

サウディ・アラビア王国

石油化学工場計画
建設計画調査報告書

1978年9月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1044577[3]

国際協力事業団	
受入 月日 84.7.24	31.2.1
登録No. 08088	6.8.152
	MPI



は し が き

日本政府は、サウジアラビア王国の要請に基づき、同国アルジュベールに建設される石油化学工場建設計画策定のために必要な技術調査を行なうこととし、その実施を国際協力事業団に委託しました。

同事業団は、サウジアラビア王国における同石油化学工場建設の社会的、経済的重要性を鑑み8名からなる現地調査団を編成し1978年2月15日から1978年2月28日までの間、現地に派遣いたしました。

調査団は、帰国後、現地調査にて入手した資料及び情報を基に検討を行ない、今般ここに本報告書を完成し提出の運びとなりました。

本報告書が、アルジュベール石油化学工場建設計画の実現のための一助となれば、幸いこれにすぎるものではありません。

終りに際し、今回の調査に当たられた団員各位に謝意を表すとともに、調査団派遣に御協力頂いた日・サ関係機関の各位に対し深く感謝の意を表するものであります。

1978年9月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作 殿

このたび、サウディアラビア王国石油化学工場計画建設計画調査の報告書が完成いたしましたので、ここに謹んで提出いたします。

本調査は、国際協力事業団の技術協力の一環として実施され、現地調査は1978年2月15日から2月28日までの間、国際協力事業団、通商産業省、三菱油化エンジニアリング(株)とその嘱託を受けた専門家計8名により行なわれました。

調査団はサウディアラビア王国アルジュベールに建設される石油化学工場の総合計画、ならびに建設費、操業経費等を策定するために必要な各設備の設計基準、設備範囲、産業基盤整備計画等につき、サウディアラビア王国関係諸機関と打合せを実施し、又建設予定地の視察・調査を実施致しました。さらにアラビア石油(株)カフジ鉱業所、リヤド製油所建設現場等を訪問し、現地事情聴取も併せ行ない、必要とされる情報・資料を入手致しました。

帰国後、現地調査にて入手した情報・資料を基に最適な建設方法建設体制を検討し、用役設備等必要とされる一切の工場設備並びに製品の輸送、受入基地まで含めた概念設計を実施し1984年中完成の設備建設費、1985年営業運転開始時の工場操業費を調査し、報告書としてとりまとめました。

最後に、こと調査の実施にあたりまして多大の御協力を賜りましたサウディアラビア王国政府の基礎産業公社、王立委員会の関係者ならびに在サウディアラビア王国日本国大使館の関係各位に対し、心から謝意を表すものであります。

1978年9月

三菱油化エンジニアリング株式会社

片 田 正 治

目 次

I 要 約	1
1. ま と め	1
1-1 調査の基本方針	1
1-2 現地調査	1
1-3 工場内設備の検討結果	1
1-4 建設費	3
1-5 操業費（事務経費は除く）	3
1-6 製品の輸送費	4
1-7 製品の受入基地設備費及び操業費	5
2. 各項要約	6
2-1 序 論	6
2-2 現地技術調査報告	12
2-3 工場全体計画	17
2-4 プロセスプラント	19
2-5 用役設備	22
2-6 廃棄物処理設備	23
2-7 貯蔵及び出荷設備	24
2-8 共通付帯設備	25
2-9 保守計画	26
2-10 要員計画	27
2-11 建設費	31
2-12 操業費	39
2-13 製品の輸送計画	40
2-14 製品の受入基地計画	41
2-15 参考ケースの検討	42
II 序 論	45
1. 調査の目的	45
2. 調査の経緯	45
3. 調査の方針	45
4. 調査の前提	46
5. 調査チームの編成	47
6. 調査の日程	48

III 現地調査報告	49
1. 調査目的	49
2. 調査方針	49
3. 調査団の編成	49
4. 調査日程	50
5. 調査結果	53
5-1 現地状況	53
5-2 サ国の立地条件の特徴	74
6. 石油化学工場建設計画、設備計画の前提	87
6-1 検討範囲	87
6-2 設備の概念設計の基準	88
IV 全体計画	93
1. 設備概要	93
1-1 工場内設備一覧	93
1-2 工場内設備の特徴	94
2. 原料、製品、副生品、用役バランス	96
2-1 原料、製品、副生品バランス	96
2-2 用役バランス	97
3. 工場レイアウト	102
V プロセスプラント	106
1. 総論	106
2. エチレンプラント	106
2-1 プロセス概要	106
2-2 設計基準	112
2-3 物質収支	115
2-4 用役、助剤、触媒使用量	116
2-5 機器リスト	118
2-6 プロットプラン	129
3. 低密度ポリエチレンプラント	133
3-1 プロセス概要	133
3-2 設計基準	136
3-3 物質収支	137
3-4 用役、助剤使用量	138

3-5	機器リスト	139
3-6	プロットプラン	140
4.	エチレングリコールプラント	145
4-1	プロセス概要	145
4-2	設計基準	148
4-3	物質収支	151
4-4	用役、助剤、触媒使用書	151
4-5	機器リスト	152
4-6	プロットプラン	159
5.	空気分離プラン	163
5-1	プロセス概要	163
5-2	設計基準	164
5-3	物質収支	165
5-4	用役助剤使用	165
5-5	機器リスト	166
5-6	プロットプラン	167
VI	用役設備	171
1.	総論	171
2.	海水設備	172
2-1	システムの概要	172
2-2	設計基準	172
2-3	用役使用量	172
2-4	機器リスト	172
2-5	プロットプラン	173
3.	脱塩水設備	174
3-1	システムの概要	174
3-2	設計基準	174
3-3	用役使用量	174
3-4	機器リスト	174
3-5	プロットプラン	174
4.	循環冷却水設備	175
4-1	システムの概要	175
4-2	設計基準	175
4-3	用役使用量	175

4-4	機器リスト	175
4-5	プロットプラン	176
5.	純水設備及び蒸気発生設備	182
5-1	蒸気発生設備(ボイラープラント)の基本的考え方	182
5-2	システムの概要	183
5-3	設計基準	184
5-4	用役使用量	186
5-5	機器リスト	187
5-6	プロットプラン	188
6.	燃料供給設備	194
6-1	システムの概要	194
6-2	設計基準	194
6-3	機器リスト	195
6-4	プロットプラン	195
7.	計装空気設備及び雑用空気設備	196
7-1	システムの概要	196
7-2	設計基準	196
7-3	用役使用量	196
7-4	機器リスト	197
7-5	プロットプラン	197
8.	受配電設備	198
8-1	システムの概要	198
8-2	設計基準	199
8-3	主要設備	199
8-4	プロットプラン	199
VII	廃棄物処理設備	206
1.	総論	206
2.	フレア設備	207
2-1	システムの概要	207
2-2	設計基準	207
2-3	機器リスト	208
2-4	プロットプラン	209
3.	廃水処理設備	212
3-1	廃水の種類	212

3-2	設計基準	213
3-3	処理システム	213
3-4	処理方式の選択	214
3-5	用役使用量	215
3-6	設備の概要	215
3-7	プロットプラン	219
4.	廃棄物焼却設備	223
4-1	廃棄物の種類	223
4-2	処理システム	224
4-3	設計基準	224
4-4	用役使用量	226
4-5	機器リスト	226
4-6	プロットプラン	226
VII	貯蔵、出荷設備	230
1.	総論	230
2.	原料、用役中間タンク	230
3.	製品貯蔵、出荷設備	231
3-1	ポリエチレン	231
3-2	エチレングリコール	231
VIII	共通付帯設備及び仮設設備	234
1.	連絡配管	234
1-1	連絡配管の経路	234
1-2	パイプラックの構想	234
1-3	配管リスト	235
2.	防火設備	240
2-1	概要	240
2-2	消防車設備	240
2-3	水泡消火栓設備	240
3.	試験設備	243
3-1	概要	243
3-2	化成品検定設備	243
3-3	樹脂検定設備	243
3-4	プロットプラン	245

4.	通信放送設備	248
4-1	総論	248
4-2	電話設備	248
4-3	構内放送設備	249
5.	道路照明設備	252
5-1	概要	252
5-2	設計基準	252
5-3	主要設備	252
5-4	プロットプラン	252
6.	教育設備	254
6-1	概要	254
6-2	設備	254
6-3	プロットプラン	254
7.	仮設設備	257
7-1	総論	257
7-2	仮設建築設備	257
7-3	仮設用水設備	257
7-4	仮設電源設備	259
7-5	仮設電話設備	260
8.	管理センター	265
8-1	概要	265
8-2	管理棟	265
8-3	警備及び電話交換棟	265
8-4	車庫及び消防員詰所	265
8-5	更衣室	265
8-6	体育館	266
8-7	プール	266
8-8	テニスコート	266
8-9	駐車場	266
8-10	建屋設備及びプロットプラン	266
X	保守計画	276
1.	メンテナンスの対象機器及び工事量	276
1-1	メンテナンス対象機器	276
1-2	推定工事量	279

2.	メンテナンスの基本方針	282
2-1	設備計画及び建設工事に於けるメンテナンスへの配慮	282
2-2	予防保全の実施	282
2-3	定期修理の考え方	283
2-4	材料予備品の保有	283
2-5	アルジュベール地区サポートインダストリー （メンテナンス企業）の状況及びその利用方針	284
3.	自社メンテナンス設備	288
3-1	自社メンテナンス設備保有の考え方	288
3-2	自社メンテナンス設備	288
4.	メンテナンス体制と外注工事量	334
5.	メンテナンス経費	337
5-1	外注費	337
5-2	消耗部品費	337
5-3	施設管理費	337
5-4	保守経費合計	337
XI	要員計画	343
1.	操業後の組織要員	343
1-1	会社の組織	343
1-2	要員計画	345
2.	従業員の調達、採用	379
2-1	従業員の調達について	379
2-2	従業員の採用方法	385
3.	操業前段階の業務と体制	391
4.	従業員の教育訓練	393
4-1	教育訓練について	393
4-2	操業要員のトレーニング計画	400
4-3	操業後のサウジ人のトレーニング計画	403
4-4	サウジ人への置き換え（REPLACEMENT）	406
5.	給与・勤務制度	407
5-1	勤務制度	407
5-2	職級制度	409
5-3	給与制度	411
5-4	賃金の上昇率（エスカレーション）	414

6.	福利厚生	417
6-1	福利厚生施策	417
6-2	コミュニテイ	420
XII	建設費	424
1.	建設工程	424
1-1	建設工程の基本的考え方	424
1-2	工程詳細	424
2.	建設体制	428
2-1	通常の石油化学工場建設方式	428
2-2	サウジアラビアでの工場建設方式に対する考え方	428
2-3	本工場の建設取進め体制	429
3.	建設費	432
3-1	総論	432
3-2	建設費算出の前提	432
3-3	建設費算出	432
3-4	管理費	435
3-5	総建設費算出結果	435
3-6	モジュール工法	443
XIII	操業費(事務経費を除く)	451
1.	原料費、用役費	451
2.	助剤触媒費	451
3.	樹脂包装資材費	452
4.	保守経費	452
5.	労務費	452
6.	総操業費	452
XIV	製品の輸送計画	454
1.	総論	454
2.	ポリエチレン・レジンの輸送	455
2-1	仕向地と輸送量	455
2-2	輸送方法	455
2-3	輸送経費	462
3.	BULK CONTAINER	464

4.	エチレングリコールの輸送	468
4-1	仕向地と輸送量	468
4-2	輸送方法	468
4-3	輸送経費	469
XV	製品の受入基地計画	470
1.	総論	470
2.	ポリエチレン受入基地	471
2-1	受入基地の概要	471
2-2	受入設備の概要	472
2-3	所要人員(受入基地1ヶ所当り)	475
2-4	操業経費(受入基地1ヶ所当り)	475
3.	エチレングリコールの受入基地	478
3-1	受入基地の概要	478
3-2	設備の概要と建設費	479
3-3	所要人員	481
3-4	操業経費(年間)	481
XVI	参考ケース(ALTERNATIVE CASE)の検討	484
1.	総論	484
2.	検討結果	485
2-1	原料、製品、用役バランス	485
2-2	工場設備	485
2-3	要員	485
2-4	建設費	486
2-5	操業費	486
2-6	製品輸送経費	486
2-7	製品受入基地	486
3.	高密度ポリエチレンプラント	492
3-1	プロセス概要	492
3-2	設計基準	493
3-3	物質収支	495
3-4	用役化学品使用量	495
3-5	機器リスト	496
3-6	プロットプラン	497

目 次

表 I - 0 1	サウジアラビア石化計画総合工程表	3 3
表 I - 0 2	建設費積算表	3 8
表 I - 0 3	操業費表	3 9
表 II - 0 1	原料及び用役の受取条件 (at fence)	8 9-9 0
表 II - 0 2	廃棄物排出基準及び環境基準	9 1
表 II - 0 3	気象条件	9 2
表 X - 0 1	工 事 量	2 8 2
表 XI - 0 1	採用スケジュール	3 8 7
表 XI - 0 2	トレーニング体系 (案)	4 0 0
表 XII - 0 1	サウジアラビア石化計画総合工程表	4 2 8
表 XII - 0 2	PROJECT ENGINEERING & COORDINATION CO. MANNING	4 3 2
表 XII - 0 3	Summary of Arabia/u.s. Project Costs	4-3 8
表 XII - 0 4	建設費積算値	4 4 0
表 XII - 0 5	オフサイト設備建設費内訳(1)	4 4 1
表 XII - 0 6	オフサイト設備建設費内訳(2)	4 4 2
表 XII - 0 7	オフサイト設備建設費内訳(3)	4 4 3
表 XIII - 0 1	操業費一覧表	4 5 4
表 XIV - 0 1	Polyethylene Resin 輸送経費	4 6 4
表 XIV - 0 2	BULK & GENERAL PURPOSE CONTAINERS	4 6 6
表 XVI - 0 1	建設費積算値 (参考ケース)	4 9 1
表 XVI - 0 2	操業費 (事務経費を除く)	4 9 2

図 I - 0 1	本調査の位置付けと調査業務項目	7
図 I - 0 2	本調査の取進め方	11
図 I - 0 3	アルジュベイルの場所	13
図 I - 0 4	JUBAYL INDUSTRIAL COMPLEX	15
図 I - 0 5	サウジ石油化学合弁会社組織人員配置図	29
図 I - 0 6	サウジ石化計画総合工程表	33
図 I - 0 6	SAUDI I/H STUDY PROJECT ORGANIZATION	35
図 I - 0 7	建設費積算方法	37
図 II - 0 1	現地調査団の調査訪問ルート	52
図 II - 0 2	JUBAYL INDUSTRIAL COMPLEX	56
図 II - 0 3	アルジュベイル地区の気温と湿度(1976年)	59
図 II - 0 4	" 気温と湿度変化(夏場の1日)	60
図 II - 0 5	" " (冬場の1日)	61
図 II - 0 6	風向ヒストグラム	62
図 II - 0 7	地形等高線図	63
図 II - 0 8	ボーリングデータ(ボーリング調査箇所)	64
図 II - 0 9	LOG OF BORINGS	65
図 II - 1 0	"	66
図 II - 1 1	"	67
図 II - 1 2	"	68
図 II - 1 3	"	69
図 II - 1 4	"	70
図 II - 1 5	"	71
図 II - 1 6	"	72
図 II - 1 7	"	73
図 IV - 0 1	RAW MATERIAL & PRODUCT BALANCE	103
図 IV - 0 2	AL-JURAIL INDUSTRIAL COMPLEX	104
図 IV - 0 3	石油化学工場プロットプラン	105
図 V - 0 1	ETHYLENE PLANT FLOW SHEET (1/2)	130
図 V - 0 2	ETHYLENE PLANT FLOW SHEET (2/2)	131
図 V - 0 3	ETHYLENE PLANT PLOT PLANT	132
図 V - 0 4	LD/PE PLANT FLOW SHEET	141

図 V - 0 5	LD/PE PLANT FLOW SHEET (2/3)	142
図 V - 0 6	LD/PE PLANT FLOW SHEET (3/3)	143
図 V - 0 7	LD/PE PLANT PLOT PLAN	144
図 V - 0 8	ETHYLENE GLYCOL PLANT FLOW SHEET (1/2)	160
図 V - 0 9	ETHYLENE GLYCOL PLANT FLOW SHEET (2/2)	161
図 V - 1 0	ETHYLENE GLYCOL PLANT PLOT PLAN	162
図 V - 1 1	AIR SEPARATION PLANT FLOW SHEET	168
図 V - 1 2	NITROGEN FLOW SHEET	169
図 V - 1 3	AIR SEPARATION PLANT PLOT PLAN	170
図 VI - 0 1	用役センタープロットプラン	177
図 VI - 0 2	SEA WATER FLOW SHEET	178
図 VI - 0 3	DESALINATED WATER FLOW SHEET	179
図 VI - 0 4	RECYCLE COOLING WATER FLOW SHEET (ETHYLENE PLANT)	180
図 VI - 0 5	RECYCLE COOLING WATER FLOW (LD/PE PLANT)	181
図 VI - 0 6	STEAM FLOW SHEET	189
図 VI - 0 7	WATER DEMINERALIZATION PLANT FLOW SHEET	190
図 VI - 0 8	STEAM GENERAL FLOW SHEET	191
図 VI - 0 9	BOILER UNIT FLOW SHEET	192
図 VI - 1 0	BOILER PLANT PLOT PLAN	193
図 VI - 1 1	FUEL FLOW SHEET	200
図 VI - 1 2	FUEL SYSTEM PLOT PLAN	201
図 VI - 1 3	INSTRUMENT AIR & SERVICE AIR FLOW SHEET	202
図 VI - 1 4	ELECTRIC POWER FLOW SHEET	203
図 VI - 1 5	受配電システム 全体スケルトン	204
図 VI - 1 6	受配電設備プロットプラン	205
図 VII - 0 1	FLARE SYSTEM FLOW SHEET	210
図 VII - 0 2	FLARE SYSTEM PLOT PLAN	211
図 VII - 0 3	プラント廃水処理概念図	220
図 VII 0 4	浮上分離槽設備フローシート	221
図 VII - 0 5	噴霧燃焼設備フローシート	222
図 VII - 0 6	廃棄物処理概念図	227

図Ⅶ-07	焼却設備フロー概念図	228
図Ⅶ-08	焼却設備プロットプラン	229
図Ⅷ-01	連絡配管帯	239
図Ⅷ-02	道路横断ラック仕様	240
図Ⅷ-03	水泡消火設備フローシート	243
図Ⅷ-04	試験検定設備、教育設備プロットプラン	247
図Ⅷ-05	試験建家 平面図	248
図Ⅷ-06	構内電話、直通電話配線系統図	252
図Ⅷ-07	道路照明プロットプラン	254
図Ⅷ-08	訓練プラントフローシート	256
図Ⅷ-09	教育設備、平面・立面・断面図	257
図Ⅷ-10	飲料水フローシート	263
図Ⅷ-11	工事用水フローシート	264
図Ⅷ-12	仮設電源系統図	265
図Ⅷ-13	管理センタープロットプラン	268
図Ⅷ-14	管理棟1階平面図	269
図Ⅷ-15	管理棟2階平面図	270
図Ⅷ-16	管理棟立面図・断面図	271
図Ⅷ-17	守衛所交換機室、平面・立面・断面図	272
図Ⅷ-18	消防車車庫、乗用車車庫、平面・立面・断面図	273
図Ⅷ-19	食堂1階平面図	274
図Ⅷ-20	食堂2階平面図	275
図Ⅷ-21	体育館平面図	276
図Ⅸ-01	メンテナンス地区配置図	328
図Ⅸ-02	事務棟(メンテナンスヤード)	329
図Ⅸ-03	機械建家(メンテナンスヤード)	330
図Ⅸ-04	計電建家(1) 計電作業所 計電子備品倉庫	331
図Ⅸ-05	資材予備品倉庫	332
図Ⅸ-06	計電建家(2)計電材料置場	333
図Ⅸ-07	危険物倉庫	334
図Ⅹ-01	J/C操業段階の組織機構図	345

図Ⅺ-02	サウジアラビア石油化学会社の組織、人員配置図	364-379
図Ⅻ-01	PROJECT ORGANIZATION	431
図Ⅻ-02	CONSTRUCTION COST INDEXES	437
図Ⅻ-03	LOCATION FACTORS AND EXCHANGE RATES JAPAN, UNITED STATES	439
図ⅫV-01	コンテナ荷物の受払形態	458
図ⅫV-02	コンテナ船の運航経路	460
図ⅫV-03	BULK & GENERAL PURPOSE CONTAINERS	467
図ⅫV-04	DRY CARGO CONTAINERS	468
図ⅫV-01	LD/PE DELIVERY UNIT FLOW SHEET(JAPAN)	477
図ⅫV-02	LD/PE DELIVERY UNIT PLOT PLAN(JAPAN)	478
図ⅫV-03	EG DELIVERY UNIT FLOW SHEET(JAPAN)	483
図ⅫV-04	EG DELIVERY UNIT PLOT PLAN(JAPAN)	484
図ⅫVI-01	原料系マテリアルフロー(参考ケース)	488
図ⅫVI-02	用役使用量(参考ケース)	489
図ⅫVI-03	サウジ石化J/V組織人員配置図	490
図ⅫVI-04	HD/PE PLANT FLOW SHEET(1/3)	499
図ⅫVI-05	HD/PE PLANT FLOW SHEET(2/3)	500
図ⅫVI-06	HD/PE PLANT PLOT PLAN(3/3)	501

略 号 表

分 類	略号名称	品 名	備 考
原料,製品,副製品	1 E	Ethylene	エチレン C_2H_4
	2 LPG-B	受入 LPG	
	3 LPG-E	E Product LPG	C_3 LPG
	4 FO-E	E Product C_4^+	C_4 留分
	5 FO-H	EOG Product H.E	ヘビーエンド(重質油)
	6 C-PP	E Product C-PP	ケミカル グレード・プロピレン
	7 H_2	E Product H_2	水素
	8 MTA	E Product CH_4	メタン
	9 ETA-B	受入 C_2H_6 Rich Gas	エタン・リッチガス
	10 ETA-E	E Product C_2H_6	エタン
	11 FG	Fuel Gas	燃料ガス
	12 FO	Fuel Oil. (FO-E)+(FO-H)	燃料油
	13 OG-LD	LD/PE Off Gas	LD/PE リサイクル・ガス
	14 OG-EG	EG Off Gas	EG・オフガス
	15 PE-LD	LD/PE	低密度ポリエチレン
	16 WP-LD	LD/PE Waste Polymer	廃棄ポリエチレン
	17 MEG	MEG	モノ・エチレングリコール
	18 DEG	DEG	ジ・エチレングリコール
	19 LD/PE	Low Density Polyethylene	
	20 HD/PE	High " "	

f

分 類	略号名称	品 名	備 考
用役・その他	1. W-B	Boiler Feed Water	純水(低圧)
	2. W-BF	Boiler Feed Water	純水(高圧)
	3. W-S	Sea Water	海水
	4. W-SR	Return Sea Water	海水(戻り)
	5. W-F	Fire Water	消火用水
	6. W-RCM	Recycle Cooling Water Make Up	循環冷却用補給水
	7. W-I	Industrial Water	工業用水(脱塩水)
	8. W-D	Desalinated Water	脱塩水
	9. W-W	Well Water	井 水
	10. W-K	Drink Water	飲料水
	11. W-T1	Waste Water No 1	排 水
	12. W-T2	Waste Water No 2	要処理廃水
	13. W-C	Steam Condensate	凝縮水
	14. W-U	Utility Water	仮設用水
	15. ST-H	44 kg/cm ² G Steam	高圧蒸気
	16. ST-M	14 kg/cm ² G Steam	中圧蒸気
	17. ST-L	2.5 kg/cm ² G Steam	低圧蒸気
	18. ST-LL	1.5 kg/cm ² G Steam	極低圧蒸気
	19. 1A	Instrument Air	計装空気
	20. PA	Plant Air	雑用空気
	21. N ₂	N ₂	窒 素
	22. O ₂	O ₂	酸 素
	23. FLG-E	Flare Gas E	エチレン プラント フレア・アウトガス
助 剤	1. MTL	Methanol	メタノール CH ₃ OH
	2. H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄	硫 酸
	3. NaOH	NaOH	苛性ソーダ

単位・略号表

mm	ミリメートル	S	秒
cm	センチメートル	分	同左
m	メートル	h	時間
Km	キロメートル	日	同左
ft	フィート	月	"
		年	"
cm ²	平方センチメートル	min	minimum
m ²	" メートル	max	maximum
Km ²	" キロメートル	vol	volume
a	アール	ppm	Parts Per Milion
ha	ヘクタール	ppb	" " Billion
		N	Normal
cm ³	立方センチメートル		
m ³	" メートル	Hz	Hertz
Km ³	" キロメートル	lx	ルクス
		A	アンペア
ℓ	リットル	V	ボルト
Kℓ	キロリットル	wt	weight
mg	ミリグラム	ct	セント cent
g	グラム	Btu	British thermal unit
Kg	キログラム	SCF	Stand and Cubic Feet
t	トン	dB	デシベル
Mt	メガトン	psi	pound per square inch
lb	ポンド	atm	atomospheric pressure

I 要 約



サウディアラビア王国
石油化学工場計画
建設計画 調査報告書

I 要 約

1. まとめ

1-1 調査の基本方針

- (1) サウジアラビア王国東部アルジュベールに1984年中完成の予定で建設される石油化学工場の設備費、操業経費、及び製品輸送並びに製品受入基地の費用等を予備的に調査し、当石油化学工場の事業計画案策定の一助とすることを目的とする。
- (2) 製品計画としては、産出するエタンガスを原料として低密度ポリエチレン(年間20万t)及びエチレングリコール(年間15万t)を生産するものとする。
- (3) 製出される製品は、ポリエチレン、エチルグリコールともに日本と東南アジア市場で販売するものとし、これに見合った経済的な輸送方法を計画するものとする。

1-2 現地調査

調査員8名から成る技術調査団が、53年2月15日より2週間現地を訪問し、サ国基礎産業公社及び王立委員会との打合せ及び工場の立地予定場所の視察を行った。

そして、ジュベール工業団地の全体開発計画並びに当工場の立地予定場所につき状況聴取すると共に、工場設備の概念設計の基礎資料を入手した。

以上の現地調査結果を基に工場内設備仕様及び建設費、製品輸送費等を検討したので以下にその要旨を述べる。

1-3 工場内設備の検討結果

1-3-1 プロセスプラント

低密度ポリエチレンプラント	年産200,000t	高圧チューブラー法
モノエチレングリコールプラント	年産150,000t	酸素酸化法
エチレンプラント	年産316,500t	管式分解法
空気分離プラント		
酸素	時間当り	6,600Nm ³ × 2系列

1-3-2 用役設備

海水設備	80,000t/h	海水ポンプ6台
脱塩水設備	530t/h	送水ポンプ2台

循環冷却水設備	15,810 t/h	密閉海水冷却システム
純水設備	530 t/h	
蒸気発生設備		
高圧蒸気	240 t/h (120 t/h × 2 系列)	
中圧蒸気	140 t/h (140 t/h × 1 系列)	
圧空設備		
計装空気	6,500 Nm ³ /h	圧縮機 3 台
雑用空気	3,500 Nm ³ /h	
受電設備	100,000 kVA	2 系列

1-3-3 廃棄物処理設備

廃棄物処理設備		
フレイヤー	500 t/h	高さ 120 m
廃水処理	2,300 t/h	一次処理設備一式
焼却処理	2,840 t/年	
貯蔵出荷設備	原料用役中間タンク、製品貯蔵出荷設備	
保守設備	機械整備棟、計電整備棟、予備品倉庫	
共通配管設備	パイプ 2,900 t、ラック 600 t	
消防設備	消防車、水泡消火栓	
試験検定設備	各種試験機、器具	
通信放送設備	電話、放送	
道路照明設備		
教育設備	訓練プラント、視聴覚教育	
管理センター設備	管理棟、食堂、警備詰所、厚生施設	

1-3-4 原料、用役使用量

上記各プロセスプラントを中心にした各設備を含めた工場全体の原料、用役使用量は次の通りである。

原料エタンガス	390.7 × 10 ³ t/年 (50.09 t/h)
用 役	
電 力	506.0 × 10 ⁶ kWh/年 (64.9 × 10 ³ kWh/h)
海 水	465.3 × 10 ⁶ t/年 (59.7 × 10 ³ t/h)
脱塩水	3.7 × 10 ⁶ t/年 (480 t/h)
燃料ガス	161.5 × 10 ¹⁰ kcal/年 (20.7 × 10 ⁷ kcal/h)

1-3-5 工場レイアウト

当石油化学工場の立地予定面積は910m×2200m(約200ha、60万坪)の広さであるが、上記各設備を経済性、安全性、管理の容易さ等を考慮してレイアウトを検討した結果、上記諸設備を約80ha、24万坪(910m×870m)に配置した。

1-4 建設費

工場内諸設備の建設費を推定するに際しては以下の建設工程、建設体制を前提とし、1984年中サウジアラビア王国アルジュベール現地建設完成ベースとして推定した。

1-4-1 建設工程

工期の長いプロセスプラント(エチレン及びエチレングリコールプラント36ヶ月、低密度ポリエチレンプラント39ヶ月)を中心に工程を作成すると、基本設計開始から試運転完了迄60ヶ月(丸5年)を必要とする。

1980年初	工場全体の設計会社決定、基本設計開始
1980年中	建設工事発注業務開始
1982年初	現地土木工事着工
1984年2月	用役プラント試運転開始
1984年7月	エチレンプラント建設完了、試運転開始
1984年7月～12月	各誘導品プラント試運転

1-4-2 建設体制

工場設計及び建設を管理するエンジニアリングコンサルタント会社を起用し、機械装置のモジュール工事及び現地工事は極力1～2社に絞って施工させるのが効果的である。

1-4-3 建設費

オンサイト設備費	1,257 億円
オフサイト設備費	642 #
建設管理費	227 #
合計 現地設備建設費	2,126 億円

1-5 操業費(事務経費は除く)

前述の原料、用役の使用量及び以下に記述する保全整備費及び労務費を含め、工場の操業費は年間245億円となる。

1-5-1 保全整備費

工場内設備全体（機械関係1,800台、計器類4,800台、電機関係1,000台）の定期点検修理及び日常保守に必要な保全費用は次の通りである。

外注費（主に人件費）	3,956	百万円/年
消耗部品費	967	"
施設管理費及び雑費	454	"
合計	5,367	百万円/年

1-5-2 労務費

産業基盤が充分発達しておらず、労働力の量、質とも高いレベルに達していない当地では、相当長期にわたり、日本人主体の要員構成とせざるを得ぬこと。並びに保全部門、事務部門の要員も多くなること等を考慮し、1985年ベースで積上げた全工場要員は以下の通りである。

組織	6部、18課
要員数	730名
内 日本人	327名(45%)
サウジ人他外国人	403名(55%)

給与レベルとしては現地企業と同等のレベルを考慮し、更に住居費、休暇旅費等合せると労務費は次の通りとなる。

（1985年ベース）

給与	8,759	百万円/年
住居費	983	"
休暇旅費	860	"
合計	10,601	百万円/年

1-5-3 操業費

1985年、フル稼働ベースでの工場操業費は次の通りである。

原料、用役、助触媒費	7,586	百万円/年
包装資材費	920	"
保全整備費	5,367	"
労務費	10,601	"
合計	24,475	百万円/年

1-6 製品の輸送費

製品ポリエチレンはその半量がバルクコンテナで日本へ、残り半量が25kg袋に詰ら

れ、コンテナに収納され東南アジアへ、各々定期航海のコンテナ船で輸送される。又エチレングリコールは約21,000t級の専用ケミカルタンカーで年間8回の頻度で日本へ輸送される。輸送費は、1985年のフル稼働ベースで次の通りである。

ポリエチレン	日本向	2,895百万円/年
	東南アジア向	2,462 #
エチレングリコール	(日本向)	1,771 #
合 計		7,128百万円/年

1-7 製品の受入基地設備費及び操業費

1-7-1 ポリエチレン受入基地

サウジアラビアよりバルクコンテナにて輸送されて来たポリエチレンは名古屋及び横浜の受入基地でサイロに移送された後、25kg袋詰又は1t詰のフレキシブルコンテナに包装され出荷される。これら基地の設備費(1984年中完成)と操業費(1985年フル稼働ベース)は次の通りである。

受入基地設備費(2箇所合せて)	3,638百万円
全 操業費(2箇所合せて)	848百万円/年

1-7-2 エチレングリコール受入基地設備費及び操業費

大型専用ケミカルタンカーで輸送されて来た製品は全量受入基地タンクに荷上げされ、その後国内又は東南アジアへ小型タンカーで出荷される。

この受入再出荷の設備の設備費(1984年中完成)と操業費(1985年フル稼働ベース)は次の通りである。

受入基地設備費	3,690百万円
全 操業費	175百万円/年

2 各項要約

2-1 序 論

2-1-1 調査目的

サウジアラビア王国東部アルジュベールに建設される石油化学工場の設備費、操業経費及び製品輸送、並びに製品受入基地の費用等を予備的に調査、当石油化学工場の事業計画案策定の一助とすることを目的とするものである。

2-1-2 経 緯

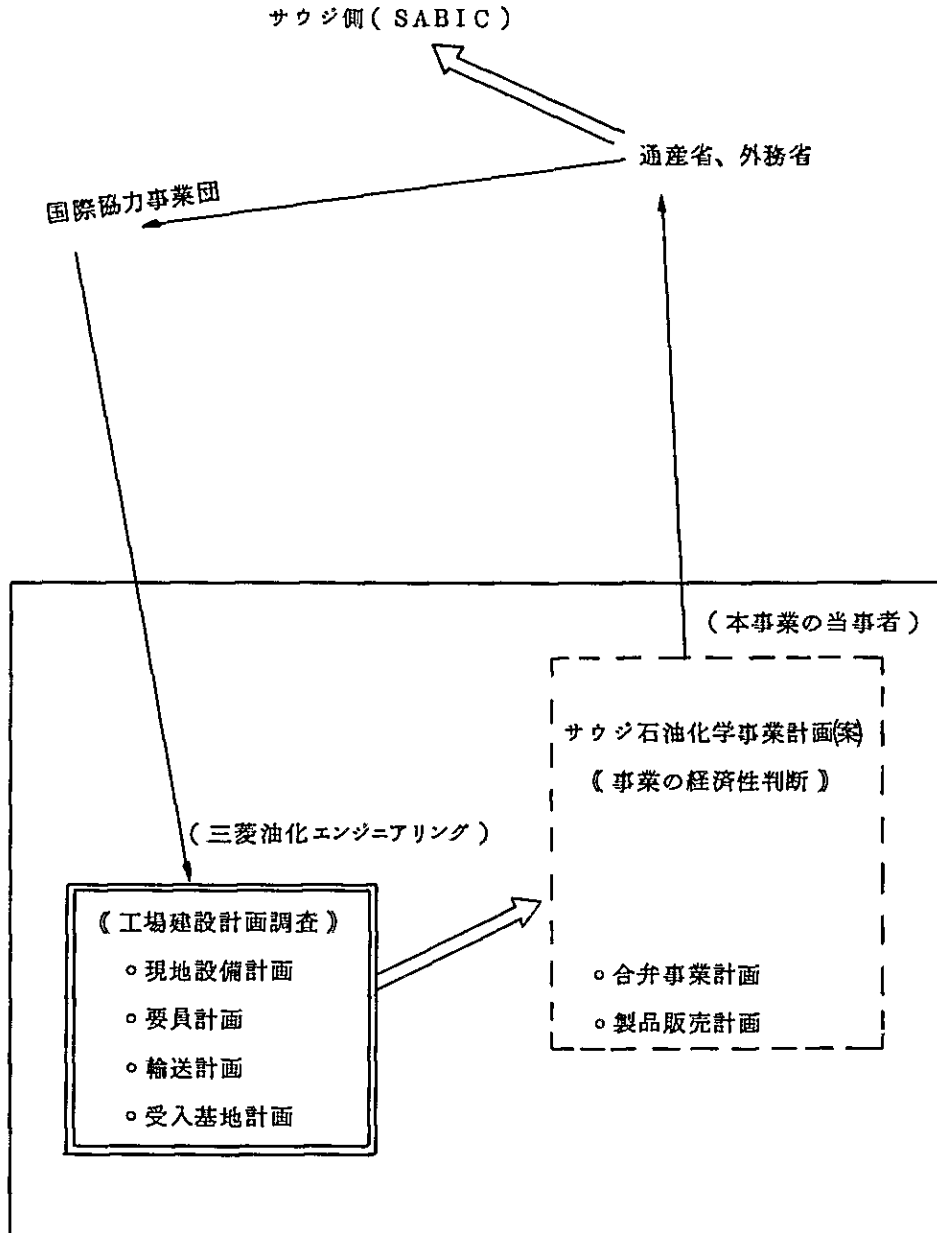
- (1) 1977年12月通産省、外務省の政府側代表を含めた訪サ団がサウジアラビア王国基礎産業公社を訪問、事業性を検討し、その結果が双方にとり満足するものであれば、これを実施するとの前提のもとに予備的調査を開始したい旨の意思表示を行いサウジ側はこれを受入れた。
- (2) 本事業計画案の策定は本事業に参加予定の民間グループが通産省の委託を受けて実施することになり、その内の現地設備計画、要員計画を中心とした調査業務を国際協力事業団の依頼により、三菱油化エンジニアリング社が受託して実施した。

2-1-3 調査方針

今般、三菱油化エンジニアリング社が受託した調査は、今后本事業の当事者となる者が正しい判断が下せる為の客観的資料でなければならないものであるので Fact Finding に基く事項の調査に重点を置くことにした。

従って本調査の範囲としては、次記(図 I-01)の業務項目に限定し、合併事業計画、製品販売計画を含む事業の経済性判断は除外することにした。

図 I-01 本調査の位置付けと調査業務項目



2-1-4 調査の前提

本調査の前提は次の通りである。

(1) 事業スケジュール

サウジアラビア及び中東での石油化学事業の計画等を参考に現状の進捗状態より判断して次の様に仮定した。

時 期	状 況
1980年/中	設計、建設工事発注
1984年/中	現地設備完成
1984年/中～末	試 運 転
1985年/初	営業生産開始

(2) 製品計画及び製品受入基地

製品計画の設定に当っては次の要因を考慮して決定した。

- 日本及び東南アジア市場を対象とした製品であること。
- 現在廃棄燃焼されているエタンを原料とする製品が好ましいこと。
- 長距離輸送の必要性から製品の取扱いが容易なこと。
- 経済性の面からは製品の種類を少なくし、単一規模として大きな能力とするのが好ましいこと。

製 品	基本ケース	参考ケース
低密度ポリエチレン	200,000 t/年	150,000 t/年
高密度ポリエチレン	—	80,000 t/年
モノエチレングリコール (エチレン)	150,000 t/年 (316,000 t/年)	100,000 t/年 (316,000 t/年)

尚、販売市場はポリエチレン及びモノエチレングリコールとも日本50%、東南アジア50%とし、サウジアラビアからの受入基地は次の通り設定した。

製 品	
ポ リ エ チ レ ン	日本（東京地区及び名古屋地区）
モノエチレングリコール	日本（関東地区）

(3) 製造プラントの採用プロセス

次のプロセスで検討した。

製 品	採 用 プ ロ セ ス
低密度ポリエチレン	高圧チューブラー法(三菱油化-BASF)
高密度ポリエチレン	気相重合法(UCC)
モノエチレングリコール	酸素酸化法(SHELL)
エチレン	エタン分解(三菱油化-三菱重工)

(4) 年間稼働日数

日本に於いて採用される代表的な稼働日数をフル稼働時のベースとした。

年 間 稼 働 日 数	325日 (7,800時間)
-------------	----------------

2-1-5 調査の日程

本調査の報告完了を5月下旬とし、次の様に予定した。

即ち	1978年2月初旬	調査団編成、調査開始
	2月中～末	現地調査実施
	3月初	設計基準、検計範囲決定
	3月中～4月末	調査検討
	5月末	報告書作成、提出

2-1-6 調査チームの編成

調査チームは三菱油化エンジニアリング社社員を中心としたがその中でも特に、従来四日市及び鹿島地区での石油化学コンビナート計画並びに建設工事に豊富な経験を有するものを選定し、更に同社嘱託として一部有識者の参加をも求め総員21名より編成した。

2-1-7 調査の取り進め方

今回の調査の目的は、

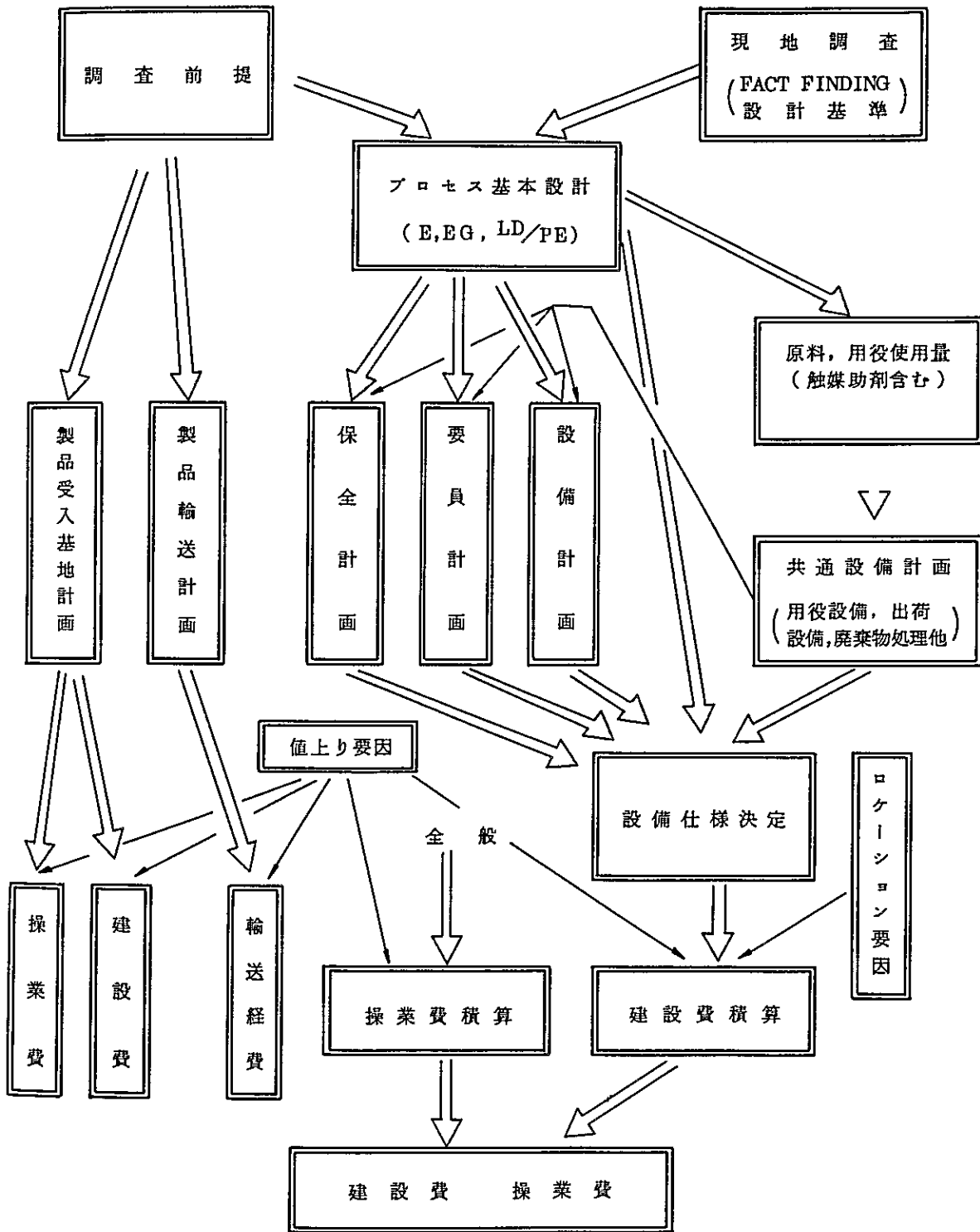
- サウジアラビア王国アルジュベール石油化学工場の1984年中完成としての現地設備の建設費
- 全石油化学工場営業運転開始の1985年に於ける工場操業費
- 1985年に於ける製品輸送費
- 1985年に於ける製品受入基地の建設費及び操業費

を提示することにある。

これらを推定する方法として今回とった手法は以下の通りであり、ブロックダイアグラムで説明すると図I-02の通りである。

- (1) 現地へ調査団を派遣、本合併事業のサウジ側パートナーである BABIC 及び工業基盤整備に当たっている ROYAL COMMISSION と打合せし、工場計画の検討範囲及び設備計画を行う上での基本条件を規定する。
- (2) 上記設計基準条件を基に各プラントの概念設計を実施する。
即ち、原料、用役の使用量が算出され、それに基づき用役設備が計画される。
- (3) プロセスプラントと用役設備計画から
工場全体の設備計画（出荷設備、廃棄物処理、保守設備等）
要員計画
保全計画
が検討される。
- (4) 上記全項目の基本計画より全工場の設備仕様が決定される。
- (5) 設備仕様から現時点発注ベースでの現地での建設費を推定し、1984年中完成の工程に合わせてその時期迄のエスカレーションを考慮し、所要建設費を推定する。
- (6) 一方操業費としての原料、用役費、労務費、保全費等についても現時点ベースでの値を推算し、1985年操業開始の工程に合わせて、その時期迄の値上りを考慮する。
尚、製品輸送経費、製品受入基地の建設費、操業費の調査取り進め方もほぼ同様である。
以下、本調査の取進め方の流れに従って各検討事項の要旨を説明する。

図 I-02 本調査の取進め方



2-2 現地技術調査報告

昭和53年2月15日から2月28日までの14日間、総勢8名からなる調査団が訪サシ、合併会社のサウジアラビア側パートナーであり、サウジアラビア側の今回の打合せの窓口でもあるSABIC(基礎産業公社)及び、当地のインフラ整備を主管しているROYAL COMMISSION(王立委員会)と打合せを行い、併せて日本の石油化学工場の立地予定場所とジュベール地区開発状況を視察、以下の設計計画の検討前提を入手し得た。

2-2-1 アルジュベールについて

当石油化学工場の立地が予定されるサウジアラビア王国のアルジュベール(AL JUBAYL) 図I-03に示す通りサウジアラビア王国の東部地区にあたり、アラムコの基地であるラスタマラ又はダンマンよりアラビア湾沿いに北上して約90km、又、アラビア石油カフジ鉱業所のあるカフジより南下して約250kmに位置する。

(首都リヤドからは道のりで北東約750km、直線では約400kmの距離である。)

アルジュベールは古くからの漁村であり人口約6千人である。

元々サウジアラビア東部地区はジェツダ等西部地区に比し、開発が遅れており、サウジアラビア政府としても東部地区開発の焦点としてこのアルジュベールを最大の工業団地とするべく最も力を入れている所であり、昨年11月にはファハド皇太子自ら視察に来られた程である。

一面砂の丘陵地帯で約20km離れた海岸沿いに海軍の基地が作られつつあるのみで、少くとも50km四方ジュベール漁村を除いて町らしい所は見当たらない。

しかし、現在大規模な工業港及び商業港が完成間近であり、更にインフラ整備が精力的に進められているのを見る限り、ここ数年で国際的な一大近代工業団地に生れ変わるものと思われる。

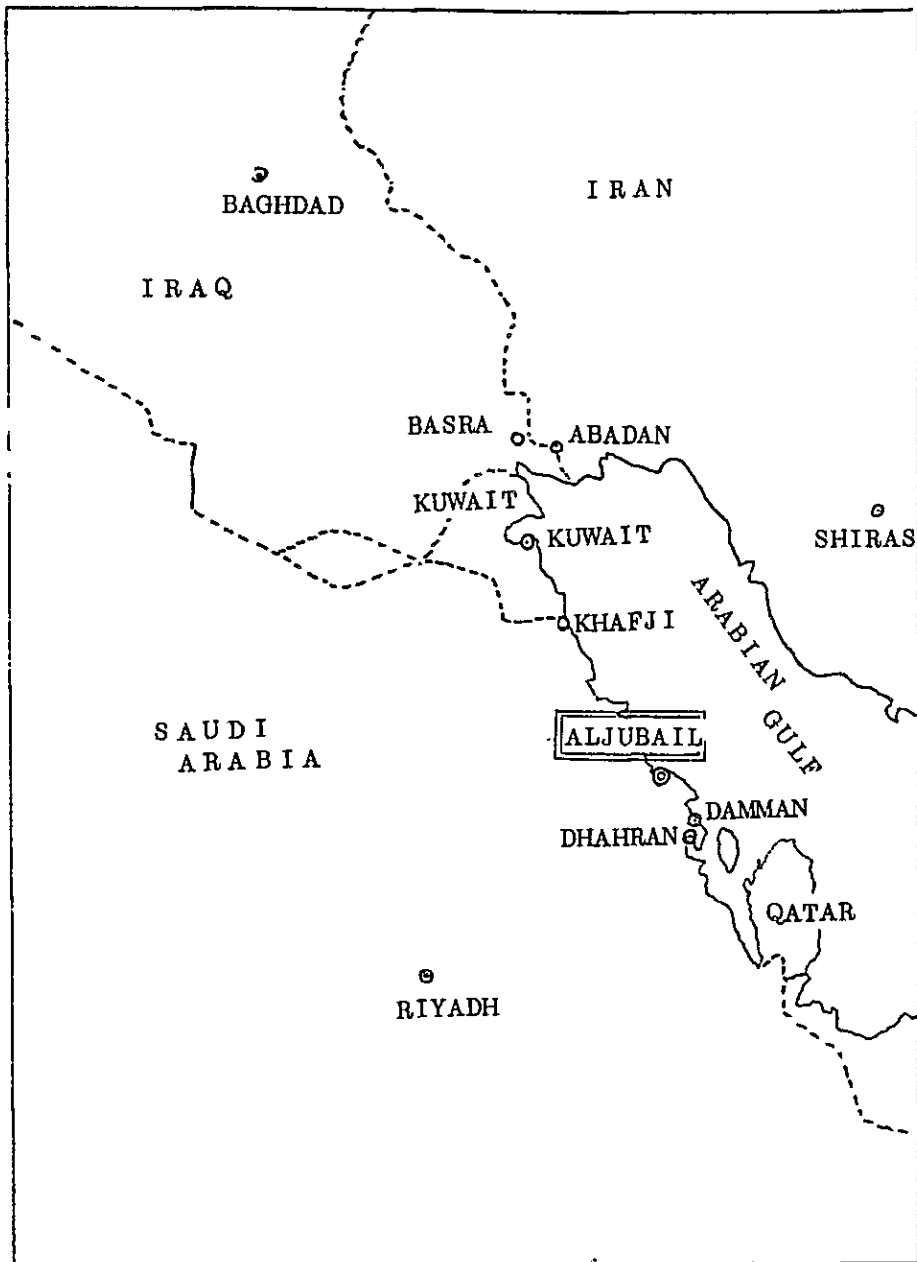


図1-03 アルジュベールの場所

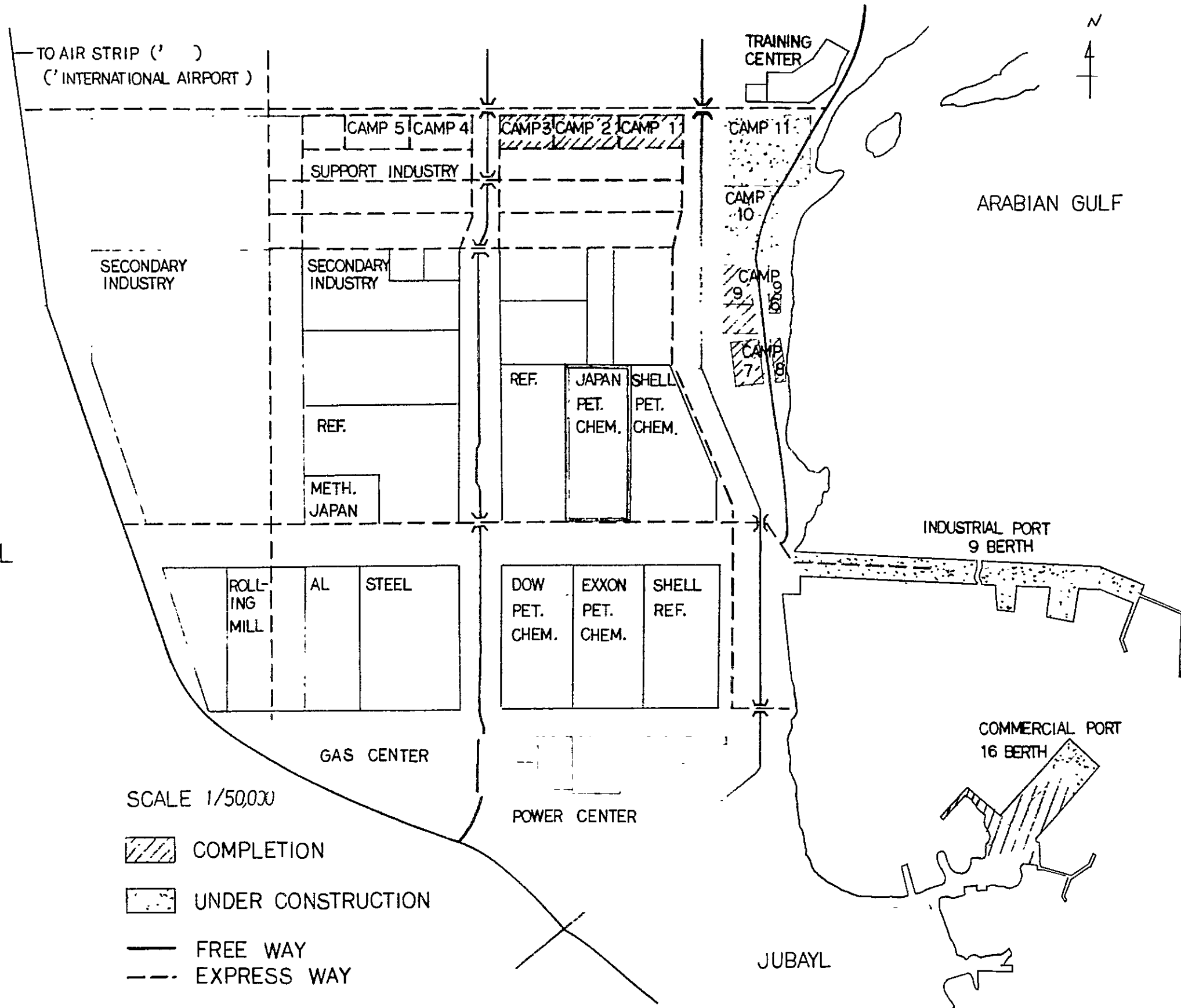
2-2-2 アルジュベール工業団地計画

図 I-04 に記載の約 60 平方キロに及ぶ工業団地が第 1 期の開発面積である。この内、既に進出が予定されているものとして、SHELL の石油精製工場、SHELL、EXXON、DOW の石油化学工場、三菱瓦斯化学と W. R. GRACE 共同のメタノール工場、KORF の製鉄工場等があり、早いもので 1983 年には操業に入る予定である。これら進出企業の内、石油精製についてはサウジアラビア側合併パートナーが PETROMIN であるのを除いて、他企業のサウジアラビア側パートナーは全て SABIC である。





これら工業団地の基盤整備は ROYAL COMMISSION が担当しているが、実務の設計、検討は米国の BECHTEL INTERNATIONAL 社が担当している。既に、現地には大規模なキャンプ施設、通信施設が設営され、仮設道路の敷設、工場用地の仮造成が行なわれている。

巾 300~500 m、長さ 7~13 km に及び工業港及び商業港も完成に近づきつつある。

I-04
 JUBAYL
 INDUSTRIAL
 COMPLEX



SCALE 1/50,000

-  COMPLETION
-  UNDER CONSTRUCTION
-  FREE WAY
-  EXPRESS WAY

2-2-3 工場立地場所

上記、工業団地配置図に記載の通り、当日本の石油化学工場用地としては、SHELLの石油化学工場の西側に隣接した約60万坪(910m×2,200m)のエリヤが予定されている。

2-2-4 原料、用役入手価格

サウジアラビア側より供給を受ける原料、用役入手価格は次の通りである。

(1978年ベース)

エタンガス(原料)	35 ct/MMBtu
メタンガス(燃料用)	35 ct/MMBtu
電力	1.45 ct/kWh
海水	1.5 ct/m ³
脱塩水	39.6 ct/m ³

2-2-5 設備計画の検討範囲

以下に列記する工場の境界外の施設で、当事業に必要な設備は原則としてサウジアラビア側が設置するので、検討範囲としては当工場用地内に設置される当工場の操業に要する生産設備、用役設備、保守設備等が対象となる。

- (1) 原料、用役の各工場境界までの供給施設。
- (2) 原材料の受入、製品出荷用港湾施設及び工場境界外の液体品船積用輸送配管設備。
- (3) 工場の造成と幹線道路、共用水溝等の施設。
- (4) 当地区全域の放送通信並びに交通施設。
- (5) 廃棄物処理施設(但し当工場に必要な1次処理が行われること。)
- (6) 当地区の従業員、家族の為に住居施設(教育、文化、厚生、医療施設等を含む)
- (7) 建設工事用労働者の住居施設。

尚サウジアラビア側としては、各工場操業、保守の為に各種整備工場を団地内に育成する計画であり、その活用については保守計画検討上、考慮することとした。

2-2-6 設備計画及び建設上の配慮すべき事項

以上の調査結果から、当地での石油化学工場の計画立案に当って特に配慮すべき事項を列挙すると次の通りとなる。

- (1) 原料エタンガス及び燃料ガスは安価である。
- (2) 用役の内
 - 電力は安価である。
 - 海水は余り安価でない。
 - 脱塩水は高価である。

- (3) プラント設備の保守、整備が容易でない。
- (4) 自然、生活環境が厳しい。
- (5) 良質な労働力が得難い。
- (6) 当地での製品市場は狭隘である。

以上の諸前提並びに現地調査結果に基づきサウジアラビア王国アルジュベール石油化学工場の諸計画を検討したのでその結果につき要旨を以下に報告する。

2-3 工場全体計画

エチレン、低密度ポリエチレン、エチレングリコール及びエチレングリコールプラント用空気分離プラントの4つのプラントと用役設備並びに共通付帯設備が設置される。

2-3-1 工場内設備

(1) プロセスプラント

エチレン	年産	316,500 t
低密度ポリエチレン	年産	200,000 t
エチレングリコール	年産	150,000 t
空気分離	酸素	13,200 Nm ³ /h、窒素 10,000 Nm ³ /h

(2) 用役設備

海水設備		80,000 t/h
脱塩水設備		530 t/h
循環冷却水設備		15,810 t/h
純水設備		530 t/h
蒸気発生設備	高圧蒸気	240 t/h (120 t/h 2系列)
	中圧蒸気	140 t/h
圧空設備	計装空気	6,500 Nm ³ /h
	雑用空気	3,500 Nm ³ /h
受配電設備		100,000 kVA
燃料設備		

(3) 付帯設備

廃棄物処理設備、貯蔵出荷設備、共通配管設備、保守設備、防消火設備、試験検定設備、通信放送設備、道路照明設備、教育設備、管理設備、

2-3-2 工場内設備の特徴

上記各設備ともサウジアラビアの立地条件を充分考慮し、経済的で、操業の容易な、かつ信頼性の高い工場とすべく次の様な配慮を行った。

- (1) 操業の安定化と省力化を計ったこと。
 - 運転管理及び安全操業に必要なプロセスデータは計器室に集中すると共に、一部プロセスコンピューターを組込む。
 - 緊急操作は、計器室より遠隔操作可能とし、又一部自動停止システムを織込む。
 - 主要な用役設備は複数系列化する。
- (2) 動力電源はサウジアラビア側供給の電源のみとし、自家発電設備は設置しないこと。
その理由は、
 - サウジアラビア側から供給される電源は大型ガスタービン発電と淡水化工場からの発電が各場所プールされ、2回線で供給されるので信頼性が高い。
- (3) 海水を一般冷却水として多用したこと。
 - 海水使用を主体にし、設備面で海水の使用が好ましくないものは、海水冷却式の脱塩水の密閉循環冷却システムを採用する。
- (4) 保守設備の充実と保守作業の簡素化を織込んだこと。
 - 小規模ながら高度の技術と設備を備えた修理工場を設ける。
 - プロセス条件をマイルドにし、保守頻度の増加防止に努めていること。
 - 可能な範囲で機械、計電設備の機種統一、汎用品の採用を考えること。
- (5) 教育設備の充実を計ったこと。
- (6) 事務用コンピューターを設置したこと。
- (7) 工場レイアウトは経済性を上げるためモジュール工法に適合するように極力コンパクトにしたこと。

2-3-3 原料、製品及び用役バランス

(1) 原料、製品バランス

原料、製品の量的関係を図(Ⅳ-01)に示す。

(2) 用役バランス

サウジ側より供給される電力、海水、脱塩水及び燃料ガスの年間所要量は次の通りである。

電 力	506.0×10^6 kWh/年
海 水	465.3×10^6 t/年
脱 塩 水	3.74×10^6 t/年
燃料ガス	161.46×10^{10} kcal/年

2-3-4 工場レイアウト

工場予定地(910m×2,200m)に対する各プラントのレイアウトに当たっては、以下の要因を考慮してレイアウトした。

- (1) 用地の北部から西部にかけて、全体の3分の1近くにあたる面積がサバハと呼ばれる塩分濃度の高い地帯で、地盤強度も劣る為、大型装置の重量設備の配置は避けて、保安、倉庫、作業用地とする。
- (2) 用地の南側境界沿いには巾700mに及び用役供給帯が敷設されている為、用役センターを当地の東南端に配置する。
- (3) プロセスプラントは各々のプラントに特有な用役の使用量、製品原料の授受関係等を考慮し、用地の東部側に隣接させる。
- (4) 工場の入口、管理センター地区は南側道路沿いの中央に配置する。
- (5) モジュールブロックの搬入、及び共通配管帯を考慮し、工場内幹線道路帯の巾は50mとする。

2-4 プロセスプラント

生産設備であるエチレンプラント、低密度ポリエチレンプラント及びエチレングリコールプラントは、石油化学工業に於て代表的な基幹プラントである。

以下、各プラントの工程について概述する。

2-4-1 エチレンプラントの主工程、物質収支及びレイアウト

(1) 主工程

○分解工程

サウジ側より供給されるエタンとプラントより副生する未反応エタンを原料としてこれを熱分解炉にて希釈スチームの存在下で熱分解する。熱分解により生成した水素、メタン、エチレン、プロピレン、 C_4 ヘビアーを含む分解ガスは急冷熱交換器により急冷され、更に希釈スチームが分離される。

○圧縮工程

希釈スチーム分離後の未凝縮分解ガスは圧縮機にて5段階で約36kg/cm²迄圧縮される。この圧縮の過程に於て不純物としての硫化水素、炭酸ガス等の酸性ガスがアミンの吸収、苛性ソーダ洗滌により除去される。又、5段圧縮後脱水され、水添工程にてアセチレンが除去される。

○精製工程

不純物の除去された分解ガスは深冷分離工程に送られ、ここで水素、メタンが分離される。脱メタン後の C_2 留分はエチレン精留塔でエチレンとエタンが分離され、高圧及び低圧エチレンタンクに貯えられる。一方、脱メタン塔にて分離された C_3 、 C_4^+ 留分は脱プロパン塔で C_3 と C_4^+ 留分が分離され、 C_3 留分は更にプロピレン精留塔を経て製品プロピレンタンクへ送られる。

(2) 物質収支

(t/年)

原 料		製 品、副 製 品	
原 料 名	使 用 量	品 名	製 出 量
エタンリッチガス	390,700	EOG向メタン	2,290
リサイクルエタン	(275,000)	燃料ガス	61,680
		エチレン	316,500
LD/PE リサイクルガス	14,000	プロピレン	5,800
		L P G	5,000
		燃料油	10,000
原 料 計	404,700	製 出 品 計	401,370

2-4-2 低密度ポリエチレンプラントの主工程、物質収支及びレイアウト

(1) 主工程

主工程は次の4つの工程である。

○ 圧縮工程

循環エチレンガスは前段圧縮機の低圧段で昇圧され、更に中段で新エチレンと混合され200~300気圧まで昇圧される。更に後段圧縮機で2,000~3,000気圧の重合圧まで昇圧される。

○ 重合工程

高圧のエチレンガスは一部は第1反応部で、又一部は第1反応部をバイパスして第2反応部入口で両者合流し、第2反応部で更に重合反応が行われる。この反応器はいずれも二重管式熱交換器であり、発生した重合反応熱は熱媒により除去され反応温度がコントロールされる。

反応後のポリマーと未反応ガスは高圧及び低圧の製品分離器で分離され、未反応ガスはエチレンプラントへ戻され、ポリマー製品は処理工程へ送られる。

○ 処理及び貯蔵工程

熔融高温ポリマーは種々の助剤と共に押出機を経て粒状化される。

粒状化ペレットは空送設備で貯蔵サイロへ空送され秤量、包装、出荷の工程をへる。

(2) 物質収支

(t/年)

原 料		製 品、副 製 品	
原 料 名	使 用 量	品 名	製 出 量
エチレン	216,000	ポリエチレン	200,000
		排出エチレン	14,000
原 料 計	216,000	製 出 品 計	214,000

2-4-3 エチレングリコールプラントの主工程、物質収支及びレイアウト

(1) 主工程

○酸化エチレン反応工程

原料エチレン、酸素及び燃焼限界制御の為の大量のメタンは銀触媒充填の多管式反応器に供給され、ここで酸化エチレンと炭酸ガス、水が生成する。

○酸化エチレン回収工程

反応ガスのうち酸化エチレンは酸化エチレン回収塔にて全量水に吸収され、濃縮された后、不純物分離設備で炭酸ガス等軽質不純物が取除かれ、次の工程に送られる。

反応ガスのうち、未反応エチレン、メタン等は圧縮機で昇圧され再度反応器へ循環される。

○エチレングリコール反応回収工程

酸化エチレン濃縮溶液は新たに水と混合され、反応器で無触媒の下、エチレングリコールが生成される。生成したこのエチレングリコールは蒸留により濃縮、脱水され、グリコールの精製工程へ送られる。

○モノエチレングリコール、ジエチレングリコール混合液は蒸留により分離され高純度のモノエチレングリコールとジエチレングリコールが製出される。

(2) 物質収支

(t/年)

原 料		製 品、副 生 品	
原 料 名	使 用 量	品 名	製 出 量
エチレン	100,500	モノエチレングリコール	150,000
酸 素	131,700	ジエチレングリコール	13,920
メ タ ン	2,390	燃 料 ガ ス	3,680
		ヘ ビ ー エ ン ド	1,220
原 料 計	234,590	製 出 品 計	168,820

2-4-4 空気分離プラント

空気分離装置は、圧縮空気を膨張タービンを利用した寒冷発生装置により冷却液化后、蒸留により酸素と窒素を分離製出するプラントであり、酸化エチレンプラントに必要な量見合いの設備能力とした。

酸素 6,600 Nm³/h × 2 系列 (13,200 Nm³/h)

窒素 5,000 Nm³/h × 2 系列 (10,000 Nm³/h)

2-5 用役設備

用役設備はプロセスプラント以上に安定運転が要求され停電等トラブル発生の場合でもプロセスプラントが安全に停止する為に必要な用役の供給を継続することが要求される。このため各設備に対しては次の様な配慮を行った。

- 場外より供給される海水、脱塩水等の供給停止に備えて、必要最少限の貯蔵タンク又はピットを設置する。
- 純水設備、ボイラー等の重要な機器は、2系列以上の並列運転とする。
- 停電に備え、保安上必要な機器の駆動源は蒸気タービン又はディーゼルエンジンとする。以下各用役設備につき概述する。

2-5-1 海水設備

設備能力 80,000 t/h

ポンプ6台運転(予備ポンプ1台はディーゼル駆動、モーター併用とする)

2-5-2 脱塩水設備

送出能力 530 t/h 受入タンク容量 5,000 t

送出ポンプ2台運転(予備ポンプ1台はディーゼル駆動、モーター併用とする)

2-5-3 循環冷却水設備

プロセスプラント(エチレン及びポリエチレン)でプロセスの冷却に使用され昇温した冷却水(46~52℃)をプレート熱交で海水により40℃迄冷却し循環使用する設備である。

2-5-4 純水及び蒸気発生設備

脱塩水を混床式イオン交換樹脂法によりボイラー給水とし、蒸気を発生させる設備である。

ボイラー設備能力		高圧蒸気缶 (2缶)	中圧蒸気缶 (1缶)
蒸 発 量	最大連続	120 t/h	140 t/h
圧 力	常用圧力	4.4 kg/cm ²	1.4 kg/cm ²
蒸 気 温 度		460℃	240℃
純水処理能力		530 t/h	

尚、ボイラー設備は全停電時でも8時間稼動可能な設計とする為

- ボイラー給水タンクは8時間のホールドアップとする。
- 主要回転機器はタービン駆動とする。
- 必要な非常用電源を設置する。

2-5-5 燃料供給設備

エチレン及びエチレングリコールプラントの副生ガス及び副生油と場外から供給される燃料ガスを合せて、エチレンプラント分解炉、ボイラープラントに燃料を供給する設備である。

2-5-6 受配電設備

当工場の使用総電力約100MVAを1回線で供給可能な230kV、60Hz2回線で受電、常時各回線とも半量ずつの受電とする。

受変電設備 100MVA 2系統、34.5KVへ降圧

配電システム 2系統配線(1回線でフル容量送電可能)

全停電時のバックアップ 計装電源、空調照明電源その他重要負荷に対しては各プラント毎にバックアップ設備を設ける。

2-6 廃棄物処理設備

石油化学工場を操業していく上で、主として生産設備より排出される廃棄物としては、廃ガス、廃水及び廃油、スラッジ、廃プラスチック等がある。

これら廃棄物を環境基準及び排出基準に適合した条件にする為に、可燃性ガスに対しては燃焼処理するフレヤー設備を、又有害な化学物質を含む廃水に対しては排出基準に見合った処理を行うための廃水処理設備を、廃油、スラッジ等の可燃物に対しては焼却炉設備を設置する。

尚本計画では、廃プラスチック、廃触媒、鉄クズ等不燃物及び焼却炉残渣は工業用地郊外に埋立処理されるものとした。

2-6-1 フレヤー設備

フレヤーガスの最大処理量はエチレンプラント全停電時放出ガス量とし、外部混合式バーナー、拡散ノズル式を採用。スタックは高さ120mで、三脚型鉄塔とする。

2-6-2 廃水処理設備

前述のアルジュベール工業団地内に設置される共同廃水処理施設の受入基準に見合った廃水処理設備とする。

プラントよりのプロセス廃水の特性に応じグリコールブリードは噴霧燃焼設備にて、又低密度ポリエチレン粉混入水は浮上分離槽設備にて処理後、合せて減圧冷水塔設備にて放流基準に見合った温度にし、放流水槽から共同廃水処理場へ送る。

2-6-3 焼却処理設備

焼却対象物約2,840t/年、但し定修廃棄物を1ヶ月間で処理可能とすべく設計能力を月間900tとし、巡回気流燃焼方式を採用した。

2-7 貯蔵及び出荷設備

貯蔵設備については、

- 場外より供給される原料、用役等については、一時的な供給停止により直ちに全工場の生産施設が停止することのないこと。
- 製品については生産設備の故障による生産停止により需要家への製品供給に支障を来すことのないこと。

を目的として以下の様に計画した。

2-7-1 原料中間タンク(主要なもの)

品名	容量	
○ 原料エタン	4,000t×1基	3日分
○ 製品エチレン	4,000t×2基	6日分
	1,000t×1基	

2-7-2 製品貯蔵、出荷設備

海上長距離輸送に於ける経済性を重視し、輸送方法に適合した設備とした。

(1) ポリエチレン

1) 出荷方法

日本向はバルクコンテナに充填し、アジア諸国向は25kg袋詰後コンテナ積にしコンテナ船で出荷する。

コンテナ船は10日間隔で出入港し、日本向、アジア諸国向同一船に積荷する。

2) 貯蔵能力

日本向	サイロ保管	8,330t
アジア向	袋詰, パレタイズ, シュリンクフィルム包装后倉庫保管	8,330t

(2) エチレングリコール

1) 出荷方法

専用タンカーにより日本/サウジアラビア間ピストン輸送する。

専用タンカーの積荷容量は21,000tとし、モノエチレングリコール、ジエチレングリコールは各専用パイプラインにて工場内貯蔵タンクからローディング設備を経て船積される。

2) 貯蔵能力

モノエチレングリコール	40,000t
-------------	---------

ジエチレングリコール 4,000 t
いずれも船 2 杯分とする。

2-8 共通付帯設備

前述の工場内のプロセスプラント及び用役、廃棄物処理並びに貯蔵出荷の各設備に加えて、工場全体に係わる設備として共通配管設備、防消火設備、試験検定設備、通信放送設備、道路照明設備、教育設備、管理設備がある。

2-8-1 共通配管設備

共通配管の敷設は幹線道路の両側又は片側に鋼製のパイプラック構造上に行なわれ、最下段の管底高さは地面からの塩害を避ける為最低 0.5 m とする。

又、道路横断部には 8~10 m 高さのガードを設置する。共通配管設備の規模は、配管重量約 2,900 t、パイプラック量約 600 t である。

2-8-2 防消火設備

工場全域に備える水泡消火栓設備としては、エチレンタンクヤードのタンク火災を想定し、その防消火用水保有量は約 9 時間分とする。又、泡原液保有量は最大使用と予想されるエチレングリコールタンク火災時の 1 時間分とする。

消 防 車 2 台配置

2-8-3 試験検定設備

原料、用役、助剤等の受入検定、各プラントの工程分析、製品、副生品の出荷検定のための試験設備であり、簡単な連続厚み測定器から高度の蛍光 X 線、インフレーションフィルム成形機を備えるものとする。

2-8-4 通信放送設備

工場内及び場外との連絡のために電話設備、構内放送設備を設置する。

(1) 電話設備

クロスパー自動交換機 1 台 (容量 500 回線、実装 400 回線、局線 50 回線、中継台 3 台) を設置し、停電時でも蓄電池 (容量 6 時間分) により使用可能な様にする。

又上記通常の電話設備とは別に、業務上の連絡が頻繁に行なわれる各プラントの計器室と現場間には直通電話設備を設ける。

(2) 放送設備

構内又はエリア別の一般放送、緊急放送、業務連絡等の為にスピーカー 163 個を設

ける。

又、停電時30分間放送可能な様に蓄電池を設ける。

2-8-5 道路照明設備

幹線道路舗装帯上最低5lx、平均14lx、の通常照度を基準とし、400W水銀灯を道路片側48m間隔で設置する。(高圧蛍光水銀灯 152台)

2-8-6 教育設備

産業基盤が今だ充分発達していないサウジアラビアで最先端技術の集合である石油化学装置を安全安定に運転する為には、一般運転員、保守整備員1人1人が充分な基礎的科学知識と設備の詳細知識を有することが不可欠であり、従業員の実務教育訓練が必要である。この集合教育の場として、トレーニングセンターを設け、ここには次の様な設備を設ける。

- 初心者訓練用の機器モデル設備
- 視聴覚教育設備
- アナログシミュレーターによる単位操作訓練設備
- 水-メタノール系蒸留訓練プラント

2-8-7 管理センター設備

別図管理センタープロットプランに図示の通り、管理センターには以下の設備を設ける。

- (1) 管理棟には、事務部門及び生産管理部門の事務室の他に役員室、会議室、計算機室、医務室、図書室等を設ける。
- (2) 工場全域の警備の為の警備員詰所、電話交換棟を置く。
- (3) 消防車、救急車、社有乗用車の車庫及び消防員詰所を置く。
- (4) 更衣室及び食堂を置く。
- (5) 厚生施設として体育館、プール、テニスコートを置く。
- (6) 従業員及び来客用の駐車場を設ける。

2-9 保守計画

2-9-1 メンテナンス方針と保守計画の基本前提

(1) 基本方針

メンテナンスの基本方針を立案するにあたりサ国においては、熟練労働者が著しく不足しており立地的にも機器製作メーカーから遠隔地であること及びサポートインダストリーの種類及び内容も完全な状態でない事等を総合的に勘案し、プラントの安定運転確保のための保守に対する方針を次の如く立案した。

- プラントの計画、設計段階における合理的保守の配慮

具体的にはプラント設計にあたり

- 1) 過酷なプロセス条件の回避
 - 2) 保守作業の頻度減少を考慮した材料、材質の選定
 - 3) 汎用品、標準品の採用による保守の合理化
- 等を計画段階により配慮し保守作業の減少、簡易化を計る。

(2) 定期修理と臨修の考え方

定期修理と臨修は次のスケジュールで行う。

定期修理	2年に1回	全プラント同時停止
	停止期間	50日(作業期間40日)
臨修	2年に1回(定期修理の隔年)	全プラント同時停止
	停止期間	15日(作業期間10日)

2-9-2 自社メンテナンス設備

アルジュバール地区に設置されるサポートインダストリーの業種を調査検討した上、次の設備を設置することにした。

- (1) 機械整備工場及び精密仕上工場
- (2) 超高压関係テスト場及び材料検査室
- (3) 製缶、配管工場
- (4) 重機、車両整備工場
- (5) 計装電気機器修理工場
- (6) 車輛(クレーン)
- (7) 資材予備品倉庫

2-10 要員計画

2-10-1 操業要員の考え方および要員数

当石油化学工場の操業必要人員の算定にあたっては、日本人(すなわち、石化操業経験者)のみにて操業した場合どの程度の人数が必要であるかを、まず出発点として、次のような要因を考慮して要員数を推定した。

- (1) 日本人の派遣人数にも制約があることを考え、操業当初は日本人が最低限どの職務にどの程度配置せねばならないか。
- (2) 日本人以外は、サウジをはじめとする中東諸国、アジア諸国において、半熟練の労働者を雇用し、使用することになるが、そのため、労働効率が低下し、その分人数が増加する。
- (3) 職務の融通性がききにくく、また、長期休暇や残業で対処しにくい事情などを配慮する必要がある。

このような諸点を織り行んで算定した結果、1985年稼働時点での操業要員数は、

総数 730名

内 日本人 327名(45%)……石油化学熟練者

サウジ人他403名(55%)……石油化学未経験者

程度と考えられる。(組織・人員配置図は図I-05参照)

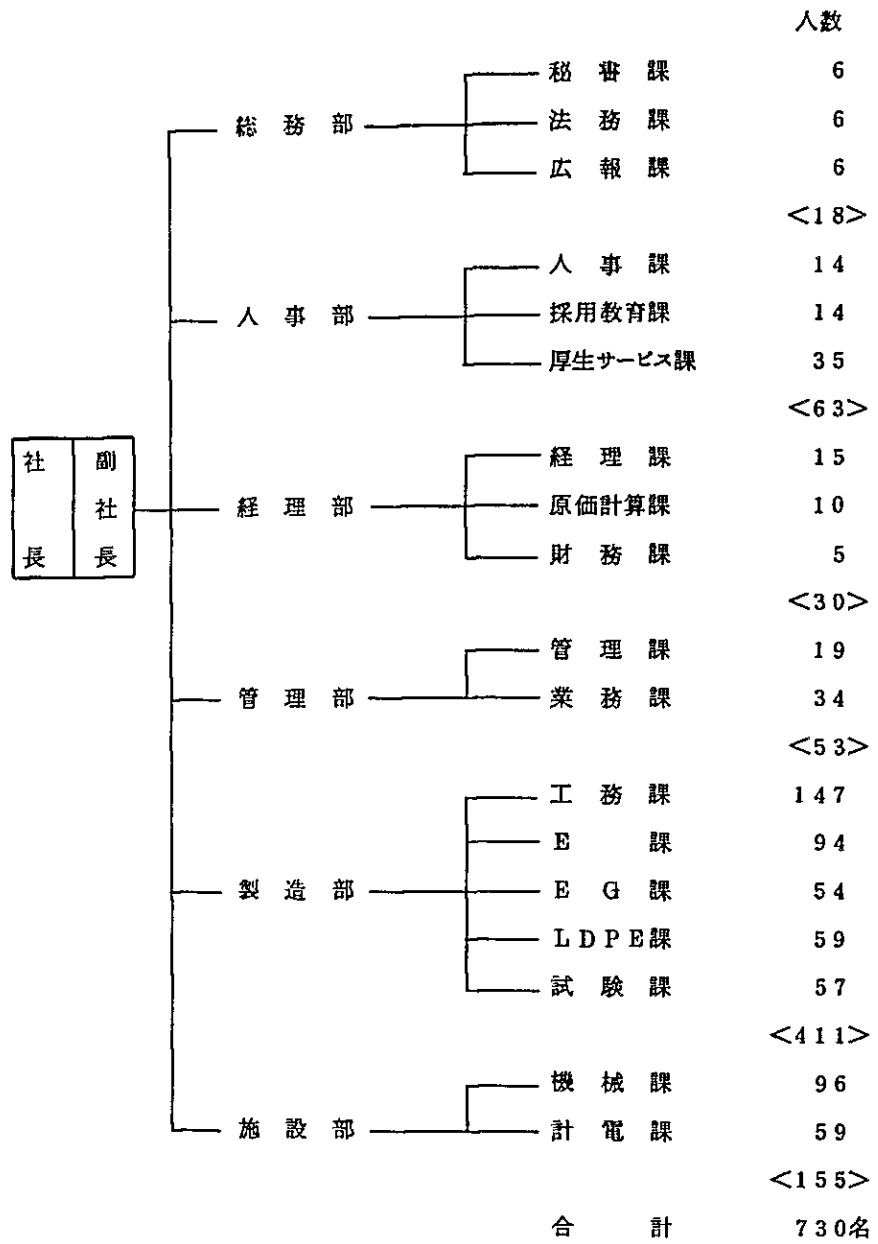
この要員計画の前提となっている考え方は次のとおりである。

- (1) 管理職および上級スタッフは、石油化学工業経験の熟練者を配置する。
- (2) プラント運転部門およびメンテナンス部門では、班長および上級オペレーター、技能工までは、日本人を主体とした石油化学工業経験の熟練者を配置する。
- (3) その他の職務については、サウジ人、他アラブ人、アジア人などで類似工業などの経験を半熟練工として採用し、配置する。

2-10-2 操業要員の調達および採用

- (1) 日本人の調達は参加企業の中から出向または役務援助契約による派遣の型で行われる。
- (2) サウジ人などの採用はサウジ政府の方針に沿って、1) サウジ国内、2) 周辺アラブ地域、3) その他の地域(主として東南アジア)の順序にて適格者を募集、採用する。

図I-05 サウジ石油化学合弁会社組織人員配置図



2-10-3 トレーニング

(1) 操業要員のトレーニング

1) サウジ人その他

石油化学工業の業務に従事するに必須な基礎知識（規則、心得、基礎学識など）および英語学力について一定のレベルまで到達させるためのトレーニングをまず行い、ついで石油化学プラントの運転、メンテナンスなどの実務に必要な基礎技術、技能のトレーニングを行う。その後初めて定員内に編入させることになる。これに要する期間は、運転オペレータ層および技能工層で少くとも1.5～2年を要するものと考えられる。

また、一部のサウジ人技術系大学出身者達は、-日本での石油化学工場実習に派遣し、操業後の運転、メンテナンスエンジニアとして育成することを考える。

(2) 操業後のトレーニング

操業後はできる限り早く、サウジ人従業員の技術・技能の向上を図り、徐々に外国人との置き換えが可能となるよう計画的にサウジ人の雇用およびトレーニングに努める。その所要期間はひとえに適当な資質を有するサウジ人が雇用可能か、トレーニングの成果がどこまで上りうるか、にかかっており、現段階では推定困難であるが、検討の前提としては、一応操業後10年間で70～80%のサウジ人化（法定75%）を目指すこととした。

(3) トレーニング施設、方法

石油化学の技術・技能訓練は、座学による知識習得訓練だけでは十分でなく、実技・実操作訓練が必要であるが、実際の生産プラントを使用して、各種想定訓練を行うことは不可能であるので、トレーニング用モデルプラントおよびシミュレーターを使用して機器操作訓練、想定トラブル操作訓練などを行う。

2-10-4 賃金、福利厚生

(1) 賃金水準

従業員の賃金水準をどのレベルに設定するかは、当石油化学事業の採算性に大きな影響をおよぼすことになると同時に、従業員の調達ならびに定着対策面でもきわめて重要な労務政策である。

現在のアラビア湾岸地区での労働条件をリードしているのは、巨大企業であるアラムコであると推定される。他の諸企業やアラビア湾岸諸国についても、労働力の需給逼迫の現状では、低レベルの賃金水準では従業員の雇用維持にも支障をきたし、そのため賃金の上昇（Escalation）は20%程度の急激な上昇をつづけ、絶対的賃金レベルも今や国際的にみて相当高位に到達している模様である。ジュベール地区に進出する欧米の大企業は、当然のことながらアラムコを中心とするアラビア湾岸地区での賃金ならびに労

働条件のレベルを下廻らない条件を設定するものと思われるので、当合併会社においても少くともそれと同レベルを確保することが必要となる。

また、日本人の賃金などの処遇については1) 合併会社内部においては、石油化学工業の熟練経験者であること、また2) 日本国内からみれば、気候条件、生活習慣、社会環境などが著しく異なる地での勤務であること、という2つの要素を考え、高水準のものを考える必要があると思われる。

(2) 生活・住居

サ国はジュベール工業地帯を中心とした都市計画の中で、工業地帯の北方に人口20～30万人を想定したコミュニティ（居住区域）を建設する計画であり、住居、学校、病院、店舗などが用意されることとなっている。工場従業員は原則として、このコミュニティに他社の従業員等とともに居住する。

合併会社においては、これらコミュニティの生活環境を補完する意味での福利厚生施設を考慮することになる。

例えば運動施設（体育館、プール、テニスコートなど）、クラブハウス、工場診療所、食堂などである。

また、その他の福利厚生施策のレベルは、同地区に進出する大手企業と同程度のものを考える必要がある。

2-11 建設費

2-11-1 建設工程

建設工程は本工場全体の設備の機械的な完成時期を1984年中とし、その後半年間の試運転をへて1985年初めより営業運転を開始することを目標に、最も効率の良い、且つ経済的な建設工程の立案を目標に、次の様な点を考慮して作成した。（表I-01参照）

- (1) 技能労働者が少なく、且つ産業基盤が充分育っていない上に苛酷な気象条件下で労働能率が大幅に低下するサウジアラビアでの工場建設にはモジュール工法（装置を先進国で製作、大きなブロックにまで組込み、バージで運搬、現地陸上げ据付後は各ブロックを継ぎ込むのみとするもの）を採用して現地工事量、期間の短縮化を計ること。
- (2) 合併会社の社員は建設早期から現地にて建設全般の管理を行うと共に、現地サウジアラビア政府との折衝、パートナーのSABICとの打合せ更には社員の採用、教育等を行う。

この早期派遣社員の業務取進め場所として工場の管理棟を利用するため、これを極力早く完成させると共に新入社員の教育訓練センターも必要時期に合わせて使用可能な工程とすること。工場全体の設備の内、工期の長いプロセスプラントの工事工程（エチレン及びエチレングリコールプラント36ヶ月、低密度ポリエチレンプラント39ヶ月）を中心に工程を作成すると工場全体の基本設計、仮設工事の実施等の工程を含め基本設計

開始から工事完成まで60ヶ月(丸5年)を必要とする。

即ち、次の様な工程となる。

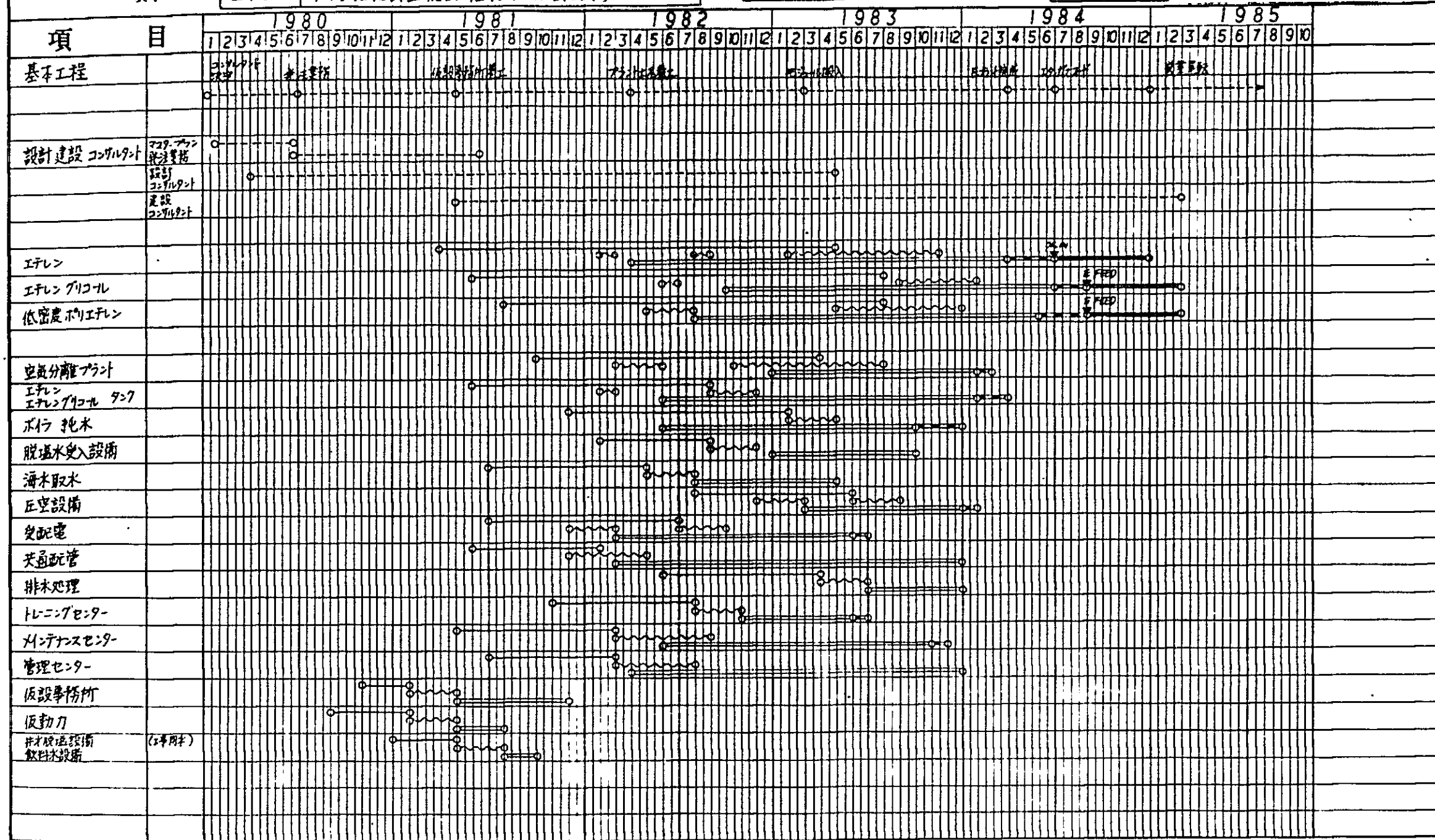
1980年/初	エンジニアリング/コーディネーション会社決定 工場全体計画設計開始
1980年/中	建設工事発注業務開始
1981年/5月	現地仮設事務所着工
1982年/2月	土木工事着工
1983年/2月	プラントモジュールブロック搬入開始
1984年/2月	用役プラント試運転開始
1984年/7月	エチレンプラント試運転開始
1984年/7~12月	各誘導品プラント試運転
1985年/初	工場営業運転開始

尚全現地工事に要する労働力は約923,000人・日、ピーク時は約1日1,500至1,600人程度(日本人35%、現地人含め外国人65%と仮定)となる。

納入先
表1-01 工事名称 サウジ石化計画総合工程表 (1/4 STUDY)

工程表

担 当 限 定 承 担



記	事	修正	日付	内容	担当

- 設計残存手記
- 輸送
- 現地工事
- メカラン
- 紙屋敷

マンパワー表	延工数		日本人: 外国人 = 35%: 65%
	延工数	ピーク	
	コンサルタント (G.C)	85,200 人日	
サブコントラクター	837,900 人日	1,490 人/日	
合計	923,100 人日	1,553 人/日	

2-11-2 建設体制

サウジアラビアという産業基盤が充分発達していない国でかつ最先端の技術の集約である石油化学工場を建設する為に、予定の工程と予算で最も効率良く建設を取進める体制は、どうあるべきか、以下説明する。

建設を取進める上での基本的な考え方

- (1) 本事業は日本側とサウジアラビア側の折半による合併事業であり、建設体制についても日本側の一存で決められるものでない。

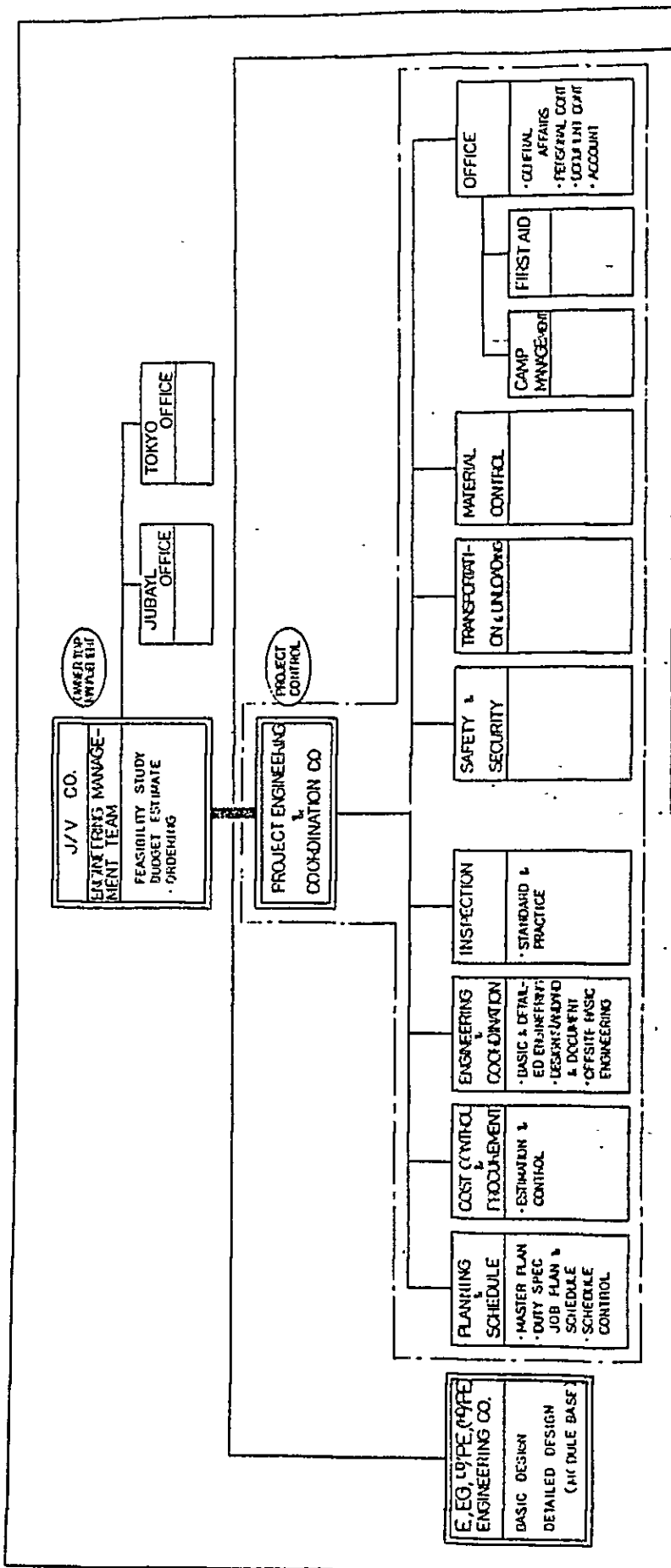
しかし、工場設計、建設及び相当期間の工場操業は主に日本側に期待されていることでもあり、特に工場建設を日本人主体で責任をもって行なうには、日本の技術コンサルタント会社が合併会社の意向に沿い建設全体を實際上管理する必要がある。

- (2) 合併会社には、エンジニアリング・マネジメントチームを作り、建設全体を管理する技術コンサルタント会社のサポートを受け、各工事の発注業務を取進めること。
- (3) 発注先については、最も合理的、経済的に建設が実施されるべく

- プロセスプラントの基本設計は各プロセスオーナーに、
- 主要機器は各製作メーカーに、
- モジュール製作、組込み、輸送及び現地での据付、継込み工事は極力経験豊富な会社に、
- オフサイト設備の設計、工事は工場全体の計画と一体となったものである為、合併会社の技術サポートとなる技術コンサルタント会社に、各々決定するのが望ましいと考えられる。

上記考え方に沿った体制図（図 I-06）を次頁に示す。

尚、この体制表でプロジェクトエンジニアリング・コーディネーション会社と表現されているのが、前記の技術コンサルタント会社である。



NO.	DATE	DESCRIPTION	DESIGNED	DRAWING	CHECKED	APPROVED

FOR SAUDI I/H STUDY
TITLE PROJECT ORGANIZATION
SCALE DATE SECTION
JOB NO. I - 06
DWG. NO. I - 06
REV

2-11-3 建設費

前述の設備仕様に基き、プロセスプラント、用役及び付帯設備の各々の建設費を下記の方法にて推定した。

(1) 推定方法

図 I-07 に図式化した通り

1) 各設備とも下記前提で中東での工事実績ある業者より概算見積を徴取した。

- 現時点発注ベース
- ターンキーベース 但しキャンプ並びに食事、工事用役費を除く。
- 大型設備は極力モジュール化
- 為替レート 1 US\$ = 220 円

2) 上記概算見積値の妥当性をチェックする為

- a) 1970年当時と現時点発注ベースの国内建設費の比較
 - b) 現時点発注ベースの国内とサウジアラビアでの建設費の比較
 - c) 従来工法とモジュール工法の建設費の比較
- を行い、これに基きバックチェックした。

3) 更に現時点発注ベースの推定値から1984年中建設工事完成の工程に合せた建設費を推定するために、1984年迄の建設費の構成要素別のエスカレーション率を、下記の如く先進国の卸売物価指数及び消費者物価指数の予測値を基に推定し、所要建設費を推定した。

- a) 機器及び資材費 3.5%/年
- b) 技術設計費 8%/年
- c) 労務費 現地人 15%/年
先進国人 8%/年

(2) 推定値

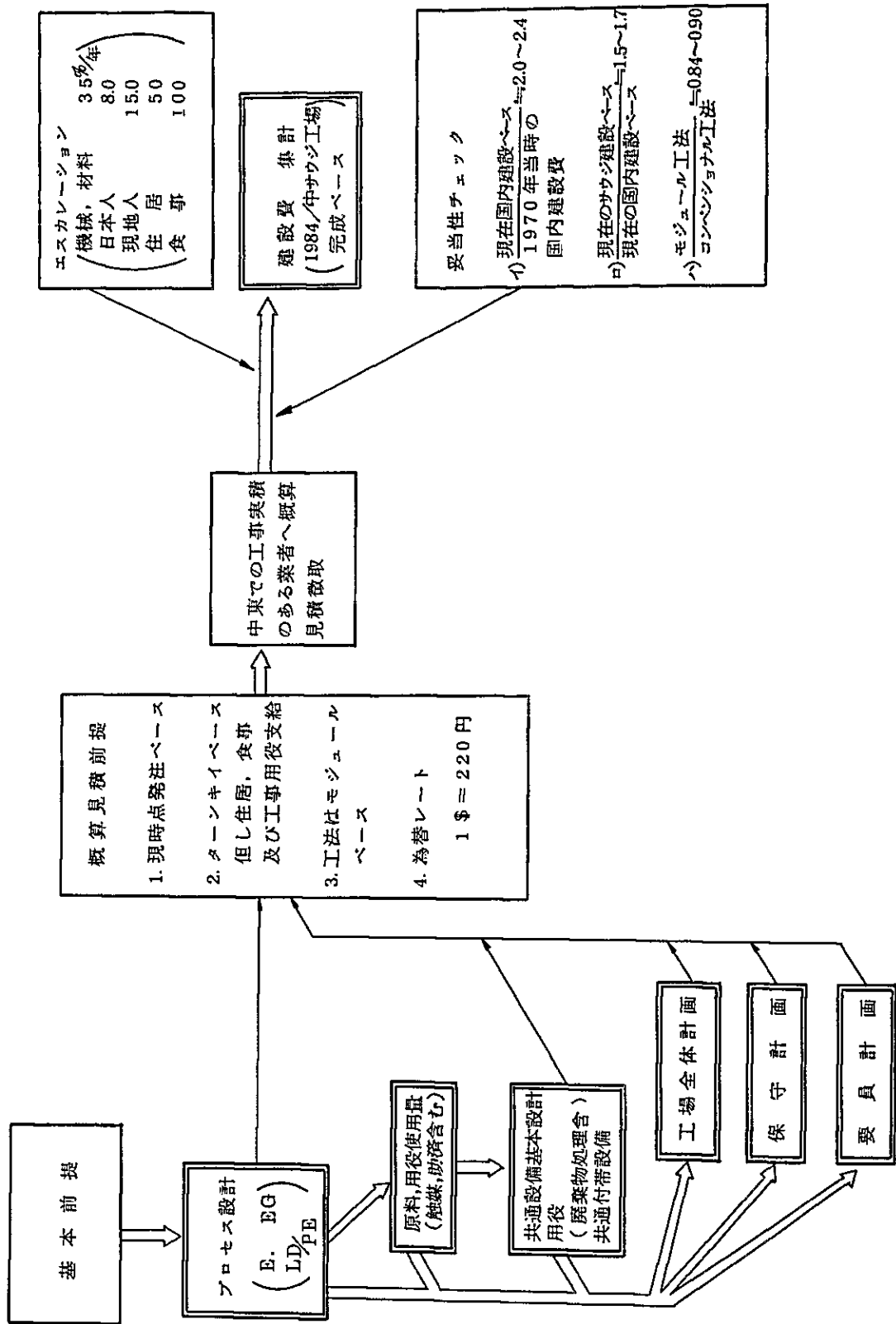
工場設備費は表 I-01 の如く総額 212,590 百万円となる。

オンサイト設備費	125,740 百万円
オフサイト設備費	64,160 #
小計	189,900 #

プロジェクトエンジニアリング・コーディネーション会社の費用に労働者全員の住居、食事費等を加えた。

建設管理費	22,690 百万円	含めて
合計	212,590 百万円	(1984年中完成)

図1-07 建設費積算方法



表I-02 建設費積算表

(百万円)

区分	設備名称	主仕様	建設費 (1984年中サウジ工場地完成)
オンサイト設備	E プラント タンクヤード	MPC-MHI プロセス エチレン 生産量 316千t/年	4,692.8
	EG プラント タンクヤード	SHELL プロセス EG 生産量 150千t/年	9,818 18,820 3,672
	LD/PEプラント	BASF-MPCプロセス LD/PE 生産量 200千t/年	37,697
	純水ボイラプラント	HPS 120t/h 2基 MPS 110t/h 1基	3,772
	空気分離プラント	酸素製出量 13,200Nm ³ /h	5,033
計			
オフサイト設備	海水取水供給設備	取水量 80,000 t/h	125,740
	脱塩水受入設備(含上水)		7,127
	圧空設備	空気量 10,000 Nm ³ /h	1,961
	受配電設備	受電容量 100,000 kVA×2系	2,639
	焼却炉, 廃水, フレアー設備	廃水量 1,800 t/日	7,440
	連絡配管, 配電ケーブル	配管量 3,200 t フレアー能力 500 t/h	4,661
	管理棟, 食堂, 更衣室	延面積 7,340 m ²	7,449
	試験検定設備	延面積 1,750 m ²	6,267
	保全整備設備		2,436
	厚生施設, 電話放送設備 道路, 外柵, 駐車場, 緑化 仮設備		10,443 4,067 6,968 2,702
計			
管理費	工場計画, 設計建設調整費	延人×日 85,200 人・日	64,160
	貸与住居, 食費	延人×日 910,680 人・日	9,736 12,954
計			
現地設備建設費合計			
212,590			

2-12 操業費

工場全体の総コストを得るには操業費を算出する必要がある。以下1985年に於ける稼働率を100%とした場合の操業費を表I-03に示す。

尚、事務経費については、合併会社の考え方、運用如何で大幅に変わり得るものであるため、今回の調査業務からは除外した。

表 I-03 操業費表 (事務経費を除く)

(1985年ベース)
(100%操業)

	単 価 (1985年換算)	使 用 量 人 員 等	年間経費 (百万円)
1) 原 料 費	3.977 千円/t	390.7×10^3 t/年	1,554
2) 用 役 費			4,562
1) 脱 塩 水	100.3 円/t	3744×10^6 t/年	376 1,763 566 1,857
2) 海 水	3790 円/t	465.3×10^6 t/年	
3) 燃 料	3510千円/ 10^7 kcal	161.5×10^{10} kcal/年	
4) 電 力	3.670 円/kWh	506×10^6 kWh/年	
3) 助 剤 触 媒			1,470
1) 助 剤			887
2) 触 媒			583
小 計			(7,586)
4) 包 装 資 材 費			(920)
5) メインテナンス経費			(5,358)
1) 外 注 費			3,937
2) 施 設 管 理 費			454
3) 消 耗 部 品 費			967
6) 労 務 費			(10,601)
1) 給 与		730人	8,758
2) 住 居 費		"	983
3) 帰 国 休 暇 旅 費		"	860
総 計			24,465

2-13 製品の輸送計画

サ国の石油化学工場で生産されたポリエチレン及びエチレングリコールをその販売市場である日本及びアジア諸国に輸送するに際しては、次の様な方法で行うものとした。

2-13-1 ポリエチレンの輸送

(1) 輸送方法

サ国の石油化学工場で生産されたポリエチレン年間200,000tの内、50%は日本で、残り50%は香港、フィリピン、タイ、シンガポール、インドネシア、マレーシアの6ヶ国で販売するものとして次の様な輸送方法を採用する。

日本向けの製品輸送については、日本の市場分布と需要家向荷姿、サ国での出荷の効率及び輸送船の受入設備の状況を考慮し、次の様な方法で行う。

製品ポリエチレンは工場の出荷設備にて20ftのバルクコンテナーにバルク状で充填され(16t積)、トレーラートラックによりアルジュベールの商業港のコンテナーヤード迄運搬される。ここで定期航海のコンテナー船に10日毎に2,784t(20フィートコンテナーで174ケース)の割で積荷され、日本に輸送される。日本での荷下し港は、名古屋と横浜の2港とし、両港で1回1,392tと宛揚荷される。ここで荷下しされたコンテナーは再びトレーラートラックに積まれ、約30km内陸部の受入基地に運搬されて、ここで需要家向の荷姿に包装されるものとする。

アジア諸国向けの製品輸送については、国別に見ると日本に比べ輸送量が少いこと、又日本に於ける様な包装のための受入基地の新設が困難であることを考え直接需要家に受け入れられる様に25kgの袋詰で出荷するものとする。即ち、製品ポリエチレンは工場の出荷包装設備にて25kgの袋に詰め、パレタイズ、シュリンク包装された後、工場の倉庫に一時保管される。その後20ftの一般コンテナーに充填され(12t積)バルクコンテナーと同様にトレーラートラックにてアルベルジュベールの商業港に運搬され、前述の日本向け製品と同様に定期航海のコンテナー船に積荷され出荷される。しかしアジア諸国向けには前述の6ヶ国の各コンテナー港に直接寄港することは積荷が少く不経済であるので一旦シンガポールにて荷下しされた後、ここにて別のコンテナー船に積み込まれ目的地の港に輸送される。

(2) 輸送経費

前述の輸送に必要な経費は次の様に推定される。

日本向………年間輸送量 100,000t

サ国の工場よりアルジュベールの商業港迄の陸送

海上輸送及び日本の受入基地迄の陸送を含む

年間 2,895百万円(1985年ベース)

アジア諸国向……年間輸送量 100,000 t

サ国の工場よりアルジュベールの商業港迄の陸送

目的地迄の海上輸送及びコンテナヤード迄の陸送を含む

年間 2,462百万円(1985ベース)

2-13-2 エチレングリコールの輸送

(1) 輸送方法

サ国の石油化学工場で生産されたエチレングリコール年間165,000tの内、50%は、日本で、残り50%は東南アジア諸国で販売するものとして次の様な輸送方法を採用する。

エチレングリコールはケミカルタンカーにて輸送する必要があるが、アジア諸国の港湾施設では3,000～5,000t以下のタンカーの受入は可能であるが、大型外航船の受入施設がないことより2万t級の大型船にて全量日本の受入基地に輸送した後、アジア諸国向には在来船に積み替えて輸送することにする。

製品エチレングリコールの積荷は工場の出荷設備とアルジュベールの工業港の海岸より約10km先に設けられたバースに着岸されたタンカーをパイプラインにて結び、工場内のタンクヤードに設けられたポンプにて圧送しタンカーに積込む。又、製品の日本の受入基地への揚荷はタンカー搭載のポンプにて行いものとする。製品輸送のためのケミカルタンカーは本製品輸送に専用に新造又は用船され、アルジュベール日本間に張付けシャトル輸送を行いものとする。

本タンカーへの1回の積荷量はモノエチレングリコール、ジエチレングリコール併せて、20,625tであり、年間8航海することにより全量輸送する。

(2) 輸送経費

製品の輸送に必要なタンカーは新造するものとし輸送経費は次の様に推定される。

年間 1,771百万円 (1985年ベース)

2-14 製品の受入基地計画

2-14-1 ポリエチレンの受入基地

(1) 設備の概要

サ国よりバルクコンテナに充填され、コンテナ船にて輸送されて来た製品は名古屋と横浜のコンテナ港にて揚荷されその近傍に設置される受入基地に運搬され、ここで需要家向の25kg詰の袋又は、1t詰のフレキシブルコンテナに包装された状態で出荷される。

本設備はバルクコンテナよりの荷下し設備及びこれの一時貯槽としてのサイロと、自動化された25kg袋詰及びフレキシブルコンテナへの充填包装設備、更に包装され

た製品の貯蔵のための倉庫よりなり名古屋、横浜の受入基地に夫々年間50,000tの包装能力を有する包装設備と1ヶ月分の貯蔵量を有する倉庫を設けるものとする。

本設備に必要な所要資金は名古屋、横浜の2ヶ所で合計3,638百万円(1984年中完成ベース)と推定される。

(2) 操業経費

本設備の操業に必要な直接人員は、名古屋、横浜の夫々約30名であり、資本費を除く人件費、包装材料費を含む年間必要経費は、848百万円(1985年ベース)と推定される。

2-14-2 エチレングリコールの受入・再出荷

(1) 設備の概要

サ国より大型ケミカルタンカーにて輸送されてきた製品は日本の受入基地に一旦全量陸揚げされた後、アジア諸国の需要家向には、3,000~5,000t級のタンカーに積込まれ、又、日本の需要家向には300~500tの内航タンカーに積込まれ出荷される。

本設備は、モノエチレングリコール用とジエチレングリコール用に夫々40,000t、4,000tの貯蔵能力を有するタンク設備と積荷、積下しのためのローディングアーム及び受払配管よりなり、その設備資金は3,690百万円(1984年中ベース)と推定される。

(2) 操業経費

本設備の操業に必要な直接人員は約10名であり、資本費を除く人件費、用役費を含む年間必要経費は175百万円(1985年ベース)と推定される。

2-15 参考ケースの検討

以上基本ケースについて述べたが、参考ケースについても、ほぼ同様の検討を行ったので、その結果につき基本ケースとの相違点を中心に要旨を述べる。

2-15-1 参考ケースの製品構成と能力

低密度ポリエチレン	150,000t/年
高密度ポリエチレン	80,000t/年
モノエチレングリコール	100,000t/年
エチレン	316,000t/年

2-15-2 用役使用量

電力	448×10^6 kWh/年	(57.4×10^3 kWh/h)
海水	426×10^6 t/年	(54.6×10^3 t/h)
脱塩水	3.44×10^6 t/年	(441 t/h)

燃料ガス 161×10^{10} kcal/年 (20.7×10^7 kcal/h)

燃料ガスを除いて他用役は基本ケースに比べ10%強減少している。

2-15-3 工場設備

○用水設備

海水 75,000 t/h

脱塩水 490 t/h

純水 480 t/h

○蒸気発生設備

高圧蒸気 110 t/h × 2 缶

中圧蒸気 110 t/h × 1 缶

○受電設備 100,000 kVA × 2 系列

○圧空設備

計装空気 6,600 Nm³/h

雑用空気 4,000 Nm³/h

いずれも基本ケースに比べ同規模が縮小されている。

2-15-4 要員計画

プロセスプラントが増加したのに伴い、製造プラントの運転要員、保守、試験要員、出荷業務要員等が増加し、基本ケース(730名)に比べ117名増加し、847名となる。

2-15-5 建設費

建設費は若干増加し、1984年中サウジ完成のベースで

オンサイト設備 129,550 百万円

オフサイト設備 64,400

建設管理費 23,140

計 217,090 百万円

となる。

2-15-6 操業費

基本ケースに比し、用役費が若干減少しているものの助剤費、包装資材費、保全費、労務費いずれも増加し、事務経費を除いた年間操業費は1985年、フル操業ベースで基本ケース 24,465 百万円/年に比し 8,774 百万円/年増加し 33,239 百万円/年となっている。

2-15-7 製品輸送経費

エチレングリコールが基本ケースに比べ50,000t/年減少したが、ポリエチレンが合計で30,000t/年増加した為、輸送費合計は1985年フル稼働ベースで基本ケースの7,128百万円/年に比し593百万円/年増加し7,721百万円/年となる。

2-15-8 製品受入基地

基本ケースに比べ取扱量が変わったことにより、基本ケースに比し、1984年中完成ベースの建設費で基本ケース7,328百万円に比し、314百万円増加し7,742百万円となる。又、1985年フル稼働ベースでの操業経費も基本ケース1,023百万円/年に比し80百万円増加し1,103百万円/年となる。

II 序

論

Ⅱ 序 論

1. 調査の目的

サウジアラビア王国、アルジェベールに建設される石油化学工場及びここで生産された製品の販売地迄の輸送並びに製品受入基地の設備費、操業経費等を予備的に調査報告し、当石油化学工場の事業計画案策定の一助とすることを目的とするものである。

2. 調査の経緯

本調査に至る経緯を簡単に述べると次の通りである。

- (1) 1975年3月 日本政府とサウジアラビア政府間の経済技術協力協定が締結され、本協定に於いて工業分野に於ける合併事業を設立することにより日サ協力を推進することになった。
- (2) 1977年11月 本プロジェクトを関連業界の巾広い資本参加を得たナショナル プロジェクトとして推進するため財団法人 中東センターの日本サウジアラビア協力機構に石化協、石連、電事連の参加を得てサウジアラビア石油化学特別委員会が設置され、本件をナショナル プロジェクトとして推進するための連絡及び準備を行うことになった。
- (3) 1977年12月 通産省、外務省、の幹部がサ国基礎産業公社を訪問し、事業のフィージビリティが双方にとって満足するものであればこれを実施するとの前提のもとに予備的調査を開始したい旨の意思表示を行い、サウジ側はこれを受け入れた。
- (4) 本予備的調査の実施に当り、後述の調査業務を国際協力事業団の依頼により、三菱油化エンジニアリング社が受託することになった。

3. 調査の方針

サ国へ提出する事業計画案は、事業当事者の意志の表明となるべきものである。

然るに本調査は事業当事者が実施するものでないので本調査に於ては、Fact Finding に基づく事項の調査に重点を置くことにし、事業当事者の意志に基づく判断事項は将来の事業当事者の判断に委ねることにした。

従って、本調査の範囲としては

- 現地設備計画
設備仕様の決定、設備費の試算、原料、用役費、修繕費の試算
- 現地要員計画
会社組織、要員計画、労働関連費用の試算
- 製品の輸出計画
輸送形態、輸送経費の試算
- 製品の受入基地計画（日本）
設備仕様、操業費の試算

等の事業に於けるコスト関連事項の把握に限定することにし、

○ 製品販売計画

製品の販売量及び販売価格

○ 経済性判断

Project Economic Life 及び償却期間を考慮した経済性の計算

等は事業当事者が実施するものとして本調査より除外することにした。

4. 調査の前提

本調査に当り、次の様な前提を設定した。

(1) 事業のスケジュール

サウジアラビア及び中東での石油化学事業の計画等を参考に、現状の進捗状態より判断して次の様なスケジュールを仮定した。

1980年/中	合弁会社設立
＃	設計、建設工事発注
1984年/中	設備完成
1984年/中～末	試運転
1985年初	営業生産開始

(2) 製品計画

製品計画の設定に当っては、次の条件を考慮して一応、次の様に仮定した。

- サ国は石化製品の市場が狭隘であるので製品はサ国以外で販売しなければならないこと。然るに世界的な販売網を有しない日本企業としては、その市場は日本及び伝統的な日本の市場であるアジア市場を対象としなければならない。
従って、サ国で生産する製品は日本及びアジアの市場を対象とした製品であること。
- サ国で生産する場合の原料特性として消費地への輸送の容易なナフサ及びプロパン、ブタンを使用するよりも現地で廃棄燃焼されているエタンを原料とする方が原料の経済性で優ること。従ってエタンを原料とした製品が選定される。
- 設備の操業及び建設に際し、良質な熟練労働者の少いサ国に於いては、製造工程が複雑でなく、所要人員の少ない製品の製造が好ましい。
従って、complexとしても、単一規模としても大きく製品の種類が少ないことが好ましい。
- 海上長距離輸送の必要性より取扱いの容易な製品であることが好ましい。

基本ケース

低密度ポリエチレン	200,000 t/年
モノエチレングリコール	150,000 #
(繊維向)	

エチレン	約 316,000 t/年
Alternative case	
低密度ポリエチレン	150,000 t/年
高密度 #	80,000 #
モノエチレングリコール	100,000 #
(縦 横 向)	
エチレン	316,000 #

(3) 製品の販売市場

製品の販売市場は次の様に仮定した。

○ ポリエチレン

サウジ製品は全量サ国外へ輸出するものとし、生産量の50%は日本へ、残り50%は東南アジア諸国へ輸出するものとした。

○ エチレングリコール

サウジ製品は全量サ国外へ輸出するものとし、生産量の50%は日本へ、残り50%は東南アジア諸国へ輸出版売するものとした。

(4) 調査の範囲

本事業に必要な原料エタン及び用役（燃料、電気、脱塩水、海水）は工場渡してサウジ側政府機関より受取るものとした。

従業員の住居及び生活施設はサウジ側政府機関より、貸与を受けるものとし、又港湾施設及び製品出荷用道路等のインフラもサウジ側で施工し、Feeベースで使用させて貰うものとした。

従って本調査の範囲としては

- サ国での生産活動に必要なものとして、サウジに於ける生産、用役、出荷、廃棄物処理設備及びプラント類のメンテナンス設備及び事務所等の設備とこれら運営に必要な労務費、原料、用役費、メンテナンス費等の調査
- サ国の工場で生産された製品を日本及びアジア諸国に輸出するための工場からと港迄のトラックによる内陸輸送及び海上輸送、更には日本での内陸部の受入基地迄の輸送の調査
- 日本の受入基地に於ける製品の包装（ポリエチレン）、出荷の調査となる。

5. 調査チームの編成

調査チームは三菱油化エンジニアリング社社員の21名より編成した。

主要調査団員表

氏名	調査担当業務	所属
小野 準之助	全般統括	三菱油化エンジニアリング㈱ 取締役
*倉田 武彦	オフサイト設備計画全般	三菱油化エンジニアリング㈱ 営業技術部次長
*丁子 睦	プロセスプラント設備計画 全般	三菱油化エンジニアリング㈱ 企画管理部課長
*北尾 建	工場運営計画全般	三菱油化エンジニアリング㈱嘱託 三菱油化㈱企画部課長
*坂下 哲生	インフラストラクチャー 計画全般	三菱油化エンジニアリング㈱嘱託 三菱商事㈱化学機械部部長付
*後藤 洩生	メンテナンス設備計画	三菱油化エンジニアリング㈱嘱託 三菱油化㈱四日市事業所施設部 技術グループリーダー
*岩佐 克範	土木建築設備計画	三菱油化エンジニアリング㈱ 鹿島支社土建グループ
佐藤 武比古	プロセスプラント(モノマー)	三菱油化エンジニアリング㈱ 鹿島支社設計1グループリーダー
鈴木 浩	プロセスプラント(ポリマー)	三菱油化エンジニアリング㈱ 四日市支社設計グループ課長
小森 正一	用役・付帯設備計画	三菱油化エンジニアリング㈱嘱託 千代田化工建設㈱ユーティリティー システム エンジニアリング部部長
戸田 庸三	製品受入基地計画	三菱油化エンジニアリング㈱ 鹿島支社設計2グループリーダー
山田 修司	要員関係	三菱油化エンジニアリング㈱嘱託 三菱油化㈱企画部課長
岸本 正雄	輸送計画	三菱油化エンジニアリング㈱嘱託 三菱商事㈱運輸部企画課課長
*山本 達雄	現地事情全般	通産省基礎産業局
*津田 和彦	現地事情全般	国際協力事業団

(*現地調査団員)

6. 調査の日程

1978年2月初より着手し、2月中より2週間の現地調査を行いこれをベースに国内で取りまとめ作業を行ない、5月下旬に調査、報告を完了するものと予定した。

Ⅲ 現地調査報告

Ⅲ 現地調査報告

1. 調査目的

先に記載された通り、本調査はサウジアラビア王国、アルジュベールに建設される石油化学工場の総合計画並びに建設費、操業経費等を検討することにあるが、そのためには、各設備の検討の前提とすべき設計基準、設備範囲、産業基盤整備計画等につき、サウジに赴き、サウジ側担当窓口と打合せすると共に建設予定地を視察、最新の資料並びに情報を入手する必要があるため、以下の方針に従い調査を行ったものである。

2. 調査方針

- (1) 本事業のサウジ側窓口であり、かつ合併事業のサウジ側主体である SABIC (サウジアラビア基礎産業公社) との打合せによる原料、用役の供給条件等の入手
- (2) 建設予定のアルジュベール地区の工業基盤整備を主管している ROYAL COMMISSION (王立委員会) と具体的な設計諸元並びに基盤整備の実現計画につき打合せすること。
- (3) 当日本の石油化学工場建設予定地区を訪問、現地の実際の状況と基盤整備の進捗状況につき視察すること。
- (4) 更にサウジアラビア (リヤド) にて現地製油所の建設を行っている千代田化工機建設現場と既に現地での 16 年余の操業経験を有するアラビア石油機カフジ鉱業所を訪問、サウジでの工場建設並びに運転操業上の問題につき現地事情を聴取すること。

以上の 4 点を調査の方針として

- 1) 原料、用役の供給条件 (含入手価格)
- 2) 建設地区の地盤、土質
- 3) 気象条件
- 4) 土地、港湾施設使用条件
- 5) 関連施設の利用可能性

に等につき調査がなされた。

3. 調査団の編成

上記調査方針に基づき、現地調査団は技術専門家 6 名及び所轄官庁の 2 名、計 8 名の次記メンバーにより編成された。

現地調査団メンバー表

	氏名	調査主担	所属会社 職階
団長	倉田武彦	全般統卒	三菱油化エンジニアリング機 営業技術部次長

	氏名	調査主担	所属会社職階
団員	丁子 睦	プロセスプラント 設備計画全般	三菱油化エンジニアリング(株) 企画管理部課長
"	北尾 建	オフサイト設備 計画全般	三菱油化エンジニアリング(株)嘱託 三菱油化(株)企画部課長
"	坂下 哲生	インフラストラクチャー	三菱油化エンジニアリング(株)嘱託 三菱商事(株)化学機械部部長付
"	後藤 洩生	メンテナンス設備 計画全般	三菱油化エンジニアリング(株)嘱託 三菱油化(株)四日市事業所 施設部技術グループリーダー
"	岩佐 克範	土木建築設備計画全般	三菱油化エンジニアリング(株) 鹿島支社土建グループ課員
"	山本 達雄	現地事情全般	通産省基礎産業局
"	津田 和彦	"	国際協力事業団

4. 調査日程

現地調査の日程及びルートを以下に記載する。

月/日	曜	行程	主業務	宿泊地
53-2/15	水	9.40 Lv. TOKYO 20.55 Ar. SINGAPORE	団員打合せ	SINGAPORE
2/16	(木)	20.45 Lv. SINGAPORE		機中
2/17	⊙	1.55 Ar. BAHRAIN 7.00 Lv. BAHRAIN 8.00 Ar. RIYADH	日サ合同委員との打合せ	RIYADH
2/18	日		第1回 SABIC 打合せ(日サ合委主催昼食会)	同上
2/19	月		第2回 SABIC 打合せ(SABIC主催昼食会)	同上
2/20			PETROMIN RIYADH製油所増設 千代田化工建設現場視察	同上
2/21	火	8.10 Lv. RIYADH 9.00 Ar. DHAHRAN	JUBAIL地区プラントサイト視察	AL-KHOBAR

月/日	曜	行 程	主 業 務	宿 泊 地
2/22	水		JUBAIL ROYAL COMMISSION打合せ	AL-KHOBAR
2/23	(木)		DAMMAN港、ARAMCO居住地視察	同 上
2/24	金		団員打合せ(SABIC、マンスール氏宅訪問)	同 上
2/25	土		報告書作成(JICA主催夕食会)	同 上
2/26	日	7.00 Lv. AL-KHOBAR		KUWAIT
		10.30 Ar. KHAFJ I	アラビヤ石油カンジ鉱業所視察	
		16.30 Lv. KHAFJ I		
		19.40 Ar. KUWAIT	KUWAIT大使館訪問	機 中
2/27	月	22.35 Lv. KUWAIT		
2/28	火	23.20 Ar. TOKYO		

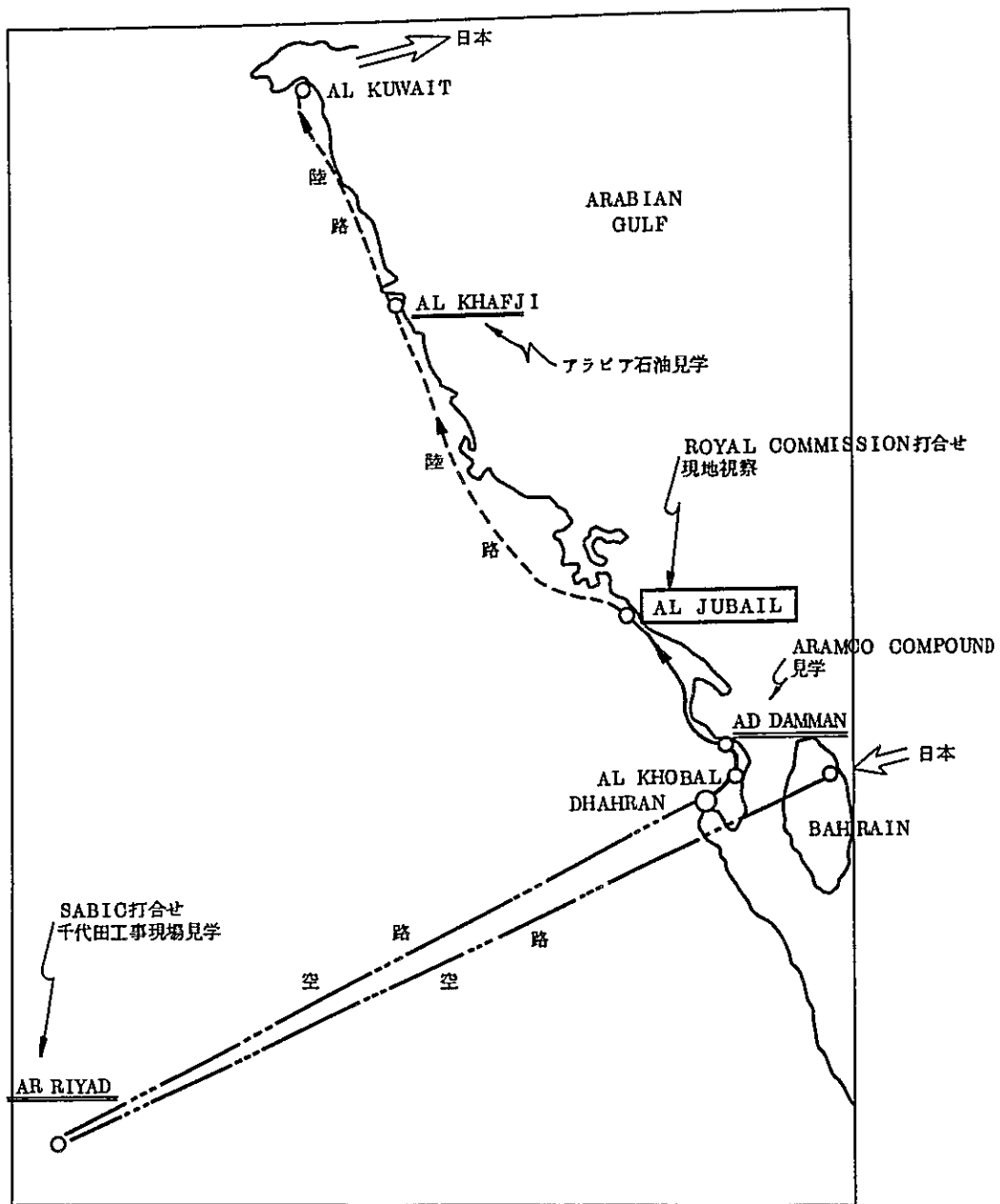
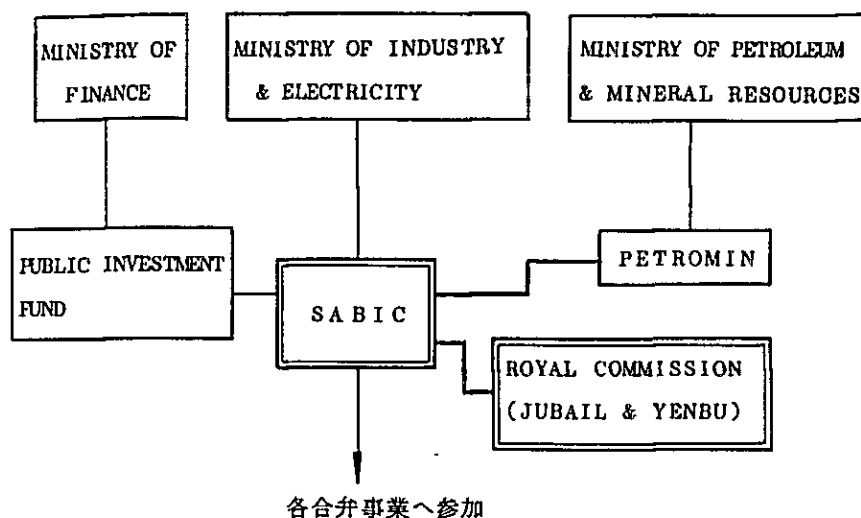


図 III - 01 現地調査団の調査訪問ルート

5. 調査結果

5-1 現地状況

5-1-1 SABICとROYAL COMMISSIONの所管業務



上記関係図に示される通り、SABIC(基礎産業公社)は、サウジアラビア政府工業電力省の下部組織として、石油、ガス産業を除く鉄鋼、石油化学、肥料、アルミ等の基礎産業に関する外国との合併事業を推進し、育成する機関であり、主に東部アルジュベイル地区と西部ヤンプ地区の工業基盤整備を所管するROYAL COMMISSION(王立委員会)並びにPETROMINその他の関連機関と連携をとりながら業務を取進めている。

即ち、今回の日本石油化学事業のサウジ側の具体的推進母体であり、かつ合併のパートナーとなるのがSABICであり、又アルジュベイルの工業港、商業港の完成から、各工場の操業に要する電力、海水、脱塩水等の供給、更には住居施設、教育、通信、娯楽施設等全ての機能を含む都市計画の完成に至るまでの具体的工業基盤整備を行うのがROYAL COMMISSIONであることが確認された。

5-1-2 立地環境

サ国が工業開発を計画しているアルジュベイルのIndustrial Complexは別図に示す如くアラビア湾岸に面した人口約6,000人の漁村であったアルジュベイルの町の北方に位置する縦7km、横8km、面積約60km²の工業団地であり、ここに石油精製、石油化学(エチレンコンプレックス4工場)及びメタノール、アルミ精錬、還元鉄等の工場とこれらの工場にて生産された製品を加工し、国内需要に見合った製品を製する工場(Secondary Industry)及びこれらの工場の生産活動を維持するために必要なメンテナンス工場(Support

Industry)が計画されている。

石油化学については既にSABICとSHELL社(米)、DOW社(欧)と夫々の間でInterim Agreementが締結され、詳細なFeasibility Studyを実施中であり、その立地も別図の如く予定されている。

日本との合併の石油化学工場として予定されている用地はSHELL社の西隣りである。当立地に於ける原料、用役の入手方法及び製品の出荷方法及び居住地域との関係を述べると、

(1) 原料・用役の入手

原料エタン、燃料メタン、海水、脱塩水及び電力は全てサ国側で建設・運営される施設より当工場に供給されることになるが、これらは全て当用地の南境界沿いに東西に走る巾700mの道路帯に敷設されるパイプライン及び送電線より分岐して供給される。次にこれら供給施設について触れる。

- 当工場への原料エタン及び燃料メタンの供給施設は当Complexの南5kmに位置し、ここで周辺のガス油分離設備より分離された随伴ガスより酸性物質等の除去を行った後メタン・エタンの各ガス溜分に分留し、当工場にパイプラインにて送られてくる。
- 当工場への脱塩水の供給施設は当Complexの南20kmに位置し、ここで海水蒸溜により得られた脱塩水は2本のパイプラインにより当工場にループ状で送られてくる。
- 当工場への電力の供給施設は当Complexの南方80kmのダーランに主発電所を有するが、当Complexの南北のアラビア湾岸沿いにもいくつかの発電所を有し、これらがネットワーク状に連結されていて当Complex内の南北2ヶ所の受電所に送電されてくる。
- 当工場で使用される冷却水としての海水は工業港の突堤の先端に設けられた取水ポンプにて吸みあげられCauseway上をパイプラインにて圧送されComplex内に送水されてくる。

(2) 工場廃水

当Complex内には共同の廃水処理施設が設けられるので各工場は共同廃水処理場への排出基準に見合った一次処理を行った後排水する。

(3) 製品の出荷

当工場にて生産される製品の内エチレングリコール等の液体製品は工業港のCauseway上をパイプラインにより輸送され工業港の海岸より約5km先に設けられたバースに着岸されたタンカーに積荷され国外に出荷される。(工業港は9バース設備されその水深は-14~-16mである)

又、ポリエチレン等の固体の製品は工場よりトラックにて商業港に運搬された後、コンテナ船又は在来貨物船に積荷され出荷される。

(商業港は16バース設備され、その水深は-10~-14mであり、内2バースはコンテ

ナー船用に使用される)

(4) 従業員の居住施設

当工場の従業員の居住施設は当 Complex の北方、湾岸沿いの位置し、ここに住居、リクリエーション施設、学校、病院、マーケット、役所が計画されている。

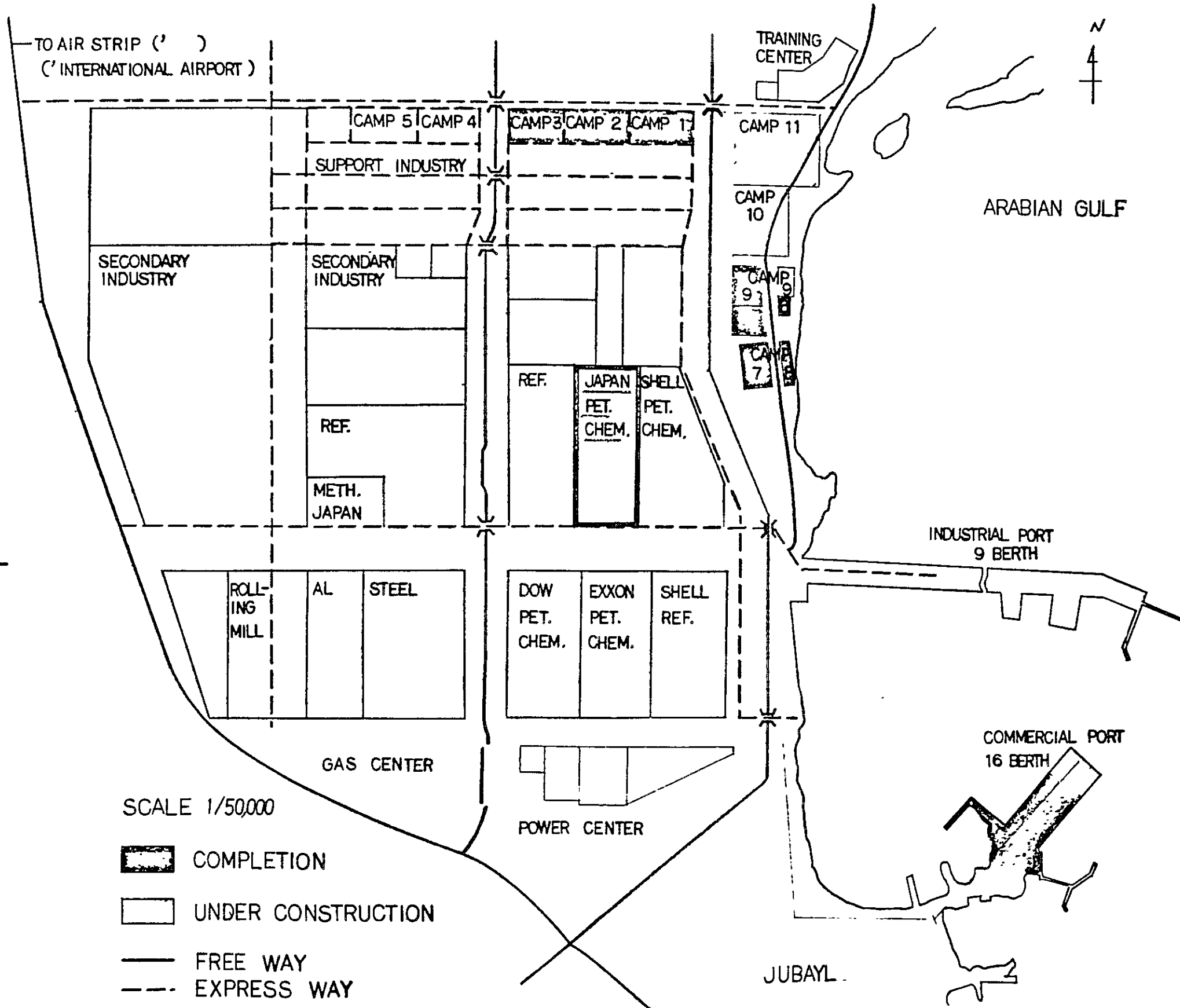
(5) 空 港

当 Complex の西方には空港が計画されていて 1981 年には国際空港となることが予定されている。

(6) 道路及び交通機関

別図の如く、当 Complex の周辺及び湾岸沿いには高速道路が計画され、居住区域からの通勤用の公共の交通機関として都市バスも計画されている。

III-02
 JUBAYL
 INDUSTRIAL
 COMPLEX



SCALE 1/50,000

- COMPLETION
- UNDER CONSTRUCTION
- FREE WAY
- EXPRESS WAY

5-1-3 PLANT SITE

図Ⅱ-02に示す通り当日本の石油化学工場の立地予定場所はSHELL社の石油化学工場の西側に隣接する巾910m、長さ2200m(約60万坪)の長方形のエリアである。

予定地の西側約1/3弱はSABKHAと呼ばれる塩分含量の多い砂地であるため、プラントレイアウト及び土木基礎設計に注意を要しよう。

本予定地は現在未造成ながら、大きな凹凸はなく平坦化されれば、地面のレベルもほぼ3.8~4.0m(平均海面上)程度になろう。

5-1-4 アルジュベイル

工業化地域の概要は前述の通りであり、都市計画を除いて、アウトラインはかなり明確になってきており、現地の工事進捗状況は以下の通り顕著なものがある。

(1) COMMERCIAL PORT(商業港)

巾約500m、長さ約100mのバースは一部完成しているが、なお延長工事中である。既に片側2バース分は利用出来る状態にあり、倉庫2棟とクレーン車7~8台を有し、いつでも荷上げが可能な状態であった。

(2) INDUSTRIAL PORT(工業港)

長さ約13kmに及ぶCausewayは巾約300mで既に沖合約6km突き出ており、壮大な計画の下に着々と工事が進められており2~3ヶ月のオーダーで姿を変えていくものと思われる。

(3) CAMP HOUSE

建設要員のキャンプゾーン11区画のうち約8区画2000人強の労働者が住めるまでに至らんとしており、住居のみならず、電力供給のスイッチャードや飲料水の補給設備も建設中であり、欧米流にまず生活環境の整備を第一にしている。

住居面積と内部設備はCamp Houseといえ、日本国内の一般住宅のレベルを充分に超えるものである。

(4) その他

敷地造成、道路等も今後急速に進捗するものと見られ、あたかも茨城県鹿島工業地帯の開発初期の段階を思わせた。

5-1-5 原料・用役入手価格

サウジアラビア側から供給を受ける原料・用役単価(1978年ベース)は以下の通り。

エタンガス(原料用)	35	ct/MMBtu
メタンガス(燃料用)	35	ct/MMBtu
電力	1.45	ct/kWh
海水	1.5	ct/m ³
脱塩水	39.6	ct/m ³

尚、サウジ側が施工し、貸与する前述の諸設備（住居、港湾施設等）の借用費については、サウジ側の具体案が決っていない状況故、後日連絡を受けるか日本側で推定して決めることにした。

5-1-6 入手した技術情報と資料

準備した調査項目に基づきSABIC及びROYAL COMMISSIONと打合せし、各種資料並びにデータの聴取に努めた結果、ほぼ初期の成果を得た。

- (1) 原料・用役の受取条件が明確になった。
- (2) BASIC DATAとしての気象条件、地質条件が入手できた。(図Ⅲ-03,04,05 気温と湿度、図Ⅲ-06 風向ヒストグラフ、図Ⅲ-07~17 ボーリングデータ参照)。
- (3) 合併事業予定用地を実地に視察できた。
- (4) 設計に必要な各種法規、法律に関する当面の考え方が聴取できた。
- (5) 製品（液体及び固体）の出荷設備と設備操作の業務区分に対する考え方がある程度明確になった。
- (6) 周辺に育成されるメンテナンス企業については、目下200社にのぼる申請が出されており、本年9、10月頃には、この中から有望企業を選別決定する由。
尚、実現性の強い業種を聞くことができたので調査取進めの上で参考になった。
- (7) 建設工事に必要な便宜について、特に仮設と重量物の搬入方法について確認し、また現地調達可能な機材を確認した。

概略以上の通りであるが、都市計画については、住居、病院、学校等、全てROYAL COMMISSIONにて建設する事となっているものの具体的なScope及びRental Feeに関するPrinciple等は検討中の模様。いずれにしてもサウジ側は理想的な国際都市を考えている。

その他リヤドでの石油製油所増設工事千代田化工建設現場事務所及びサウジでアラビア石油を訪問し、各種情報を得た。

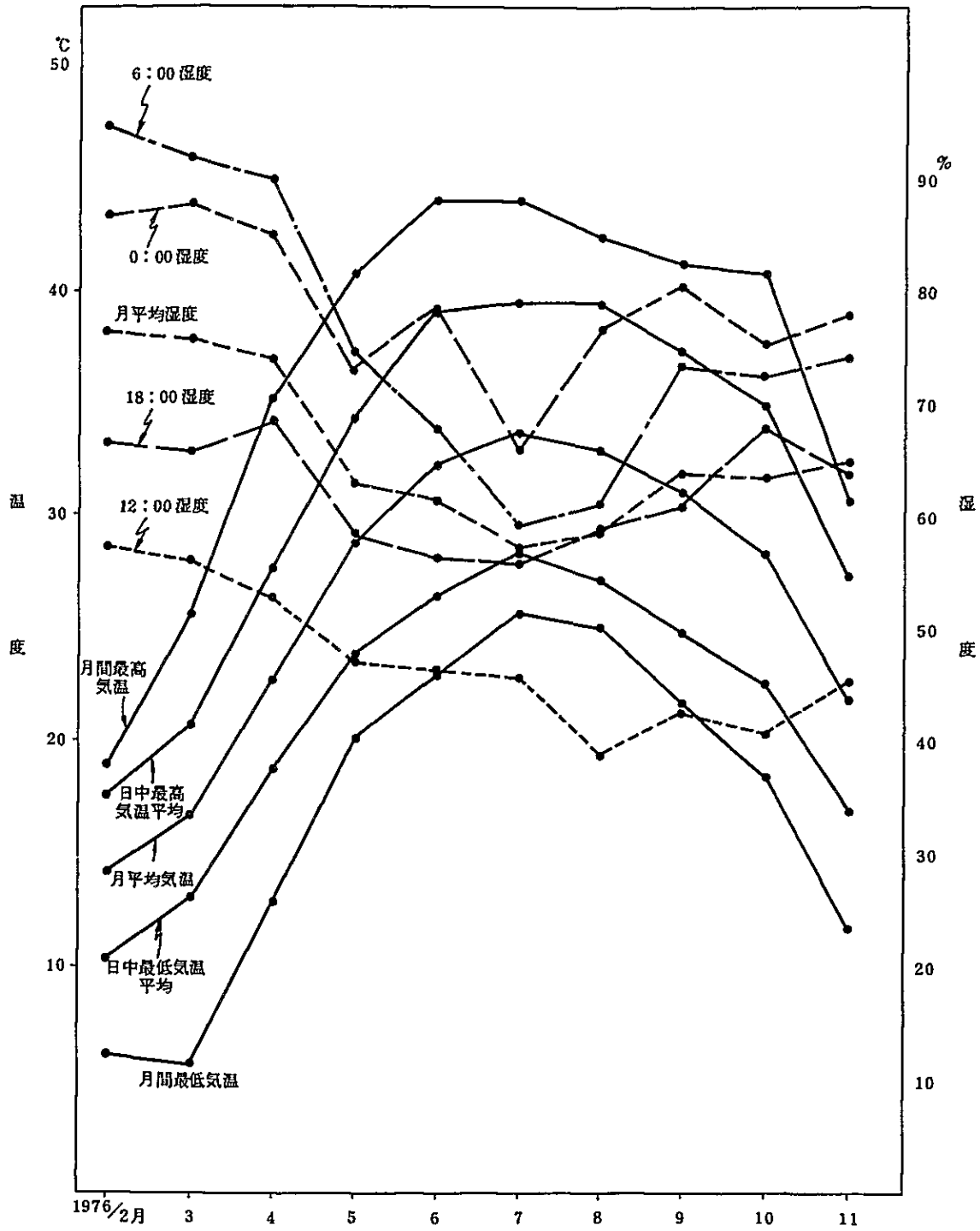


図 III - 03 アルジュベイル地区の気温と湿度(1976年)

(1976年7月13日)

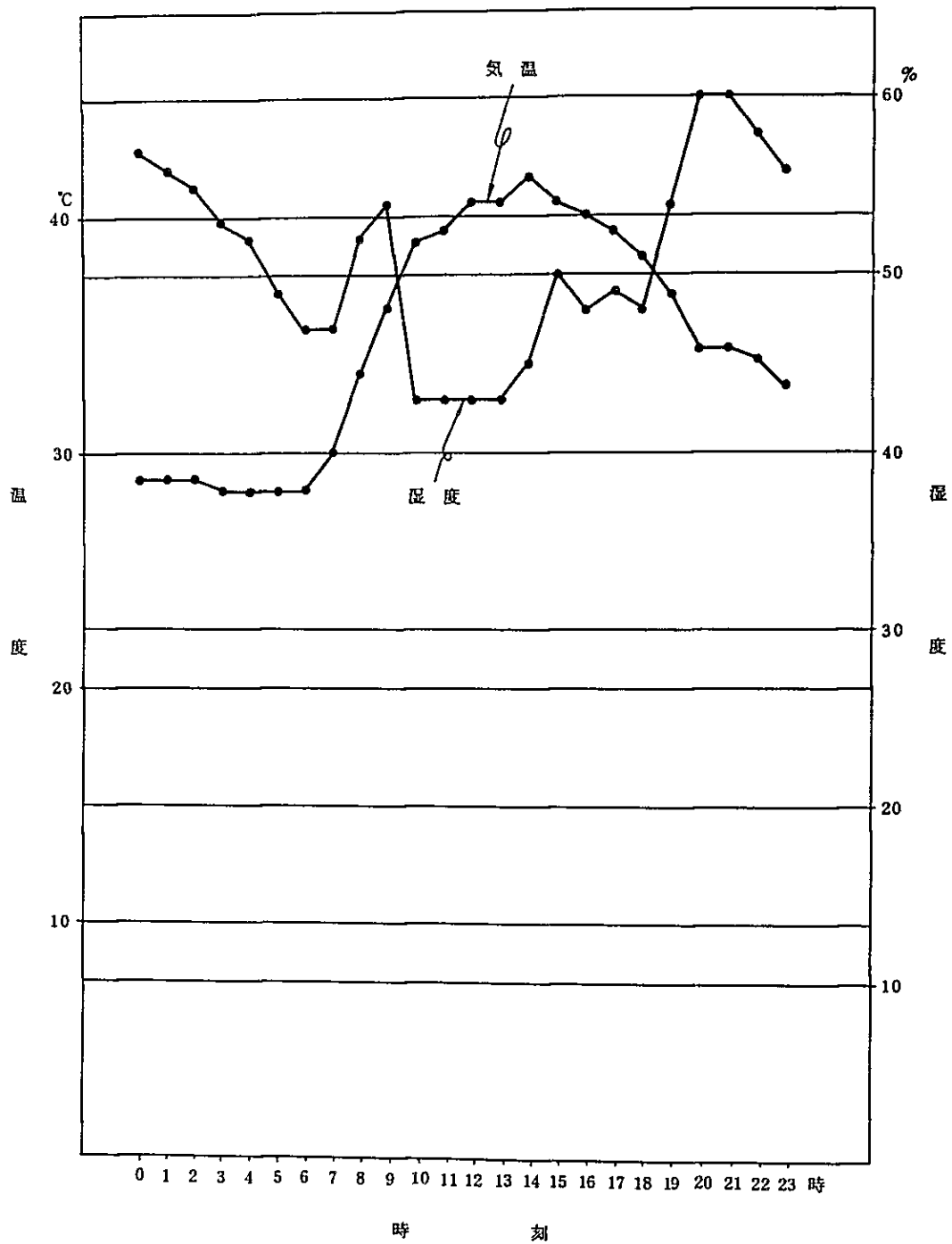


図 III-04 アルジュベイル地区の気温と湿度変化(夏場の日)

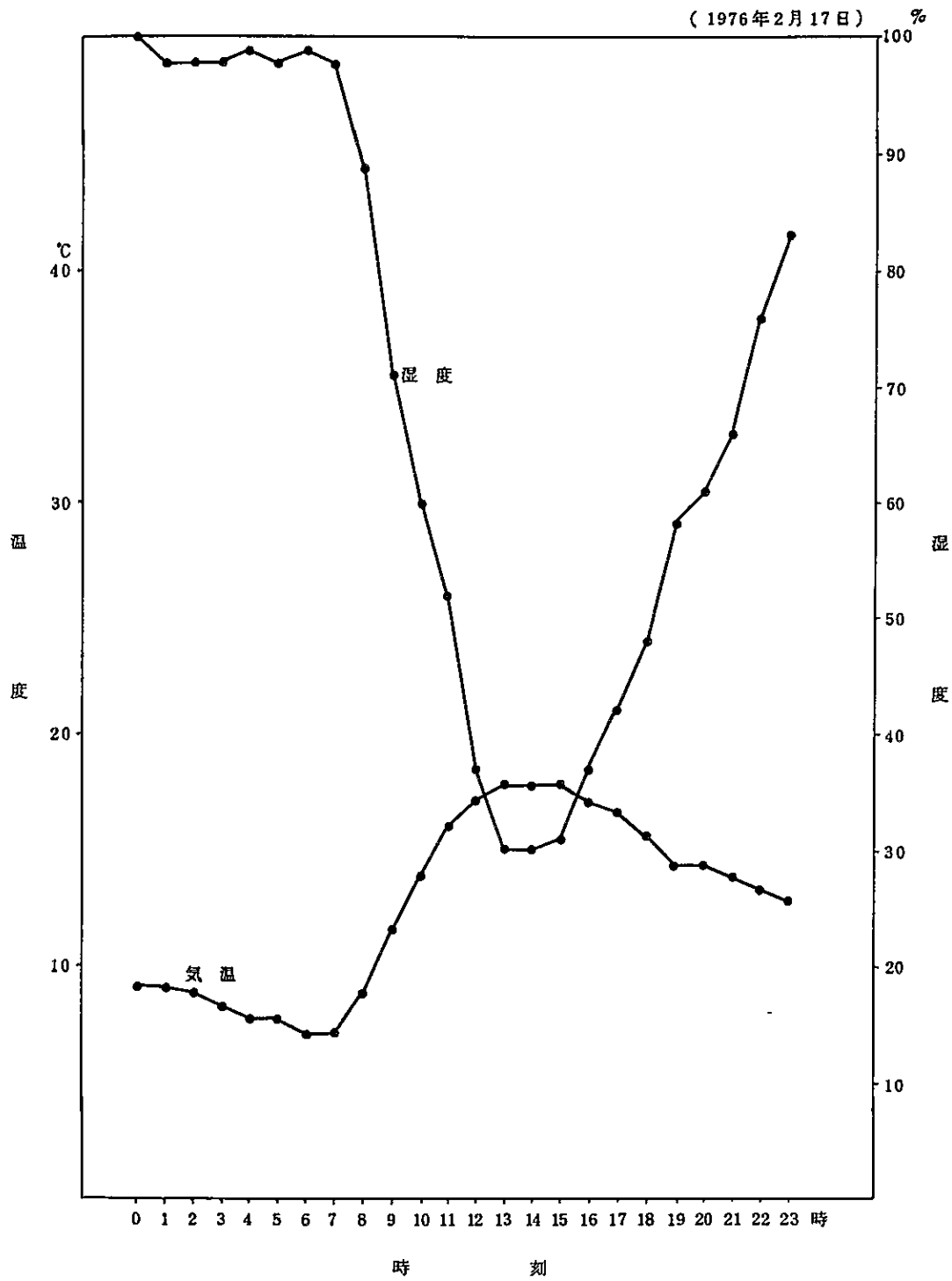
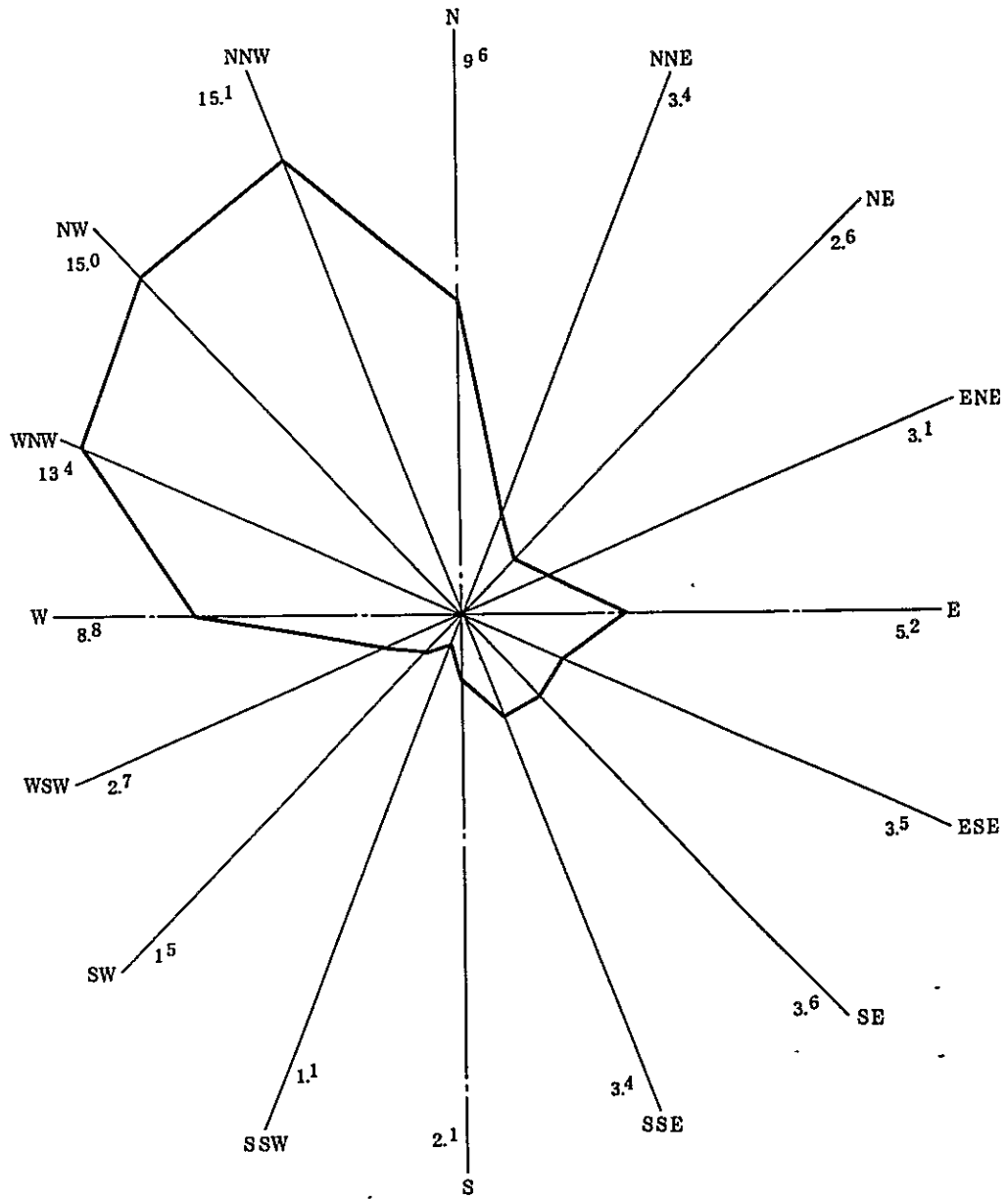


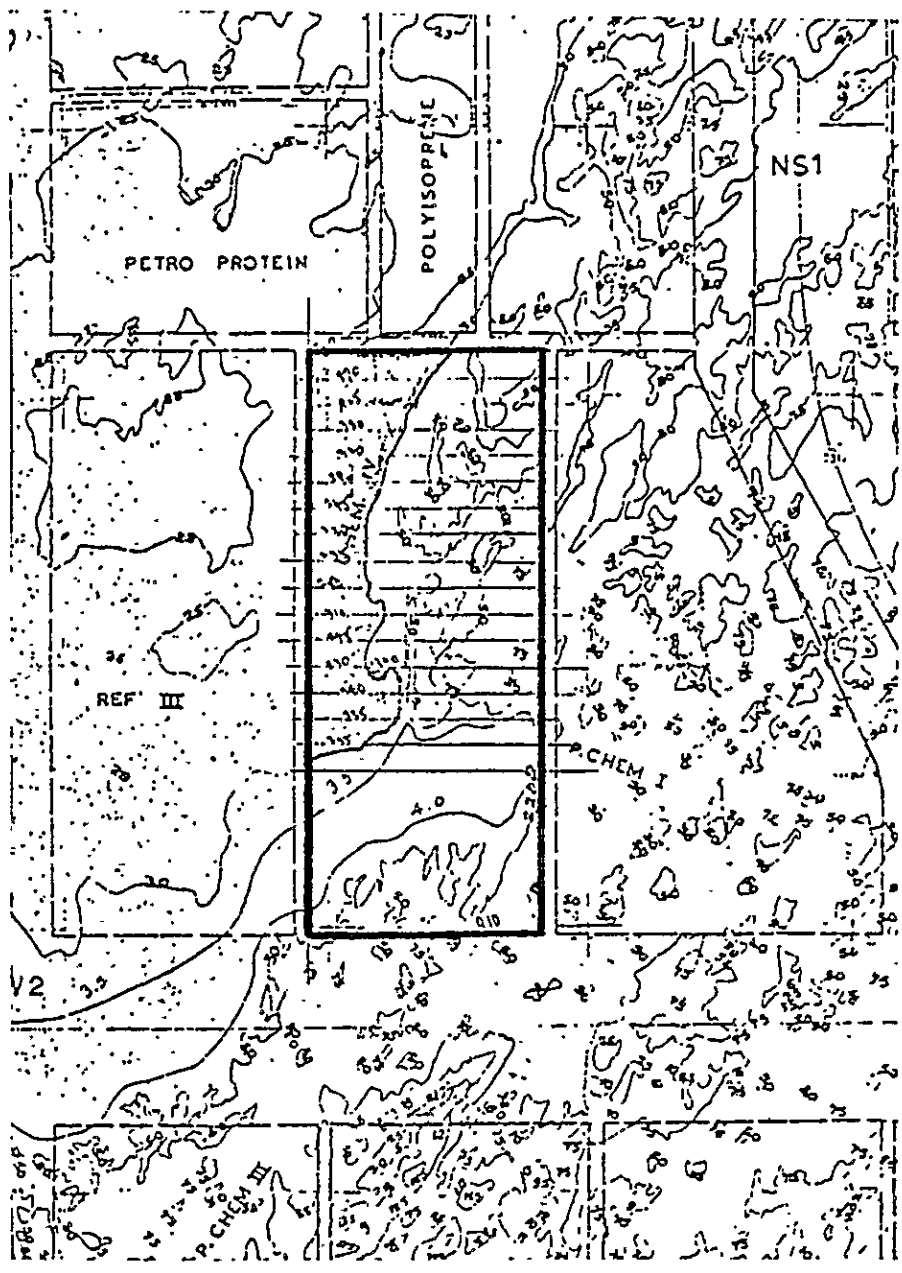
図 III-05 アルジュベイル地区の気温と湿度変化(冬場の一日)

1976 & 1977 AT AL JUBAIL



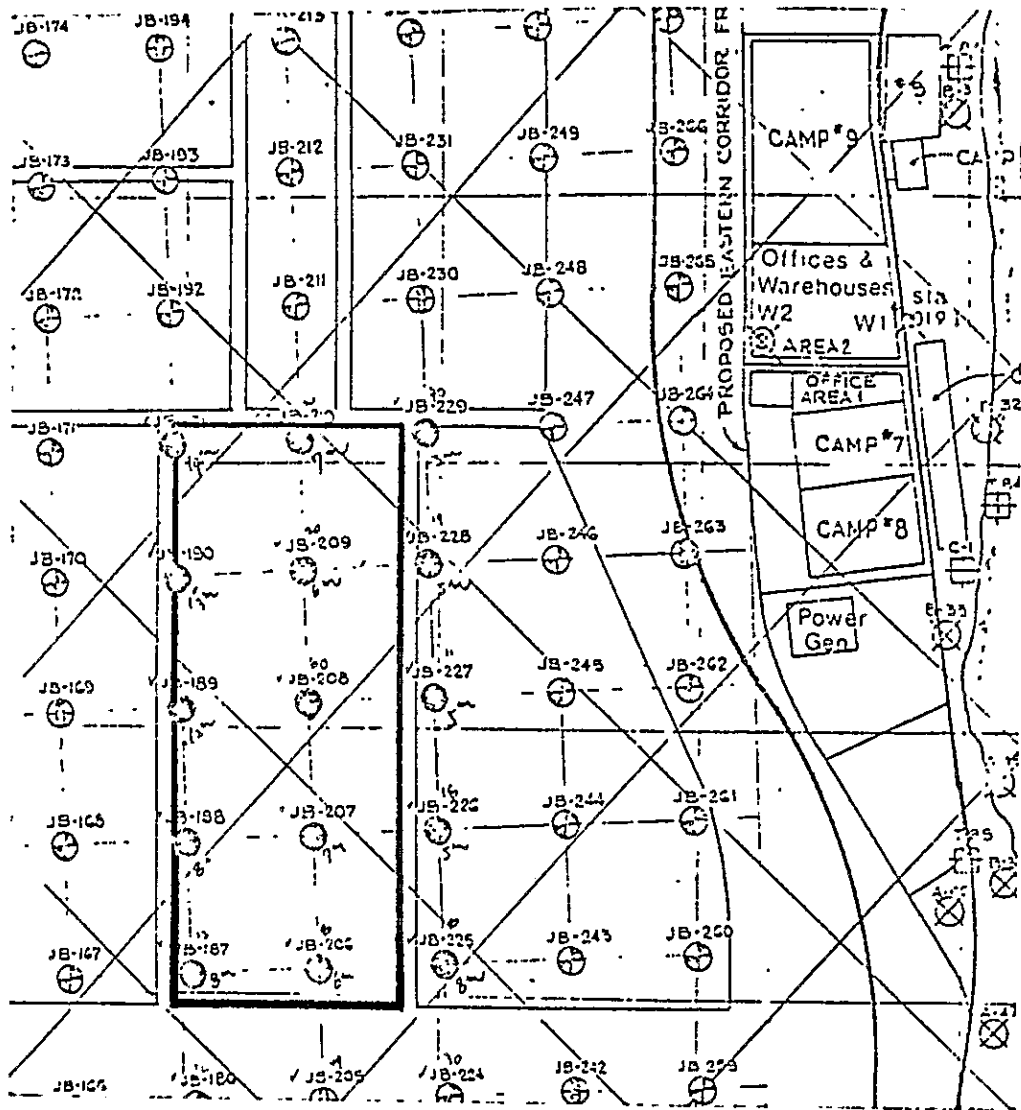
単位 %

図 III-06 風向ヒストグラフ



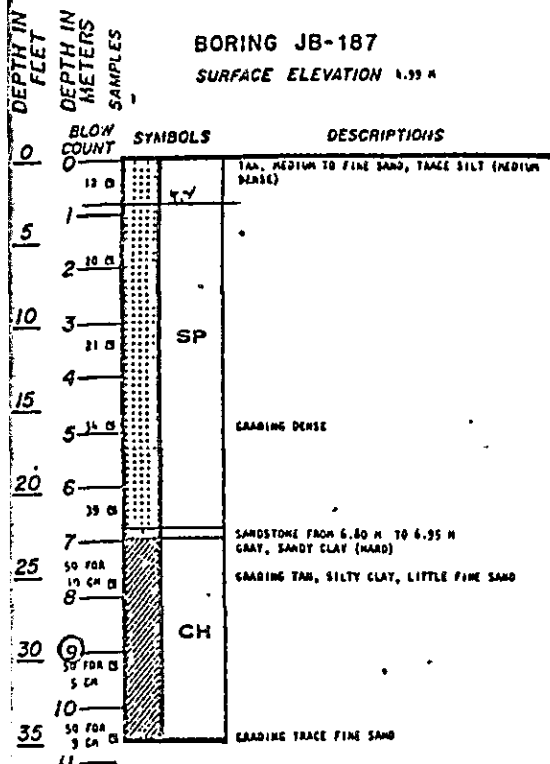
- : 黒枠内は当工場予定地
- : SABKHA 地帯を示す

図 III - 07 地形等高線図

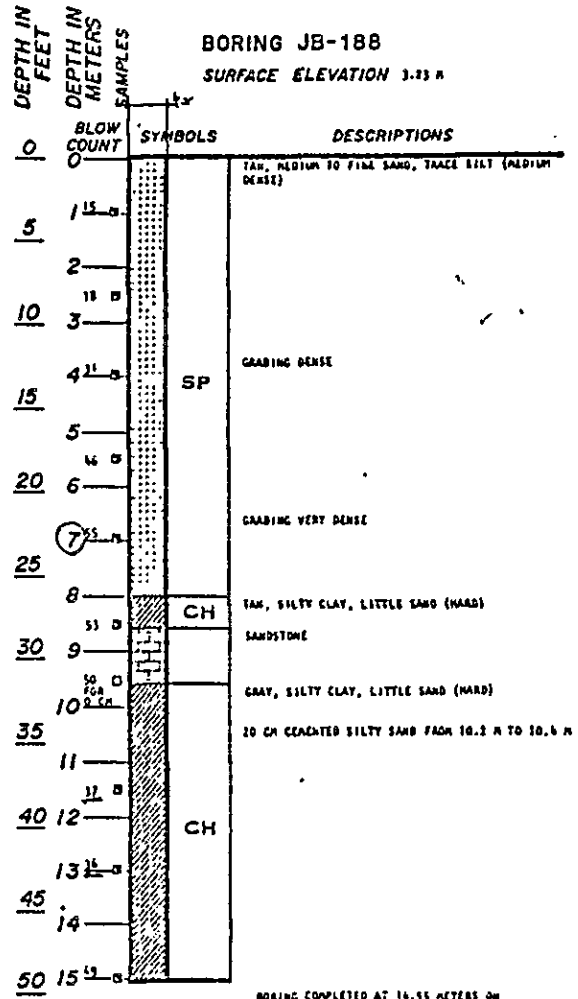


: 黒枠内は当工場予定地

図 III-08 ボーリングデータ (ボーリング調査箇所)

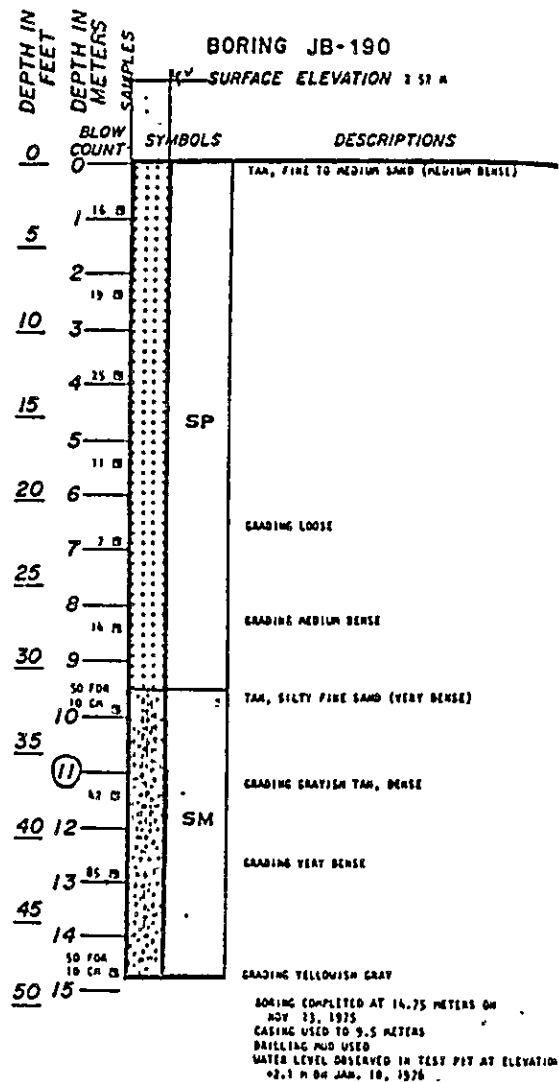
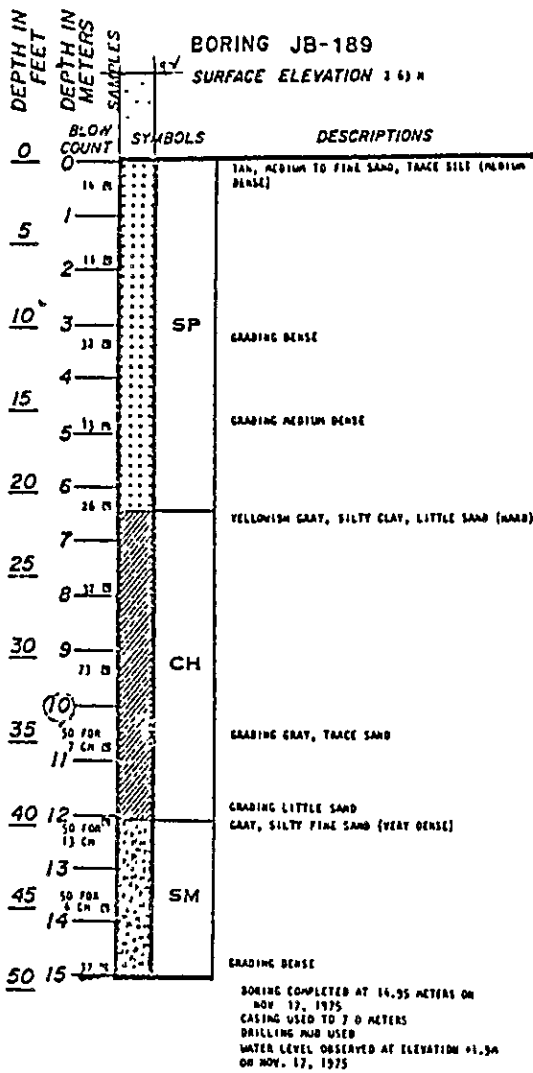


BORING COMPLETED AT 10.55 METERS ON
FEB. 8, 1976
CASING USED TO 6.8 METERS
DRILLING FLUID USED
WATER LEVEL OBSERVED AT ELEVATION +4.6M
ON FEB. 8, 1976

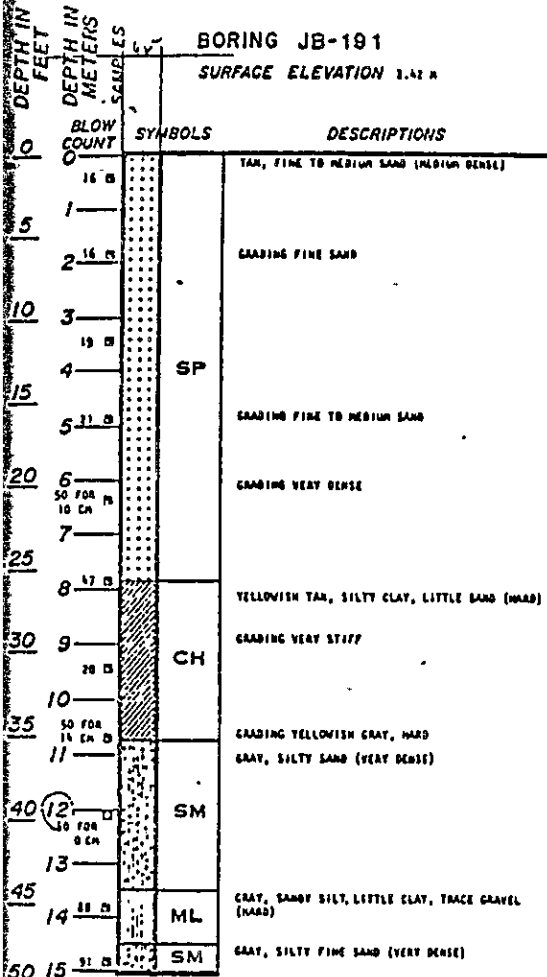


BORING COMPLETED AT 14.55 METERS ON
NOV. 18, 1975
CASING USED TO 8.0 METERS
DRILLING FLUID USED
WATER LEVEL OBSERVED AT ELEVATION +2.5M
ON NOV. 18, 1975

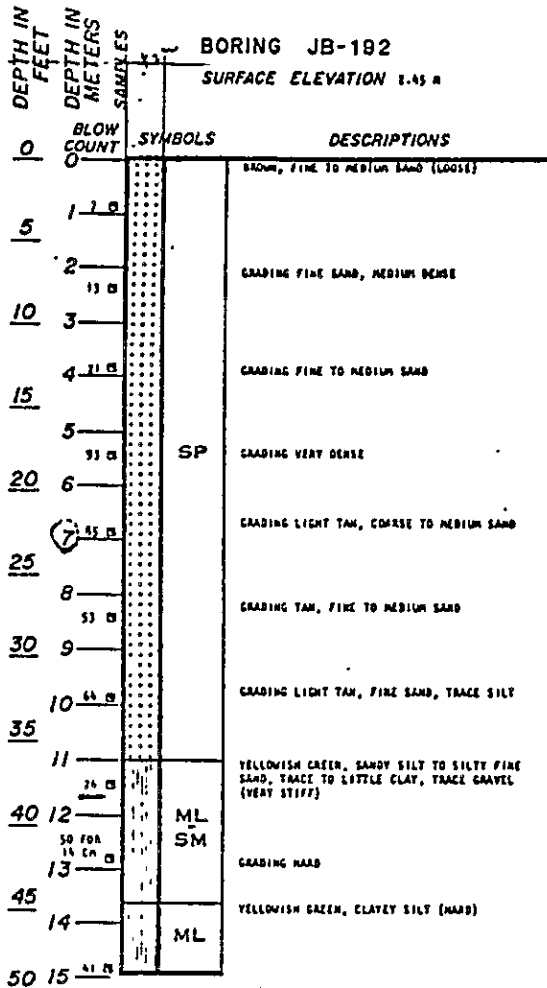
III-09 LOG OF BORINGS



III-10 LOG OF BORINGS

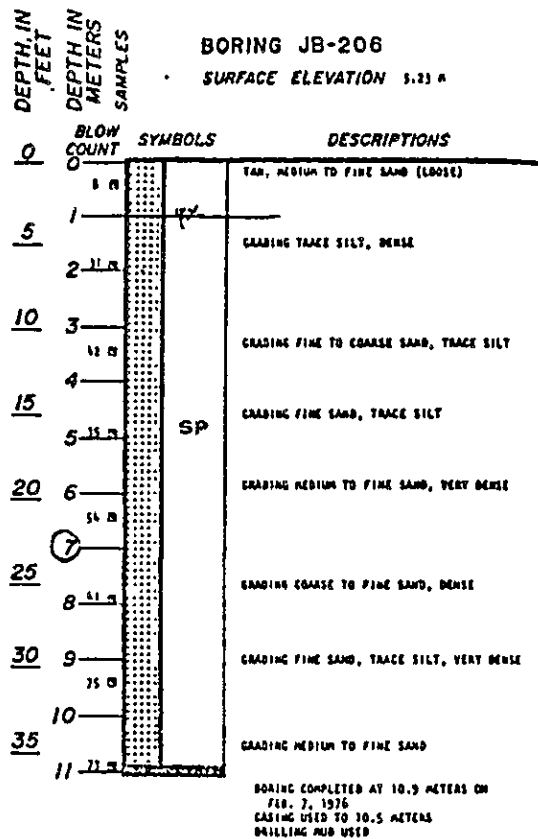
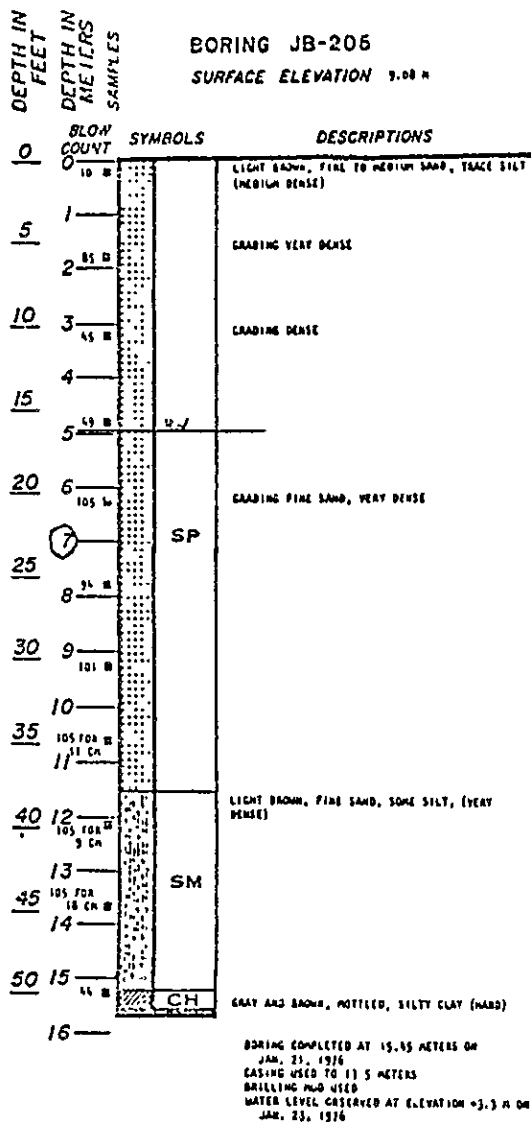


BORING COMPLETED AT 14.95 METERS ON NOV. 12, 1975
CASING USED TO 7.3 METERS
DRILLING MUD USED
WATER LEVEL OBSERVED AT ELEVATION +1.7M ON NOV. 12, 1975

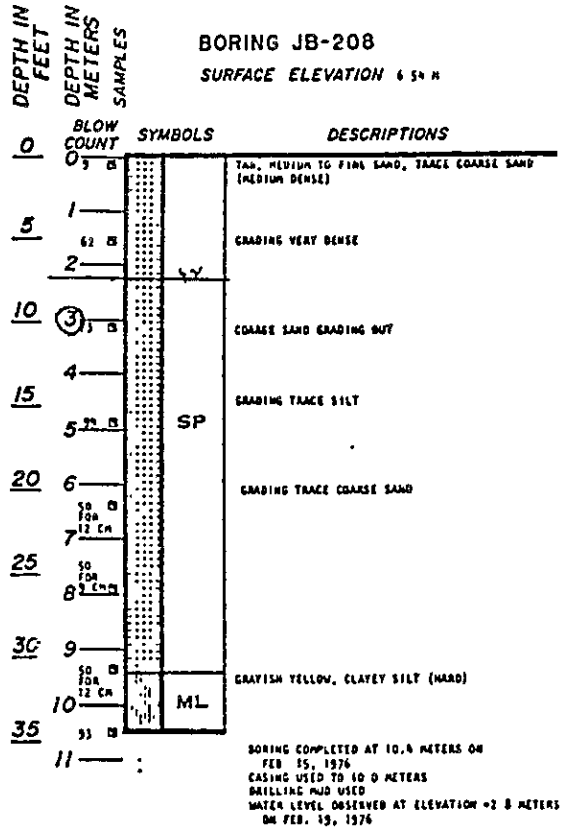
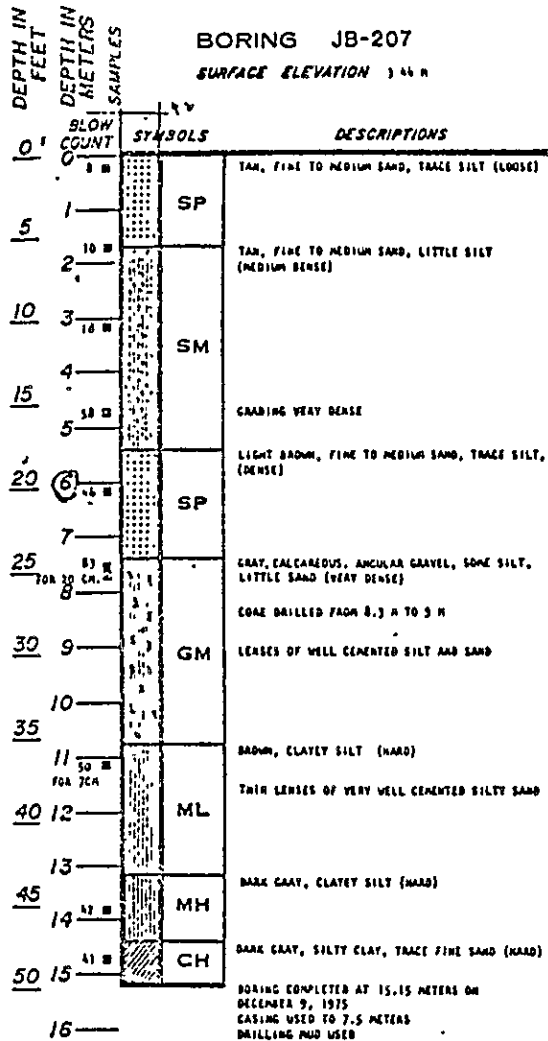


BORING COMPLETED AT 14.9 METERS ON NOV. 11, 1975
CASING USED TO 9.5 METERS
DRILLING MUD USED
WATER LEVEL OBSERVED AT ELEVATION +2.0M ON NOV. 12, 1975

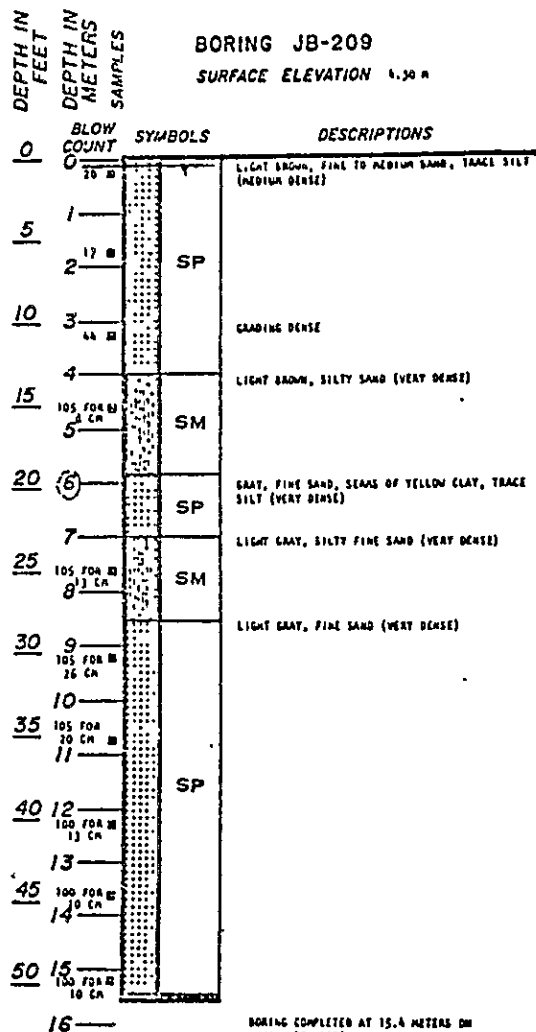
III-11 LOG OF BORINGS



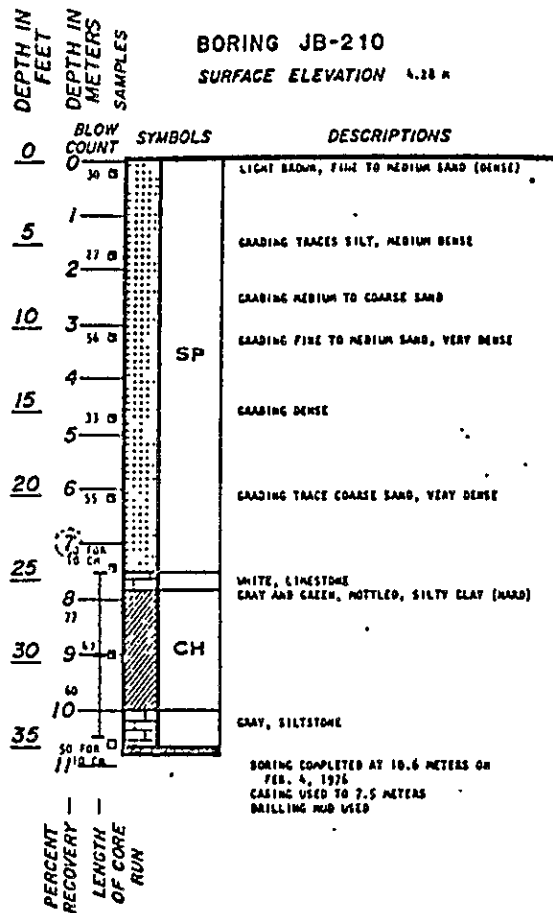
III-12 LOG OF BORINGS



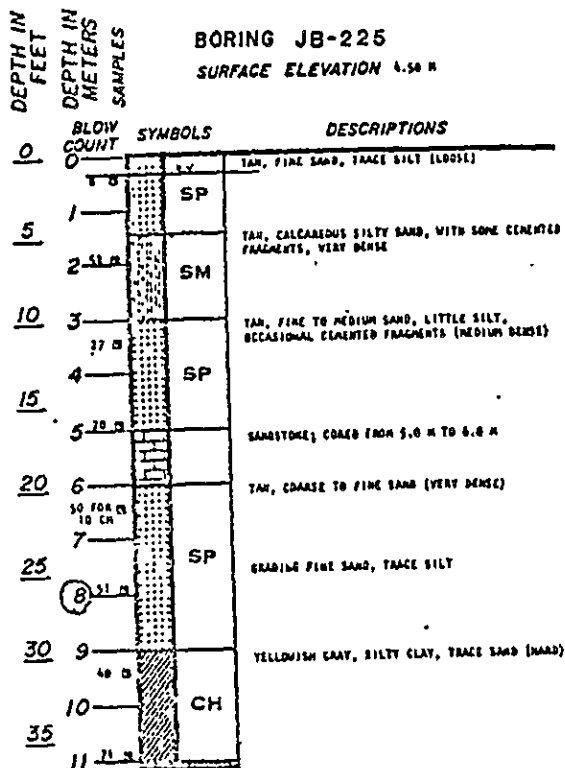
III - 13 LOG OF BORINGS



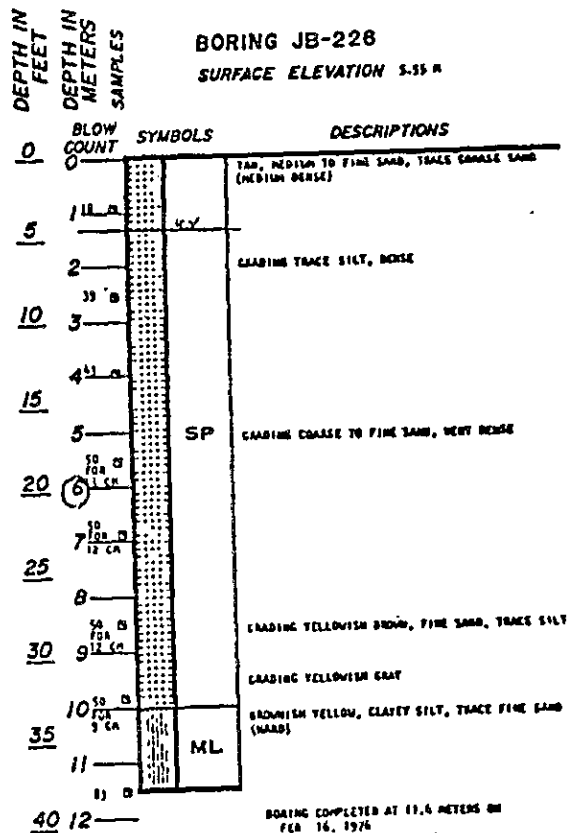
BORING COMPLETED AT 15.4 METERS ON JAN. 29, 1976
CASING USED TO 4.5 METERS
DRILLING MUD USED



III - 14 LOG OF BORINGS

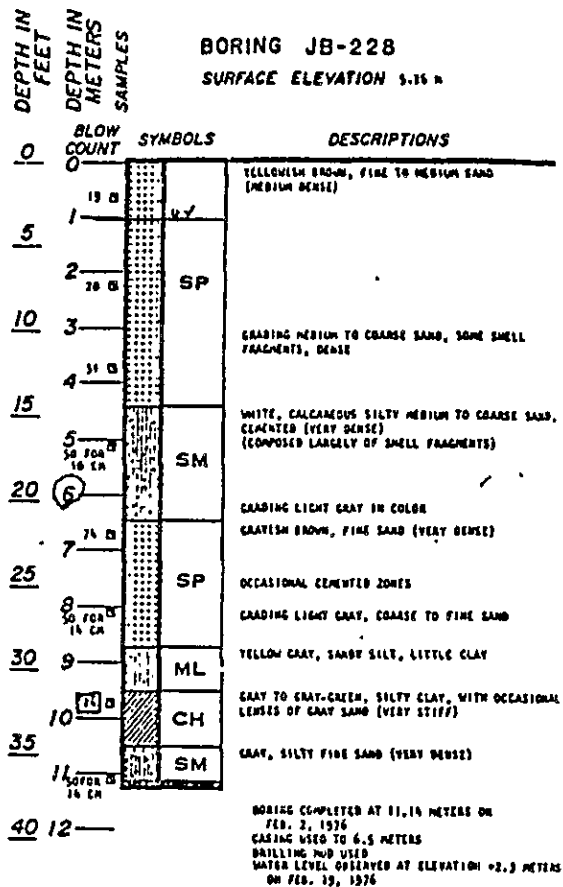
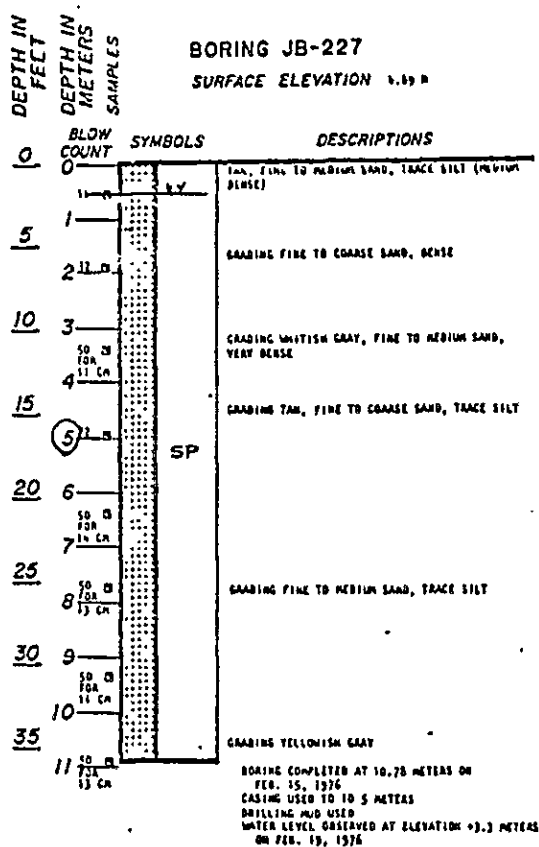


BORING COMPLETED AT 10.25 METERS ON FEB. 3, 1976
CASING USED TO 9.0 METERS
DRILLING MUD USED
WATER LEVEL OBSERVED AT ELEVATION +3.64 ON FEB. 3, 1976

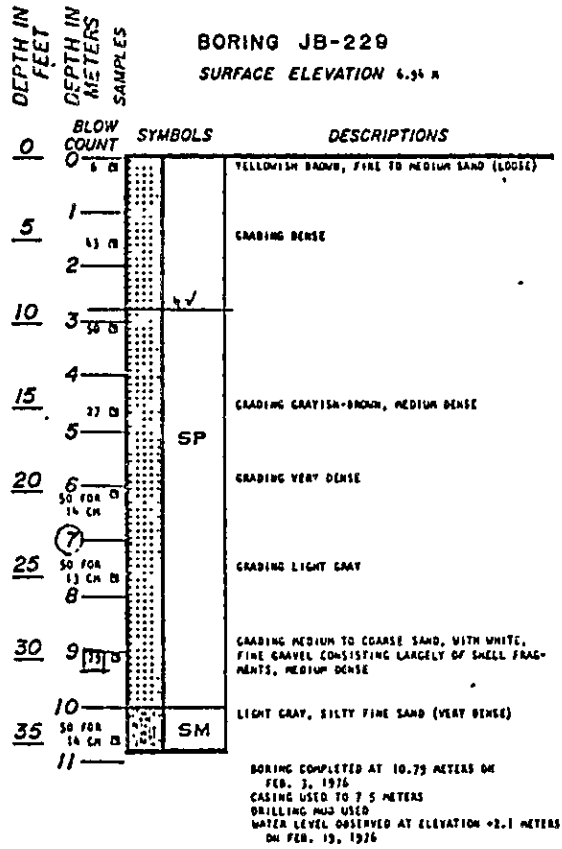


BORING COMPLETED AT 11.6 METERS ON FEB. 16, 1976
CASING USED TO 8.5 METERS
DRILLING MUD USED
WATER LEVEL OBSERVED AT ELEVATION +1.5 METERS ON FEB. 19, 1976

III-15 LOG OF BORINGS



III-16 LOG OF BORINGS



III - 17 LOG OF BORINGS

5-2 サ国の立地条件の特徴

サ国における石油化学工場の設備計画及び建設に際しての考慮すべき立地条件の特徴を要約すると次の通りである。

- (1) 原料エタン及び燃料ガスが廉価である。

熱量当りで比較すれば石油の $\frac{1}{7} \sim \frac{1}{8}$ と廉価であり、量的には豊富である。

- (2) 電力は廉価である。

日本に比べ約 $\frac{1}{3}$ と廉価である。

- (3) 脱塩水（海水蒸溜水）は高価格である。

サ国では降雨量が少く、又河川もなく、淡水は海水の蒸溜により確保しているため高価である。

- (4) 海水は余り安価でない。

アルジュベール近辺の海岸は遠浅であり、海水の一日の温度変化が大きいため取水口を海岸より遠くに設けねばならない。従って海水取水施設に莫大な費用を要するので余り安価でない。

- (5) 機械設備の保守・修理が容易でない。

アルジュベール地域の工業開発計画に対する精力的な推進により、かつては数千の人口の漁村であったアルジュベールもここ7～8年で国際的規模の港湾、空港、石油化学、石油精製、メタノール、還元鉄の工場を有す工業都市に変貌しよう。しかしここで使用される機械設備は略々全量輸入品であり、サ国では機械設備の生産は勿論、修理の可能な工場が未発達であるため機械設備の故障修理は主として輸入先のメーカーに依存しなければならないことより機械設備の故障は長期の生産停止になり易いのでこれに対しては予備品、予備機の保有、保守設備の充実、メーカーへの依存体制を整えておく必要がある。

- (6) 良質な労働力が得難いこと

サ国には外国資本による石油産業を除くと大企業及び中小企業は未発達であり、1970年以降の急激な工業開発に対しても主として近隣アラブ諸国、インド、パキスタン等の国外労働力に依存しなければならない状態にある。

又、近年の精力的な経済開発計画により学校等の教育、職業訓練施設の拡張は急激に実施されつつあるが、人材の育成は今後の課題であり、1985年前後ではサウジ国内の労働力には大きく期待できず、大部分は国外労働力に依存しなければならないといえる。

このような国外労働力への依存という、労働力需給の逼迫により人件費は生活費とは関係なく労働力需給にひばられた値となり、又、先進国人への依存は大巾な人件費負担の増加になり易い。

- (7) 自然、生活環境が厳しい。

図Ⅱ-03に見る如く、日中の最高気温は4～10月では30℃以上に達し、特に5～9月には最高気温は40～43℃位迄達することもある。

又、日中の気温差は年平均して10~15℃位あり、気温の変化は大きいといえる。

湿度についてはサ国では概して気温の上昇に伴い減少し、気温と逆の変化をする。

気温の高い4~10月については日中では40~50%であるが、気温の低い真夜中には70~80%に達し、冬場では90%以上に達する。

又、砂漠地帯に特有の砂嵐については春から夏にかけて発生し、視界は1km以下の状態が月に延べ20~30時間あるといわれている。

この様な自然環境であるのでメンテナンス、オペレーション等の屋外作業は肉体的にもかなり厳しいといえる。

生活環境について見ると、1985年の時点ではアルジュベールは新興の工業都市であり文化施設も乏しく、歴史の重みを感じる落ち着いた雰囲気欠けると想像されるので上記の肉体的環境に加え、精神的にも生活環境は厳しいものといえる。

(8) 製品市場が狭隘である。

サ国は製品市場としては狭隘であるので、製品は略全量国外に輸出しなければならない。その為、長距離の海上輸送が必要となる。

February 18, 1978

SAUDI ARABIA PETROCHEMICAL PROJECT

TECHNICAL SURVEY TEAM

QUESTIONNAIRE

This questionnaire is prepared to obtain information necessary to make the study consisting of conceptional design of the plants, estimation of construction cost and so on. For example, condition of feedstock and utilities supplied by other entities and condition of causeway, loading pier and housing rented by other entities.

S A B I C (RIYADH)	ROYAL COMMISSION(AL-JUBAIL)
<p>HAZI H AL-HAJJAR (CIVIC ENG'R)</p> <p>ABDULLA S AL-SAHABI (")</p> <p>ABDUTAHMAM AL-GHULIKSH (CHEMI. ENG'R)</p> <p>◦ ABDULLA MANSOOL (マンマン駐在代表)</p> <p>◦ ABDULLA AL-KHURAIMI</p>	<p>先方出席者</p> <p>◦ R.KAYYALI (ROYAL COMMISSION)</p> <p>◦ W.GILSON (BECHTEL, CO-ORDINATOR)</p> <p>◦ W.DAVEY (" , ELECTRIC)</p> <p>◦ G.JANSEN (" , MATERIAL HANDLING)</p> <p>◦ W.SANDBERG (" , WATER)</p> <p>◦ C.DENTON (" , CIVIL)</p>

調 査 事 項	現 地 場 取 結 果	
	S A B I C (R I Y A D H)	ROYAL COMMISSION (A L J U B A I L)
I. MASTER PLAN OF JUBAIL INDUSTRIAL DEVELOPMENT Outline of industrial complex, port and, community (Location, development program, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ AL JUBAIL工業地帯の全体構想はまとまりつつある段階で、その内 Site の決定したものはSABIC関係でSHELL, DOW, EXXONの3つの石化とKORPの製鉄の4個所である。(三菱ガス化学のメタノールプラントも決定済) ◦ SHELL, DOW, EXXONはいずれもSABKHA地帯にからぬ地盤の良いSiteに決定。 日本用Siteは1/3がSABKHA(砂と塩の混合)地区、他は土砂地区。 ◦ 工業地域の各Site間に縦方向700m巾、横方向500m巾のService Corridorsを取っており、この広さに全ての用役、原料、製品の輸送パイプ、鉄道、道路等を布設する計画。 ◦ 既にCAMP. 7, 8, 9, 10は建設され、現在CAMP. 1, 2, 3が建設開始(いずれも建設労働者用) ◦ Airportも1979年にはDAHARAN-JUBAIL間可能とし、1981年には国際空港とする予定。 ◦ 工業地帯面積約60km²、内日本石化サイト面積2km²(60万坪) ◦ サウジ側は、工業化のための道路、輸送鉄道及びコンベヤ、海水、プロセス水、電力、保全設備、インフラストラクチャーに至るまで整備する。 ◦ 港は、商業用9バース(内2バース使用可能となった)、深さ14m~10m及び商業用9バース深さ16m~14mがあり、工業用港の最先端にはOffshore Terminalを設置し(LIQUID PRODUCT関係)水深30mを確保する。 1981年完成予定。 ◦ Communityは工業区域の北側を当てる予定。 ◦ 建設のための労働者設備は全て整備する計画。 	

調 査 事 項	現 地 聴 取 結 果	
	S A B I C (RIYADH)	ROYAL COMMISSION(AL JUBAIL)
II. INDUSTRIAL COMPLEX 1. Supplier of gas, electric power, desalinated water and sea water for cooling	<ul style="list-style-type: none"> ◦ GAS PETROMIN ARAMCO ← NGL ガスで多方面から集めたガスのガス液分離後のガス ◦ ELEC SCECO SOECO ← GAS & DIESEL TURBIN 自家発は各自持つなら持つべしとのこと。 ◦ DESALI SWCC SWCC WATER ◦ SEA ROYAL R/C WATER COMMISSION 	
2. Location of gas liquied processing plant, petrochemical plant, power plant and desalination plant	<ul style="list-style-type: none"> ◦ GAS / LIQUID ; 5km南 ARAMCO G/L SEPARATER ◦ ELEC POWER ; DAHARAN に主発電所有り, 工業区域南側隣接 ARAMCO GAS → 地区及び Site 内西北部地区の 2 個所に変電所を置く, LIQUID SEPA DAHARAN 発電所で不足を来したら, 南側隣接地受電所 地区にも 1ヶ所 横に発電所を設置する予定。 受電所有り。 ◦ DESALI WATER ; 20km 南の海岸ぞい (能力百万ガロン/日) 直接配管で輸 送し, タンク, 工業地域に無し 	
3. Distribution system of gas, electric power, desalinated water and sea water for cooling	<ul style="list-style-type: none"> ◦ DESALI WATER 水質 TDS = 2800 ppm PH = 7 ~ 9 ◦ SEA WATER INTAKE = CLOSED PIPE DISCHARGE = OPEN 能力 5,500 m³/h 80 年 48,000 # 82 年 	

調査事項	現地聴取結果	
	SABIC (RIYADH)	ROYAL COMMISSION (AL JUBAIL)
III. FEEDSTOCK AND UTILITIES SUPPLY CONDITION 1. Ethane rich gas (a) delivery condition at fence ◦ pressure ◦ temperature ◦ composition (vol %)	◦ 圧力: ガスセンター出口 150 psiG AT SITE Ca 80 psiG (配管ロスにより)	◦ 圧力: 150 psiG min. AT DISTRIBUTION CENTER 100 psiG min. AT OUR SITE FENCE ◦ 温度: 150°F max ◦ 組成: C ₁ 2.5 mol % max C ₂ 95.0 min C ₃ 2.5 max CO ₂ 1500 ppm max (vol) T-Sul. 400 ppm max (vol) ◦ MOISTURE 7 b/MMSCF max
2. Fuel gas (a) delivery condition ◦ Pressure ◦ temperature ◦ composition (vol %) ◦ net calorific value	◦ 圧力: ガスセンター出口 350 psiG	◦ 圧力: 350 PSIS min, AT DISTRIB CENTER 300 PSIS min, AT OUR SITE FENCE ◦ 温度: 150°F max min mol% max ◦ 組成: O ₁ 71 90 O ₂ 8.3 27.6 O ₃ 0.4 3.0 O ₄ ⁺ 0 0.3 N ₂ 0.6 1.3 CO ₂ <1.0 1.2 HHV 1070 1220 Btu/SCF H ₂ S 0.0648 g/100 SCF max T-Sul 1.296 g/100 SCF max ◦ MOISTURE 7 b/MMSCF max
3. Electric power (a) delivery condition ◦ number of transmission line ◦ voltage of transmission line ◦ frequency ◦ phase 4. Desalinated water (a) delivery condition ◦ temperature ◦ pressure ◦ purity or impurity	◦ 供給能力: 1982年1月 25 MW, 1982年10月 140 MW ◦ 電 圧: 大元の電圧 115 kV 又は 23 kV ◦ 供給能力: 270 m ³ /h (1982年1月) ◦ 純 度: TDS 25 ppm PH 7~9	◦ 元電圧 230 kV, 3相, 60~ 受電センター 230 → 24.5 kV → 減圧 → 各プラントサイトへ配電 FEEDER2 ライン, 1 ラインでフル能力を有し, 1 ラインスタンバイ ◦ 電源(大元) JUAYMAH AL WUSTA, BERRI 各発電所から 2 系又は 4 系で 送電され AL JUBAIL 地区は LOOP 化されている。 ◦ 温度: 35°C max ◦ 圧 力: 50 psiG ◦ TDS: 25 ppm 目標 ◦ 20km 南の DESALI, PLANT (海水の蒸発による) より配管 2 本で COMPLEX へ, DESALI, PLANT には 24 h 分のタンク設置

ETHANE, FUEL GAS
各々
JUAYMAH G/S
ARAMCO G/S が
LOOP となって
COMPLEX に送られ
てくる。

調査事項	現地聴取結果	
	SABIC (RIYADH)	ROYAL COMMISSION (AL JUBAIL)
5. Sea water (a) intake condition ◦ temperature maximum, minimum, average ◦ pressure (b) discharge condition ◦ regulation temperature	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 吸水: 温度 min Ca25℃, max (36.6℃) 35℃ 夏冬で10℃程度の差 ◦ 能力: 48000m³/h (1981年) ◦ 水質: TDS42.000ppm アルカリ物125ppm 全硬度 (as CaCO₃) 8000ppm ◦ 排水: 制限温度 MAX(45℃) 46.6℃ (NO OIL NO TOXICであること) 夏場 INTAKE TEMP +1.0 ΔT 冬場 INTAKE TEMP +1.5 ΔT 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 吸水: 温度 35℃ を設計ベースとするのは妥当 海深 5~6m より電力駆動 (2ラインの電源 LOOP) のポンプにて吸水ポンプは多数稼動, STAND-BY も多く設置 ◦ CI 注入 INTAKEの所の間 的にCI 注入 プラントでも必要なら注入すること可 ◦ 排水: 吸入と排水の温度差は 10℃ 以内とすること。 NO CONTAMINATION, NO OILY であること。
IV. CLIMATE CONDITION AT SITE		
1. Atmospheric pressure	以下は入手資料 ◦ PRE METEOROLOGY AND HYDROLOGY ◦ SITE SURVEY BY DAMES & MOORE による。	
2. Temperature (Ambient and Sun) ◦ maximum, minimum, average ◦ maximum, minimum, ina day	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 夏: max 通常 40℃ ~ min .20℃ 時に max 50℃ ◦ 冬: max 通常 20℃ ~ min .10℃ 時に 0℃ > 	
3. Relative humidity ◦ maximum, minimum, average	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 通常冬の朝明前が高く 100% の時あり, 太陽が昇ると下り, 冬の午后で 40~50% , 夏で 30~40% 。 	
4. Wind speed ◦ maximum, average		
5. Wind direction ◦ percentage of each direction		

調 査 事 項	現 地 聴 取 結 果										
	S A B I C (RIYADH)	ROYAL COMMISSION (AL-JUBAIL)									
6. Rainfall ◦ maximum per 1 hr, 24 hrs	◦ 60mm/h/10分(1回/5年), 25mm/h(1回/1年), 3mm/h/24h(1回/100年) ◦ 最近2年間 163mm/年 ◦ FOG発生 70h/年 通期										
7. Tide level ◦ maximum, minimum, average											
8. Storm situation ◦ maximum speed, continuous hours ◦ frequency and season	◦ サウノの中では良い方。春～夏に発生, 午後多し。 ◦ 視界 1 km以下となるが 20～30h/月(ダハランで) ◦ 地震: 20NE-1 ◦ 雷 : 3～6回/年 発生										
9. Others ◦ earthquake											
V. SITE CONDITION 1. Location of plant site ◦ area (survey maps) ◦ type of terrain ◦ elevation ◦ surface characteristics 2. Soils conditions ◦ boring data ◦ allowable soil pressure	◦ 位置及び面積 2200m×910m=200.2 Hect (60万坪) ◦ 土質 その他 SABKHA地帯 JUBAIL地区は全てSABKHAと考えて良いが, その内特に現状他より1～2mレベルが低く塩分の強い湿地帯がプラントサイトの1/3を占めている。但しROYAL COMMISSIONが高レベルの土砂を当地へ移し整地するので特に他地区と変らぬこととなること。	◦ JUBAIL地区はSABKHA地区で2%, 他地区で0.2～0.5%の塩分を含んでいる為, 土地と接触するものは全部腐蝕を考慮に入れるべきで, コンクリートとしては全面 CEMENT: SULFATE RESISTANT (TYPE 5又は相当品) 水 : Na Cl 500ppm以下, SO ₄ 100ppm以下のINERTなものを使用すべき。 ◦ 鉄の腐蝕も大と考えられる為, 鉄筋へ土砂が直接触れぬ様, 同じく鋼材, 鋼管杭等土砂と接触する所は上記セメントにて少くとも厚み5cm以上でカバーする必要がある。 ◦ 一般に地下水が表面より1～3m以下にでてくる。特にSABKHAは冬期を除き湿地帯である。 ◦ 整地転圧には10t又はそれ以上の振動転圧機を使用のこと。 ◦ 杭は1部を除いて5～15mもので重量物耐えられるよう(FRANKIPILEも可)。 ◦ 杭の期待荷重 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>30cm杭(径)</th> <th>53cm杭(径)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軟かな砂地</td> <td>20t</td> <td>75t</td> </tr> <tr> <td>硬い砂地</td> <td>30t</td> <td>105t</td> </tr> </tbody> </table>		30cm杭(径)	53cm杭(径)	軟かな砂地	20t	75t	硬い砂地	30t	105t
	30cm杭(径)	53cm杭(径)									
軟かな砂地	20t	75t									
硬い砂地	30t	105t									

調査事項	現地聴取結果																									
	SABIC (RIYADH)	ROYAL COMMISSION (AL-JUBAIL)																								
VI. CODES AND REGULATIONS 1. Codes and regulations for design (a) safety code (b) pollution control regulation ◦ air quality control ◦ waste water discharge limitation ◦ solid wastes management ◦ noise and vibration control	◦全般：特に SAUDI に具体的規制なく，欧，米，日いずれを採用しても良い。 ◦廃水処理：各 J/V 独自で持つこと。	環境規制は U.S.A を基準に作成中 PRERIMINARY 案 ◦大気：U.S.A と同一 ◦水質：GULF SEA WATER への影響より（海へ流せる水質） <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>許容値</th> <th>月間平均</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>溶存酸素</td> <td>2 ppm 以上</td> <td>3 ppm 以上</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>20 ppm max</td> <td>10 ppm max</td> </tr> <tr> <td>PH</td> <td>6～9</td> <td>6～9</td> </tr> <tr> <td>COD</td> <td>200 ppm max</td> <td>100 ppm max</td> </tr> <tr> <td>BOD</td> <td>40 max</td> <td>20 max</td> </tr> <tr> <td>油分</td> <td>30 max</td> <td>10 max</td> </tr> <tr> <td>水温差</td> <td>10℃</td> <td>10℃</td> </tr> </tbody> </table> 等としている。		許容値	月間平均	溶存酸素	2 ppm 以上	3 ppm 以上	SS	20 ppm max	10 ppm max	PH	6～9	6～9	COD	200 ppm max	100 ppm max	BOD	40 max	20 max	油分	30 max	10 max	水温差	10℃	10℃
	許容値	月間平均																								
溶存酸素	2 ppm 以上	3 ppm 以上																								
SS	20 ppm max	10 ppm max																								
PH	6～9	6～9																								
COD	200 ppm max	100 ppm max																								
BOD	40 max	20 max																								
油分	30 max	10 max																								
水温差	10℃	10℃																								
2. Standards for design (a) equipment standards	◦全般：上記と同様	◦騒音 <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>max dBA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>工業地区</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>商業地区</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>住居地区</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> 尚中央排水処理設備に流せる水質は別途規定あり。 ◦産業廃棄物で臭気のあるもの，有毒のものは各プラントサイトで処理し，他は埋立に使用する。 ◦フレキスタック 特に制限せず通常型で可		max dBA	工業地区	75	商業地区	65	住居地区	50																
	max dBA																									
工業地区	75																									
商業地区	65																									
住居地区	50																									

調 査 事 項	現 地 聴 取 結 果	
	S A B I C (RIYADH)	ROYAL COMMISSION (AL-JUBAIL)
VII. PRODUCT SHIPPING FOR OCEAN TRANSPORTATION		
1. Shipment of chemical liquid products (Ethylene Glycol)		
(1) Loading site for shipment	◦ LOAD SITE: 工業港の1部バース使用 尚出荷タンクの位置(プラントサイト又はピア先)は ROY.COMMI. で再検討中(2ヶ月後決定されよう) PORT AUTHORITY	タンク位置: SHOREに用地はあるが未決定 PLANT SITEとして考えるべき。
(2) Loading system ◦ product transportation and loading		
(3) Route of pipe connecting between plant site and loading site	◦ ROUTE: プラント出口で共通サービスコリダー(広巾の溝)に入り道路を立体交 叉させて工業港に持って行く計画。	
(4) Berth condition ◦ allowable ship size ◦ number of available berth	◦ 着岸可能: 90~250 m 故 (60,000 t 郵船ドバイ駐在萩原氏談) の船入出可能水深 14 m 16 m ◦ 船の長さ: ポート先から延長のバースは70,000 t/船まで ◦ 使用バース数: 船入出のスケジュール化により決定 ◦ 取扱量: 45百万 t/年... 1985年の予定	主仕様未定
(5) Loading facility which shall be owned by our project	◦ 設 備: 製品輸送配管(プラントサイト出口より) 含めLOAD-ARM に至る迄 全設備ROY.COMMI が施行。 尚製品輸送配管の運転もROY.COMMI が実施し, PORT OFFICE に日本人が出てSUPERVISEするのみ。 (日本の船とのコンタクト, 品質チェック etc.)	設備運転左記入と同じ
(6) Soil condition prepared for loading facilities		
2. Shipment of solid products (Polyethylene)		
(1) Location of container yard for shipment	◦ 位置: 商業港	商業港の内工業港側の海岸に近いバース。(2バース)(水深16m, 15m) がコン テナー用 40ftのコンテナを考えている。 PORT CHARGEはDAMMAN並みの価格と仮定して可。 (世界3大港並みとの意見もあり)
(2) Berth condition for container ship ◦ allowable ship size	◦ 水 深: 12m~14m ◦ 取扱量: 5百万 t/年	
(3) Loading facilities which shall be owned and operated by our project	◦ 設 備: WAREHOUSE 含めROY.COMMI. が施行 但し, CONTAINERのみJOINT VENTURE持ち。	
(4) Container handling system		
(5) Assumed loading and unloading rate of containers		主任様未定
(6) Storing capacity of container yard		
(7) System of inland transportation of container (truck or railroad service)	◦ 輸送: トラック, 鉄道両方可能	鉄道については使用量不確定故検討が詰められぬ状況

調 査 事 項	現 地 聴 取 結 果	
	S A B I C (RIYADH)	ROYAL COMMISSION(AL-JUBAIL)
VIII. COMMUNITY	<ul style="list-style-type: none"> ◦工業サイトの北側約60km²(約1,800万坪), 1981年迄に相当の設備設置予定 	
1. Plan of community		
2. Facilities prepared by Saudi side (housing and living facilities)	<ul style="list-style-type: none"> ◦都市設備 都市の機能を全て備えた所までROY.COMMI. が実施, 労働者の一般教育, 語学教育設備も含む。 他し, 石化運転のための訓練センターは合併会社が設備を持ち実施すべき。 ◦住居地域: 本工業地区の従業員構成は外人75%, サウジ人25%となろうことより国別の意識なく, INTERNATIONAL都市とするので, 国別地域を作らない。 	
3. Housing for employee (pre-operation and operation period)	<ul style="list-style-type: none"> ◦住居: 合併会社職員, コントラクター従業員, 一般労働者に至るまで建設時よりROY.COMMI. が実施供給する。(備品付き) (RENTAL FEE未決定) 	主仕様未定 R/C, BECHTEL とも工業地区開発に全力を挙げており, 現在COMMUNITYはMASTER PLANのみといった様子。 基本POLICYも聴取できなかった。
◦ grade of housing for expatriate (family and single-status)		
◦ home ownership policy for nationals		
4. Supporting facilities for living	<ul style="list-style-type: none"> ◦学校: INTERNATIONAL SCHOOLとし高校迄設置 ◦病院: 建設中でも100BEDのCLINICAL CENTERを置く。 COMMUNITYには総合病院とする。 ◦他: 官庁の出先機関も設置 	
◦ facilities which shall be prepared for foreign employee (children school, hospital, etc.)		
5. Transportation of employee between industrial complex and community (commuter buses operated by municipality)	<ul style="list-style-type: none"> ◦交通: 都市の通常バス運行予定。 但し, 企業毎バスを使用するのは勿論自由。 	

調 査 事 項	現 地 聴 取 結 果	
	S A B I C (R I Y A D H)	ROYAL COMMISSION (AL-JUBAIL)
IX. SUPPORT INDUSTRIES PLAN AVAILABLE FOR OUR PROJECT (For maintenance and construction)	基本思想：各々の必要性から民間ベースでの設置運営を FOLLOW する。 現在 200 に及ぶ APPLICATION が出ており、ROY.COMMI. にて調査中。	現状：APPLICATION 多数来ており審査開始する所、いずれにしても 1978 年 10 月又は 11 月進出の企業を決定。(添付資料-8 参照)
1. Pipe and structural steel fabricating plant		軽量のパイプ、型鋼加工工場のみ(重量金属加工は取扱わない)設置。
2. Vessel and tank fabricating plant		設置しない方針
3. Machine shop and foundry		機械工場は設置、但し鋳物工場は設置しない方針
4. Electric service and repair shop		設置する方針
5. Instrument and controls shop		設置しない方針
6. Heavy equipment lease and repair		設置する方針
7. Material testing laboratory		設置する方針
8. Sheet metal shop		設置する方針
9. Contract maintenance		設置しない方針
10. Tire and rubber goods repair shop		タイヤ修理工場のみ設置(ラバー工場設置せず)
11. Painting		設置する方針
12. Concrete pipe, block and brick plants		設置しない方針
13. Insulation work shop		設置する方針
X. TELECOMMUNICATION SYSTEM	通信設備：全システム充分機能するべく ROY.COMMI. にて計画中	
XI. CONSTRUCTION SUPPORT PLAN AVAILABLE FOR OUR PROJECT	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 設備：ガントリークレーン等大重量物の荷上げ可能な設備を設ける。 1981 年使用可能の予定。 ◦ 荷上場所：充分スペースを考慮した広場計画有り。 ◦ モジュール：現主 SHELL, 三菱ガス両方ともモジュール採用時の陸上げにつき ROY.COMMI. と交渉中。 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ MODULE 陸上げ場所 1200 個 max の陸上げ可能、道路は 10,000 lb/ft² に耐えるべく実施タイヤ敷で調節可。 ◦ ドーリー(車台、索引車)は建設当事者が備えること。 ◦ AL JUBAIL 工業地帯の各プラントは、MODULE タイプの建設になることを充分見越して計画しているため、建設が後になっても搬入不可になることはない。
1. Wharf for lifting construction equipment (1) Facilities and capabilities (2) Storage yard		
2. Camps	◦ キャンプ：CAMP 6~11 の海側：J/V スタッフ用 CAMP 1~5, 労働者用全労働者(通いを除く)の住居設置する。	
3. Temporary roads		
4. Resources and machine tools (1) Civil work ◦ sand and rock, gravel ◦ cement and others ◦ machines and tools (2) Mechanical work ◦ steel and others ◦ machines and tools	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 資材：現地調達可能なもの 配管材料(現在可) セメント(現在可), 生コン, 砂利, 砂(本年 11 月可), 鉄筋(現在可) ◦ 機械：多くは現地調達可能 <p>いずれも国内ものの使用制限なく、あくまで価格次第で J/V が持ち込もうが現地調達しようが自由。</p>	資材現地調達：左記入以外、空気分離装置を私企業に設置させる予定。 依って N ₂ O ₂ アルゴン供給可能 アセチレンはタンクを設置し、貯蔵するので分配可能、 木材の手配は困難。

調 査 事 項	現 地 聴 取 結 果	
	S A B I C (RIYADH)	ROYAL COMMISSION(AL-JUBAIL)
5. Temporary power system	◦ 供給：必要量可能，供給可 (34.5 kV - ONEFEEDER)	
6. Temporary water system	◦ 供給：井戸水を供給するので受入タンクのみ各 J/V 持つこと。 飲料水は別途タンクトラックで運ぶ。	井戸水水質 TDS = 2900~4700 ppm PH = 6.8~7.4 全硬度 = 1150~212.5 } 水処理した後，始めてセメントミキ ング用に使用可能。
7. Temporary waste water and solid disposal system	◦ 処理：生活廃棄物及び建設クズは ROY.COMMI. が処理する。	
8. Temporary communication system	◦ 設備：ほぼ充分なもの ROY.COMMI. 設置予定。	
9. Public facilities	◦ 施設：多くのもの利用可とする予定。	

6 石油化学工場建設計画、設備計画の前提

以上の現地調査結果より、本工場の建設計画の検討範囲及び各設備の概念設計を実施する基準を次記に取纏める。

6-1 検討範囲

以下に記す施設は、サウジアラビア側が実施乃至整備するので、本事業に必要な設備の検討範囲としては、当工場用地内に設置される本工場の操業に必要な生産設備、用役設備、保守設備、その他付帯設備等となる。

6-1-1 サウジアラビア側が実施整備する施設

- (1) 工業団地に使用するエタンガス、燃料ガス、海水、脱塩水、上水及び電力の各工場境界迄の供給施設。
- (2) 同工場に要する原材料の受入、製品の船出荷の港湾施設及び各工場境界外のローディングアームを含めた液体品船積用輸送配管設備。
- (3) 工業団地内の簡易造成と幹線道路、共用水溝等の施設
- (4) 工業団地の都市、工場含む全域の放送通信と交通機関施設。
- (5) 工業団地用廃棄物処理施設（但し当工場に必要な1次処理は行いものとする）
- (6) ジェベール地区工業団地従業員及びその家族のための都市（住居、教育、文化、厚生、医療施設含む）
- (7) 工場建設労働者のための住居。

6-1-2 サウジアラビア側が育成する工場

各工場の運転維持、保全のためのサポートインダストリーとして以下のものは、工業団地内で各工場が利用可能とする。

- (1) 軽量パイプ、型钢加工工場
- (2) 機械工場
- (3) 重機リース、整備工場
- (4) 材料試験工場
- (5) 板金工場
- (6) 電機器具整備工場
- (7) 塗装工場
- (8) 保温保冷工場
- (9) タイヤ修理工場

6-2 設備の概念設計の基準

サ国における石油化学工場の設備計画に当り、サ国側より供給される原料・用役の受取条件、環境基準及び気象条件、地質等については現地調査にて入手した情報を基に次のように設定した。

6-2-1 原料・用役の受取条件

工場の境界にて別紙記載の規格及び条件で受取るものとする。(表Ⅱ-01)

6-2-2 廃棄物排出基準及び環境基準

○ 廃水

工場にて別紙の如き所定の排出基準迄一次処理を行った後、共同処理場で再処理される。(表Ⅱ-02)

○ 騒音

工場境界での騒音基準は別紙の通り。

○ 大気汚染

環境基準は別紙の通り。

○ 固形廃棄物

工場にて無害に処理した後廃棄する。

6-2-3 気象条件

DAMES & MOORE社の調査を基に別紙の通りとする。(表Ⅱ-03)

6-2-4 Soil condition

○ Ground level

+4,200mmとする。

○ Earthquake

米国基準 ZONE-1 とする。

○ ボーリングデータ

別紙に DAMES & MOORE 社の調査資料参照。(図Ⅱ-08~17)

6-2-5 製品の出荷方法

液体製品の出荷は工場サイトに設けられたポンプにより Causeway 上のパイプラインを圧送し、バースに着岸したタンカーに直接積荷するものとする。(即ち沖合いのバースには出荷用タンクは設けない。)

表Ⅱ-01 原料及び用役の受取条件 (at fence)

(1) 原料エタン

C ₁	2.5	mol %	max
C ₂	95.0	#	max
C ₃	2.5	#	max
CO ₂	1500	ppm(vol)	max
Total Sulfur	400	#	max
Temperature	150	°F	max
Pressure	100	Psig	min
Moisture	7	lb/MMSCF	max

(2) 燃料メタン

	min	max	
C ₁	71	90	mol %
C ₂	8.3	27.6	#
C ₃	0.4	3.0	#
C ₄ ⁺	0	0.3	#
H ₂ S	1	grain/100 SCF	max
Total Sulfur	20	#	max
Moisture	7	lb/MMSCF	max
Temperature	150	°F	
Pressure	300	Psig	min
HHV	1000	Btu/SCF	min

(3) ELECTRIC POWER

受電母線：2回線でloop化されている(1ラインでフル需要の受電が可能)

受電電圧：Complexへの送電電圧は230kV

Frequency：60 cycle

Phase：3

(4) DESALINATED WATER (海水蒸溜水)

Temperature : 35°C max

Pressure : 50 Psig

Purity : 25 ppm as TDS

PH : 7

(5) SEA WATER FOR COOLING

Intake Condition

Temperature : Design 35°C

max 36.6°C min 25°C

Pressure : Zero (要 Pump Up)

Discharge Condition

Allowable Temperature Rise : 10°C

No Oily, No Contamination

表Ⅱ-02 廃棄物排出基準及び環境基準

Complexよりの排出基準及び環境基準は次の通り。

(1) WASTE WATER

共同処理場（サウジ側管理）への排出基準は次の通り。

	50% of Time	90% of Time
PH	6~9	6~9
Temperature	°C 35	40
Oil and grease	vol ppm 80	100
(n-Hexane extractable)		
Sulfides	vol ppm 1	5
Dissolved oxygen	vol ppm 2	1
Chroline demand	vol ppm 5	10

(2) NOISE CRITERIA (at property line)

75 dB max noise level

(3) AMBIENT AIR QUALITY CRITERIA (環境基準)

SO ₂	0.5 ppm (1 h)
	0.14 " (24 h)
CO	9 vol ppm (8 h)
Photochemical Oxidants	0.08 vol ppm (1 h)
Suspended particular matter	260 µg/m ³ (24 h)

表Ⅱ-03 気象条件

(1) 気圧		
最高		1,034 mmbar
平均		1,009 "
最低		997.3 "
(2) 気温		
最高		50 °C
平均		26.4 "
最低		0 "
(3) 相対湿度		
最高		100 %
平均		53 "
最低		5 "
(4) 風速		
最高		3.4 m/s
平均		5.2 "
(5) 風向		
N~W		61.9 %
他		38.1 "
(別紙ヒストグラフ参照 図Ⅱ-06)		
(6) 雨量		
1時間当り最高		60 mm/h
24 "		55.2 mm/h
(7) 潮位		
最高		2.440 m
平均		1.380 "
最低		3.40 "

Ⅳ 全 体 計 画

2 1 2 2

2

2

2

以下、製品計画の基本ケースについてその検討結果を報告する。尚、参考ケースについてはXIV編に述べる。

IV 全体計画

1 設備概要

1-1 工場内設備一覧

工場敷地内に設置する設備は、プロセスプラント、用役設備、付帯設備、保守設備、出荷設備に分類され、その概要は次の通りである。

1-1-1 プロセスプラント

次の4つのプラントを設置する。

エチレン	年産	316,500 t
低密度ポリエチレン	年産	200,000 t
エチレングリコール	年産	150,000 t
空気分離	酸素	13,200 Nm ³ /h

1-1-2 用役設備

海水設備	80,000 t/h
脱塩水設備	530 t/h
循環冷却水設備	15,810 t/h
純水設備	530 t/h
蒸気発生設備	高圧蒸気 240 t/h(120 t/h 2系列)、中圧蒸気 140 t/h
燃料供給設備	燃料ガス設備、燃料油設備
計装空気設備及び雑用空気設備	計装空気 6,500 Nm ³ /h 雑用空気 3,500 Nm ³ /h
受配電設備	100,000 KVA、2系列

1-1-3 付帯設備

- ①廃棄物処理設備(フレア設備、廃水処理設備、廃棄物焼却設備)、②貯蔵出荷設備、
③連絡配管設備、④保守設備、⑤防消火設備、⑥試験設備、⑦通信放送設備、
⑧電話設備、⑨構内放送設備、⑩道路照明設備、⑪教育訓練設備、⑫仮設備、
⑬管理センター

1-2 工場内設備の特徴

設備計画に際しては前述の立地条件を充分考慮し経済的で操業の容易な信頼性の高い工場設備とするものとした。工場設備全体としての特徴は次の通りである。

1-2-1 冷却水として海水及び循環冷却水の使用

脱塩水が高価であり、又夏場は高温・多湿性気候の為、通常の空冷型再冷水システムは操業経費・設備費の両面で不利である。この為主冷却水としては海水を用いることとし、プロセス又は設備面で海水の使用が好ましくない場合には、脱塩水循環冷却水を用いることとした。脱塩水循環冷却水は戻り冷却水を海水により冷却する密閉型冷却水システムで脱塩水損失も少なく砂塵の混入が防げること、及び気候の影響が少ないことから立地条件に適したシステムである。

1-2-2 動力用電源と保安電力

日本の石油化学工場ではプロセスプラントの運転に必要な蒸気を供給する為のボイラープラントに発電装置を設置して、総合的な熱効率の向上を計ると共に、購入及び自家発電の電源の二重化を行なうのが一般的である。

当計画では、立地条件、購入電力の信頼性、総合的経済性等考慮し、下記理由により操業用の自家発電装置は設置しないこととした。

- (1) サ国電力公社より供給される電源は信頼性が高いと判断されること。電源は多数の大容量ガスタービン発電所がネットワークを組んでおり、230kVの高圧送電線を通して、工業地帯の南北2ヶ所の変電所より2回線にて送電されるため、信頼性が高い。
- (2) 本工場へ供給される海水は、上記サ国電力公社より供給の同一電源で取水送出されており、同電源の停電時には、海水の工業団地への供給が停止する為、自家電力を所有しても工場の操業継続が出来ないこと。
- (3) プロセスプラントにて使用する低圧蒸気量が少なく、蒸気タービン発電方式の経済的効果がないこと。

尚、停電・海水停止に際しての保安対策としては、ディーゼルエンジン駆動による保安用役の供給及びバッテリー電源による計装・室内照明電源の供給を行い、長期停電に対しては各プラント毎にディーゼル発電機を設け保安電力の供給を行うものとする。

1-2-3 保守作業の簡素化と保守設備の充実

自然環境が厳しく屋外作業が容易でないこと、又現地で高度の技術力を備えた労働力が得がたく、又修理事設備が少ないことにより次の対策を取る。

- (1) 保守作業の簡素化と機器・部品調達を容易・迅速とする為、回転機械、計器、電気設備等、可能な範囲で機種の一掃を行なうと共に、極力標準品・汎用品を使用する。

- (2) 工場内に小規模ながら、高度の技術と設備を備えた修理工場を設ける。
- (3) プロセス条件の選定に際して特別に苛酷な条件を避け、保守作業が低減するようにする。

1-2-4 操業の安定化と省力化

当工場計画に際しては石油化学プラントの運転に熟知した労働力が充分得られない場合を配慮し、安全操業を重視すると共に自動化による省力化を計り、次の対策を取る。

- (1) 運転管理及び安全操業に必要なプロセスデータは計器室に集中して、総合監視出来る様にすると共に、プロセスコンピューターにより、操業の安定化、省力化を行なう。
- (2) 安全操業上、緊急を要する操作は計器室よりの遠隔操作が可能な様にする。又、用役停止事故 (Utility Failure) に対しては自動停止システムを織り込むものとする。
- (3) 空気分離設備 (N₂)、ボイラープラント等はプロセスプラントの停止時にも保安用役の供給が可能な様に複数系列化する。

1-2-5 事務用コンピューター

当計画による工場運営において、日本及び近隣アラブ諸国、インド、パキスタン等、国外労働者の労務・人事管理、莫大な数の予備品管理及び品質・出荷管理等は円滑な操業を維持する上で、極めて重要であり、正確な計画管理が必要である。この為、管理棟には事務用コンピューターを設置し事務の合理化と省力化を行なう様計画されている。

1-2-6 建設方法とレイアウト

工場建設に際して、現地の自然環境が厳しく、作業環境が良くない事、多数の熟練した労働力が得難い事及び経済的に安価な事からプロセスプラント、用役設備等、機械設備はモジュール工法によることとした。従って、プラント・レイアウトは安全対策を配慮しつつモジュール工法に適する様計画した。

1-2-7 教育設備の充実

運転員の教育・訓練による技術力向上の一助として「運転関係訓練プラント」を工場内に設置することとした。

2 原料、製品、副生品、用役バランス

2-1 原料、製品、副生品バランス

工場内プロセスプラントの原料、製品、副生品の授受バランスは次の通りである。プラント間の授受系統は「RAW MATERIAL & PRODUCT BALANCE」(図面番号Ⅳ-01)の通りである。

2-1-1 エチレンプラント

(1) 生産設計能力

エチレン 年産 316,500 t

(2) 原料使用料

エタン 年 390,700 t (フレッシュエタンとしてリサイクルガスを含め年679,700 t)

(3) 製品量

エチレン 年産 316,500 t

ケミカルグレードプロピレン 年産 5,800 t

(4) 副生品量

メタン 年産 2,390 t (エチレングリコール向け)

燃料ガス 年産 61,680 t

C₃LPG 年産 7,600 t

燃料油 年産 10,000 t

2-1-2 低密度ポリエチレンプラント

(1) 生産設計能力

低密度ポリエチレン 年産 200,000 t

(2) 原料使用量

エチレン 年 216,000 t

(3) 製品量

低密度ポリエチレン 年産 200,000 t

(4) 副生品量

リサイクルエチレン 年産 14,000 t (リサイクルガスとしてエチレンプラントの原料)

2-1-3 エチレングリコールプラント

(1) 生産設計能力

エチレングリコール 年産 150,000 t

(2) 原料使用量

エチレン 年 100,500 t

メタン 年 2,390 t

酸 素 年 131,700 t

(3) 製 品

ジエチレングリコール 年産 150,000 t

デイエチレングリコール 年産 13,920 t

(4) 副生品

ヘビーエンド 年産 1,160 t

オフガス 年産 3,680 t

2-1-4 空気分離プラント

(1) 生産設計能力

酸 素 13,200 Nm³/h (6,600 Nm³/h, 2系列)

(2) 原 料

空 気 71,200 Nm³/h

(3) 副生品

N₂ 10,000 Hm³/h

2-2 用役バランス

工場内各設備の用役授受バランスは次の通りである。

2-2-1 海 水

授受系統は「SEA WATER FLOW SHEET」(図面番号Ⅶ-02)の通りである。

(1) 設備設計能力

海水設備 80,000 t/h

(2) 使用量(100%稼働、夏場ピーク時の値)

エチレンプラント 42,700 t/h

低密度ポリエチレンプラント 17,000 "

エチレングリコールプラント 12,510 "

計装空気及び雑用空気設備 200 "

廃水処理設備 335 "

(総使用量 72,745 t/h)

2-2-2 脱塩水

授受系統は「DESALINATED WATER FLOW SHEET」(図面番号VI-03)の通りである。

(1) 設備設計能力

脱塩水設備 530 t/h

(2) 使用量

エチレンプラント 155 t/h

〔エチレングリコールプラント
空気分離プラント 分を含む〕

低密度ポリエチレンプラント 161 t/h

純水設備 103 #

飲料水設備 19 #

その他付帯設備 42 #

(総使用量 480 t/h)

2-2-3 循環冷却水

授受系統は「RECYCLE COOLING WATER FLOW SHEET」(図面番号VI-04、VI-05)の通りである。

(1) 設備設計能力

循環冷却水設備 5,810 t/h

〔空気分離プラント
計装空気設備及び雑用空気設備
フレア-設備(ガスシール用補給水用)分を含む〕

(2) 使用量

エチレンプラント 4,500 t/h

低密度ポリエチレンプラント 10,000 #

空気分離プラント 1,070 #

計装空気設備及び雑用空気設備 MAX 200 #

フレア-設備 MAX 40 #

(総使用量 15,810 t/h)

2-2-4 純水

授受系統は「STEAM FLOW SHEET」(図面番号VI-06)の通りである。

(1) 設備設計能力

純水設備 530 t/h

(2) 使用量

エチレンプラント 134.9 t/h

低密度ポリエチレンプラント 60.0 "

エチレングリコールプラント 2.0 "

蒸気発生設備(ボイラープラント) 299.1 "

(総使用量 496 t/h)

2-2-5 蒸気

授受系統は「STEAM FLOW SHEET」(図面番号VI-06)の通りである。

(1) 設備設計能力

蒸気発生設備(ボイラープラント)

高圧蒸気 240 t/h (120 t/h, 2系列)

中圧蒸気 120 "

(2) 使用量及び発生量

単位: t/h

	高圧蒸気	中圧蒸気	低圧蒸気	極低圧蒸気
エチレンプラント	81.6	30.8	7.4	
低密度ポリエチレンプラント	11.0	8.7	△ 22.0	
エチレングリコールプラント	15.7	76.7		△ 24.7
純水設備			48.7	13.3
蒸気発生設備	△ 152.4 44.1	△ 126.7	△ 44.1	
計装空気、雑用空気設備		0.5		
その他付帯設備		10.0	10.0	9.4
総使用量	152.4	126.7	66.1	24.7
総発生量(△印)	152.4	126.7	66.1	24.7

2-2-6 燃料

授受系統は「FUEL FLOW SHEET」(図面番号VI-11)の通りである。

(1) 発生量及び受入量

発生量 1628×10^6 Kcal/h

(エチレンプラント及びエチレングリコールプラントよりの副生)

受入量 207.2×10^6 Kcal/h

(2) 使用量

エチレンプラント 183.9×10^6 Kcal/h

蒸気発生設備 183.5×10^6 "

フレアー設備 0.1×10^6 "

廃水処理設備 0.1×10^6 "

廃棄物焼却設備 2.3×10^6 "

(総使用量 369.9×10^6 Kcal/h)

2-2-7 計装空気及び雑用空気

授受系統は「INSTRUMENT AIR & SERVICE AIR FLOW SHEET」

(図面番号VI-13)の通りである。

(1) 設備

計装空気設備 計装空気 $6,500$ Nm³/h

雑用空気 $3,500$ Nm³/h

(2) 使用量

単位：Nm³/h

	計装空気	雑用空気
エチレンプラント	2,500	1,300
低密度ポリエチレンプラント	1,000	1,000
エチレングリコールプラント	1,000	50
空気分離プラント	200	50
純水設備	200	20
蒸気発生設備	300	100
其の他用役設備	160	214
其の他付帯設備	500	500
総使用量	5,860	3,234

2-2-8 窒素

授受系統は「NITROGEN FLOW SHEET」(図面番号V-12)の通りである。

(1) 設備設計能力

空気分離プラント 窒素 10,000 Nm³/h (5,000 Nm³/h, 2系列)

(2) 使用量

エチレンプラント	MAX 3,000 Nm ³ /h
低密度ポリエチレンプラント	MAX 1,800 "
エチレングリコールプラント	MAX 2,200 "
空気分離プラント	300 "
其の他用役付帯設備	MAX 1,000 "
(総使用量	8,300 Nm ³ /h)

2-2-9 電力

授受系統は「ELECTRIC POWER FLOW SHEET」(図面番号VI-14)の通りである。

(1) 受電設備容量

受配電設備 100,000 kVA

(2) 使用量

エチレンプラント	2,400 kWh/h
低密度ポリエチレンプラント	2,700
エチレングリコールプラント	9,690
空気分離プラント	9,700
海水設備	14,276
脱塩水設備	123
純水設備及び蒸気発生設備	42
計装空気設備及び雑用空気設備	1,075
其の他共通付帯設備	570
(総使用量	64,876 kWh/h)

3 工場レイアウト

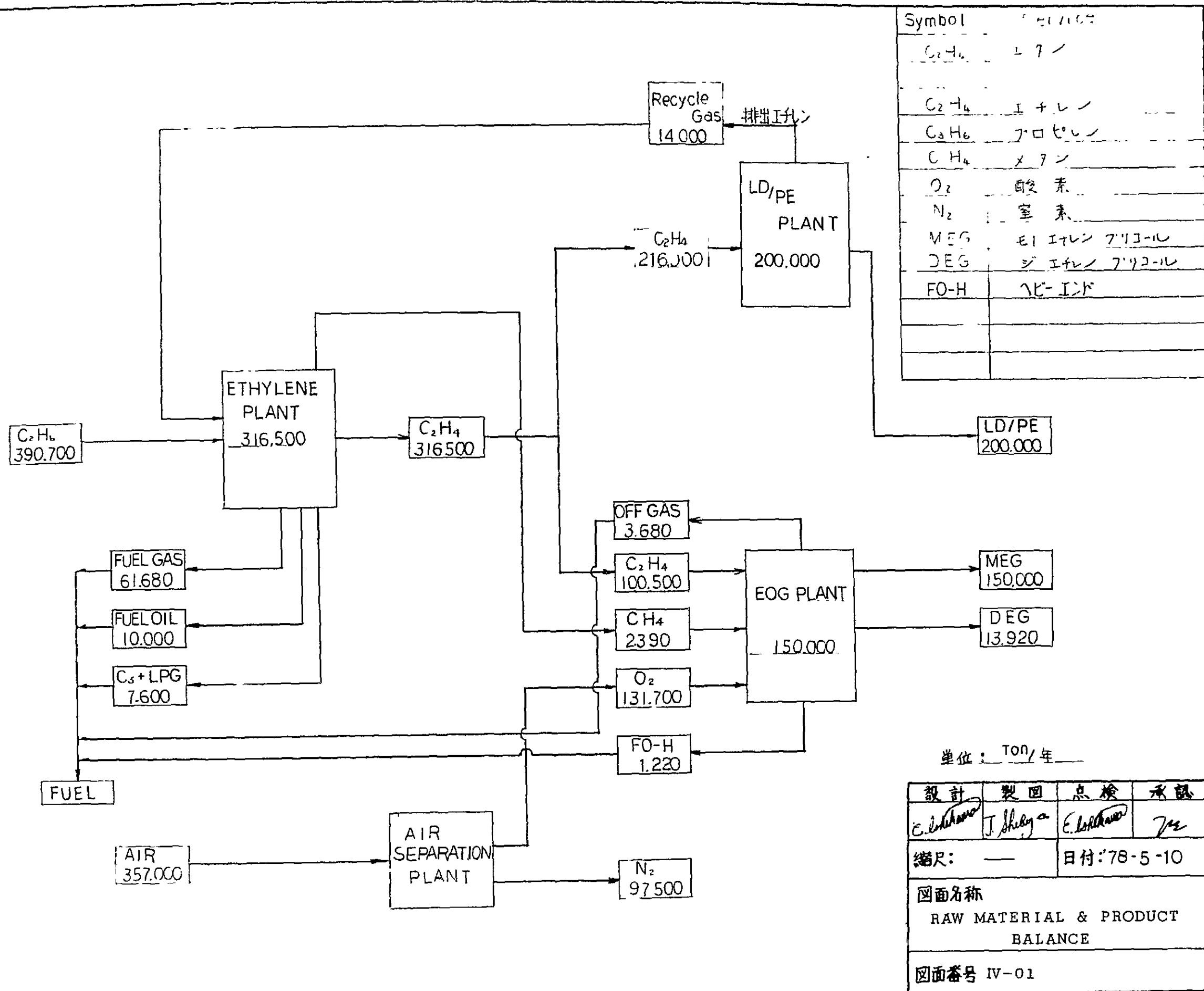
予定されている工場用地(910m×2,200m)に対する各プラントのレイアウトに当っては次の様な配慮を行った。(図面番号Ⅳ-02、Ⅳ-03参照)

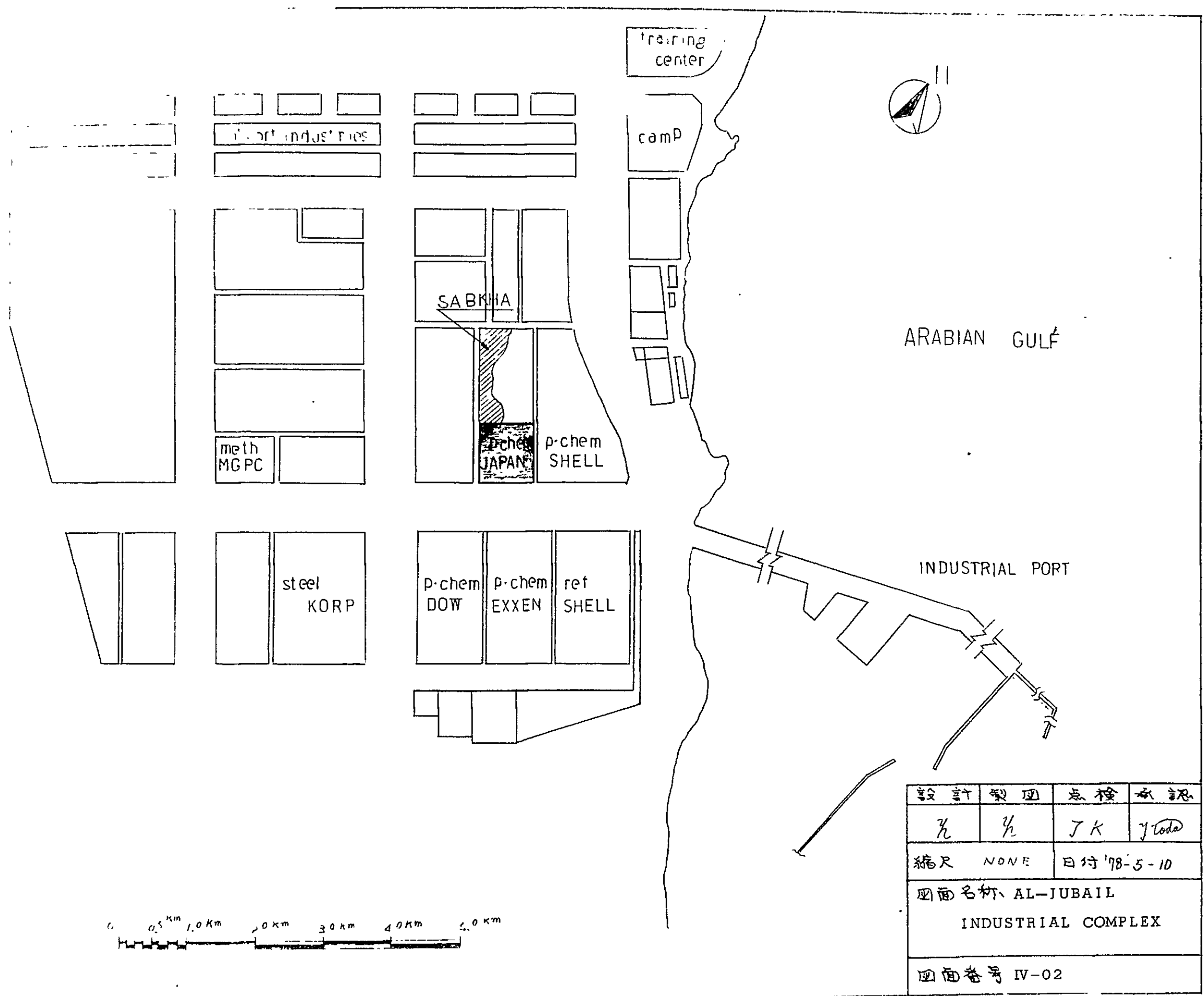
- (1) 当用地の西部には北部から南部にかけてサバハ(SABKHA)と呼ばれる地中塩分濃度の高い地帯がある。このサバハ地帯は他の地域に比べ塩分濃度が高いだけでなく地盤強度も劣るので、エチレンプラント、エチレングリコールプラント、低密度ポリエチレンプラント、用役設備等の重量設備の配置は避けることにし、保全設備、倉庫及びメンテナンスの作業用地として使用する。
- (2) 当用地の南部境界沿の中700mの道路地帯には、電気、海水、脱塩水、燃料、原料ガス等の当工場が使用する用役原料のバイブライン、送電線が走っているので、これらの授受が経済的な様に用役センターは700m道路帯に沿って配置する。
- (3) エチレン、エチレングリコール、ポリエチレン、空気分離等の生産設備は夫々のプラントに特有用役の使用量の大小、製品原料の授受関係等を考慮し、用地の東部に隣接させて配置する。
- (4) 管理センター保全地区は従業員、作業者の出入が多いので外部道路沿に設置する。

プロットプランは「石油化学工場プロットプラン」(図面番号Ⅳ-03)の通りであり、予定用地910m×2,200m(「AL-JUBAIL INDUSTRIAL COMPLEX」図面番号Ⅳ-02の通り)の内の南端の910m×810mを使用する。

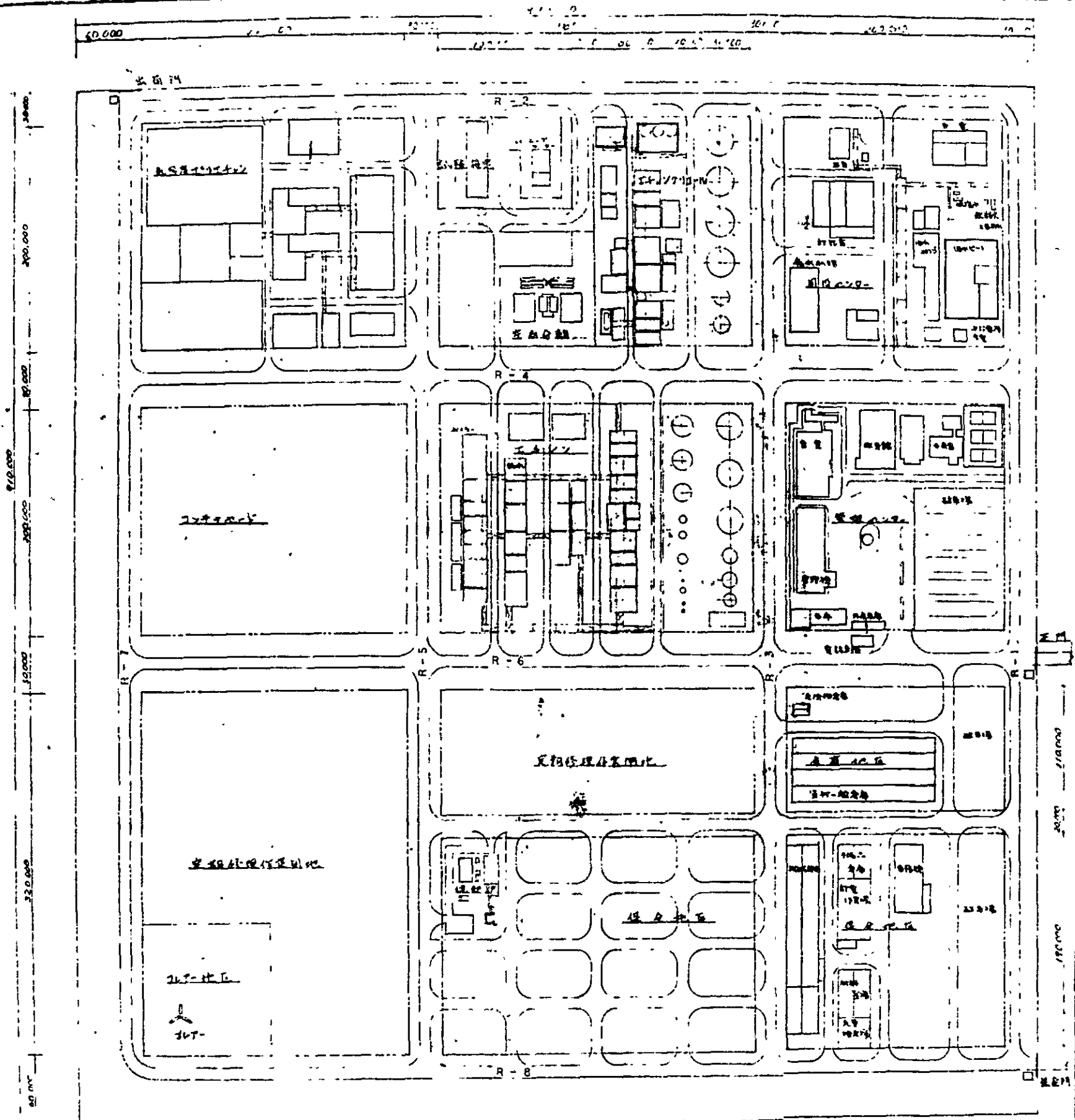
主要道路の幅はモジュール、共通配管帯及び電気ケーブルの敷設を考慮し次の様にする。

標準	30m	(道路巾 10m)
モジュール搬入路	50m	R-6
海水管敷設路	50m	R-4
保全地区周路	60m	R-8
コンテナヤード	60m	R-7





設計	製図	点検	承認
丸	丸	JK	J. Toda
縮尺 NONE		日付 '78-5-10	
図面名称 AL-JUBAIL INDUSTRIAL COMPLEX			
図面番号 IV-02			



設計	製	四	点	検	承	認
丸	J.S	丸	J.K			
縮入	1/2000	日付	7804-19			
図面名称 石油化学工場プロットプラン						
図面番号	IV-03					

V プロセスプラント

V プロセスプラント

1 総論

本石油化学工場に設置される生産設備は

エチレンプラント

低密度ポリエチレンプラント

エチレングリコールプラント

空気分離プラント

の4プラントである。これらのプラントは石油化学工業において基幹プラントとも称されるべき設備であり、各プラントは技術的にいずれも確立されたものであるが、サ国という立地の特殊性を考慮し、原料・用役の経済的な利用、保守作業の簡素化、操業の安定化、省力化等の面で特別の配慮が必要である。

本章では前述の現地調査結果を踏まえて各プラントの概念設計を実施した結果について述べる。

2 エチレンプラント

2-1 プロセス概要

本エチレンプロセスはエタンを原料とし、分解装置として管式輻射加熱分解炉を用いて高収率でエチレンを製出し、低温蒸留により高純度のエチレンを分離精製するプロセスである。

以下「ETHYLENE PLANT FLOW SHEET」(図面番号V-01、V-02)に従ってプロセスの特徴とエチレン製造の工程を説明する。

2-1-1 工程区分

工程を便宜上、下記の主要な部門に区分し説明する。

- (1) 分解工程 原料エタンを分解炉にて熱分解し、急冷後分解ガスより希釈スチームを分離する工程
- (2) 圧縮工程 分解ガスを低温にて蒸留精製するに必要な圧力迄圧縮すると共に不純物である炭酸ガス、硫化水素、水分を除去する工程
- (3) 精製工程 圧縮された分解ガスを低温にてエチレン、エタン、メタンに分離精製する工程
- (4) 冷凍工程 低温蒸留に必要な冷媒及び熱媒としてエチレン、プロピレンを循環させる工程
- (5) 廃液処理工程 廃ソーダを中和し脱硫を行う工程

2-1-2 熱分解工程

(1) 原料の供給システム

プロセス設計で決められた条件で連続かつ安定して熱分解炉にエタンを供給するために原料供給システムが設置されている。熱分解炉の供給原料は、外部より供給される原料エタンとプラントより製出されるリサイクルエタンの2系統があり受入原料エタンとリサイクルエタンは6:4の割合で分解炉へ供給される。原料供給システムには外部からの一時的な原料の供給停止や受入条件の変動に備えて原料エタン貯蔵タンク(3日分)が設置され、分解炉への安定した原料エタンの供給が計られている。

(2) 熱分解炉

分解炉へ供給されたエタンは対流部に設置された予熱部で希釈スチームと共に予熱された後、各反応管コイルへ送入され約840°Cで熱分解され、水素、メタン、エチレン、プロピレン、C₄ヘビヤーが製出される。熱分解炉燃料としては、副生燃料ガスと外部からの受入燃料ガス及び副生油が用いられ、各分解炉へ燃料ガスの供給は反応管コイルの出口温度が一定となる様に調節される。エタンの熱分解反応では分解炉加熱管にコークが生成するためある一定期間毎にコークを取り除くデコーキング操作を行わなければならない。本プロセスにおいては三菱急冷熱交換器を採用する事によりオンラインデコーキング操作を行き事が出来、運転保守が容易なように設計されている。オンラインデコーキング方式は従来のデコーキング方式と比較して次のような特徴を持っている。

- 1) オンラインデコーキング方式の採用により、分解炉、急冷熱交換器の停止、系列切り離し操作の必要がないためデコーキング操作日程が短縮でき炉稼働率向上を計ることが出来ると共に保守作業に必要な作業員を大巾に削減することが出来る。
- 2) デコーキング操作のために分解炉、急冷熱交換器を停止する必要がないので高温部金属材料や耐火断熱材に生じる熱履歴のトラブルが防止でき分解炉の補修作業を大巾に減らすことが出来る。
- 3) 急冷熱交換器

各反応管コイルから製出した熱分解ガスは分解炉炉頂に設置されている分解ガス急冷熱交換器に導かれ高圧のボイラー水により間接的に約320°Cまで急冷される。

一方、ボイラー給水は分解炉の対流部で予熱された後、急冷熱交換器へ供給されここで高圧スチーム(4.4kg/cm²G)となる。そして急冷熱交換器において発生した高圧スチームは分解炉対流部において過熱された後高圧蒸気配管系へ送出されエチレン製造設備の主要圧縮機の駆動源として使用される。

従来の急冷熱交形式ではエタン分解においてハードコークが生成するため分解炉反応管のデコーキング時に人力により熱交のコークを除去する操作が必要であるが三菱急冷熱交換器の採用により急冷熱交換器でのコーク生成が完全に防止されるよう設計されている。

4) 分解ガス冷却、希釈スチーム発生系統

各急冷熱交換器からの分解ガスは純水予熱器により冷却された後急冷塔へ供給され、循環冷却水により約45℃まで冷却される。急冷塔では希釈スチームと分解ガス中の油分が凝縮され急冷水分離槽で水と油は2層に分離される。分離された油層はガンリンポンプにより後述の脱プロパン塔塔底留分と合流した後燃料油タンクへ送出される。一方凝縮した希釈スチームは再生処理された後、希釈スチーム発生器にて蒸気化され、希釈スチームとして循環使用される。

5) 助剤注入系統

分解ガスの冷却、希釈スチーム発生系統の水循環系は弱酸性となって腐食を生ずるおそれがあるため腐食防止を主目的として各種の助剤が注入される。

a) アンモニアガスの注入

分解ガストリームのPH調整のために注入される。

b) 腐食防止剤の注入

希釈スチーム発生系の腐食防止のため数種類の特殊助剤が注入される。

c) 消泡剤の注入

急冷水系統の泡の発生を防止するため消泡剤が注入される。

(3) 圧縮工程

1) 圧縮系統

急冷塔の塔頂を出た未凝縮ガスは分解ガス圧縮機1段吸入槽へ供給されここで若干量の凝縮液(ドレン)が分離された後遠心式圧縮機に吸入される。圧縮機1段吸入圧力は分解ガス圧縮機、スチームタービンの供給スチーム量の制御により約0.3kg/cm²Gに保持され、圧縮機最終段において約3.6kg/cm²Gまで昇圧される。圧縮工程は5段階より成り、各圧縮段の出口分解ガスは分解ガス冷却器により約43℃まで冷却される。

2) 酸性ガス除去、脱水系統

圧縮機3段系統と4段系統の間において後述の低温蒸留系統において熱交換器の閉塞の原因となる炭酸ガス、触媒に被毒作用をする硫化水素等の酸性ガスが除去される。分解ガス圧縮機3段吐出槽を出た分解ガスはアミン吸収塔に送入されて、分解ガス中に含まれる酸性ガス(CO₂、H₂S)がモノエタノールアミンにより吸収除去され次いで苛性ソーダを用いた洗浄塔により完全に酸性ガスが除去される。酸性ガスを吸収したモノエタノールアミン溶液は酸性ガス放散塔において加熱され酸性ガスを放散し循環再使用される。又、苛性ソーダ洗浄塔塔底より流出する廃ソーダ液は後述の廃ソーダ中和処理工程へ送られる。酸性ガスが除去された分解ガスは圧縮機で約3.6kg/cm²Gまで圧縮された後脱水槽にて水分が除去される。脱水槽は2基設置され1基が脱水槽として使用され他の1基は加熱メタンにより再生乾燥され交互に使用される。

3) アセチレン除去系統

酸性ガス除去、脱水処理の行れた分解ガスはアセチレンの除去のためアセチレン水添槽に送入されパラジウム触媒により水添される。

この水添反応は発熱反応であり高温において反応が加速度的に進行しエチレンガスの分解を伴う暴走反応を起す危険性がある。本プロセスにおいては、計器の故障、誤操作等により触媒槽温度が上昇した場合にも約350°Cにおいて触媒の活性が失われ、危険な暴走反応の生じない特殊水添触媒が採用されている。又アセチレン水添槽にはインターロック設備として分解ガスの遮断、ガスの脱圧、警報等の安全装置も設置されており、触媒特性に加えて二重の安全対策を考慮したプロセスとなっている。

(4) 精製工程

1) 深冷分離、脱メタン塔系統

酸性ガスの除去、脱水、脱アセチレン等の必要な前処理工程を終えた分解ガスは次に冷媒プロピレン、冷媒エチレンの冷媒と熱交換され、更にプレート式熱交換器ターボエキスパンダーを用いた深冷分離システムに送入され水素、メタンが分離される。分解ガスは初めに冷媒プロピレンにより約-35°Cまで冷却され、さらに冷媒エチレンにより約-85°Cまで冷却される。途中凝縮した留分は気液分離後脱メタン塔に供給され、未凝縮ガスは深冷分離システムにおいて最低約-160°Cまで冷却されて水素、メタンに分離される。脱メタン塔に供給されたメタン、 C_2 、 C_3 、 C_4^+ の混合液は脱メタン塔において塔頂よりメタンが蒸留分離される。塔頂より製出するメタンガスは深冷分離システムに供給され冷熱を回収された後、メタンガスとして製出され脱水槽の再生用ガス、燃料ガスとして使用される。一方脱メタン塔塔底液は分解ガスから水素、メタンが除去された C_2 、 C_3 、 C_4^+ 留分であり次の脱エタン塔へ送出される。脱メタン塔リボイラーには冷媒プロピレンガスが熱源として用いられる。

2) 脱エタン塔、エチレン精留塔系統

脱メタン塔塔底液は脱エタン塔へ供給され C_2 留分と C_3 、 C_4^+ 留分とに分離される。脱エタン塔塔頂部より製出する C_2 留分ガスは冷媒プロピレンを用いた凝縮器により一部凝縮され脱エタン塔環流液として用いられ未凝縮ガスはエチレン精留塔へ送られる。一方脱エタン塔塔底液は C_3 、 C_4^+ 留分であり脱プロパン塔へ供給される。脱エタン塔塔底のリボイラーには低圧蒸気が熱源として用いられる。エチレン精留塔において C_2 留分つまりエチレンとエタンが蒸留分離される。エチレン精留塔塔頂ガスは冷媒プロピレンを用いた凝縮器により凝縮され、エチレン精留塔環流液として使用され一部のメタン等軽質ガスは分解ガス圧縮機系統へリサイクルされる。塔底部、リボイラーには冷媒プロピレンガスが熱源として用いられる。エチレン精留塔塔底より製出するエタンはリサイクルエタンとして熱分解炉へ供給される。製出エタンの一部は外部からのエタン供給が停止された場合に使用するためにエタン貯

蔵タンクに貯蔵される。エチレンの貯蔵タンクは高压タンク（21.4kg/cm²）と低压タンク（500mmAq）からなり製出エチレンの約20%を低压タンクへ供給することが出来る。

低压タンクには最大8000tのエチレンを貯蔵することが可能でありエチレンプラント停止時においても誘導品のプラントを運転継続する事が可能な様に計画されている。

3) エチレン送出系統

製出エチレンは常時高压タンクより冷媒プロピレンを用いた蒸発器をへて各誘導品プラントへ送出される。この蒸発器には冷媒プロピレン系が停止した場合でも各誘導品プラントへ安定してエチレンを送出できる様蒸気を用いた予備蒸発器が設置されている。低压タンクよりのエチレンの送出はポンプによる昇圧後プロピレンを用いた蒸発器をへて高压エチレンタンクへ送られる。低压タンクからの送出はエチレンプラント停止時に、エチレンを安定的に供給するために用いられる他にエチレンプラントロードと誘導品プラントロードとの差から生じるエチレンバランスの調整に用いられる。

4) 脱プロパン塔、プロピレン精留塔系統

脱エタン塔塔底より製出されるC₃留分、C₄⁺留分は脱プロパン塔へ送出される。脱プロパン塔においてはC₃留分、C₄⁺留分が蒸留分離される。脱プロパン塔塔底より製出するC₄⁺留分は急冷槽にて製出するC₄⁺と合流した後、冷却され燃料油として燃料タンクに送出される。一方、塔頂より製出するC₃留分ガスは冷媒プロピレンを用いた凝縮器により凝縮され一部脱プロパン塔環流液として用いられ他は製出粗プロピレンとしてプロピレン水添工程へ送られる。分解ガス中に含まれるC₃アセチレンの一部は前段水添において水素添加されプロピレン又はプロパンに変化している。従ってC₃アセチレン水添槽においては前段水添において未反応の残りのC₃アセチレンの水添操作が行われる。C₃アセチレンの水添反応も同じく発熱反応であり反応器廻りの計装、インターロックシステムは前段水添槽と同様に触媒槽温度上昇対策としてC₃ガスの遮断、ガスの脱圧、警報等の装置を備え安全対策に万全を期したシステムが採用されている。C₃留分中のC₃アセチレンを水添した後のガスはプロパン、プロピレンでありプロピレン精留塔へ供給される。プロピレン精留塔においてはプロピレン、プロパンが蒸留分離される。プロピレン精留塔塔頂プロピレンガスは海水を用いた凝縮器により、凝縮されプロピレン精留塔環流液として用いられ、又製品プロピレンとしてプロピレンタンクへ送られる。プロピレン精留塔塔底部からはプロパンを多量に含んだLPGが製出され燃料ガス源としてLPGタンクへ送出される。

5) 助剤注入系統

脱プロパン塔塔底部における不飽和炭化水素の重合を防止するために重合防止剤が塔底リボイラーと塔底部の二ヶ所に注入される。

(5) 冷凍工程

1) エチレン冷凍系統

エチレン冷凍系統の冷媒温度レベルは、プロセス側より必要とされる温度条件から3段階の温度レベルにわけられ、その温度に相当する圧力でエチレン冷媒を蒸発させることにより冷凍が得られる。冷媒ガスは高圧蒸気を用いたスチームタービンを駆動機とする3段の圧縮機により圧縮され圧縮ガスは3段吐出系の凝縮器により液化された後、プロセス側条件により必要とされる各段の温度レベルに応じて設置された熱交換器に冷媒液として供給される。冷媒として用いられた冷媒液は蒸発潜熱をプロセス側より奪い自らは蒸発して各段の吸入ドラムをへて冷凍機へ吸入される。エチレン冷凍系統においては第一段吸入槽圧力は大気圧より若干高い圧力に制御され冷媒エチレンで得られる最底温度約 -100°C を得ることができる。第一段吸入槽の圧力は圧縮機駆動スチームタービンの供給スチーム量の制御により調整される。

2) プロピレン冷凍系統

プロピレン冷凍系統の冷媒温度レベルは、プロセス側より必要とされる温度条件から5段階の温度レベルにわけられその温度に相当する圧力でプロピレン冷媒を蒸発させることにより冷凍が得られる。冷媒ガスは高圧蒸気を用いたスチームタービンを駆動機とする5段の圧縮機により圧縮され、圧縮ガスは5段吐出系の凝縮器により液化された後プロセス側条件により必要とされる各段の温度レベルに応じて設置された熱交換器に冷媒液として供給される。エチレン冷凍系統と同様に冷媒液は蒸発潜熱をプロセス側より奪い自らは蒸発して各段の吸入ドラムをへて圧縮機へ吸入される。プロピレン冷凍系統においては、第一段吸入槽圧力は大気圧より若干高い圧力に制御され冷媒プロピレンにより得られる最底温度約 -40°C を得ることが出来る。第一段吸入槽の圧力は圧縮機駆動スチームタービンのスチーム量の制御により調整される。

(6) 廃ソーダ処理工程

苛性ソーダ洗浄塔塔底より製出される廃ソーダ水は減圧後脱ガス槽へ送られ、脱ガス操作及び油分の除去が行われる。脱ガス槽を出た廃ソーダ液は硫酸により中和された後、廃ソーダストリッパーへ送られストリッパー塔底からプロセス排水として送出される。ストリッピングの熱源として低圧蒸気を用いられ中和操作により発生した酸性ガスは塔頂部へ送られ環流槽頂部からフレアーへ送られ燃焼される。廃ソーダ液の中和処理、ストリッピング処理によりプロセス排水の水質は向上し、一般排水と同じ経路で排水することが可能になる。

(7) 循環冷却水

熱交換器に使用する冷却水は原則として海水を使用するがアセチレンを含む分解ガスの冷却器には海水に対し耐食性の優れた銅合金を使用するとアセチレン銅が生成し危険であるのでアセチレンを含むガスの冷却器の材質は鉄材とし冷却水には循環冷却水を使用する。

2-2 設計基準

エチレン製造設備の計画に必要な設計基準はエチレンプラントの一般的特質を考慮して次の通り定められた。

2-2-1 原料性状

(1) エタンリッチガス(サウジ側より供給される原料ガス)

CH ₄	2.5 vol %	max
C ₂ H ₆	95.0 "	min
C ₃ H ₈	2.5 "	max
CO ₂	1,500 VOL ppm	max
TOTAL SULFUR	400 VOL ppm	max

(2) リサイクルエタン

C ₂ H ₄	0.59 wt %
C ₂ H ₆	99.33 "
C ₃ 'S	0.08 "

(3) LD/PE(低密度ポリエチレン)プラントよりのリサイクルガス

CH ₄	0.75 wt %
C ₂ H ₄	97.00 "
C ₂ H ₆	0.75 "
C ₃ '	1.5 "

2-2-2 生産能力

(1) 原料供給量

後述の分解炉設計条件を考慮し次の原料供給量を定める。

エタンリッチガス	390,700 t/年
リサイクルエタン	275,000 "
LD/PEリサイクルガス	14,000 "

(2) 生産能力

本エチレンプラントはエチレンを年間316,500t、年間稼働日数325日にて生産する様設計する。

(3) 製品品質

エチレン

H ₂	5 mol ppm	max
CO	5 "	max
CO ₂	5 "	max
C ₂ H ₂	5 "	max
C ₂ H ₄	99.9 mol %	min
C ₂ H ₆ &CH ₄	0.1 mol %	max
C ₃ H ₆	10 mol ppm	max
TOTAL SULFER	0.1 mol ppm	max

プロピレン

C ₂ H ₄	300 mol ppm	max
C ₂ H ₆	1500 "	max
C ₃ H ₄ (メチルアセチレン)	10 "	max
C ₃ H ₄ (プロパジエン)	10 "	max
C ₃ H ₆	95 mol %	min
C ₃ H ₈		BALANCE
C ₄ H ₆	10 mol ppm	max

2-2-3 エチレンプラントバッテリーリミットに於ける原料製品の条件

原料エタンリッチガス	気体	7.0 kg/cm ³	min	, 65°C	max
LD/PEリサイクルガス	気体	17.0 "	max	, 50°C	
製品エチレン	気体	37.0 kg/cm ³	min	, 38°C	
プロピレン	気体	25.0 kg/cm ³		, 50°C	max
EG向メタンリッチガス	気体	7.0 "		, 30°C	
C ₃ LPG	液体	25.0 "		, 50°C	
C ₄ ⁺ (燃料油)	液体	5.0 "		, 60°C	max

2-2-4 エタン分解炉設計条件

(1) エタン分解炉出口ガス組成

エタン分解は Conversion 60% の Midium Severity とする。炉出口ガス組成は次の通り。

H ₂	3.70	wt %
CO	1.00	#
CO ₂	0.50	#
H ₂ S	0.01	# (max 0.04 wt %)
CH ₄	4.21	#
C ₂ H ₂	0.20	#
C ₂ H ₄	45.84	#
C ₂ H ₆	41.50	#
C ₃	1.60	#
C ₄ ⁺	1.45	#

(2) 分解炉数

デコーキング操作、保守上の諸条件を配慮して分解炉基数は次の通り。

基数	6炉 + 1炉
COIL数	4 coil
原料供給量	3.528 t/h 1 coil、14.1 t/h、1炉
蒸気比	0.3
分解温度	840°C

2-2-5 プラント設計へ織込むべき特記事項

(1) 運転の自動化

プロセスデータは計器室に集め Process Computer Control 及び Data Logger 等により運転の安定化、省力化を計る。

- 1) 分解炉は Computer Control により安定化、省力化を計る。
- 2) 分解炉のデコーキング、脱水塔の切換等の定常操作は自動化、機械化により省力化を計る。

(2) 安全対策

エチレンプラントでは各プロセスユニットの Hold Up が大きい為特にインターロック設備を強化する。

- 1) Utility Failure 等のエマージェンシーケースに応じたインターロックを設置する（冷媒コンプレッサー等必要ブロックに分類し、遮断弁を設置する）
- 2) Acetylene Converter の触媒は水添反応暴走防止のため高温失活型触媒を使用する。

(3) エマージェンシー対策

予想されるいかなるエマージェンシーにも安全に処置できる様設計する。

- 1) 停電時もプラントに損傷を与えない様に停止する為に必要な駆動機はタービン駆動

とする。

2) 循環再冷水の Hold Up は停電時の処置を考慮して15分間とする。

(4) 保守の合理化

定常的保守作業の簡素化、効率化を計る為次の事項を織り込む。

1) 安定運転を確保する為、全てのプロセスポンプ(間欠ポンプ、薬注ポンプ等は除く)に予備機を設ける。又 Depropanizer Bottom及び Depropanizer Reboiler については Fouling を生じ易い為プラントを停止すること無く清掃出来る様に予備を設置する。

2) 原料タンク、製品タンク(エチレン、プロピレン等)については定期検査可能な様に複数基数を設ける。

分解炉設計は中程度の分解温度とし反応管、煉瓦等の補修交換を極力減少させる。

(5) 建設工事の合理化

モジュール工法を前提とする。

(6) インテグレーション

蒸気の運転管理の効率化を計る為ボイラープラントはエチレンプラント敷地内に設置し計器室もエチレンプラントと同一にする。

2-3 物質収支

エチレンプラント全体物質収支は次の通りである。

単位：t/年

原 料		製 品 副 生 品	
原 料 名	使 用 量	製 品 副 生 品 名	製 出 量
エタンリッチガス	390,700	水 素	—
		EG 向メタン	2,390
リサイクルエタン	(275,000)	燃料ガス	61,680
		エチレン	316,500
LD/PEリサイクルガス	14,000	プロピレン	5,800
		L P G	7,600
		燃 料 油	10,000
原 料 計	404,700	製 出 品 計	403,970

2-4 用役、助剤、触媒使用量

2-4-1 用役使用量

(1) 使用用役量

名 称	使用量
海水	42700 t/h
脱塩水	116 "
循環再冷水	4500 "
純水	134.9 "
高圧蒸気	81.6 "
中圧蒸気	30.8 "
低圧蒸気	7.4 "
燃料	184×10^6 "
計装空気	2500 Nm ³ /h
雑用空気	max 1300 "
窒素	max 3000 "
電力	2400 kWh/h

(2) 副生用役量

名 称	副生品
凝縮水	240.6 t/h
燃料	157.9×10^6 Kcal/h

2-4-2 助剤触媒使用量

(1) 脱水剤

用 途	脱水剤名称	再生サイクル	寿命	充填量
分解ガスドライヤー	モレキュラーシーブ	24 h	4年	47.2 m ³
ガードドライヤー	"	1 week	"	8.8 m ³
水素ドライヤー	"	1 week	"	3.1 m ³
冷媒P-Pドライヤー	"	—	"	6.3 m ³

(2) 触 媒

用 途	触 媒 名 称	再生サイクル	寿 命	充 填 量
アセチレン水添触媒	ICI 38-1	—	5年	15.9 m ³
メチルアセチレン, プロ パジエン水添触媒	CCI C-31-1	1年	"	1.4 m ³
メタネーション触媒	ICI 11-3	—	"	0.1 m ³

2-4-3 助 剤

用 途	品 質	使 用 量
重合防止剤	ナルコ 264 相当	1.1 t/年
消 泡 剤	ナルコ 71-D5 相当	8.5 "
腐食防止剤 (I)	ナルコ-161 SG 相当	6.4 "
腐食防止剤 (II)	サントールE相当	10.6 "
アンモニアガス	ケミカルグレード	3700 Nm ³ /年
苛性ソーダ	20 wt %	780 t/年
硫 酸	98 "	195 "
モノエタノールアミン	98 "	150 "
アミンユニット消泡剤	シリコンオイル相当	2.2 "
MEA 中和剤	Na ₂ CO ₃ 99 wt %	1.1 "
メタノール	99.3 "	20 t
冷媒プロピレン	自 製 品	1500 t/年
冷媒エチレン	自 製 品	500 "
潤 滑 油	タービン 40	50 kℓ/年
	タービン 140	10 "
	ギヤ油	1 "