

エジプト・アラブ共和国

エル・アリッシュ市

下水道整備計画調査

概要報告書

1985年3月

国際協力事業団

開 二

85-050

JICA LIBRARY



1029384[3]

エジプト・アラブ共和国

エル・アリッシュ市

下水道整備計画調査

概要報告書

1985年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85/5.23	405
登録No. 11468	61.8
	SDS

序 文

日本国政府は、エジプトアラブ共和国政府の要請に応じてエル・アリッシュ市下水道整備計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施した。当事業団は株式会社日水コン・佐田昭平氏を団長とする調査団を昭和59年7月から同年11月まで同国へ派遣した。

同調査団は、エジプト国政府関係者と意見交換を行うとともに、エル・アリッシュ市を対象に踏査を実施した。同調査団は本邦に帰国後、現地調査結果を基に国内作業を進め、ここに最終報告書提出のはこびとなった。

本報告書がエジプト国の下水道整備計画推進に寄与するとともに、日本・エジプト両国間の友好親善の促進に役立つならば、これに勝る喜びはない。

最後に、本調査団に対し種々協力を惜しまれなかった関係各位に対し、ここに深甚なる謝意を表する次第である。

昭和60年3月

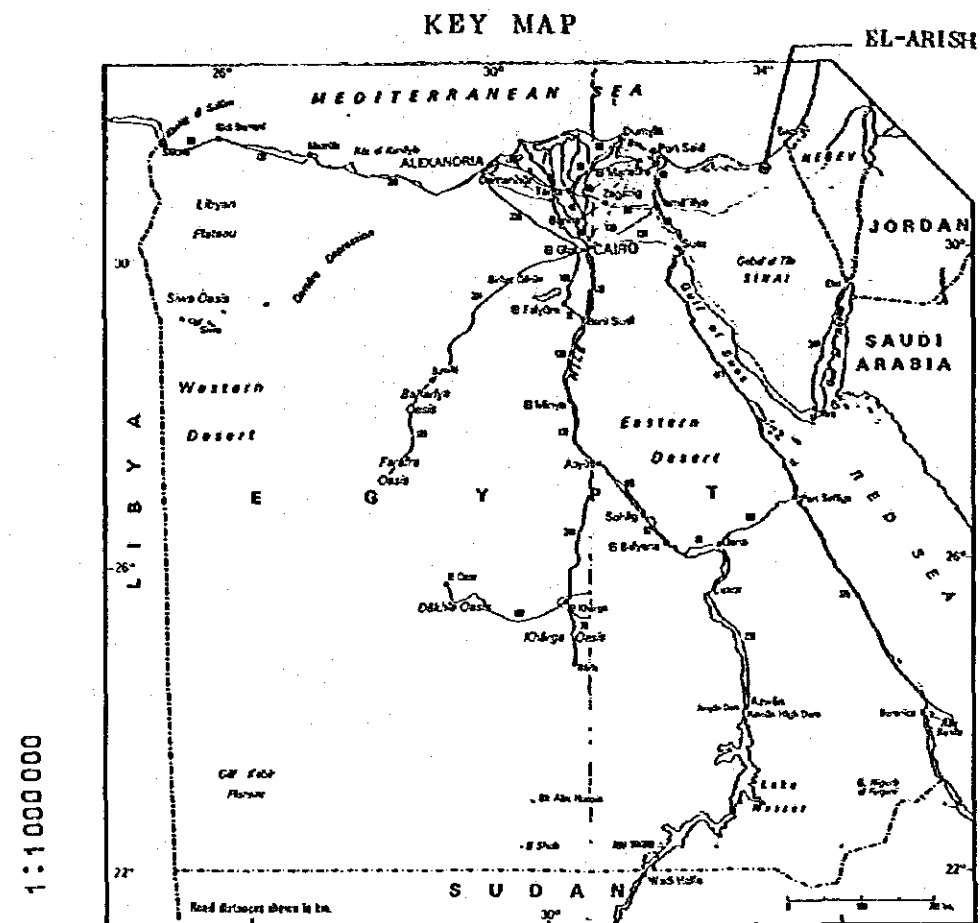
国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔

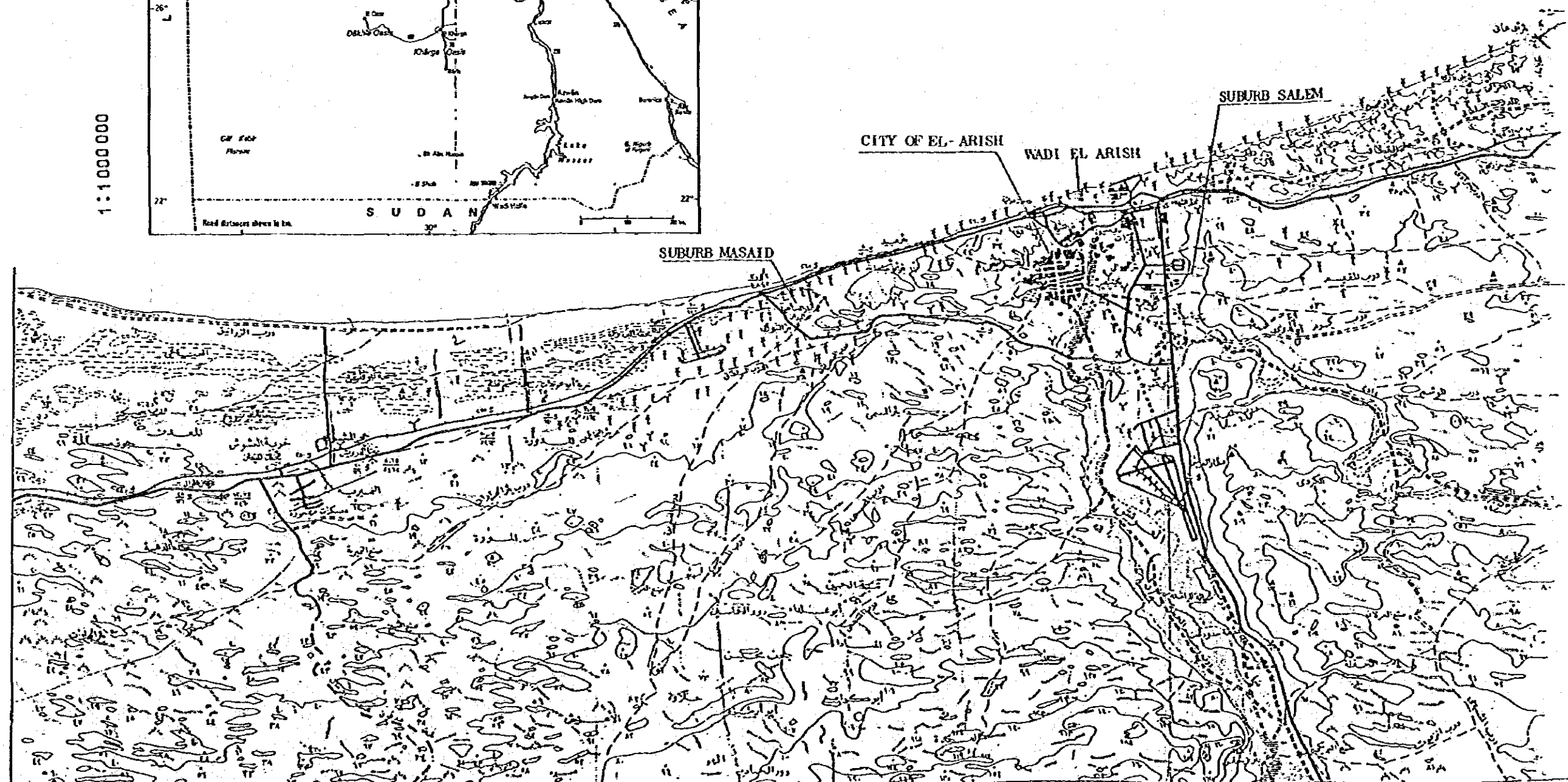
目 次

プロジェクトの概略	Ⅳ
Ⅰ 序 論	Ⅰ- 1
1.1 プロジェクトの背景	Ⅰ- 1
1.2 エル・アリッシュ市の概要	Ⅰ- 1
1.3 調査の目的と内容	Ⅰ- 2
Ⅱ 計画の基本的事項	2- 1
2.1 計画区域	2- 1
2.2 計画人口	2- 3
2.3 計画汚水量	2- 8
2.4 計画雨水量	2-12
2.5 計画水質	2-14
Ⅲ 処理方式の選定	3- 1
3.1 処理方式の種類	3- 1
3.2 処理方式の特徴	3- 2
3.3 フロシート	3- 3
3.4 処理水質及び処理効率	3- 9
3.5 概略全体配置図	3-10
3.6 建設費	3-16
3.7 維持管理費	3-18
3.8 処理原価	3-19
3.9 検討結果	3-20
3.10 処理方式の決定	3-22
Ⅳ 処理水の再利用	4- 1
4.1 農業用水としての再利用	4- 1
4.2 工業用水としての再利用	4-14
4.3 生活系用水としての再利用	4-16

V	施 設 計 画	5- 1
5.1	排 除 方 式	5- 1
5.2	雨水計画確率年	5- 1
5.3	設 計 基 準	5- 1
5.4	汚 水 施 設	5- 4
5.5	雨水排水施設	5- 7
5.6	ポンプ場施設	5-15
5.7	処理場位置	5-23
5.8	処理場施設	5-27
5.9	処理水再利用施設	5-33
5.10	段階的整備計画	5-38
VI	財務・経済・制度に関する計画	6- 1
6.1	目的及び接近	6- 1
6.2	市場経済的な分析(FA)	6- 1
6.3	国民経済的な分析(EA)	6-18
6.4	制 度 調 整	6-19
VII	建 設 計 画	7- 1
7.1	第一期建設規模	7- 1
7.2	建設スケジュール	7- 4
VIII	勸 告	8- 1
8.1	計画の速やかな承認	8- 1
8.2	財政上の留意点	8- 1
8.3	運営組織の一本化	8- 1
8.4	処理場要員の研修	8- 2
8.5	用 地 取 得	8- 2
8.6	排 水 設 備	8- 2
8.7	トランシュの取り壊し	8- 2
8.8	下水道事業の広報	8- 2
8.9	処理水再利用農場施設の早期建設	8- 3



LOCATION MAP OF EL-ARISH CITY



プロジェクトの概略

調査団はエル・アリッシュ市とその周辺地域約1,000 haの下水道システム、雨水排水システムおよび、下水処理水再利用計画のフィージビリティスタディ調査を行なう為、現地において詳細な測量、技術調査、経済、財務、法規、組織等の代替案の検討を行なった。

現地測量、調査の結果に基づいて、システムの長期計画を立案した。長期計画には目標年次2005年における計画処理人口135,000人を包括する処理区域面積(マサイド区域は除く)894 haの污水管渠システム、污水ポンプ場、下水処理場、雨水排水システムおよび、処理水再利用計画が含まれる。目標年次2005年における計画汚水量約20,000 m³/日は、最終的にジャラダ地区に建設される下水処理場へ送水され処理される。さらに、処理水はジャラダ地区のかんがい用水として再利用される。

下水道システムは、2期に分けて建設される計画である。1期建設計画は1985年から1992年の間に全体処理区(マサイド区域は除く)894 haのうち最優先地域約402.59 ha(全体の約45%)の下水道が完備され、2期は1993年から2005年の間において残りが建設される。

次表にプロジェクトの主概要を示す。

項	1期終了次 (~1992年)	1期計画区域の 2005年次	2期終了次 (~2005年)
1. 処理区域 (ha)			
エルアリッシュ, サレム地区	402.59	402.59	894
マサイド地区 (NSG)	<u>106.00</u>	<u>106.00</u>	<u>106</u>
計	508.59	508.59	1,000
2. 処理人口			
エルアリッシュ, サレム地区	50,500	91,000	135,000
マサイド地区 (NSG)	<u>20,000</u>	<u>20,000</u>	<u>20,000</u>
計	70,500	111,000	155,000
3. 汚水量 (m ³ /日)			
エルアリッシュ, サレム地区	6,700	12,000	19,500
マサイド地区 (NSG)	<u>3,900</u>	<u>3,900</u>	<u>3,900</u>
計	10,600	15,900	23,400

システムの主施設は次表のようになる。

項	1 期		全 体	
	サイズ/量	尺/長さ	サイズ/量	尺/長さ
1. 汚水管渠	200 to 900mm	80,230m	200 to 900mm	173,635m
2. 圧送管	100 to 500mm	24,510m	100 to 500mm	26,970m
3. ポンプ場				
メインポンプ場	3×6.8 m ³ /min		5×6.8 m ³ /min	
エルリサポンプ場	3×6.8 m ³ /min		5×6.8 m ³ /min	
マンホールタイプ ポンプ施設	006 to 588 m ³ /min	8	006 to 588 m ³ /min	22
4. 処 理 場	10,000 m ³ /d	システムの50%	20,000 m ³ /d	100%のシステム
5. 実験農場施設	8 feddan farm 4 feddan for facilities		8 feddan farm 4 feddan for facilities	

全体のプロジェクトコストはL E 4 2, 3 1 8, 0 0 0であり、そのうちL E 2 5, 1 4 4, 0 0 0が1期の建設費となる。

1期、2期および全体の内外貨のプロジェクトコストを次表に示す。

(L.E 1,000)									
項 目	1 期			2 期			全 体		
	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計
1) 管渠、マンホール	2264	9,100	11,364	1,336	10,400	11,736	3,600	19,500	23,100
2) ポンプ場	1,318	1,035	2,353	284	220	504	1,602	1,255	2,857
3) 処 理 場	2,356	3,641	6,002	598	916	1,500	2,945	4,557	7,052
4) かんがいシステム	297	99	396	—	—	—	297	99	396
小 計	6,245	13,886	20,115	2,209	11,525	13,740	8,444	25,411	33,855
5) 設 計 費	402	604	1,006	275	412	687	677	1,016	1,693
6) 予 備 費	1,241	2,776	4,023	448	2,305	2,747	1,689	5,081	6,770
小 計	1,649	3,380	5,029	717	2,717	3,434	2,366	6,097	8,463
合 計	7,884	17,260	25,144	2,926	14,248	17,174	10,810	31,508	42,318

プロジェクトの財務分析および、経済分析の結果は、次に示す通りである。

項 目	B/C	NPV (*)	FIRR	EIRR
経 済 分 析	0.59	(-) 10273	-	872
財 務 分 析	0.63	(-) 8200	947	-

注 : (*) L. E. 1000、ディスカウントレート = 13%

プロジェクトの感度分析は次表に示す結果となった。

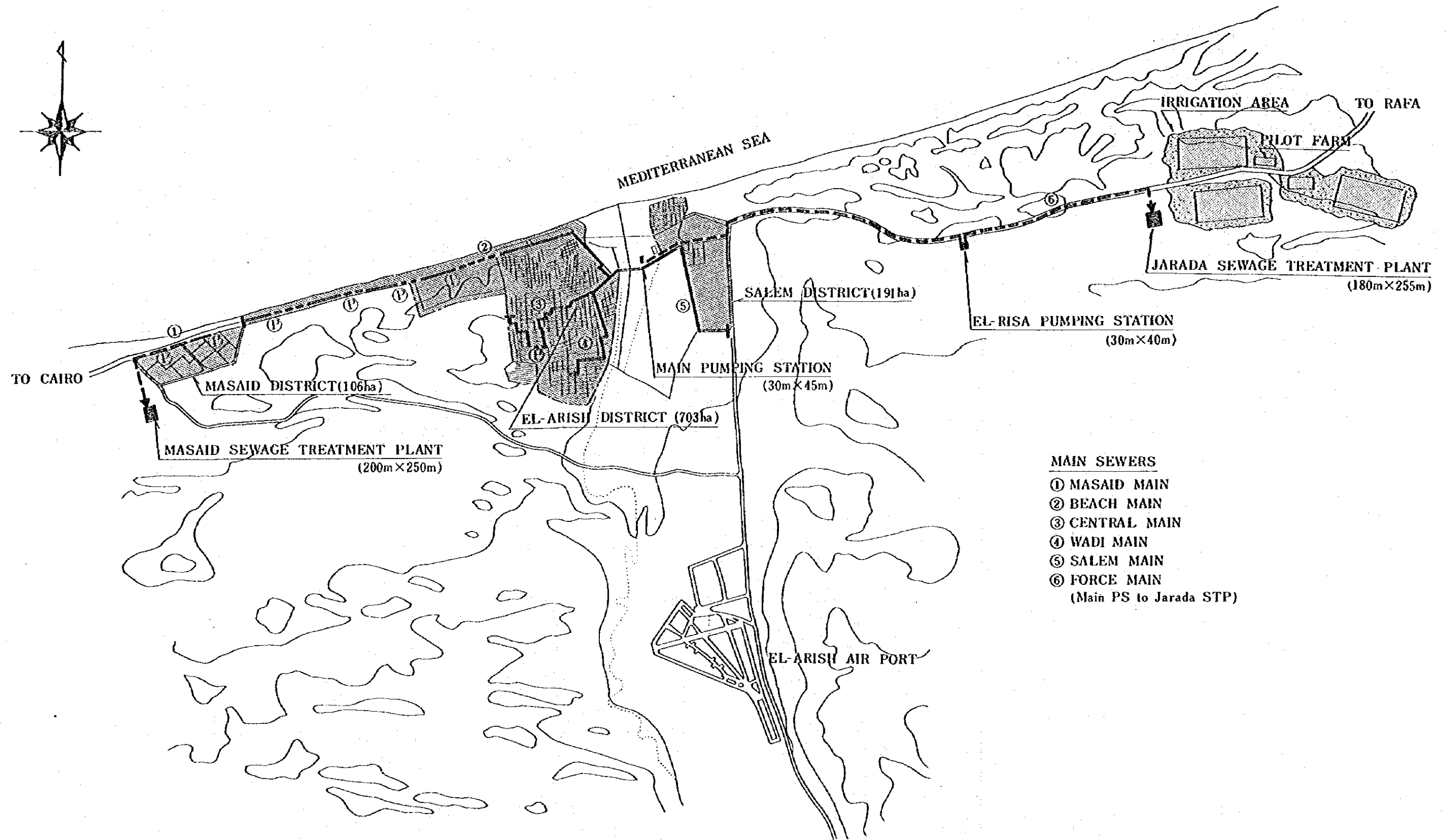
経 済 分 析				財 務 分 析			
B/C				B/C			
コスト (-) 10%	便益 (+) 0	0.65		コスト (+) 10%	便益 (+) 0%	0.57	
" 0	" (-) 10%	0.53		" 0	" (+) 10%	0.69	
" (+) 10%	" 0	0.53		" (-) 10%	" 0	0.70	
" 0	" (+) 10%	0.64		" 0	" (-) 10%	0.56	
" (+) 10%	" (-) 10%	0.48		" (+) 10%	" (-) 10%	0.51	
" (-) 15%	" 0	0.68		" (-) 15%	" 0	0.74	

EIRR				FIRR			
コスト (-) 10%	便益 (+) 0	9.52		コスト (+) 10%	便益 (+) 0	8.81	
" 0	" (-) 10%	7.95		" 0	" (+) 10%	10.14	
" (+) 10%	" 0	8.02		" (-) 10%	" 0	10.22	
" 0	" (+) 10%	9.45		" 0	" (-) 10%	8.74	
" (+) 10%	" (-) 10%	7.25		" (+) 10%	" (-) 10%	8.10	
" (-) 15%	" 0	9.52		" (-) 15%	" 0	10.64	

現在のNORTH SINAI GOVERNORATE、HOUSING DEPARTMENT を拡大、改正する事により本下水道システムの維持、管理体制を整備するのが最良案と考えられる。DEPARTMENTは、人員の補充、財源の確保等を行い組織の拡充を図り、システムの計画から設計、建設、運転、維持管理および、住民との交渉等の責任を持つ事が期待される。

第1期建設が完了する1992年時点で発生する処理下水量 6,700 m³/日の内、約300 m³/日は第1期で建設する試験農場で利用する。残量 6,400 m³/日の処理水は、将来別途に開発される農場で利用する予定であるが、農場の整備が下水道供用開始時に完了していない場合には、農場予定地の一部放流し、牧草、植樹等のかんがい利用する。

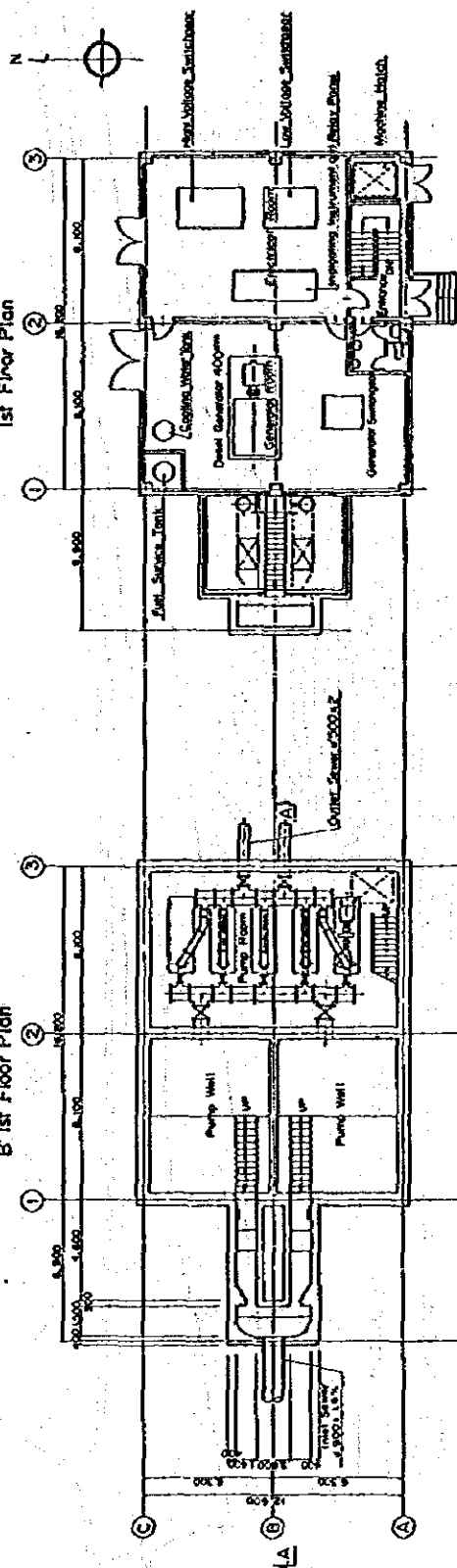
SYSTEM KEY PLAN



PLAN OF MAIN PUMPING STATION

B 1st Floor Plan

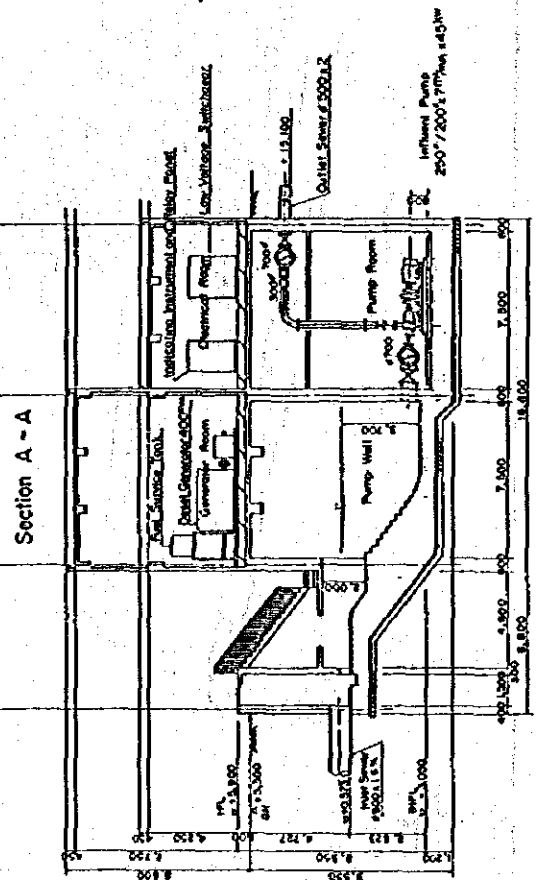
1st Floor Plan



South Elevation

East Elevation

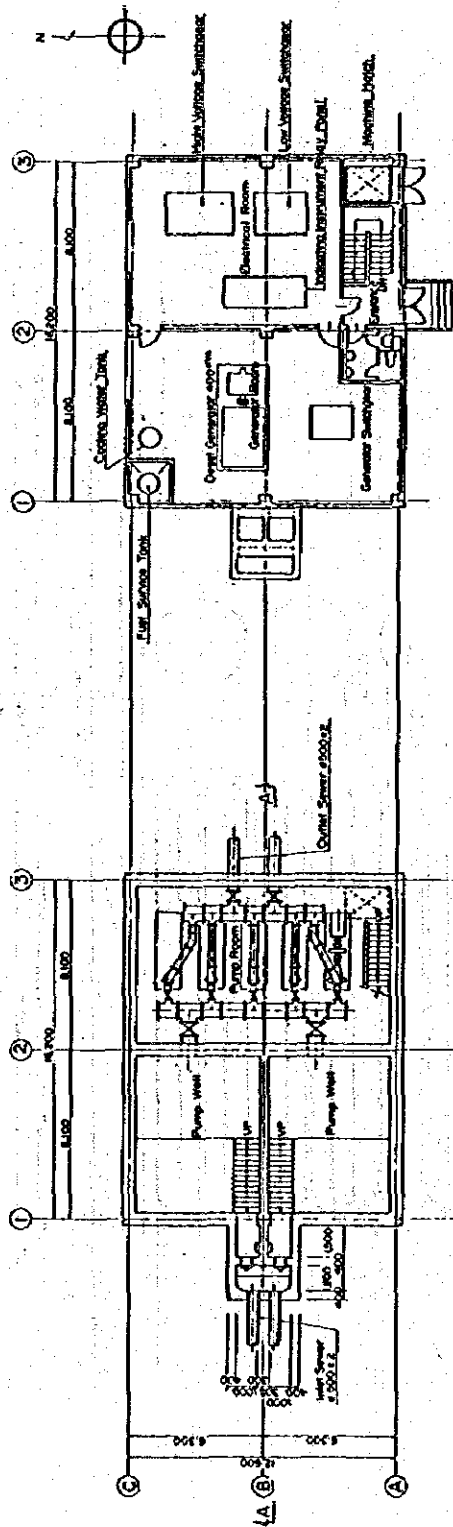
Section A - A



PLAN OF EI RISA PUMPING STATION

B 1st Floor Plan

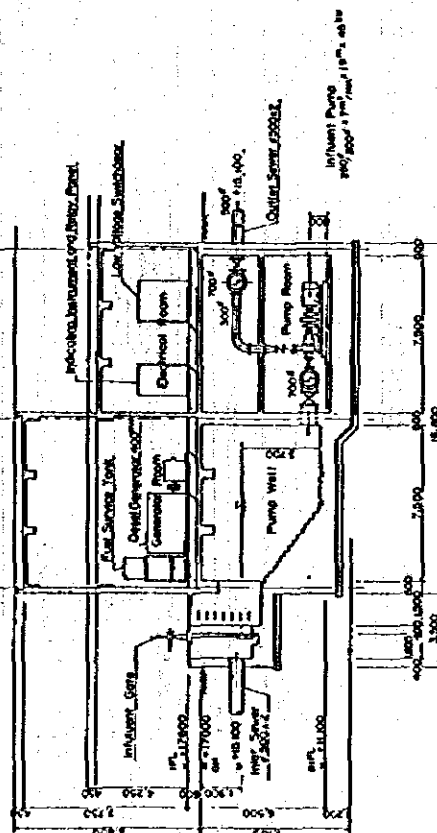
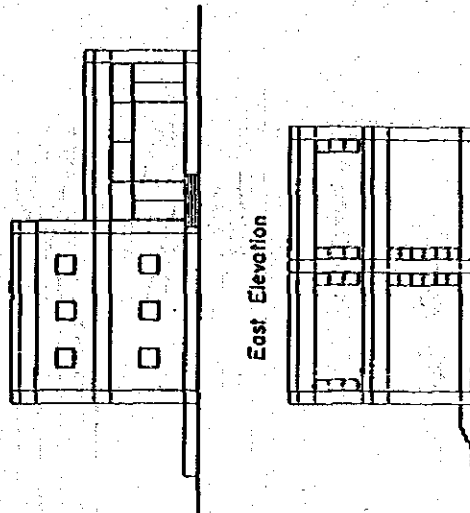
1st Floor Plan

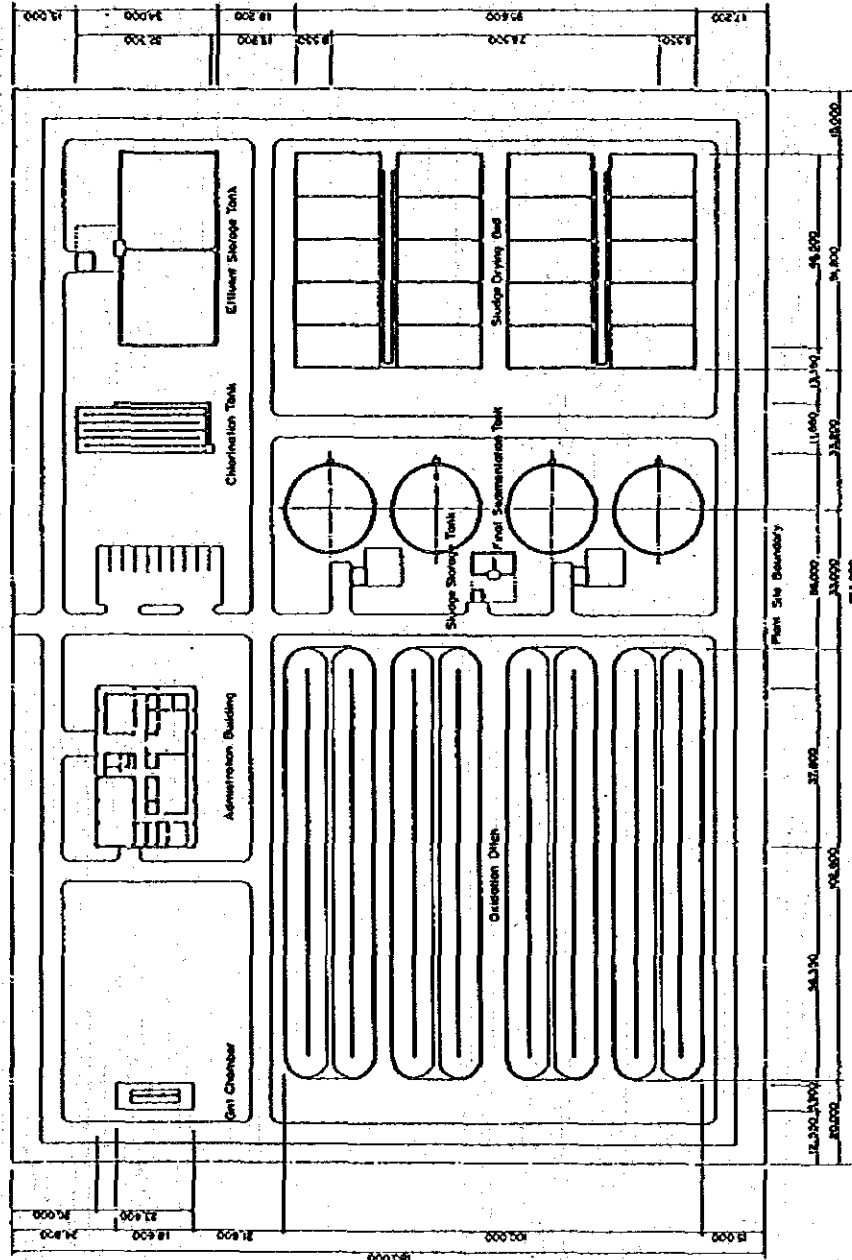


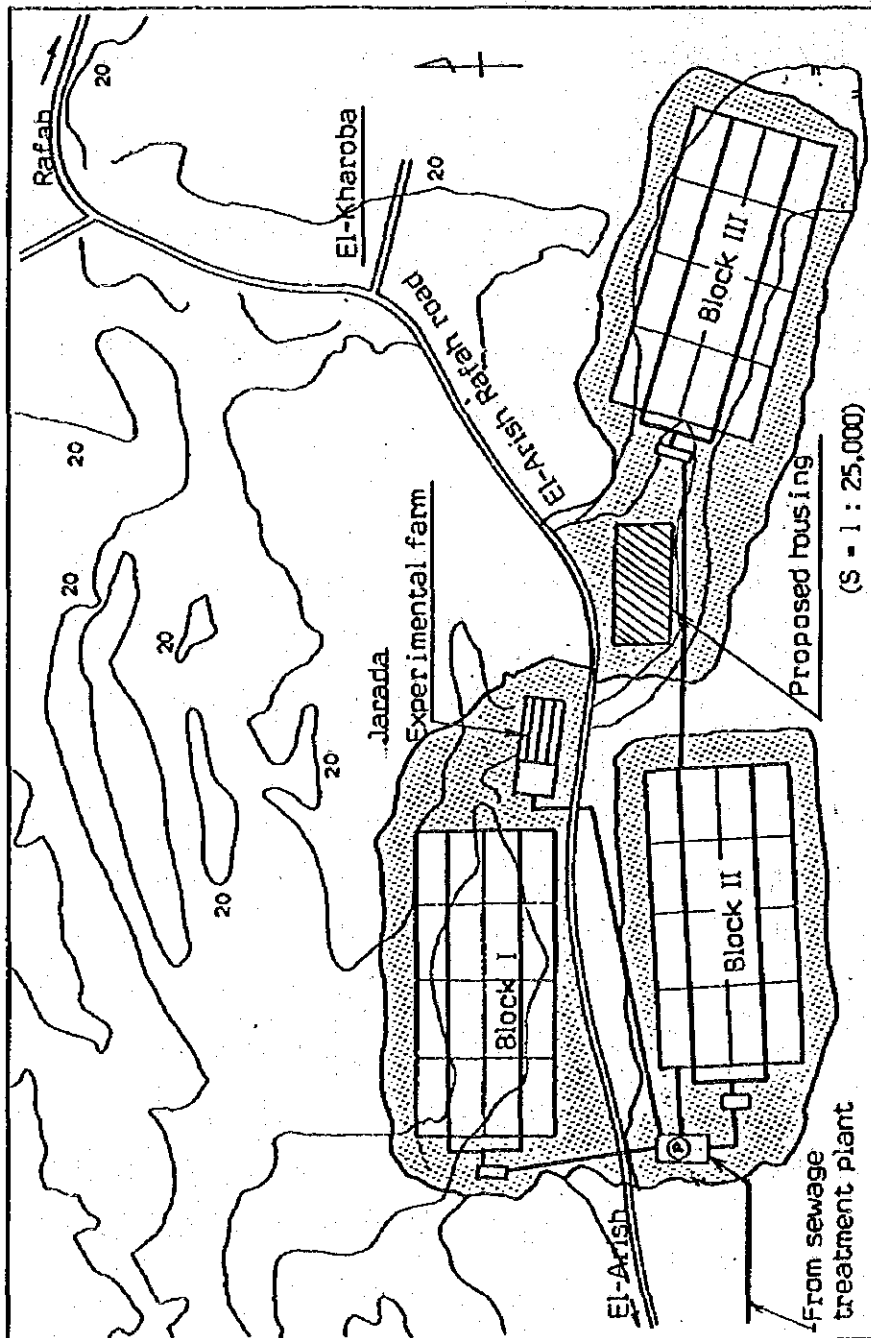
Section A-A

South Elevation

East Elevation







Remarks: Proposed tree-planting area. In some parts of the area forage crops are cultivated for livestock rearing utilizing surplus of the treatment plant effluent, especially during the winter season

Location of Water Management Blocks, Experimental Farm, Housing Site and Others in the Proposed Jarada Area

I 序 論

1.1 プロジェクトの背景

日本国政府は、エジプト・アラブ共和国政府の要請に基づき、同国北シナイ州エル・アリッシュ市の下水道整備計画のフィージビリティ調査を行うことを決定し、その調査を国際協力事業団が実施することとなった。

国際協力事業団は、日本下水道事業団常任参与藤井秀夫氏を団長とする5名からなる事前調査団を昭和59年2月12日より2月23日まで12日間にわたり現地に派遣した。

事前調査団は、現地踏査及び資料収集を行い、あわせて本格調査を行う上での日本およびエジプト国政府のとるべき措置と本格調査の枠組みを規定した Scope of Work について協議を行った。

エジプト国エル・アリッシュ市 (EL-ARISH) は、北シナイ州 (NORTH SINAI GOVERNORATE) の州都であり、カイロから約300km東に位置し、郊外を含めた市街地面積約8km²、人口7万人とされている。1982年シナイ半島の全面返還にともない、北シナイ州は同市を中心に住宅建設、農業、工業の開発をすすめつつある。しかし、下水道は旧式のトランシュと呼ばれる吸込井戸にたよっているため、飲料水の水源である地下水の汚染を引き起こしつつあり、地中海への汚染防止も含め環境衛生改善が緊急課題となっている。

また、1986年を目途にナイル川より上水道としての配水管を建設中であるが、慢性的な水不足から、上記下水の処理水を農業、工業等へ再利用し、水源の有効利用をはかり、長期開発計画を進めたい意向である。

なお、シナイ半島は1967年～1982年までイスラエル占領下にあったため、下水道データがほとんどなく、同州政府は本調査に先立ち、1983年1月～6月西独コンサルタント「KUP」社に予備調査を委託しており、今回はその報告を踏まえた下水道整備計画及びその下水処理水再利用計画につき本格調査を要請したものである。

1.2 エル・アリッシュ市の概要

エル・アリッシュ市はエジプトアラブ共和国北シナイ州の州都である。北緯31度、東経34度付近に位置し、地中海沿岸に接しワジ (エル・アリッシュ川) の河口の都市であり、現在人口は推定で7万人程度である。第三次中東戦争の結果、イスラエルの占領時代が続き (1967～1982、4)、返還後わずか3年を経過しようとしているのみである。現在の主要産業は農業、

観光となっている。当地の気候は地中海性気候にあたり、平均気温は夏期 26°C 、冬期 14°C と温暖で、年間 100mm 程度の降雨が冬期に集中する。

当市の面積のうち大部分は砂漠であり、中心にある既成市街地の面積は 432ha であり、他の既成市街地としてはアブ・サガルの 43ha がある。それに加えて現在建設中の新市街地として、中心より西方約 8km の海岸沿いにマサイド地区 (106ha)、ワジ右岸にサーレム地区 (114ha) がある。農業地区はワジ沿いの右岸地区及び東方の国境の街であるラファに向う街道沿いにある。観光地区は海岸沿いにあり、数軒のホテルや数多くのコテージ風の貸家があり、または建設中である。

エジプト政府はイスラエルより返還後のシナイ半島の開発を国の最重要課題としており、農業、漁業、工業、観光の各産業の開発により人口の増加を図ることとしている。このうち農業については、市より東方海岸沿いの比較的多い降雨によるもの及びワジ右岸沿いの地下水かんがいと頼るものが古くから行われている。観光についてはナツメヤシの生い茂る海岸をセールスポイントとしてホテル等の利用施設がある。工業、漁業については今後の重要な課題である。

シナイ半島の開発にとって最大の課題は水資源の開発である。ナイル川のデルタ地帯とことなり、シナイ半島は水資源を持たない乾燥砂漠地帯であり、点在するオアシスにのみ農業が行われ、人口の定着がみられる。エル・アリッシュはその中でも最大の都市であり、比較的豊富な地下水により農業用水、上水をまかなっている。現在稼働中の 19 ヶ所の井戸の総揚水量は $20,000\text{m}^3/\text{d}$ 程度といわれている。その他の水資源として、約 300km 離れたナイル川よりの送水が計画されており、 1986 年の完成を目指して $20,000\text{m}^3/\text{d}$ 送水能力のパイプライン工事が行われている。

1.3 調査の目的と内容

この調査の目的は次の通りである。

(a) エル・アリッシュ市における下水道および排水計画の第一期事業計画 (目標年度 1992 年) の実行可能性について技術的経済的に検討を行うこと。

(b) 処理水の再利用計画について基本的な提案を行う。

また、調査の内容は次の通りである。

(a) 計画区域はエル・アリッシュ市を中心としてその他の既成市街地と建設中の区域を含めた周辺地区を合わせて $1,000\text{ha}$ である。

(b) 計画目標年度は 2005 年である。

(c) 調査にはエジプトでの現場調査と日本国内での分析及び計画が含まれる。主な項目は次の通りである。

- 資料収集と見直し
- 地形測量と水質分析
- 代替案の検討
- 施設計画、施工計画、組織計画、維持管理計画などの本事業実施に際して必要となる諸計画の提案
- 処理水再利用計画の基本的な提案
- 提案された計画に対する財務分析
- その他

Ⅱ 計画の基本的事項

2.1 計画区域

計画区域は1,000haから成り、この内840haは、現在、既存の市街地である、もしくは家屋の建設が確実な地域である。残りの160haは家屋の建設が予定されていて、しかも計画区域に取り込むことが地形上有利であると判断される流入区域である。

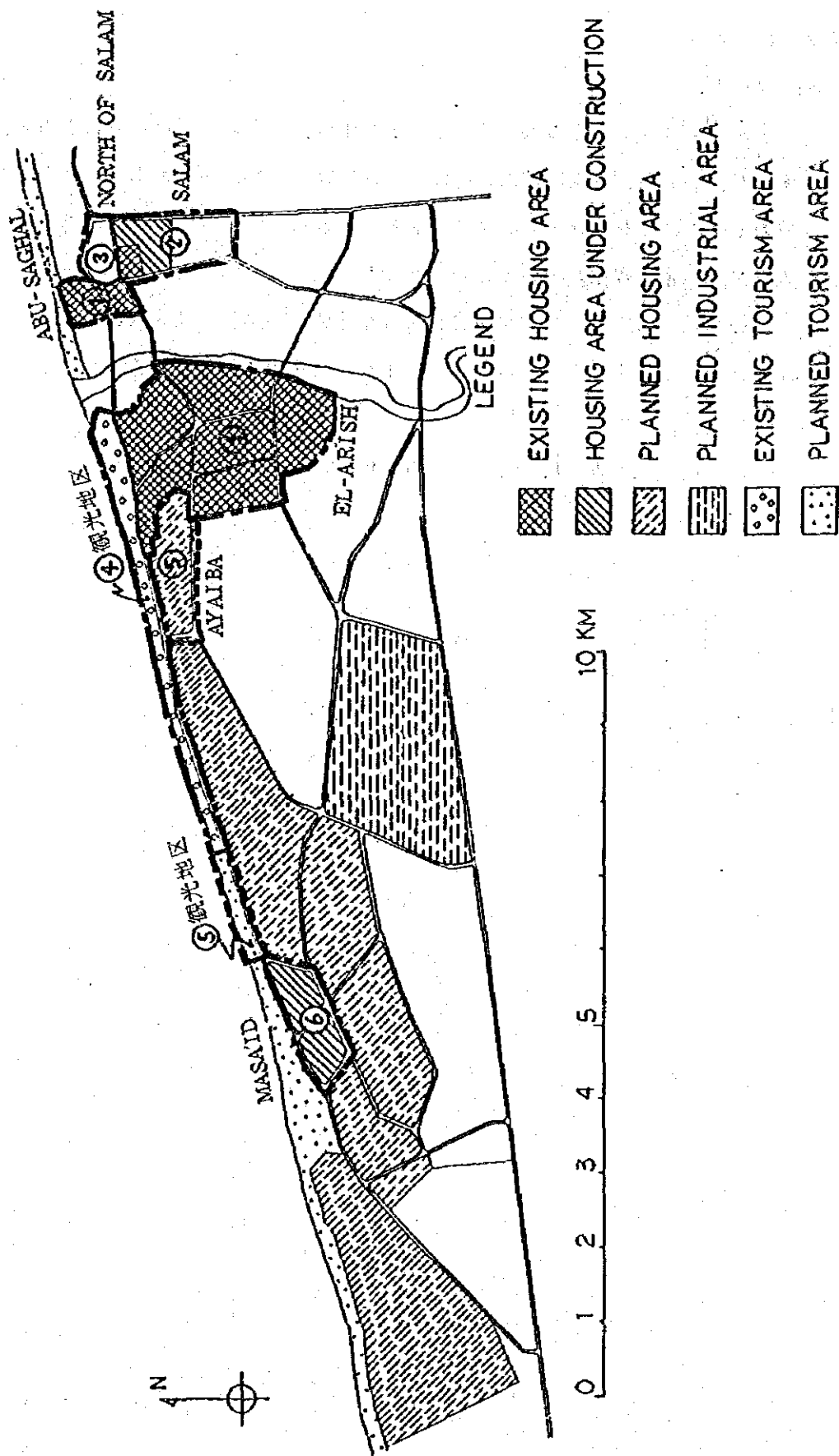
処理区域は2処理区とし、エル・アリッシュ処理区の894haとマサイド処理区の106haとする。これは、市の規模や地形上から判断すれば一処理区が適していると考えられるが、マサイド地区で、当地区を対象とした下水道施設の建設が進められていることから、二処理区としたものである。

計画区域の詳細は表2.1.1に、その位置は図2.1.1に示す。

表2.1.1 計画区域

区 域		面 積 (ha)	摘 要
エル・ アリッシュ 処 理 区	① エル・アリッシュ アブサカール	432 43	既存の市街地
	② サ レ ム	114	北シナイ州政府の開発地域
	③ サレム北部	34	近い将来、住宅建設が着手される地域
	④ 海 岸 部	111	ホテルやコテージが建ち並ぶ観光地域
	⑤ 流 入 区 域	160	アヤイバ地区とマサイド地区に接する海岸部
	計	894	
マサイド 処 理 区	⑥ マ サ イ ド	106	北シナイ州政府の開発地域
計 画 区 域		1,000	

图 2.1.1 计画区域



2.2 計画人口

(a) 現在人口

エル・アリッシュ市の人口は、1983年に実施された国勢調査によると、57,000人であるが、この内、計画区域内に居住する人口は、51,000人である。さらに、北シナイ州政府のインホメーション・センターによるとこれらの定住人口の他に、常時13,000人の移動人口が、当市に滞在しているとのことである。

この移動人口は、観光客や臨時労働者から成る一時的な流入人口であって、その全てが計画区域内に滞在するものとみなすと、1983年の人口は次のようにまとめられる。

計画区域内

定 住 人 口	51,000人
移 動 人 口	13,000人
計	64,000人

計画区域外

定 住 人 口	6,000人
エル・アリッシュ市の人口	70,000人

シナイ半島返還後のエル・アリッシュ市の人口を表2.2.1に、人口の分布を図2.2.1に示す。

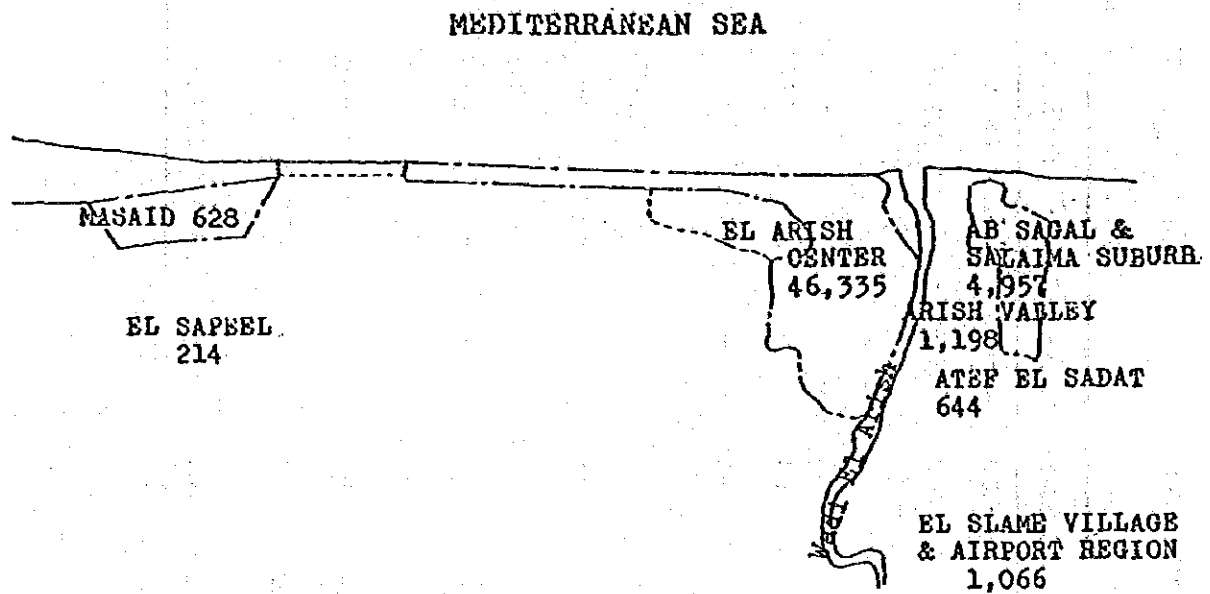
表2.2.1 エル・アリッシュ市の地区別人口

	1982				1983				1984				Remarks
	Urban	Beduin	Subtotal	Urban	Beduin	Subtotal	Urban	Beduin	Urban	Beduin	Subtotal	Subtotal	
EL ARISH CENTER	43,857	-	43,857	46,335	-	46,335	48,953	-	-	-	48,953		
AB SAGAL & SALAIMA SUBURB	4,692	-	4,692	4,957	-	4,957	5,237	-	-	-	5,237		
EL MASAID	-	595	595	-	628	628	-	664	-	664	664		
ATEF EL SADAT	-	609	609	-	644	644	-	680	-	680	680		
EL SLAME VILLAGE & AIRPORT REGION	-	1,008	1,008	-	1,066	1,066	-	1,125	-	1,125	1,125		
ARISH VALLEY	-	1,133	1,133	-	1,198	1,198	-	1,265	-	1,265	1,265		
EL SAPEEL	-	203	203	-	214	214	-	227	-	227	227		
EL MEDEN	-	341	341	-	360	360	-	380	-	380	380		
ZAREK	-	189	189	-	200	200	-	211	-	211	211		
JARADA	-	335	335	-	354	354	-	374	-	374	374		
EL TOUIEL	-	226	226	-	238	238	-	252	-	252	252		
BEER LEHFEN	-	428	428	-	452	452	-	478	-	478	478		
TOTAL	48,549	5,067	53,616	51,292	5,354	56,646	54,190	5,656	59,846				

Remarks: 1) Preliminary Estimation

2) The same as rural or out skirt

Source: Information Center, NSG



Skirt of El Arish

- El Meden 360 (2 km West)
- Jarada 354 (11 km East)
- Beer Lehfen 452 (10 km South)
- Zarek 200 (15 km East)
- El Touiel 238 (20 km South-east)

Total Population 56,646

図 2.2.1 1983 年におけるエル・アリッシュ市の人口分布

(b) 計画人口

1982年までのイスラエル占領によって、過去の人口資料が整わないため、2005年の人口を推定することは困難である。しかし当市が砂漠に位置することを考慮すると、水手当の面で自ずと人口収容能力に限界がある。現在の給水能力が約2万 m^3 /日であり、2005年までに、カンタラからの2万 m^3 /日以外に水手当の追加がないとすると、2005年には現在人口のはば2倍まで収容可能である。

この収容可能人口を目安として、計画人口密度を求めると145人/haとなる。この人口密度は、図2.2.2に示すように、人口が現在、ほぼ飽和状態にある区域の平均値として求められたものである。

開発地域として将来人口が確定しているマサイド処理区を除いて、この計画人口密度を適用すると、計画人口は次のように求められる。但し、計画区域外の人口は減少の傾向が見られることから、2005年には5,000人になるとする。

計画区域内

マサイド処理区	106 ha	20,000人
エル・アリッシュ処理区	894 ha	130,000人
計	1,000 ha	150,000人

計画区域外

	5,000人
エル・アリッシュ市の計画人口	155,000人

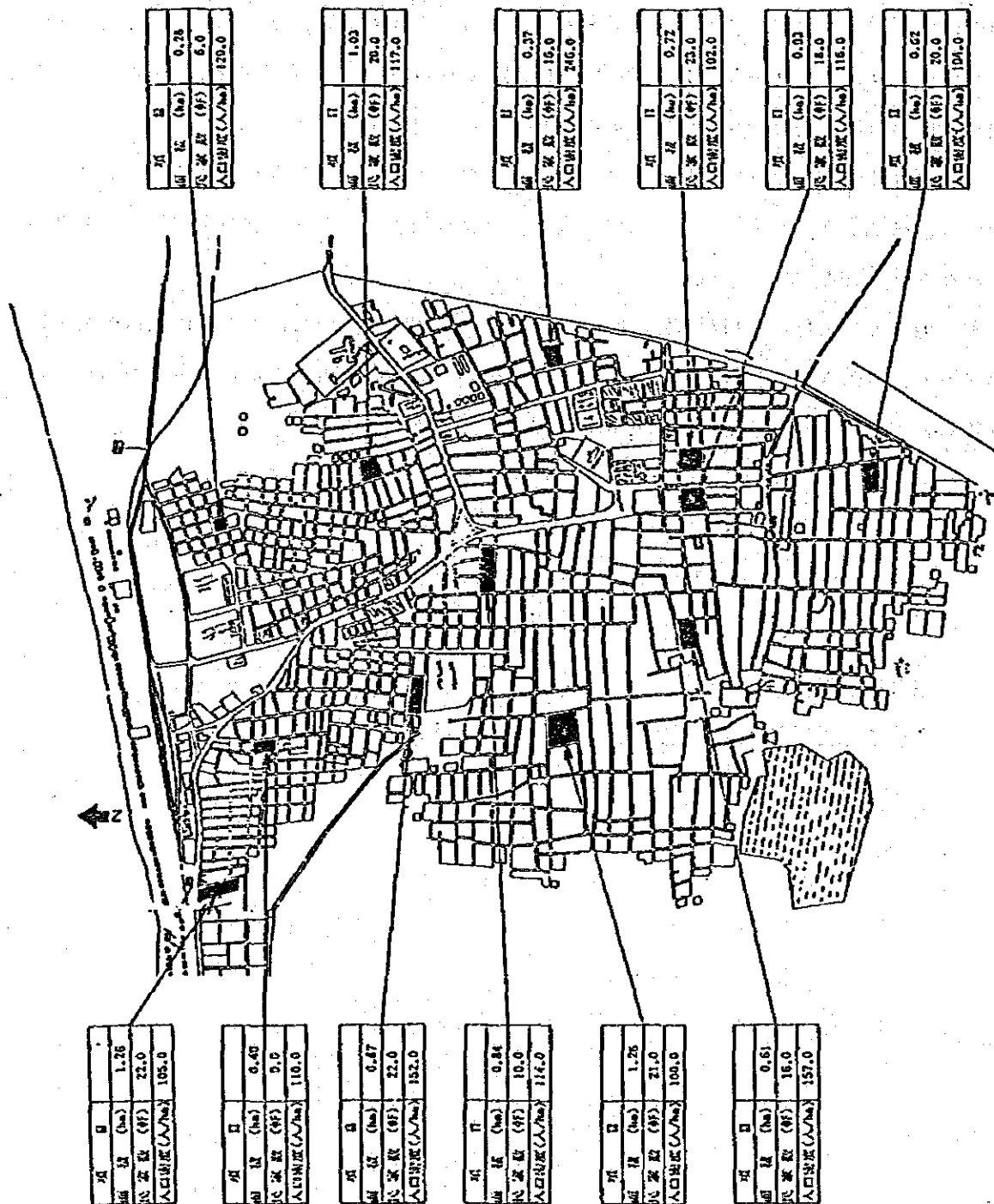


図 2.2.2 現在の飽和人口密度

2.3 計画汚水量

エル・アリッシュ市には、産業らしい産業はなく、市が供給する水量のほとんどは家庭で使用されている。この為、計画汚水量を算定するに当って、産業排水は考慮せず全量家庭汚水量とみなす。

汚水量は通常、水道給水量から求められるが、当市では配水側及び受水側に信頼のおける資料が存在しないことから上水用揚水ポンプの稼働状況をもとに現在の給水量を推定し、さらに他都市の計画値を考慮しながら計画汚水量を決定する。

(a) 1人1日平均汚水量

上水用揚水ポンプの稼働状況は表2.3.1に示すとおりである。これらのポンプの揚水能力は平均して約50 m³/時間・台であるがポンプ効率の低下や、停電、維持管理のための停止を考慮して稼働率を80%とみなすと、1983年の日平均揚水量は次のように求められる。

$$50 \text{ m}^3/\text{時間} \cdot \text{台} \times 15 \text{ 台} \times 24 \text{ 時間} \times 0.8 = 14,400 \text{ m}^3/\text{日}$$

そして、上水の有収率を表2.3.2より、約60%と推定すると1983年の1人1日平均給水量は次のように求められる。

$$14,400 \times 0.6 \div 70,000 \div 0.12 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$$

一方、将来の1人1日平均給水量について、Sinai Development Study では表2.3.3の値をガイドラインとして示している。

一方、他都市の1人1日平均汚水量を示せば表2.3.4のようである。

以上の数値を考慮して2005年の1人1日汚水量を150 ℓ/人・日とする。

表2.3.1 上水用揚水ポンプの稼働状況

単位：台

年 次	冬季平均	年 平 均	夏季平均	最 大
1981	6	10	13	15
1982	8	12	15	17
1983	13	15	17	19

出典：Eng. Saleh Mohmound Elasanly, Manager of Water Supply Dep.
City Council

表 2.3.2 上水の給水損失

区 分	1984	目 標 年		
		1985	1995	2005
小 規 模	30	25	20	18
広 域	40	40	30	25
市 域	40	40	30	25

出典：F/S Report on Sharqiya Water Supply System, JICA

表 2.3.3 1人1日平均給水量ガイドライン

単位：ℓ/人・日

人 口	1981年	1987年	1992年	2000年
50,000人以上	20	40	100	150
20,000~50,000	NA	25	50	100
5,000~20,000	NA	17.5	30	50
5,000人以下	NA	10	20	30

出典：Sinai Development Study, Phase I Draft Final Report Volume VI

表 2.3.4 他都市の1人1日平均汚水量

単位：ℓ/人・日

都 市 名	年	1人1日平均汚水量			用途地域
		最 小	平 均	最 大	
ポートサイド ¹⁾	1980	70	138	202	住 居
	2000	88	156	220	
イスマイリア ²⁾	1985	63		413	住居と商業
	2000	120		390	
アレキサンドリア ³⁾	1980	75		120	住 居
	2000	100		136	
スエズ ⁴⁾	2000		145		住 居
ヘルワン ⁵⁾	2000	200		250	住 居

出典：1) Rehabilitation and Expansion of Canal Cities Waste Water Systems, Design Report No.1. Port Said, April 1981

2) ——— ditto ———, Ismailia, April 1981

3) Alexandria Waste Water Masterplan Study, Volume III Appendices, May 1978

4) Rehabilitation and Expansion of Canal Cities Waste Water Systems, Design Report No.1. Suez, April 1981

5) Helwan Waste Water Plan, Final Report Volume 2, 1977・78

(b) 1人1日最大汚水量

日平均汚水量に対する日最大汚水量の割合を表2.3.1に示すポンプ稼働状況から計算するとその平均値は0.72となる。

2005年の値を0.75とすると、1人1日最大汚水量は次のように求められる。

$$150 \div 0.75 = 200 \text{ } \ell/\text{人} \cdot \text{日}$$

(c) 時間最大汚水量

我々が実施した水使用量調査を図2.3.1に示す。これによると時間最大給水量は日平均給水量の2.3倍であった。下水管内では、水量の変動が平均化されることを考慮して、時間最大汚水量を日平均汚水量の2倍とすると、時間最大汚水量は次のように求められる。

$$150 \times 2 \div 2.4 = 125 \text{ } \ell/\text{人} \cdot \text{時間}$$

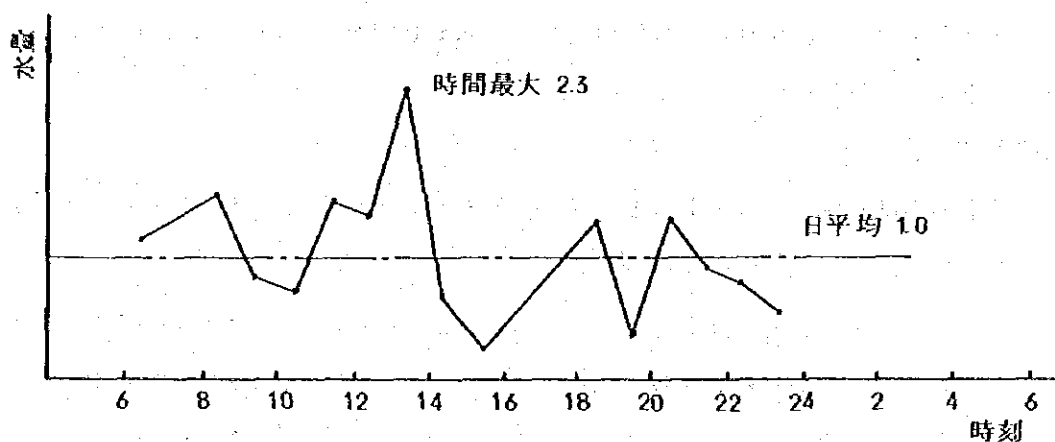


図 2.3.1 水使用量の経時変化

(d) 浸入水量

計画区域内の地下水位は、ポンプによる地下水の揚水実績から、海面に近いものと推定される。

エル・アリッシュ処理区は海浜に埋設される一部の管渠を除いて、そのほとんどは地下水の影響を受けないことから、設計に当って浸入水量は見込まないものとする。

マサイド処理区は管渠の大部分が地下水位以下となる。地下水の浸入水量は他都市の実績を基に $8 \text{ } m^3/\text{ha} \cdot \text{日}$ とすると、マサイド処理区の浸入量は

$$8 \text{ } m^3/\text{ha} \cdot \text{日} \times 106 \text{ ha} \div 900 \text{ } m^3/\text{日}$$

となる。

(e) 計画汚水量

計画汚水量は1人1日汚水量に計画人口を乗じて求めると表2.3.5のようになる。但し、マサイド処理区は地下水量を加算する。

表 2.3.5 計画汚水量

処理区名	処理面積 ha	処理人口 人	地下水量 m ³ /日	日平均汚水量 m ³ /日	日最大汚水量 m ³ /日	時間最大汚水量 m ³ /日
エル・アリッシュ	861	130,000	—	19,500	26,000	39,000
マサイド	106	20,000	900	3,900	4,900	6,900

(f) 水 需 給

2005年時点の水供給量と水使用量から水需給状況を明らかにし、計画汚水量が妥当な値であることを明らかにする。

供給水量

揚水能力は現況が最大であるとみなし、2005年の有収率を表2.3.2より0.75とすると、供給水量は以下のようになる。

$$\text{井戸の配水量} \quad 50 \text{ m}^3/\text{hr} \times 21 \text{ 台} \times 24 \text{ hr} \times 0.8 = 20,160 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$\text{カンテラからの送水量} \quad \quad \quad = 20,000 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$\text{配水量の合計} \quad \quad \quad = 40,160 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$\text{供給水量} \quad 40,160 \times 0.75 \quad \quad \quad = 30,120 \text{ m}^3/\text{日}$$

使用水量

夏季平均の使用水量は表2.3.1のポンプ稼働台数より日平均の1.2倍になるとすると、使用水量は以下のようになる。

$$\text{日平均使用水量} \quad 155,000 \times 0.15 = 23,250 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$\text{夏季平均使用水量} \quad 23,250 \times 1.2 = 27,900 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$\text{日最大使用水量} \quad 155,000 \times 0.2 = 31,000 \text{ m}^3/\text{日}$$

供給水量30,120 m³/日は日平均・夏季平均使用水量をカバーするものであるが、日最大使用量に対して若干の不足が生じる。しかし、水収支の面から見ると、ほぼバランスがとれていると考えられる。

2.4 計画雨水量

雨水排除計画では、降雨現象をどのように取り扱うかが基本となるが、この降雨現象の内でも降雨量を把握することは最も重要なことである。一般に降雨量を把握するために降雨強度式が使用され、この式では降雨強度、降雨継続時間、発生頻度の関係を明らかにしている。

1960～1983年の降雨資料の内、入手可能な10ヶ年の降雨資料から当市の降雨強度式を求めると次のようになる。

$$\text{3年確率} \quad I_3 = \frac{980}{t+23}$$

$$5 \quad " \quad I_5 = \frac{1,060}{t+22}$$

$$7 \quad " \quad I_7 = \frac{1,120}{t+22}$$

$$10 \quad " \quad I_{10} = \frac{1,190}{t+21}$$

ここに I : 降雨強度 (mm/時間)

t : 降雨継続時間 (分)

これらの降雨強度式を図示すると図2.4.1のようになる。

管路による雨水排除の検討には合理式を採用し、雨水流出量を算定する。

$$Q = \frac{1}{360} C I A$$

ここに Q : 雨水流出量 (m³/秒)

C : 流出係数 (1983年=0.3、2005年=0.5)

I : 降雨強度 (mm/時間)

A : 集水面積 (ha)

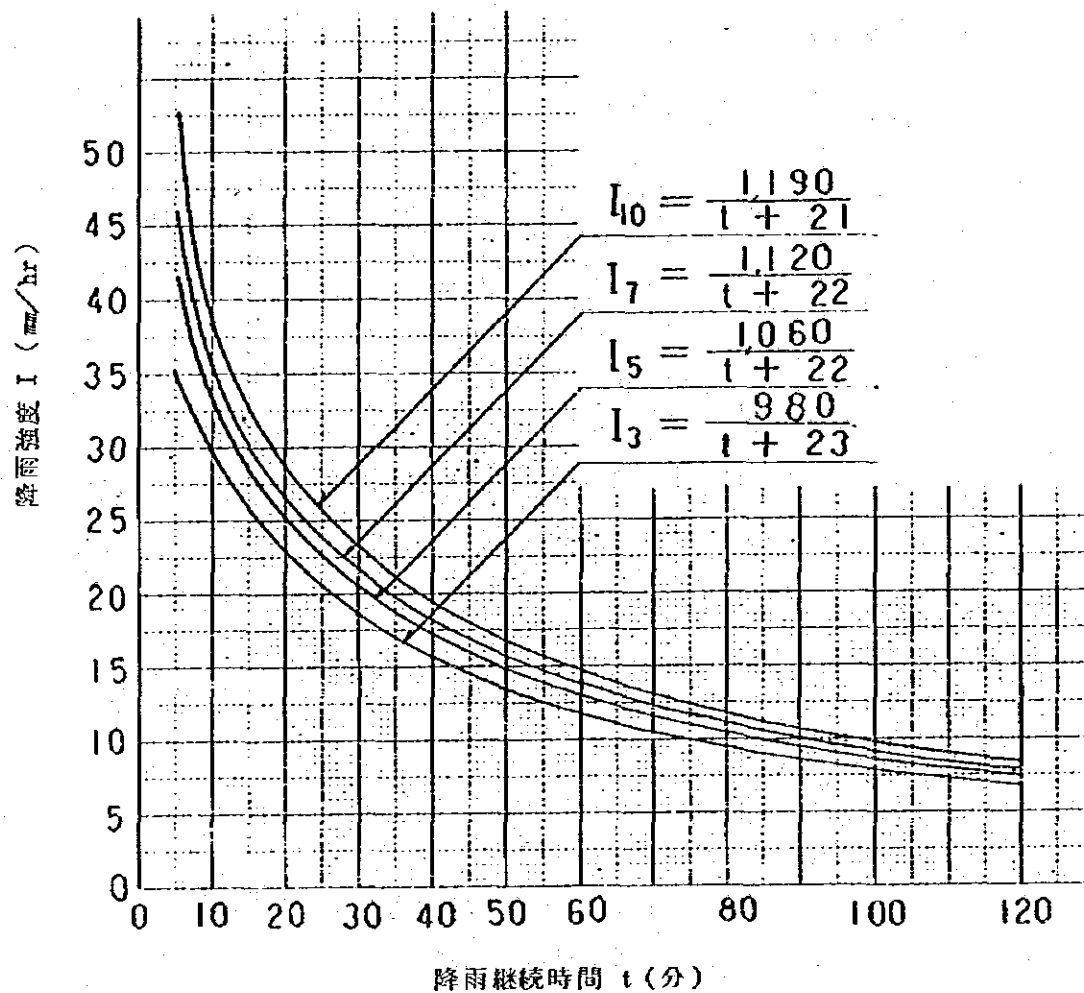


圖 2.4.1 降雨強度式

2.5 計画水質

a) 1人1日汚濁負荷量

① 現況値の推定

1人当りの汚濁負荷量原単位の現況値を求めるべくトランシュの水質調査を行った。その結果によるとBOD₅の汚濁負荷量原単位は8.3gであった。しかし、この値は常識的に判断してもかなり低い。このような結果になった理由として次のようなことが考えられる。

- 1) 各家庭からトランシュまでの距離が短かく、し尿と雑排水の混合があまり行われず、ほとんど雑排水の測定となった恐れがある。
- 2) 水質試験結果と水道使用量調査結果から、この値を求めたが、1人1日当りの使用水量調査結果が全くあてにならないこと。
- 3) BOD₅濃度が平均約130mg/lと比較的低く、これはエジプトの各都市の値に比べるとかなり低い。1) 項の理由に基づくものと思われる。

したがって、この8.3gを原単位の現況値として採用することはむづかしい。現況値の推定にあたっては、その根拠となる資料が乏しいが、8.3gを雑排水のみの原単位と考え、これにし尿(13g程度)を加えて、1人1日当りの汚濁負荷量原単位は20gとする。

② 将来値の推定

1人1日汚濁負荷量原単位(BOD₅)の計画値としては「Sewage Treatment in Hot Climates」によれば世界各地で次のようである。

Zambia	36g
Kenya	23g
S.E.Asia	43g
India	30~45g
Rural France	24~34g
UK	50~59g
USA	45~78g

また、この書では熱帯地方の発展途上国では計画値としては40gが適当であろうと述べている。その内訳は米国と比較して次の通りである。

	USA	Tropics
Personal washing	9g	5g
Dishwashing	6	8

Garbage disposal	31g	—
Laundry	9	5g
Toilet	Faeces	11
	Urine	10
	Paper	2
Total		78g
		40g

したがって、当エル・アリッシュの1人1日汚濁負荷量の将来値としても40gとする。

b) 計画水質

1人1日平均汚水量で汚濁負荷量原単位を除すれば水質を求めることができる。したがってBOD₅の水質は

$$40g \times 10^3 / 150 \ell \div 270 \text{ mg} / \ell$$

また、各項目の水質は水質試験結果あるいは日本国内での事例に基づいて次のように決定する。

$$\text{BOD}_5 \quad 270 \text{ mg} / \ell$$

$$\text{SS} \quad 270 \times 0.9 \div 250 \text{ "}$$

$$\text{COD} \quad 270 \times 0.8 \div 220 \text{ "}$$

$$\text{T-N} \quad 270 \times 0.3 \div 80 \text{ "}$$

$$\text{T-P} \quad 270 \times 0.04 \div 10 \text{ "}$$

Ⅱ 処理方式の選定

3.1. 処理方式の種類

処理場を計画するにあたって最も重要なことは、その位置と処理方式の決定である。この項では処理方式について検討を行う。

当地のような水資源の少ない国では、処理水を再利用することはその価値を高めることである。当面考えられる再利用としては農業のかんがいがある。したがって処理方式を選択するにあたっては、その点を十分考慮しなければならない。

エル・ブリッシュでは現在農業用水はすべて地下水で賄っており、かんがい方式としてはドリップ式を採用している。ドリップ式は水資源の乏しい砂漠国にとっては効率のよい散水法であり、今後ともこの傾向は続くと思われ、処理水を利用する場合一番問題となるのは散水ノズルの閉塞である。それ故に処理水を利用する場合は散水ノズルの改良と合わせて処理水質の向上が望まれ、処理方式の選定は重要である。ドリップ式を採用するかぎりには処理水質としては二次処理水質程度は最低でも必要となろう。したがって処理方式は二次処理を目的とした方式から選択する。

処理方式は生物処理、化学処理、物理処理、あるいはその組合せによっていろんな方式が考えられるが、その処理水を農業利用することから薬品を使用しないことが望ましい。その点を十分換案すると処理方式は生物処理が好ましく、以下の6方式について検討を行なうものである。

- 1) 標準活性汚泥法（機械攪拌式）
- 2) 長時間曝気法（ , ）
- 3) オキシデイションディッチ法
- 4) モディファイドエアレーション法（機械攪拌式）
- 5) エアレイティッドラグーン法
- 6) オキシデイションpond法

3.2. 特徴

各処理方式別の特徴を表3.2.1に示す。

表3.2.1 各処理方式別の特徴を長所、短所別にまとめると次のようになる。

項目 処理方式	長所	短所	BOD 除去率	ショックロード及び負荷変動への対応	容易度	運 転 管 理		
						システムの確立の便否	点検箇所数の多少	高度な技術の必要性
標準活性汚泥法	①処理効率がよい。②異味多い。③建設費、維持管理費比較的安い。④敷地面積も比較的少	①ショックロードに弱い。②発生汚泥量が多い。③運転操作が複雑。④生汚泥の天日乾燥が困難(消化タンク必要)	>90%	調整池を設置すれば対応できる	ある程度容易	十分確立している	かなり多い	かなり必要
長時間曝気法	①初充の省略。②ショックロード・負荷変動に強い。③汚泥発生量少。④硝化まで進行	①処理効率(特にSS)は標準法より劣る。②臭気等の問題あり。③用地広い。④汚泥のキャリオーバーあり。	>90%	対応できる	容易	十分確立している	少ない	ある程度必要
オキゲンディージョン ディッチ法	①初充の省略。②ショックロード・負荷変動に強い。③汚泥発生量少④運転操作は容易。	①用地広い。②臭気等の問題あり。③汚泥のキャリオーバーあり。	>90%	対応できる	容易	確立している	少ない	わずかに必要
モディファイド エアレーション法	①低濃度排水処理にむいている。②建設費、維持管理費共標準法より安い。③標準法への転換可能。	①ショックロード・負荷変動に弱い。②処理効率は他の方式に比べてぐっと落ちる。③生汚泥の天日乾燥が困難(消化タンク必要)	約60%	調整池を設置すればある程度対応できる	ある程度容易	確立している	かなり多い	ある程度必要
エアリフティッド ラグーン法	①エアリフティッドラグーン以外の施設がなく、維持管理は容易である。②返送汚泥の必要がない。③細菌処理がよい。	①他の方式に比べて広大な用地必要。②面利用の際深堀の除去必要。③用地内全面池のため危険防止用等必要(人、家畜)。④蒸発量、飛砂の堆積の問題あり。	>90%	十分対応できる	相当容易	確立している	極めて少ない	必要ない
オキゲンディージョン バグン法	①機器類がほとんどなく、維持管理費は安く、管理も容易である。②細菌処理がよい。	①非常に広大な用地必要②～④は同上	>90%	十分対応できる	極めて容易	確立している	ほとんどない	全く必要ない

3.3 フロシート

各処理方式別のフロシートを図 3.3.1 ～ 3.3.6 に示す。

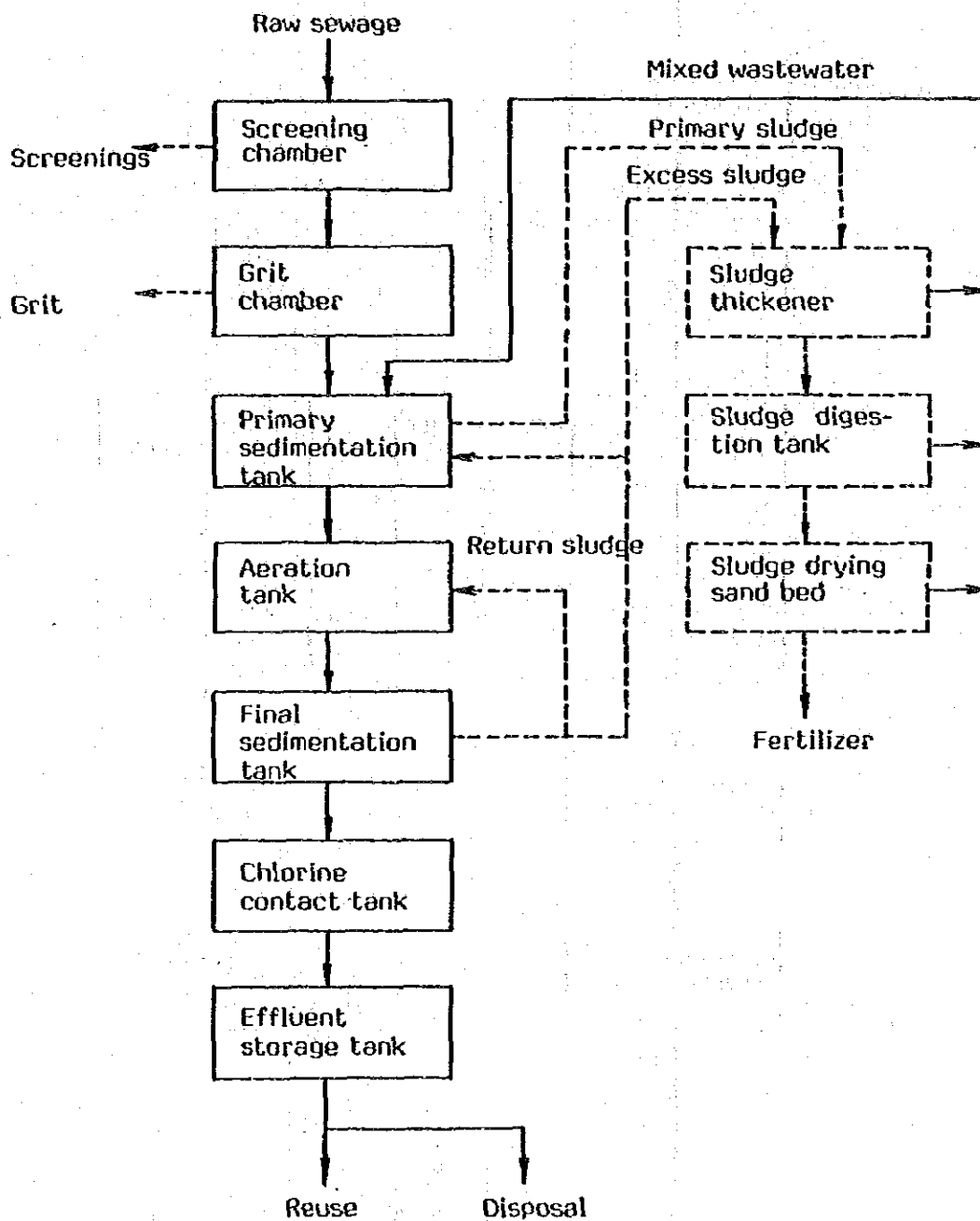


図 3.3.1 Flowsheet of Conventional Activated Sludge Process

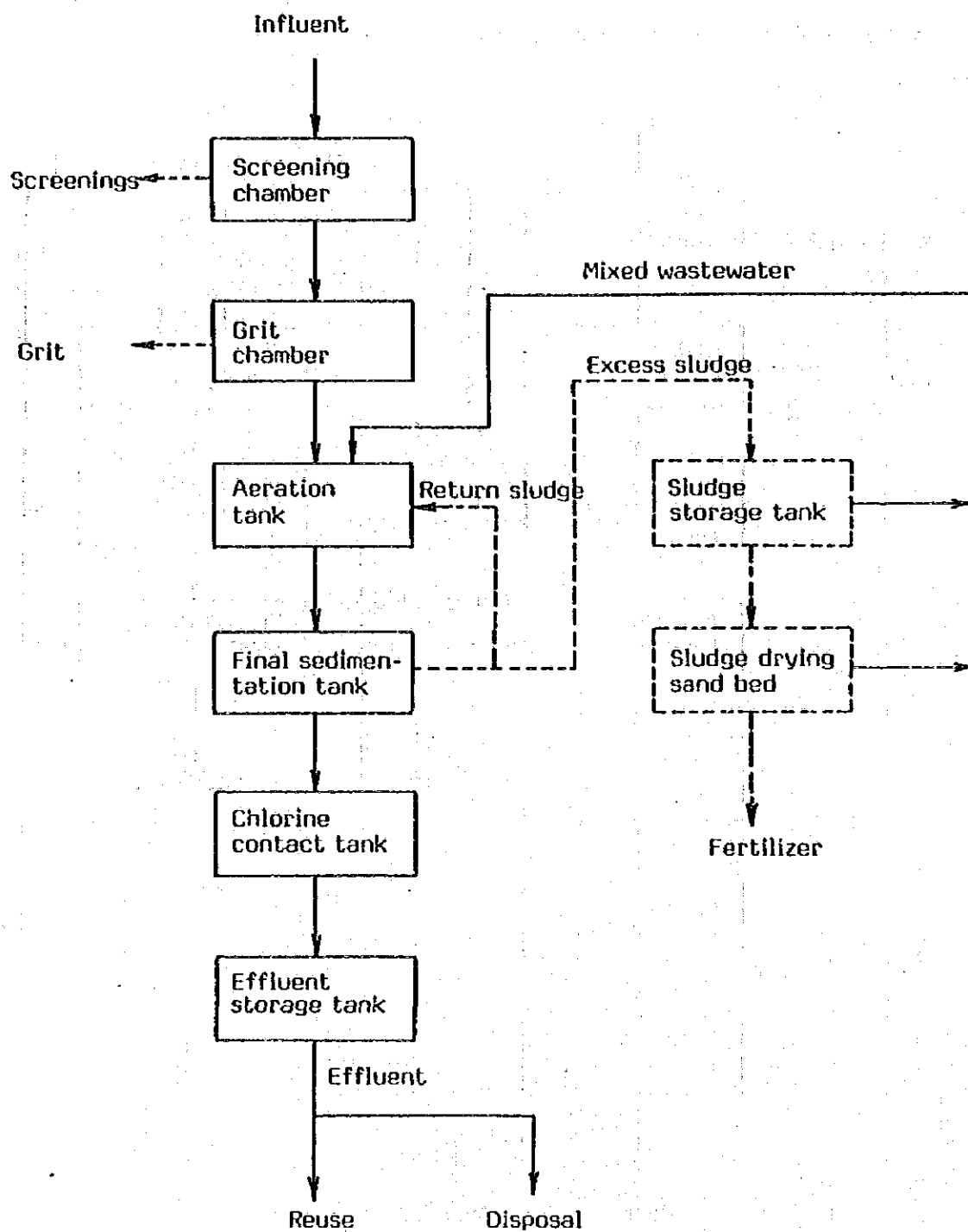
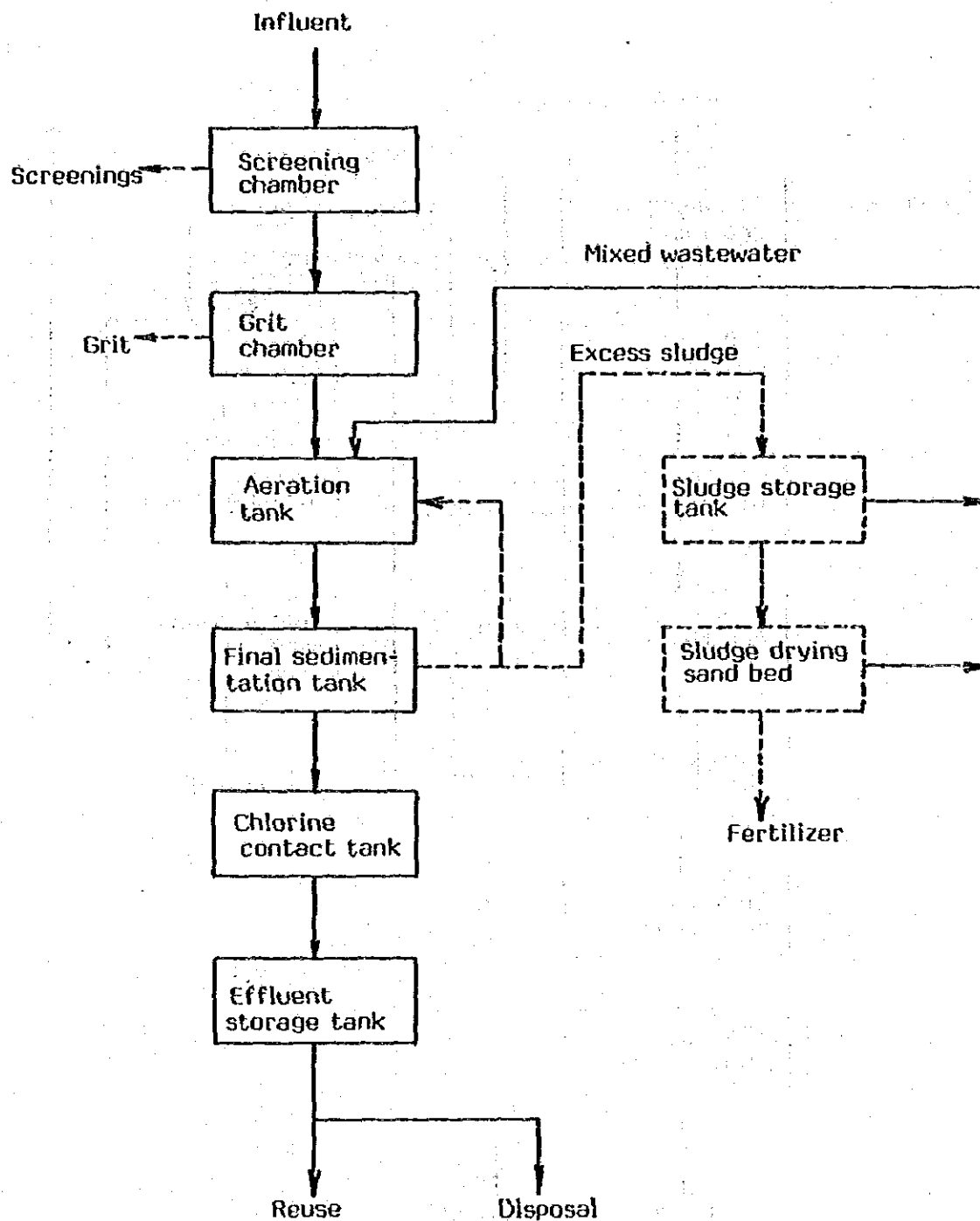


图 3.3.2 Flowsheet of Extended Aeration Process



3.3.3 Flowsheet of Oxidation Ditch Process

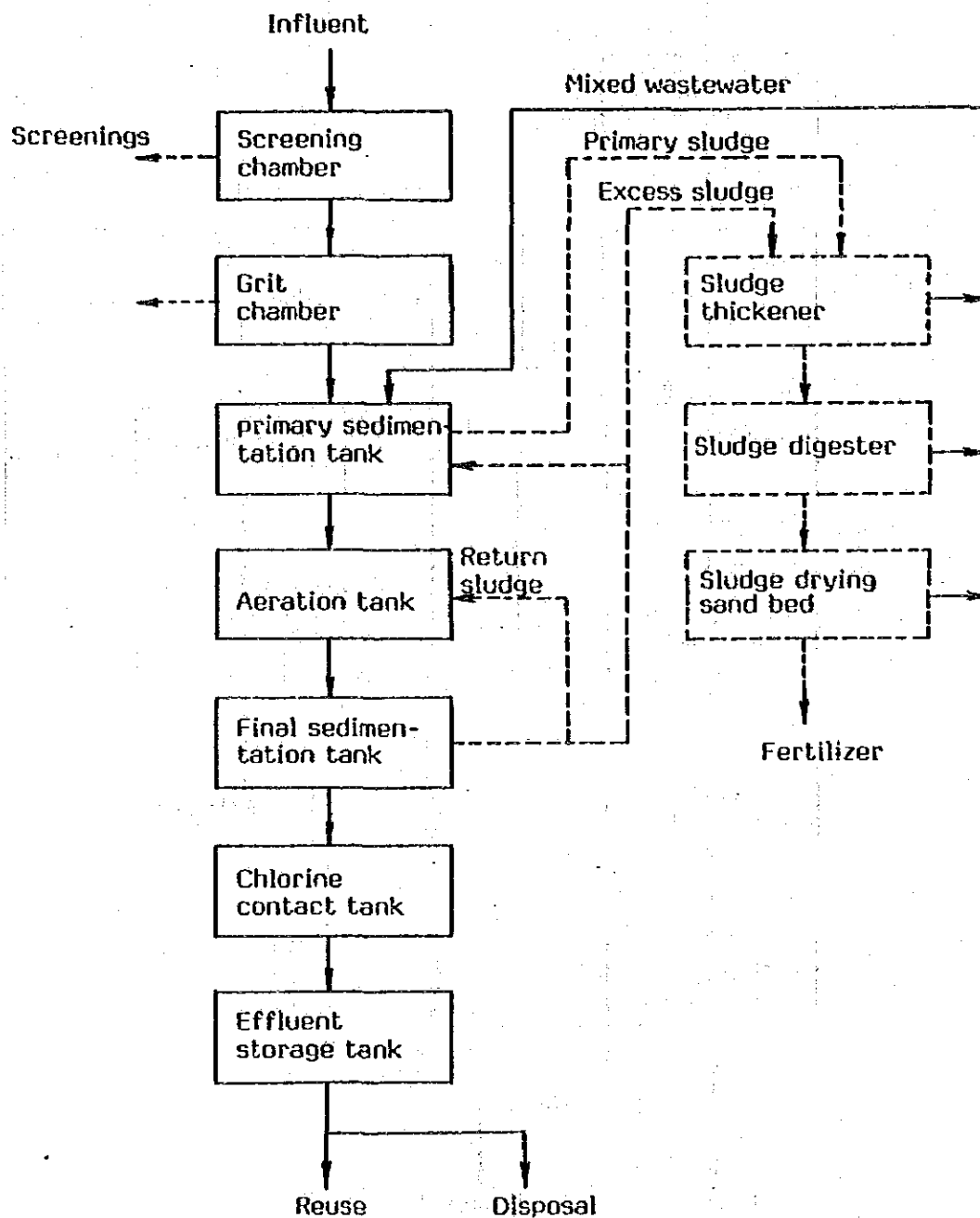
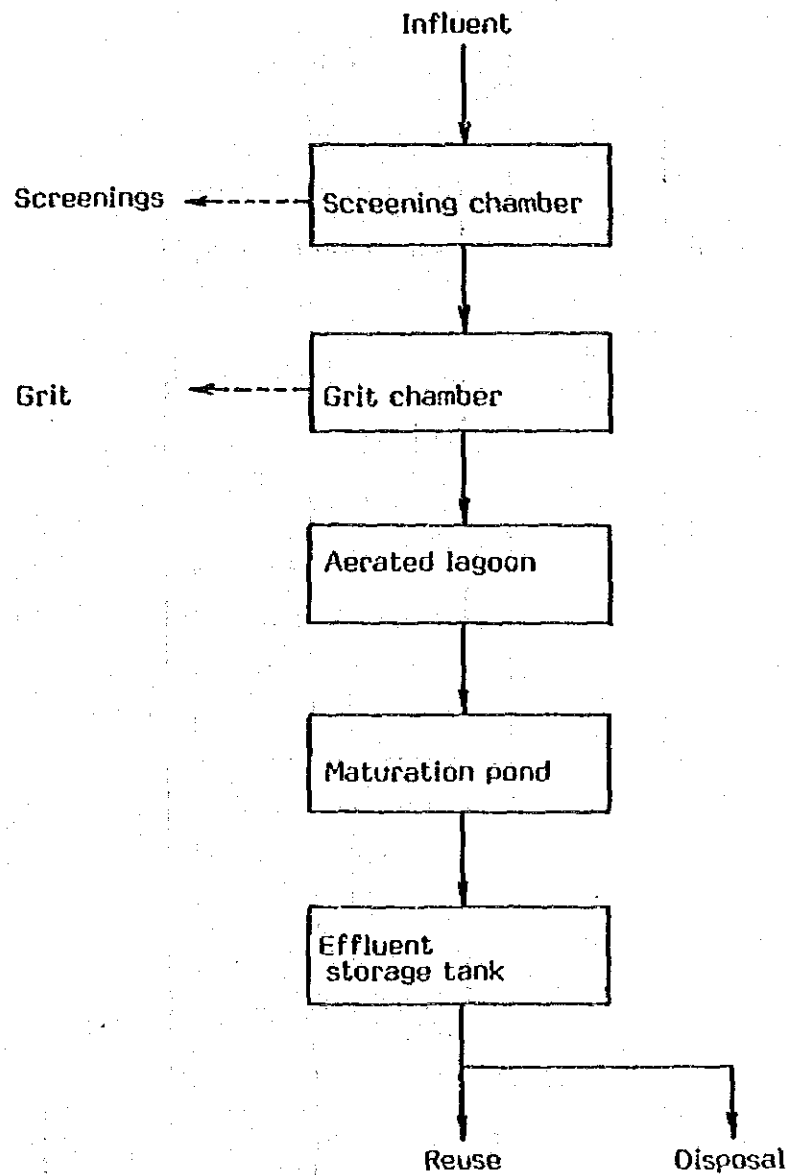
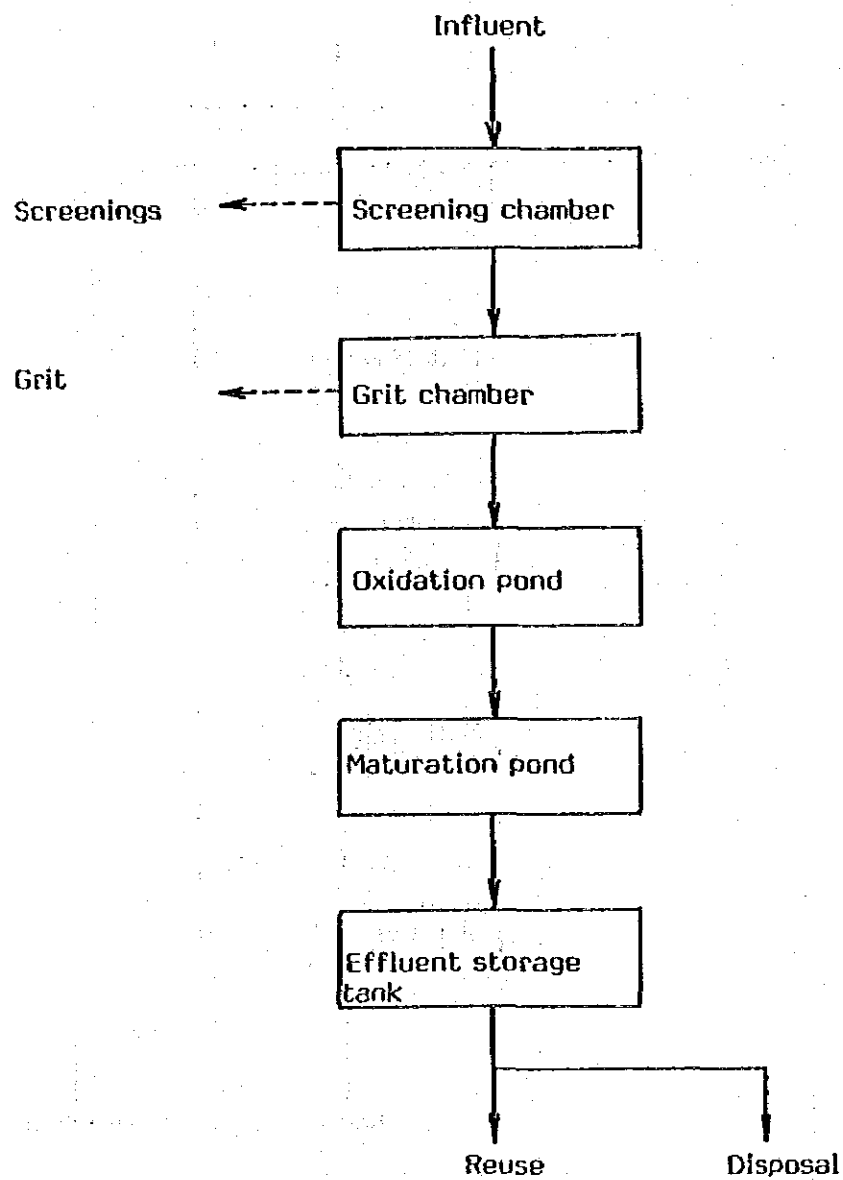


FIG 3.3.4 Flowsheet of Modified Aeration Process



☒ 3. 3. 5 Flowsheet of Aerated Lagoon Process



☒ 3. 3. 6 Flowsheet of Oxidation Pond Process

3.4. 各処理方式別の処理水質及び処理効率を表3.4.1を示す。

表 3.4.1 各処理方式別処理水質及び処理効率

処理方式 水質	標準活性 汚泥法	長時間 曝気法	オキシデーション ディッチ法	モディファイド エアレーション法	エアレイティッド ラグーン法	オキシデーション ポンド法
B O D	270	270	270	270	270	270
	27	27	27	108	27	27
	90	90	90	60	90	90
S S	250	250	250	250	250	250
	25	37	37	75	350	350
	90	85	85	70	—	—
C O D	220	220	220	220	220	220
	66	44	44	110	44	44
	70	80	80	50	80	80
T - N	80	80	80	80	80	80
	56	24	24	64	24	24
	30	70	70	20	70	70
T - P	10	10	10	10	10	10
	7	7	7	8	3	3
	30	30	30	20	70	70

(注) { 上段；流入水質 (mg/L)
 { 中段；処理水質 ()
 { 下段；処理効果 (%)

エアレイティッドラグーン法及びオキシデーションポンド法において、SSの処理水質が流入水質を上まわっているのは藻類の流出によるものである。

3.5 概略全体配置図

各処理方式別の概略全体配置図を図 3.5.1 ~ 3.5.6 に示す。

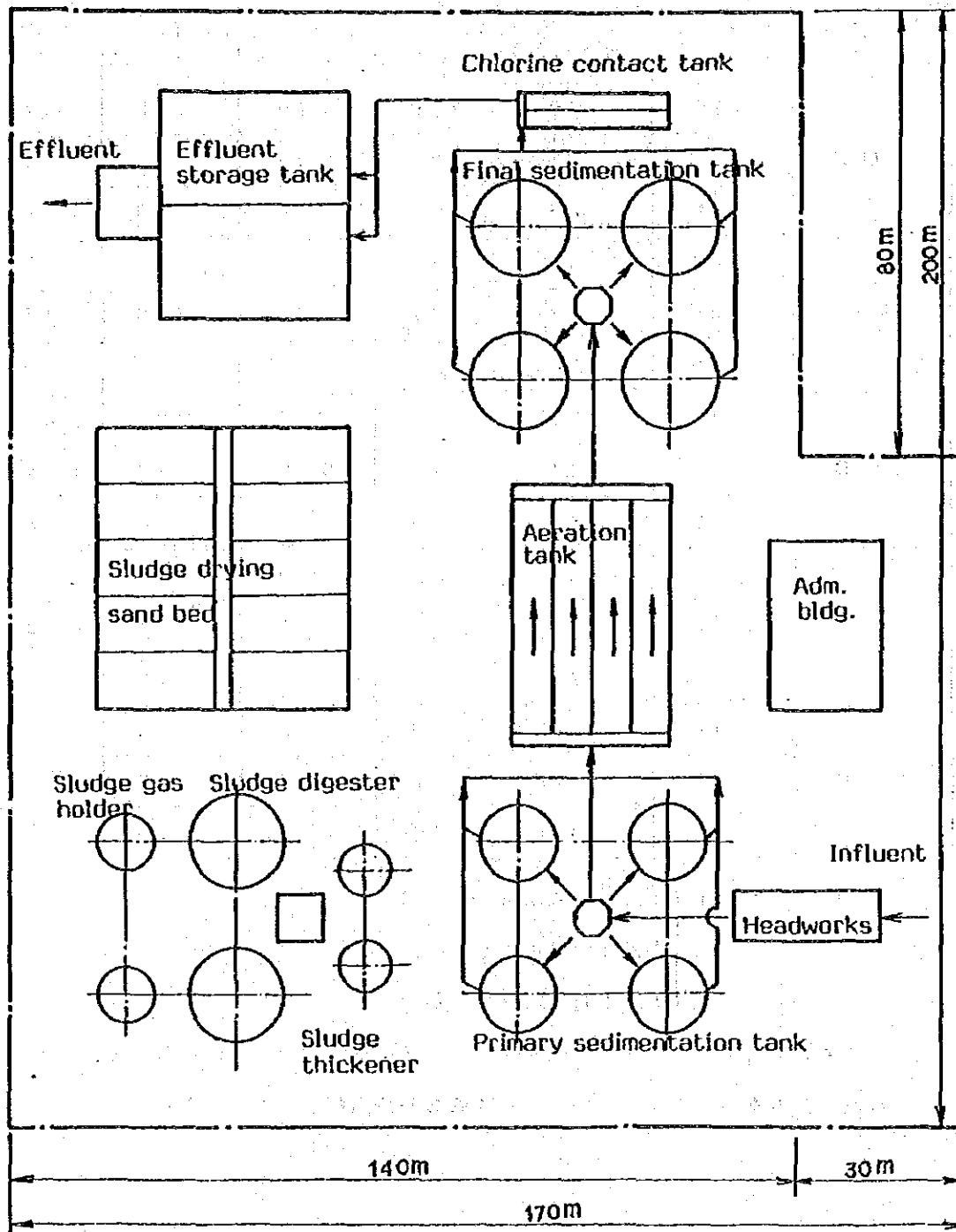


図 3.5.1 Layout Plan of Conventional Activated Sludge Process

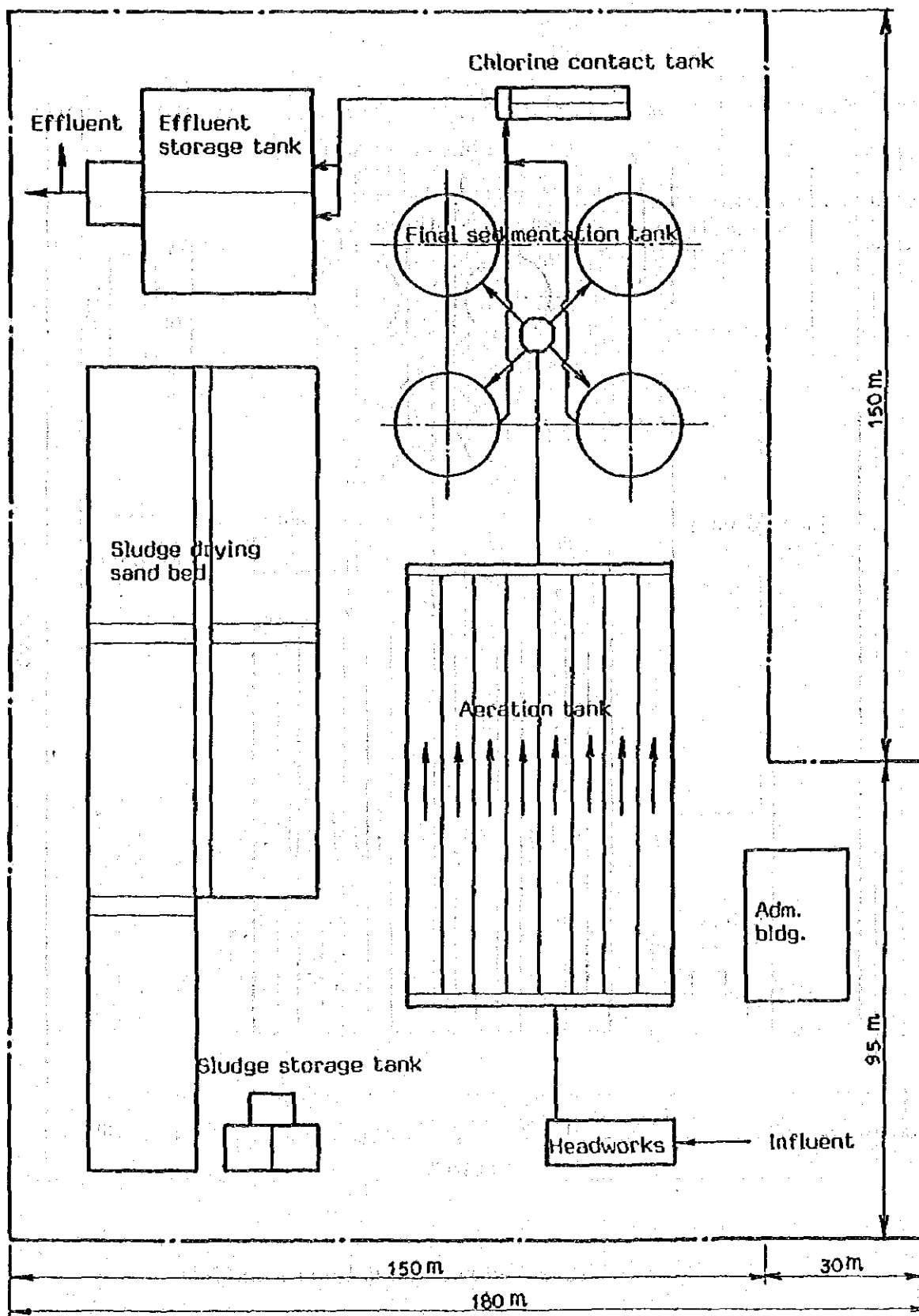
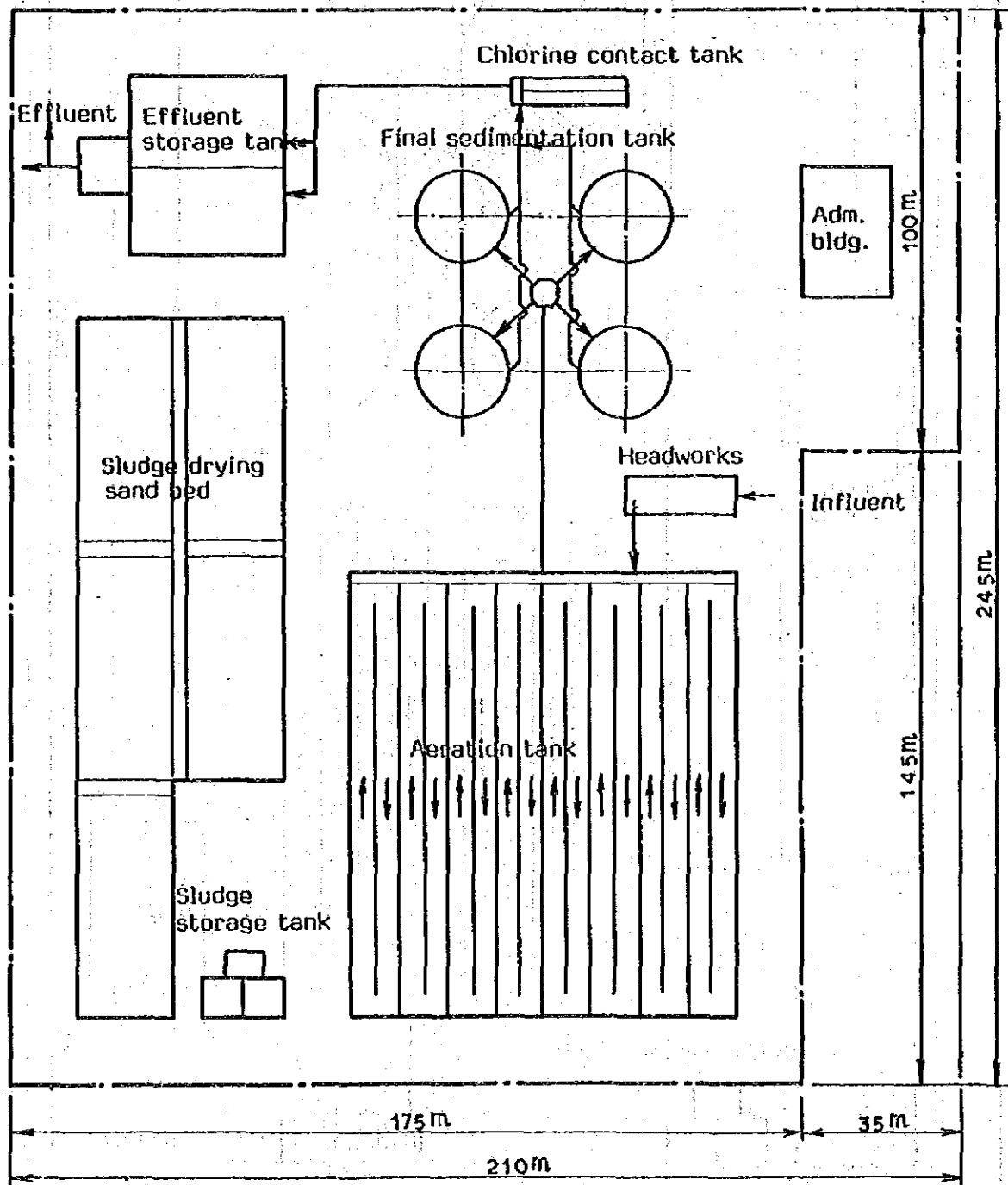


图 3.5.2 Layout Plan of Extended Aeration Plant



☒ 3.5.3 Layout Plan of Oxidation Ditch Plant

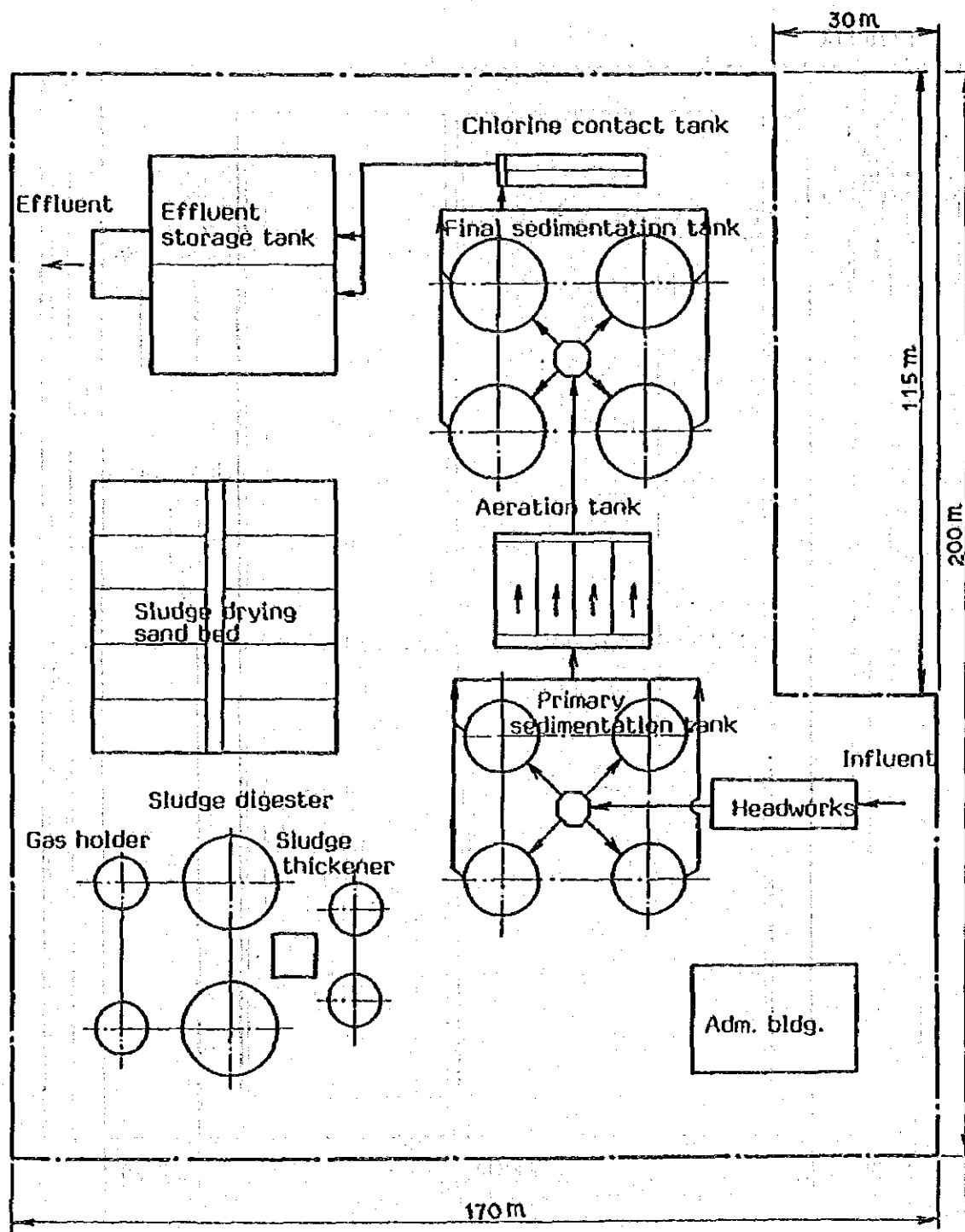
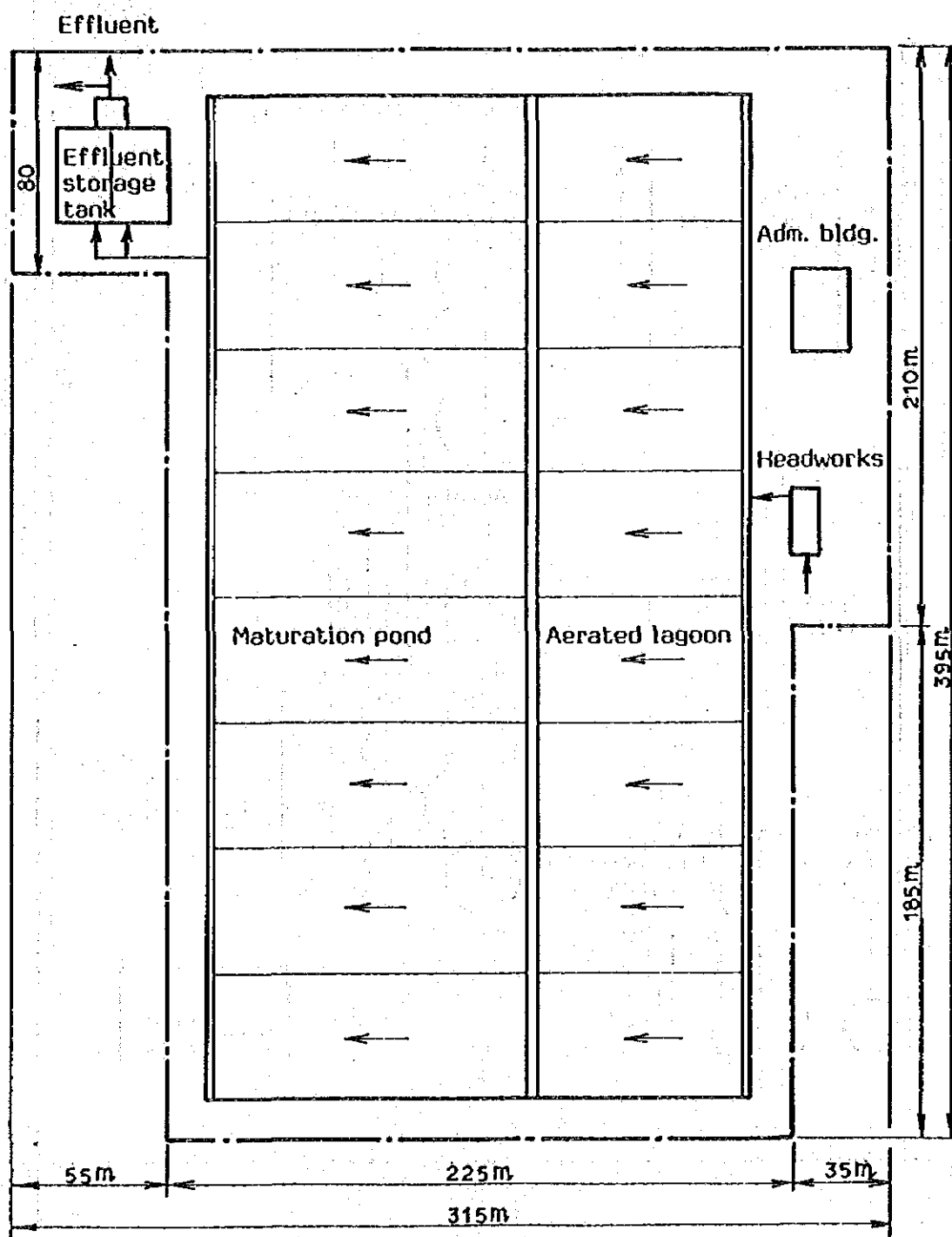
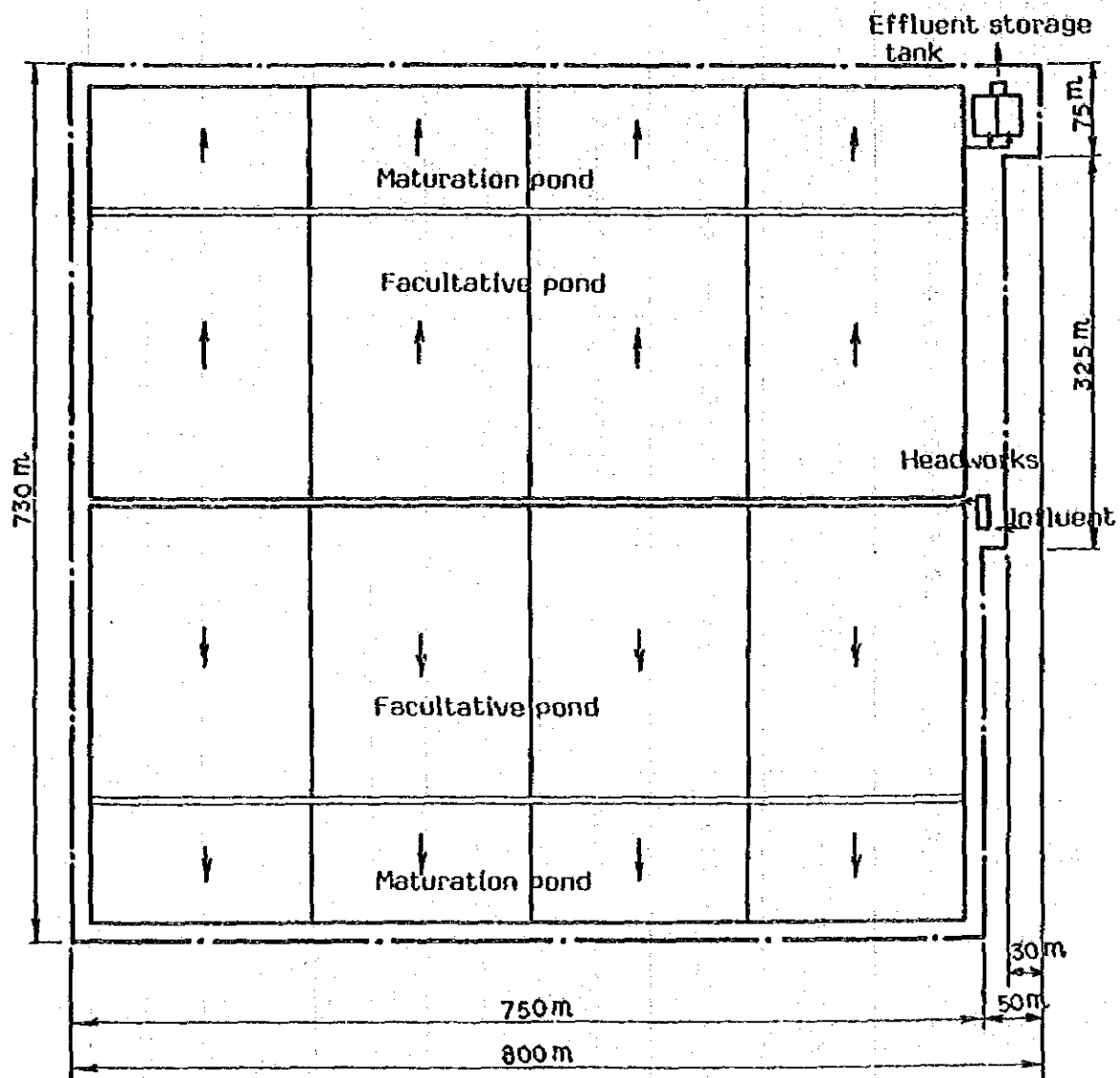


图 3.5.4 Layout Plan of Modified Aeration Plant



☒ 3. 5. 5 Layout Plan of Aerated Lagoon Plant



☒ 3. 5. 6 Layout Plan of Oxidation Pond Plant

3.6. 建設費

各処理方式別の建設費は、表3.6.1に示す。

表 3.6.1 各処理方式別の建設工事費 ($Q = 20,000 \text{ m}^3/\text{d}$) (1 / 2)

処理方式 工 種	標準活性汚泥法	長時間曝気法	オキシデーション ディッチ法	モディファイド エアレイション法	エアレイティッド ラグーン法	オキシデーション ポンド法
土木・建築工事 (L.E.)	3,679,000	4,435,000	4,557,000	3,508,000	4,415,000	11,121,000
機 械 (L.E.)	3,200,000	2,571,000	2,185,000	2,911,000	2,938,000	238,000
電 気 工 事 (L.E.)	920,000	907,000	760,000	878,000	801,000	70,000
建 設 費 計 (L.E.)	7,799,000	7,913,000	7,502,000	7,297,000	8,154,000	11,429,000
建設費比率	1.04	1.05	1.00	0.97	1.09	1.52
処理水量 1 m^3 当り 単価 (L.E./ m^3)	390	396	375	365	408	571

表 3.6.2 各処理方式別の建設工事費 ($Q = 20,000 \text{ m}^3/\text{d}$) (2/2)

処理方式 工 種	標準活性汚泥法	長時間曝気法	オキシディシジョン ディッチ法	モディファイド エアレイシジョン法	エアイレティッド ラグーン法	オキシディシジョン ポンド法
敷 地 面 積 (m^2)	31,600	39,600	46,400	30,600	100,600	557,800
敷 地 面 積 比 率	0.68	0.85	1.00	0.66	2.17	12.02
処理水量 1 m^3 当り 面積 (m^2/m^3)	1.58	1.98	2.32	1.53	5.03	27.89
用 地 費 (L.E.)	31,600	39,600	46,400	30,600	100,600	557,800
用 地 費 比 率	0.68	0.85	1.00	0.66	2.17	12.02
処理水量 1 m^3 当り 用地費 (PTL/ m^3)	1.60	2.00	2.30	1.50	5.00	27.90
合 計 (建設費+用地費) (L.E.)	7,830,600	7,952,600	7,548,400	7,327,600	8,254,600	11,986,800

3.7. 維持管理費

各処理方式別の維持管理費は、表 3.7.1 に示す。

表 3.7.1 各処理方式別の年間維持管理費 ($Q = 20,000 \text{ m}^3/\text{d}$)

工 種	処理方式	標準活性汚泥法	長時間曝気法	オキシデーション ディッチ法	モディファイド エアレーション法	エアレイテッド ラグーン法	オキシデーション ポンド法
電 力 費 (L.E.)		60800	75300	111100	42700	35300	500
消耗品費その他 (L.E.)		3000	3500	5000	2300	1900	500
人 件 費 (L.E.)		15400	13100	13100	15400	12400	11300
計 (L.E.)		79200	91900	129200	60400	49600	12300
維持管理費比率		0.61	0.71	1.00	0.47	0.38	0.10
処理水量 1 m^3 当り 維持管理費率他 (P.T./ m^3)		1.1	1.3	1.8	0.8	0.7	0.2

3.8. 処理原価

各処理方式別の処理原価は、表 3.8.1 に示す。

表 3.8.1 各処理方式別の処理原価 ($Q = 20,000 \text{ m}^3/\text{d}$, 利率率 3.5%)

処理方式 工 種	標準活性汚泥法	長時間曝気法	オキシジェン デイツ法	モディファイド エアレイション法	エアレイテッド ラグーン法	オキシジェン ポンド法
減 価 却 費 (L.E.)	320,800	297,400	267,800	297,500	327,800	392,100
企 業 債 利 子 (L.E.)	274,100	278,300	264,200	256,500	288,900	419,500
計 (L.E.)	594,900	575,700	532,000	554,000	616,700	811,600
維 持 管 理 費 (L.E.)	79,200	91,900	129,200	60,400	49,600	12,300
合 計 : 処 理 原 価 (L.E.)	674,100	667,600	661,200	614,400	666,300	823,900
処 理 原 価 比 率	1.02	1.01	1.00	0.93	1.01	1.25
処 理 水 量 1 m^3 当 り 原 価 (PT/m ³)	92	9.1	9.1	8.4	9.1	11.3

※償却年限は、土木・建築工事は50年、機械・電気工事は、15年とする。残存価値は、土木・建築工事は0、機械・電気工事は10%とする。

尚、防水シートは、償却年限25年、残存価値0とする。

3.2 検討結果

以上の検討結果を処理方式別にまとめると下表のようになる。

(単位: $\times 10^3$ LE.)

項目 処理方式	特 徴	運 転 管 理				敷地面積 (m^2)	用地費 (円)	建設費 (円)	維持 管理費 (円)	投資 費 (円)	処理 原価 (円)	考 備
		難易度	システム の確立 の度合	点検箇 所の数 の多少	高度な 技術の 必要性							
標準汚泥法	①処理効率がよい②果樹多い③建設費維持管理費比較的安い④敷地面積も比較的少⑤ショッキングロードに弱い⑥汚泥発生量が少⑦運搬操作が複雑⑧生汚泥の天日乾燥が困難⑨消化タンク必要⑩エアレーション用のブローワー使用は砂のため困難	ある程度容易	十分確立している	かなり多い	かなり必要	31,600	31.6	7,799	79.2	594.9	674.1	現在の下水処理の主流を成すもので処理効率もよく大規模処理場ではほとんどこの方式である。
長曝気法	①初沈の省略②ショッキングロード、負荷変動に強い③汚泥発生量少④硝化法で通行⑤処理効率高(特にSS)は標準法より劣る⑥臭気等の問題あり⑦用地比較的広い⑧汚泥のキャリオーバー大⑨エアレーション用のブローワー使用は砂のため困難	容易	十分確立している	少ない	ある程度必要	39,600	39.6	7,913	91.9	575.7	667.6	汚泥の発生量を強力に減らす目的で開発されたもので比較的小規模向きである。
キャンディンディッシュ法	①初沈の省略②ショッキングロード、負荷変動に強い③汚泥発生量少④用地比較的広い⑤運搬操作は比較的容易⑥汚泥のキャリオーバー大⑦硝化法で通行⑧脱臭が容易	容易	確立している	少ない	わずかに必要	46,400	46.4	7,502	129.2	532.0	661.2	少ない機器設備、低コストで処理効率の高い方式を旨としたものである。比較的小規模に向いている。
モディファイドエアレーション法	①広範囲排水処理向き②建設費、維持管理は一番安い③標準法への転換可能④ショッキングロード、負荷変動に強い⑤処理効率は他の方式に比べてくつと落ちる⑥生汚泥の天日乾燥が困難(消化タンク必要)	ある程度容易	確立している	かなり多い	ある程度必要	30,600	30.6	7,297	60.4	554.0	614.4	目的は中級処理であり、他の方式とはレベルが違う。
エアレイティッドラグレーション法	①エアレーション以外に機器設備がなく、維持管理は容易②運送汚泥の必要なし③細目処理よい④他の方式(ポイント)を除く)に比べて広大な用地必要⑤車利用の緊要性の除去必要⑥汚泥量、飛砂の堆積の問題あり⑦危険防止等必要	ある程度容易	確立している	極めて少ない	必要ない	86,800	86.8	8,154	49.6	616.7	666.3	キャンディンディッシュ法の1種であるが、違いはエアレーションしていることにある。このことによつてポイントの面積を小さくするのが目的である。
キャンディンポイント法	①機器類がほとんどなく、維持費が安く管理も極めて容易②細目処理の緊要性の除去必要あり③汚泥量、飛砂の堆積の問題あり④危険防止等必要	極めて容易	確立している	全く必要ない	全く必要ない	557,800	557.8	114,29	12.3	811.6	823.9	最も原始的な方式であるが、広大な用地を必要とする。熱帯地方に適した方式である。しかし、当地では汚泥量が大きく不向きである。

次に各項目につき6段階の評価を与える。数値の高いものほどすぐれている。

但し、処理原価、維持管理及び汚泥処理の容易さ、処理効率及び安定度、処理プロセスの多少の6項目については10段階とする。

項目 処理方式	敷地 面積	用地費	建設費	維持 管理費	資本費	処理 原価	処理 効率	処理の 安定度	維持管理 の容易さ	汚泥処理 の容易さ	系管に対 する優位	再利用に 対する優位	飛砂の堆積 に対する優位	処理プロ セスの多少	得点合計
標準活性汚泥法	5	5	3	3	3	6	10	10	4	5	6	5	6	4	81
長時間曝気法	4	4	4	2	4	7	10	10	6	7	4	6	5	6	81
オキシジェン ディフュージョン 法	3	3	5	1	6	8	10	10	8	7	4	6	5	8	86
セディファイド エアレーション法	6	6	6	4	5	10	5	5	5	5	6	1	6	4	78
エアレイティッド ラグーン法	2	2	2	5	2	7	8	8	9	10	2	2	2	9	71
オキシジェン ポンド法	1	1	1	6	1	3	8	8	10	10	1	1	1	10	63

処理レベルの低いセディファイドエアレーション法が最も金額的に安いのは当然であり、施設面積も小さく蒸発、飛砂の堆積に対しては有利であるが、この処理場計画において求められる。処理プロセスの少ないこと、維持管理の容易さ、再利用に対する優位性等には欠ける。

処理プロセスの少ないこと、維持管理の容易さにおいてはオキシジェンポンド法、エアレイティッドラグーン法がすぐれている。

標準活性汚泥法、長時間曝気法、オキシジェンディフュージョン法は金銭的にみてすぐれていることがわかる。

以下に処理方式決定について述べる。

3.10 処理方式の決定

当エル・ブリッシュ市において処理方式を決定する際に特に考慮しなければならないことは、

- 1) 経済的であること。
- 2) 処理プロセスの少ないこと。
- 3) 維持管理の容易なこと。
- 4) 処理効率が高く、かつ安定していること。

等があげられる。この条件からみても経済的にはモディファイドエアレーション法が最も有利である。しかし、この処理方式は他の方式が高級処理を目指しているのに対して、中級処理を目的としたものである。したがって同じ処理レベルの比較でなく、それ相応の処理設備しか備えておらず、当然ながら金額的には最も安い、その他の処理方式決定の条件である2)3)4) 項を満たすことは困難である。

処理場完成後はこれらのことは、運転管理に不慣れな人々にとっては非常に重要なことである。中級処理の割には処理プロセスが多く、運転操作も複雑なモディファイドエアレーション法を当処理場の処理方式として推奨することはむづかしい。

モディファイドエアレーション法を除く5方式の中で、前出の2)3)4) 項を最も満たしている方式はオキシデーションpond法である。しかし、この方式は最も不経済であること、広大な用地を必要とすること、蒸発による逸水が多いこと等からこれも推奨することは困難である。再利用を考慮した場合、水資源の少ない砂漠国にとってその1割以上が蒸発によって逸水することは避けなければならないことである。エアレイティッドラグーン法についても同様なことがいえる。

したがって残った3方式からの選択となるが、標準活性汚泥法は維持管理に手間を要すること、かなりの熟練を要すること等、また長時間曝気法は処理原価が高いこと、機器類がオキシデーションディッチ法に比べて多いこと等から、総合的に判断して次の理由によりオキシデーションディッチ法を推奨し、当処理場における処理方式とする。

- イ) 最も経済的であること。
- ロ) 機器設備が少なく維持管理が容易なこと。
- ハ) 発生汚泥量が少なく、また発生汚泥は全て活性汚泥であるため、直接天日乾燥が可能なこと。
- ニ) 処理効率も他の2方式に比較しても劣らないこと。
- ホ) MASAID地区で現在処理場を建設中であるが、その方式がオキシデーションディッチ法

法であること。

へ) 農業用水として再利用する際にはその制限因子となるCOD、T-N等の除去率が高いこと。
等々である。

砂漠国で処理場を建設する際に他に特に注意を要することは、蒸発による逸水、飛砂の堆積である。オキシデーションディッチ法での蒸発量は流入量に対して平均0.2%程度であり、あまり問題ではない。また飛砂に対しては施設を地表面から高くし、敷地周辺に処理水を利用して緑地帯、防砂林を設けることで対処することが可能と考えられる。

さらにオキシデーションディッチ法を採用した場合の欠点は下記のような点で解決できるものと思われる。

- a) 敷地面積が比較的広くなることについては、用地取得が容易なこと、価格が安いこと、建設費に対する割合が小さいこと。
 - b) 臭気、騒音等については、周辺は砂漠であり、人家もほとんどないこと。
 - c) 返送汚泥比が高いことについては、この処理方式の性格上やむを得ないことであるが、経験によって適正な返送量が把握できること。
 - d) 汚泥のキャリーオーバーについては、汚泥管理を適切にやること、かんがい用の散水ノズルの改良でつまり解消すること。
- 等々である。

Ⅳ 処理水の再利用

4.1 農業用水としての再利用

- a) 水資源の節約という観点からすれば、処理水の再利用は、エル・アリシュ地区における最も重要な対策の一つであるといえる。そして、種々の再利用計画の中では、農業開発に最重点が置かれている。

エル・アリシュ地区における農業は最も重要な経済関係部門で、地域総生産のほぼ30パーセントを占めている。そして、エル・アリシュ地区労働力の40パーセントは、農業及び関連部門に直接・間接にかかわりをもっている。

エル・アリシュ地区の既存農地では、オリーブ、なつめやし、すいか、きゅうり、とまとなどといった種々の作物が毎年収穫されている。それにも拘らず、総生産量は、人口の増加に追付いていない。

生産を高めるために、北シナイ政府は、既存農業の開発とは別に、処理水利用の農業開発を進めるよう新しい計画をたてている。政府の施策に従い、ジャラダ地区の約600ヘクタールの土地で農業開発を行う計画を作成した。

b) 作付体系案、期待収量及び予想生産量

ジャラダ地区における適作物の選択に当たっては、まず第一に、処理水利用という観点から、農耕問題よりも用水量及び衛生上の問題に注意を払うこととした。それは、水の利用及び衛生上の問題がジャラダ地区における最も重要な制限因子であるという理由による。

その他の重要な、そしてそれに関連する要因は、市場性、近い将来における需要増大の可能性及び利潤性といった問題である。現在、エル・アリシュ地区では、食糧作物は無論のこと主要畑作物の大部分が不足している。米や砂糖きびは、利潤性が高くまた市場性があるが、ジャラダ地区での栽培は好ましくない。それは、主として作物用水量が大きいためである。

北シナイ政府は、現在、エル・アリシュ地区で消費されている畑作物の大部分は、全体として、高い市場性をもっていると述べている。とくに、とまと、すいか、きゅうり、じゃがいものような畑作物、みかんのような果実、そしてオリーブの生産は、地域開発によってもたらされる一人当りの増加収入と同様収入と同様増大の傾向にある。

ジャラダ地区の現状及び上に述べた状況を考慮に入れ、適作物として以下にあげるものが選択された。

冬作物：れんげ、大麦、じゃがいもおよび豆類

夏作物：okra、すいかおよびピーマン

永年作物：かんきつ類、オリーブおよびアルファルファ

図 4.1.1 は、ジャラダ地区に導入予定の代表的な作付体系を示すものである。この作付体系にみられるように、冬作物は、れんげ、大麦、じゃがいも及び豆類で、このうちれんげは入植者の家畜の飼料として消費される。他の殆どすべての作物は、その土地で消費される。永年作物はみかん類、オリーブ及びアルファルファで、オリーブの一部は、輸出のためポートサイドに送られ、またアルファルファは飼料として消費される。

ジャラダ地区農場の開発最盛期における農業生産量は、表 4.1.1 に示すとおりである。

ジャラダ地区及びその周辺の農場で適切な地域開発が行われさえすれば、近い将来、エル・アリッシュ地区における需要量に見合う農業生産をあげることは十分に可能である。

表 4.1.1 開発最盛期における農業生産量

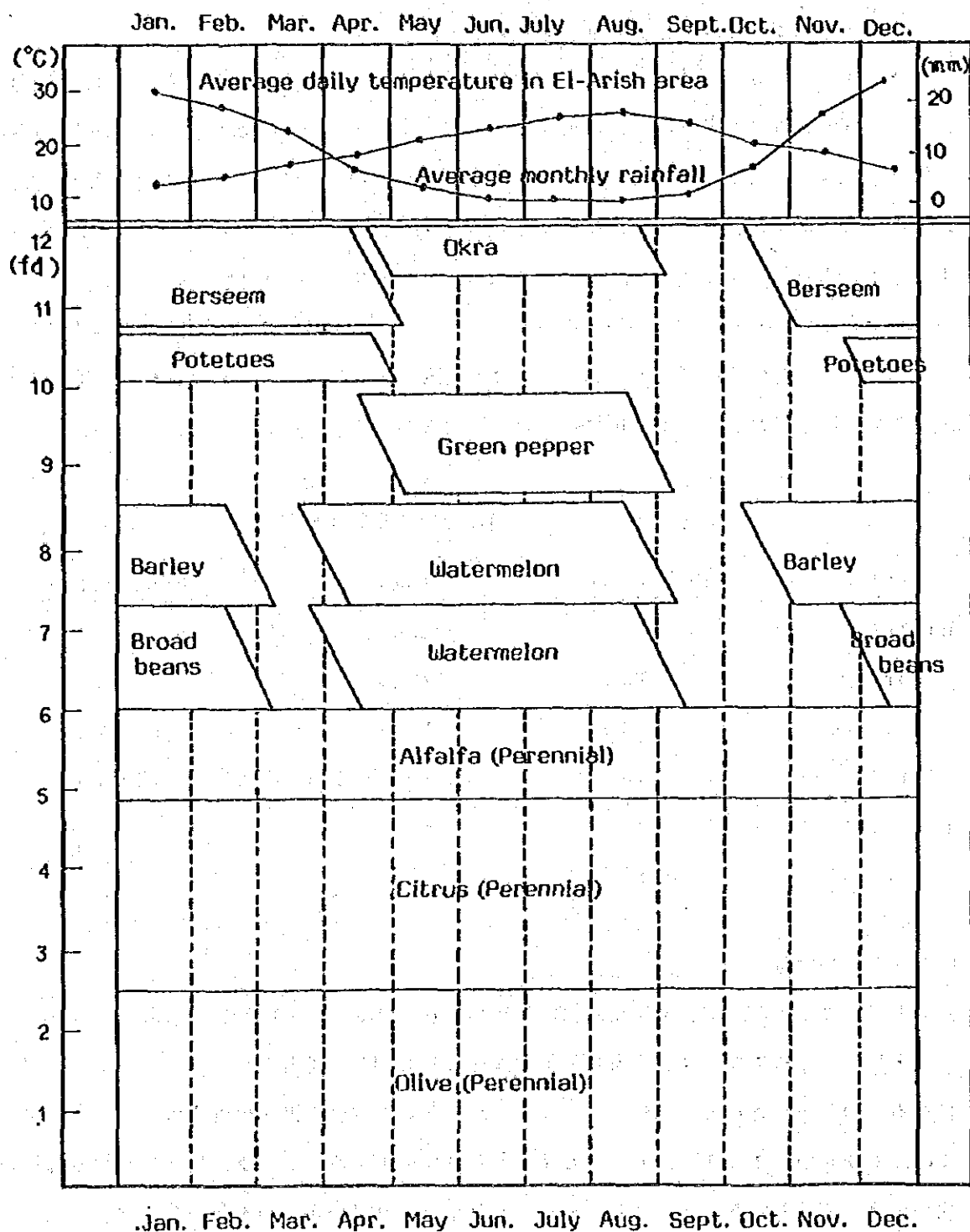
Crop	Production	Crop	Production
Winter		Summer	
Barley	86.4	Okra	146.9
Potatoes	230.4	Watermelon	1,751.0
Broad beans	86.4	Green Peper	404.5
Perenial			
Citrus	201.6		

c) かんがい用水量

かんがい効率 (E_i) は、搬送効率 (E_c) と圃場効率 (E_a) との積として示される。ジャラダ地区における搬送効率は、土壌条件及び関連する要因から考えると、95 パーセント以上になるものと予想される。一般に、ドリップかんがいの場合の圃場内効率は、露地及び温室では、95 ないし 100 パーセントとすることになっている。ジャラダ地区における農場の場合には、露地ということで 95 パーセントが見込まれている。かんがい効率は、下記のようにして計算する。

$$E_i = E_c \times E_a = 0.95 \times 0.95 = 0.903 = 0.90$$

ところで、かんがい水量 (粗用水量) は、作物消費水量 (純用水量) をかんがい効率 (E_i) で除してえられる。計算式は、以下のとおりである。



4.1.1 Proposed Cropping Pattern (12-Fedan-Farm Unit)

$$q = ETc \times 4.2 \times 1/86,400 \times 24/Ti$$

ここで、

q = irrigation requirements ($\ell/\text{sec}/\text{fd}$)

ETc = Crop water requirements (mm/day)

Ei = irrigation efficiency — 0.90 in case of drip system

4.2 = ratio of conversion in feddan

Ti = irrigation hour — 24 hours in case of drip system

したがって、

$$q = 7.0 \times 4.2 \times 1/86,400 \times 1/0.90 \times 24/24 = 0.3781 \ell/\text{sec}/\text{fd}$$

下水処理計画によれば、処理場から排出される処理水は日量20,000立方メートルで、これは0.231 $\text{m}^3/\text{sec}/\text{fd}$ にあたる。上に述べたとおりかんがい用水量は0.3781 $\ell/\text{sec}/\text{fd}$ であるので、以下に示すように611フェダンに対しかんがいできることになる。

$$\text{Irrigable acreage} = 0.231 \text{ m}^3/\text{sec} \div 0.3781 \ell/\text{sec}/\text{fd} = 611 \text{ feddans}$$

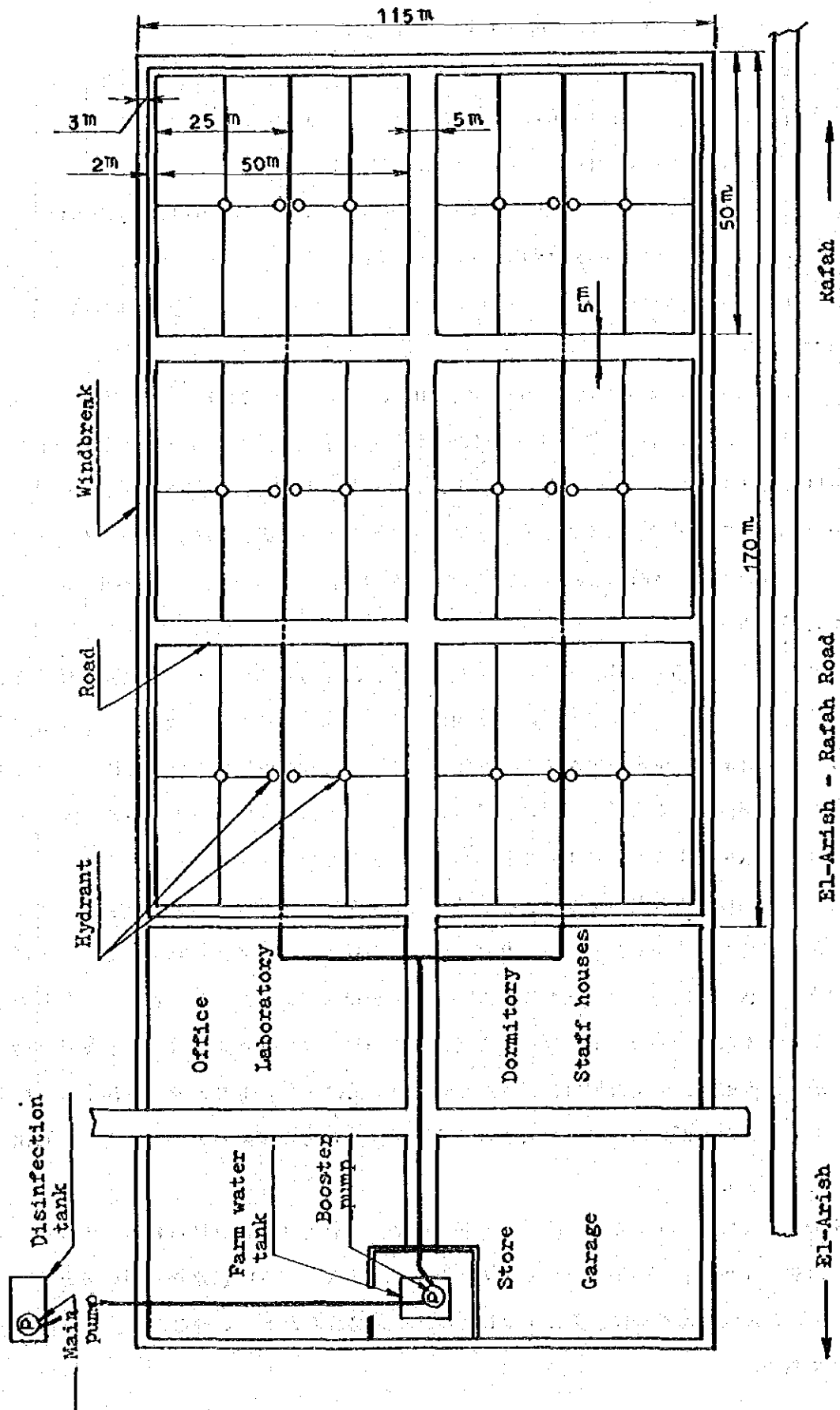
d) かんがい方法

エリ・アリシュ地区では、ドリップかんがい、最も普遍的な、そして推薦に値する方法である。この方法は、ジャラダ地区の土壌にとって最も实际的で、一般に日単位で必要水量を農地に供給する。かんがい水は、小さな多数の穴を通して少量ずつ供給される。かんがい時間および回数は、かんがいの間に供給される水の量を規制するハンドレベルによって、あるいは穴の数を変えることによってきめられることが多い。

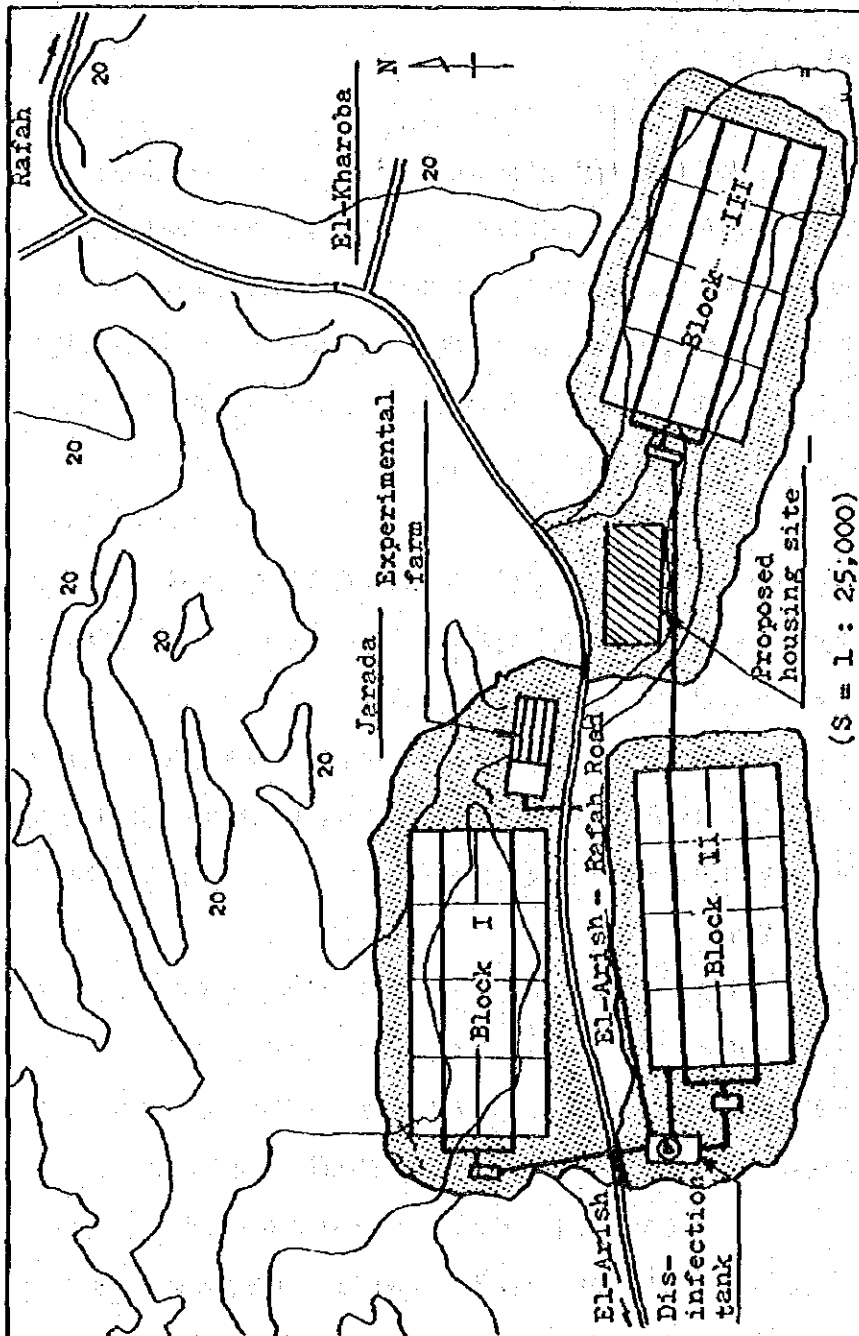
処理水の場合にみられるような質のよくないかんがい水を利用する時ですら、ドリップかんがいは他のかんがい法に比べより高い収量をあげるものと考えられている。それは、土壌の水分含量を連続して高い状態に保ち、また蒸発浸透により失われる水を毎日補充することができるからである。質の良い水を利用する場合に見られるような高い収量は期待できないが、水や肥料、労働力節約といったその他の便益は大きいものと考えられる。これはまた、ドリップかんがいのために投入される金額が妥当なものであるという説明にも利用される。

すでによく知られているように、かんがい法は、大きく3つに分けられる。すなわち、

1) 地表かんがい、2) ドリップ(点滴)かんがい、および3) 散水かんがいである。地表かんがいと散水かんがいは、更に4つおよび2つに分けられる。このことは、以下に示すとおりである。



4.1.2 Experimental Farm



Remarks: [Hatched Box] Proposed tree-planting area. In some parts of the area forage crops are cultivated for livestock rearing utilizing surplus of the treatment plant effluent, especially during the winter season.

Location of Water Management Blocks, Experimental Farm, Housing Site and Others in the Proposed Jarada Area

4.1.3

1) Surface irrigaion Furrow method

Contour ditch method

Boarder method

Basin method

2) Drip irrigation

3) Spray irrigation Sprinkler method

Perforated pipe method

地表かんがいには、大量のかんがい水が必要である。ジャラダ地区でみられるように浸透性が高いところでは、地表かんがいは適当でない。大量のかんがい水利用は塩類の集積を引き起こすが、このことについても留意しておく必要がある。散水かんがいもまた、大量の水を必要とする。ジャラダ地区の大部分は砂及び砂丘であるので、散水かんがいは望ましくない。

e) 入 植 計 画

計画では、ジャラダ地区の土地を12フェダンずつ入植者に配分する。試験農場の12フェダンを除けば、配分できる土地は約600フェンダで、一農家当り家族を6人と仮定すると総人口300人を数える約50家族が入植することとなる。

人口規模、ジャラダ地区の東西方向への発展及びかんがい水管理という観点からすれば、入植者は一つの村にまとまって住むのがよい。村の具体的な位置及び入植者に対する土地の配分は、エル・アリッ地区に対する経済・社会調査と詳細設計が終り、また入植者の特長が明らかになった時点で決定する。

新しい村は、エル・アリッシューラファ道路に近い位置に設置することとする。そしてその村には、ジャラダ全地区のためのサービス・センターを、全入植者が自家消費のため家に近い畑でまとまった量の野菜を栽培し確保できるといった機能をもたせて創設する。さらに日常生活、野菜栽培、畜産経営に必要なあるまとまった量の水を確保するようにする。

f) 農場経営と組織

ジャラダ地区の農業開発計画には、かんがい施設が備わった3つの水管理ブロックと一つの試験農場とがある。3つの水管理ブロック、一つの試験農場、住宅地及びその他のものの位置は、図4.1.2及び4.1.3に示すとおり。

一農家当り12フェダンの土地を割当てることにした。かんがい農業にかかる農作業は、そのほとんどが家族労働によってまかなわれる。また、小規模農家によって構成される農業

協同組合が、かんがい水の効果的な利用、農産物の市場販売、農薬及び肥料の大量購入を行う。

試験及び作物などに関する研究は、北シナイ政府の所掌するこの試験農場において実施される。新しい農業技術を取入れるに当っては、小規模農家は専門家による指導がぜひとも必要である。

g) 畜産

現在検討中の開発計画における畜産の役割は、きわめて重要なものである。入植の初期には、飼料作物はとくに必要とされている。

まめ科飼料作物の栽培は、土壌構造を改良しまた肥沃度を高め、開拓を促進する。畜産は、ただ単に有機肥料を生み出すだけでなく開発初期に現金を手に入れる機会を創り出す。計画では、ジャラダ地区の内外で、緑化運動の一環として、過剰処理水、とくに冬季間における、を利用して畜産のための飼料作物を栽培する。

h) 試験農場

入植予定者は、処理水を利用する周年かんがい技術についてはほとんど経験をもっていない。経験を積み知識を高めるため、試験農場での訓練が必要となる。こうした考えに基づき、12フェンダにのぼる試験農場を建設するとともにそこに事務所、職員住宅、寄宿舍、倉庫、実験室など必要な施設を併設する。原則として、試験農場では、1992年以降に発生する約6,700 m³/日、処理水の内約300 m³/日を利用して種々の作物についての栽培試験を行い、また同時に農民たちに以下のことについての現場指導を実施する。

(1) 畑地かんがい施設の建設

(2) かんがい技術

(3) 作付体系

(4) 先進農業技術

試験農場は、作物、水管理及び農業経済に関する少なくとも3人の専門家の協力をえて、県政府レベルの農業普及担当官を通じ普及員によって指導されることになる。上にあげた専門家は、コンサルタントによる協力をうける。将来における開発のための栽培技術を改良する目的で、視聴覚機器セット及びいくつかの農具に加え、35HPトラクター、ジャガイモプランター、ジャガイモ収穫機、動力噴霧機のような数種の農業機械が供与される。

試験農場の目的という点からみれば、農場における農業は、必ずしも最大の便益を追求しようとするものではない。むしろ試行錯誤の繰返しであるといえる。

1) 水質標準

水の安全性を確保するためには、まず第一に、標準を作成し実施するようになければならない。河川や湖沼の水質に関する標準は、次第に一般的になりつつある。いくつかの国では、そうした標準が既に設定されており、また他の国では設定されようとしている。

しかしながら、処理水に直接応用される標準は、アメリカ、西ドイツ、イスラエル及び南アフリカのような国における数少ない例を除き利用できるものはない。処理水の再利用のための代表的な標準は、表 4.1.2 に示すとおりである。

この表からもわかるとおり、生で人が消費する作物に対しては、処理水の再利用は、たとえば処理水が再処理のものであってもほとんどすべての国で厳しく禁止されている。

エジプトでは、かんがいに対する処理水の利用は、1962年に施行された法律93号及び1962年に施行された法律649号（住宅省所管）によって定められた規則に基き規制されている。

法律93号の第14条によれば、下水業務を所管する官公庁の承認がない限り、排水の地表排出は行えないことになっている。そしてまた、排出が認められたとしても、保健省及び住宅省によって定められた諸条件に従ってなされねばならないと述べられている。

上記法律の15条には、住宅省は、保健省の承認があり次第、資料採取方法についての標準仕様書、分析方法並びにかんがいあるいはその他の目的で利用する液状廃棄物に必要とされる仕様や条件を明記した規則を制定すべきであると述べられている。

また、1962年制定の規則649号によって定められた規則の6章には、農地に対するかんがいのために利用しようとする液状廃棄物に必要な標準や仕様が論じられている。

ところで、関係法によれば、液状廃棄物は、3つに分類されている。第1は、中央あるいは地方政府ないしは公共機関の監督下にある公共下水からの廃棄物である。第2は、産業廃棄物、第3は一般下水である。はじめの2つについては、然るべき仕様が整っている場合には地表処理が認められている。

上記規制によれば、生食野菜や果実を処理水を利用してのかんがいで栽培することは禁じられている。

表 4.1.2 Existing Standards Governing the Use of Renovated Water in Agriculture

Item	California, U.S.A.	Israel	South Africa	Federal Republic of Germany
Orchards and vineyards	Primary effluent; no spray irrigation; no use of dropped fruit.	Secondary effluent.	Tertiary effluent, heavily chlorinated where possible. No spray irrigation.	No spray irrigation in the vicinity.
Podder, fibre crops, and seed crops.	Primary effluent; surface or spray irrigation.	Secondary effluent, but irrigation of seed crops for producing edible vegetables not permitted.	Tertiary effluent.	Pretreatment with screening and settling tanks. For spray irrigation, biological treatment and chlorination.
Crops for human consumption that will be processed to kill pathogens.	For surface irrigation, primary effluent. For spray irrigation, disinfected secondary effluent (no more than 23 coliform organisms per 100 ml).	Vegetables for human consumption not to be irrigated with renovated wastewater unless it has been properly disinfected (1000 coliform organisms per 100 ml in 80% of samples).	Tertiary effluent.	Irrigation up to 4 weeks before harvesting only.
Crops for human consumption in a raw state.	For surface irrigation, no more than 2.2 coliform organisms per 100 ml. For spray irrigation, disinfected, filtered wastewater with turbidity of 10 units permitted, providing it has been treated by coagulation.	Not to be irrigated with renovated wastewater unless they consist of fruits that are peeled before eating.		Potatoes and cereals - irrigation through flowing stage only.

Source: World Health Organization (1973) Reuse of Effluent: Methods of Wastewater Treatment and Health Safeguards

j) 処理水のかんがい水としての有効利用

処理水の利用は世界的なものでなく水不足地帯に限られているが、多年にわたってかんがいに利用されている。適切な前処理が行われさえすれば、処理水はきわめて有用なものといえる。また、管理が充分に行われる場合には、処理水中の植物栄養や微量成分は農業に利用できることになる。処理水を利用するかどうかの決定は、水、土壌そして環境に関し考慮を払ったうえで行われねばならない。現在の知識と経験から判断すれば、水質が表 4.1.3 に示されるガイドラインを満足させるところであれば、処理水はかんがいに利用できる。

処理水は、たしかに補助水源的な役割を果たしている。よく管理された処理水利用のかんがい組織は、河川や他の水域への放流と比べ汚染度を軽減している。こうした利用には、繰返し述べたように、高度の管理が必要である。これまで述べてきたことを前提に、ジャラダ地区において処理水利用の農業開発が計画された。

ところで、処理水の水質を変えるということは、処理水に含まれる植物栄養分の含量が植物の生育に必要な量に比べ過剰になるような生育段階では、非常に重要な問題となる。かんがい水の水質の変更は、きわめて単純な作業である。しかし、処理水の水質を高めるといった意味では画期的なものといえる。より優れた水が付近一帯でえられるところでは、混合という作業によって予想される被害を軽減することができる。混合による水質の変化については、表 4.1.3 に示すガイドラインを利用して評価しなければならない。

このプロジェクトで実際に導入が予定される Oxidation Ditch 法による処理場からの排出処理水の水質に関する検討結果によれば、全チッソ量は植物生育にとっては過剰であり 1 リッター当たり 2.4 ミリグラムと推定されている。この量は、前述のガイドラインでは、“問題” (Degree of Increasing Problem) という部類に分類されている。

混合できるより優れた水が諸所でえられるジャラダ地区の内外では、混合は実験的には成功するものと期待されている。しかしながら、これが実際に受け入れられるかどうかは、優れた水の入手可能性、広域水管理、長期水質管理及びその他多くの要因についての特殊事情に大きく左右されることを留意しておく必要がある。

k) 処理水中窒素濃度の制御

先に述べたように、下水処理水を農業かんがいに利用する場合、季節的あるいは作物の種類によっては、処理水中の窒素分濃度を下げる必要が生じる可能性がある。この場合、当然経済的な制約があり、費用の高くなる高度処理方式の適用は、十分な実験結果に基づいて判断すべきである。従って、原則として井戸水で希釈し処理水の窒素濃度を下げることとする。

然し、将来井戸水稀釈が不可能となった場合の一つの代替案として、オキシデーション・ディッチ方式の運転方式の調整、あるいはメタノール注入による脱窒方法が考えられる。

現在、ある程度信頼の置ける窒素除去方式のうち、エル・アリッシュで比較的容易に行える可能性のある方式としては、オキシデーション・ディッチを嫌気性と好気性状態の組合せで運転するものがあり、更に必要に応じて、メタノール等の注入あるいは pH の制御を行うこともある。

この方式の応用に当っては、十分な実験を行い、運転・監理の方法を確定する必要があるが、運営如何によっては、処理水中の窒素分濃度を 10 mg/l あるいはそれ以下に下げることにも不可能ではない。

今、約 $10,000 \text{ m}^3/\text{日}$ の下水中の窒素分を除去するために必要な追加 pH 制御、メタノール注入設備その他の費用は、概算で 10 万 L.E となる。他方、維持管理費用としては、年間の約半分の期間中にメタノールを 40 mg/l の割合で注入するものとすれば約 300 万 L.E になる。

上記のように、オキシデーション・ディッチの嫌気・好気性運転は高価なものとなるので、応用に際しては単に技術的な面のみでなく更に十分な経済的評価に基づいて決定されるべきである。

表 4.1.3 Guidelines for Interpretation of Water Quality for Irrigation

<u>Irrigation Problem</u>	<u>Degree of Problem</u>		
	<u>No Problem</u>	<u>Increasing Problem</u>	<u>Severe Problem</u>
<u>Salinity</u> (affects crop water availability) EC _w (mmhos/cm)	< 0.75	0.75-3.0	> 3.0
<u>Permeability</u> (affects infiltration rate into soil) EC _w (mmhos/cm)	> 0.5	0.5 - 0.2	< 0.2
adj. SAR ₁ / 2/ adj. SAR ₂ / 2/			
Montmorillonite (2:1 crystal lattice)	< 6	6- 9 ^{3/}	> 9
Illite-Vermiculite (2:1 crystal lattice)	< 8	8-16 ^{3/}	> 16
Kaolinite-sesquioxides (1:1 crystal lattice)	< 16	16-24 ^{3/}	> 24
<u>Specific Ion Toxicity</u> (affects sensitive crops)			
Sodium ^{4/} 2/(adj. SAR)	< 3	3-9	> 9
Chloride ^{4/} 2/(meq/l)	< 4	4-10	> 10
Boron (mg/l)	< 0.75	0.75-2.0	> 2.0
<u>Miscellaneous Effects</u> (affects susceptible crops)			
NO ₃ -N (or) NH ₄ -N (mg/l)	< 5	5-30	> 30
HCO ₃ (meq/l) (overhead sprinkling)	< 1.5	1.5-8.5	> 8.5
(Normal range : 6.5 - 8.4)			

- 1/ adj. SAR means adjusted Sodium Adsorption Ratio.
- 2/ Values presented are for the dominant type of clay mineral in the soil since structural stability varies between the various clay types. Problems are less likely to develop if water salinity is high; more likely to develop if water salinity is low.
- 3/ Use the lower range if EC_w=0.4 mmhos/cm;
Use the intermediate range if EC_w=0.4-1.6 mmhos/cm;
Use upper limit if EC_w=1.6 mmhos/cm.
- 4/ Most tree crops and woody ornamentals are sensitive to sodium and chloride. Most annual crops are not sensitive.
- 5/ With sprinkler irrigation on sensitive crops, sodium or chloride in excess of 3 meq/l under certain conditions has resulted in excessive leaf absorption and crop damage.

Source: World Health Organization (1973) Reuse of Effluent: Methods of Waste-water Treatment and Health Safeguards

4.2 工業用水としての再利用

当エル・アリッシュでは現在のところ水資源は地下水のみに限られている。この地下水は生活用水と農業用水に使用され、生活用水として最大時19,000 m³/d、農業用水として、40,000 m³/dが汲み上げられている。しかし地下水の塩分濃度が濃く、これ以上の汲み上げは困難なことが予想され、水資源の少ないこの都市にとってその確保が将来の発展の鍵を握っているといっても過言ではない。そういう意味からも処理水を再利用することは水資源の高度利用からいっても重要なことである。

a) 要望水質

現在、エル・アリッシュにおいては大きな産業は見当たらない。わずかに自動車修理業、金属加工業、ブロック製造業、縫製業、木材加工業等が細々と行われているに過ぎない。従業員数もほとんど5人以内程度で大きいところでせいぜい縫製工場の50人位、ブロック製造工場の20人程度である。

このようなエル・アリッシュの現状からみてまた将来都市の発展に伴って需要の伸びる食品、繊維関係の産業が最も発達するものとして、この産業への下水処理水の再利用を考慮すると、この両産業の要望水質は日本を基準にとれば表4.2.1の通りである

b) 処理方式

下水処理水を表4.2.1に示してある水質まで下げることはかなり高度な処理を必要とする。処理方式としては生物化学的処理、物理化学的処理、あるいはその組合せによる方式があるが、工業用水としての用途を考えれば物理化学的処理が望ましい。

原水のがほとんどが家庭污水（営業用水を含む）であり、したがって重金属類に対してはあまり考慮を払う必要はない。

エル・アリッシュについては特に注意を払うべき水質項目としては硬度と塩素イオンがあげられる。この溶解性物質は二次処理での除去はむずかしく三次処理を必要とする。この物質の除去するのに最も有効な処理方式としてはイオン交換、逆浸透、電気透析が考えられる。溶解性物質の濃度と経済性からエル・アリッシュにおいては逆浸透法が望ましい。

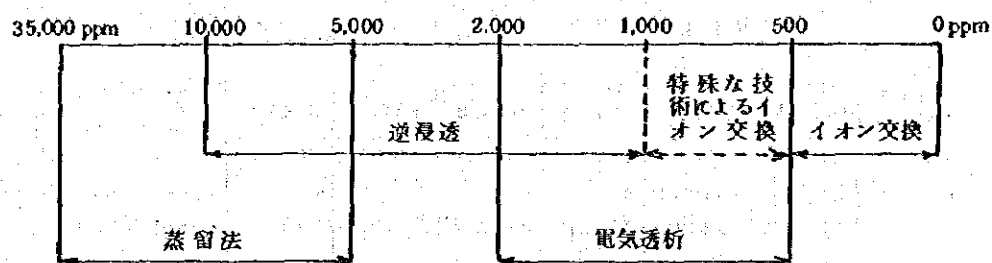
表 4.2.1 業種別・用途別工業用水要望標準水質

業 種 (産業分類別)	用途別	濃度 (ppm)	pH (-logH)	アルカリ度 CaCO ₃ (ppm)	硬 度 CaCO ₃ (ppm)	溶 濁 残濁物 (ppm)	塩素イオン Cl ⁻ (ppm)	鉄 Fe (ppm)	マンガン Mn (ppm)
18 食 料 品 製 造 業 19	冷 却 用	10	7	35	50	75	30	0.1	0.1
	洗 浄 用	5	7	35	50	80	20	0.1	0.1
	原 料 用	1	7	60	60	80	20	0.1	0.1
	ボイラ用								
	給湯調整用	10	7	50	50	80	30	0.1	0.1
	製品処理用	1	7	40	30	80	10	0.1	0.1
20 機 械 工 業 (染色整理を除く)	冷 却 用	20	7	60	50	200	30	0.1	0.1
	洗 浄 用	20	7	50	50	200	20	0.1	0.1
21 衣服、その他の繊維 製 品 製 造 業	原 料 用	—	—	—	—	—	—	—	—
	ボイラ用								
	給湯調整用	20	7	60	60	150	20	0.1	0.1
	製品処理用	20	7	50	50	150	15	0.1	0.1

表 4.2.2 単位プロセスと除去率

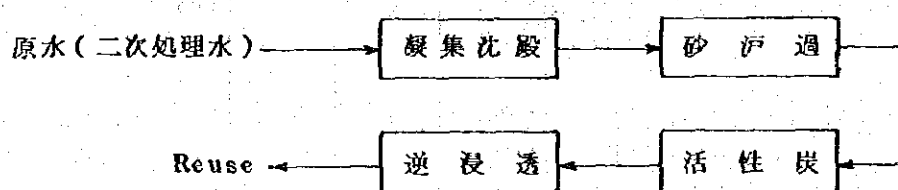
単位プロセス	典型的 除 去 率 (%)						
	S S	BOD	NH ₃	NO ₃	COD	Crg・C	溶解性 固形物
a) 急速砂戸過	70~80	50~70	—	—	—	—	
b) ウルトラ・ フィルトレーション	100	30~40	—	—	30~35	25~30	
c) 粒 状 活 性 炭	90	80	—	45	80	80	
d) 化 学 凝 集 マイクロストレーナ	90~95	100	—	—	48	40	
e) オゾン処理砂 戸活性炭処理	90~95	50	—	—	47	45	
f) イオン交換 活性炭処理	—	—	82	88	—	—	89
g) 電 気 透 析	—	—	43	50	15	—	34
h) 逆 浸 透	100	98	90	50	98	95	90

出典: R.W. Bayley and A. Waggott
Water Pollution Control 45(1972)



除去対象イオンの濃度と各処理法の経済的範囲

逆浸透に障害になるものとして濁度、有機物等があげられ前処理が必要である。この場合前処理として凝集沈殿+砂濾過+活性炭吸着を考慮する。フローシートは下記のようになる。



4.3 生活系用水としての再利用

生活用水として使用する場合は下水処理水を原水とすることを念頭におかねばならず、その主な用途としては雑用水が考えられる。当地での雑用水の使用先としては観光地でもあることからホテルが想定される。雑用水の用途は次のようなものがある。

- ①水洗便所用水 ②冷却用水 ③洗車用水 ④散水用水 ⑤消火用水 ⑥レクリエーション用水(池、噴水など) ⑦清掃用水

表 4.3.1 に水質目標提案値の例を示す。

生活系用水の処理方式は表 4.3.1 に示してある水質から判断すると工業用水とちがって逆浸透を行う必要はないと思われる。

フローシートは下記の通りである。



表 4.3.1 用途別再利用水水質目標提案値の例*2

水質項目	用途	水洗便所用水	冷却用水 (補給水)	洗車用水	散水用水	洗たく用水	手洗用水	レクリエーシ ョン用水 (池・噴水)	清拭用水 (道路・ オフィス等)	ふろ用水	消火用水 常用水
色	色度	<10~<30	<10	<5~<15	<5~<20	<10~<15	<2	<5~<20	<5~<15	<5~<10	
臭	臭気	<10~<15 無不快感	不快感なし①	<15~<50	<10~<50	<10~<15 ①②	<5 ①	<30~<50	<20~<30	<5 ①②	
味	味	ほとんどなし 無不快感	不快感なし	異常なし 無不快感	ほとんどなし 無不快感	異常なし 無不快感	異常なし	不快感なし	不快感なし	加えて異常な し無不快感	
濁度	濁度	異常なし ①	-	異常なし ①	異常なし ①	異常なし ①	異常なし	-	-	異常なし	
有機物	過マンガン酸 カリウム消費量 ppm	<20~<60	<60 ①	<30~<60	<30~<60	<30	<10	-	<10 ①②	<20	
無機物	BOD	<10~<20	<10 ①	<10 ①②	<10	-	-	<8~<10	<10 ①	-	
	COD	<20 ①②	<20 ①	<20 ①②	<20	-	-	<20 ①②	<20 ①	-	
浮遊物質	浮遊物質	<5 ほとんどなし	-	<10 ①	<5~<10	ほとんどなし ①	ほとんどなし ①	<10 ①	-	ほとんどなし	
沈降性物質	沈降性物質	>1~>0.1 >0.2	-	>0.1~>0.2 >0.1	>1~>0.2	>1~>0.2	-	0.2~0.5 >0.1 ①	>0.2 ①②	>1~>0.2	
大腸菌群	大腸菌群 1ml中	不検出~<1 ①②	-	<1 ①②	不検出~<1 ①②	不検出~<1 ①②	不検出	<300 ①	<1 ①	不検出	
一般細菌数	一般細菌数	<100 ①	-	<100 ①	<100 ①	<100 ①②	<100 ①	-	-	<100 ①②	
pH	pH 値	6.5~8.6(①) 5.8~8.6	6.5~8.6(①) 5.8~8.6	6.5~8.6(①) 5.8~8.6	6.5~8.6(①) 5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	6.5~8.6(①) 5.8~8.6	6.5~8.6(①) 5.8~8.6	5.8~8.6	
硬度	硬度 ppm	<400 ①②	<300	<200 ①②	<300 ①②	<300 ①②	-	<300 ①	<200 ①②	<300 ①②	
総硬度	総硬度	<300 ①	-	<300 ①	<300 ①	-	-	<300 ①	-	-	
カルシウム	カルシウム マグネシウム等	-	-	-	-	-	<300 ①	-	-	-	
塩素イオン	塩素イオン	<300 ①②	<300 ①	<400 ①②	<300 ①②	<200 ①	<200 ①	>300 ①②	<200 ①②	<200 ①	
硫酸根イオン	硫酸根イオン	<500 ①②	<800 ①	<500 ①②	<500 ①②	<500	<500	<1000 ①	<500 ①	<500	
硝酸根イオン	硝酸根イオン	<5000 ①	<1000 ①	<500 ①	<1000 ①	-	-	<1000 ①	<500 ①	-	
陰イオン総量	陰イオン総量	<1~<2	<1 ①	<1~<2	<1~<2	<0.5~1	<0.5	<1 ①②	<1 ①②	<0.5	
メチレンブルー活性物質	メチレンブルー活性物質	<1 ①	<1 ①	<1 ①	<1 ①	-	-	<1 ①	<1 ①	-	
アンモニア性窒素	アンモニア性窒素	NO ₃ -N含量 ①②	<20 ①	NO ₃ -N含量 ①②	NO ₃ -N含量 ①②	NO ₃ -N含量 ①②	同時に検出さ れない	<10 ①②	<10 ①	NO ₃ -N含量 ①②	
亜硝酸性窒素	亜硝酸性窒素	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
硝酸性窒素	硝酸性窒素	-	-	<180 ①	<180 ①	<180 ①	<10 ①	-	-	<30 ①	
りん酸イオン	りん酸イオン	<0.5 ①	-	<0.5 ①	<0.5 ①	-	-	<0.5 ①	-	-	
鉄	鉄	<0.5~<1	-	<0.3~<1	<0.5~<1	<0.3 ①②	<0.3 ①	<0.5 ①	<0.3 ①	<0.3 ①②	
マンガン	マンガン	<0.3~<0.5	-	<0.3~<0.5	<0.3~<0.5	<0.3 ①②	<0.3 ①	<0.5 ①	<0.3 ①	<0.3 ①②	
鉄+マンガン	鉄+マンガン	<0.5~<1	<0.5	<0.3 ①②	<0.5~<1	-	-	<0.5 ①②	<0.3 ①②	-	
有機りん	有機りん	<0.7 ①	-	不検出 ①②	不検出 ①②	不検出 ①	不検出 ①	<0.7 ①	-	不検出 ①	
フッ素	フッ素	<10 ①	-	<6 ①②	<6~<10	<6 ①	<0.8 ①	<10 ①	-	<6 ①	
鉛	鉛	<0.1 ①	-	<0.1 ①②	<0.1~<1	<0.1 ①	<0.1 ①	<0.1 ①	-	<0.1 ①	
ヒ素	ヒ素	<0.05 ①	-	<0.05 ①②	<0.05 ①②	<0.05 ①	<0.05 ①	<0.05 ①	-	<0.05 ①	
クロム(6価)	クロム(6価)	<1.4 ①	-	<1.4 ①②	<0.05~1.4 ①②	<1.5 ①	<0.05 ①	<1.4 ①②	-	<0.05 ①	
銅	銅	<1 ①②	-	<1 ①②	<1~<2	<1 ①	<1 ①	<2 ①	-	<1 ①	
亜鉛	亜鉛	<3.5 ①	-	<1 ①②	<1~<3.5	<1 ①	<1 ①	<3.5 ①	-	<1 ①	
水銀	水銀	不検出	-	不検出 ①②	不検出	不検出 ①	不検出 ①	不検出 ①	-	不検出 ①	
カドミウム	カドミウム	<0.001 ①	-	<0.01 ①	<0.01 ①	-	-	<0.01 ①	-	-	
フェノール類	フェノール類	<3.5 ①	-	<0.01 ①②	<0.05 ①②	<0.01 ①	<0.005 ①	<3.5 ①	-	<0.005 ①	
シアノ	シアノ	<0.7 ①	-	不検出 ①②	不検出 ①②	不検出 ①	不検出 ①	<0.7 ①	-	不検出 ①	
提案原典*		①②③④ ①①①		①②③④ ①	①①①① ①①	①②③	①③	①③④	①②③	①②③	

<注>*1) ①近畿地域：住宅団地に隣する水高度利用調査（昭. 47. 3）。②近畿地域：水高度利用計画調査報告書（昭. 47. 3）。③東京都環境局：水の高度利用調査報告書（昭. 48. 3）。④日本水産学会：中水道調査報告書（昭. 48. 3）。⑤日本住宅公団：住宅団地に於ける中水道方式の開発研究（昭. 51. 2）。⑥福岡市：中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑦香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑧香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑨香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑩香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑪香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑫香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑬香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑭香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑮香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑯香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑰香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑱香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑲香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。⑳香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉑香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉒香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉓香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉔香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉕香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉖香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉗香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉘香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉙香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉚香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉛香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉜香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉝香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉞香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㉟香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊱香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊲香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊳香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊴香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊵香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊶香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊷香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊸香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊹香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊺香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊻香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊼香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊽香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊾香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。㊿香川県：香川県中水道調査報告書（昭. 51. 3）。

*2) 数値等の表現は、各調査報告書のうちから、それらの要求値の最も高いもの～低いもの>の形とした。

V 施 設 計 画

5.1 排除方式

合流式は分流式に比べ一般に事業は安いと言われるが、それは合流式が1系統の管網で済むのに比べて、分流式は2系統の管網を必要とするからである。

しかし当市のように、降雨量が少なく、雨水の地下浸透が期待できる所では、雨水用の管網を特に必要とせず、トランシュ等の雨水浸透施設の利用することで、分流式は合流式に比べ事業費が安くなるだけでなく、市街地の開発に見合った施設の拡張ができるため過大な先行投資を避けることもできる。

一方、雨水を水資源として積極的に利用しようとする場合、浸透した雨水を地下水として揚水するよりも、降雨をそのまま集水する合流式の方が一見有利と思われる。しかし、降雨量及び頻度がばらつくため雨水を利用するには、水量を均等にする貯留施設等を必要とすること、集水された雨水はかなり汚れているためその利用には、なんらかの処理を必要とすることから、これらの施設の建設、維持管理には多額の費用を必要とし、水利用面でも、合流式は有利であるとは言い難い。

以上の理由により、排除方式は分流式とする。

5.2 雨水計画確率年

計画確率年は大きいほど安全側に計画されることになるが、現実的には建設費の面から制約を受け最終的には住民の浸水に対する容認限度を考慮して行政的判断によって決定されることが多い。

当市の特徴として、①降雨量が少ない。②降雨強度が小さい。③裸地浸透能力が大きい。ことがあげられる。このため、ワジの氾濫を除けばほとんどの浸水が道路の冠水か、道路に面した家屋の部分的な床下浸水にとどまっており、実被害はほとんど見受けられない。

市のエンジニアリング・デパートメントによると、5年に1度位の割合で比較的大規模な浸水が発生しているとのことである。従って、この浸水解消をめざして、計画確率年を5年と設定する。

5.3 設計基準

a) 管 渠

管渠の設計基準を以下に示す。

① 流量公式	マニング公式		
② 粗度係数	陶管	0.013	
	塩ビ管	0.010	
	ビューム管	0.013	
③ 流速	汚水	0.6 ~ 3.0 m/sec	
④ 管種	管径 150 ~ 600 mm	陶管	
	700 mm 以上	ビューム管	
	150 ~ 400 mm	塩ビ管	

但し、口径 150 mm は取付管であり、地下水位の影響を受ける所は塩ビ管を使用する。

⑤ 最小勾配	管径 150 mm	0.01	
	200 mm	0.0033	
	1,000 mm	0.00039	
⑥ 最小土被り	アウトサイド道路	1.4 m	
	インサイド道路	1.3 m	
	歩道	1.0 m	
⑦ 人孔	管径 200 ~ 600 mm	内径 0.9 m	
	700 ~ 900 mm	内径 1.2 m	
⑧ 最大人孔間隔	管径 200 mm	30 m	
	300 ~ 450 mm	45 m	
	500 ~ 600 mm	60 m	
	700 ~ 1,000 mm	80 m	

b) ポンプ場

メインポンプ場とエル・リサポンプ場を除いた他のポンプ場はマンホールポンプとする。

この両ポンプ場は槽外型の渦巻ポンプを使用し、管渠の計画と同様時間最大流量に対して計画を行う。

c) 処理場

処理場の設計基準を以下に示す。

① 水処理方式

○オキシデーションディッチ

② 沈砂池

○水面積負荷	$1.880 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$
○滯留時間	30 sec
○池内流速	$0.3 \text{ m}/\text{sec}$

③ 細目スクリーン

○最小通過流速	$0.5 \text{ m}/\text{sec}$
○最大通過流速	$0.8 \text{ m}/\text{sec}$
○目巾	25 mm

④ オキシデーションディッチ

○滯留時間	24 hr
○BOD容積負荷	$0.3 \text{ kg}/\text{m}^3$
○池内流速	$0.3 \text{ m}/\text{sec}$
○返送比	100%
○MLSS	$4.000 \text{ mg}/\ell$
○溶存酸素	$2 \text{ mg}/\ell$

⑤ 最終沈殿池

○水面積負荷	$1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$
○滯留時間	5 hr
○有効水深	3.0 m
○越流負荷	$120 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$

⑥ 塩素混和池

○混和時間	20 min
○残留塩素	$0.5 \sim 1.0 \text{ mg}/\ell$
○塩素注入量	$8 \text{ mg}/\ell$
○最大注入量	$25 \text{ mg}/\ell$

⑦ 処理水貯留タンク

○滯留時間	6 hr
-------	------

⑧ 汚泥処理方式

○天日乾燥処分	
---------	--

⑨ 汚泥貯留タンク

○ 滞 留 時 間 1 d

⑩ 汚泥乾燥床

○ 乾 燥 日 数 5 d

○ 汚 泥 敷 厚 0.2 m

5.4 汚水施設

a) 汚水ルート

マサイド処理区は汚水の施設計画がすでにでき上り、現在、諸施設が建設中であるため、以降はエル・フリッシュ処理区について述べる。

同処理区の地勢は、内陸から海岸又はワジに向って徐々に低くなっているが、砂丘に発展した市街地であるという特徴から詳細に見れば、かなりの起伏がある。このため、小規模な汚水中継ポンプの設置は避けられないものの全体の流れから判断するとワジの河口付近が汚水の集中点となる。従って、この付近が最下流部に位置する汚水中継ポンプ場の設置場所として、地形上、最適と考えられる。

管網計画は、地勢に逆らわず、管路が最短になるよう、しかも汚水中継ポンプ場は極力減すように計画することを原則とするが、施工性も十分考慮しなければならない。

施工は開削工法によるため、幹線管渠等の口径の大きなものや、深く埋設しなければならないものは、幅員の広い道路をルートに選ばねばならない。

又、管渠の埋設深さについては、施工面から土被り4 m位までとする。

以上の考えに基づいてルートを選定し、設計基準に則り管径を決定すると図5.4.1のようになる。

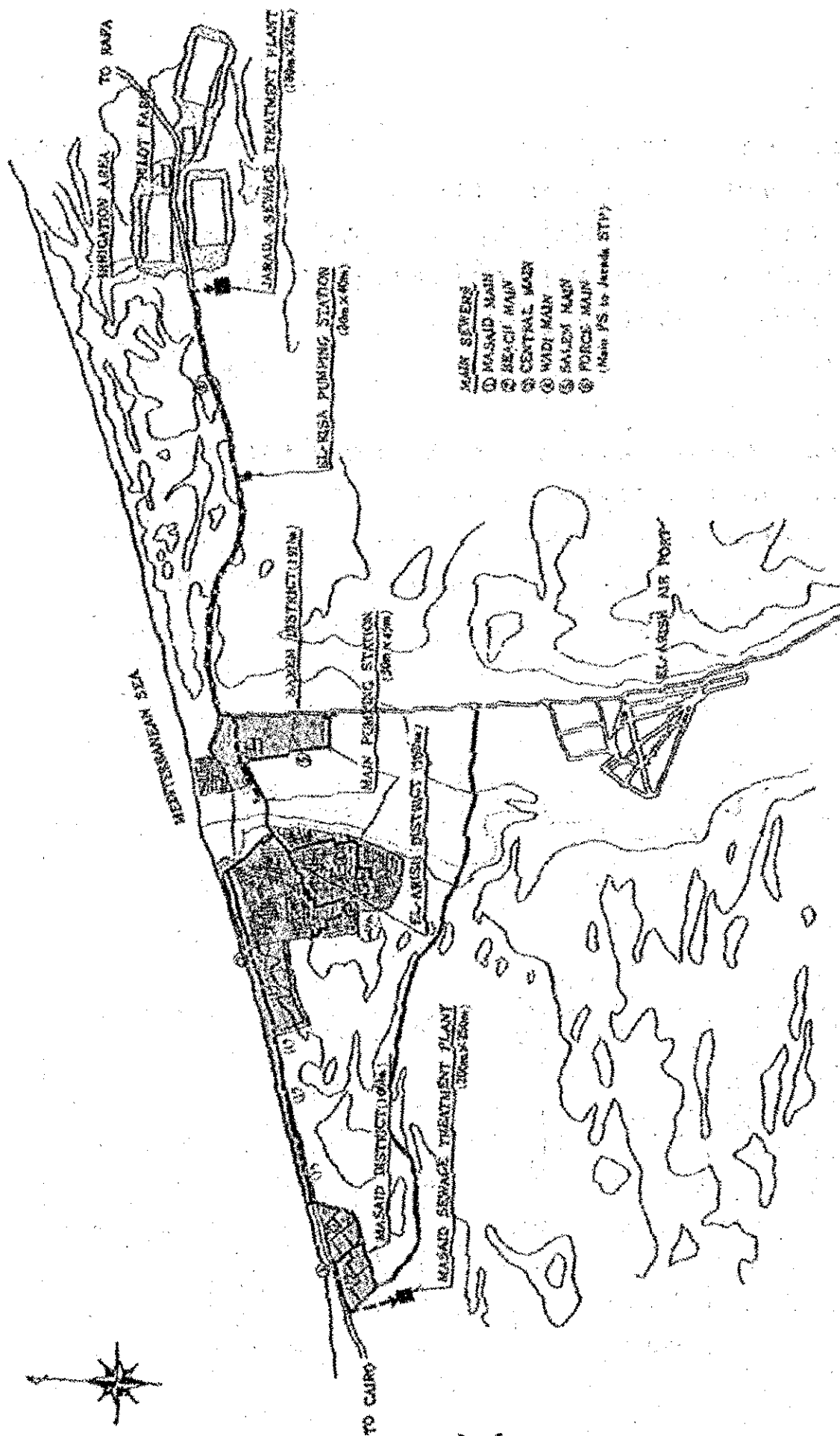


FIG 5.4.1 SYSTEM KEY PLAN

b) 管 種

現在、污水管として使用されているものに、陶管、鉄筋コンクリート管、塩化ビニール管、アスベスト管がある。これらの主な特徴をまとめると表5.4.2のようになる。

この表より明らかなように、陶管は、酸、アルカリに強く使用実績が多い。しかも価格、止水性、施工性は比較的良好である。欠点である衝撃についても、施工実績が多く、取り扱いに慣れていることから問題はないと考えられる。

鉄筋コンクリート、アスベスト管については、酸に弱いこと、塩化ビニール管については、高価であることが最大の欠点である。

以上の理由から使用する管渠は陶管とする。但し、陶管の有する欠点をカバーするため、管径700mm以上については衝撃に強い鉄筋コンクリート管を耐酸ライニングして用いる。又、地下水位以下に埋設される管渠については、止水性の勝れた塩化ビニール管を使用する。

以上、使用する管種をまとめると表5.4.1のようになる。又、他都市の使用例を表5.4.3に示す。代表的な污水管とその附属施設の設置計画は、図5.5.4と5.5.5に示すとおりである。

表5.4.1 使用管種

管 材	管 径	摘 要
陶 管	600mm以下	
鉄筋コンクリート管	700mm以上	耐酸ライニング
塩化ビニール管	400mm以下	地下水位以下

表5.4.2 管種別の主な特徴

項 目	陶 管	鉄筋コンクリート管	塩化ビニール管	アスベスト管
エジプト国における実績	○	△	×	△
価 格	△	○	×	○
耐酸・アルカリ	○	×	△	×
衝 撃	×	○	△	×
止 水 性	△	△	○	△
施 工 性	△	△	○	○

○：勝れている △：普 通 ×：劣っている

表 5.4.3 他都市の使用管種

都 市 名	管 種	管 径
アレキサンドリア	陶 管	150～600mm
	鉄筋コンクリート管	1,000mm以上
イスマイリア	陶 管	175～1,000mm
	鉄筋コンクリート管	600～1,800mm
ポートサイド	陶 管	1,000mm以下

5.5 雨水排水施設

a) 雨水施設計画

当市は、ワジの氾濫を除けば、深刻な雨水による問題は存在しなかった。しかし、近年道路が舗装され、住宅の建設が進むにつれて、路面の冠水が問題となってきたため、必要に応じて管路及び雨水用トランシュが建設されている。

既存の排水施設は図 5.5.1 に示すとおりである。図からも明らかなように管路の吐口は全てワジである。これらの吐口は、1ヶ所を除けば全てワジの河床よりも低く、排水の機能を著しく防げている。このことから明らかなように自然流下で雨水を排除することは地形上困難である。しかも、交通量の多い道路下に管路を建設することになれば交通に与える影響も大きい。そこで市では管路を必要としない雨水用トランシュの建設を試みている。

計画区域は砂地であり、浸透能力が大きいことに加えて降雨量が少ないため、雨水排除は地下浸透方式が適していると考えられる。

地下浸透には、地表面からの浸透と井戸等による地中からの浸透が考えられる。地表面からの浸透は施設らしいものを必要とせず、建設費は安価であるが広い用地を必要とする。井戸等については全くこの逆のことが言える。また、地下水位の高い場合は、井戸等の使用は困難となるので、選択に当たって注意しなければならない。

以上より、計画区域の内、地下水位が高く、用地の手当が容易なマサイド処理区は地表からの浸透方式、地下水位が低く用地の手当が困難なエル・アリッシュ処理区は地中からの浸透方式を採用する。

LEGEND

Continuation, Map of Tokyo

- Before 1873
- 1873 - 1901 (First Map)
- 1901 - 1925 (Second Map)
- 1925 - 1945 (Third Map)
- 1945 - 1965 (Fourth Map)
- 1965 - 1985 (Fifth Map)
- 1985 - 2000 (Sixth Map)
- 2000 - 2010 (Seventh Map)
- 2010 - 2020 (Eighth Map)
- 2020 - 2030 (Ninth Map)
- 2030 - 2040 (Tenth Map)
- 2040 - 2050 (Eleventh Map)
- 2050 - 2060 (Twelfth Map)
- 2060 - 2070 (Thirteenth Map)
- 2070 - 2080 (Fourteenth Map)
- 2080 - 2090 (Fifteenth Map)
- 2090 - 2100 (Sixteenth Map)
- 2100 - 2110 (Seventeenth Map)
- 2110 - 2120 (Eighteenth Map)
- 2120 - 2130 (Nineteenth Map)
- 2130 - 2140 (Twentieth Map)
- 2140 - 2150 (Twenty-first Map)
- 2150 - 2160 (Twenty-second Map)
- 2160 - 2170 (Twenty-third Map)
- 2170 - 2180 (Twenty-fourth Map)
- 2180 - 2190 (Twenty-fifth Map)
- 2190 - 2200 (Twenty-sixth Map)
- 2200 - 2210 (Twenty-seventh Map)
- 2210 - 2220 (Twenty-eighth Map)
- 2220 - 2230 (Twenty-ninth Map)
- 2230 - 2240 (Thirtieth Map)
- 2240 - 2250 (Thirty-first Map)
- 2250 - 2260 (Thirty-second Map)
- 2260 - 2270 (Thirty-third Map)
- 2270 - 2280 (Thirty-fourth Map)
- 2280 - 2290 (Thirty-fifth Map)
- 2290 - 2300 (Thirty-sixth Map)
- 2300 - 2310 (Thirty-seventh Map)
- 2310 - 2320 (Thirty-eighth Map)
- 2320 - 2330 (Thirty-ninth Map)
- 2330 - 2340 (Fortieth Map)
- 2340 - 2350 (Forty-first Map)
- 2350 - 2360 (Forty-second Map)
- 2360 - 2370 (Forty-third Map)
- 2370 - 2380 (Forty-fourth Map)
- 2380 - 2390 (Forty-fifth Map)
- 2390 - 2400 (Forty-sixth Map)
- 2400 - 2410 (Forty-seventh Map)
- 2410 - 2420 (Forty-eighth Map)
- 2420 - 2430 (Forty-ninth Map)
- 2430 - 2440 (Fiftieth Map)
- 2440 - 2450 (Fifty-first Map)
- 2450 - 2460 (Fifty-second Map)
- 2460 - 2470 (Fifty-third Map)
- 2470 - 2480 (Fifty-fourth Map)
- 2480 - 2490 (Fifty-fifth Map)
- 2490 - 2500 (Fifty-sixth Map)
- 2500 - 2510 (Fifty-seventh Map)
- 2510 - 2520 (Fifty-eighth Map)
- 2520 - 2530 (Fifty-ninth Map)
- 2530 - 2540 (Sixtieth Map)
- 2540 - 2550 (Sixty-first Map)
- 2550 - 2560 (Sixty-second Map)
- 2560 - 2570 (Sixty-third Map)
- 2570 - 2580 (Sixty-fourth Map)
- 2580 - 2590 (Sixty-fifth Map)
- 2590 - 2600 (Sixty-sixth Map)
- 2600 - 2610 (Sixty-seventh Map)
- 2610 - 2620 (Sixty-eighth Map)
- 2620 - 2630 (Sixty-ninth Map)
- 2630 - 2640 (Seventieth Map)
- 2640 - 2650 (Seventy-first Map)
- 2650 - 2660 (Seventy-second Map)
- 2660 - 2670 (Seventy-third Map)
- 2670 - 2680 (Seventy-fourth Map)
- 2680 - 2690 (Seventy-fifth Map)
- 2690 - 2700 (Seventy-sixth Map)
- 2700 - 2710 (Seventy-seventh Map)
- 2710 - 2720 (Seventy-eighth Map)
- 2720 - 2730 (Seventy-ninth Map)
- 2730 - 2740 (Eightieth Map)
- 2740 - 2750 (Eighty-first Map)
- 2750 - 2760 (Eighty-second Map)
- 2760 - 2770 (Eighty-third Map)
- 2770 - 2780 (Eighty-fourth Map)
- 2780 - 2790 (Eighty-fifth Map)
- 2790 - 2800 (Eighty-sixth Map)
- 2800 - 2810 (Eighty-seventh Map)
- 2810 - 2820 (Eighty-eighth Map)
- 2820 - 2830 (Eighty-ninth Map)
- 2830 - 2840 (Ninetieth Map)
- 2840 - 2850 (Ninety-first Map)
- 2850 - 2860 (Ninety-second Map)
- 2860 - 2870 (Ninety-third Map)
- 2870 - 2880 (Ninety-fourth Map)
- 2880 - 2890 (Ninety-fifth Map)
- 2890 - 2900 (Ninety-sixth Map)
- 2900 - 2910 (Ninety-seventh Map)
- 2910 - 2920 (Ninety-eighth Map)
- 2920 - 2930 (Ninety-ninth Map)
- 2930 - 2940 (One hundredth Map)
- 2940 - 2950 (One hundred first Map)
- 2950 - 2960 (One hundred second Map)
- 2960 - 2970 (One hundred third Map)
- 2970 - 2980 (One hundred fourth Map)
- 2980 - 2990 (One hundred fifth Map)
- 2990 - 3000 (One hundred sixth Map)
- 3000 - 3010 (One hundred seventh Map)
- 3010 - 3020 (One hundred eighth Map)
- 3020 - 3030 (One hundred ninth Map)
- 3030 - 3040 (One hundred tenth Map)
- 3040 - 3050 (One hundred eleventh Map)
- 3050 - 3060 (One hundred twelfth Map)
- 3060 - 3070 (One hundred thirteenth Map)
- 3070 - 3080 (One hundred fourteenth Map)
- 3080 - 3090 (One hundred fifteenth Map)
- 3090 - 3100 (One hundred sixteenth Map)
- 3100 - 3110 (One hundred seventeenth Map)
- 3110 - 3120 (One hundred eighteenth Map)
- 3120 - 3130 (One hundred nineteenth Map)
- 3130 - 3140 (One hundred twentieth Map)
- 3140 - 3150 (One hundred twenty-first Map)
- 3150 - 3160 (One hundred twenty-second Map)
- 3160 - 3170 (One hundred twenty-third Map)
- 3170 - 3180 (One hundred twenty-fourth Map)
- 3180 - 3190 (One hundred twenty-fifth Map)
- 3190 - 3200 (One hundred twenty-sixth Map)
- 3200 - 3210 (One hundred twenty-seventh Map)
- 3210 - 3220 (One hundred twenty-eighth Map)
- 3220 - 3230 (One hundred twenty-ninth Map)
- 3230 - 3240 (One hundred thirtieth Map)
- 3240 - 3250 (One hundred thirty-first Map)
- 3250 - 3260 (One hundred thirty-second Map)
- 3260 - 3270 (One hundred thirty-third Map)
- 3270 - 3280 (One hundred thirty-fourth Map)
- 3280 - 3290 (One hundred thirty-fifth Map)
- 3290 - 3300 (One hundred thirty-sixth Map)
- 3300 - 3310 (One hundred thirty-seventh Map)
- 3310 - 3320 (One hundred thirty-eighth Map)
- 3320 - 3330 (One hundred thirty-ninth Map)
- 3330 - 3340 (One hundred fortieth Map)
- 3340 - 3350 (One hundred forty-first Map)
- 3350 - 3360 (One hundred forty-second Map)
- 3360 - 3370 (One hundred forty-third Map)
- 3370 - 3380 (One hundred forty-fourth Map)
- 3380 - 3390 (One hundred forty-fifth Map)
- 3390 - 3400 (One hundred forty-sixth Map)
- 3400 - 3410 (One hundred forty-seventh Map)
- 3410 - 3420 (One hundred forty-eighth Map)
- 3420 - 3430 (One hundred forty-ninth Map)
- 3430 - 3440 (One hundred fiftieth Map)
- 3440 - 3450 (One hundred fifty-first Map)
- 3450 - 3460 (One hundred fifty-second Map)
- 3460 - 3470 (One hundred fifty-third Map)
- 3470 - 3480 (One hundred fifty-fourth Map)
- 3480 - 3490 (One hundred fifty-fifth Map)
- 3490 - 3500 (One hundred fifty-sixth Map)
- 3500 - 3510 (One hundred fifty-seventh Map)
- 3510 - 3520 (One hundred fifty-eighth Map)
- 3520 - 3530 (One hundred fifty-ninth Map)
- 3530 - 3540 (One hundred sixtieth Map)
- 3540 - 3550 (One hundred sixty-first Map)
- 3550 - 3560 (One hundred sixty-second Map)
- 3560 - 3570 (One hundred sixty-third Map)
- 3570 - 3580 (One hundred sixty-fourth Map)
- 3580 - 3590 (One hundred sixty-fifth Map)
- 3590 - 3600 (One hundred sixty-sixth Map)
- 3600 - 3610 (One hundred sixty-seventh Map)
- 3610 - 3620 (One hundred sixty-eighth Map)
- 3620 - 3630 (One hundred sixty-ninth Map)
- 3630 - 3640 (One hundred seventieth Map)
- 3640 - 3650 (One hundred seventy-first Map)
- 3650 - 3660 (One hundred seventy-second Map)
- 3660 - 3670 (One hundred seventy-third Map)
- 3670 - 3680 (One hundred seventy-fourth Map)
- 3680 - 3690 (One hundred seventy-fifth Map)
- 3690 - 3700 (One hundred seventy-sixth Map)
- 3700 - 3710 (One hundred seventy-seventh Map)
- 3710 - 3720 (One hundred seventy-eighth Map)
- 3720 - 3730 (One hundred seventy-ninth Map)
- 3730 - 3740 (One hundred eightieth Map)
- 3740 - 3750 (One hundred eighty-first Map)
- 3750 - 3760 (One hundred eighty-second Map)
- 3760 - 3770 (One hundred eighty-third Map)
- 3770 - 3780 (One hundred eighty-fourth Map)
- 3780 - 3790 (One hundred eighty-fifth Map)
- 3790 - 3800 (One hundred eighty-sixth Map)
- 3800 - 3810 (One hundred eighty-seventh Map)
- 3810 - 3820 (One hundred eighty-eighth Map)
- 3820 - 3830 (One hundred eighty-ninth Map)
- 3830 - 3840 (One hundred ninetieth Map)
- 3840 - 3850 (One hundred ninety-first Map)
- 3850 - 3860 (One hundred ninety-second Map)
- 3860 - 3870 (One hundred ninety-third Map)
- 3870 - 3880 (One hundred ninety-fourth Map)
- 3880 - 3890 (One hundred ninety-fifth Map)
- 3890 - 3900 (One hundred ninety-sixth Map)
- 3900 - 3910 (One hundred ninety-seventh Map)
- 3910 - 3920 (One hundred ninety-eighth Map)
- 3920 - 3930 (One hundred ninety-ninth Map)
- 3930 - 3940 (Two hundredth Map)
- 3940 - 3950 (Two hundred first Map)
- 3950 - 3960 (Two hundred second Map)
- 3960 - 3970 (Two hundred third Map)
- 3970 - 3980 (Two hundred fourth Map)
- 3980 - 3990 (Two hundred fifth Map)
- 3990 - 4000 (Two hundred sixth Map)
- 4000 - 4010 (Two hundred seventh Map)
- 4010 - 4020 (Two hundred eighth Map)
- 4020 - 4030 (Two hundred ninth Map)
- 4030 - 4040 (Two hundred tenth Map)
- 4040 - 4050 (Two hundred eleventh Map)
- 4050 - 4060 (Two hundred twelfth Map)
- 4060 - 4070 (Two hundred thirteenth Map)
- 4070 - 4080 (Two hundred fourteenth Map)
- 4080 - 4090 (Two hundred fifteenth Map)
- 4090 - 4100 (Two hundred sixteenth Map)
- 4100 - 4110 (Two hundred seventeenth Map)
- 4110 - 4120 (Two hundred eighteenth Map)
- 4120 - 4130 (Two hundred nineteenth Map)
- 4130 - 4140 (Two hundred twentieth Map)
- 4140 - 4150 (Two hundred twenty-first Map)
- 4150 - 4160 (Two hundred twenty-second Map)
- 4160 - 4170 (Two hundred twenty-third Map)
- 4170 - 4180 (Two hundred twenty-fourth Map)
- 4180 - 4190 (Two hundred twenty-fifth Map)
- 4190 - 4200 (Two hundred twenty-sixth Map)
- 4200 - 4210 (Two hundred twenty-seventh Map)
- 4210 - 4220 (Two hundred twenty-eighth Map)
- 4220 - 4230 (Two hundred twenty-ninth Map)
- 4230 - 4240 (Two hundred thirtieth Map)
- 4240 - 4250 (Two hundred thirty-first Map)
- 4250 - 4260 (Two hundred thirty-second Map)
- 4260 - 4270 (Two hundred thirty-third Map)
- 4270 - 4280 (Two hundred thirty-fourth Map)
- 4280 - 4290 (Two hundred thirty-fifth Map)
- 4290 - 4300 (Two hundred thirty-sixth Map)
- 4300 - 4310 (Two hundred thirty-seventh Map)
- 4310 - 4320 (Two hundred thirty-eighth Map)
- 4320 - 4330 (Two hundred thirty-ninth Map)
- 4330 - 4340 (Two hundred fortieth Map)
- 4340 - 4350 (Two hundred forty-first Map)
- 4350 - 4360 (Two hundred forty-second Map)
- 4360 - 4370 (Two hundred forty-third Map)
- 4370 - 4380 (Two hundred forty-fourth Map)
- 4380 - 4390 (Two hundred forty-fifth Map)
- 4390 - 4400 (Two hundred forty-sixth Map)
- 4400 - 4410 (Two hundred forty-seventh Map)
- 4410 - 4420 (Two hundred forty-eighth Map)
- 4420 - 4430 (Two hundred forty-ninth Map)
- 4430 - 4440 (Two hundred fiftieth Map)
- 4440 - 4450 (Two hundred fifty-first Map)
- 4450 - 4460 (Two hundred fifty-second Map)
- 4460 - 4470 (Two hundred fifty-third Map)
- 4470 - 4480 (Two hundred fifty-fourth Map)
- 4480 - 4490 (Two hundred fifty-fifth Map)
- 4490 - 4500 (Two hundred fifty-sixth Map)
- 4500 - 4510 (Two hundred fifty-seventh Map)
- 4510 - 4520 (Two hundred fifty-eighth Map)
- 4520 - 4530 (Two hundred fifty-ninth Map)
- 4530 - 4540 (Two hundred sixtieth Map)
- 4540 - 4550 (Two hundred sixty-first Map)
- 4550 - 4560 (Two hundred sixty-second Map)
- 4560 - 4570 (Two hundred sixty-third Map)
- 4570 - 4580 (Two hundred sixty-fourth Map)
- 4580 - 4590 (Two hundred sixty-fifth Map)
- 4590 - 4600 (Two hundred sixty-sixth Map)
- 4600 - 4610 (Two hundred sixty-seventh Map)
- 4610 - 4620 (Two hundred sixty-eighth Map)
- 4620 - 4630 (Two hundred sixty-ninth Map)
- 4630 - 4640 (Two hundred seventieth Map)
- 4640 - 4650 (Two hundred seventy-first Map)
- 4650 - 4660 (Two hundred seventy-second Map)
- 4660 - 4670 (Two hundred seventy-third Map)
- 4670 - 4680 (Two hundred seventy-fourth Map)
- 4680 - 4690 (Two hundred seventy-fifth Map)
- 4690 - 4700 (Two hundred seventy-sixth Map)
- 4700 - 4710 (Two hundred seventy-seventh Map)
- 4710 - 4720 (Two hundred seventy-eighth Map)
- 4720 - 4730 (Two hundred seventy-ninth Map)
- 4730 - 4740 (Two hundred eightieth Map)
- 4740 - 4750 (Two hundred eighty-first Map)
- 4750 - 4760 (Two hundred eighty-second Map)
- 4760 - 4770 (Two hundred eighty-third Map)
- 4770 - 4780 (Two hundred eighty-fourth Map)
- 4780 - 4790 (Two hundred eighty-fifth Map)
- 4790 - 4800 (Two hundred eighty-sixth Map)
- 4800 - 4810 (Two hundred eighty-seventh Map)
- 4810 - 4820 (Two hundred eighty-eighth Map)
- 4820 - 4830 (Two hundred eighty-ninth Map)
- 4830 - 4840 (Two hundred ninetieth Map)
- 4840 - 4850 (Two hundred ninety-first Map)
- 4850 - 4860 (Two hundred ninety-second Map)
- 4860 - 4870 (Two hundred ninety-third Map)
- 4870 - 4880 (Two hundred ninety-fourth Map)
- 4880 - 4890 (Two hundred ninety-fifth Map)
- 4890 - 4900 (Two hundred ninety-sixth Map)
- 4900 - 4910 (Two hundred ninety-seventh Map)
- 4910 - 4920 (Two hundred ninety-eighth Map)
- 4920 - 4930 (Two hundred ninety-ninth Map)
- 4930 - 4940 (Three hundredth Map)
- 4940 - 4950 (Three hundred first Map)
- 4950 - 4960 (Three hundred second Map)
- 4960 - 4970 (Three hundred third Map)
- 4970 - 4980 (Three hundred fourth Map)
- 4980 - 4990 (Three hundred fifth Map)
- 4990 - 5000 (Three hundred sixth Map)
- 5000 - 5010 (Three hundred seventh Map)
- 5010 - 5020 (Three hundred eighth Map)
- 5020 - 5030 (Three hundred ninth Map)
- 5030 - 5040 (Three hundred tenth Map)
- 5040 - 5050 (Three hundred eleventh Map)
- 5050 - 5060 (Three hundred twelfth Map)
- 5060 - 5070 (Three hundred thirteenth Map)
- 5070 - 5080 (Three hundred fourteenth Map)
- 5080 - 5090 (Three hundred fifteenth Map)
- 5090 - 5100 (Three hundred sixteenth Map)
- 5100 - 5110 (Three hundred seventeenth Map)
- 5110 - 5120 (Three hundred eighteenth Map)
- 5120 - 5130 (Three hundred nineteenth Map)
- 5130 - 5140 (Three hundred twentieth Map)
- 5140 - 5150 (Three hundred twenty-first Map)
- 5150 - 5160 (Three hundred twenty-second Map)
- 5160 - 5170 (Three hundred twenty-third Map)
- 5170 - 5180 (Three hundred twenty-fourth Map)
- 5180 - 5190 (Three hundred twenty-fifth Map)
- 5190 - 5200 (Three hundred twenty-sixth Map)
- 5200 - 5210 (Three hundred twenty-seventh Map)
- 5210 - 5220 (Three hundred twenty-eighth Map)
- 5220 - 5230 (Three hundred twenty-ninth Map)
- 5230 - 5240 (Three hundred thirtieth Map)
- 5240 - 5250 (Three hundred thirty-first Map)
- 5250 - 5260 (Three hundred thirty-second Map)
- 5260 - 5270 (Three hundred thirty-third Map)
- 5270 - 5280 (Three hundred thirty-fourth Map)
- 5280 - 5290 (Three hundred thirty-fifth Map)
- 5290 - 5300 (Three hundred thirty-sixth Map)
- 5300 - 5310 (Three hundred thirty-seventh Map)
- 5310 - 5320 (Three hundred thirty-eighth Map)
- 5320 - 5330 (Three hundred thirty-ninth Map)
- 5330 - 5340 (Three hundred fortieth Map)
- 5340 - 5350 (Three hundred forty-first Map)
- 5350 - 5360 (Three hundred forty-second Map)
- 5360 - 5370 (Three hundred forty-third Map)
- 5370 - 5380 (Three hundred forty-fourth Map)
- 5380 - 5390 (Three hundred forty-fifth Map)
- 5390 - 5400 (Three hundred forty-sixth Map)
- 5400 - 5410 (Three hundred forty-seventh Map)
- 5410 - 5420 (Three hundred forty-eighth Map)
- 5420 - 5430 (Three hundred forty-ninth Map)
- 5430 - 5440 (Three hundred fiftieth Map)
- 5440 - 5450 (Three hundred fifty-first Map)
- 5450 - 5460 (Three hundred fifty-second Map)
- 5460 - 5470 (Three hundred fifty-third Map)
- 5470 - 5480 (Three hundred fifty-fourth Map)
- 5480 - 5490 (Three hundred fifty-fifth Map)
- 5490 - 5500 (Three hundred fifty-sixth Map)
- 5500 - 5510 (Three hundred fifty-seventh Map)
- 5510 - 5520 (Three hundred fifty-eighth Map)
- 5520 - 5530 (Three hundred fifty-ninth Map)
- 5530 - 5540 (Three hundred sixtieth Map)
- 5540 - 5550 (Three hundred sixty-first Map)
- 5550 - 5560 (Three hundred sixty-second Map)
- 5560 - 5570 (Three hundred sixty-third Map)
- 5570 - 5580 (Three hundred sixty-fourth Map)
- 5580 - 5590 (Three hundred sixty-fifth Map)
- 5590 - 5600 (Three hundred sixty-sixth Map)
- 5600 - 5610 (Three hundred sixty-seventh Map)
- 5610 - 5620 (Three hundred sixty-eighth Map)
- 5620 - 5630 (Three hundred sixty-ninth Map)
- 5630 - 5640 (Three hundred seventieth Map)
- 5640 - 5650 (Three hundred seventy-first Map)
- 5650 - 5660 (Three hundred seventy-second Map)
- 5660 - 5670 (Three hundred seventy-third Map)
- 5670 - 5680 (Three hundred seventy-fourth Map)
- 5680 - 5690 (Three hundred seventy-fifth Map)
- 5690 - 5700 (Three hundred seventy-sixth Map)
- 5700 - 5710 (Three hundred seventy-seventh Map)
- 5710 - 5720 (Three hundred seventy-eighth Map)
- 5720 - 5730 (Three hundred seventy-ninth Map)
- 5730 - 5740 (Three hundred eightieth Map)
- 5740 - 5750 (Three hundred eighty-first Map)
- 5750 - 5760 (Three hundred eighty-second Map)
- 5760 - 5770 (Three hundred eighty-third Map)
- 5770 - 5780 (Three hundred eighty-fourth Map)
- 5780 - 5790 (Three hundred eighty-fifth Map)
- 5790 - 5800 (Three hundred eighty-sixth Map)
- 5800 - 5810 (Three hundred eighty-seventh Map)
- 5810 - 5820 (Three hundred eighty-eighth Map)
- 5820 - 5830 (Three hundred eighty-ninth Map)
- 5830 - 5840 (Three hundred ninetieth Map)
- 5840 - 5850 (Three hundred ninety-first Map)
- 5850 - 5860 (Three hundred ninety-second Map)
- 5860 - 5870 (Three hundred ninety-third Map)
- 5870 - 5880 (Three hundred ninety-fourth Map)
- 5880 - 5890 (Three hundred ninety-fifth Map)
- 5890 - 5900 (Three hundred ninety-sixth Map)
- 5900 - 5910 (Three hundred ninety-seventh Map)
- 5910 - 5920 (Three hundred ninety-eighth Map)
- 5920 - 5930 (Three hundred ninety-ninth Map)
- 5930 - 5940 (Four hundredth Map)
- 5940 - 5950 (Four hundred first Map)
- 5950 - 5960 (Four hundred second Map)
- 5960 - 5970 (Four hundred third Map)
- 5970 - 5980 (Four hundred fourth Map)
- 5980 - 5990 (Four hundred fifth Map)
- 5990 - 6000 (Four hundred sixth Map)
- 6000 - 6010 (Four hundred seventh Map)
- 6010 - 6020 (Four hundred eighth Map)
- 6020 - 6030 (Four hundred ninth Map)
- 6030 - 6040 (Four hundred tenth Map)
- 6040 - 6050 (Four hundred eleventh Map)
- 6050 - 6060 (Four hundred twelfth Map)
- 6060 - 6070 (Four hundred thirteenth Map)
- 6070 - 6080 (Four hundred fourteenth Map)
- 6080 - 6090 (Four hundred fifteenth Map)
- 6090 - 6100 (Four hundred sixteenth Map)
- 6100 - 6110 (Four hundred seventeenth Map)
- 6110 - 6120 (Four hundred eighteenth Map)
- 6120 - 6130 (Four hundred nineteenth Map)
- 6130 - 6140 (Four hundred twentieth Map)
- 6140 - 6150 (Four hundred twenty-first Map)
- 6150 - 6160 (Four hundred twenty-second Map)
- 6160 - 6170 (Four hundred twenty-third Map)
- 6170 - 6180 (Four hundred twenty-fourth Map)
- 6180 - 6190 (Four hundred twenty-fifth Map)
- 6190 - 6200 (Four hundred twenty-sixth Map)
- 6200 - 6210 (Four hundred twenty-seventh Map)
- 6210 - 6220 (Four hundred twenty-eighth Map)
- 6220 - 6230 (Four hundred twenty-ninth Map)
- 6230 - 6240 (Four hundred thirtieth Map)
- 6240 - 6250 (Four hundred thirty-first Map)
- 6250 - 6260 (Four hundred thirty-second Map)
- 6260 - 6270 (Four hundred thirty-third Map)
- 6270 - 6280 (Four hundred thirty-fourth Map)
- 6280 - 6290 (Four hundred thirty-fifth Map)
- 6290 - 6300 (Four hundred thirty-sixth Map)
- 6300 - 6310 (Four hundred thirty-seventh Map)
- 6310 - 6320 (Four hundred thirty-eighth Map)
- 6320 - 6330 (Four hundred thirty-ninth Map)
- 6330 - 6340 (Four hundred fortieth Map)
- 6340 - 6350 (Four hundred forty-first Map)
- 6350 - 6360 (Four hundred forty-second Map)
- 6360 - 6370 (Four hundred forty-third Map)
- 6370 - 6380 (Four hundred forty-fourth Map)
- 6380 - 6390 (Four hundred forty-fifth Map)
- 6390 - 6400 (Four hundred forty-sixth Map)
- 6400 - 6410 (Four hundred forty-seventh Map)
- 6410 - 6420 (Four hundred forty-eighth Map)
- 6420 - 6430 (Four hundred forty-ninth Map)
- 6430 - 6440 (Four hundred fiftieth Map)
- 6440 - 6450 (Four hundred fifty-first Map)
- 6450 - 6460 (Four hundred fifty-second Map)
- 6460 - 6470 (Four hundred fifty-third Map)
- 6470 - 6480 (Four hundred fifty-fourth Map)
- 6480 - 6490 (Four hundred fifty-fifth Map)
- 6490 - 6500 (Four hundred fifty-sixth Map)
- 6500 - 6510 (Four hundred fifty-seventh Map)
- 6510 - 6520 (Four hundred fifty-eighth Map)
- 6520 - 6530 (Four hundred fifty-ninth Map)
- 6530 - 6540 (Four hundred sixtieth Map)
- 6540 - 6550 (Four hundred sixty-first Map)
- 6550 - 6560 (Four hundred sixty-second Map)
- 6560 - 6570 (Four hundred sixty-third Map)
- 6570 - 6580 (Four hundred sixty-fourth Map)
- 6580 - 6590 (Four hundred sixty-fifth Map)
- 6590 - 6600 (Four hundred sixty-sixth Map)
- 6600 - 6610 (Four hundred sixty-seventh Map)
- 6610 - 6620 (Four hundred sixty-eighth Map)
- 6620 - 6630 (Four hundred sixty-ninth Map)
- 6630 - 6640 (Four hundred seventieth Map)
- 6640 - 6650 (Four hundred seventy-first Map)
- 6650 - 6660 (Four hundred seventy-second Map)
- 6660 - 6670 (Four hundred seventy-third Map)
- 6670 - 6680 (Four hundred seventy-fourth Map)
- 6680 - 6690 (Four hundred seventy-fifth Map)
- 6690 - 6700 (Four hundred seventy-sixth Map)
- 6700 - 6710 (Four hundred seventy-seventh Map)
- 6710 - 6720 (Four hundred seventy-eighth Map)
- 6720 - 6730 (Four hundred seventy-ninth Map)
- 6730 - 6740 (Four hundred eightieth Map)
- 6740 - 6750 (Four hundred eighty-first Map)
- 6750 - 6760 (Four hundred eighty-second Map)
- 6760 - 6770 (Four hundred eighty-third Map)
- 6770 - 6780 (Four hundred eighty-fourth Map)
- 6780 - 6790 (Four hundred eighty-fifth Map)
- 6790 - 6800 (Four hundred eighty-sixth Map)
- 6800 - 6810 (Four hundred eighty-seventh Map)
- 6810 - 6820 (Four hundred eighty-eighth Map)
- 6820 - 6830 (Four hundred eighty-ninth Map)
- 6830 - 6840 (Four hundred ninetieth Map)
- 6840 - 6850 (Four hundred ninety-first Map)
- 6850 - 6860 (Four hundred ninety-second Map)
- 6860 - 6870 (Four hundred ninety-third Map)
- 6870 - 6880 (Four hundred ninety-fourth Map)
- 6880 - 6890 (Four hundred ninety-fifth Map)
- 6890 - 6900 (Four hundred ninety-sixth Map)
- 6900 - 6910 (Four hundred ninety-seventh Map)
- 6910 - 6920 (Four hundred ninety-eighth Map)
- 6920 - 6930 (Four hundred ninety-ninth Map)
- 6930 - 6940 (Five hundredth Map)
- 6940 - 6950 (Five hundred first Map)
- 6950 - 6960 (Five hundred second Map)
- 6960 - 6970 (Five hundred third Map)
- 6970 - 6980 (Five hundred fourth Map)
- 6980 - 6990 (Five hundred fifth Map)
- 6990 - 7000 (Five hundred sixth Map)
- 7000 - 7010 (Five hundred seventh Map)
- 7010 - 7020 (Five hundred eighth Map)
- 7020 - 7030 (Five hundred ninth Map)
- 7030 - 7040 (Five hundred tenth Map)
- 7040 - 7050 (Five hundred eleventh Map)
- 7050 - 7060 (Five hundred twelfth Map)
- 7060 - 7070 (Five hundred thirteenth Map)
- 7070 - 7080 (Five hundred fourteenth Map)
- 7080 - 7090 (Five hundred fifteenth Map)
- 7090 - 7100 (Five hundred sixteenth Map)
- 7100 - 7110 (Five hundred seventeenth Map)
- 7110 - 7120 (Five hundred eighteenth Map)
- 7120 - 7130 (Five hundred nineteenth Map)
- 7130 - 7140 (Five hundred twentieth Map)
- 7140 - 7150 (Five hundred twenty-first Map)
- 7150 - 7160 (Five hundred twenty-second Map)
- 7160 - 7170 (Five hundred twenty-third Map)
- 7170 - 7180 (Five hundred twenty-fourth Map)
- 7180 - 7190 (Five hundred twenty-fifth Map)
- 7190 - 7200 (Five hundred twenty-sixth Map)
- 7200 - 7210 (Five hundred twenty-seventh Map)
- 7210 - 7220 (Five hundred twenty-eighth Map)
- 7220 - 7230 (Five hundred twenty-ninth Map)
- 7230 - 7240 (Five hundred thirtieth Map)
- 7240 - 7250 (Five hundred thirty-first Map)
- 7250 - 7260 (Five hundred thirty-second Map)
- 7260 - 7270 (Five hundred thirty-third Map)
- 7270 - 7280 (Five hundred thirty-fourth Map)
- 7280 - 7290 (Five hundred thirty-fifth Map)
- 7290 - 7300 (Five hundred thirty-sixth Map)
- 7300 - 7310 (Five hundred thirty-seventh Map)
- 7310 - 7320 (Five hundred thirty-eighth Map)
- 7320 - 7330 (Five hundred thirty-ninth Map)
- 7330 - 7340 (Five hundred fortieth Map)
- 7340 - 7350 (Five hundred forty-first Map)
- 7350 - 7360 (Five hundred forty-second Map)
- 7360 - 7370 (Five hundred forty-third Map)
- 7370 - 7380 (Five hundred forty-fourth Map)
- 7380 - 7390 (Five hundred forty-fifth Map)
- 7390 - 7400 (Five hundred forty-sixth Map)
- 7400 - 7410 (Five hundred forty-seventh Map)
- 7410 - 7420 (Five hundred forty-eighth Map)
- 7420 - 7430 (Five hundred forty-ninth Map)
- 7430 - 7440 (Five hundred fiftieth Map)
- 7440 - 7450 (Five hundred fifty-first Map)
- 7450 - 7460 (Five hundred fifty-second Map)

b) 雨水用トランシュ

雨水用トランシュとして、円柱型を使用する。その理由として、浸透施設としての実績があること、施工技術が確立されていること、建設費が安価であること、現場試験の結果、相当量の浸透が期待できることがあげられる。

構造を決定する上で次のことを考慮しなければならない。

1. 既製ブロックを使用するため、内径は2 m前後となる。
2. 維持管理にバキューム車が使用できるようにトランシュの底高を路面下5 m以内とする。
3. 堆砂スペースとして30 cm(深さ)を見込む。
4. 底部はバキューム車による堆砂の除去に対処でき、さらに水がたまらない構造とする。

トランシュの容量は不浸透域に降った雨の総水量として求められる。計画降雨を5年確率、トランシュの内径を2 mとして、集水する不浸透面積とトランシュの深さとの関係を求めると次のようになる。

$$H = 0.0055A + 0.3$$

ここに H : トランシュ深(m)

A : 不浸透面積(m²)

0.3 : 堆砂スペース(m)

標準的なトランシュの構造を示せば図5.5.2のようになる。

c) 雨水浸透池

地表からの浸透方式として底の浅い雨水浸透池を採用する。その理由として、地下水位は高いが、用地の確保が容易であるということと、飛砂等による堆砂に対して維持管理が容易であることがあげられる。

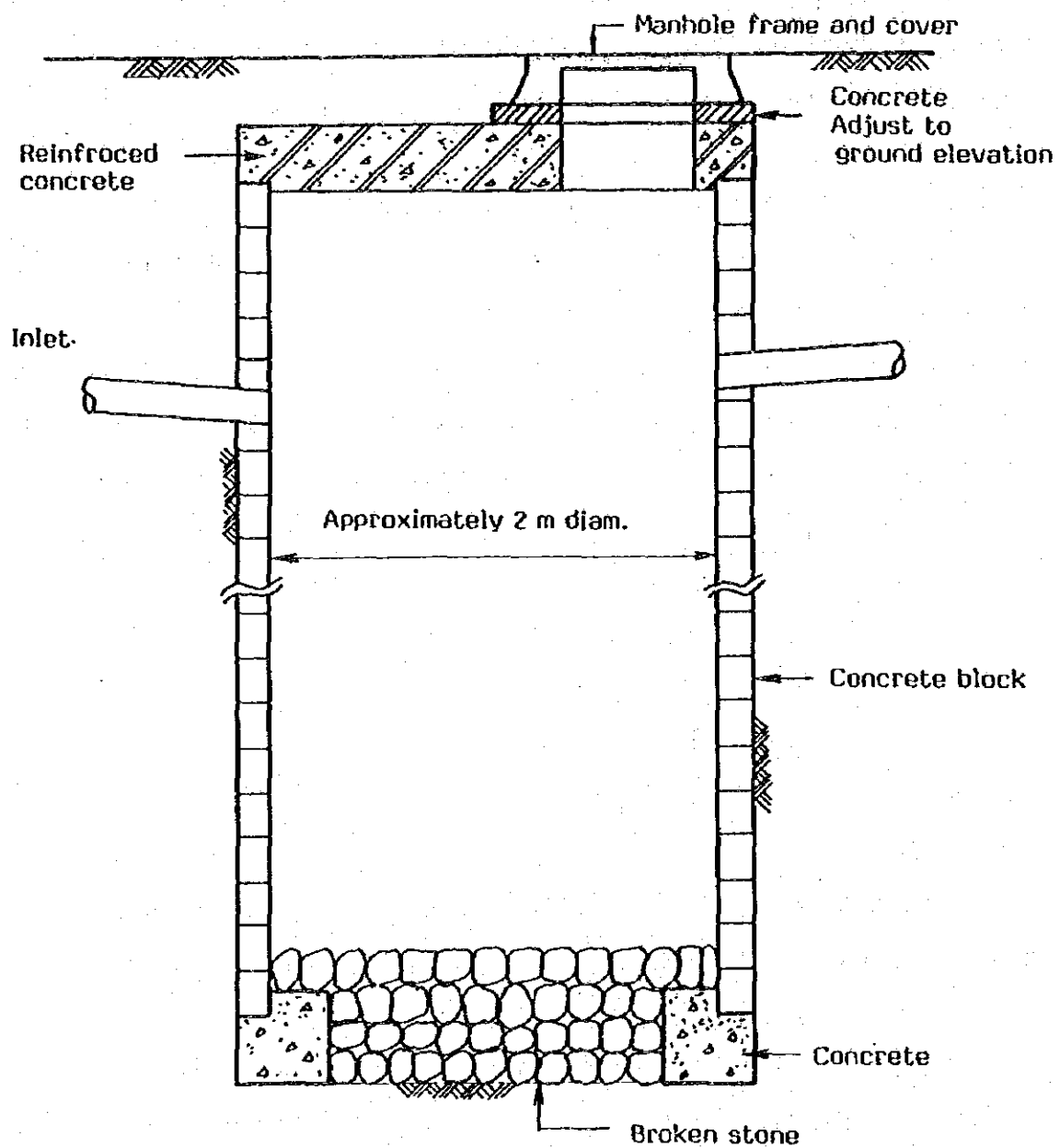
池の構造は次のことを考慮しなければならない。

1. 道路面上の雨水を取り入れることになるので、路面から池底までは最低40 cmは必要である。
2. 池の形状は、飛砂による堆積や変形、人為的な勾面崩壊等が考えられるため、杭等の目印を設置する必要がある。

池の容量は不浸透域に降った雨の総水量として求められる。計画降雨を5年確率、池の深さを40 cmとして集水する不浸透面積と池の水面積の関係を求めると次のようになる。

$$A = 0.0435a$$

ここに A : 浸透池の池面積(m²)



☒ 5.5.2 Typical Drainage Transh

a : 不浸透面積 (m²)

標準的な浸透池の構造を示せば図 5.5.3 のようになる。

d) 雨水施設の配置

- ① トランシュは道路下に設けられるため、他の地下埋設物の障害とならないよう容量を小さくすることが望ましい。従って、トランシュへの雨水流入を抑制するため、宅地内の雨水はできるだけ宅地内で浸透させねばならない。具体的には次のような対策が考えられる。

① 宅地内の雨水は、庭等の裸地より浸透させる。

② 宅地内に十分な裸地がない場合は、雨水用トランシュを宅地内に設けるか、不要となった汚水用のトランシュを転用する。

このような対策がとられれば、道路に設けられるトランシュは道路の排水のみを受けもてばよいことになる。しかし、個々の住宅についてトランシュの新設も転用も困難な場合は、直接道路へ排水されることになるので、道路下のトランシュ容量の算定には、屋根等の不浸透面積を加算する必要がある。

トランシュの配置位置は、道路及び周辺の状況によって異なるが、集水が容易であり、他の地下埋設物の障害にならないことが基本である。その設置密度は目安として、交差点に 1 個、つまり 0.25 ha に 1 個位の割合と考えられる。図 5.5.4 に標準的なトランシュの配置を示す。

トランシュは以上のような状況下で設置されるものであるから、その建設は、道路舗装の進捗状況や道路の冠水状況を把握して、徐々に進めるべきである。

② 雨水浸透池

エル・アリッシュ処理区と同様、宅地内の雨水はできるだけ宅地内で浸透させねばならない。幸い、マサイド処理区は個々の住宅についても十分な裸地が確保できることから、宅地内の雨水は、庭等の裸地より浸透させることが可能である。

宅地内の浸透が徹底されれば雨水浸透池の容量は、道路面積から求めることができる。

浸透池の位置は、道路冠水域に最も接近した間地を選ぶことが望ましい。図 5.5.5 に標準的な浸透池の配置を示す。

雨水用トランシュと同様に、雨水浸透池の建設は道路舗装の進捗状況や、道路の冠水状況を把握して徐々に進めるべきである。

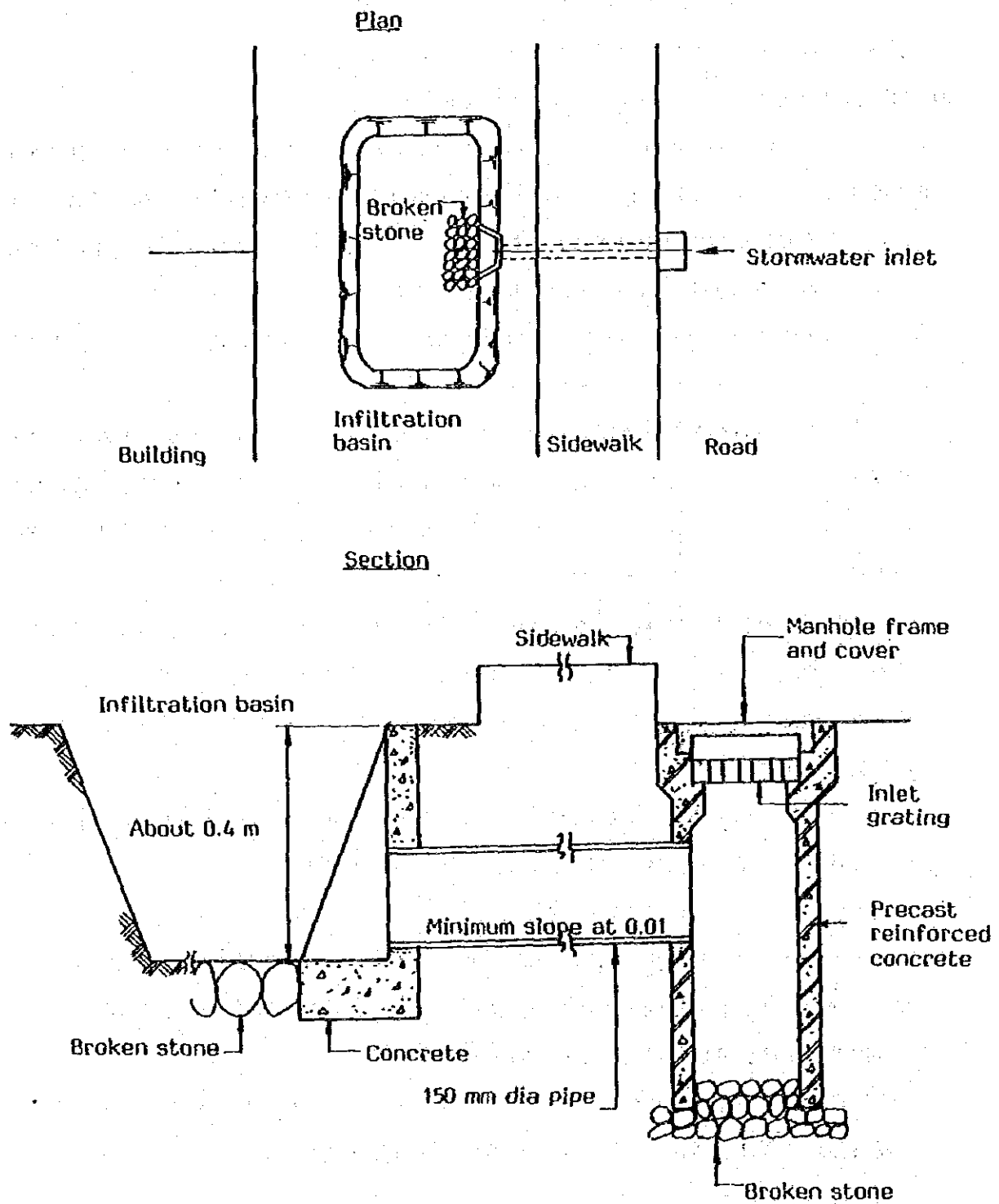
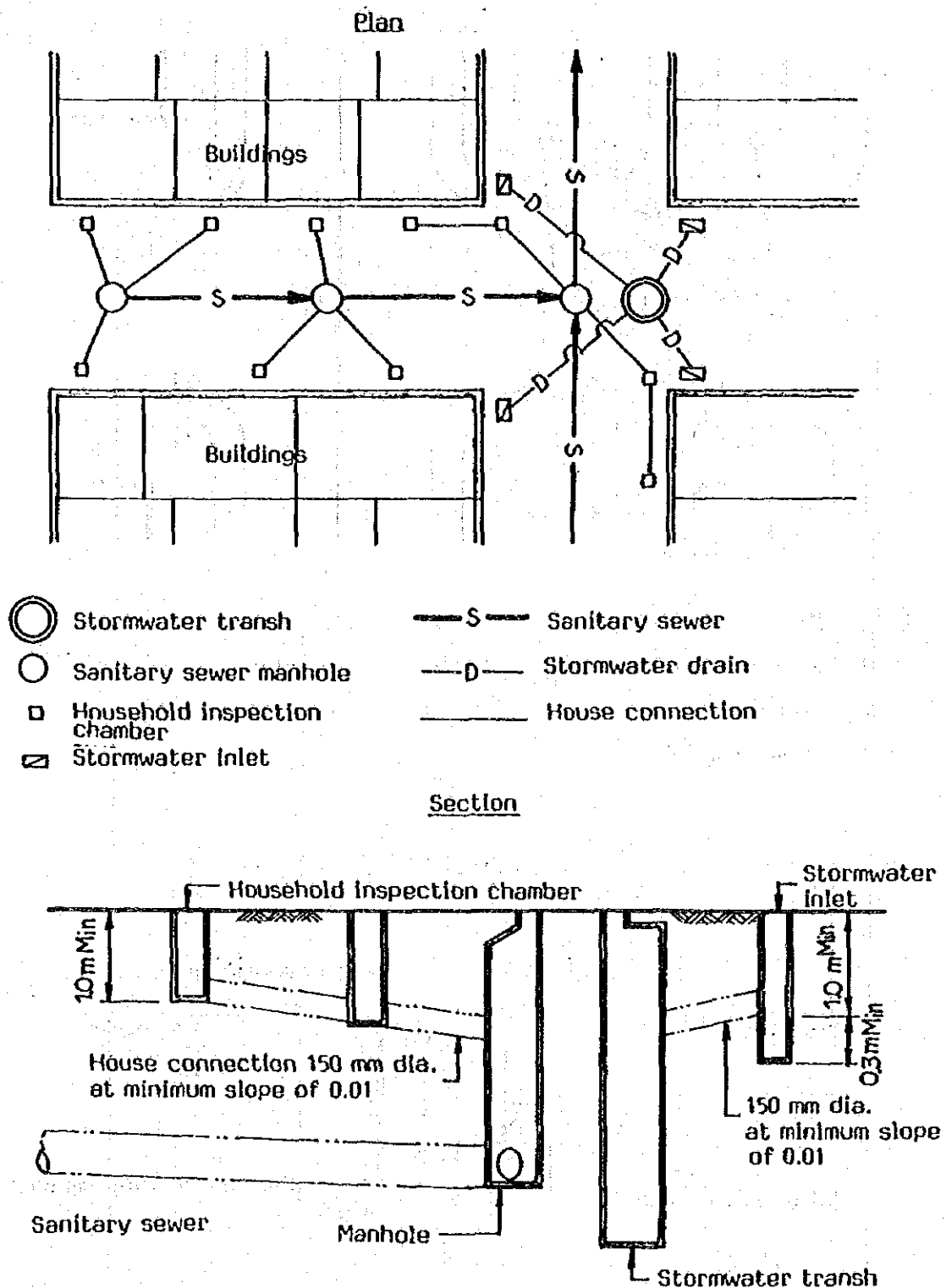
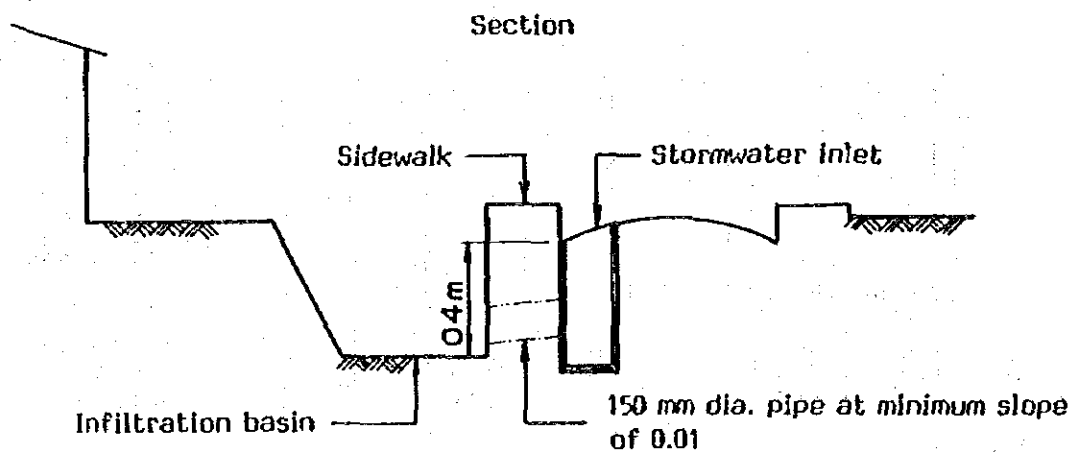
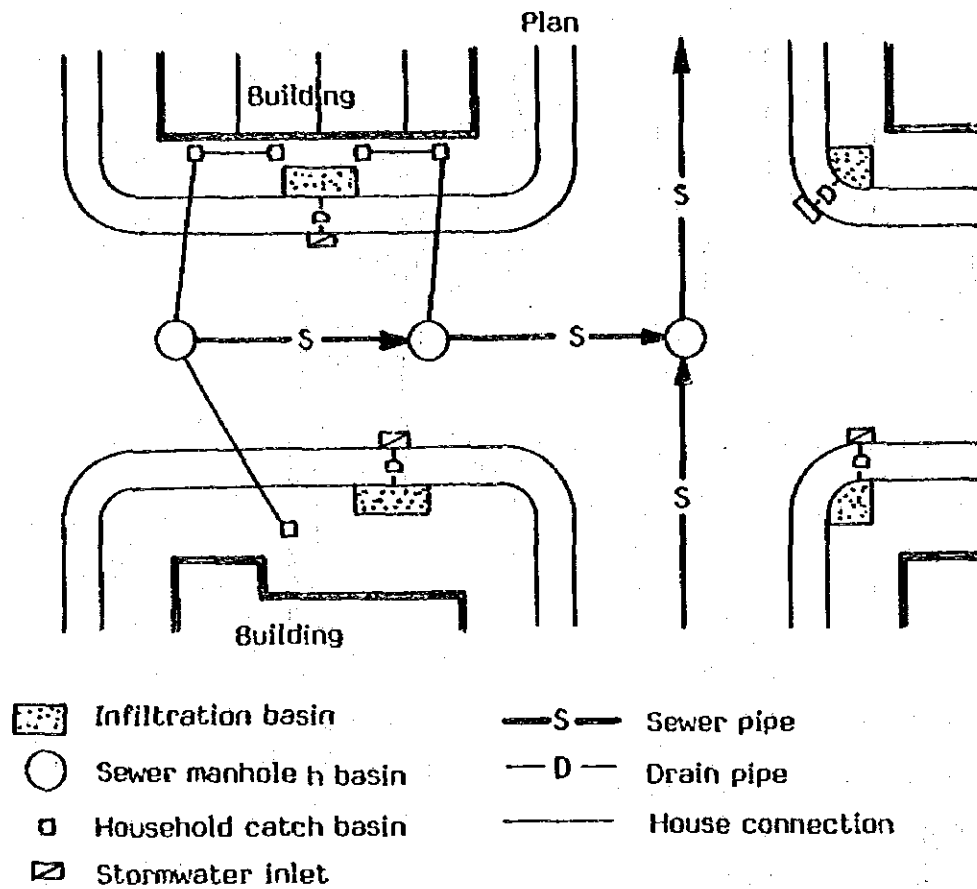


Fig 5.5.3 Typical Stormwater Infiltration Basin



5.5.4 Typical Sanitary Sewer and Stormwater Transh System



5.5.5 Typical Layout of Sanitary Sewerage and Stormwater Drainage Facilities

5.6 ポンプ場施設

a) マンホール型ポンプ場

起伏の多い地形であるため、数多くのポンプ場を必要とする。全部で22ヶ所ある。その内訳は表5.6.1の通りである。

表5.6.1 マンホール型ポンプ一覧

ポンプNo	項目	遮 集 面 積 (ha)	流 入 水 量 (m ³ /min)	ポ ン プ
1		36.77	1.14	φ100×2台
2		70.71	2.16	"
3		83.39	2.52	"
4		194.04	5.88	φ200×2台
5		14.05	0.42	φ80×2台
6		1.71	0.06	"
7		8.32	0.24	"
8		43.88	1.32	"
9		5.46	0.18	"
10		2.24	0.06	"
11		0.75	0.06	"
12		20.04	0.60	"
13		5.39	0.18	"
14		2.14	0.06	"
15		16.86	0.54	"
16		20.92	0.66	"
17		2.27	0.06	"
18		15.77	0.48	"
19		14.20	0.42	"
20		13.07	0.42	"
21		7.78	0.24	"
22		10.30	0.30	"

(注) ポンプ2台中1台は予備

ポンプ場の位置を図5.6.1～図5.6.3、その標準図を図5.6.4に示す。

**SEWERAGE SYSTEM MAP
PLAN I**

MASAO DISTRICT

EL-ARISH DISTRICT

EL-ARISH DISTRICT

P₁

P₂

P₃

P₄

LEGEND	
Boundary of Sewerage District	
Gravity Sewer	
Force Main Sewer	
Manhole	
Pumping Station	
Sewage Treatment Plant	

① Diameter (mm)
1000

② Slope (‰)
1.0

③ Length (m)
500

④ Pumping Station

⑤ Sewage Treatment Plant

5 6

☒ 5.6.1

5-16

SEWERAGE SYSTEM MAP PLAN 2

EL-ARISH DISTRICT

LEGEND	
Boundary of Sewerage District	
Gravity Sewer	
Force Main Sewer	
Sewer No.	
Diameter (mm)	800
Slope (‰)	1.0%
Length (m)	600
Pumping Station	
Sewage Treatment Plant	

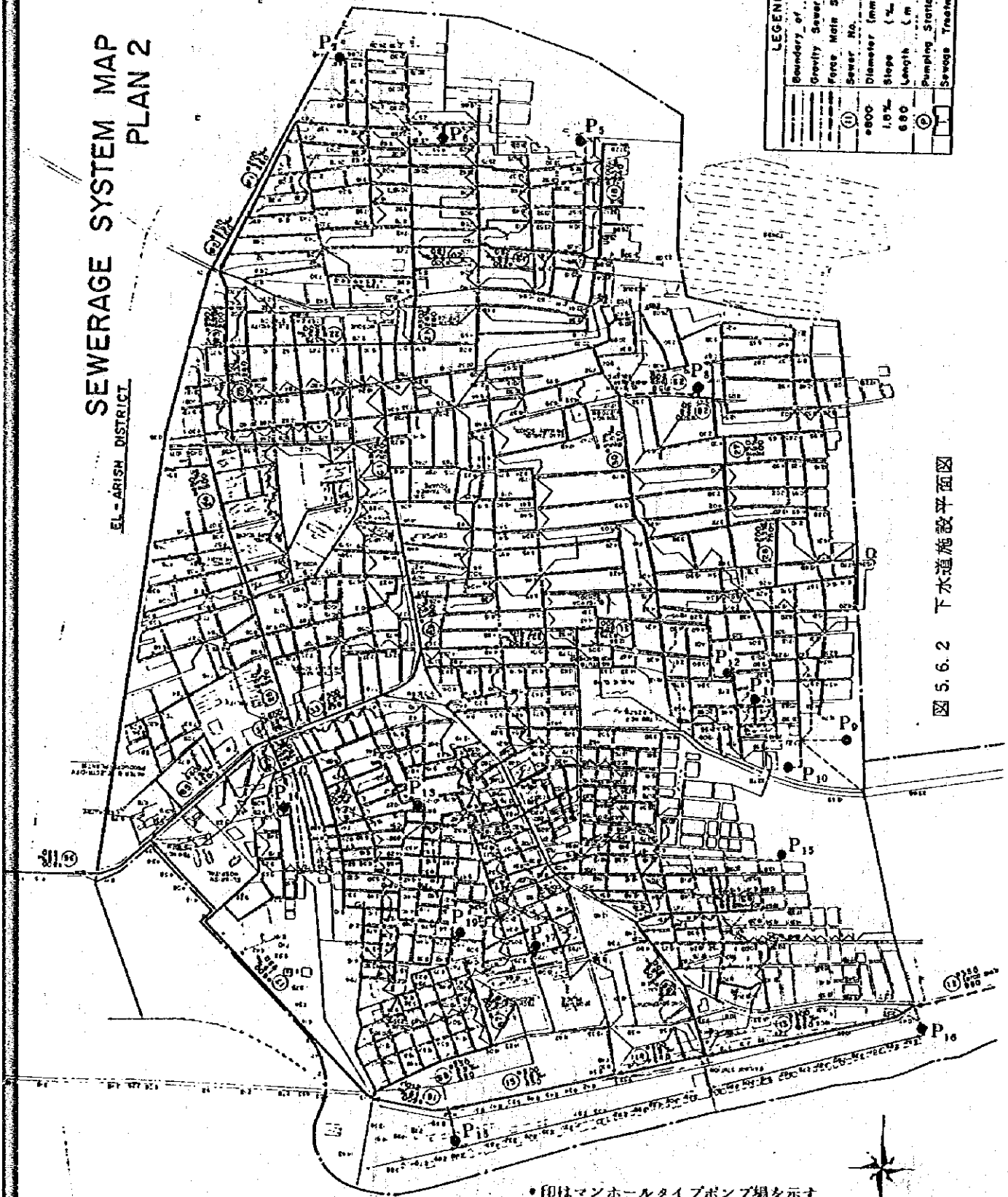
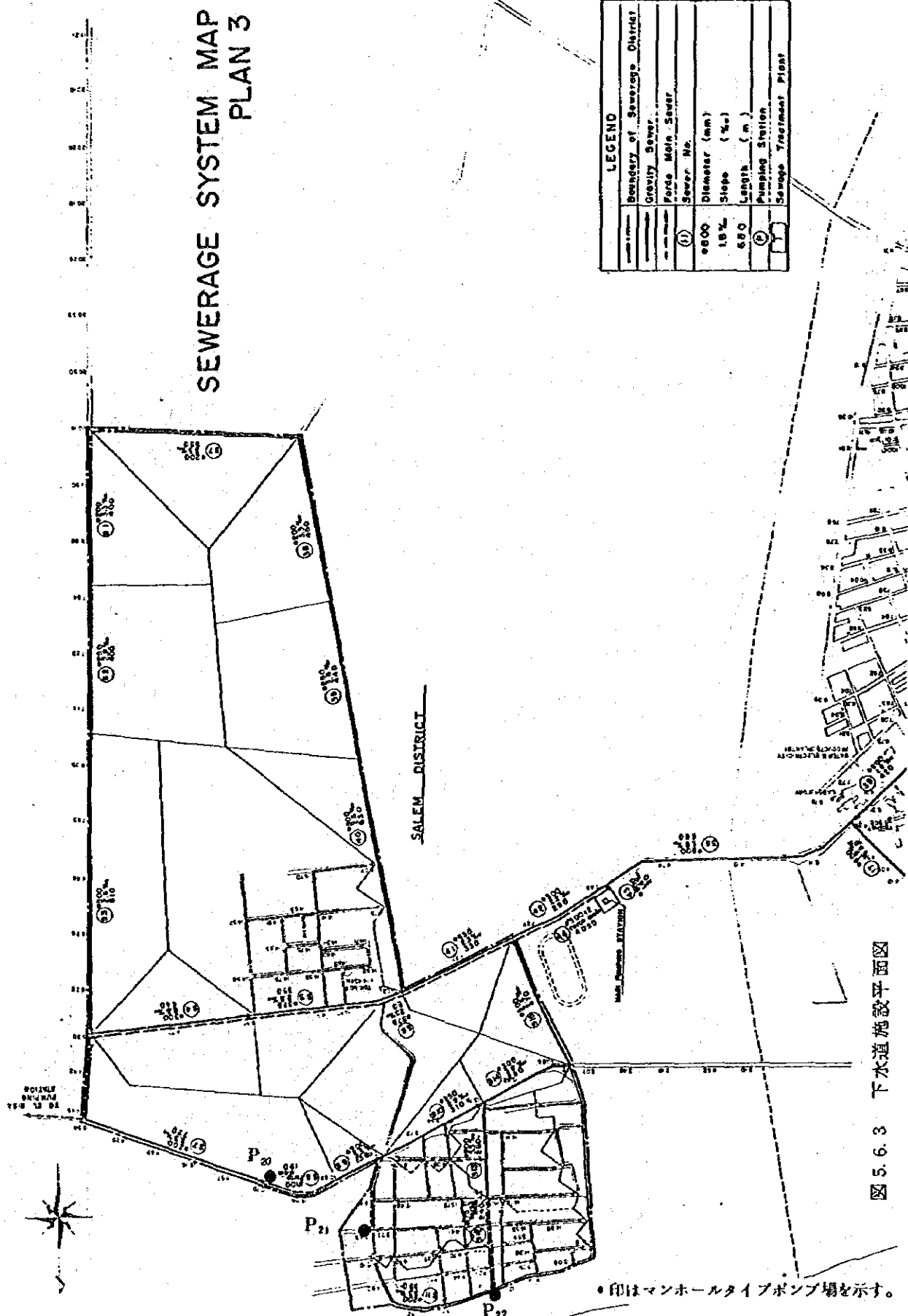
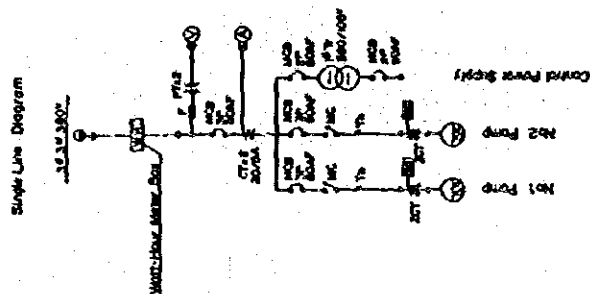
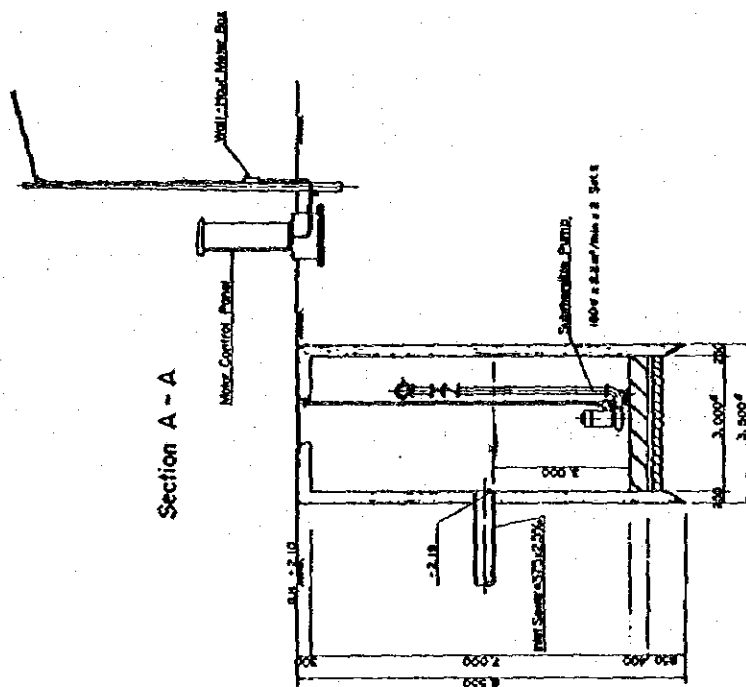
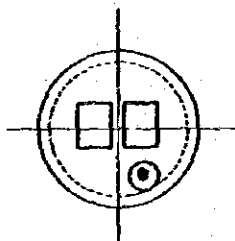
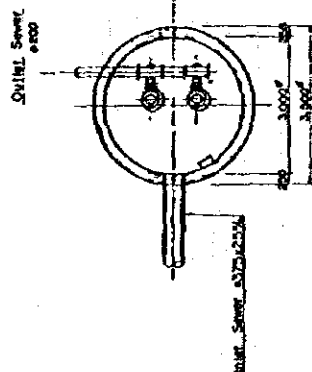


図 5.6.2 下水道施設平面図

●印はマンホールタイプポンプ場を示す。



PLAN OF MANHOLE PUMPING STATION



SYMBOL	DESCRIPTION
M.C.B.	Molded Case Circuit Breaker
M.C.	Electromagnetic Contactor
T.H.	Thermal Relay
F	Fuse
T.V.	Transformer
P.T.	Potential Transformer
C.T.	Current Transformer
A	Ammeter
V	Voltmeter
Q	Ammeter Change-over Switch
Q	Voltmeter Change-over Switch
XCT	

図 5.6.4 マンホール・タイプポンプ場施設構造図

b) メインポンプ場、エル・リサポンプ場

メインポンプ場はエル・アリッシュ処理区全域の汚水をジャラダの処理場に圧送するものである。その位置は図 5.4.1 に示したとおりである。またエル・リサポンプ場は、メインポンプ場だけでは処理場までの直接圧送が困難なためにその中継を果たすためのものである。その位置は図 5.4.1 に示す。

内訳は表 5.6.2 の通りである。

表 5.6.2 メインポンプ場及びエル・リサポンプ場

項目 ポンプ場	遮集面積 (ha)	流入水量 (m^3/min)	ポンプ
メインポンプ場	894	27.08	$\phi 250 \times 6.8 m^3/min \times 5$ 台
エル・リサポンプ場	894	27.08	$\phi 250 \times 6.8 m^3/min \times 5$ 台

(注) ポンプ 5 台中 1 台は予備

メインポンプ場を図 5.6.5 に、エル・リサポンプ場を図 5.6.6 に示す。

c) 汚水圧送

エル・アリッシュからジャラダまで汚水を送水するにはポンプで圧送しなければならない。

エル・アリッシュ及びその周辺から集められた汚水は、メインポンプ場からジャラダの処理場まで送水されることになるが、送水距離が長いこと、地形の起伏が大きいことからウォーターハンマへの対処が困難で直接処理場まで圧送することはむづかしい。

したがって、メインポンプ場から処理場までの送水は下記のように行う。(図 5.7.2 参照)

- ① メインポンプ場から A 点までポンプによる圧送
- ② A 点から C 点まで自然流下
- ③ C 点の中継ポンプ場からジャラダの処理場まで圧送

(注) C 点とはエル・リサポンプ場位置のことである。

PLAN OF MAIN PUMPING STATION

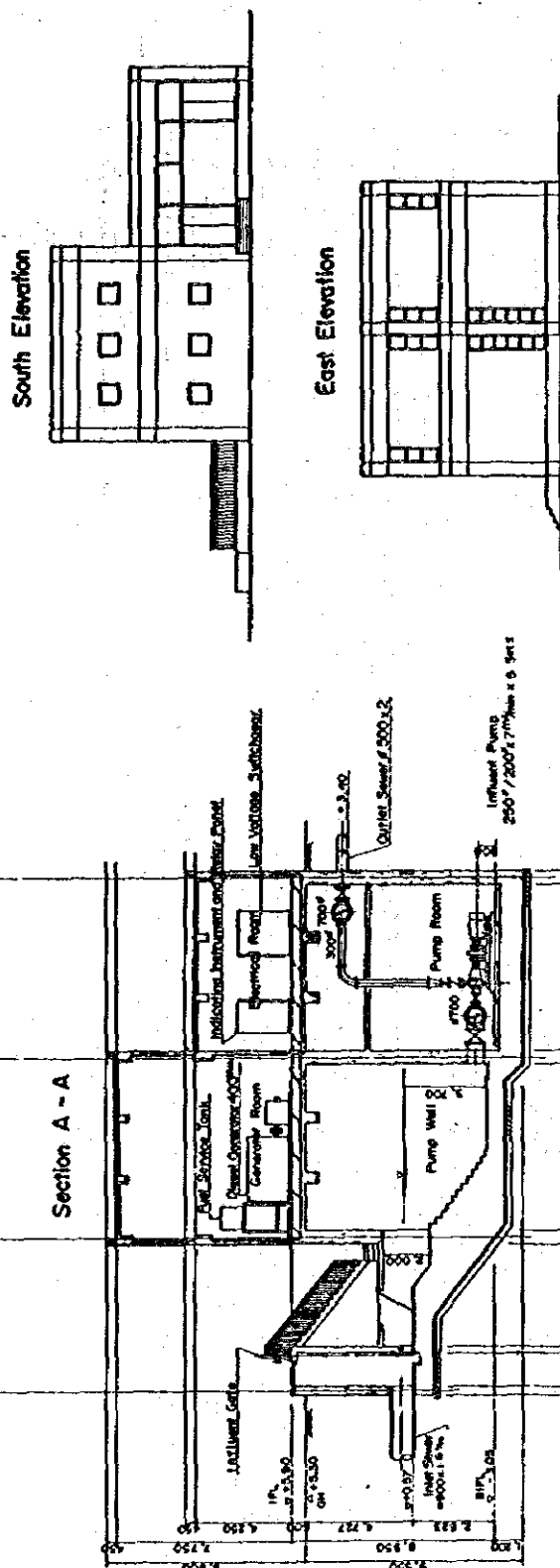
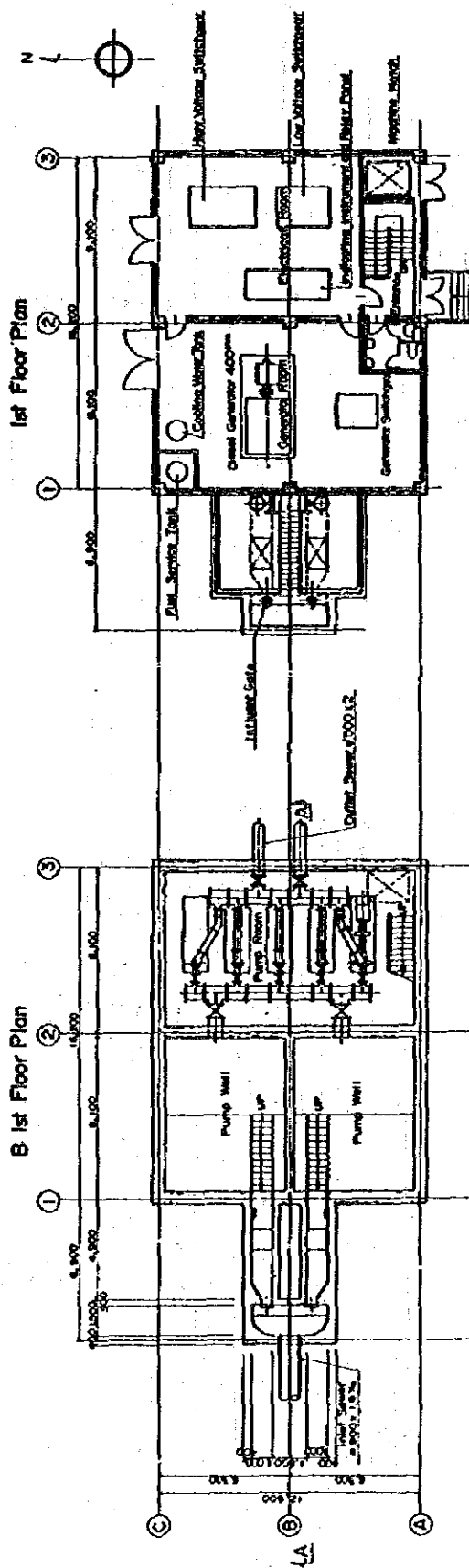
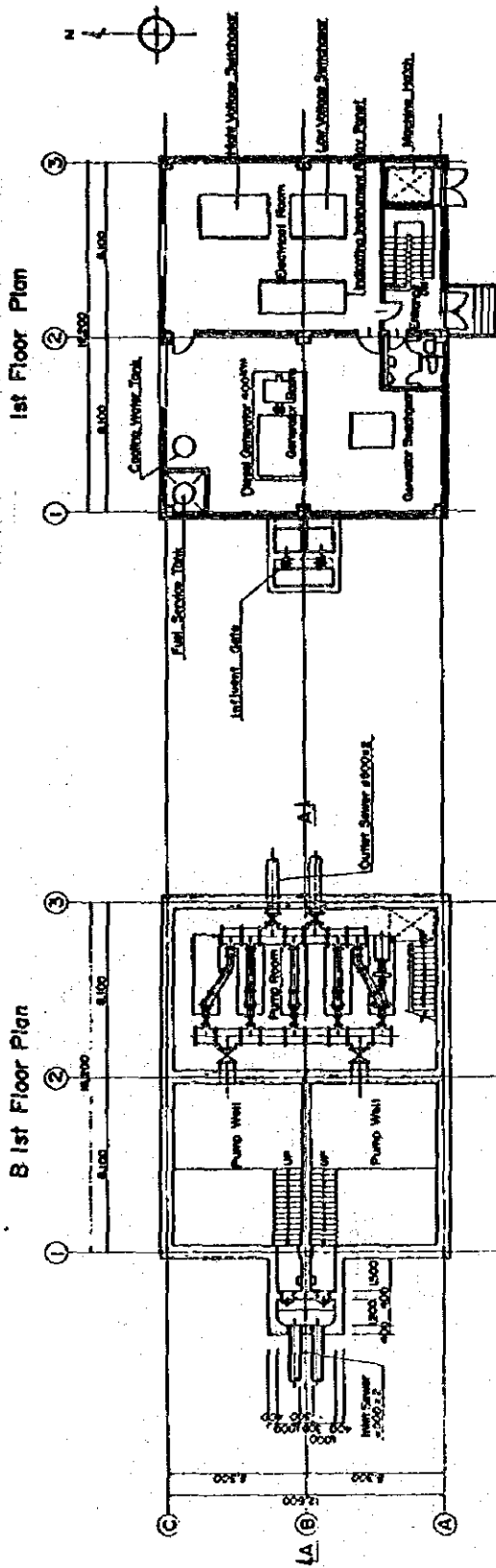
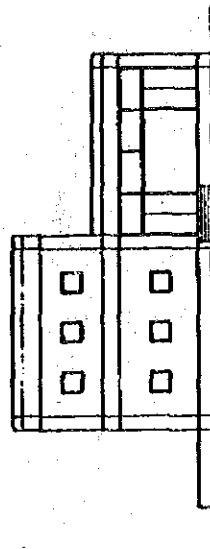


図 5.6.5 メイン・ポンプ場施設

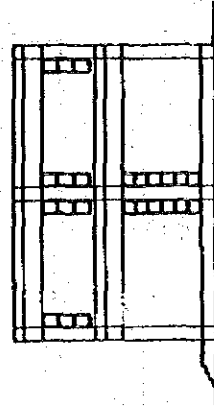
PLAN OF ELRISA PUMPING STATION



South Elevation



East Elevation



Section A-A

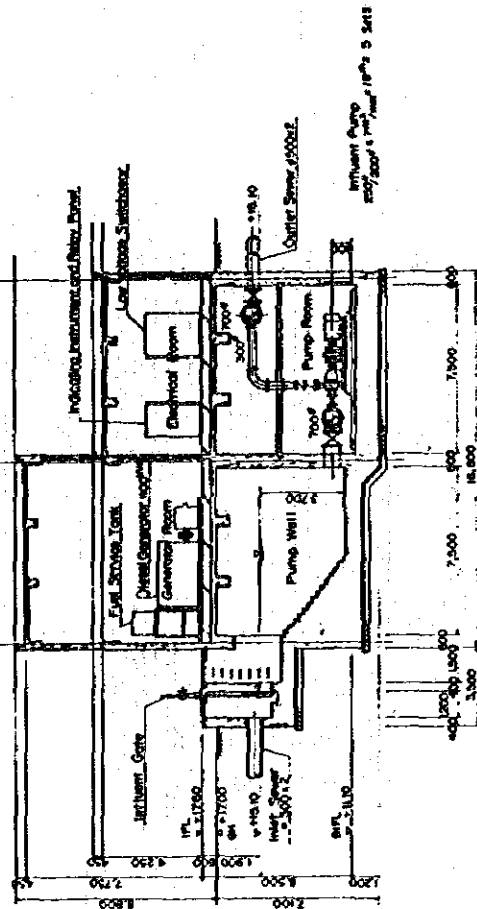


図 5.6.6 エル・リサポンプ場施設

5.7 処理場位置

a) 処理水再利用のための農地選定

エル・アリッシュ市における下水道施設整備計画の一環として、かんがい水として下水処理水を利用するための農地選定に関する調査が、以下の4地区について行われた。

- (1) ワジ・エル・アリッシュ下流地区(図 5.7.1, A)
- (2) ワジ・エル・アリッシュ下流地区の西部に隣接する地区(図 5.7.1, B)
- (3) ワジ・エル・アリッシュ中流地区(図 5.7.1, C)
- (4) エル・アリッシュとラファを結ぶ道路沿いの地区(図 5.7.1, D)

これらの地区は、エジプト国開発省及び北シナイ政府によって農業開発候補地として取上げられているもので、それぞれ、7,000、10,000、25,000及び25,000フェダンが開墾できると報告されている。

調査によれば、エル・アリッシュとラファを結ぶ道路沿いの地区を除く3地区では、冬季には、かんがいに利用できる降雨に由来する流水があり、また、塩分濃度は比較的高く、かつその量も限られてはいるが、地下水が利用できる。

一方、エル・アリッシュとラファを結ぶ道路沿いの地区では、特定の地区に限られはするが、塩類濃度の低い地下水がえられる。土壌条件は、調査の結果によれば、前3地区のそれよりもよく、さらに降雨量も前3地区のそれよりも多い。

ジャラダ地区は、エル・アリッシュ市の東、約10kmのところであり、エル・アリッシュ—ラファ道路沿いに広がっている。この地区は、エル・アリッシュとラファを結ぶ道路沿いの地区のなかで最も重要な位置を占め、かつ、北シナイ政府から最も望ましい農業開発候補地区として特定されているものである。この地区では、数年前まで、イスラエル人によってかんがい農業が行われていた。しかしながら、イスラエル軍の撤退後は、かんがい水の不足によって農作業は放棄されたままになっている。現在は、付近に住むベドウィンによって雨水利用の農作業が行われている。

すでに述べたとおり、前3地区は、北シナイ政府によって農業開発候補地区とみなされた。しかし、それらの地区の大部分は、未開発の砂漠地といってよい。また、新しく開拓するためには、多額の投資が必要と考えられる。これと比べれば、エル・アリッシュとラファを結ぶ道路沿いの地区、とくにジャラダ地区の大部分については、それが既墾地であるために、多額の投資は必要ないと考えられる。上記の事情及び社会・経済条件を考慮にいれ、ジャラダ地区が下水処理水利用のための農地として選定された。

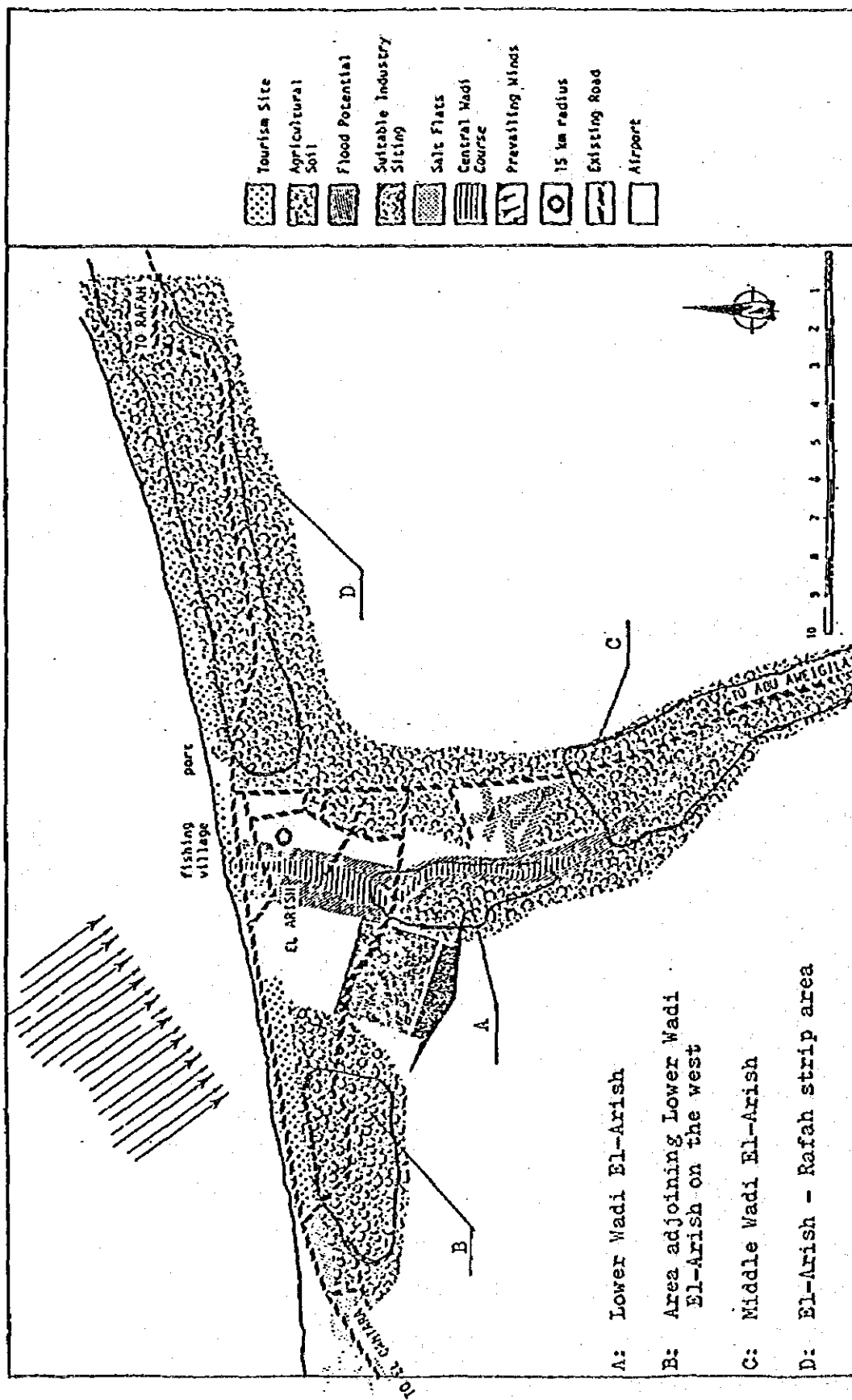


図 5.7.1 農業かんがい候補地

b) 処理場位置

当処理場の位置決定にあたっては次の点を十分考慮しなければならない。

- ① 下水道計画における最適位置
- ② 再利用における最適位置
- ③ 1) 項及び 2) 項を同時に満足できる位置

上記の 3) 項を満足すべき位置に処理場を設ける事が理想的であるが、この関係は一般的にみて相反するケースが多い。

予定地としては大局的にみて次の 3ヶ所が挙げられる。これを図 5.7.2 に示す。

- イ) サレム住宅地区（建設中）の東側———T-1、T-1'
- ロ) ジャラダ地区への途中点———T-2
- ハ) ジャラダ地区———T-3

諸検討の結果処理場位置は、処理水の再利用として農業のかんがい水に利用することも考慮してジャラダ地区（T-3）とする。

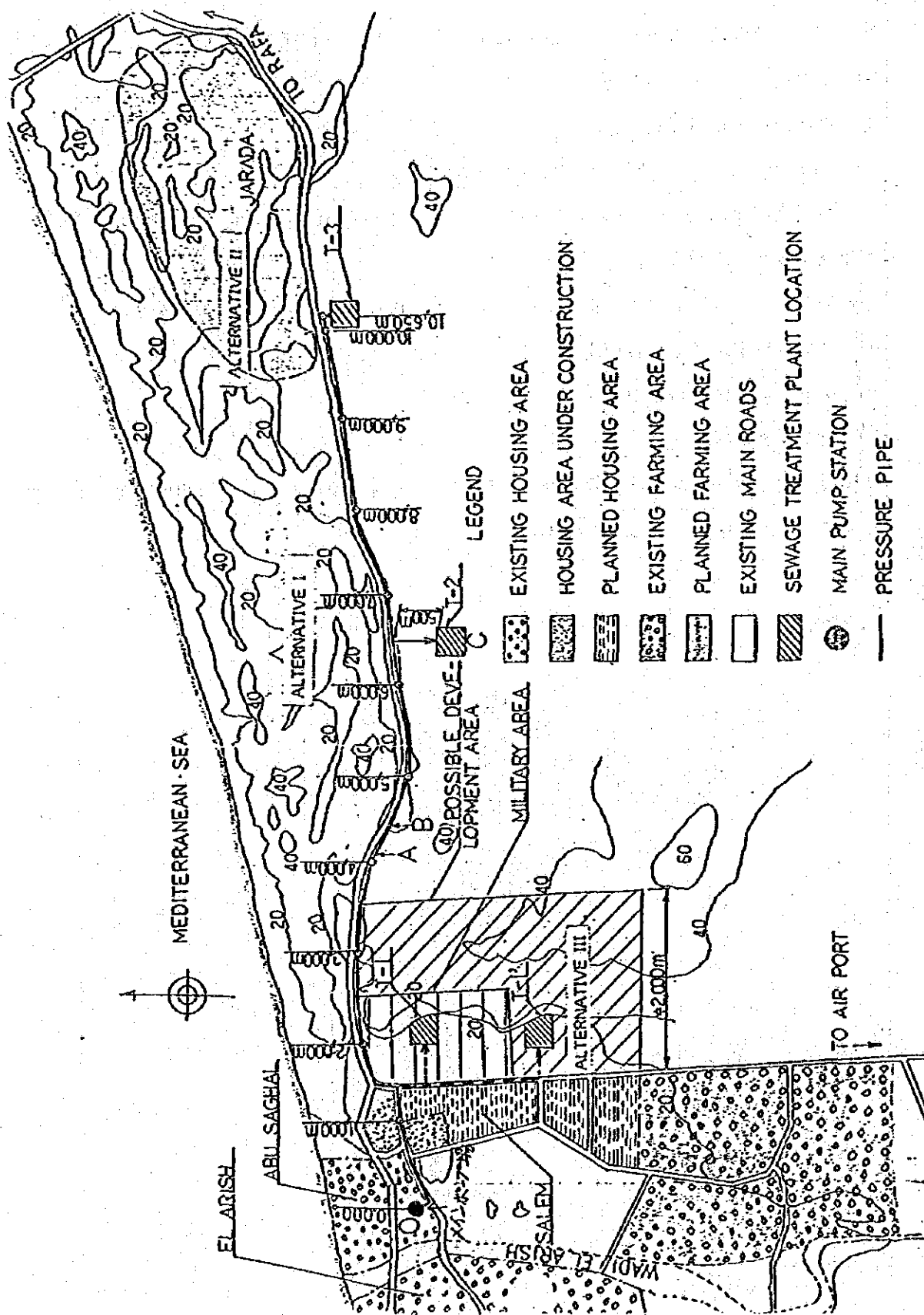


図 5.7.2 処理場位置の代替案

5.8 処理場施設

a) 処理場の概要

処理場はジャラダ地区のラファへの幹線道路の南側（図 5.4.1 参照）に位置し、その敷地面積は $46,400 \text{ m}^2$ である。汚水処理方式はオキシデーションディッチ法、汚泥処理は天日乾燥処分とする。

処理場付近は将来共住宅地になる可能性は薄く、したがって特別な環境対策は講じない。

① 全体配置図

全体配置図を図 5.8.1 に示す。系列はオキシデーションディッチ 2 池に対し最終沈殿池 1 池対応とする。進入路は敷地の北側となるために、管理系統は北側に配置した。

② フローシート

フローシートを図 5.8.2 に示す。

③ 水位関係図

水位関係を図 5.8.3 に示す。当処理場はエル・リサポンブ場から直接圧送するために場内ポンプ場は不要である。したがって場内ではすべて自然流下となっている。

地表からの施設の天端が高いのはできる限り砂の混入を防ぐのが目的である。

④ 処理水放流

処理水は原則としてかんがい用水として使用するが、雨期あるいは余裕を生じた時には砂漠に放出し牧草用水とする。

b) 設計条件

当処理場の計画にあたっての主な設計条件は下記の通りである。

① 計画人口 $130,000$ 人

② 汚水量原単位

1 人 1 日平均汚水量 150ℓ

1 人 1 日最大汚水量 200ℓ

1 人 1 日時間最大汚水量 300ℓ

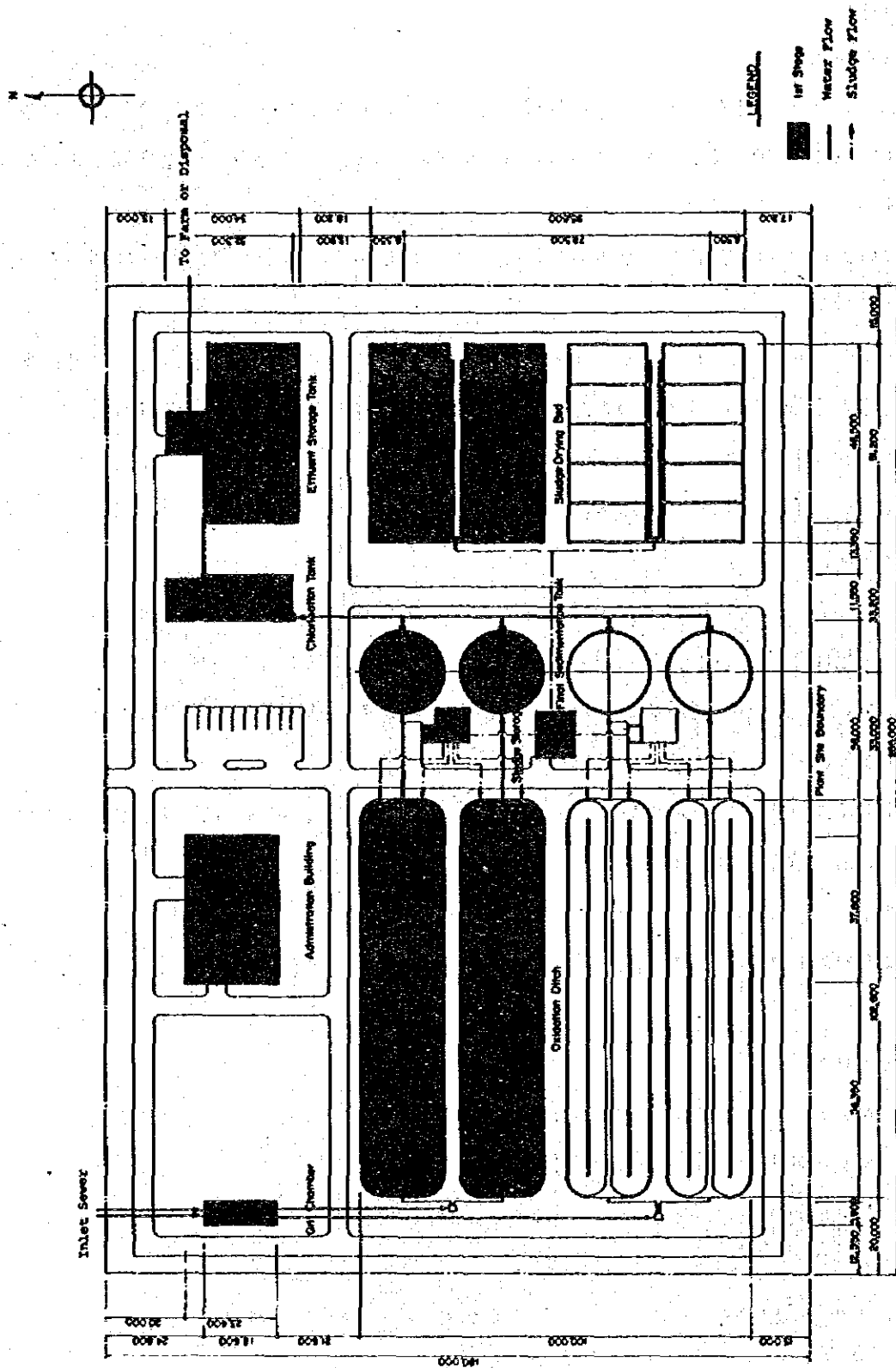
③ 計画汚水量

日平均汚水量 $19,500 \text{ m}^3/\text{d} \div 20,000 \text{ m}^3/\text{d}$

日最大汚水量 $26,000 \text{ m}^3/\text{d}$

時間最大汚水量 $39,000 \text{ m}^3/\text{d}$

④ 流入水質



5. 8. 1 GENERAL PLAN OF JARADA SEWAGE TREATMENT PLANT

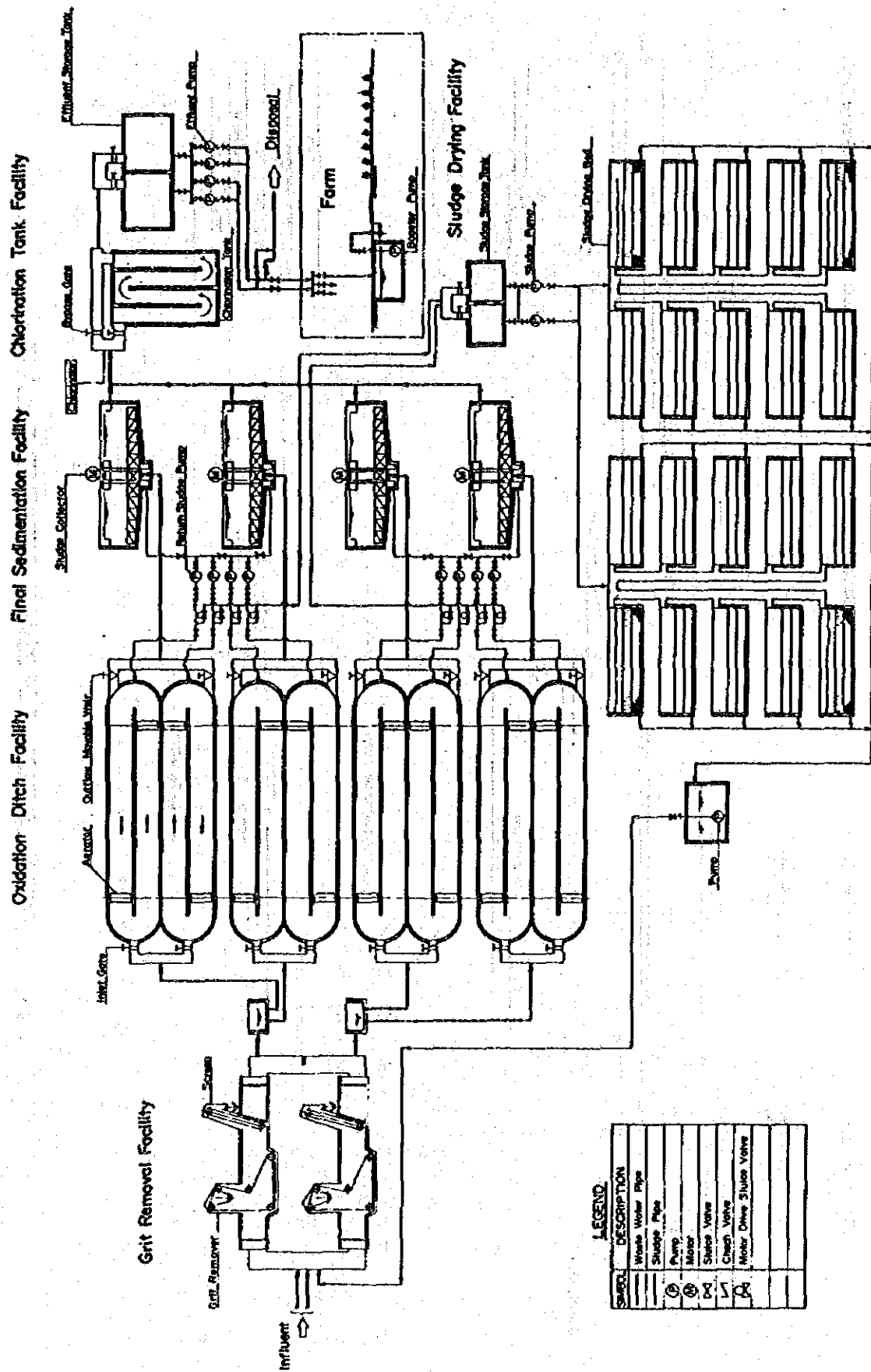
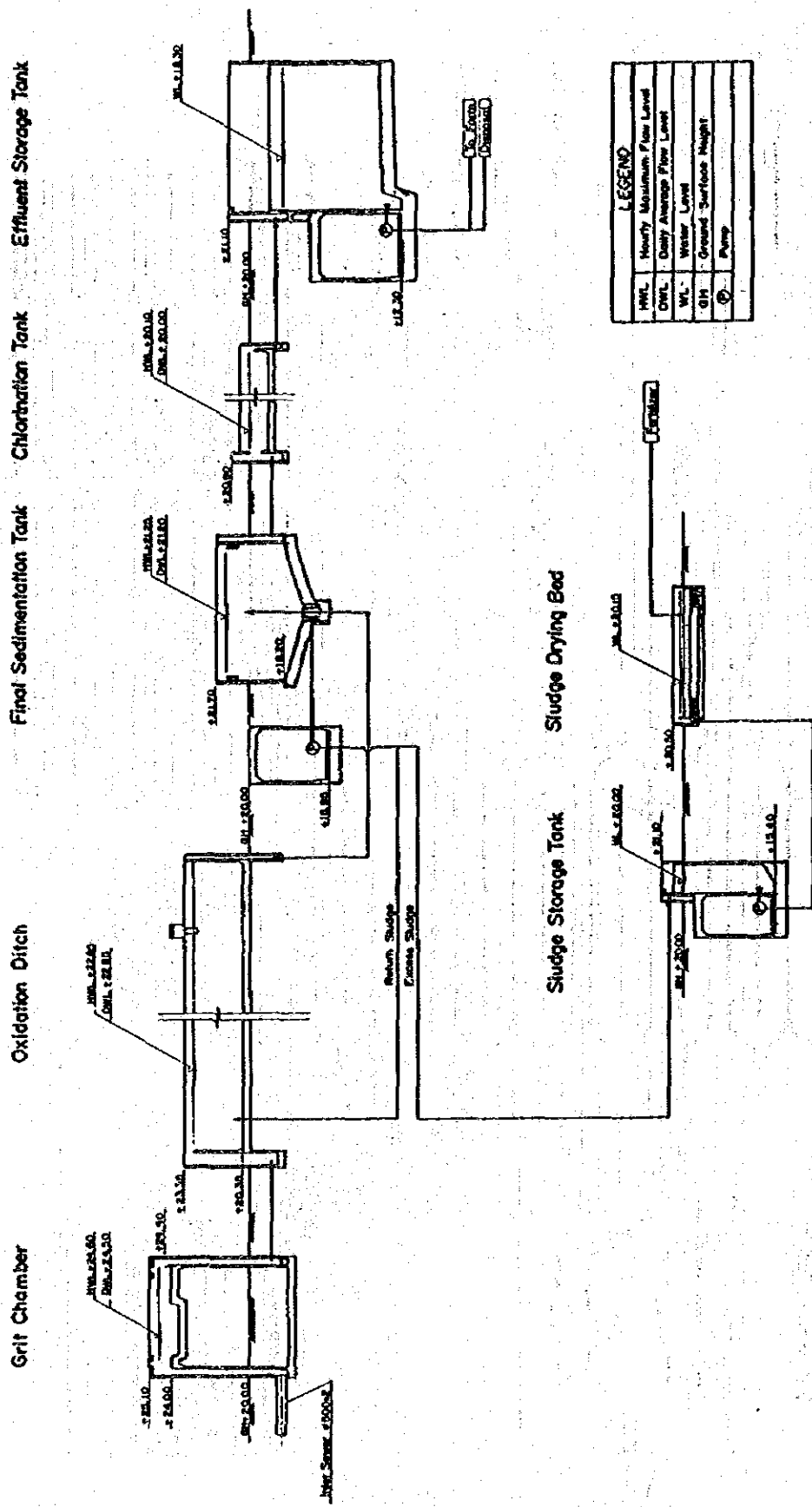


FIG. 5.8.2 FLOWSHEET OF SEWAGE TREATMENT PLANT



5.8.3 HYDRAULIC PROFILE OF SEWAGE TREATMENT PLANT

BOD 270^{mg}/ℓ

SS 250^{mg}/ℓ

⑤ 処理方式

水処理方式 オキシデションディッチ法

汚泥処理方式 天日乾燥処分

⑥ 処理効率及び処理水質

項目	流入水質	処理効率	処理水質
BOD	270 ^{mg} /ℓ	90%	27 ^{mg} /ℓ
SS	250 ^{mg} /ℓ	85%	37 ^{mg} /ℓ

c) 処理施設の規模

① 沈砂池

型式 重力式

水路巾 1.3 m

水路長 8.0 m

水深 0.6 m

池数 2 池

② 細目スクリーン

型式 手扱

水路巾 1.3 m

水深 0.6 m

バ－厚 9 mm

目巾 2.5 mm

基数 2 基

③ オキシデションディッチ

型式 無終端循環水路

水路巾 5.0 m

水路長 200 m

水深 2.5 m

池数 8 池

容 積 20,000 m³

④ 最終沈殿池

型 式 円形放射流式

内 径 21.0 m

水 深 3.0 m

セ キ 長 249 m

池 数 4 池

水 面 積 1,385 m²

容 積 4,155 m³

⑤ 塩素混和池

型 式 矩形迂回流式

水 路 長 185 m

水 深 1.0 m

池 数 1 池

容 積 278 m³

⑥ 処理水貯留タンク

型 式 正方形池

タンク 巾 22.5 m

タンク 長 22.5 m

水 深 5.0 m

タンク 数 2 池

容 積 5,063 m³

⑦ 汚泥貯留タンク

型 式 正方形池

タンク 巾 4.5 m

タンク 長 4.5 m

水 深 4.0 m

タンク 数 2 池

容 積 162 m³

⑧ 汚泥乾燥床

型 式	手 扱
床 巾	1 0.0 m
床 長	2 0.0 m
敷 厚	0.2 m
床 数	2 0床
面 積	4,0 0 0 m ²
容 積	8 0 0 m ³

5.9 処理水再利用施設

処理場から排出される処理水は、処理場に付属する塩素滅菌タンクから幹線パイプラインを通り3つの水管理ブロック及び試験農場に設置される各農場の水タンクに運ばれる。農場の水タンクに貯えられた処理水は、ポンプアップしたあと、支線パイプラインを通り各農地にある配水栓まで運ばれる。このパイプライン・システムは、ドリップかんがいシステムのパイプ末端のレベルが塩素滅菌タンクのそれよりも高いこと、パイプライン・システムは面積をあまりとらないこと、蒸発による水の損失を抑えることができるといった理由により、また維持管理が比較的簡単であるといった理由で採用した。(図5.9.1及び図5.9.2参照)

農場の水タンクに設置してあるブースター・ポンプの位置はパイプの末端のそれに比べ比較的低いので、処理水は圧送されることになる。パイプの末端では、1 cm²当り 1.5 kgの水圧を保つようにする。

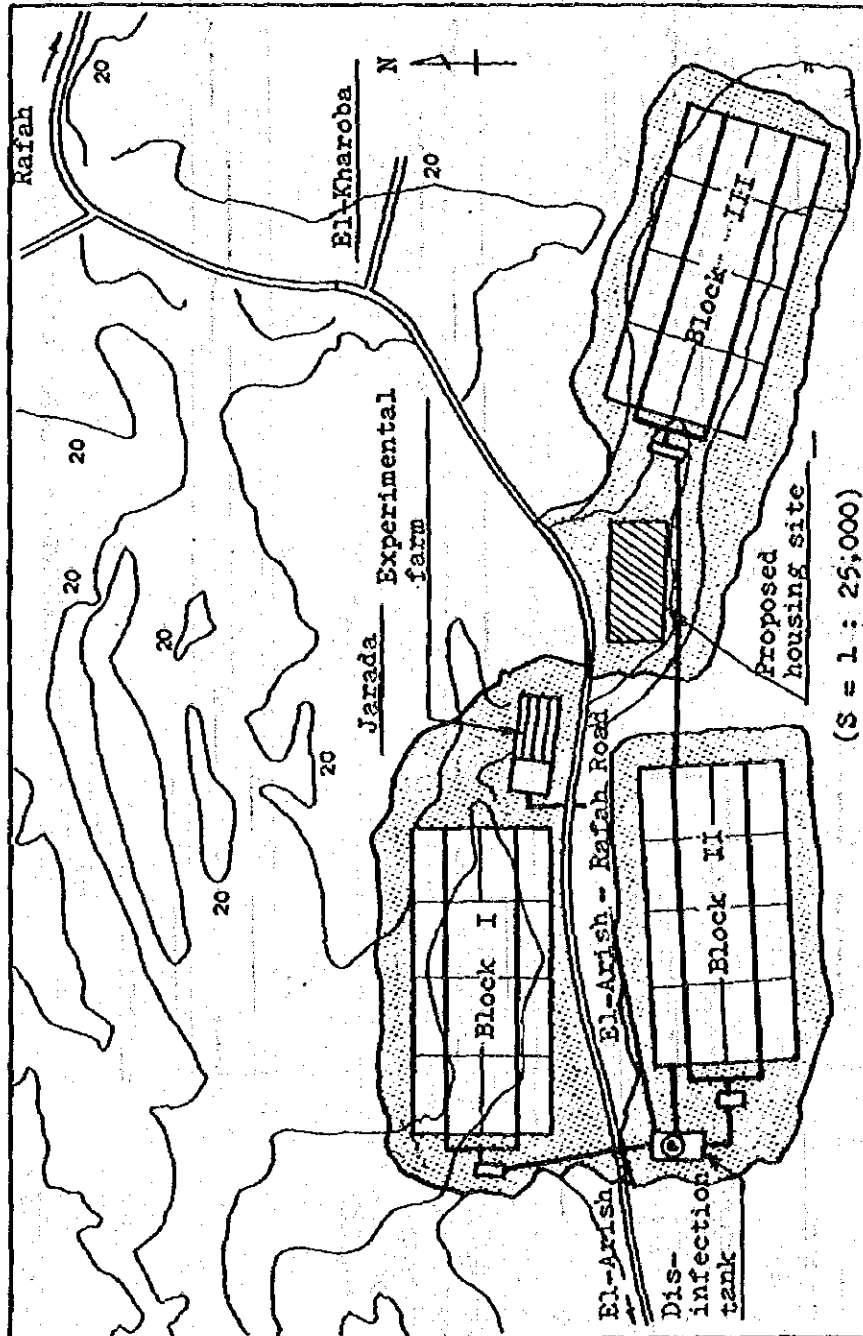
かんがい施設は、ジャラダ地区農地の6月における消費水量である日量 7.0 mmという最大用水量を考慮に入れ設計された。一般に、土壌の湿潤度は低く、透水性は大きい。検討の結果によれば、ジャラダ地区における野菜及び果実に対するTRAMは、30及び40となった。このTRAMの数値及び消費水量をもとに、野菜及び果実にかんする間断日数は、4～5日と試算された。なお、一回のかんすい量は、野菜では28 mm、果実では42 mmとなる。

圃場区画は図5.9.3に示すとおり、1区画は150×80 mとなっている。このように区画はかなり広くとられている。これは、パイプの各所に接続部を設け必要に応じて区画を縮小することができるようにしたためである。処理水利用によるパイプ詰まりを手軽に処理するという理由も含まれている。

将来下水道施設が完了し、約20,000 m³/日の処理水が発生する時点では、約611フェダソのかんがい用農地が必要である。これらかんがい施設と農場の整備に要する費用は概算で

124.4 万 L.E.となるが、現在のプロジェクト費用には含まれていない。

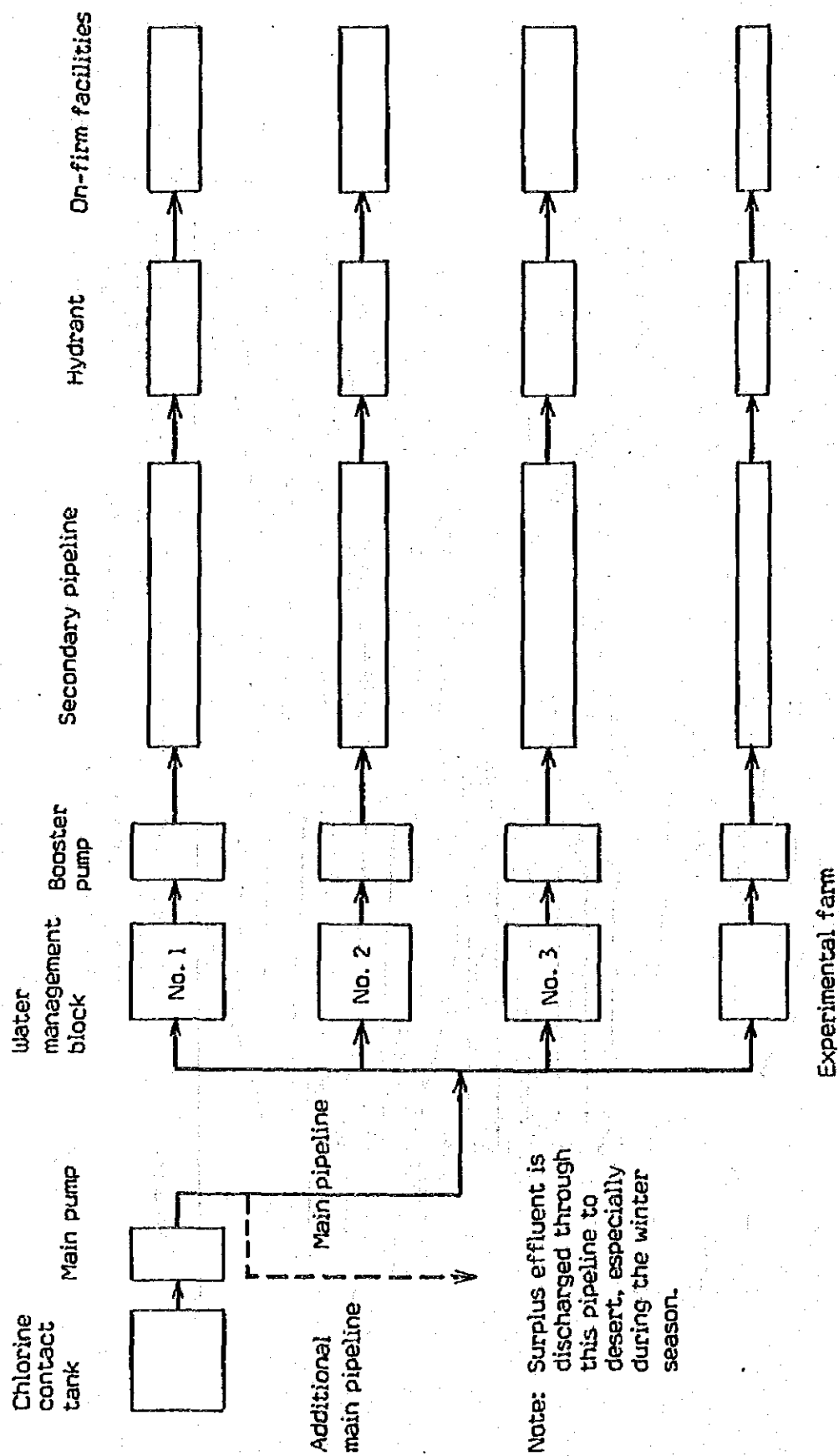
参考のために、これらかんがい施設の建設ならびに運営費用と、これに伴う便益について試算し、下水道施設を含め全体施設の経済分析を行なった。EIRRは、施設の運営期間を50年とし、農場建設完了後5年の実績に基づいて算定したところ9.36パーセントとなった。他方、農業かんがい利用に伴う便益も考慮した全施設に対するB/Cは0.59となり、それぞれ、下水施設と試験農場だけの場合と似た数値となった。



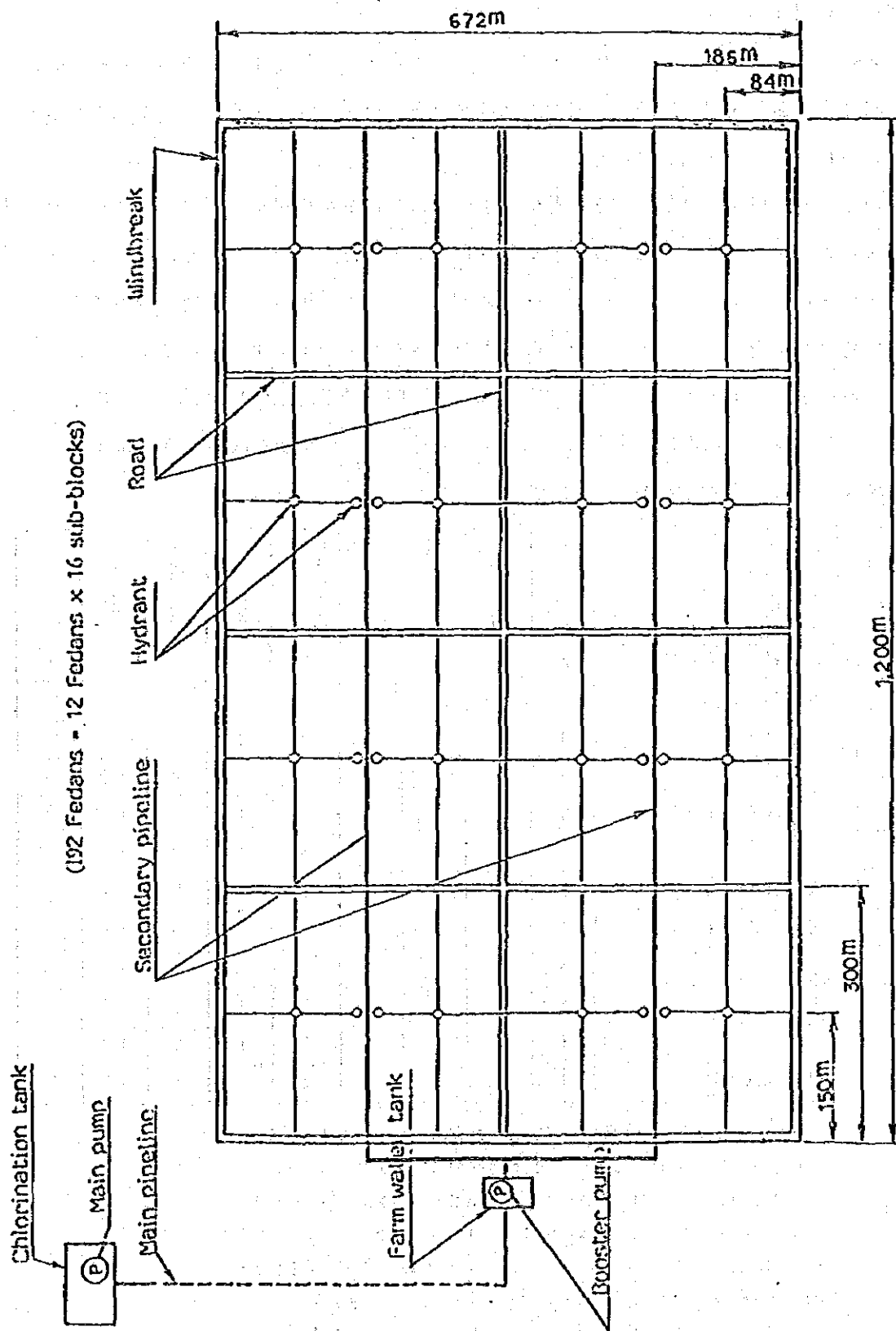
Remarks:

Proposed tree-planting area. In some parts of the area forage crops are cultivated for livestock rearing utilizing surplus of the treatment plant effluent, especially during the winter season.

Location of Water Management Blocks, Experimental Farm,
Housing Site and Others in the Proposed Jarada Area



5.9.2 Water Conveying System for Irrigation



5.9.3 Layout Plan of Water Management Block