題に対して十分に注意する必要がある。汚水の水温やBOD濃度が比較的高いので、硫化水素の問題は深刻である。下水管は埋設後何十年もの耐用年数が望まれるところから陶管とか塩化ビニール管といった耐硫化水素質のものを使用するのがよい。しかしながら、陶管や塩化ビニール管の口径には限度があるため、大口径管にはコンクリート管を用いる。この様な場合、硫化水素による影響から管を守るための適切な手段を考慮せねばならない。

3. 8. 4 マンホール材

マンホールのフレームや蓋には普通、鋳鉄が用いられる。上載荷重に対し十分な強度を持ち、最小口径は600mmとする。一般的には現在作られているフレームや蓋は新しい下水管渠建設に十分使用できる。煉瓦やプレキャストコンクリートの直壁等の他のマンホール材も現地で生産されている。

3. 8. 5 建設方法

本計画における建設作業は大別して下水管等の布設とポンプ場、下水処理場の建設の2種類がある。

下水管渠の布設には2つの方法がある。ひとつは開削工法で、もうひとつはトンネル工法である。開削法は口径が小さく、交通量の少ない所に適している。ほとんどの下水管の布設にはこの方法が用いられているが、大口径で深い管の布設、あるいは交通量が多く、迂回が出来ないところで開削法が用いられない場合は、トンネル工法を用いる。本法には縦抗からの管渠の推進にいろいろな方法がある。この工法には装置や技術が必要なので、本計画で用いる場合、妥当性について十分な調査が必要である。

ポンプ場では地表面下約7～12mの掘削が必要である。この工事には地下水位とか土質により特殊な問題が生じることがある。矢板を用いた通常の掘削方法は、ウエルポイント工法やかま場を併用したとしても実際に適用できない場合がでてこよう。

下水処理場の建設現場は市街地より離れていて、ポンプ場に比べ周辺地域に及ぼす影響は小さい。したがって、開削工法が可能で現在建設中のザガジグ市の新処理場などでみられるように矢板を使用しない場合も考えられる。一般にシアルキア州は地下水位が高いため、工事に当たって適切な排水方法を考えねばならない。

3. 8. 6 地元建設会社および製造業者の能力

現在、この地域のほとんどの工事は地元企業が行っている。ポンプ場や下水処理場等の重要な施設の建設は、経験のある会社が行うべきである。しかし、ほとんどの管渠工事は、経験のある技術者の監理の下で、地元企業が施工できると考えられる。下水道整備計画が実施されれば多岐の労働力が必要となる。単純労働者を確保するには問題はないが、熟練工、建設マネジャー等の技能労働者を確保するのは困難である。

3.9 費用の積算

3.9.1 概要

下水道計画の建設費算定には、この計画が大規模な事業であるため、材料、器材、労働力の調達可能性を含む時期的あるいは地域的に特有の多くの要因がからんでいる。地形的特徴、地質状態、既存の下水道施設もまた、建設費算定に明らかに関係する。

3.9.2 費用積算の基本

長期計画に対し、事業費積算の基となる基本的な建設項目について、コンクリート、鉄筋、管材等を基に概略設計を行った。

3.9.3 単価

施設の建設費用を求めるに当たり、労働力、エジプト国産の材料、電力料、器材、運送料および輸入される資機材等の国内単価をカウンターパートおよび地元企業より集め検討した。長期計画では、すべての費用はシャルキア州での1987年価格で計算する。積算の手法は第3巻付録Ⅶに示す。

3.9.4 下水管渠

下水管渠の建設費用は、以下に示す各費用を考慮して求めた。すなわち掘削工、山留め工、支保工、排水工、基礎工、管材料および布設費、コンクリート工、型枠工、鉄筋工、復旧および舗装、業者の経費および利益である。費用の計算では通常の状態での建設を考え、特別な技術が必要な岩盤掘削や排水工事等の費用は考えない。各種単価に基づき、下水管渠の単価を求めた。

3.9.5 ポンプ場および下水処理場

機電設備の費用計算では、主な機器を輸入するとみなした。ポンプ、エンジン、電気操作板等の主要器材に対しては、据付、試運転等で製造業者の現場代理人が必要なため、これらの費用を見込んでいる。

建物や構造物の建設費用は、現地で製造不可能なものを除いて現地価格を用いて求めた。船積み費用、輸入経費を輸入項目に加算した。輸入項目に必要な外貨部分の費用は、1987年での公式換算等によって外国通貨よりエジプトポンドに換算した。本調査で用いた換算率は以下の様である。

エジプトポンドの換算率

米ドル 2.225

日本円 (100) 1.523

(1米ドル = 146円)

詳細は第3巻付録Ⅶに示す。

第 4 章

長期計画（2005年目標）

第 4 章

長期計画（2005年目標）

4.1 序言

本報告書3.2.1で定めたように長期計画の対象は2005年までの想定市街化区域である13都市とする。対象区域は第4巻の図面に示す。既設の下水道区域は全て計画区域に含まれる。したがって、計画区域は既設区域と未整備区域に区分される。既設の下水道、ポンプ場は補修、改良を行い2005年まで利用するものとする。未整備区域については下水道網の設計を行う。幹線管渠、ポンプ場、処理場については既設区域、未整備区域からなる計画区域全体の汚水量を考慮して設計する。

新規施設の建設費を積算する。既設施設については補修、改良の費用を算出する。間接費を含めた総事業費を求める。総事業費と優先度の評価結果に基づいて2005年までの実施計画を提言する。そのなかでザガジグ市、ビルベイズ市、ファクス市、ミニエットエルカム市の4市がフィージビリティ調査の対象となる優先都市である。

州全体の下水道事業の建設と維持管理に必要な組織と要員についての提言もこの章に含める。2005年までの長期間の財政、経済分析を行い下水道整備の実施可能性を確認する。

4.2 施設計画

4.2.1 流域下水道、単独下水道

複数の都市を統合した流域下水道は、それぞれの都市が個別に整備する下水道の代替案と考えられる。流域下水道では一般的に、下水処理の費用が、いわゆる規模のメリットにより単独下水道の場合より安くなる。一方、流域下水道では遠方の処理場まで下水を送らなければならないため、幹線管渠が長くなる事が不利な点となる。これらの費用は互いに相殺される。また、流域下水道については複数の都市が関連するため、幹線管渠、ポンプ場、処理場の根幹的施設の実施計画を十分考慮する必要がある。

以上のような観点から、最も可能性の高い2都市を選んで検討を行う。ケニヤッタ市とヒヒヤ市はいずれもザガジグ市から10km以内に位置している。これら2都市はザガジグ市に比べ人口も小さい。これら2都市からの下水は容易に、現在ザガジグ市で建設中の処理場へ送ることができる。

ケニヤッタ市とヒヒヤ市についてそれぞれ2ケース、すなわちa) ザガジグ市への統合、

b) それぞれ単独の場合の建設費用を求める。費用比較は以下の通り。

1) ケニヤッタ市

a) ザガジグ市への統合

ポンプ場と圧送管の追加費用

圧送管	110万エジプトポンド
ポンプ場	120万エジプトポンド
ザガジグ処理場増加分	260万エジプトポンド
合計	490万エジプトポンド

b) 単独

ケニヤッタ処理場建設費 600万エジプトポンド

以上より、ザガジグ市への統合案が単独案よりも110万エジプトポンド安くなる。

2) ヒヒヤ市

a) ザガジグ市への統合

ポンプ場と圧送管の追加費用

圧送管	290万エジプトポンド
ポンプ場	150万エジプトポンド
ザガジグ処理場増加分	240万エジプトポンド
合計	680万エジプトポンド

b) 単独

ヒヒヤ処理場建設費 600万エジプトポンド

したがって、単独案が統合案よりも80万エジプトポンド安くなる。

以上から、統合案は、ケニヤッタ市の場合は安くなるが、ヒヒヤ市の場合は高くなる。州内の各都市の位置、すなわちケニヤッタ市とヒヒヤ市の2都市とザガジグ市との距離よりどの都市も相互に離れていることを考えると、統合案はいずれの都市にとっても高くなることは明らかである。結論として、ケニヤッタ市はザガジグ市へ統合するものとし、他の11都市は全て単独の下水道とする。

4. 2. 2 下水管渠

各家庭からの終末の処理場に至る全ての下水管渠を考慮する。これらはそれぞれの機能に従い次の3種類に区分される。すなわち取付管、技線管渠、幹線管渠である。取付管は各戸と公共下水道とを結ぶもので、通常汚水ますと取付管から成る。技線管渠は取付管からの下水を集め幹線管渠やポンプ場へ送る管である。幹線管渠は通常大口径の管で、ある程度以上の処理区域を負ったものを言う。この調査では、流集区域が20ha以上のものを幹線管渠とする。取付管の必要個所数については現在の整備区域の代表例を基に算定する。1ヶ所当たりの平均流集人口は30人と計算され、これを用いて必要個所数を求める。

技線管渠の総延長についても面積当たりの平均延長を用いて求める。ザガジグ市とファクース市の既設区域から2ヶ所代表的な区域を選んだ。この2ヶ所の平均延長として400m/haが得られ、これを一様に用いて処理区域全体の総延長を求める。(付録Ⅶ参照)

13都市の幹線管渠については流量計算を行い概略設計を行った。幹線管渠のルートについては第4巻の図面集に、口径別、深さ別の延長については付録Ⅶに示す。

管渠調書を表4.1 に示す。

表4.1 管渠調査

City	Served Population	Service Area (ha)		Number of House Connections		Total Length of Branch and Lateral (km)		Trunk Sewer Diameter*(mm)	Length (km)
		Existing	New	Total	Branch and Lateral	Trunk Sewer			
Zagazig	362,000	794	1,932	2,726	12,070	1,090	250 - 900	27.99	
Huseiniya	29,000	-	253	253	970	101	200 - 600	6.55	
Kafr Saqr	35,000	98	150	248	1,170	99	200 - 900	6.38	
Faqus	78,000	-	515	515	2,600	206	200 - 1,000	14.62	
Abu Kebir	114,000	103	341	444	3,800	178	200 - 900	14.91	
Abu Hammad	44,000	144	166	310	1,470	124	250 - 900	7.44	
Ibrahimiya	44,000	16	154	170	1,460	68	250 - 900	4.04	
Hihya	49,000	30	235	265	1,630	106	200 - 900	6.33	
Diarb Nigm	61,000	65	194	259	2,030	104	400 - 1,000	4.14	
Bilbeis	183,000	227	440	667	6,100	267	200 - 900	11.07	
Minyet El Qamh	82,000	150	150	300	2,740	120	250 - 750	8.10	
Mashtul El Soak	46,000	26	228	254	1,540	102	200 - 900	6.86	
Qenayat	53,000	5	223	228	1,760	91	250 - 900	6.68	
Total	1,180,000	1,658	4,981	6,639	39,340	2,656		125.11	

Note: * Diameters are only for gravity sewers.

4. 2. 3 ポンプ場

ポンプ場の概要については下水道管渠の流量計算に基づいて設計する。前出の3. 9. 3節で述べたように、深い管が明らかに有利である場合を除いて、一般的には管が5 m以上の深さとなる場合にはポンプ場を設置する。州の現状を考慮し建設の経済性の点から、ポンプ場の地下構造は円形とする。ポンプの形式は2つのタイプとし、小容量のポンプ場については水中ポンプ、それより大容量については渦巻きポンプとする。結果として全体で26ヶ所の新ポンプ場が必要となった。ポンプ場の概要を表4.2 に示す。

表4.2 ポンプ場調書

City	P/S No.	Design Peak Flow (m3/sec)	Inlet Depth (m)	Diameter (mm)	Q'ty	Remarks
Zagazig	No.1	0.083	9.3	150	3	
	No.2	0.271	6.2	250	4	
	No.3	0.305	4.3	250	4	
	No.4	0.239	3.8	200	4	
	No.5	0.206	5.9	200	4	
	Main	0.488	4.0	300	4	Existing
Huseiniya	No.1	0.025	5.6	100	2	
	No.2	0.020	4.0	100	2	
Kafr Saqr	No.1	0.011	3.9	100	2	
	No.2	0.015	3.6	100	2	
Faqus	No.1	0.145	6.6	200	3	
	No.2	0.060	3.0	150	3	
	No.3	0.313	4.4	300	3	
Abu Kebir	No.1	0.272	5.4	250	3	
	No.2	0.067	4.0	150	3	
Abu Hammad	No.1	0.102	5.2	200	3	
Ibrahimiya	No.1	0.017	4.3	100	2	
Hihya	No.1	0.033	4.0	150	2	
Diarb Nigm		- None -				
Bilbeis	No.1	0.212	5.3	250	3	
	No.2	0.041	3.0	150	2	
	No.3	0.080	3.0	150	3	Existing
	No.4	0.098	3.0	200	3	Existing
	No.5	0.042	3.0	150	2	
	No.6	0.029	3.0	150	2	Existing
	No.7	0.056	3.0	200	2	Existing
	No.8	0.049	3.0	200	2	
	No.9	0.066	3.0	200	2	
Minyet El Qamh	No.1	0.090	4.3	150	3	Existing
	No.2	0.030	3.0	150	2	Existing
	No.3	0.068	3.1	150	3	Existing
Mashtul El Soak	No.1	0.064	4.4	150	3	
	No.2	0.028	4.4	150	2	
	No.3	0.023	4.6	100	2	
Qenayat	No.1	0.163	5.9	250	3	

Note: Number of pumps includes one standby unit

4. 2. 4 処理施設

第3章3. 9. 4節および付録Xで述べたように5つの中規模都市、ザガジグ市、ファクース市、アブケビール市、ビルベイス市、ミニエットエルカム市の処理施設については標準活性汚泥法を推奨する。その他の7都市についてはオキシデーション・ディッチ法とする。現在ザガジグ市で建設中の処理施設の設計を検討したところ、2005年のザガジグ市とケニヤッタ市の汚水量に対し十分な容量があることが判明した。したがって、この処理場の設計と費用積算は計画の対象外とする。

処理場の一般平面図と主要施設の寸法等の設計概要は第3巻付録編に示す。

処理場位置は各郡の担当者から聴取した情報を基に決定した。決定に際して考慮した要件は以下の通りである。処理場位置は第4巻の図面に示す。

- 一 処理水の放流先排水路の近接。これは処理場位置の決定について最も重要な点の一つである。農業用水路への放流は厳格に禁止されている。したがって、処理水は排水路に放流しなければならない。処理場が稼働すると大量の水量が排出されるようになるので、排水路の容量も考慮しなければならない。有機汚濁に対する浄化能力も排水路の容量に関係している。大容量の排水路でたくさんの汚水を受けいれているものが、これらの観点から適切な放流先と考えられる。
- 一 風向。処理場からの臭気は、たとえその防止対策を施したとしても完全に防ぐことはできない。したがって、年間を通じての支配的な風向、とりわけ夏季のそれを考慮しなければならない。一般的には、州における支配的な風向は北東ないし北西であるから、市街地の南側が処理場位置として適当と思われる。
- 一 処理区域の近接。もし処理場が処理区域から遠く離れた地点にできると、汚水を送るために長い幹線、ときにはポンプ場が必要となる。これにより建設費の高騰を招く。したがって処理場位置としては市街化区域外でこれに近接した地点を選定すべきである。

州内の地形は一般的に平坦な低地となっており、処理場位置選定に障害となるような地形上の制約はない。大きな用水路、排水路、鉄道等はこれらの横断について建設費の高い特殊工法を必要とするので、これらを処理区の分区界と考える。

4. 2. 5 処理水と汚泥の最終処分

全ての処理場からの処理水は近くの十分な容量を持った排水路へ放流する。処理水は排

水路、用水路を通じ、意図するしないに係わらず農業あるいは他の目的に再利用される。本計画では直接的な処理水の再利用について提言はしていないが、将来この地域が高度に開発され、水資源が逼迫したときには再利用の可能性を考慮すべきである。直接的あるいは排水路、用水路系統を通じての農業への再利用が最も可能性の高いものと考えられる。

全ての処理施設について、汚泥処理はこの地方の気候を最大限に利用できる乾燥床方式とする。砂層の乾燥床とし、排水設備を設ける。乾燥汚泥は肥料あるいは土壌改良剤として再利用可能である。しかし、汚泥の再利用に対しては成分、特に重金属等の有害物質について十分な注意を払う必要がある。これらの有害物質は通常各種の工場排水に由来する。現在のところ州内には有害物質を排出するような工場は存在しない。しかし、工場排水を公共下水道に流入させる場合は適切な防止策を講じなければならない、そうでなければ汚泥に限らず放流水にも影響が及ぶ。ときには工場による完全な個別処理の方が技術的にも経済的にも、より適当となる場合も考えられる。

乾燥汚泥の農業再利用はエジプトでは既に実施されており、シアルキア州の現在、将来に亘って最適な汚泥の処分法であると考えられる。

4. 2. 6 リハビリテーションおよび改良

13都市のうち1都市を除いて全ての都市に、水準は様々であるが下水道施設が存在する。事業実施の容易さ、経済性等種々の観点からみてこれらの施設をできる限り利用することが州の下水道事業にとって有益であると考えられる。

各都市から収集した情報から推して、管渠については大きな問題もなく一般的に良好な状態であると思われるが、ポンプ場については容量不足、スペアパーツの不足等から運転に問題があるようである。また、一ヶ所稼働中のザガジグ処理場は劣悪な条件である。しかし、この処理場は新処理場が完成した時には廃棄されることとなっている。2005年までに必要なリハビリテーションの程度を推計できるような、例えば既設管の縦断図等の資料は得られなかったため、以下のような仮定に基づきリハビリテーション、改良の必要性を推計した。

管渠は一般的には良好な状態にあるが、2005年までにはいくつかの理由から改良あるいは布設替えが必要になるものと考えられる。一つの理由は既設区域内の人口増加あるいは一人当り汚水量の増加による汚水量の増大である。このようなことから、既設区域については技線管渠を新設した場合の費用の15%を見込むこととした。

モーター、ポンプ等の負荷の大きい機器類の耐用年数は通常15年以下と考えられる。したがって、既設ポンプ場の機器については2005年までに1回は更新するものと考えた。これらの更新に要する費用を見込んだ。

4. 2. 7 費用積算

総事業費の積算は次の区分により行った。まず第一に、事業費を直接費と間接費に区分する。直接費は管渠、ポンプ場、処理場の新規施設の建設費、既設施設のリハビリテーションの費用である。建設費はそれぞれの施設の概略設計と費目別の工事単価から積み上げた。

ポンプ場、処理場に必要用地取得費は概略設計から算出した必要面積と各郡から聴取した土地単価より求め、直接費の一部として計上した。リハビリテーション費用は前述した仮定に基づいて算定した。

間接費は技術費と予備費である。技術費は建設費とリハビリテーション費用の合計の10%とした。予備費は価格上昇分と工事の予備費分とし、前出のもの20%を見込んだ。

2005年目標の施設に関する維持管理費についても必要な人員、電力量等に基づいて算出した。

費用は全て財やサービスの性質により、内貨、外貨の区分を行った。積算の詳細については第3巻付録Ⅶに示す。費用算定の要約を表4.3に示す。総事業費は4億4,620万エギトボフ、そのうち3億6,980万エギトボフ(83%)が内貨分、7,640万エギトボフ(17%)が外貨分である。

州全体の下水道施設の維持管理費を表4.4に示す。計画した全ての施設が稼動すると全体で年間約360万エギトボフが必要となる。

表4.3 總事業費

(LE 1,000)

City	B/L Sewer	Trunk Sewer	P/S	STP	Sub-total Cost	Land		Rehabili. Cost	Contingency Cost	Engineering Cost	TOTAL COST
						Purchasing Cost	Cost				
Zagazig	T	10,549	4,319	-	72,828	375	-	5,841	15,734	7,868	102,646
	L/C	8,967	2,425	-	69,352	375	-	2,561	14,382	7,192	93,862
	F/C	1,582	1,894	-	3,476	-	-	3,280	1,352	676	8,784
Huseiniya	T	724	392	5,097	13,803	2,040	-	-	2,761	1,381	19,985
	L/C	615	203	2,580	10,988	2,040	-	-	2,198	1,099	16,325
	F/C	109	189	2,517	2,815	-	-	-	563	282	3,660
Kafr Saqr	T	4,500	899	382	11,375	2,240	-	596	2,394	1,197	17,802
	L/C	4,500	764	2,831	8,297	2,240	-	252	1,710	855	13,354
	F/C	-	135	180	2,763	-	-	344	684	342	4,448
Raqus	T	15,450	4,153	1,936	33,590	4,665	-	592	6,836	3,418	49,101
	L/C	15,450	3,530	1,136	28,696	4,665	-	420	5,823	2,912	42,516
	F/C	-	623	800	4,894	-	-	172	1,013	506	6,585
Abu Kebir	T	10,230	3,093	1,029	28,422	5,560	-	552	5,795	2,898	43,227
	L/C	10,230	2,629	441	22,586	5,560	-	294	4,576	2,288	35,304
	F/C	-	464	588	4,784	-	-	258	1,219	610	7,923
Abu Hamad	T	4,980	1,405	490	13,565	2,730	-	388	2,791	1,396	20,870
	L/C	4,980	1,194	3,386	9,759	2,730	-	130	1,978	989	15,586
	F/C	-	211	291	3,806	-	-	258	813	407	5,284
Ibrahimiya	T	4,620	709	194	11,458	2,320	-	343	2,360	1,180	17,661
	L/C	4,620	603	101	8,327	2,320	-	86	1,683	842	13,258
	F/C	-	106	93	3,131	-	-	257	677	338	4,403
Hinya	T	7,050	1,458	296	15,667	2,720	-	424	3,218	1,609	23,638
	L/C	7,050	1,239	165	11,927	2,720	-	110	2,407	1,204	18,368
	F/C	-	219	131	3,740	-	-	314	811	405	5,270
Diarb Nigm	T	5,820	2,349	-	15,966	3,200	-	112	3,216	1,608	24,102
	L/C	5,820	1,997	-	11,762	3,200	-	112	2,375	1,188	18,637
	F/C	-	352	-	4,204	-	-	-	841	420	5,465
Elbeis	T	11,820	2,716	3,501	40,330	8,285	-	942	8,255	4,128	61,940
	L/C	11,820	2,309	1,665	31,350	8,285	-	426	6,355	3,178	49,594
	F/C	-	407	1,836	8,980	-	-	516	1,900	950	12,346
Minyet El Qamh	T	4,500	1,614	700	19,511	4,500	-	930	4,088	2,044	31,073
	L/C	4,500	1,372	140	15,174	4,500	-	244	3,083	1,542	24,543
	F/C	-	242	560	4,337	-	-	686	1,005	502	6,530
Mashtul El Soak	T	6,840	1,284	931	15,612	2,670	-	33	3,129	1,565	23,009
	L/C	6,840	1,091	463	11,712	2,670	-	33	2,349	1,175	17,939
	F/C	-	193	468	3,900	-	-	-	780	390	5,070
Qenayat	T	6,690	1,270	600	8,560	30	-	11	1,714	857	11,172
	L/C	6,690	1,080	246	8,016	30	-	11	1,605	803	10,465
	F/C	-	190	354	544	-	-	-	109	54	707
TOTAL	T	148,050	32,223	14,770	300,687	41,335	-	10,764	62,291	31,149	446,226
	L/C	148,050	27,390	7,386	247,946	41,335	-	4,679	50,524	25,267	369,751
	F/C	-	4,833	7,384	52,741	-	-	6,085	11,767	5,882	76,475

Note: B/L: Branch and lateral
P/S: Pumping station
STP: Sewage treatment plant
T : Total
L/C: Local currency portion
F/C: Foreign currency portion

表4.4 維持管理費

City	Service Area (ha)	Sewer Length (km)	Wastewater Flow (m ³ /da)	Treatment Process	Operation and Maintenance Costs			Total
					Sewer	P/S	STP	
Zagazig	2,726	1,090	94,062	AS	528	365	395	1,288
Huseiniya	253	101	5,746	OD	48	6	56	110
Kafr Saqr	248	99	6,362	OD	47	26	61	134
Fagus	515	206	16,101	AS	100	130	85	315
Abu Kebir	444	178	20,446	AS	86	95	105	286
Abu Hammad	310	124	7,980	OD	60	35	74	169
Ibrahimiya	170	68	6,580	OD	32	3	63	98
Hihya	265	106	8,084	OD	52	26	75	153
Diarb Nigm	259	104	9,355	OD	50	-	85	135
Bilbeis	667	267	33,767	AS	130	180	162	472
Minyet El Qamh	300	120	14,513	AS	58	45	78	181
Mashtul El Soak	254	102	7,641	OD	50	22	71	143
Qenayat*	228	91	-	-	44	69	-	113
Total	6,639	2,656	230,637	-	1,276	1,002	1,310	3,597

Note: Wastewater flow of Qenayat is included that of Zagazig.
Wastewater flow of Bilbeis includes from army camp.
AS: Activated sludge process
OD: Oxidation ditch process

4.3 段階的实施計画

事業実施に関する様々の要因を考慮し、2005年までの長期計画の実施計画を策定した。評点法により13都市の優先度を評価した。新5ヶ年計画による予算措置、現状の予算上の制約等を考慮し、実施工程を策定した。2005年には全ての都市に下水道が整備され、2次処理による下水処理が行われるように計画した。

4.3.1 優先度の評価

13都市の優先度を技術面、環境保全面、財政面等を含め、総合的に評価するためにいくつかの指標を選定した。それらを以下に示す。

1) 人口

下水道整備人口の規模は重要な指標の一つである。一般に人口規模の大きい都市は重要な都市である。人口の多い都市で下水道が整備されればより多くの人々が下水道の恩恵をうけることとなる。さらに処理によって削減される負荷量も大きい。したがって、2005年の人口を評価の指標とし、人口の大きい程優先度が高くなると考えた。

2) 下水の普及率

現在13都市の下水道整備はまちまちな水準であり、処理も全く行われていないか不十分な状況であるところから、普及率を指標の一つとする。普及率の高い都市での下水道整備、とりわけ処理場の早期建設が望まれるからである。

3) 排水路への影響

この指標は主に都市の地理的条件に関するものである。下水は処理の有無に係わらず排水路へ放流されるのであるから、流路が長く容量の大きな排水路に排水する都市程、環境面や再利用の観点から影響は大きいと考えられる。

4) 水道事業の優先度

上水道整備計画では州内の上水道整備の緊急性が指摘され、実施計画が策定されている。事業の優先度についても明らかにされている。技術的な観点からは上水道施設と下水道施設の並行的な整備が望ましい。この点から上水道整備の優先度の高い都市程下水道の優先度も高いものと考えた。

5) 地下水汚染

第2章、2.11節で述べたように、現在のし尿処理施設、トランシュあるいは腐敗槽は明らかに周辺の飲料用井戸水を汚染している。住民がまだ井戸水を多用しているような地区では、公衆衛生上の観点から下水道の早期整備が望まれる。したがって、そのような地域には高い優先度を考える。

6) 再利用の可能性

州の将来を考えると、処理水の再利用は重要な要件である。現在開発されていない地域での農地開発への再利用が最も有望である。砂漠地域への遠近によって示される農業再利用の可能性を評価指標の一つとする。

13都市について6つの指標にそれぞれA～Dまでの4段階の評点を与え、その合計から都市毎のランクを評価した。結果を表4.5に示す。ザガジグ市、ファクース市、ビルベイス市、ミニエットエルカム市の4都市が最高となった。二番目のランクの都市はアブケビール市、ヒヒヤ市、ディアルブニグム市の3都市である。次にアブハマド市、マシュトールエルソーク市の2都市が続く。最低のランクはフセイニア市、カフルサックル市、イブラヒミア市、ケニヤッタ市の4都市となった。

表4.5 優先度の評価

Marakaz	Evaluation Factors						Total
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	
Zagazig	A	A	A	C	A	C	A
Huseiniya	D	D	D	A	D	B	D
Kafr Saqr	D	D	C	A	D	C	D
Faqus	B	A	C	A	D	A	A
Abu Kebir	A	B	C	B	D	C	B
Abu Hammad	D	B	C	C	C	A	C
Ibrahimiya	D	D	C	B	C	D	D
Hihya	C	C	B	B	B	C	B
Diarb Nigm	B	B	B	B	C	D	B
Bilbeis	A	A	A	D	A	A	A
Minyet El Qamh	B	C	A	D	A	B	A
Mashtul El Soak	C	C	B	D	B	B	C
Qenayat	C	D	B	C	B	D	D

Note:

- Factor No. 1: Population in 2005
 No. 2: Present Service Level
 No. 3: Effects on Drain
 No. 4: Priority of Water Supply
 No. 5: Groundwater Contamination
 No. 6: Reuse Possibility

4.3.2 実施計画

前出の4.2節で算定された州全体の下水道の総事業費は約4億5,000万ポンドである。現在の州の財政状態を考えると、このような巨額の投資を要する事業を13都市で同時に開始し、早期に完了することはほとんど不可能である。したがって、2005年までの長期を見通した段階的な事業実施計画を樹立する必要がある。

現行の新5ヶ年計画では州内3都市について処理場建設の予算が計上されている。この3都市はザガジグ市、ファクス市、ミニエットエルカム市である。5ヶ年計画の目標年次までのこの3都市の下水道事業の実施は既に保障されている。前節の優先度の評価でもこれら3都市はいずれも最高の評価となっている。

最高に評価された4都市のなかで、5ヶ年計画によって処理場建設が予算化されていないのはビルベイス市である。3都市の評価と比べてもビルベイス市の優先度は高いことを考えると、ビルベイス市は1995年の第1期事業に加えるべきである。

他の優先度の低い9都市については現在の州の財政事情を考慮し、事業実施を1995年以降と考える。

以上の検討に基づき図4.1に示すような段階的実施計画を樹立した。

图 4.1 实施計画

City	Work	Second Five-Year Plan					Third Five-Year Plan					Fourth Five-Year Plan					Fifth Five-Year Plan				
		1987	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	01	02	03	04	05	
Zagazig	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Huseisiya	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Kafr Saqr	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Faqus	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Abu Kebir	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Abu Hamad	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Ibrahimiya	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Ihiya	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Diarb Nigm	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Bilbeis	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Minyet El Qamh	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Mashut El Soak	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				
Qenayat	1. Sewer/Pumping Station																				
	2. Sewage Treatment Plant																				
	3. Rehabilitation																				
	4. Land Acquisition/Engineering																				

4. 4 組 織

現在の下水道事業運営に関連する組織、人員構成は2005年までに想定される事業を見通して拡大あるいは改善する必要がある。

前出の2. 7節で述べたように中央政府は地方分権政策に従って、近年、事業実施の権限を地方自治体へ委譲しつつある。

シアルキア州は下水道事業を含め多くの公共事業の実施主体としての権限を与えられている。下水道事業については住宅省が管轄しており、事業の決定を行い、実施についても州と協力して行うこととなっている。

したがって、シアルキア州は実施主体として以下の目的を達成すべく組織の整備を行わなければならない。

- (1) 下水道の技術的、財政的な運営を効率的に行える、十分な資格者を有する組織の樹立
- (2) 下水の収集、処理、処分を効率的かつ低コストで行う信頼できるサービスの提供
- (3) 公衆衛生全般の改善計画の一環として下水道事業を実施すべく他の公私両方の機関との協力

4. 4. 1 組織の代替案の評価

上記の目的を達成するために組織について2つの代替案を考えた。

(1) 上下水道公社の設立

この案はシアルキア州上水道整備計画(JICA、1984)の報告書のなかで水道公社の設立が提案されていることに基づいている。下水道サービスに対する需要は水道消費量と密接な関係があるため、水道公社の機能と下水道事業のそれは十分に融合できる。水道と下水道をこのような一つの組織とすることによって、財政的に健全な運営を行うため、水道料金上乘せの下水道料金値上げをより効率的に行うことができる。

(2) シアルキア州の現在の組織の拡大、改変

この案は以下の考えに基づく。シアルキア州は他の公共事業と共に下水道事業の建設ばかりでなく維持管理の権限を法的に与えられており、また最近

その権限は国の地方分権政策によって強化された。

州内には既に下水を処理、処分し施設を運営していく組織が樹立されている。これらの組織はシャルキア州政府の下水道課により監督されており、その協力関係は上水道よりも強い。これら既成の下水道部局は事業拡大に応じ機能を強化することが可能である。

理論的には代替案（１）は完全な自立性を持っていることから有利な点が多い。しかし下水道事業は水道事業に比べより公共事業的性格が強く、財政的にも利益を上げることはない。下水道運営を利潤追及型の公共事業体である公社に加えることは財政的な重荷を負わせることとなる。さらにその上、この案の不利な点としては設立の法的、行政的手続きに多大の努力を要し長時間かかることである。このような欠点があるために代替案（２）を採用する方がより実際的であると考えられる。

以上よりここで提案する組織は代替案（２）に基づいたものである。

4. 4. 2 組織の基本的単位

提案する組織は下水道の計画、設計、建設、維持管理全般に亘り責任を持つものであり、その目的は計画区域の家庭下水と工場排水を周囲の住民や用水路に対する公害を最小限にして、収集、処理および最終処分することである。

上記の目的を達成するように、提案する組織は以下の単位と機能を網羅するものとする。

(1) 管理部門

(a) 人事

この部局は要員の採用、トレーニングおよび給料関係を担当する。

(b) 購入

現地および輸入資材購入の管理

(c) 財務

この部門の役割は予算、会計、経理および料金徴収を含む。下水道運営について十分な評価ができ、かつ将来の拡張計画に役立つような財務報告を作成する。

(d) 法務

下水道運営を円滑に行えるように州の条例に測り法令に関する助言を行い適切な手段を講じる。用地取得や立ち入り権等が考えられる。

(2) 技術部門

(a) 設計

新規の施設の設計全般、取付管についての費用見積もり、設計図および配管の検査、承認を含む。技術図書の管理も含む。

(b) 建設

この部門の役割は法令に測り設計意図通りの建設ができるように工事を監督することである。工事には補修、改良工事を含む。

(3) 維持管理部門

(a) 運転

この部門の役割はポンプ場、処理場の日常の運転、用水路の水質やトランシュ、腐敗槽あるいは工場からの違法な排水の監視である。

(b) 管理

この部門の役割は取付管、下水道管渠、ポンプ場、処理場等の下水道施設全体を良好な状態に保つことであり、施設の補修や機器の修繕を行う。

注) ドラフトファイナルレポートについての協議を行った際、住宅省とNOPWASD は上下水道の維持管理を行う公社を1989年7月に設立する意図があるとの情報を得た。設立の目的は、利用者に対するサービス水準の向上と運営組織の財務面での体質強化である。

上下水道公社の基本的概念は、本報告書の組織の代替案で検討したものと同じである。しかし、以下の3点について違いがある。すなわち、i)本報告書で検討した公社は州単位のものであるが、NOPWASD で考慮している公社はいくつかの州をまとめた開発地域単位のものであり、ii) この公社は専ら維持管理を行うもので、新規施設の計画、設計、建設と調査や職員の訓練はNOPWASD が行い、iii)独立採算制により運営され、維持管理費用は上下水道料金と取付料によって賄われる、といった点である。

現在、エジプト全土は8つの開発地域に区分され、シャルキア州は第3開発地域に含まれる。第3開発地域は6つの州より成っており、他の5州はイスマイリア、ポートサイド、スエズ、北シナイ、南シナイである。したがって、第3開発地域の上下水道公社はこの6州を管轄区域とし、6州の上下水道部門はこの公社に吸収される。

NOPWASD は全国的に上下水道公社の設立を望んでおり、これによって効果的かつ効率的な上下水道組織の運営を計ろうとしている。

この情報は調査の最終段階でもたらされたため、本報告書でくわしく検討することは不可能であった。しかしながら、もし上下水道料金が独立採算制を保証できる程度まで値上げされ、法的な手続きが意図通りに完了するならば、公社設立の計画は多くの問題を抱えた現在の体制を改善するための建設的な提案であると思われる。

4.4.3 現在の機構の拡大

2005年までの下水道事業に対応するために、現在の機構の機能の拡大をしなければならない。前節で述べた基本的単位と下水道整備計画に従い、現在の機構を以下に述べるように拡大、あるいは新しい単位を追加する。

(1) 現在の都市、農村部下水排水課を以下の係を有するように改組する。係は(a)計画、建設係、(b)中央試験所、(c)維持管理係である。その他管理、財務、法務については州政府のそれぞれの部局が担当する。

(a) 計画、建設係

- 州全体の将来の下水道普及についての計画を行う。
- 維持管理係と協力して管渠、ポンプ場、処理場等の既設施設の適切な改善計画を策定する。
- 財務および管理部と協議し、将来の需要に見合い事業の優先順位に従った、可能な範囲での投資計画を策定する。
- 実施が決まった事業の設計、仕様書、入札図書を作成し入札、契約を行う。
- 設計の意図通りに工事が行われるように現場での測量や検査を行い工事の監理をする。

(b) 中央試験所

- 排水路に直接排水される家庭污水や工場排水、あるいは処理場から放流される処理水の水質の監視。
- 処理水の放流先の排水路の水質検査。この調査結果は下水道の環境に与える影響の評価に用いる。

(c) 維持管理係

- 下水道施設の日常の維持管理について全ての郡役所を監督し、協力する。
- 維持管理に関する技術的な面について郡の下水道課を援助する。

郡役所の財政部は下水道施設に関する年次財務報告書を作成し、下水道料金収入を区分し、財源を確保するように財政計画を立てなければならない。

総務部は職務規定を定め勤務状態を管理し要員計画、雇用計画、研修計画を樹てなければならない。この際、職員の意欲を高めるような給与を考慮すべきである。

法務部は例えば排水路への違法な排水の起訴等の法制面を監督しなければならない。

- (2) 現在は主として下水道施設の維持管理を担当している各郡役所の下水道課は長期計画で予定される管渠、ポンプ場、処理場の建設に応じて拡大して行かなければならない。

以下に述べる郡では現在の組織の拡大と共に新たな係を設立する必要がある。

カフルサックル、アブケビール、アブハマド、イブラヒミヤ、ヒヒヤ、ビルベイス、ミニエットエルカムの各郡は処理場の維持管理を担当する係を新設する必要がある。

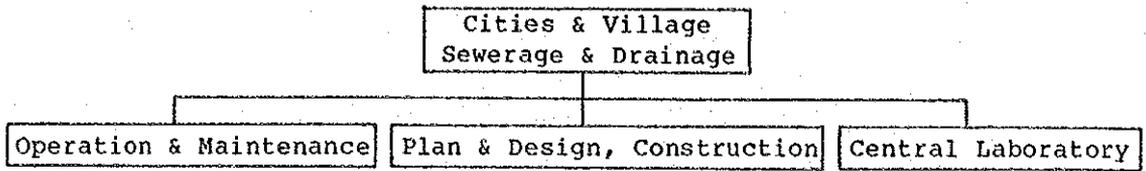
ディアルブニグム、マシュトールエルソークの各郡およびケニヤッタ市はポンプ場係と処理場係を新たに設ける必要がある。フセイニア郡は新しく処理場係を設ける必要がある。

ザガジグ郡の現在の各係は人員を増やし拡大する必要がある。

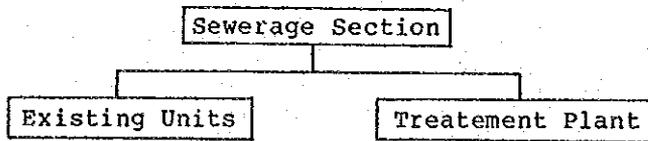
各郡役所の総務、財務、法務の各部局は州政府のそれぞれの担当部局の監督の下に、下水道運営に関するそれぞれの任務を果たすように、機能を拡大しなければならない。

以上に加えて、各郡の会計部は水道料金と共に下水道の技術の各係と協力し下水道料金を徴収し、各係に対して下水道料金収入を水道料金や他の公共事業の収入と区分けした会計報告書を作成しなければならない。新たに設ける係について図4.2 に図示する。

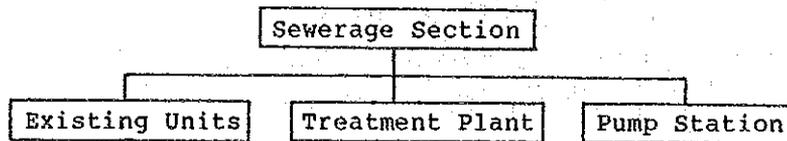
a) Sharqiya Governorate



b) Marakaz of Kafr Saqr, Faqus, Abu Kebir, Abu Hammad, Ibrahimya, Bilbeis, Minyet El Qamh and Hihya



c) Marakaz of Diarb Nigm and Mashtul El Soak and Qenayat City



d) Markaz of Huseiniya

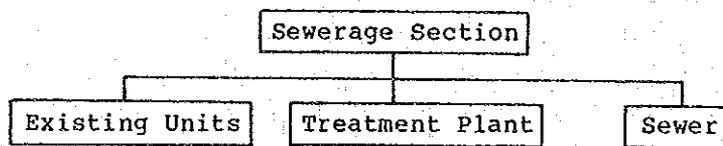


図4.2 現在の組織に新たに加える部局

4.5 要員および訓練

2005年までの下水道事業に必要な人員については概略表4.6に示す通りである。1995年までの第1期事業についてはより詳細の要員計画を次章で提案する。

日常の施設運転と予防的な維持管理に十分な人員を確保しなければならないが、現状では人員の不足、特に機械工や電気工を始めとする熟練工の不足によってこれらは十分に行われていない。必要なレベル以上の技能工を必要なだけ新たに雇用するのは困難であるから、現在保有している人員をまず当面必要となるレベルまで改善し、ゆくゆく最終的な必要を満たせるようにするための訓練が必要となる。

現在、有資格者の不足を補うべく行われている訓練は不十分なものである。現在各郡の下水道課の技術者が数人NOPWASDの訓練プログラムに送られているが、これはまれにしか行われていない。

現状の維持管理のレベルを高めるための短期の訓練計画を樹立するとともに、下水道事業の進展を見通した長期の訓練計画を一致協力して樹立する必要がある。

訓練に関してはNOPWASDが中心的な機関であり、ここでは下水道ばかりでなく他の公共事業に関して訓練のコースが提供されている。しかし、これらの訓練に対する予算は十分でなく参加人員は限られている。訓練の必要性についてより上位の政府機関に伝え、訓練の内容を強化し、より高度にするため予算措置がとられるようにすべきである。特に、実際の“オンザジョブトレーニング”が行えるよう配慮すべきである。

訓練計画の当初は、まず技術と訓練の成果を伝達できる能力を持った者を選定してNOPWASDへ送るべきである。彼らは後に指導者となる。また、NOPWASDでは訓練のモデル、技術や機材、基準等を開発する。

州レベルにおいては指導者が現在利用できる施設を用いて、それぞれの分野で現実の運転に即したオンザジョブトレーニングに焦点を置いて、現在の人員を訓練することが望ましい。指導者は慎重に選ぶ必要があり、訓練が十分にできるよう給与や資金も十分に手当てしなければならない。

計画の開始に当たって、実際的な試験の方法、機能やカリキュラムを設定する必要がある。訓練で得た最新の技術や知識を伝達できるような主要な指導者に対しては外国での訓練も考えられる。外国人による訓練の場合には、訓練の内容を現地に即したものに改めると共にテキストはアラビックに翻訳することが望ましい。

表4.6 必要人員(2005年)

Job Title Section	Engineer	Technician	Operator	Foreman	Laborer	Driver	Total
<u>Sharqiya Governorate</u>							
<u>Cities & Village</u>							
<u>Sewerage Drainage</u>							
Plans & Design	2	4					6
Constructions	2	4					6
Operation & Maintenance	2	4					6
Central Laboratory	1(chemical)	3			5		9
<u>Zagazig</u>							
Sewer	1	50		4	90	4	149
Pumping Station	1	39	26	6	130		202
Treatment Plant	1	15	10	2	30		58
<u>Huseiniya</u>							
Sewer	1	10		4	90		105
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
Transh System		1			10	5	16
<u>Kafr Saqr</u>							
Sewer	1	10		3	70		84
Pumping Station	1	15	10	2	50		78
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
Transh System		1			4	2	7
<u>Faqus</u>							
Sewer	1	10		5	110		126
Pumping Station	1	18	12	3	60		94
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
Transh System		1			10	5	16
<u>Abu Kebir</u>							
Sewer	1	12		7	150		170
Pumping Station	1	12	8	2	40		63
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
Transh System		1			8	4	13
<u>Abu Hammad</u>							
Sewer	1	7		3	70		81
Pumping Station	1	9	6	2	30		48
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
Transh System		1			10	5	16

(表4.6 必要人員(2005 年) 続き)

Job Title Section	Engineer	Technician	Operator	Foreman	Laborer	Driver	Total
<u>Ibrahimiya</u>							
Sewer	1	5		3	60		69
Pumping Station	1	6	4	1	20		32
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
<u>Hihya</u>							
Sewer	1	9		4	90		104
Pumping Station	1	12	8	2	40		63
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
Transh System		1			10	5	16
<u>Diarb Nigm</u>							
Sewer	1	7		3	70		81
Pumping Station	1	9	6	2	30		48
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
Transh System		1			8	4	13
<u>Bilbeis</u>							
Sewer	1	7		3	70		81
Pumping Station	1	15	10	2	50		78
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
<u>Minyet El Qamh</u>							
Sewer	1	10		5	100		116
Pumping Station	1	9	6	2	30		48
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
Transh System		1			10	5	16
<u>Mashtul El Soak</u>							
Sewer	1	10		5	100		116
Pumping Station	1	9	6	2	30		48
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
Transh System		1			6	3	10
<u>Qenayat</u>							
Sewer	1	9		4	90		104
Pumping Station	1	6	4	1	20		32
Treatment Plant	1	5	3	1	15		25
Transh System		1			6	3	10
Total	45	415	152	94	1,987	45	2,738

4.6 財務分析

4.6.1 エジプトの財政状況

(1) 政府の収入

政府の収入会計は(1)一般会計、(2)投資会計、および(3)資本移転会計から成る。一般会計はさらに(a)税収と(b)税外収入とに区分される。税収は最近では一般会計収入の70%を占め、これは主に所得税、消費税、関税等である。税外収入はスエズ運河通行料、石油収入と公共事業の収益である。スエズ運河通行料と石油収入は国際的な経済不振と石油価格の低落によりここ数年低落が著しい。投資会計、および資本移転会計については収支均衡の能力が非常に限られているところから、予算の不足を補うべく国内銀行や外国からの融資が求められている。

予算不足は序々に拡大しつつあり、累積債務の問題に関しエジプトにとって深刻な問題となっている。1987/88 会計年度に関してみれば予算不足は年度予算の1/4にも達している。

(2) 政府の支出

政府の支出会計は同様に(1)一般会計、(2)投資会計、および(3)資本移転会計に区分される。一般会計については主な支出項目は給与、補助金および防衛費であり1986/87 年度では、それぞれ30.4%、13.7%、14.7%を占める。政府は出費を削減するように努力しているが、結果は今のところ楽観的ではない。投資会計の支出は政府および地方自治体の公共事業(26.4%)、公共事業体の事業(34.3%)および国有企業の事業(25.8%)である。エジプトの経済活動においては公共セクターが支配的である。資本移転会計の主要支出項目は国内および対外的な借款に対する返済であり、これが1986/87 年度では半分以上を占める。財政状況の詳細を次の表4.7 に示す。

表4.7 1982/83-1986/87 年度の財政状況

	<u>1982/83</u>	<u>1983/84</u>	<u>1984/85</u>	<u>1985/86</u>	<u>1986/87</u>
<u>Total Public Revenue</u>	<u>9,800.0</u>	<u>11,219.1</u>	<u>12,877.2</u>	<u>14,926.4</u>	<u>14,451.1</u>
Tax revenue	5,926.6	6,915.7	7,646.6	8,475.6	9,126.3
Non-tax revenue	2,769.4	3,070.2	3,891.7	4,288.5	3,602.0
Investment	1,107.0	1,233.2	1,338.9	1,453.1	1,136.4
Capital Transfer	-	-	-	709.2	586.4
<u>Total Public Expenditure</u>	<u>14,645.2</u>	<u>16,231.5</u>	<u>18,277.2</u>	<u>19,916.4</u>	<u>20,002.2</u>
Current Expenditure	8,754.4	9,902.9	11,354.5	12,178.3	12,535.1
Salaries/Wages	2,444.1	2,935.0	3,296.0	3,650.0	3,865.0
Subsidy	2,040.4	1,686.4	2,058.4	1,996.1	1,746.1
Defence	1,742.0	2,132.9	2,397.0	2,598.3	2,740.3
Others	2,527.9	3,148.6	2,603.1	3,933.9	4,183.7
Investment	3,935.5	4,400.0	4,865.0	5,430.0	5,150.0
Capital transfer	1,955.3	1,928.3	2,057.7	2,308.1	2,317.1
<u>Fiscal deficit</u>	<u>4,845.2</u>	<u>5,012.4</u>	<u>5,400.0</u>	<u>4,990.0</u>	<u>5,551.1</u>

(Source: Ministry of Finance)

4.6.2 シェルクシア州の財政状況

シェルクシア州の財政状況を検討するために過去3年間（1983/84-1985/86 年度）の収入、支出を詳細に調査した。

(1) 収入

州の収入は1) 州政府収入、2) 現金収入、3) 投資財源収入、4) 資本移転収入および5) 政府補助金である。これらの収入項目のなかで圧倒的な部分は政府補助金であり1985/86 年度では1億4,267万 E ポンド、あるいは総収入の76.2%であった。政府補助金に対する依存はここ数年ほぼ変わらず、1984/85 年度では73.8%、1983/84 年度では71.8%であった。2番目に大きな項目は投資財源収入であり、これは国立投資銀行を通じて得られる財源が主となっている。この項目の収入は1985/86 年度では1,865.7万 E ポンド、あるいは総収入の10%を記録した。このように政府の援助以外の州独自の収入、すなわち州政府収入と現金収入は1985/86年度で2,408.1万 E ポンド、あるいは12.8%を占めるに過ぎない。3ヶ年を通じて州の収入は年率18%の伸びを示した。

(2) 支 出

一方、州の支出は各部局毎に割り当てられている。最大の支出は教育部のものであり、1985/86年度では7,492.4万エジプトポンド、あるいは43.4%であった。2番目は郡/州の行政費であり1985/86年度では4,856.8万エジプトポンド、あるいは28.1%であった。次いで衛生部(2,992.2万エジプトポンド、17.3%)、農業/家畜部(1,237.4万エジプトポンド、7.2%)、社会福祉(373.4万エジプトポンド、2.2%)となっている。3年間の支出の伸びは年率15%であった。1983/84-1985/86年度の収入と支出の細目を表4.8、4.9に示す。

表4.8 シェルキア州の収入, 1983/84-1985/86

(Unit: LE)

	<u>1983/84</u>	<u>%</u>	<u>1984/85</u>	<u>%</u>	<u>1985/86</u>	<u>%</u>
<u>Local Gov. Revenue</u>						
Land Tax	3,337,208		3,477,976		3,490,116	
Housing Tax	138,263		196,623		192,148	
Amusement Tax	21,396		25,560		29,659	
Vehicle Fees	1,425,598		1,728,928		1,821,556	
Public Corp Surplus	80,554		241,002		78,409	
Shared Fund Surplus	3,675,496		5,696,335		5,098,125	
<u>Sub-Total</u>	<u>8,678,515</u>	(6.5)	<u>11,366,424</u>	(7.2)	<u>10,710,013</u>	(5.7)
<u>Current Revenue</u>						
Markaz	604,513		1,430,956		845,472	
Local Tax	650,866		888,033		866,557	
Miscellaneous	1,839,009		1,741,251		700,501	
Mining (Aggregates)	82,600		138,787		155,402	
Local Dev./Serv. Loan	7,221,688		6,737,361		8,603,144	
Housing Loan	594,795		-		486,147	
<u>Sub-Total</u>	<u>10,993,471</u>	(8.2)	<u>10,936,388</u>	(6.9)	<u>13,371,103</u>	(7.1)
<u>Investment Resource Revenue</u>						
Nat. Invest. Bank	13,732,347		13,114,213		15,583,399	
Invest. Self-Finance	989,330		2,219,465		2,814,142	
Credit Facilities	1,141,744		273,000		257,178	
Additional Revenue	-		-		2,435	
<u>Sub-Total</u>	<u>15,863,412</u>	(11.8)	<u>15,606,678</u>	(9.9)	<u>18,657,154</u>	(10.0)
<u>Capital Transer</u>						
Storage Sale	-		43,510		23,996	
Housing Account	220,955		366,750		609,148	
Loan from MOF	-		-		-	
Advance Cap. Transfer	2,101,423		3,023,091		1,281,745	
<u>Sub-Total</u>	<u>2,322,378</u>		<u>3,433,351</u>		<u>1,914,159</u>	
<u>Total Revenue</u>	<u>37,857,785</u>		<u>41,342,841</u>		<u>44,653,159</u>	
Subsidy	96,583,286	(71.8)	116,740,305	(73.8)	142,672,779	(76.2)
<u>Grand Total</u>	<u>134,441,071</u>	(100.0)	<u>158,083,146</u>	(100.0)	<u>187,325,938</u>	(100.0)

表4.9 シャルキア州の支出: 1983/84-1985/86

(Unit: LE)

	<u>1983/84</u>	<u>%</u>	<u>1984/85</u>	<u>%</u>	<u>1985/86</u>	<u>%</u>
Markaz/Governorate	39,635,826	(30.7)	45,286,598	(29.6)	48,567,765	(28.1)
Dept of Education	52,039,417	(40.3)	64,589,512	(42.2)	74,924,013	(43.4)
Dept of Health	18,191,987	(14.1)	19,758,443	(12.9)	20,922,414	(12.1)
Dept of Housing	2,561,147	(2.0)	2,810,051	(1.8)	3,093,745	(1.8)
Dept of Social Serv.	2,901,665	(2.2)	3,529,619	(2.3)	3,734,426	(2.2)
Dept Comm.Trade	1,482,952	(1.2)	1,867,554	(1.2)	2,151,867	(1.2)
Dept of Agri./L'stock	8,939,838	(6.9)	10,990,715	(7.2)	12,374,237	(7.2)
Dept of Man. Training	647,193	(0.5)	753,069	(0.5)	847,246	(0.5)
Dept of Transport	1,823,932	(1.4)	2,046,502	(1.4)	2,006,360	(1.1)
Dept of Youth/Sports	839,650	(0.7)	1,371,633	(0.9)	1,399,113	(0.8)
Dept of Administration	-		-		60,320	(-)
Dept of Tax Office	-		-		2,734,354	(1.6)
<u>Grand Total</u>	<u>129,063,607</u>	<u>(100.0)</u>	<u>153,003,732</u>	<u>(100.0)</u>	<u>172,815,860</u>	<u>(100.0)</u>

Note: () indicate percentage.

(Source: Finance Dept. Sharqiya Governorate)

4. 6. 3 下水道の財政状況

(1) 国家予算における下水道セクターの変遷

1960年から80年の間、上下水道関係の年間予算は6,000万エジプトポンドを超えることはなかった。このような理由から、第1次5ヶ年計画ではこのセクターを重視することになり、総投資額の8.2%を割り当てることになった。5ヶ年計画の期間内で総額28億9,400万エジプトポンドが上下水道関係に投資された。このうち15億2,000万エジプトポンドが上水道であり、10億9,100万エジプトポンドが下水道、残りの2億8,300万エジプトポンドが他の施設であった。この結果、上下水道関係予算は計画の基本方針に従い、年間約6,000万エジプトポンドから5億2,200万エジプトポンドへと飛躍的に拡大した。(その他の施設を除く) 第2次5ヶ年計画ではさらにこのセクターを強化すべく総額37億3,100万エジプトポンドが配分され、このうち22億9,600万エジプトポンドが下水道関係で、14億3,500万エジプトポンドが上水道関係である。1987/88年度についてみれば下水道3億8,500万エジプトポンド、上水道2億9,700万エジプトポンドとなっている。このことは1987/88年度の総額が6億8,200万エジプトポンドとなり、その後は年平均で7億6,300万エジプトポンドへ増加することを示している。この結果1977年から91年までのこのセクターにおける投資の伸びは年率で9.4%となる。1981/82-91/92年度間の国家予算における上下水道予算の変遷を図4.3に示す。

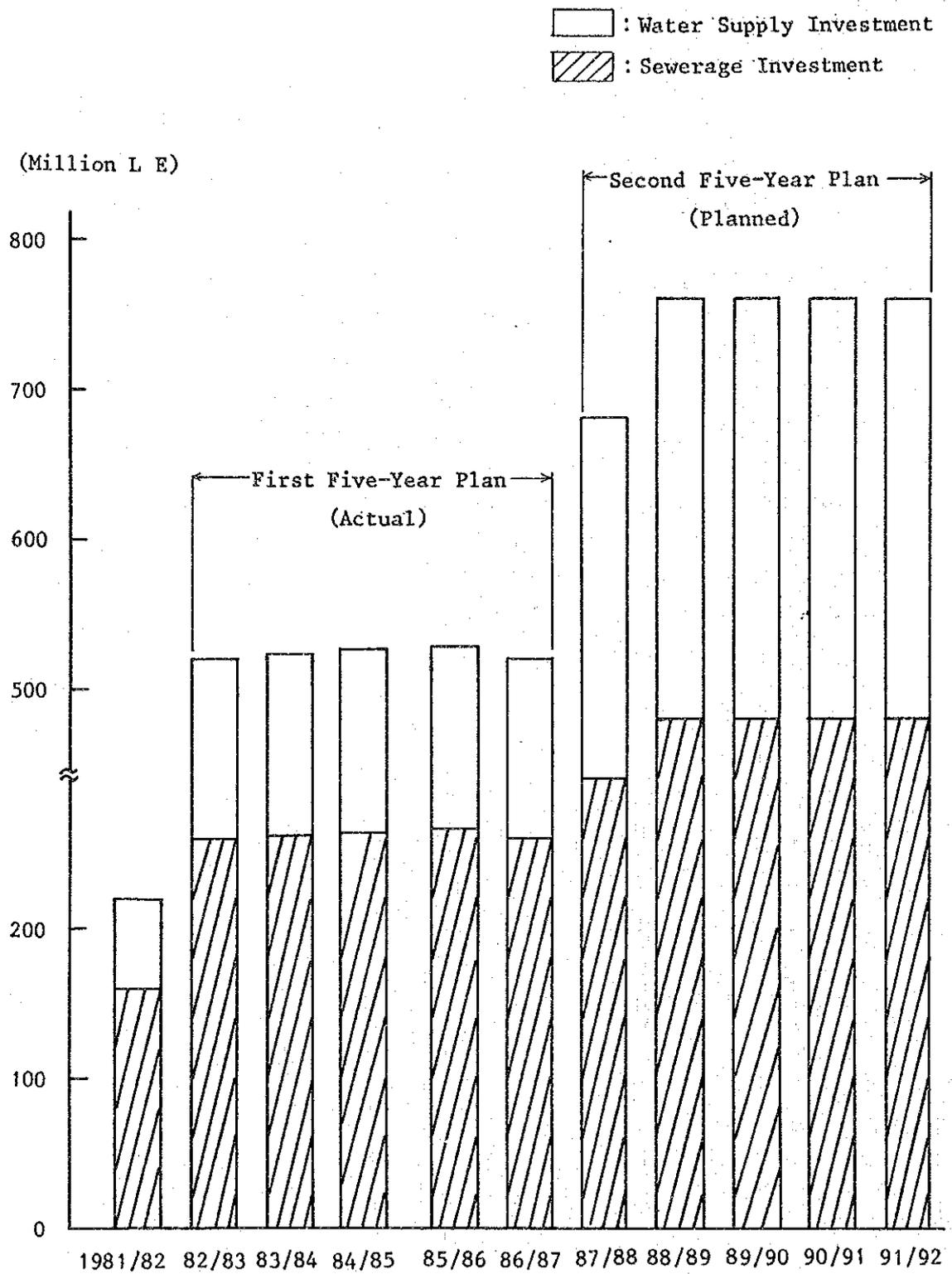


図4.3 国家予算における上下水道予算の変遷

(2) シェルキア州における下水道関係の予算と支出実績

シェルキア州においては下水道に関する会計について、十分な情報が整理されてなく、信頼できる過去および現在の財務諸表が得られない。そこで入手可能な資料から、下水道関係の収入と支出の状況について概観する。

過去3年度についてみると、州では各郡の下水道予算として1984/85年度に700,000 エジプトポンド、1985/86年度700,000 エジプトポンド、1986/87年度500,000 エジプトポンドを配分している。環境衛生の改善に急を要するにもかかわらず、年間予算は微々たるものであり、さらに1986/87年度には削減された。一方、政府はNOPWASDを通じ、1985年からザガジグ市の処理場を350万エジプトポンドの予算で建設している。この事業には州は全く係わっておらず、完成までNOPWASDが監理を行うこととなっている。新5ヶ年計画ではこの処理場建設に800万エジプトポンドが予算化されている。州の予算を郡ごとの内訳で示すと表4.10のようになる。

表4.10 郡別下水道予算

(Unit: LE)

Markaz	1984/85	1985/86	1986/87
1. Zagazig	150,000	150,000	90,000
2. Minyet El Qamh	45,000	45,000	35,000
3. Faqus	45,000	45,000	35,000
4. Bilbeis	45,000	45,000	35,000
5. Huseiniya	25,000	25,000	25,000
6. Abu Hammad	25,000	25,000	25,000
7. Kafr Saqr	25,000	25,000	25,000
8. Diarb Nigm	25,000	25,000	25,000
9. Abu Kebir	45,000	45,000	25,000
10. Hihya	25,000	25,000	25,000
11. Mashtul El Soak	20,000	20,000	20,000
12. Ibrahimiya	20,000	20,000	20,000
13. Qenayat	5,000	5,000	15,000
Drainage Maintenance*	200,000	200,000	200,000
<u>Total</u>	<u>700,000</u>	<u>700,000</u>	<u>500,000</u>

* Expenditure for drainage canal maintenance carried out by Irrigation Department.

Source: Dept. of Finance, Sharqiya Governorate

(3) シャルキア州における下水道収入

下水道の収入は基本的には下水道料金収入である。政府は1985年から水道料金上乗せの下水道料金制度を導入した。下水道料金は水道料金の10%である。水道料金は最近次のように改正された。

	改正前	現在 (1985年以降)
一般家庭/公共/ 政府/宗教用	2.5ピアストル/m ³	5.0ピアストル/m ³
工場用	5.0ピアストル/m ³	10.0ピアストル/m ³

上記に見るように水道料金は100%の大巾な増額となった。州では現在、下水道料金は都市部でのみ徴収されている。1983/84-1985/86年度についてみると10%の下水道料金を含む水道料金の収入は表4.11に示すようになっている。

表4.11 水道、下水道料金収入 1983/84-1985/86

	1983/84		1984/85		1985/86	
	Water Supply	Sewerage	Water Supply	Sewerage	Water Supply	Sewerage
Zagazig	288,592	(26,236)	341,112	(31,010)	228,847	(20,804)
Faqus	55,292	(5,027)	77,488	(7,044)	86,582	(7,871)
Bilbeis	61,124	(5,557)	125,861	(11,442)	105,971	(9,634)
Kafr Saqr	16,786	(1,526)	24,010	(2,183)	38,088	(3,463)
Huseiniya	3,793	(345)	6,195	(563)	7,089	(644)
Abu Hammad	16,126	(1,466)	28,238	(2,567)	24,882	(2,262)
Minyet El Qamh	70,690	(6,426)	139,283	(12,662)	160,766	(14,615)
Mashtul El Soak	20,019	(1,820)	35,031	(3,185)	47,342	(4,304)
Abu Kebir	24,103	(2,191)	43,064	(3,915)	52,774	(4,798)
Hihya	12,478	(1,139)	22,548	(2,050)	22,335	(2,030)
Diarb Nigm	39,659	(3,605)	59,955	(5,450)	69,471	(6,316)
Ibrahimiya	5,856	(532)	8,625	(784)	8,586	(781)
Qenayat	n.a.	(n.a.)	n.a.	(n.a.)	n.a.	(n.a.)
Governorate Office	298,271	(27,116)	n.a.	(n.a.)	631,589	(57,417)
<u>Total</u>	<u>912,789</u>	<u>(82,981)</u>	<u>911,410</u>	<u>(82,855)</u>	<u>1,484,325</u>	<u>(134,939)</u>

Note: () is estimated sewerage revenues.
(Source: Dept. of Finance, Sharqiya Governorate)

下水道料金に加え、州では既設の下水道に接続するときに取付け料を徴収している。1ヶ所当たりの取付け料は郡によって5.0エジプトポンドから50エジプトポンドとまちまちである。さらにシャルキア州では下水道未整備区域の各家庭からバキュームカーによる収集の料金を徴収している。郡によって運営されているバキュームカーの容量は2m³、3m³、5m³、7m³であり、これらは住民の要請で貸し出される。1回の貸し出し料は1～3エジプトポンドである。都市部以外の集落の一部についてもバキュームカーによる収集が行われているとのことであった。取付け料とバキュームカーの料金も州の収入に含まれている。表4.12に取付け料とバキュームカーの料金による収入を示す。

表4.12 バキュームカー料金と下水道取付け料

Markaz	No. of Vacuum Cars	Capacities (m ³)	Rental Fees (LE/car)	Sewerage Connection Charge (LE/connection)
Bilbeis	5	3, 5, 6, 8	5.00	5.00
Minyet El Qamh	5	5	1.75	5.00
Zagazig	20	3, 4, 5	1.00	5.00
Faqus	23	3, 7	1.00	50.00
Abu Kebir	4	5, 7	1.00	15
Diarb Nigm	2	2, 7	3.00	N.A.
Ibrahimiya	2	4	1.00	15
Hihya	5	2, 5	1.00	17.00
Huseiniya	4	4, 6, 7, 8	1.50	15
Qenayat City	3	N.A.	N.A.	8.00
Mashtul El Saok	3	3	1.00-1.50	6.00
Kafr Saqr	2	5	1.00	25.00
Abu Hammad	5	3, 4, 5	1.70	6.00

(4) シェルキア州における下水道の財政状況

1986/87 年度の下水道収入は、135,000 エジプトポンドでありこれは維持管理費 (500,000 エジプトポンド) の約 1/4 にしか相当しない。しかも、維持管理費の不足分には州および各郡の技術者の人件費が含まれていないことに注目しなければならない。現場調査の結果から推して、シェルキア州全体では1986/87 年度で約692,000 エジプトポンドがこの人件費に費やされたと考えられる。したがって、下水道事業は常に収入不足に悩まされており、このような不十分な料金制度はひるがえって、不十分な管理や施設の更新をまねくことになり、下水道の運営を悪化させている。実際、現地調査の間、現在の予算では維持管理を行うに十分でなく、より深刻なことには、新しい管の布設や現在の施設の更新には全く不十分であることが見受けられたことであった。したがって、州全体の下水道事業の財政的な体質を正し、健全なものとするためには料金の値上げが必要である。しかしながら、そのような方策は十分な下水道サービスが住民に提供され、また値上げは彼等の容認できる範囲に収まる場合にのみ有効であることを忘れてはならない。

(5) 下水道料金に関する政策

これまでに検討したように、上下水道料金に関する政策はエジプトにおける実施事業体の健全な財政運営を図る意味で最も重要なことである。しかしながら、上下水道事業に関するほとんどの実施機関は、現在資金回収機能が十分ではない。内部資金を十分に調達できないことから、上下水道事業体は人口増加に伴う既設施設の維持管理、更新、拡張に対する要求を満たすことができないでいる。低料金政策ゆえに事業体は財政的な困難に直面しており、人件費、機材、スペアパーツの購入費等の維持管理費、新規事業への投資は重荷となっている。

そこで、このような不満足な財政状態を改善すべく、政府は関係省庁からの代表者による政策委員会を発足させた。住宅省はこの委員会に上下水道事業体の経済均衡を計るための提言を提出した。この提言では以下の各項を実施するよう述べられている。

- 1) 各州を以下のように分類する。
 - a. 大都市、カイロ、アレキサンドリア
 - b. 遠隔の州
 - c. 水源の25%以下が地下水である州
 - d. 水源の25-50%が地下水である州
 - e. 水源の50-75%が地下水である州
 - f. 水源の75%以上が地下水である州

- 2) 以上の分類に従い、1991年までは維持管理に必要な費用を満たし、それ以後は資本費用を回収できるように料金を徐々に値上げする。
- 3) 逓増料金制を採用する。
- 4)
 - i. 水量測定方法、水量メーター、水量測定機器および現行の料金徴収方法の見直し。
 - ii. 上下水道サービスの改善に努力する。
 - iii. 適切な水の使用と料金制度に関し一般への広報を行い、理解を得る。

4.6.4 シャルキア州における長期計画に対する財政計画

(1) 長期計画の財源

シャルキア州の下水道整備の長期計画には、外貨分7,650万エジプトポンドを含め総額4億4,620万エジプトポンドの事業費を要する。これらは1987年価格表示である。この投資計画は2005年までに州内の市街化区域全てに下水道を整備し、住民を現在の衛生状態から解放しようとするものである。

このような多額の投資を計画することから、実施計画は可能な財源を見通した上で段階的に進められるようなものとして計画されなければならない。段階的な計画は、図4.1に示したように各郡の経済的、環境的な面から評価された下水道事業の優先順位に従った事業の実施を可能にする。

以上のような観点から、財政計画が必要となる。シャルキア州が必要な手配をすることを前提に、必要資金の財源として以下のものを充当すべきである。

a. 内貨分

内貨分は政府から補助金、公共事業費の形で手当てされる。エジプト政府は国民の基本的要求を満たすことに高い優先度を与えているところから、少なくとも事業の内貨分について手当てしなければならない。事業の性格、すなわち公共の施設であることから民間セクターが資金手当てに関与することは困難であると考えられる。

b. 外貨分

一方、外貨分については外国あるいは国際金融機関からの融資条件の緩やかな長期ローン、あるいは無償資金を導入する必要がある。現在のシャル

キア州の財政状態を考えると、十分な資金回収が出来るようになるまでは、外国からの融資の返済は政府が行わなければならない。

c. 運転資金

維持管理に要する費用は州内の料金収入から生ずる内部資金で賄われるものと期待できる。しかしながら、州が今後の料金値上げによって収入が増加し十分な資金を内部留保するまでは、政府が必要な運転資金を提供する必要があると思われる。

(2) 国家予算の見通し

下水道関係の国家予算は急速に増加してきた。これは政府がこのセクターを重視していることの反映である。1977年から1981/82年度の間総額182億エジプトポンドの公共投資のうち上下水道関係は6.2%に相当する11億3,500万エジプトポンド、下水道に限れば5億7,000万エジプトポンドが当てられた。第1次5ヶ年計画(1982/83-1986/87)では公共投資総額の8.0%に当たる28億9,400万エジプトポンドが上下水道関係に配布された。下水道はこのうち15億2,000万エジプトポンドであった。新5ヶ年計画では公共投資の8.7%に当たる40億1,700万エジプトポンドが上下水道関係であり、このうち22億9,600万エジプトポンドが下水道である。

以上より、結果的に上下水道関係予算は1970年代の2億2,700万エジプトポンドから1991/92年度の8億300万エジプトポンドへと増加しており、とりわけ下水道関係予算は同時期9,000万エジプトポンドから4億6,000万エジプトポンドへとめざましい増加となっている。これらのことから過去15年間の上下水道予算の伸びは年率9.4%であり、下水道のそれは12%であったことが判る。

表4.13 下水道の国家予算の変遷

(In million LE at current prices)

	National Budget	Public Utilities	Sewerage Sector	Sharqiya Portion
1977-1981/82*	18,200	1,135 (6.2%)	460 (90/year)	N.A.
1982/83-1984/87**	36,400	2,894 (8.0%)	1,520 (300/year)	7.0
1987/88-1991/92*	46,500	4,017 (8.7%)	2,296 (460/year)	21.5

Source: Ministry of Planning

Note : * estimated figures
** actual figures

下水道予算のこのような高い伸びが今後も続くものとし、また政府がシャルキア州に特別の配慮をすると仮定するならば、事業費、なかでも内貨分（最高で年間2,600 万エジプトポンド）は十分国家予算から配分できると考えられる。

(3) 資金回収の機構

シャルキア州における下水道の長い歴史にもかかわらず、維持管理や資本費用を回収する機構は十分に備わっていない。したがって、資金を回収する機構を、料金制度、徴収方法の整備と共に確立する必要がある。

ここでは様々な税や料金制度について考察する。それぞれ長所、短所が考えられる。主な制度としては以下のようなものが考えられる。

a. 水道料金上乘せ

間接的な料金徴収方法の一つであり、容易に実施できかつ料率が適切であれば経済的効率、公平の原則を満たせる。実際、下水道の受益者のほとんどは同時に水道の受益者であることから、この制度は適切なものであろう。シャルキア州は公共の水道から給水を受ける人々がほとんどであるから、このケースにあてはまる。したがって、下水道整備区域が広がり、ますます多くの人々が下水道を利用できるようになれば、現在も実施されている水道料金上乘せは当分の間有望な制度の一つである。

b. 財産税

この制度は増加する維持管理費、資本費用を補うものとして適用できる。しかし、エジプトではこのような税制、特に下水道に関するものは存在しない。この制度自体は適切なものであるが、地方自治体はこの税の税率や範囲に関しほとんど何も権限を持っていない。それに、もしこの制度が全国的に実施されたとすれば、未整備地域の住民が整備地域の住民の分を負担するといった不都合が考えられる。これは農村部の住民のほとんどが、まだ下水道未整備地域に住んでいるシャルキア州にもあてはまる。したがって、この制度については、公平の原則と実際性の面から、さらに検討を加える必要がある。

c. 直接料金

この制度も資金回収の点では適切な制度である。料金は i) 取付け箇所当りの推定人口、受益の程度により料金を負担、ii) 下水の性質、すなわち家庭下水か工場排水、これらは必要な処理の程度により料金を変える、iii) 消費者の種類、すなわち住居、商業、工業によって区分される消費者

の支払い能力により相互に料金を補完し合う、等を基に決めることができる。しかし、この制度では水道料金と別個に料金を徴収するために多くの人々を要する。したがって、シアルキアで現在実施されている水道料金上乘せ制度、これには消費者の種類による料率の区分が含まれている、を当面採用すべきであると思われる。

(4) 下水道収入の見通し

維持管理に要する費用を賄うために十分な収入を得る必要がある。シアルキア州の長期の投資計画を実行するために、十分な資金が得られるように下水道料金を顕著に引き上げることが期待されている。しかし、下水道料金の改正は政府の権限である。そこで、政府がシアルキア州の財政を強化し、増大しつつある下水道への補助金を低減させるため下水道料金を改正するように提言する。

現行の料金制度で得られる下水道収入を1991/92-2005/06年度で推計すると表4.14のようになる。

次に、収入と同じ期間中の維持管理費を計算し2005年までの不足額と累積不足額を表4.15に示す。

表に示されたように、収入と支出のギャップは序々に拡大し不足額は2005/06年度では70万ポンド、支出は収入の約1.3倍にも達する。

下水道料金を大巾に値上げしない場合は、維持管理に要する費用を内部的に賄うことはできない。内部的な財源を増やすためには累進的な料金水準の上昇が必要であり、このときはじめて、下水道事業の自立的で発展的な運営が保証されることになる。

表4.14 下水道収入の見通し, 1991/92-2005/06

	1991/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	1999/2000	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
Incremental Wastewater Consumption (1,000m ³)	13,870	16,425	18,980	37,595	42,340	45,260	47,815	50,370	52,925	55,845	66,430	72,635	77,380	83,950	106,215
Average Water Tariff (pts/m ³)	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
Sewerage Revenue (LE 1,000)	194	230	266	526	593	634	669	705	741	782	930	1,017	1,083	1,175	1,487
Non-Tariff Revenue (LE 1,000)	-	-	-	-	291	312	333	354	372	411	504	552	660	762	828
Total Revenue	194	230	266	526	884	946	1,002	1,059	1,113	1,193	1,434	1,569	1,743	1,937	2,315

Note: 1) Sewerage tariff revenues are calculated as 10% of water tariff revenues.
 2) Average water tariff is computed from weighted average of the proportions between industrial and household use tariff. No increase in current tariff is considered.
 3) Non-tariff revenues are revenues from the sludge sales.

表4.15 収入と支出のギャップ(1991-2005)

	1991/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	1999/2000	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	Cumulative Total
Revenue (LE 1,000)	194	230	266	526	884	946	1,002	1,059	1,113	1,193	1,434	1,569	1,743	1,937	2,315	16,411
O&M Expenses (LE 1,000)	332	362	390	489	653	762	809	957	1,018	1,136	1,413	1,542	1,941	2,274	3,043	17,121
Financial GAP (LE 1,000)	-138	-132	124	37	231	-184	193	102	95	57	21	27	-198	-337	-728	-710

4.7 経済分析

5ヶ年計画の進展に伴い、エジプト政府は飲料水の供給を増加し、また同時に下水道施設の改善を計るべく上下水道セクターを重要視するようになってきた。これらの事業の重要性は、エジプトにおいて今だに見受けられるコレラ、チフス、アメーバ赤痢等の水系伝染病の高い発生率、幼児の高い死亡率に示される劣悪な衛生状況からみても明らかである。

今回の調査はシャルキア州の下水道全般に対する最初のものであり、既に策定されている上水道計画やザガジグで建設中の処理場を始めとする実施中の下水道事業を補足するものである。この計画は対象区域の環境や公衆衛生を改善するものである。1986年で約409,000人と推計される下水道受益者を2005年には1,200,000人に増加させる。この計画はまた、下水道の発展に必要な組織の整備や財政政策の作成を促すものである。

下水の収集、処分によって得られる経済的、社会的便益あるいは環境衛生の改善は以下のように要約できる。

- a. 市街化区域内の下水道処理人口を1986年の409,000人から1995年に535,000人、2005年には1,200,000人に増加させる。整備率は1986年の57.5%からそれぞれ58.5%、100%となる。
- b. 現在の不十分な下水道整備によってもたらされる水系伝染病、衛生の障害を低減し、それらに悩まされている人々の数を減らすことになる。
- c. 現在家庭汚水が浸透している浅井戸の水質を改善することになる。したがって、もしこのままであれば汚染により採水を停止しなければならないかも知れない地下水を有効に利用できることとなる。
- d. 用水路、すなわち農業用水路や排水路の水質を改善する。これにより直接的、間接的に農業の生産性を高め、上水道用水の利用を可能とする。
- e. 以上の環境的・社会的な影響に加え、事業主体の財政面の政策、運営の強化、内部資金の創出等を通じ健全な事業の運営を計ることができる。
- f. 組織面においては組織の強化、職員の訓練、効果的な運営を促すものと考えられる。

事業の発展性を判断する上で、以上の社会-経済的な要素を評価することが重要である。しかし、以上に述べた要素を定量的に評価することは非常に困難である。水系伝染病、幼児死亡率、農業用水の汚濁等の減少、あるいは美観の改善、生活の質の向上、潜在的な経済活動の活性化等、これらを十分に定量化することは困難である。

原則的には経済分析は適当な割引率を用いた費用と、経済的便益の現在価値を比較することによって行われる。便益は、例えば下水道整備により低減する水系伝染病の治療費の減少分とそれによって得られる労働日数の増加による生産性の向上を計算することによって得られる。その他のものとしては、目に見えない下水道整備や環境衛生の向上といった便益が考えられる。

しかし、衛生や病気の改善は単に環境条件の改善ばかりに起因するものではない。栄養条件、予防接種、治療に対する慣習、医療機関等が同じように重要である。また、この事業の範囲外の様々な要素が衛生条件の改善、特に家庭の衛生の改善に関与している。残念ながら、このような要素を規定するに十分な統計資料を得て、これらを金額に換算することはほとんど不可能である。

下水道料金を用いることも一つの方法と考えられる。しかし、消費者が支払う料金は下水道サービスの経済的費用を現してはならず、これらを彼らが得ているサービスの便益の代理と考えることはできない。実際、現在の料金水準は経済的な費用よりもかなり低いものと推定される。したがって、これを消費者の支払い可能額と考えると内部収益率は負となり、単にどこまで値上げをすべきかを示すだけになってしまう。

第 5 章

第 1 期計画

第 5 章

第 1 期計画

5. 1 第 1 期計画の内容

第 4 章で説明したように、1995 年までの下水道整備の第 1 期事業にはザガジグ、ファクス、ビルベイス、ミニエットエルカムの 4 市が優先都市として選ばれた。4 市のなかでビルベイスを除く 3 都市は新 5 ヶ年計画 (1987/88-1992/93) に取り挙げられ、下水処理場の予算が計上されている。第 1 期事業対象の 4 都市に対するフィージビリティ調査は本報告書 1. 3. 3 節に述べた調査内容に従って行った。調査項目を以下に示す。

現場調査

- 水質調査
- 下水道施設に関する地形測量

施設計画

- 設計基準
- 代替案の検討
- 新規施設計画
- 既存施設の修復計画
- 既略設計
- 費用積算
- 建設資機材の調達計画と必要人員推計

組織、体制の計画

- 適切な体制
- 組織
- 下水道使用料

事業の評価

- 財務評価 (最小費用)
- 経済評価
- 環境、社会的評価

実施計画

- 実施計画
- 支出計画

以上の項目のいくつかは、長期計画で検討され、前章までに述べている。その他の項目については、この章に示す。

5.2 4市の代替案の検討

5.2.1 序言

技術的に最も適切な下水道施設計画を樹立するため、4市について代替案の検討を行う。それぞれの市についていくつかの代替案を考え、それぞれの案について施設の概略設計を行い、建設費、維持管理費を算定した。代替案の設定と評価に当り以下のような仮定を設けた。

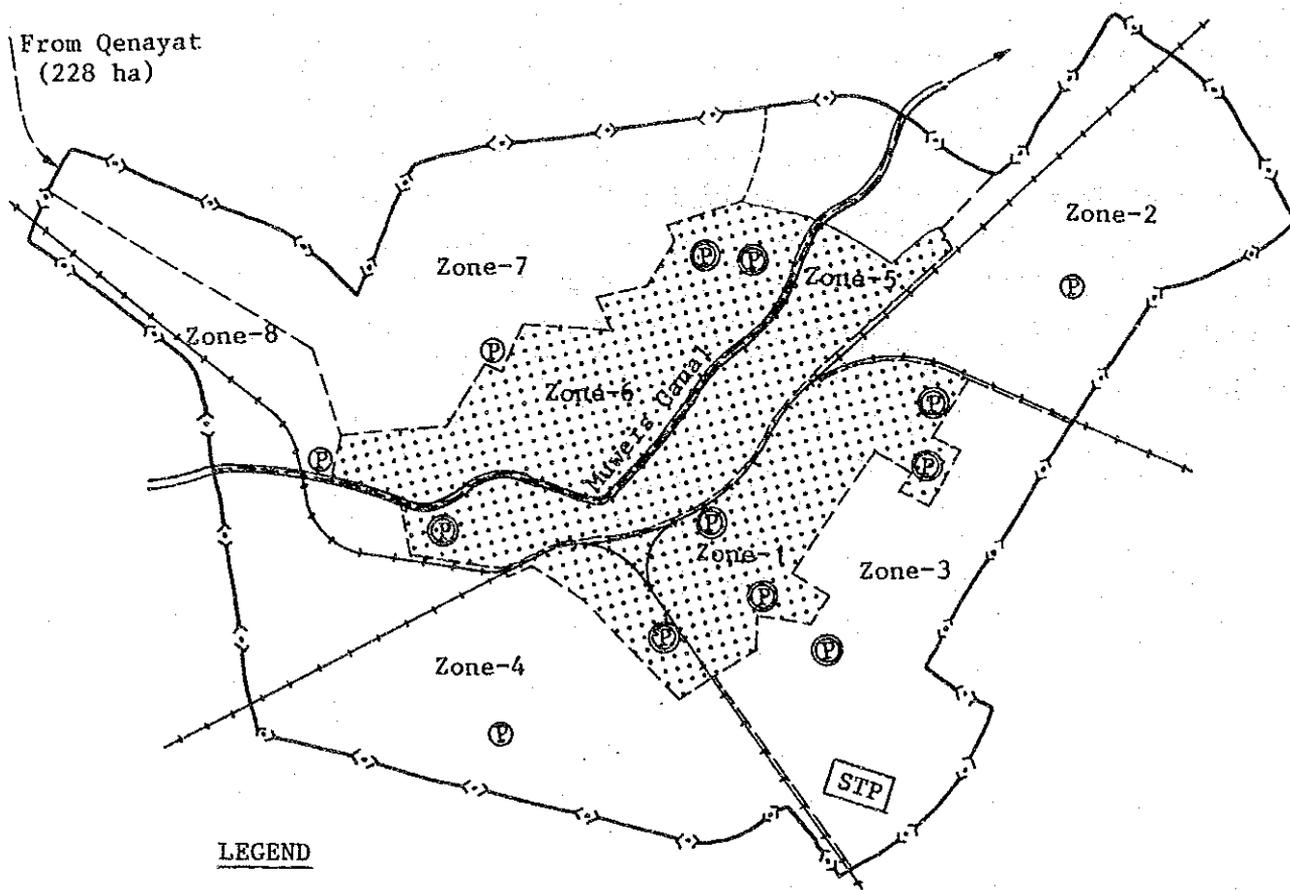
- (1) 2005年の流量に対応する施設を考慮する。
- (2) 技線管渠の費用は、費用比較から除外する。この費用は全てのケースでほとんど同じと考えられるからである。処理場建設費も同じ理由で費用比較からは除く。したがって、代替案の検討では幹線管渠とポンプ場が焦点となる。
- (3) 既設の施設は全体事業費を小さくするためになるべく利用する。
- (4) 形状や容量がどのケースでも同じものは比較の対象外とする。

5.2.2 ザガジグ

ザガジグ市の2005年の処理区は全体で2,726haである。処理区は既設処理区と地形的条件から図5.1に示すように全体で8つの処理分区に分割される。処理分区の面積は以下の通りである。

分区名	面積(ha)	既設、未整備の区分
第1	220.0	既設
第2	388.7	未整備
第3	334.8	未整備
第4	497.4	未整備
第5	325.0	既設、一部未整備
第6	383.6	既設、一部未整備
第7	440.8	未整備
第8	135.7	未整備
計	2,726	既設 794 ha 未整備 1,934 ha

本報告書2.10節で述べたように、現在ザガジグ市では新しい下水処理場がNOPWASDにより建設中である。したがって、処理場の位置については代替案は考えない。既設区域は比較的大きく、既設の幹線管渠、ポンプ場、圧送管は2005年以降もできる限り利用すべきである。図5.1に示すように既設区域は市の中央部にあり、新規の処理区を東西2つの部分に分割する形となっている。そこで施設の代替案はこの2つの部分について個別に考慮する。東側部分は第2、第3の2つに処理分区から成り、西側部分は第4、第7、第8の3つの処理分区から成る。したがって、ザガジグについてはこれら5つの処理分区の下水をどのように処理場へ送るかについての代替案を検討する。西側部分についてはムエイズ運河が市街地を2分しているといった地形的特徴を考慮する必要がある。ムエイズ運河の横断には費用のかかる特殊工法が必要となるので、できる限りこれを避けなければならない。以上の考察を基に、東側部分については2つ、西側部分については3つの代替案を考案した。代替案を図5.2～5.6に示す。また、それぞれの代替案の概要は以下の通りである。



LEGEND

- >--- : Boundary of Sewerage Service Area
- : Zone Boundary
- : Existing Service Area
- +--- : Railway
- STP : Sewage Treatment Plant
- Ⓟ : Pumping Station
- Ⓢ : Existing Pumping Station

図5.1 ザガジグ下水道概要

- 代替案-1 (東側) この代替案では第3処理分区のポンプ場に加え、第2処理分区にも新規のポンプ場を設ける。このポンプ場から下水は圧送管で処理場まで送られる。代替案-2に比べ、この案の利点の一つとして自然流下管よりもこの圧送管の費用が安いことが挙げられる。
- 代替案-2 (東側) 第2処理分区のポンプ場と、そこからの圧送管に換え、この代替案では第2処理分区から自然流下の幹線を考える。この案の利点の一つは自然流下管の経路沿いに存在する小規模な既設ポンプ場が廃止でき、維持管理が容易となり費用が軽減されることである。しかし、不利な点もいくつかあり、その一つとして第2、第3処理分区の両方の汚水に対する自然流下管を建設することによる初期投資の高騰が考えられる。
- 代替案-3 (西側) この案は長期計画策定の際考えたものである。第7、第8処理分区の汚水は別系統の幹線、ポンプ場で集められ、第4処理分区に建設されるポンプ場へ圧送される。圧送管は2ヶ所でムエイズ運河を横断する。この案の利点の一つとして、第4、第7、第8処理分区の下水道整備が独立して行えることが挙げられる。
- 代替案-4 (西側) 第7、第8処理分区からの圧送管をムエイズ運河横断の手前で1本にまとめる。代替案-3に比べ、ムエイズ運河の横断が1ヶ所になること、第4処理分区から始る自然流下管の管径が小さくなることが、この案の利点である。他方、ムエイズ運河を横断する圧送管は管径が大きくなり建設費が高くなる。
- 代替案-5 (西側) この案は既設の主ポンプ場の能力を最大限に利用するために考え出したものである。第7、第8処理分区の新ポンプ場からそれぞれ自然流下管とし、ムエイズ運河の手前で合流させ、運河を伏越して横断する。既設の伏越しは第7、第8処理分区の汚水を第6処理分区の汚水と一緒に流下させるには、能力不足であるので、新しい伏越しを既設の近くに設ける。既設ポンプ場の利用に加え、技線管渠の一部を自然流下の幹線に接続できるので、この建設費が多少安くなることが、この案の利点である。

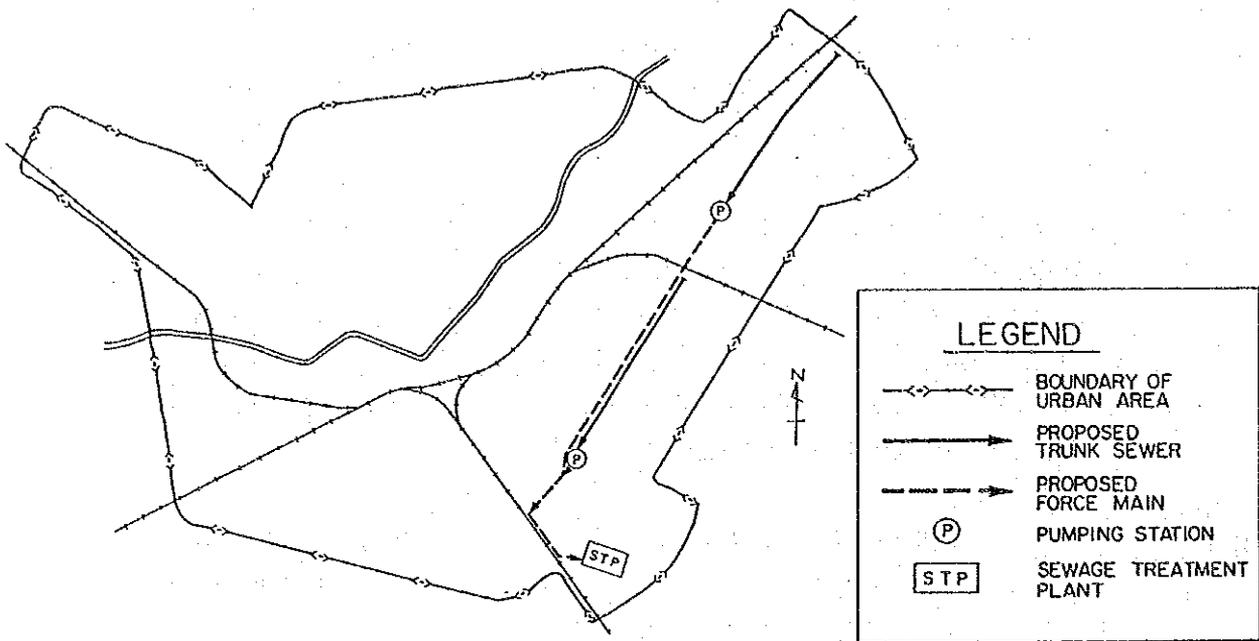


図5.2 ザガジグ代替案-1 (東側)

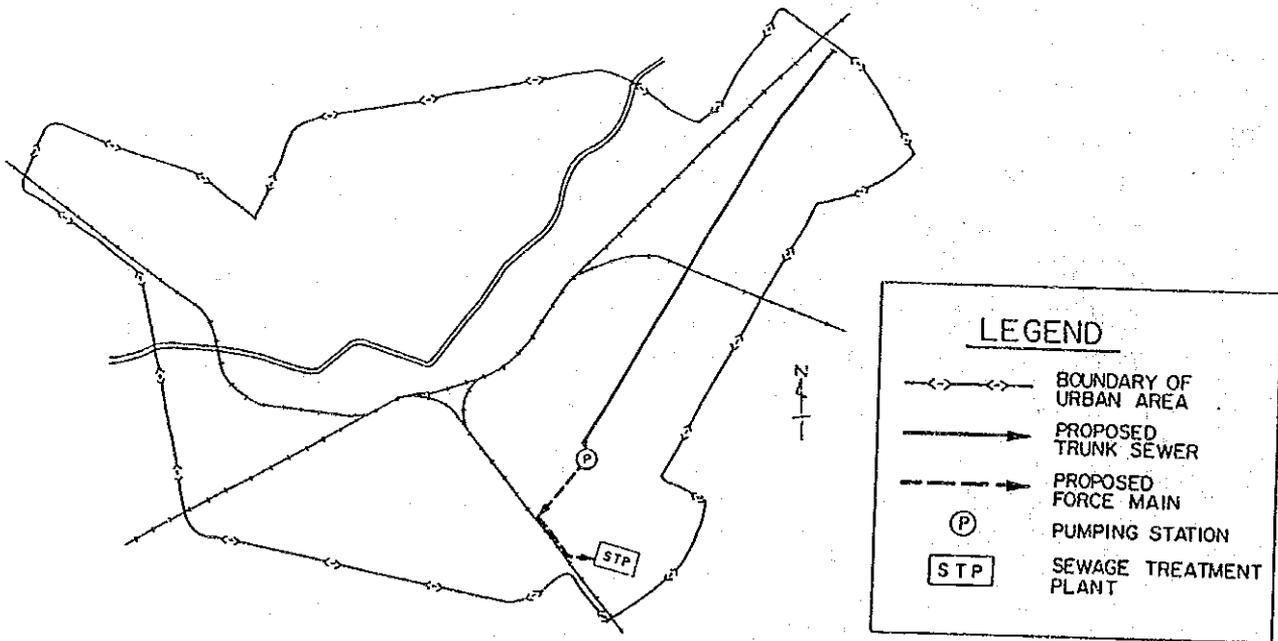


図5.3 ザガジグ代替案-2 (東側)

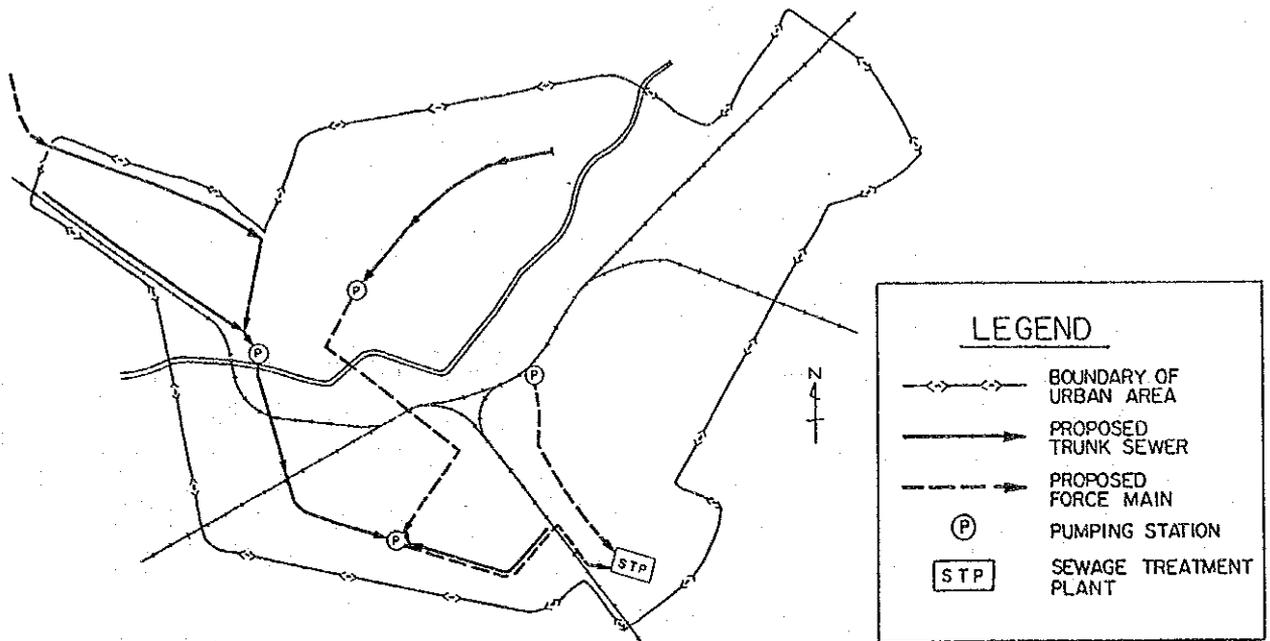


図5.4 ザガジグ代替案-3 (西側)

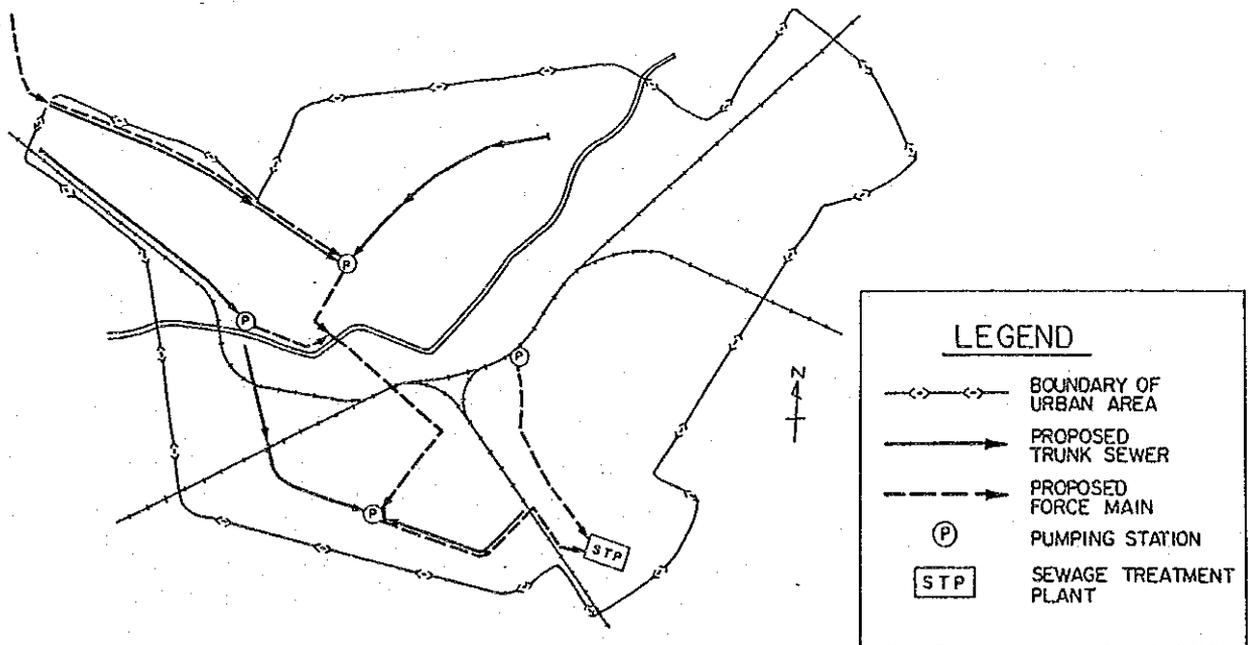


図5.5 ザガジグ代替案-4 (西側)

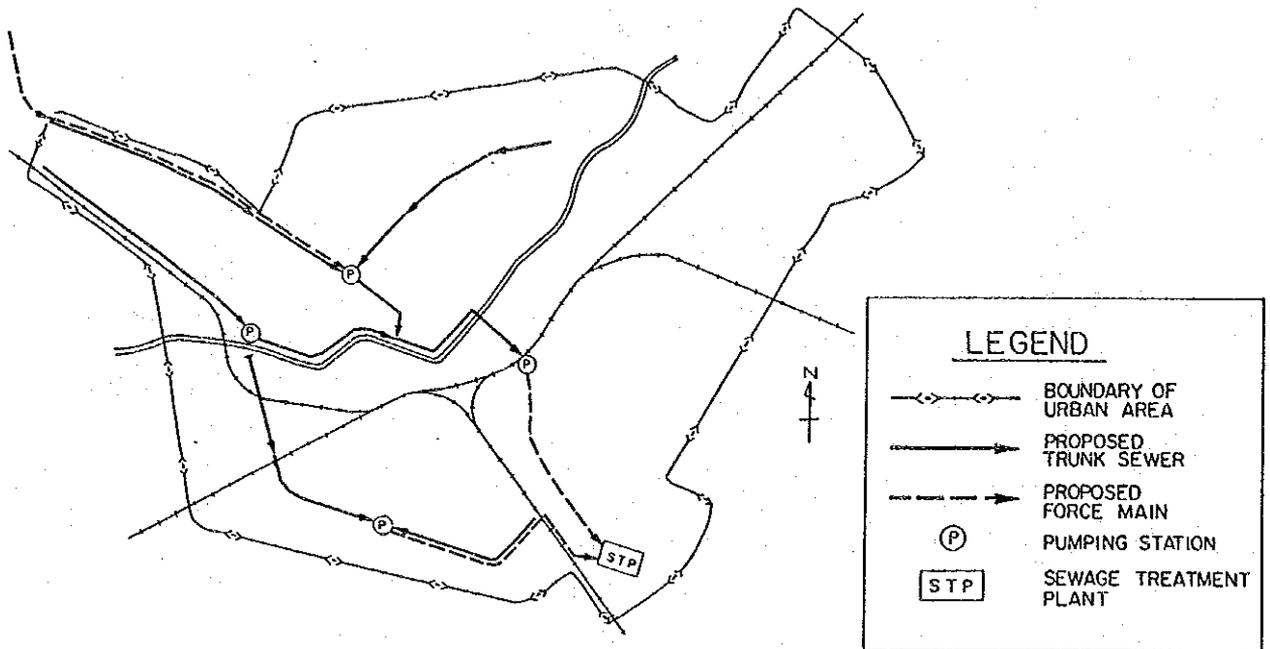


図5.6 ザガジグ代替案-5 (西側)

5. 2. 3 ファクス

ファクス市の2005年の処理区面積は515haである。概要を図5.7に示す。既設の区域は99.5haであるが、この区域内の管渠は2005年までに全て布設替えを行う。これらは郡役場の技士の要請による。布設替えを行わなければならない理由は、これらの管は当初地下水低下の施設として建設されたもので、深さと勾配が下水管としては全く不適当なことである。したがって、処理区全体を新規の区域とみなす。図に示すように処理区は東西に流れるファクス運河と、それに並行する鉄道によって北部と南部の2つの部分に分割される。ファクス駅とその周辺の商業地域の地盤は処理区他の部分より2m程高くなっている。北部の鉄道沿いに一ヶ所低地が存在する。この他、地形的特徴としては、市街地の周辺に市の汚水を流すのに十分な容量の排水路が存在しないことが挙げられる。処理水は市から約2.5km離れた地点を南北に流れるバルエルバカール排水路へ放流しなければならない。したがって、処理場候補地は市から通じる道路がこの排水路を横断する地点に限られる。既設ポンプ場が一ヶ所あり、これは今後も存続させる。

以上のような考察を基に、以下の3つの代替案を比較検討する。

- 代替案-1 処理区の汚水全部を北部の新ポンプ場に送り、そこから処理場へ圧送する。この案は長期計画で当初考えた施設である。処理区域内の幹線は全て自然流下管となっているので、枝線管渠は容易に接続可能であることが最大の利点である。
- 代替案-2 この案は南北2つの部分の汚水を別個に取り扱う。北部のポンプ場は北部のみを流入区域として、南部の汚水は南部のポンプ場から処理場まで別系統で送られる。圧送管の総延長は代替案-1よりも長くなるが、2つの区域の下水道整備を独立して実施できることが、この案の利点であると思われる。処理区域内の幹線が自然流下管であることは代替案-1と同様である。
- 代替案-3 鉄道の付近から始る自然流下管に換えてポンプ場を低地に設け、そこから北部のポンプ場まで圧送することを考える。低地およびその周辺の汚水はこのポンプ場から北部ポンプ場へ送られる。

以上の3つの代替案の施設の配置を図5.8～5.10に示す。

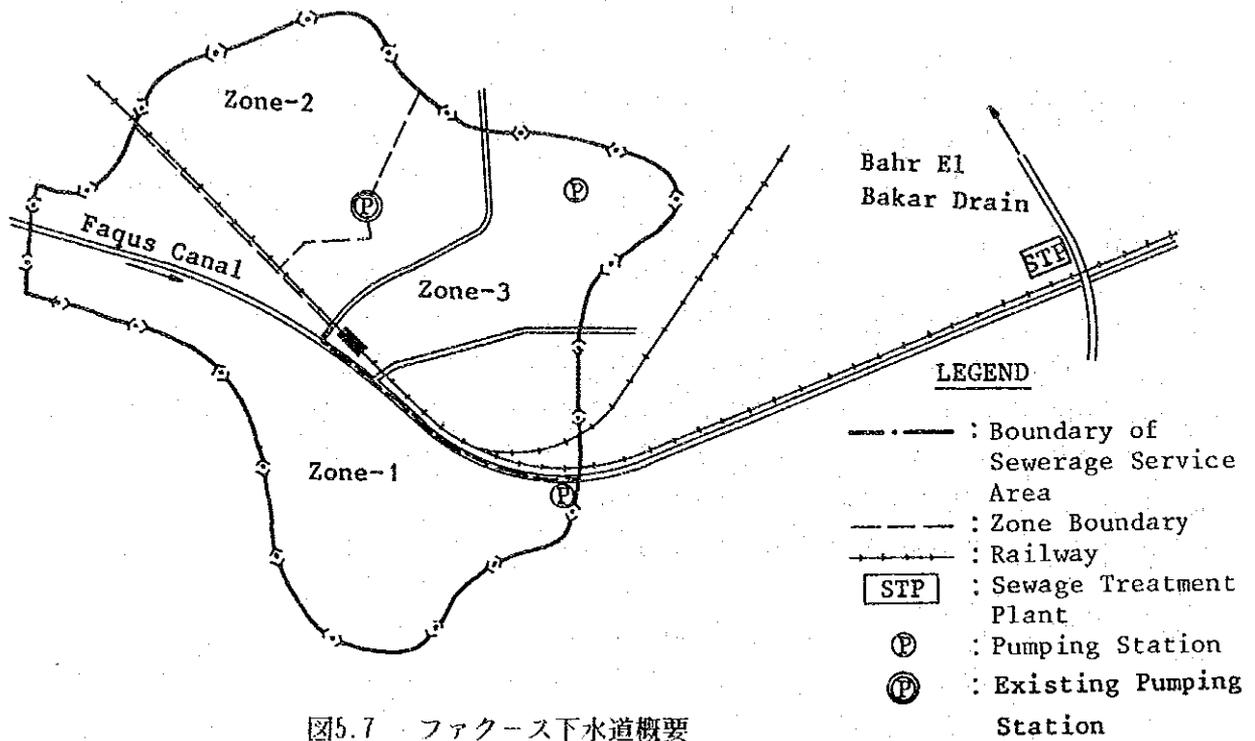


図5.7 ファクス下水道概要

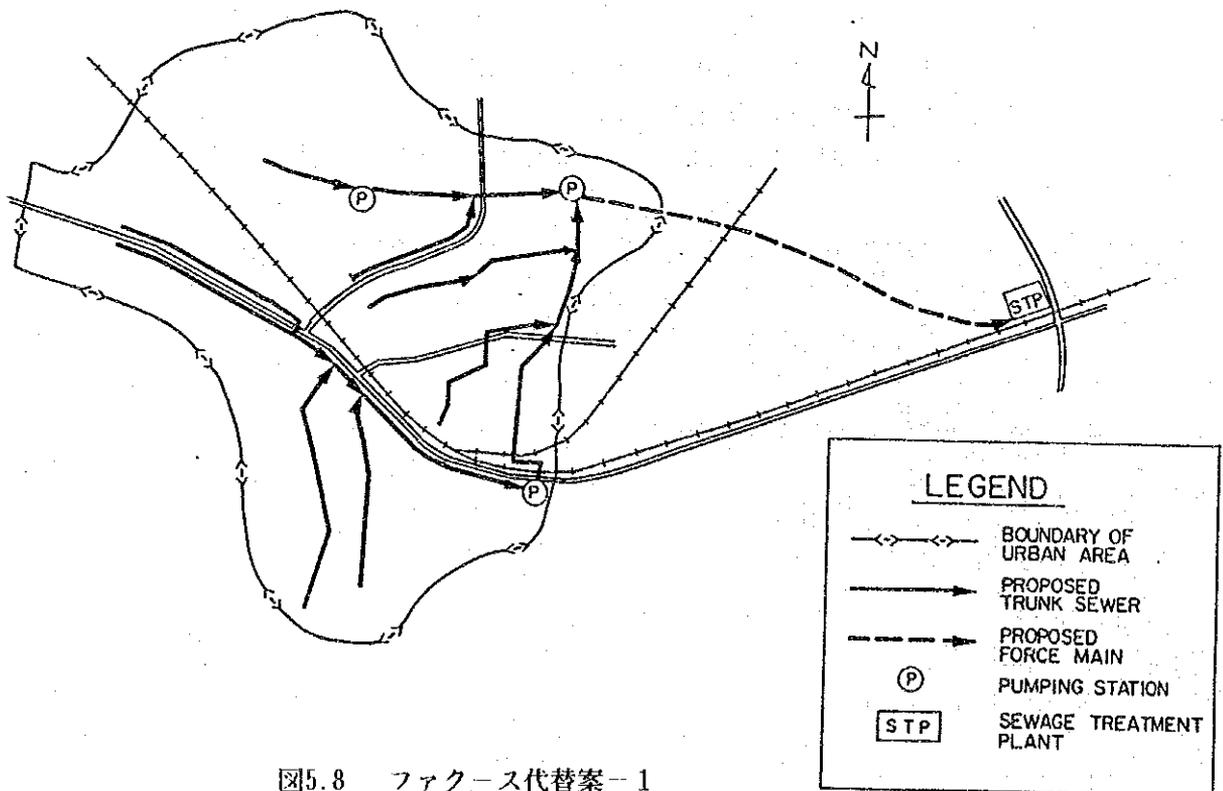


図5.8 ファクス代替案-1

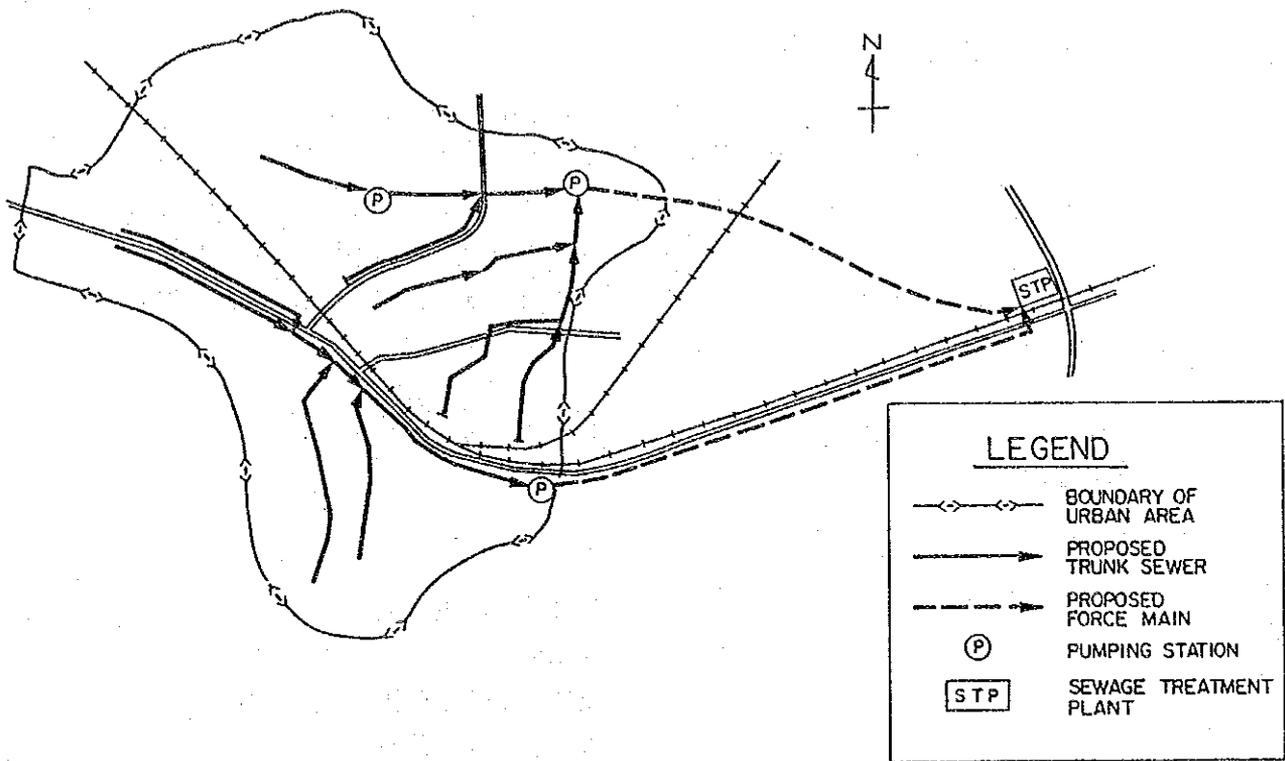


図5.9 ファクス代替案-2

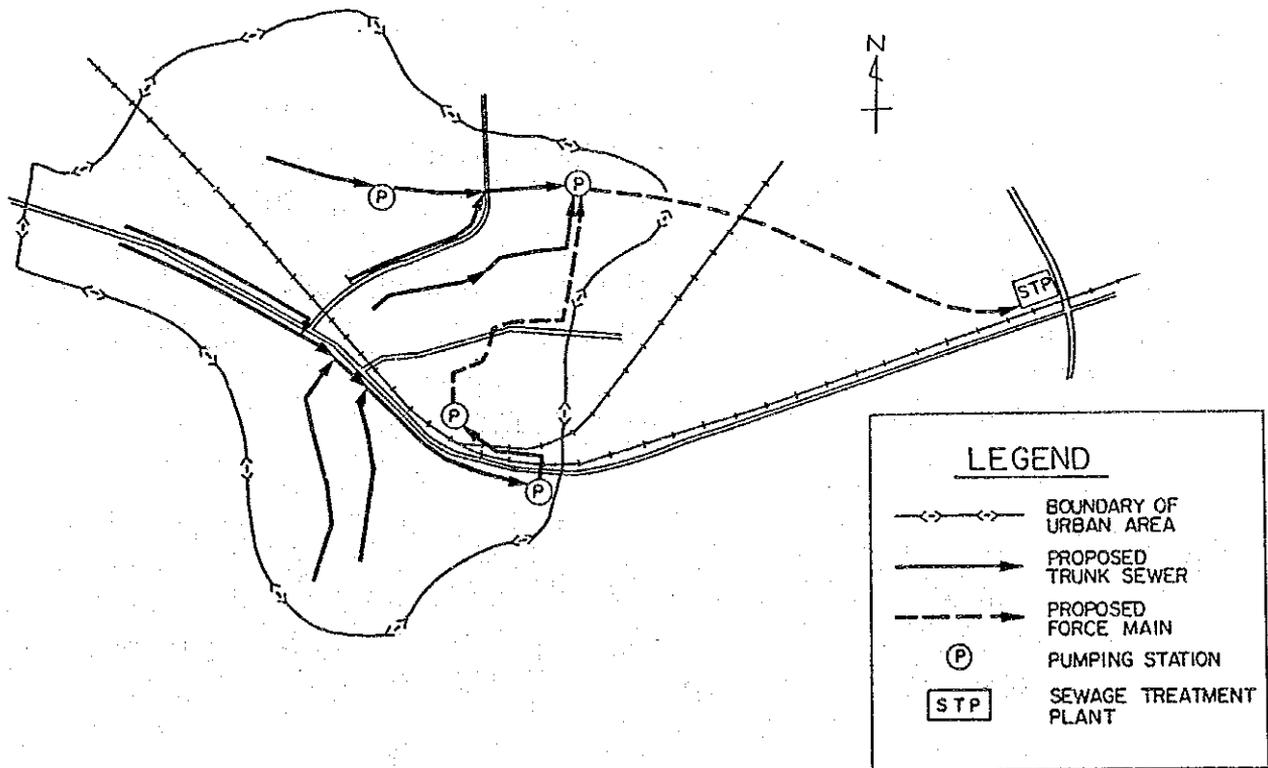


図5.10 ファクス代替案-3

5. 2. 4 ビルベイス

ビルベイス市の技士との協議で合意した処理区面積は667ha で、その大要は図5.11に示す通りである。2005年まで市街地は急速に成長し、現在の市の行政区域を超えて拡大する。処理区はこの地方の主要な運河であるイスマイリア運河によって2分割される。現在3ヶ所のポンプ場が移動しており、1ヶ所が建設中である。地形および既設ポンプ場の流入区域を考慮して処理区を図5.11に示すように9つの処理分区に分割した。処理分区の面積は以下の通り。

分区名	面積(ha)	既設、未整備の区分
第1	210.5	未整備
第2	40.5	未整備
第3	79.1	既 設
第4	97.0	既設、一部未整備
第5	41.6	未整備
第6	28.5	既設、一部未整備
第7	55.9	既設、一部未整備
第8	48.3	未整備
第9	65.6	未整備
計	667	既 設 273 ha 未整備 394 ha

既設区域の汚水は既設ポンプ場のいずれかに流集し、ビルベイス排水路（バールエルバカール排水路の上流部）へ放流される。幾本かの管路は直接自然流下でこの排水路へ生下水を放流している。運河への放流は、それが2次処理水であろうとも禁止されているので、汚水の放流先はバールエルバカール排水路しかあり得ない。したがって、イスマイリア運河より南側に位置する第1処理分区の汚水は北部に送り、バールエルバカール排水路へ処分しなければならない。処理場位置として最適な場所は、既設ポンプ場からこの排水路への放流点付近と考えられる。

以上を考慮し、比較検討のため以下の3つの代替案を案出した。

代替案ー1 イスマイリア運河右岸に新しくポンプ場を設け、第1処理分区の汚水をここから処理場へ圧送する。第2処理分区にもポンプ場を設け、ここから処理場まで既設のポンプ場から汚水を集める圧送管を布設する。第5、第8、第9処理分区には、地形上、前出の圧送管に接続するための小ポンプ場がそれぞれ必要である。

代替案-2 代替案-1で考えた第1処理分区の新ポンプ場をイスマイリア運河の下流側へ移し、そこから圧送管を出発させる。この圧送管が処理区全体の汚水を集める唯一の幹線となる。その他は代替案-1と同じである。

代替案-3 幹線の配置は代替案-2と同じであるが、この幹線を自然流下管で計画する。幹線沿いのポンプ場は全て廃止される。運河横断の伏越しと、この幹線の工事には推進工法等の特殊工法が必要となろう。その結果、幹線建設費は圧送管のそれよりも高くなると考えられ、これがポンプ場の費用と相殺されることになる。第5、第8処理分区の小ポンプ場は前記と同様の理由により必要である。

3つの代替案を図5.12~5.14に示す。

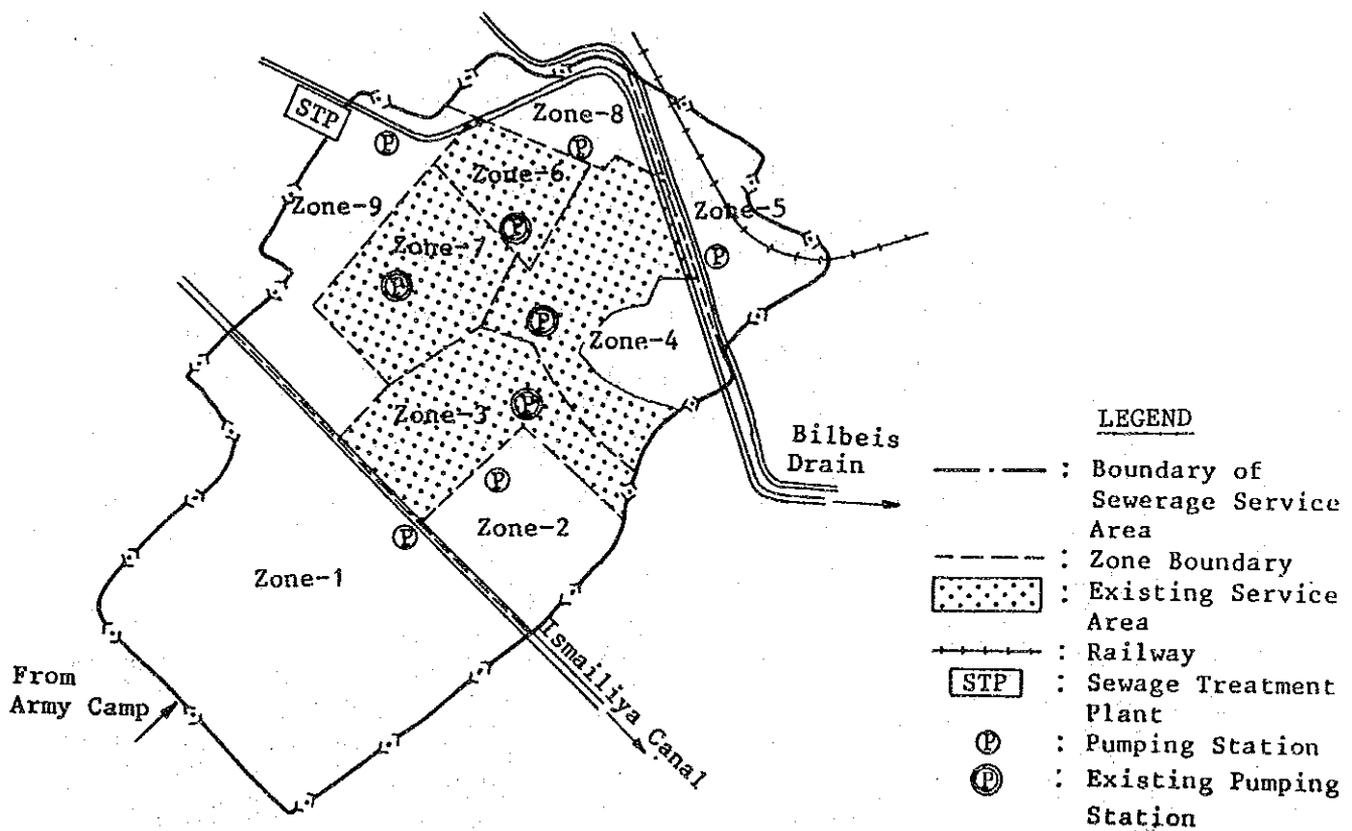


図5.11 ビルベイス下水道概要

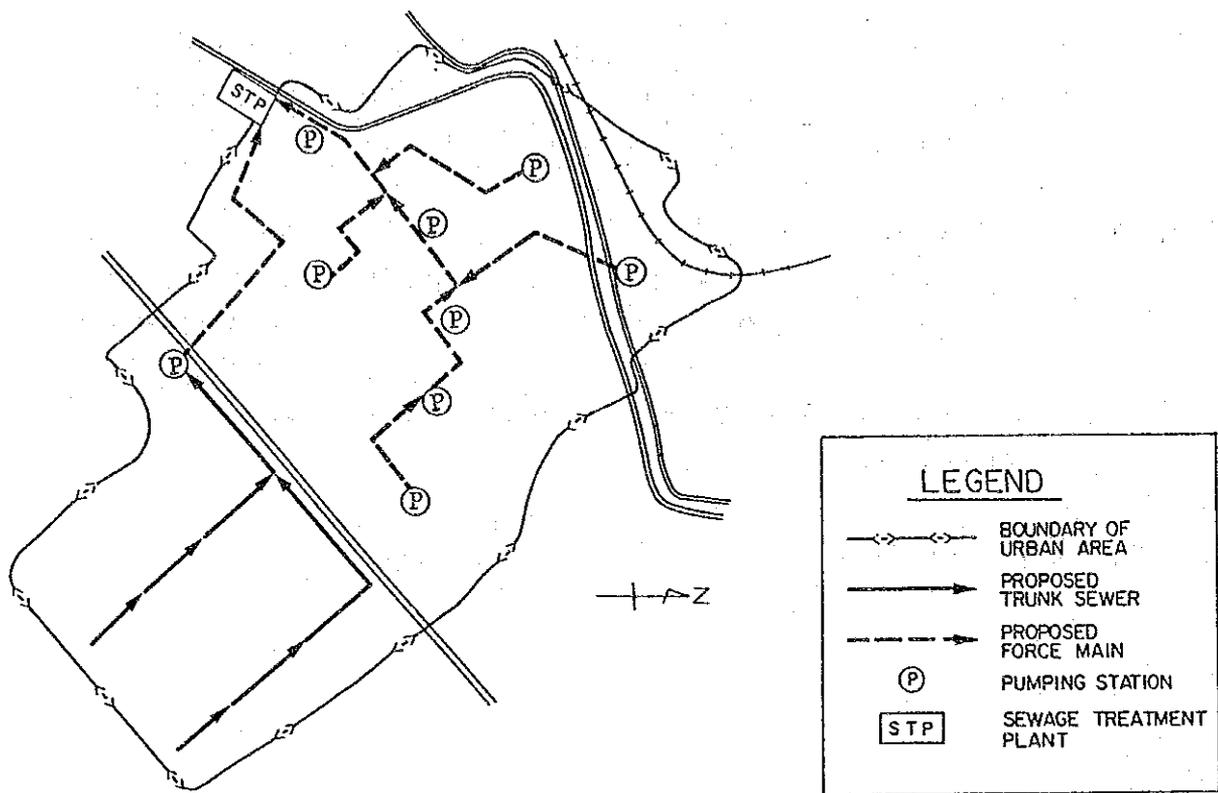


図5.12 ビルベイス代替案-1

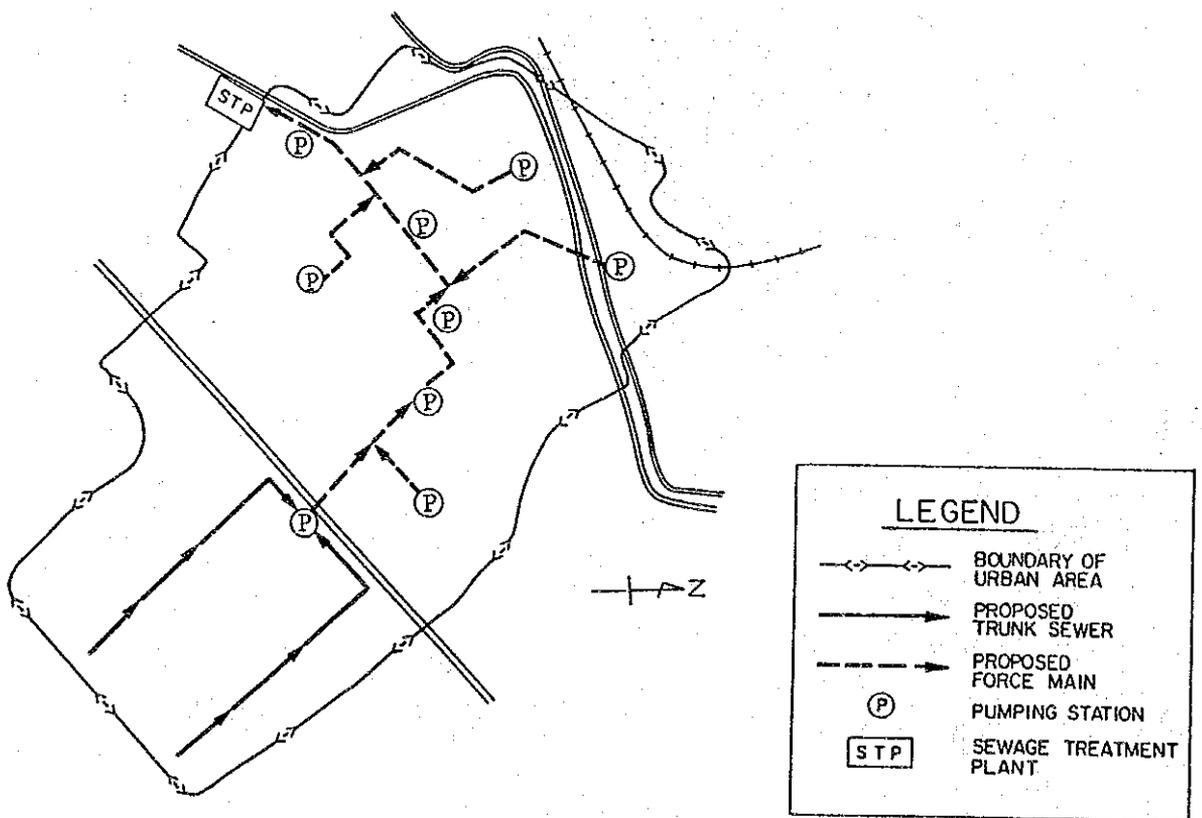


図5.13 ビルベイス代替案-2

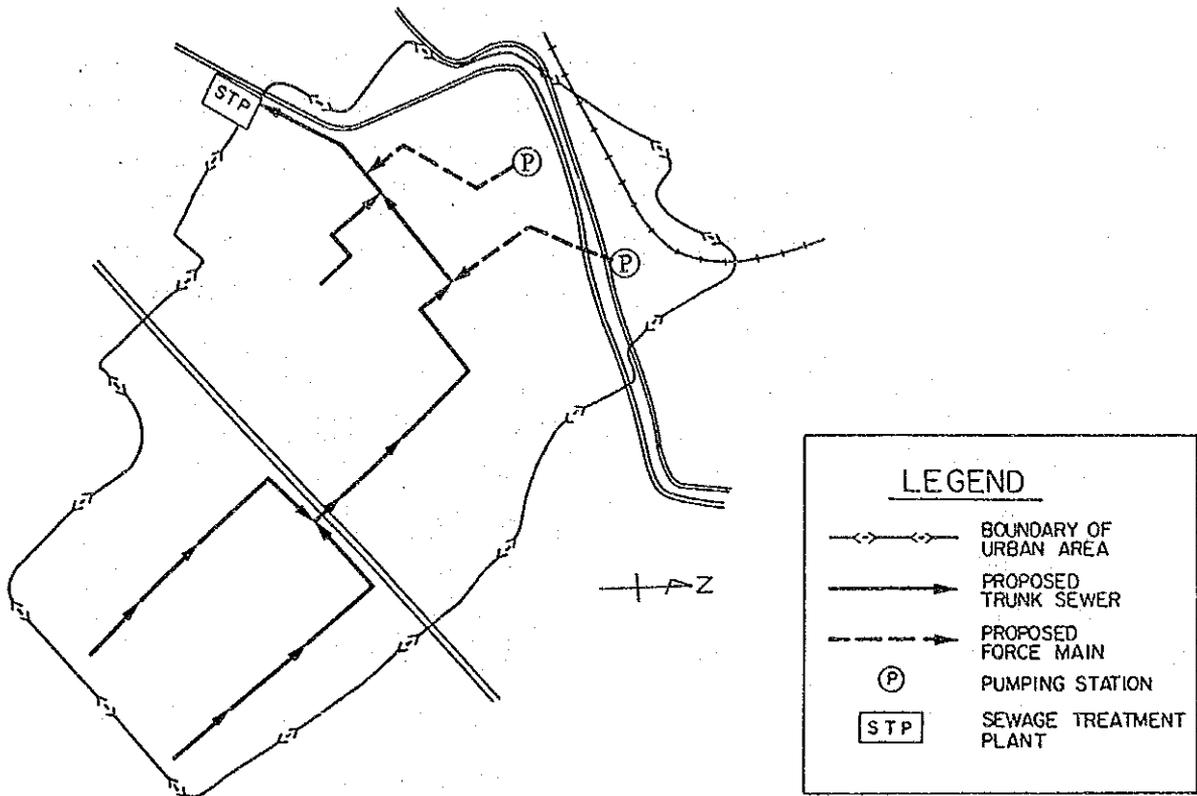


図5.14 ビルベイス代替案-3

5. 2. 5 ミニエットエルカム

ミニエットエルカム市の2005年の処理区域面積は300haであり、これはムエイズ運河により南北の2つの部分に分割される。現在3ヶ所のポンプ場が運転されている。北部にはポンプ場が1ヶ所あり、これは市の北部の排水路に放流している。一方、南部の2ヶ所のポンプ場はいずれも流集した汚水を、市街地の南端を流れるミニエットエルカム排水路へ放流している。処理区は全般的に平坦で起伏は全くない。このような処理区の現況を考慮し、処理区を図5.15に示すように5つの処理分区に分割した。処理分区の面積は以下の通りである。

分区名	面積(ha)	既設、未整備の区分
第1	90.1	未整備、一部既設
第2	30.3	既設
第3	67.4	既設
第4	87.3	未整備
第5	24.9	既設、一部未整備
計	300	既設 150ha 未整備 150ha

ミニエットエルカム市の汚水の放流先としては、市の北部、少し離れた所にある排水路か、ミニエットエルカム排水路のいずれかが考えられる。処理場位置としてはこれらの排水路沿いに南北いずれの地点も選定できる。どちらの場合でも処理場と反対側の処理分区の汚水は、ムエイズ運河を越えて処理場まで送らなければならない。南側の処理区の汚水が、北側に比べ現在も将来も多いこと、北側の放流点までの距離が長いことを考えると、処理場は南部に位置するのが妥当である。この場合、第1処理分区の汚水は処理場まで圧送されることになり、他の手段は考えられない。したがって、第1処理分区は比較検討では無視する。他の処理区分について以下の3つの代替案を考えた。

代替案-1 第4処理分区東部の未整備区域の汚水を第2処理分区の既設ポンプ場に集める。第3処理分区の未整備区域の汚水は、この処理分区の既設ポンプ場に集め、処理場まで圧送する。第5処理分区の汚水は処理場内に設ける小ポンプ場まで、自然流下で送る。

代替案-2 第4処理分区の市街化は、他の処理分区よりも遅れているので、第2処理分区から分離する。第4処理分区の汚水については、自然流下の幹線を考える。この汚水は処理場内のポンプ場で、第5処理分区の汚水と一緒に揚水する。2ヶ所の既設ポンプ場は第2、第3処理分区の汚水を揚水するため存続する。

代替案-3 既設ポンプ場と圧送管に換え、処理区域内の幹線を全て自然流下管で計画する。既設ポンプ場2ヶ所は2005年までに廃止する。第2、第3、第4、第5処理分区の汚水は一括して処理場内のポンプ場で揚水する。

3つの代替案を図5.16~5.18に示す。

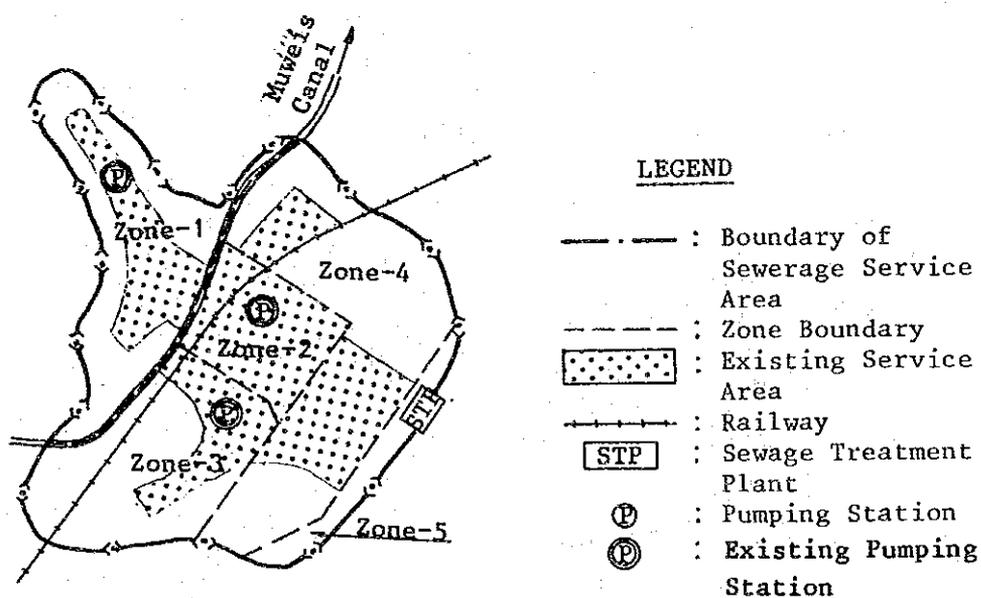


図5.15 ミニエットエルカム下水道概要

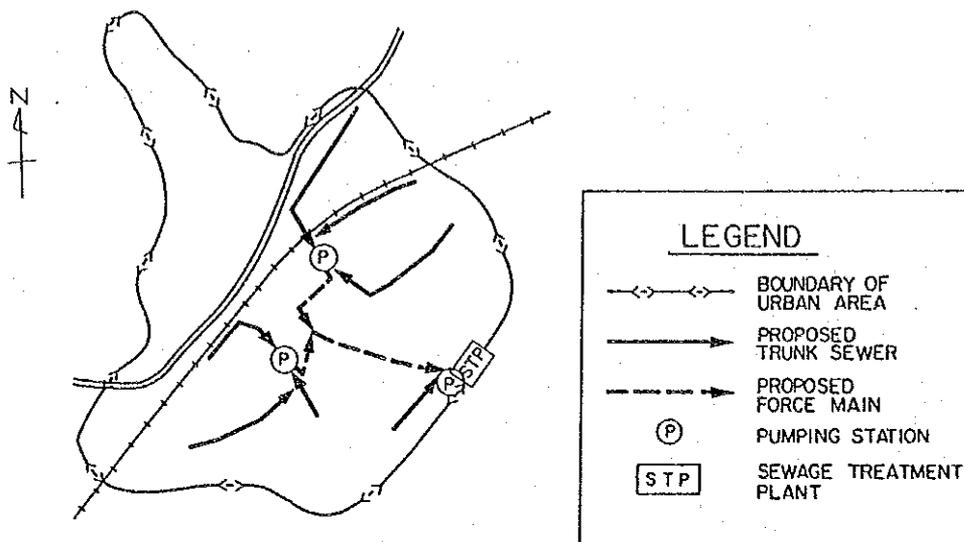


図5.16 ミニエットエルカム代替案-1

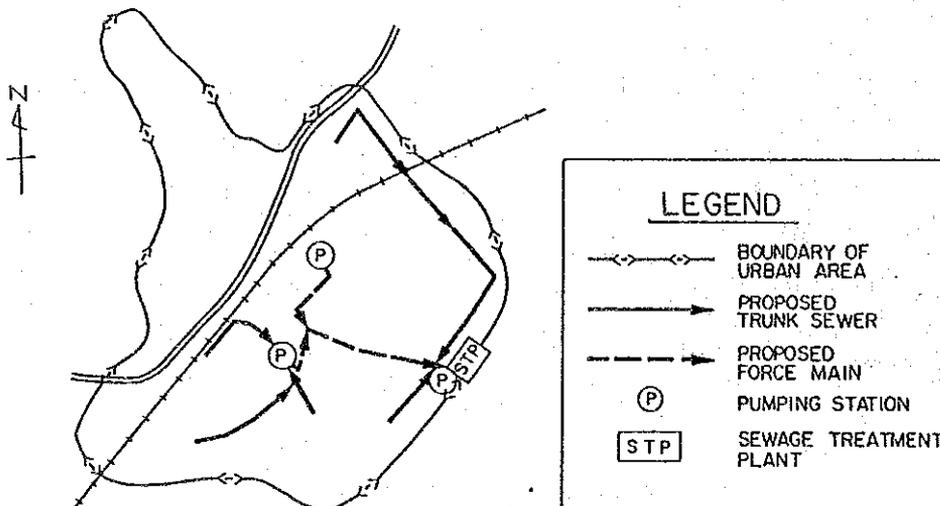


図5.17 ミニエットエルカム代替案-2

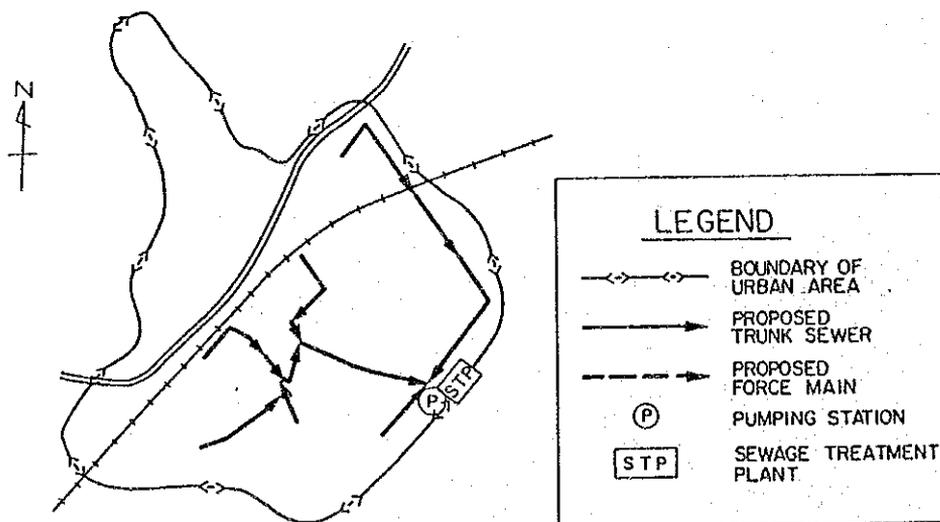


Figure 5.18 Alternative-3 for Minyet El Qamh

5.3 費用比較

各市の最適な下水道施設を選定するに当たって、費用は考慮すべき最も重要な要件である。それぞれの代替案について費用の見積り比較を行う。費用見積りは、以下の仮定に基づいて行った。

- (1) 施設計画の目標年次は2005年とする。ただし、自然流下の幹線管渠は、2040年の流量で設計する。圧送管については2005年の流量に対するもの1条と、2005年から2040年までの増加流量に対する1条の計2条とし、比較のため建設費は2条の合計とする。ポンプ場は2005年流量で設計する。
- (2) 施設の平均耐用年数を30年と考え、2005年流量に対し30年間の維持管理費用を見込む。
- (3) 管渠の維持管理費用は自然流下管に対し、年間0.52円/m、圧送管に対し年間0.05円/mとする。(付録Ⅶ参照)
- (4) ポンプ場の維持管理費用としては、補修費と電力費を計上する。電力費は、現行の電力料金0.10円/kWhを基に計算する。年間の補修費は、建設費の0.5%とする。

費用積算の結果を表5.1に示す。

表5.1 4都市の代替案の費用

City	Alternative	Construction Cost (LE 1,000)			O & M Cost for 30 years (LE 1,000)			Total and Rank	
		Sewer Pipes	Pumping Stations	Sub-total	Sewer Pipes	Pumping Stations	Sub-total	Total Cost	Rank Ratio*
Zagazig	1	760	1,437	2,197	27	1,761	1,788	3,985	1 100
	2	2,178	936	3,114	50	1,183	1,233	4,347	2 109
	3	11,532	5,081	16,613	156	8,909	9,065	25,678	3 120
	4	12,074	3,896	15,970	163	5,341	5,504	21,474	1 100
	5	11,956	3,896	15,852	227	7,246	7,473	23,325	2 109
Faqus	1	5,036	2,017	7,053	200	1,486	1,686	8,739	2 106
	2	4,463	2,139	6,602	173	1,504	1,677	8,279	1 100
	3	4,639	2,881	7,520	156	2,075	2,231	9,751	3 118
Bilbeis	1	5,102	4,145	9,247	75	3,526	3,601	12,848	2 103
	2	4,745	4,145	8,890	74	3,526	3,600	12,490	1 100
	3	12,091	3,270	15,361	125	3,264	3,389	18,750	3 150
Minyet El Qamh	1	1,585	890	2,475	76	1,593	1,669	4,144	3 115
	2	1,283	835	2,118	56	1,439	1,495	3,613	1 100
	3	1,671	900	2,571	75	1,318	1,393	3,964	2 110

Note: * Ratios are indicated as the least cost alternative is to be 100.

5.4 最適下水道施設

4 都市の下水道施設を費用比較の結果とその他の要件、実施の難易、初期投資の程度とその効果等を基に選定する。一般的には、明らかに不利な点がない場合は、最小費用の代替案を採用する。採用した最適案と採用の理由は以下の通りである。

5.4.1 ザガジグ

処理区の東側については、費用最小の代替案-1を最適案とする。費用以外にも代替案-2に比べいくつかの利点がある。第2処理分区は近々のうちに市街化されそうもないので、初期投資が代替案-2より大巾に少なくなる。なぜならば、代替案-2では事業の初期に、第2、第3の両処理分区の汚水に対する自然流下管を建設しなければならないからである。他の利点としては、それぞれの処理分区の施設の独立性と第2処理分区の事業実施の柔軟性、すなわち他の施設計画が確立された後、下水道計画をそれに合わせ変更できること等が考えられる。

処理区の西側については、代替案-4とする。これは3つの代替案のなかで費用最小である。費用、特に維持管理費が安くなった理由は、この案では第8処理分区の汚水が処理場に至るまでに1回しかポンプ揚水されないのに対し、代替案-3では2回揚水されることの差による。代替案-5の場合も、第7、第8処理分区の汚水は処理場までに2回揚水される。この案では既設ポンプ場を利用することにより、ある程度ポンプ場建設費を軽減しているものの、維持管理費を高くする結果となっている。他の利点は運河横断が最も少いことである。代替案-3と4には、実施の難易について顕著な差はない。しかし、代替案-5では自然流下の幹線沿いの技線管渠を一部布設替える必要があろう。

以上に述べた理由から、ザガジグについては東側は代替案-1、西側は代替案-4を選定する。

5.4.2 ファークース

代替案-1とする。この案は費用最小案ではない。費用最小である代替案-2を除外した主な理由は、初期投資が大きくなることである。鉄道の南に位置する商業地域の下水道整備は緊急を要するため、事業開始時点で2条の圧送管が必要となる。代替案-1の場合、この当初必要な圧送管の距離が代替案-2に比べ短いため、初期投資が小さくなる。代替案-3は1、2に比べ費用が高い。これは自然流下の幹線より、ポンプ場と圧送管の費用が高くなったためである。これが代替案-3の大きな欠点である。

5.4.3 ビルベイス

代替案-2とする。これは費用最小案である。代替案-3の費用は最も高く、代替案-1、2と比べ大きな差がある。これはポンプ場と圧送管のシステムに対し、特殊工法を必要とする深い自然流下管システムが明白に不利であることを示すものである。代替案-1と2の費用はほとんど同じであり、初期投資にもたいした差はない。イスマイリア運河南の処理区の整備を早めるためには、代替案-2を採用するのが良い。これは、代替案-1のポンプ場から処理場までのルートは現在道路がなく、近々に圧送管建設を行う場合、工事の遅れが懸念されるからである。

5.4.4 ミニエットエルカム

代替案-2とする。これは費用最小案である。事業実施の点でもこの案が最適である。これは第4、第5処理分区の市街化の進行が他の処理分区よりも遅れ、下水道整備の優先度が低いと考えられるからである。代替案-3で考えた自然流下管システムは、ポンプ場と圧送管システムよりも費用が高い。代替案-3を除外した理由は高額な費用である。

5.5 概略設計

前節で選定した最適案に基づき4都市に対し概略設計を行った。主な幹線管渠の設計に当っては、調査団が現地業者に委託して、水準測量を行った。各都市の水準測量のルートについては、付録XIXに示す。測量の間に調査団により公式水準点の確認が行われ、また今後下水道事業に用いるための暫定水準点が、調査団の監督のもとで業者により設定された。公式水準点と暫定水準点の位置、標高は付録XIXに図示する。水準測量の結果は横1/5,000、縦1/100の縮尺の縦断図に図示する。縦断図は第4巻に収める。

下水道の主な施設、すなわち幹線管渠、ポンプ場、下水処理場の設計は第4章で述べた設計基準に基づいて行った。図面集は第4巻に含まれる。幹線管渠の流量計算表は付録XXに示す。幹線管渠の縦断図は第4巻に収める。

ザガジグで現在NOPWASDにより建設中の処理場は2005年までの下水量に対し十分な容量を持っており、新規の施設は必要でないため今回の概略設計には含まれない。他の3都市、ファークース、ビルベイス、ミニエットエルカムの処理場は標準活性汚泥法を用いて設計した。処理目標水質はBOD、SSとも30 mg / lとした。これは排水基準BOD60 mg / l、SS50 mg / lより十分低い数値である。汚泥は濃縮後、汚泥乾燥床で処理する。汚泥の最終処分は農業利用とする。詳細は付録XXに、処理施設の図面は第4巻に収める。