

サウディ・アラビア王国

石油化学工場建設計画  
第二次予備調査報告書

1980年2月

国際協力事業団



JICA LIBRARY



1044578[1]



サウディ・アラビア王国

石油化学工場建設計画  
第二次予備調査報告書

1980年2月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 3. 31	3/2
	68.5
登録No. 12556	MPI

## は し が き

日本政府は、サウディアラビア王国の要請に基づき1978年2月から、8月まで、同国アルジュベールに建設される予定の石油化学工場建設計画策定のために必要な予備調査(インハウス・スタディ)の実施を国際協力事業団に委託し、調査を実施致しました。

しかし、日本側調査結果を多としながら、サウディアラビア政府は、本計画の経済性を更に高めるため、計画の規模を拡大し誘導品の追加を要請してきました。

上記要請に基づいて、第2次予備調査を行なうこととし、政府はその実施を再度同事業団に委託しました。

本調査は、先きに実施した現地調査結果を再度見直し、最近の情報・資料をサウディアラビア関連機関より入手確認の上、それに基づいて検討を行ない、今般ここに本報告書を完成し提出する運びとなりました。

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、並びに日本とサウディアラビア王国の友好関係の発展のための一助となれば、幸いこれに過ぎるものではありません。

終りに際し、今回の調査に当られた団員各位に謝意を表すとともに、調査に御協力頂いた日・サ協力機関の関係各位に対し深く感謝の意を表するものであります。

1980年2月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔





# 伝 達 状

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔 殿

このたび、サウディアラビア王国石油化学工場建設計画第二次予備調査の報告書が完成致しましたので、ここに謹しんで提出致します。

本調査は、1978年に実施された予備調査(インハウス・スタディ)に対し、サウディアラビア側より更に高い経済性を目指して、エチレン規模の拡大並びに新しい誘導品追加についての要請があり、その要請に基づいて再度国際協力事業団の技術協力の一環として実施されました。

調査は、1979年4月 サウディアラビア王立委員会により開催されたアルジュバル地区のインフラストラクチャー整備状況報告会議、及び同国基礎産業公社及び諸機関との打合せによる最新の情報 資料を基に、予備調査(インハウススタディ)に於ける現地調査結果を見直し、確認の上、建設方法、建設体制を検討し、エチレン規模の拡大、新しい誘導品の追加に伴なう新しい工場建設計画につき、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、受入れ基地まで含めた概念設計の実施及びケーススタディを行ない、報告書としてとりまとめました。

最後に、この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並びに在サウディアラビア王国日本大使館、関係諸機関の関係各位に対し、心から謝意を表すものであります。

1980年2月

サウディ石油化学開発株式会社

社 長 山 田 敬 三 郎



# 目 次

I 要 約 .....	1
1. ま と め .....	1
1-1. 調査の目的 .....	1
1-2. 調査の方針 .....	1
1-3. 調査の前提 .....	2
2. 工場内設備及び製品出荷設備の検討結果 .....	3
2-1 プロセスプラント .....	4
2-2 用役設備 .....	4
2-3 付帯設備 .....	5
2-4 工場内設備の特徴 .....	5
2-5 原料、用役使用量 .....	6
2-6 工場レイアウト .....	6
3. 要員計画 .....	7
4. 建設費 .....	7
5. 操業費 .....	8
6. 輸送費 .....	10
7. 製品受入基地設備費及び操業費 .....	10
II 序 論 .....	16
1. 第二次予備調査の必要性の背景 .....	16
1-1 経 緯 .....	16
1-2 サウディ側が規模拡大を要請した背景 .....	16
1-3 前回予備調査と第二次予備調査の相違 .....	17
1-4 第二次予備調査の位置付け .....	18
2. 調査の前提 .....	19
3. 最新確認事項 .....	20
4. 調査チーム .....	29
5. 調査日程 .....	32
III 全体計画 .....	33
1. 設備概要 .....	33
1-1 工場内設備一覧 .....	33
1-2 工場内設備の特徴 .....	34

2. 原料、製品、副生品、用役バランス .....	36
2-1 ケースⅠ .....	36
2-2 ケースⅡ .....	42
2-3 ケースⅢ .....	47
2-4 ケースⅣ .....	53
3. 工場レイアウト .....	58
Ⅳ プロセスプラント .....	67
1. 総論 .....	67
2. エチレンプラント .....	67
2-1 プロセス概要 .....	67
2-2 設計基準 .....	68
2-3 物質収支 .....	71
2-4 用役、助剤、触媒使用量 .....	71
2-5 機器リスト .....	73
2-6 プロットプラン .....	73
3. 低密度ポリエチレンプラント .....	77
3-1 プロセス概要 .....	77
3-2 設計基準 .....	77
3-3 物質収支 .....	79
3-4 用役、助剤使用量 .....	79
3-5 機器リスト .....	80
3-6 プロットプラン .....	80
4. 高密度ポリエチレンプラント .....	86
4-1 プロセス概要 .....	86
4-2 設計基準 .....	89
4-3 物質収支 .....	90
4-4 用役、助剤使用量 .....	91
4-5 機器リスト .....	92
4-6 プロットプラン .....	92
5. エチレングリコールプラント .....	96
5-1 プロセス概要 .....	96
5-2 設計基準 .....	96
5-3 物質収支 .....	98
5-4 用役、助剤、触媒使用量 .....	99

5-5	機器リスト	100
5-6	プロットプラン	100
6.	電解プラント	104
6-1	プロセス概要	104
6-2	設計基準	107
6-3	物質収支	108
6-4	用役、助剤使用量	109
6-5	機器リスト	110
6-6	プロットプラン	110
7	二塩化エチレンプラント	113
7-1	プロセス概要	113
7-2	設計基準	115
7-3	物質収支	117
7-4	用役、助剤使用量	117
7-5	機器リスト	118
7-6	プロットプラン	118
V	用役設備	121
1.	総論	121
2.	海水設備	123
2-1	システムの概要	123
2-2	設計基準	123
2-3	用役使用量	123
2-4	機器リスト	124
2-5	プロットプラン	124
3.	脱塩水設備	126
3-1	システムの概要	126
3-2	設計基準	126
3-3	用役使用量	126
3-4	機器リスト	126
3-5	プロットプラン	126
4.	循環冷却水設備	128
4-1	システムの概要	128
4-2	設計基準	128
4-3	用役使用量	129

4-4	機器リスト	129
4-5	プロットプラン	129
5.	純水設備及び蒸気発生設備	133
5-1	蒸気発生設備の基本的な考え方	133
5-2	システムの概要	133
5-3	設計基準	134
5-4	用役使用量	138
5-5	機器リスト	139
5-6	プロットプラン	139
6.	空気分離設備	147
6-1	システムの概要	147
6-2	設計基準	147
6-3	原料空気量	148
6-4	用役、助剤使用量	148
6-5	機器リスト	149
6-6	プロットプラン	150
7.	燃料供給設備	154
7-1	システムの概要	154
7-2	設計基準	154
7-3	機器リスト	155
7-4	プロットプラン	155
8.	計装空気設備及び雑用空気設備	158
8-1	システムの概要	158
8-2	設計基準	158
8-3	用役使用量	159
8-4	機器リスト	159
8-5	プロットプラン	159
9.	受配電設備	161
9-1	システムの概要	161
9-2	設計基準	162
9-3	主要設備	162
9-4	プロットプラン	163
VI	廃棄物処理設備	166
1.	総論	166

2.	フレアー設備	166
2-1	システムの概要	166
2-2	設計基準	166
2-3	機器リスト	167
2-4	プロットプラン	167
3.	廃水処理設備	170
3-1	処理システムの概要	170
3-2	設計基準	174
3-3	用役使用量	175
3-4	プロットプラン	175
4.	廃棄物焼却設備	175
4-1	処理システムの概要	175
4-2	設計基準	176
4-3	用役使用量	180
4-4	機器リスト	180
4-5	プロットプラン	181
VII	貯蔵出荷設備	184
1.	総論	184
2.	原料、用役、中間タンク	184
3.	製品、貯蔵出荷タンク	185
3-1	樹脂	185
3-2	化成品	185
VIII	共通付帯設備	193
1.	連絡配管	193
1-1	連絡配管の概要	193
1-2	配管リスト	193
2.	防消火設備	202
2-1	概要	202
2-2	消防車設備	202
2-3	散水設備、水・泡消火栓設備	202
3.	試験設備	205
3-1	概要	205
3-2	化成品検定設備	205

3-3	樹脂検定設備	205
3-4	プロットプラン	205
4.	通信放送設備	209
4-1	概    要	209
4-2	電話設備	209
4-3	構内放送設備	210
5.	道路照明設備	211
5-1	概    要	211
5-2	設計基準	211
5-3	主要設備	211
6.	教育設備	211
6-1	概    要	211
6-2	設    備	211
6-3	プロットプラン	211
7.	仮設設備	212
7-1	概    要	212
7-2	仮設建築設備	212
7-3	仮設用役設備	212
7-4	仮設電源設備	213
7-5	仮設電話設備	213
8.	管理センター	221
8-1	概    要	221
8-2	管    棟	221
8-3	警備及び電話交換棟	221
8-4	車庫及び消防員詰所	221
8-5	更    衣    室	222
8-6	食    堂	222
8-7	体    育    館	222
8-8	プ    ール	222
8-9	テニスコート	222
8-10	駐    車    場	222
IX	保守計画	233
1.	メンテナンスの基本方針	233
2.	メンテナンスの対象機器	234



2-1	メンテナンス対象機器	234
3.	自社メンテナンス設備	238
3-1	機械整備工場及び精密仕上工場	238
3-2	超高圧関係テスト場及び材料検査室	239
3-3	製缶、配管工場	242
3-4	重機、車両整備工場	243
3-5	工具、器具	244
3-6	計装、電気機器修理工場	245
3-7	車 両	247
3-8	資材、予備品倉庫	248
4.	メンテナンス体制と外注工事量	249
4-1	工 事 量	250
5.	メンテナンス経費	252
5-1	外 注 費	252
5-2	施設管理費	252
5-3	消耗部品費	253
5-4	保守経費合計	253
X	要員計画	261
1.	操業後の組織要員	261
1-1	会社の組織	261
1-2	要員計画	262
2.	操業前要員計画	265
2-1	計画の前提	265
2-2	ケース別操業前人員計画	266
3.	従業員の採用	267
3-1	操業要員の採用計画	267
3-2	操業後の採用計画	267
4.	JVC従業員賃金	268
XI	建設費	270
1.	総 論	270
2.	建設工程	270
3.	建設体制	272
4.	建設費	278

4-1	総論	278
4-2	建設費算出の前提	278
4-3	建設費算出	278
4-4	管理費	280
4-5	総建設費算出結果	280
加	操業費（事務経費を除く）	285
1.	原料費、用役費	285
2.	触媒、助剤、潤滑油	285
3.	樹脂包装材料費	286
4.	直接人件費	286
5.	保全経費	286
6.	設備保険費	287
7.	総操業費	287
XII	製品輸送計画	289
1.	総論	289
1-1	樹脂	289
1-2	化成品	289
2.	各論	289
2-1	樹脂の輸送	289
2-2	化成品の輸送	293
XIV	製品の受入基地計画	299
1.	総論	299
2.	化成品受入基地計画	299
2-1	概要	299
2-2	設備計画の前提	299
2-3	設計基準	300
2-4	設備仕様	301
2-5	プロットプラン	301
2-6	建設費	302
2-7	所要人員	302
2-8	用役使用量	302
2-9	操業経費	303

3. 樹脂受入基地計画 .....	309
3-1 概 要 .....	309
3-2 設備計画の前提 .....	309
3-3 設計基準 .....	310
3-4 プロットプラン .....	311
3-5 建設費 .....	312
3-6 所要人員 .....	312
3-7 用役使用量 .....	313
3-8 操業経費 .....	313

## 図 表 目 次

図 I - 0 1	本調査の取進め方	12
図 I - 0 2	JUBAYL INDUSTRIAL COMPLEX	13
図 I - 0 3	サウジ石油化学合併会社組織人員配置図	14
図 II - 0 1	原料・製品バランスシート(ケース I)	59
図 II - 0 2	"          (ケース II)	60
図 II - 0 3	"          (ケース III)	61
図 II - 0 4	"          (ケース IV)	62
図 II - 0 5	全体配置図(ケース I)	63
図 II - 0 6	"          (ケース II)	64
図 II - 0 7	"          (ケース III)	65
図 II - 0 8	"          (ケース IV)	66
図 IV - 0 1	エチレンプラントフローシート(1/2)	74
図 IV - 0 2	"          (2/2)	75
図 IV - 0 3	エチレンプラントプロットプラン	76
図 IV - 0 4	低密度ポリエチレンプラントフローシート(1/3)	81
図 IV - 0 5	"          (2/3)	82
図 IV - 0 6	"          (3/3)	83
図 IV - 0 7	低密度ポリエチレンプラントプロットプラン(ケース I、II、III)	84
図 IV - 0 8	"          (ケース IV)	85
図 IV - 0 9	高密度ポリエチレンプラントフローシート(1/2)	93
図 IV - 1 0	"          (2/2)	94
図 IV - 1 1	高密度ポリエチレンプラントプロットプラン	95
図 IV - 1 2	エチレングリコールプラントフローシート(1/2)	101
図 IV - 1 3	"          (2/2)	102
図 IV - 1 4	エチレングリコールプラントプロットプラン	103
図 IV - 1 5	電解プラントフローシート	111
図 IV - 1 6	電解プラントプロットプラン	112
図 IV - 1 7	二塩化エチレンプラントフローシート	119
図 IV - 1 8	二塩化エチレンプラントプロットプラン	120
図 V - 0 1	用役センタープロットプラン	122

図 V-02	海水設備フローシート	125
図 V-03	脱塩水設備フローシート	127
図 V-04	エチレンプラント内循環冷却水設備フローシート	130
図 V-05	低密度ポリエチレンプラント内循環冷却水設備フローシート	131
図 V-06	高密度ポリエチレンプラント内循環冷却水設備フローシート	132
図 V-07	スチームフローシート(ケースⅠ)	140
図 V-08	#                  (ケースⅡ)	141
図 V-09	#                  (ケースⅢ)	142
図 V-10	#                  (ケースⅣ)	143
図 V-11	純水設備フローシート	144
図 V-12	ボイラー設備フローシート	145
図 V-13	純水設備、ボイラー設備プロットプラン	146
図 V-14	空気分離設備フローシート	151
図 V-15	窒素フローシート	152
図 V-16	空気分離設備プロットプラン	153
図 V-17	燃料供給設備フローシート	156
図 V-18	燃料供給設備プロットプラン	157
図 V-19	計装空気及び雑用空気設備フローシート	160
図 V-20	電源フローシート	164
図 V-21	受配電システム全体スケルトン	165
図 VI-01	フレアー設備フローシート	168
図 VI-02	フレアー設備プロットプラン	169
図 VI-03	廃棄物焼却設備フロー 概念図	182
図 VI-04	廃棄物焼却設備プロットプラン	183
図 VII-01	低温エチレン出荷設備フローシート(ケースⅣ)	188
図 VII-02	出荷基地プロットプラン(ケースⅠ)	189
図 VII-03	#                  (ケースⅡ)	190
図 VII-04	#                  (ケースⅢ)	191
図 VII-05	#                  (ケースⅣ)	192
図 VIII-01	連絡配管帯(ケースⅠ)	198
図 VIII-02	#                  (ケースⅡ)	199
図 VIII-03	#                  (ケースⅢ)	200

図Ⅷ-04	連絡配管帯(ケースⅣ)	201
図Ⅷ-05	散水、水・泡消火栓設備フローシート	204
図Ⅷ-06	試験建家平面図	208
図Ⅷ-07	訓練プラントフローシート	214
図Ⅷ-08	教育設備平面、立面、断面図	215
図Ⅷ-09	仮設飲料水設備フローシート	216
図Ⅷ-10	仮設工事用水フローシート	217
図Ⅷ-11	仮設電源系統図(ケースⅠ、Ⅳ)	218
図Ⅷ-12	#          (ケースⅡ)	219
図Ⅷ-13	#          (ケースⅢ)	220
図Ⅷ-14	管理センタープロットプラン(ケースⅠ、Ⅱ、Ⅳ)	224
図Ⅷ-15	#          (ケースⅢ)	225
図Ⅷ-16	管理棟1階平面図	226
図Ⅷ-17	管理棟2階平面図	227
図Ⅷ-18	守衛所、交換機室平面、立面、断面図	228
図Ⅷ-19	消防車車庫、乗用車車庫平面、立面、断面図	229
図Ⅷ-20	食堂1階平面図	230
図Ⅷ-21	食堂2階平面図	231
図Ⅷ-22	体育館平面図	232
図Ⅸ-01	保全地区プロットプラン	254
図Ⅸ-02	事務棟(メンテナンスヤード)	255
図Ⅸ-03	機械建屋	256
図Ⅸ-04	計電建屋(1)	257
図Ⅸ-05	資材予備品倉庫	258
図Ⅸ-06	計電建屋(2)	259
図Ⅸ-07	危険物倉庫	260
図Ⅹ-01	PROJECT ORGANIZATION	274
図Ⅹ-02	建設費算出の方法	279
図ⅩⅣ-01	低温エチレン受入設備フローシート(ケースⅣ)	304
図ⅩⅣ-02	化成品受入基地プロットプラン(ケースⅠ)	305
図ⅩⅣ-03	#          (ケースⅡ)	306
図ⅩⅣ-04	#          (ケースⅢ)	307

図XIV-05	化成品受入基地プロットプラン	308
図XIV-06	樹脂受入基地フローシート	314
図XIV-07	樹脂受入基地プロットプラン	315
表I-01	サウディ石化計画総合工程表	15
表II-01	最新確認事項	21
表II-02	主要調査団員表	30
表VI-01	廃棄物リスト	177
表VI-02	被燃廃棄物の発生量	179
表VII-01	配管リスト	194
表VII-01	化成品検定用分析機器リスト	206
表VII-02	樹脂検定用分析機器リスト	207
表XI-01	サウディ石化計画総合工程表	271
表XI-02	PROJECT ENGINEERING COORDINATION MANNING(CASE I, IV)	275
表XI-03	" " (CASE II)	276
表XI-04	" " (CASE III)	277
表XI-05	建設費積算値	281
表XI-06	オフサイト設備建設費内訳(1),(2),(3)	282
表XII-01	ケース別総操業費一覧表	288
表XIII-01	年間輸送費用	292
表XIII-02	化成品海上輸送船諸元表	298

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 <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
	2. LPG-B	受入 LPG	
	3. LPG-E	E By-Product LPG	C <sub>3</sub> LPG
	4. FO-E	E By-Product C <sub>4</sub> <sup>+</sup>	C <sub>4</sub> <sup>+</sup> 留分
	5. FO-H	EOG By-Product H.E.	ヘビーエンド(重質油)
	6. C-PP	E By-Product C-PP	ケミカル グレード・プロピレン
	7. H <sub>2</sub>	E By-Product H <sub>2</sub>	水素
	8. MTA	E By-Product CH <sub>4</sub>	メタン
	9. ETA-B	受入 C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> Rich Gas	エタン・リッチガス
	10. ETA-E	E By-Product C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	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 " "	
	21. EDC	EDC	二塩化エチレン
	22. LTE	Low Temperature Ethylene	低温エチレン



分 類	略号名称	品 名	備 考
用 役、そ の 他	1. W-BF	Boiler Feed Water	純水
	2. W-S	Sea Water	海水
	3. W-SR	Return Sea Water	海水(戻り)
	4. W-F	Fire Water	消火用水
	5. W-RC	Recycle Cooling Water	循環冷却水
	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 Na 1	排水
	12. W-T2	Waste Water Na 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	4 Kg/cm <sup>2</sup> G Steam	高圧蒸気
	16. ST-M	1.4 Kg/cm <sup>2</sup> G Steam	中圧蒸気
	17. ST-L	2.5 Kg/cm <sup>2</sup> G Steam	低圧蒸気
	18. ST-LL	1.5 Kg/cm <sup>2</sup> 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 <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	窒素
	22. O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	酸素
	23. FLG-E	Flare Gas -E	エチレン プラント フレアー アウトガス
助 剤	1. MTL	Methanol	メタノール CH <sub>3</sub> OH
	2. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	硫酸
	3. NaOH	NaOH	苛性ソーダ

単位・略号表

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

# I. 要 約

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864  
865  
866  
867  
868  
869  
870  
871  
872  
873  
874  
875  
876  
877  
878  
879  
880  
881  
882  
883  
884  
885  
886  
887  
888  
889  
890  
891  
892  
893  
894  
895  
896  
897  
898  
899  
900  
901  
902  
903  
904  
905  
906  
907  
908  
909  
910  
911  
912  
913  
914  
915  
916  
917  
918  
919  
920  
921  
922  
923  
924  
925  
926  
927  
928  
929  
930  
931  
932  
933  
934  
935  
936  
937  
938  
939  
940  
941  
942  
943  
944  
945  
946  
947  
948  
949  
950  
951  
952  
953  
954  
955  
956  
957  
958  
959  
960  
961  
962  
963  
964  
965  
966  
967  
968  
969  
970  
971  
972  
973  
974  
975  
976  
977  
978  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996  
997  
998  
999  
1000

サウディアラビア王国  
石油化学工場建設計画  
第二次予備調査報告書

I 要 約

1. まとめ

1-1. 調査の目的

- (1) サウディ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輸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) 1979年4月政府及びサウディ石油化学開発(SPDC)代表が、前回予備調査に基づく事業計画推進に関し打ち合わせる為サ国を訪問した際、SABICからエチレン規模を年産45万トン以上とすること、また、誘導品として高密度ポリエチレン、二塩化エチレンその他をも検討することが要請され、この要請に基づき、新しい規模での予備調査(第二次予備調査)を実施することとし、実施に当っては国際協力事業団の依頼によりSPDC社が受託して実施した。

第二次予備調査ではエチレン規模を年産45万トンとし、誘導品計画を検討するために低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、エチレングリコール、及び二塩化エチレンを組合せた4ケースの比較に必要な経済性諸元の算出を主たる目的とする。

1-2. 調査の方針

- (1) エチレン年産45万トンに対応する誘導品計画としては下記の4ケースとする。各ケース毎に工場全体計画を立案して、総合的な経済性比較に必要な諸元を算出することとする。

(単位：万トン/年)

誘導品 \ ケース	ケース I	ケース II	ケース III	ケース IV
低密度ポリエチレン	30	25	25	20
エチレングリコール	20	15	15	15
高密度ポリエチレン	—	8	—	—
二塩化エチレン	—	—	30	—
エチレン輸送	—	—	—	14

- (2) 製出される製品のうち低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、エチレングリコール

は日本及び東南アジア市場で販売し、二塩化エチレンとエチレンは全量日本で販売し苛性ソーダは日本とオーストラリア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。

### 1-3. 調査の前提

前回予備調査結果及び最新の確認事項に基づき、次の通り設定した。

#### (1) 事業スケジュール

現状の進捗状況より判断して、次の様に設定した。

1982年/中	設計、建設工事発注
1985年/中	設備完成
1985年/中～1986年/初	試運転
1986年/初	営業生産開始

#### (2) 製品計画及び販売市場

前回予備調査結果による基本的概念に基づき I-1-(2)調査の方針の項で述べた通り4ケースを設定し、製品販売先は次のように設定した。

低密度ポリエチレン	50%日本、50%東南アジア
高密度ポリエチレン	50%日本 50%東南アジア
モノエチレングリコール	50%日本 50%東南アジア
ジエチレングリコール	100%日本
二塩化エチレン	100%日本
苛性ソーダ	50%日本 50%豪州
エチレン	100%日本

#### (3) 調査の取り進め方

サウジアラビア王国アルジュベール石油化学工場の現地設備の建設費、工場操業費、製品輸送費及び製品受入基地の建設費・操業費を推算する方法として図 I-01 に示す方法を用いた。

#### (4) 工場立地場所

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予定されている約60万坪(910m×2200m)に建設する。(図 I-02 参照)

#### (5) 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。

エタンガス(原料)	35ct/MMBtu	(1978年ベース)
メタンガス(燃料用)	35ct/MMBtu	( # )

原料塩	15 \$/t	(1978年ベース)
電力	1.45 ct/KWh	( # )
海水	0.064 SR/t	(1982年ベース)
脱塩水	2.9 SR/t	( # )

(6) 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、原則としてサウディアラビア側が設置するので、当調査の検討範囲としては、当工場用地内に設置される生産設備、用役設備、保守設備等が対象となる。

- 原料、用役の各工場境界までの供給施設
- 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
- 工場の造成と幹線道路、共用水溝等の施設
- 当地区全域の放送通信並びに交通施設
- 廃棄物処理施設(但し、当工場に必要な一次処理が行われること)
- 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)
- 建設工事用労働者の住居施設

尚サウディ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の検討に際し、考慮することとした。

(7) 製造プラントの採用プロセス

今後本事業の当事者となる者が生産(運転、保守)と製品の販売(品質)を能率的に問題なく実施出来るプラントとして次のプロセスを検討の前提とした。

プラント	採用プロセス
エチレン	エタン分解(三菱油化 - 三菱重工)
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	スラリー法(三菱化成)
エチレングリコール	酸素酸化法(SHELL)
電解塩素	イオン交換膜法
二塩化エチレン	直接塩化法(GOODRICH)

2. 工場内設備及び製品出荷設備の検討結果

前回予備調査で得られた基礎データ並びに設備計画及び建設上の配慮すべき事項等の基本的概念をふまえて、各ケース毎にサウディ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。

## 2-1 プロセスプラント

プロセスプラントの生産能力は次の通りである。

(単位：t/年)

プラント	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
エチレン	458,000	458,300	456,000	456,500
低密度ポリエチレン	300,000	250,000	250,000	200,000
高密度ポリエチレン	—	80,000	—	—
エチレングリコール	200,000	150,000	150,000	150,000
電解塩素	—	—	220,000	—
二塩化エチレン	—	—	300,000	—

年間稼働日数 325日(7,800時間)

## 2-2 用役設備

プロセスプラントのケースⅠ～ケースⅣに対応する用役設備の概要は次の通りである。

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
海水設備	95,000 t/h	86,000 t/h	100,000 t/h	82,000 t/h
脱塩水設備	780 t/h	890 t/h	830 t/h	650 t/h
循環冷却水設備	26,000 t/h	23,700 t/h	22,900 t/h	20,000 t/h
純水設備	760 t/h	760 t/h	800 t/h	700 t/h
蒸気発生設備(高圧)	230 t/h×2系列	220 t/h×2系列	220 t/h×2系列	230 t/h×2系列
(中圧)	220 t/h	210 t/h	220 t/h	180 t/h
空気分離設備(酸素)	8,700 Nm <sup>3</sup> /h×2系列	6,600 Nm <sup>3</sup> /h×2系列	6,600 Nm <sup>3</sup> /h×2系列	6,600 Nm <sup>3</sup> /h×2系列
(窒素)	5,700 Nm <sup>3</sup> /h×2系列	6,600 Nm <sup>3</sup> /h×2系列	6,600 Nm <sup>3</sup> /h×2系列	5,100 Nm <sup>3</sup> /h×2系列
燃料設備	燃料ガス設備・燃料油設備			
圧空設備(計装空気)	8,200 Nm <sup>3</sup> /h	9,100 Nm <sup>3</sup> /h	9,300 Nm <sup>3</sup> /h	7,300 Nm <sup>3</sup> /h
(雑用空気)	5,000 Nm <sup>3</sup> /h	6,200 Nm <sup>3</sup> /h	7,100 Nm <sup>3</sup> /h	4,400 Nm <sup>3</sup> /h
受配電設備	120MVA	120MVA	120MVA×2系統	100MVA



### 2-3. 付帯設備

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
廃棄物処理設備(フレアー)	750 t/h、高さ120m(ケースⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ共通)			
(廃水処理)	6100m <sup>3</sup> /日	6200m <sup>3</sup> /日	5500m <sup>3</sup> /日	4400m <sup>3</sup> /日
(焼却処理)	7080 t/年	7080 t/年	7080 t/年	5400 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)	3770 t	3510 t	5220 t	3520 t
(ラック)	1080 t	1050 t	1450 t	930 t
防火設備	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			

### 2-4. 工場内設備の特徴

上記各設備ともサウディ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るべく次の様な配慮を行なった。

(a) 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。

(b) 動力電源はサウディ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

- サウディ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。

(c) 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。

- (d) 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、計量設備の機種の一統、汎用品の採用を考えること。
- (e) 教育設備の充実を計ったこと。
- (f) 事務用コンピューターを設置したこと。
- (g) モジュール工法の採用を配慮したこと。

## 2-5 原料、用役使用量

上記各ケースの工場全体の原料、用役使用量は次の通りである。

		ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
原料	原料エタンガス	565,200 t/年	567,900 t/年	567,000 t/年	572,000 t/年
	原料塩	—	—	391,000 t/年	—
用役	電力	95,260 KWh/h	88,450 KWh/h	169,760 KWh/h	76,470 KWh/h
	海水	86,550 t/h	78,520 t/h	90,990 t/h	74,080 t/h
	脱塩水	705 t/h	805 t/h	755 t/h	591 t/h
	燃料ガス	289×10 <sup>6</sup> kcal/h	290×10 <sup>6</sup> kcal/h	295×10 <sup>6</sup> kcal/h	278×10 <sup>6</sup> kcal/h

## 2-6 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っては前回予備調査結果の基本的概念を考慮してレイアウトした。出荷設備については、最新確認事項に基づきコースウェイ、先端の埋立地に設置するものとする。

(単位: m<sup>2</sup>)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
エチレンプラント	66,000	66,000	75,000	66,000
低密度ポリエチレンプラント	62,500	62,500	62,500	44,000
高密度ポリエチレンプラント	—	35,000	—	—
エチレングリコールプラント	35,000	28,000	28,000	28,000
電解プラント	—	—	50,000	—
二塩化エチレンプラント	—	—	25,000	—
用役センター	50,000	40,000	40,000	40,000
空気分離設備	6,000	7,000	9,600	5,000
試験教育設備	16,000	10,000	22,400	16,000

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
保守センター	50,000	50,000	54,000	60,000
出荷用タンクヤード	41,800	41,800	41,800	41,800
コンテナヤード	55,000	55,000	50,000	48,400
原塩貯蔵地	—	—	40,000	—
その他	480,500	465,500	653,700	484,300
合計	860,800	860,800	1,152,000	833,500

### 3. 要員計画

#### (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前回予備調査に基づく基本方針に従い、次のような前提の基に要員数を推定した。

- (a) 対象時点は操業開始から3年間(1986~1988年)
- (b) 操業に必要な人員のみとし、訓練生(trainee)は別枠で算定
- (c) 各部門の基幹要員は石油化学工業の勤務経験者をあて、主として日本にて調達
- (d) その他の一般要員はサウディ人およびその他周辺地域(中東、アジア)にて調達

このような諸点を織り込んで算定した結果、1986年稼動時点での操業要員数は図I-03に示す通りである。

### 4. 建設費

#### (1) 建設工程

建設工程はエチレンプラント及び付帯設備が支配となるため各ケースとも同一であり、基本設計開始から試運転完了迄約60ヶ月(丸5年)を必要とする。

- 1981年/初 工場全体の設計会社決定、基本設計開始
- 1982年/中 建設工事発注
- 1982年/末 管理センター着工
- 1985年/初 用役プラント試運転開始
- 1985年/6月 エチレンプラント建設完了
- 1985年/11月 各誘導品プラント試運転

総合工程表を表I-01に示す。

## (2) 建設費

(単位：億円)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
オンサイト設備費	2,310	2,410	2,690	2,130
オフサイト設備費	969	990	1,210	929
建設管理費	200	210	240	180
合計現地設備建設費	3,479	3,610	4,140	3,239

## 5. 操業費（事務経費は除く）

1986年に於ける稼働率を100%とした場合の操業費を以下に示す。

## (1) 原料費・用役費

(単位：百万円/年)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
原料エタン	2,500	2,500	2,500	2,500
原料塩	—	—	1,900	—
燃料メタン	800	800	800	800
海水	3,600	3,300	3,800	3,500
脱塩水	1,300	1,500	1,400	1,200
電力	3,600	3,400	7,000	2,900
合計	11,800	11,500	17,400	10,900

## (2) 触媒・助剤・潤滑油

(単位：百万円/年)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
触媒・助剤・潤滑油	2,400	4,200	5,800	1,700

## (3) 樹脂包装材料費

(単位：百万円/年)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
包装費用	1,800	2,000	1,500	1,200

(4) 直接人件費

(単位：百万円/年)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
給 与	14,800	16,900	17,600	14,200
社 宅 費	2,000	2,200	2,200	1,900
休 暇 旅 費	1,200	1,500	1,500	1,200
合 計	18,000	20,600	21,300	17,300

(5) 保全経費

(単位：百万円/年)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
外 注 費	5,800	6,300	6,500	5,400
施 設 管 理 費	600	600	600	600
消 耗 部 品 費	1,200	1,100	1,600	1,100
合 計	7,600	8,000	8,700	7,100

(6) 設備保険費

(単位：百万円/年)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
設 備 保 険 費	3,500	3,600	4,100	3,200

総設備費の1%として計上した。

(7) 総操業費

(単位：百万円/年)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
総 操 業 費	48,600	53,600	62,500	44,800

6. 輸 送 費

1986年のフル稼働ベース

(単位：百万円/年)

船 種	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
LD/PE船(日本向)	5,090	4,230	4,230	3,370
LD/PE船(東南ア向)	5,230	4,370	4,370	3,470
HD/PE船(日本向)	—	1,360	—	—
HD/PE船(東南ア向)	—	1,390	—	—
EG混載船(日本向)	4,000	3,300	—	3,300
EG/DEG混載船(日本向)	—	—	3,400	—
NaOH 船(日本向)	—	—	2,500	—
NaOH 船(豪 向)	—	—	2,600	—
E 船 (日本向)	—	—	—	3,700
合 計	14,320	14,650	17,100	13,840

7. 製品の受入基地設備費及び操業費

(1) 樹脂受入基地

各ケースとも半量を日本、半量を東南アジアに輸送販売する。日本の受入基地は、ケースⅠでは東京、名古屋、神戸に各1ヶ所新設し、その他のケースでは東京及び神戸に各1ヶ所新設するものとし、各地均等に受入販売する。レジンは受入基地でサイロに移送された後、25kg袋詰又は1t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(1985年/中完成)と操業費(1986年フル稼働ベース)は次の通りである。

(単位：億円)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
受入基地設備費(全ヶ所合せて)	66	68	50	44
同 操業費(全ヶ所合せて)	29	29	23	20

(設備費には用地購入代金は含まない。)

(2) 化成品受入基地

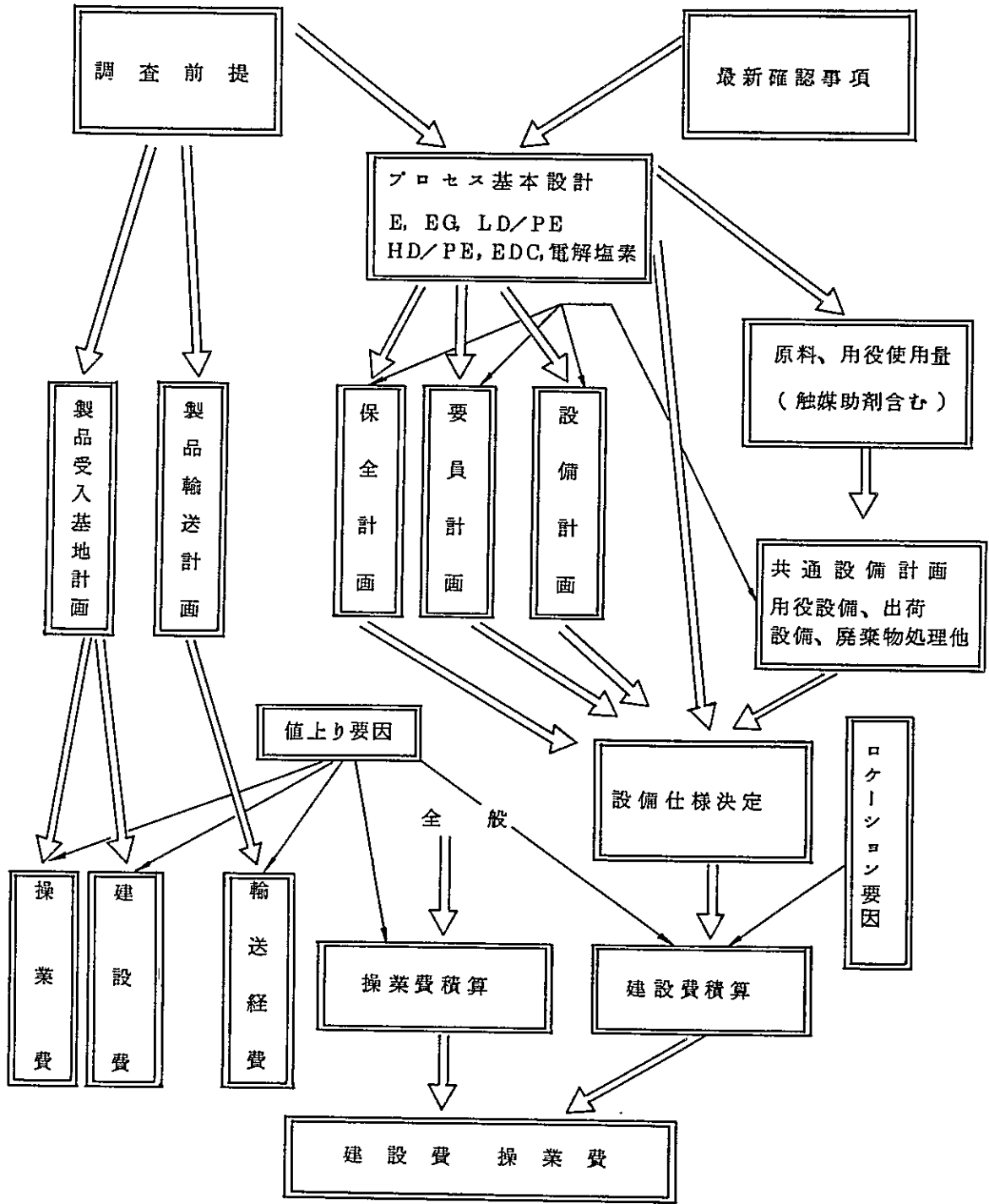
二塩化エチレン、エチレン、エチレングリコールは全量を日本で受け入れ、苛性ソーダは半量を日本で受け入れるものとする。この受入基地の設備費(1985年/中完成)と操業費(1986年フル稼働ベース)は次の通りである。

(単位：億円)

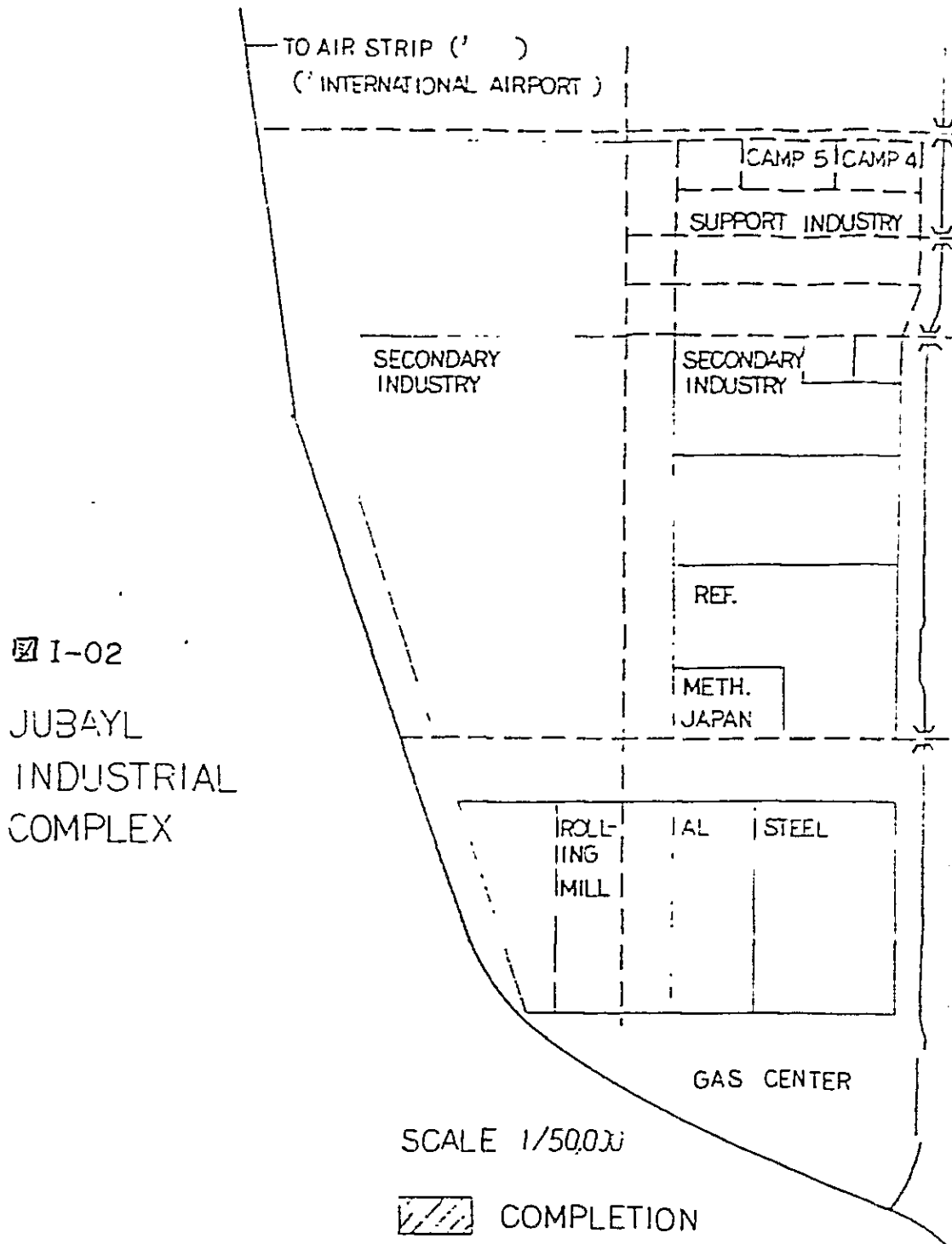
	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
設 備 費	37	31	48	101
操 業 費	12	10	16	28

(設備費には、用地購入代金は含まない。)

図 I - 01 本調査の取進め方











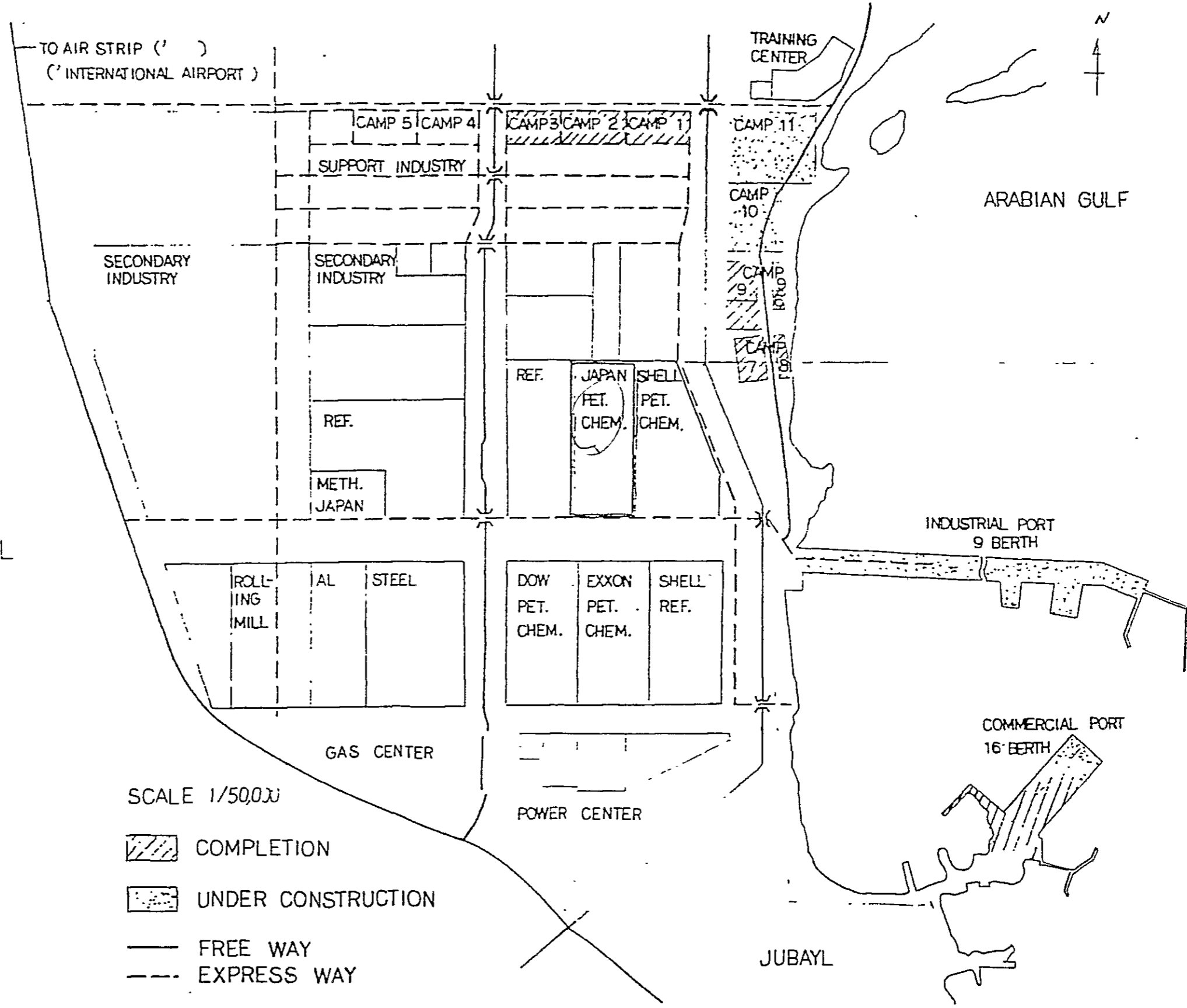
I-02

JUBAYL  
INDUSTRIAL  
COMPLEX

SCALE 1/50,000

-  COMPLETION
-  UNDER CONSTRUCTION
-  FREE WAY
-  EXPRESS WAY

I-02  
 JUBAYL  
 INDUSTRIAL  
 COMPLEX



SCALE 1/50,000





-  COMPLETION
-  UNDER CONSTRUCTION
-  FREE WAY
-  EXPRESS WAY

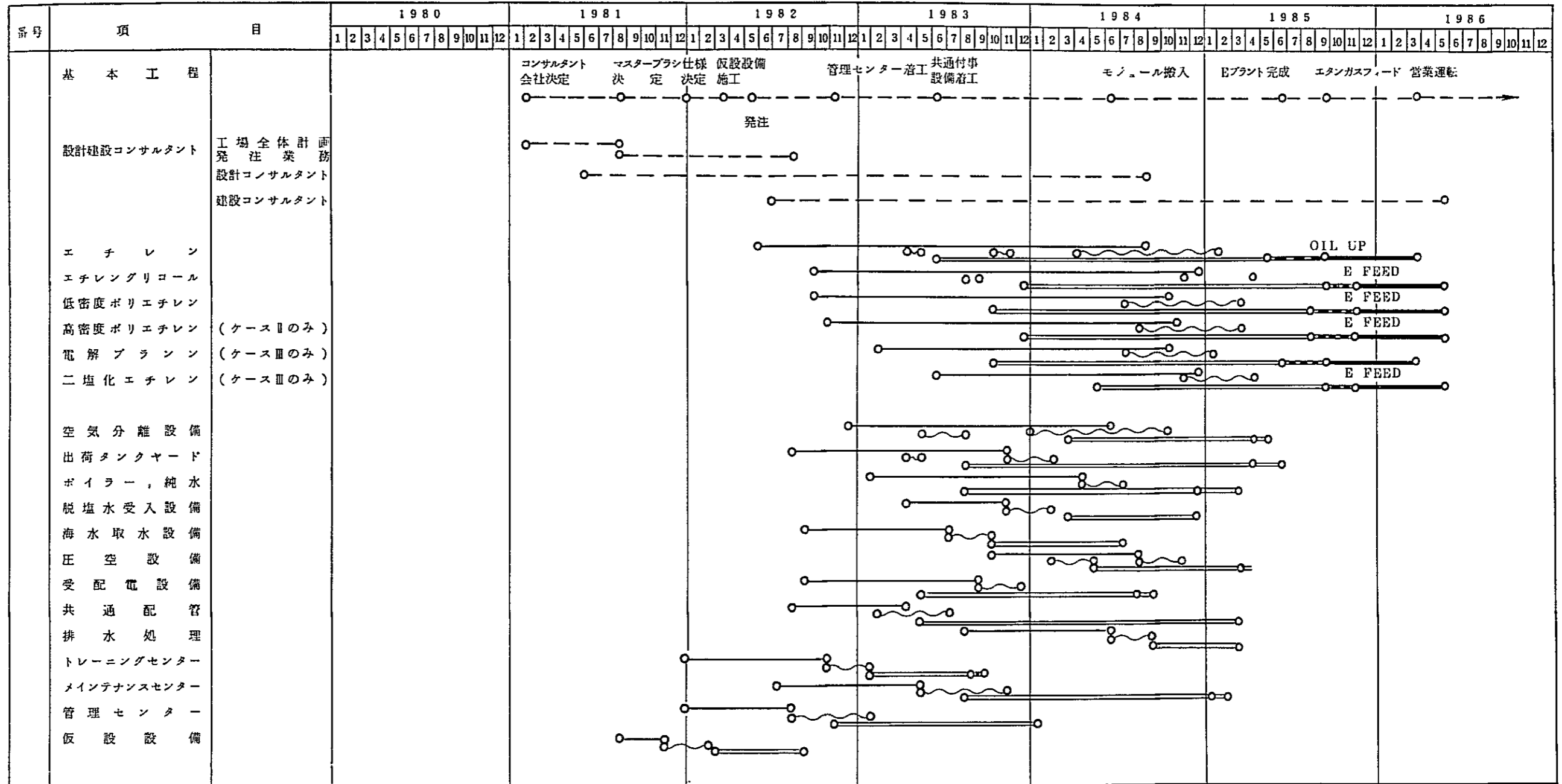


図 I - 03 サウディ石油化学合併会社組織人員配置図

人 数 (社員のみ)

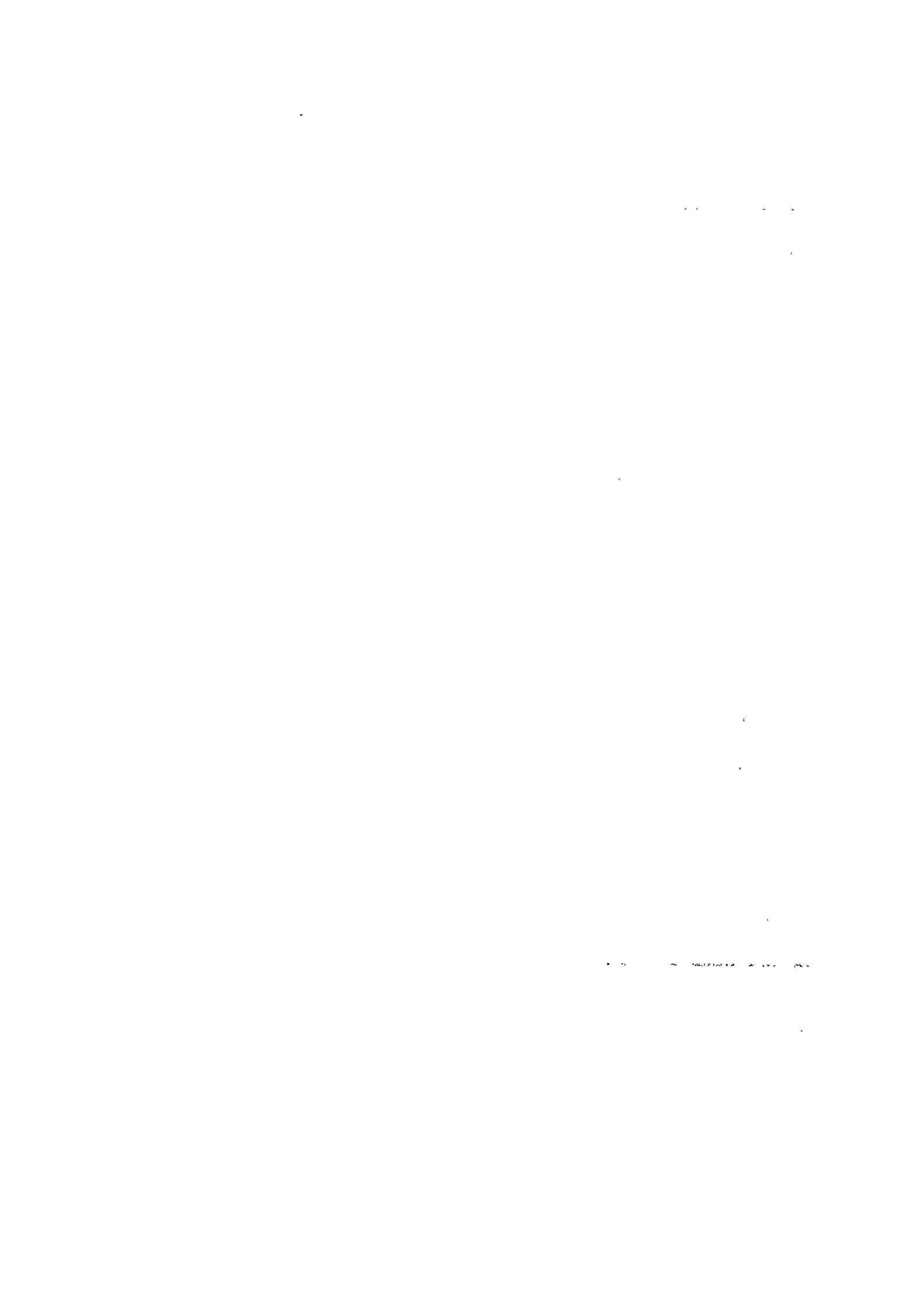
		ケース I	ケース II	ケース III	ケース IV		
取締役会	副社長	総務部	秘書広報課	9	9	9	9
			法務課	6	8	8	6
			経理課	15	16	16	15
			財務課	10	10	10	10
			<40>	<43>	<43>	<40>	
	社長	人事部	人事課	15	15	15	15
			採用教育課	14	15	15	14
			厚生サービス課	35	36	36	35
			<64>	<66>	<66>	<64>	
	副社長	管理部	管理課	20	21	21	20
			業務課	38	46	39	38
			警備保安課	88	88	88	88
			試験課	62	80	65	60
			<208>	<235>	<213>	<206>	
	社長	製造部	用役課	56	56	56	56
			E 課	103	103	103	103
			E O G 課	59	54	54	54
			L D P E 課	81	81	81	60
H D P E 課			-	64	-	-	
電解課			-	-	41	-	
E D C 課			-	-	26	-	
		<299>	<358>	<361>	<273>		
副社長	保全部	機械課	111	120	125	102	
		計電課	67	72	84	63	
		<178>	<192>	<209>	<165>		
合 計		789	894	892	748		

表1-01 サウディ石化計画総合工程表(第二次予備調査)

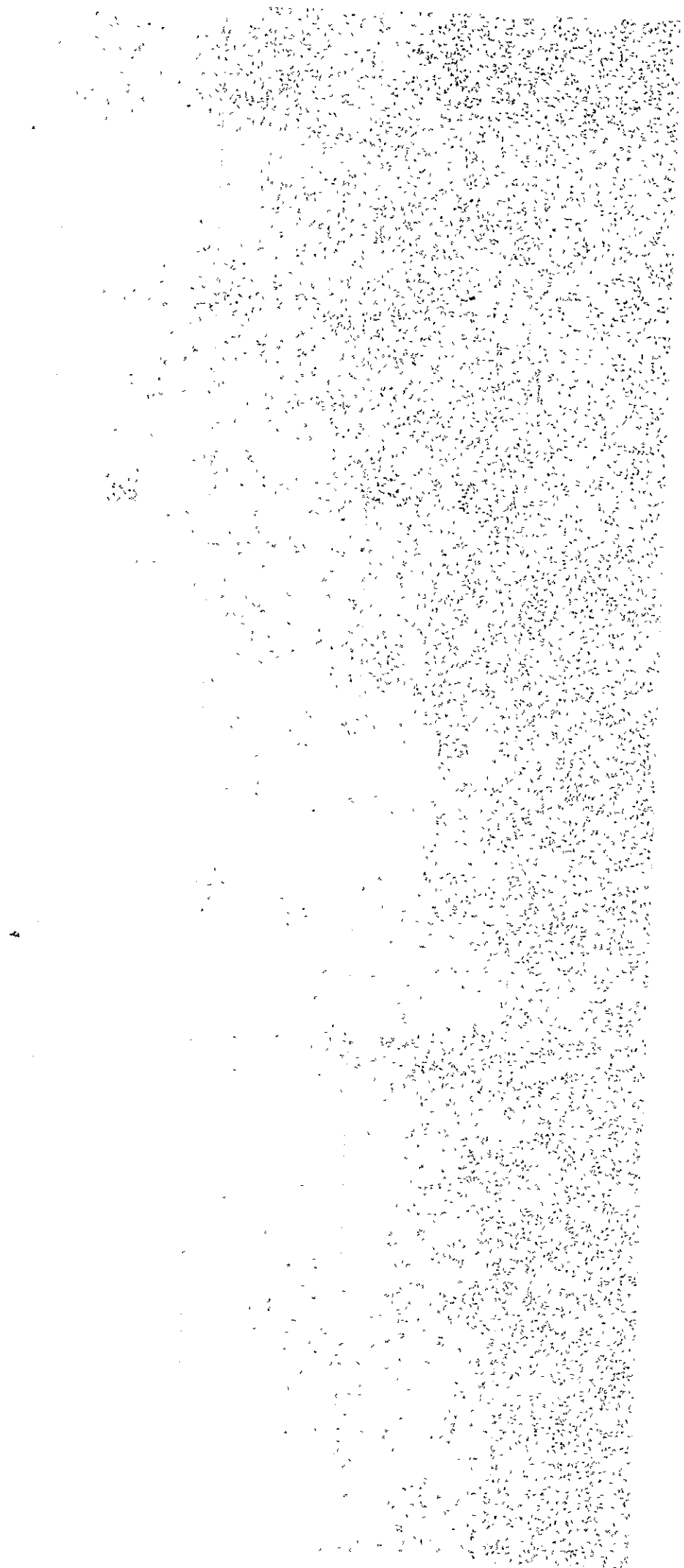


備考

設計機械手配    
  現地工事    
  試運転  
 輸送    
  メカラン



## Ⅱ. 序 論





## Ⅱ 序 論

### 1. 第二次予備調査の必要性の背景

#### 1-1 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 日本政府とサウディ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ディ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ディ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（SABIC）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、石油化学工場計画の予備的調査を開始したい旨の意思表示を行い、サウディ側はこれを受け入れた。
- (4) 同予備調査は、現地調査及び工場建設計画調査を国際協力事業団の委託を受け三菱油化エンジニアリング㈱が実施し、その結果を同プロジェクトの推進委員会が関係官庁とも打ち合わせの上エチレン規模年産30万トンの石油化学工場計画として、総合的に取り纏め1978年7月にSABICに提出した。
- (5) 1979年1月関連業界の巾広い出資を得てその推進主体としてサウディ石油化学開発株式会社（SPDC）が設立された。
- (6) 1979年4月政府及びSPDC代表が会社設立の趣旨説明及び事業計画推進に関し打ち合わせる為サ国を訪問した際、SABICからエチレン規模を年産45万トン以上とすること、また誘導品として高密度ポリエチレン、二塩化エチレンその他をも検討することが要請された。
- (7) サウディ側の要請に基づき、新しい規模での予備調査（第二次予備調査）を実施するに当り、後述の調査業務を国際協力事業団の依頼によりSPDC社が受託することになった。

#### 1-2 サウディ側が規模拡大を要請した背景

サ国がエチレン規模拡大及び新規誘導品プラント追加の検討を要請した背景として

- (1) 原油の値上りによりガスペースの石化製品が相対的に増々有利になると判断したこと。
- (2) サ国に於ける他の大規模石油化学事業計画の検討が進みサ国事業では規模拡大の効果

が大きいと判断したこと。

(3) ジュベール地域でのインフラストラクチャーの建設が進展し、大規模コンプレックス建設に対する自信を深めたこと。

等が推察される

### 1-3 前回予備調査と第二次予備調査の相違

今回の調査は前回予備調査とは内容において大きく異なりエチレン規模年産45万トンコンプレックスを新たに調査することを目的とし誘導品計画検討のために4ケースの全工場計画を調査したもので調査内容及び作業量は前回予備調査を上廻るものである。

(1) 前提条件のうち以下の基本思想は前回予備調査結果を活用した。

a) 採用技術の基本 エチレン(エタン分解)プロセス

LDPE "

EG "

b) サウディ現地条件 基本設計条件

インフラ及びFeed Stock/電力、用役のサウジ側供給  
思想

c) 建設費概算方式

d) 工場計画の基本的概念 用役設備、保守設備、要員計画

(2) 前提条件のうち上記の基本思想を除く前提条件に関して見直し、又は新規調査、検討を実施した。

○ 1979年の世界的経済変動に伴う経済諸要素の見直し

○ 原料/用役の供給条件見直し

(サウディ国内計画進捗による変更及び情勢変化)

✓ ○ 新規誘導品の採用技術検討(HDPE、EDC、電解)

○ 日本国内及び東南アジアマーケットの予備的検討の見直し及び誘導品プラントの生産規模見直し

(3) 調査の具体的作業について

a) 概念設計及び建設費概算作業

i) エチレン、LDPE、EGについては、プロセス設計条件は前回と同じであるが生産能力の変更に伴う設計変更、建設費及び操業費概算については前回の設計見積とほぼ同様の作業を実施した。

ii) 新規誘導品の設計、建設費及び操業費概算は当然の事ながら新規に実施した。

(HDPE、EDC、電解)

iii) コンプレックスの必要付帯設備・ユーティリティ設備は各ケース毎に能力が異なるので、全て新しく設計建設費及び操業費概算を実施した。

- b) 新規コンプレックス・組織・要員計画の作成  
各ケース毎に誘導品プラント及び共通付帯設備が異なるので新たに積上げを実施した。
- c) 製品輸送計画  
製品品種増加、出荷設備配置計画の変更及び輸送量増加に伴う新規輸送計画の立案及び建設費、操業費の概算を実施した。
- d) 製品受入れ基地  
新規製品の受入れ計画の立案、その他製品の受入れ量増加に伴う計画の変更並びに建設費、操業費の概算を実施した。
- e) 4ケース毎の経済計算及び全ての結果のまとめ  
以上目的及び内容をまとめると下記のように整理される。

	前回予備調査	第二次予備調査																														
エチレン規模	31.5万トン/年	45.6万トン/年																														
誘導品計画	LD/PE 20万トン/年 EG 15万トン/年 の1ケースのみ検討	LD/PE、EGの規模修正に加えて高密度ポリエチレンまたは二塩化エチレンを新たに加えた下記に示す4ケースについて検討。  (単位 万トン/年) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ケースI</th> <th>ケースII</th> <th>ケースIII</th> <th>ケースIV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LD/PE</td> <td>30</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>EG</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>HD/PE</td> <td>-</td> <td>8</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>EDC</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>30</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>E輸送</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>		ケースI	ケースII	ケースIII	ケースIV	LD/PE	30	25	25	20	EG	20	15	15	15	HD/PE	-	8	-	-	EDC	-	-	30	-	E輸送	-	-	-	14
	ケースI	ケースII	ケースIII	ケースIV																												
LD/PE	30	25	25	20																												
EG	20	15	15	15																												
HD/PE	-	8	-	-																												
EDC	-	-	30	-																												
E輸送	-	-	-	14																												
調査の目的	現地調査並びに工場の建設計画調査	上記4ケースの経済性比較評価のための調査																														

#### 1-4 第二次予備調査の位置付け

サウディにおける大規模コンプレックス建設プロジェクトの推進方式は、先づ外国パートナーが実施した予備調査に基づき基本的事項（プラント規模、製品販売方式等）に関し両者が合意し、その上で両者で総合的調査を行い、事業実施計画案を作成する方式が取られている。従って今回の新しい規模に関する調査（第二次予備調査）は日本側での予備調査の一環として、日本側で実施する必要がある。

第二次予備調査結果に基づき、日サ両者が基本事項に合意した場合には、次のステップとして両者共同で

- 事業実施計画案の作成
- 事業実施判断資料の作成
- 合併事業契約案の策定

等の総合調査を実施することとなる。

この総合調査では第二次予備調査結果及び両者合意の基本的事項に基づき下記の詳細な調査が必要である。

- a) プロセスプラントの基本設計及び一部詳細設計の実施並びに用役付帯設備及び出荷受入れ設備等の詳細計画の策定。
- b) プラント建設費の詳細な積算（実施設計、機器調達、建設を実際に請負うことが出来るエンジニアリング会社に実施せしめる。）
- c) 設計基準として、採用可能な精度の現地データ、要員関連、製品販売の実施策等の現地における徹底調査。

## 2 調査の前提

本調査にあたり次の様な前提を設定した。

### (1) 事業のスケジュール

- 1982年/中 設計、建設工事発注
- 1985年/中 設備完成
- 1985年/中～1986年/初 試運転
- 1986年/初 営業生産開始

### (2) 調査対象ケース

(単位 万トン/年)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
E	45	45	45	45
LD/PE	30	25	25	20
EG	20	15	15	15
HD/PE	-	8	-	-
EDC	-	-	30	-
E輸送	-	-	-	14

尚ケースⅢにおいては塩素生産のために電解プラントが設置され副製品として苛性ソーダが生産される。

### (3) 製品の販売市場

製品の販売市場は次の様に仮定した。

- 低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン
- サウディ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

サウディ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販売するものとした。

○ 二塩化エチレン

サウディ製品は全量日本へ輸出販売するものとした。

○ 苛性ソーダ

サウディ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%はオーストラリアへ輸出販売するものとした。

○ エチレン

サウディ製品(14万トン/年)は全量日本へ輸出販売するものとした。

(4) 調査の範囲

前回予備調査結果に基づき、本事業に必要な原料エタン、原料塩及び用役(燃料、電気、脱塩水、海水)は工場渡してサウディ側政府機関より受取るものとした。また従業員の住居及び生活施設はサウディ側政府機関より貸与を受けるものとし、港湾施設及び製品出荷用設備等もサウディ側で施工されるものとした。

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、サウディに於ける生産、用役、出荷、廃棄物処理設備及びこれらプラント類のメンテナンス設備、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立場から、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。

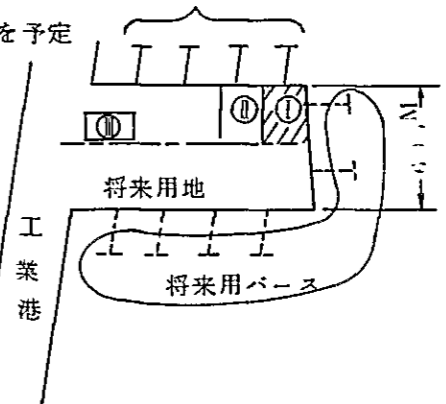
3. 最新確認事項

前回予備調査から1年以上経過したので、最近の経済情勢の変化を考慮して、SABICに対し最新の情報を確認した結果を表Ⅱ-01に示す。

表 1-01 最新確認事項

項 目	1978年予備調査データ	最新確認事項
1. Feedstock & Utilities		
(1) Ethane Gas	17.21 \$/T (35¢/MMBTU) at 1978	同左。GROSS HEATING VALUEとする。 ガスの価格についてはSUPREME PETROLEUM COUNCILが決める 事項であり、近く決まる予定。
(2) Methane Gas	1841 \$/T (1.39\$/MMKcal) at 1978	35¢/MMBTU
(3) Electric Power	0.0145 \$/KWH at 1978	同 左
(4) Salt		15 \$/T (Delivered Price) と仮定のこと。 (Mining Cost と Royalty 90 ¢/T) 塩についてはSHELLと共同で採掘、精製、運送することも将来可能であろ う。採掘場所はJUBAILより約30kmの所でBrineの状態である。 組成 NaCl 9.440% CaSO <sub>4</sub> 0.97% MgCl <sub>2</sub> 1.68% その他 2.95%
(5) Drinking Water	1.2 \$/M <sup>3</sup> at 1983	2.9 SR/T for industrial use at 1982 : Portable Water (脱塩水+井水)世界保健機構の飲料水基準に適合した仕様である。 1ラインで工場に送られてくる。
(6) Process Water	0.8 \$/M <sup>3</sup> at 1983	同 上
(7) Cooling Sea Water	0.025 \$/M <sup>3</sup> at 1983	0.064 SR/T at 1982
(8) Nitrogen	42 \$/T at 1978	同 左 尚SABICはJAPAN、DOW等各コンプレックス内で使用するO <sub>2</sub> とN <sub>2</sub> を集中して供給すべく集中空気分離プラントを設置の予定。今回のSTUDY では自前の空気分離プラントで試算することと了解。 酸素価格：50US\$/T at 1983 (集中化の場合)

項 目	1 9 7 8 年 予 備 調 査 デ ー タ	最 近 確 認 事 項																																				
(9) Escalation	6%/Year for electric power 6% will be applied to 35% of the gas price element.	電 気：6 %/年 ガ ス：2.1 %/年 水、海水：7 %/年 N <sub>2</sub> : 6 %/年 塩 : 5 %/年																																				
2. Exchange Rate		1 US\$ = 3.45 SR (Study Base)																																				
3. House	<p>20 years rental from Royal Commission</p> <table border="1" data-bbox="863 751 1605 1182"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th>Area</th> <th>No of Bedroom</th> <th>Rental Fee/Y (1983)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">[House]</td> </tr> <tr> <td>Type I</td> <td>185M<sup>2</sup></td> <td>3-4</td> <td>25,000\$/Y</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>150</td> <td>3</td> <td>20,000</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>110</td> <td>2</td> <td>15,000</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>80</td> <td>1</td> <td>10,000</td> </tr> <tr> <td colspan="4">[Apartment]</td> </tr> <tr> <td>Type V</td> <td>40</td> <td>1</td> <td>5,500</td> </tr> <tr> <td>VI</td> <td>60</td> <td>2</td> <td>7,500</td> </tr> </tbody> </table>	Type	Area	No of Bedroom	Rental Fee/Y (1983)	[House]				Type I	185M <sup>2</sup>	3-4	25,000\$/Y	II	150	3	20,000	III	110	2	15,000	IV	80	1	10,000	[Apartment]				Type V	40	1	5,500	VI	60	2	7,500	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Top Class の 200M<sup>2</sup> の House も 検 討 中</li> <li>○ 全 て の 家、ア パ ー ト は 家 具 が 全 部 付 いて お り、Fee の 中 に は 用 役 使 用 料 も 含 ま れ て い る。</li> <li>○ Job Rank に よ る House Type の 区 分 は あ く ま で J/V の Policy 事 項 と 考 え る。</li> <li>○ Rental Fee の 変 化 は な い。</li> <li>○ 全 期 間 7 %/年 の Escalation と 仮 定 の 事 項。 (1978-1985-2004)</li> </ul>
Type	Area	No of Bedroom	Rental Fee/Y (1983)																																			
[House]																																						
Type I	185M <sup>2</sup>	3-4	25,000\$/Y																																			
II	150	3	20,000																																			
III	110	2	15,000																																			
IV	80	1	10,000																																			
[Apartment]																																						
Type V	40	1	5,500																																			
VI	60	2	7,500																																			
4. Site Lease	5.65 £/M <sup>2</sup> /Year (0.2 SR/M <sup>2</sup> /Year)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 単 価 は 0.08 SR/M<sup>2</sup>/Y に 下 げ る。(at 1982)</li> <li>○ Escalation は 10 %/年 と 仮 定 の 事 項。</li> <li>○ Shipping and Tankyard Area に 対 し て も 0.08 SR/M<sup>2</sup>/Y で あ る。</li> <li>○ Site 代 は J/V Agreement 締 結 時 か ら J/V 全 面 積 分 を 支 払 う 事 項。</li> </ul>																																				
6. Pipeline for liquid cargo (EG, NaOH, EDC, E)		<p>考 え 方 と し て、(イ)各 企 業 独 自 で 設 計、施 工、保 守 を す る 場 合 (ロ)R/COMMISSION が 行 う 場 合 の 2 通 り が 考 え ら れ て い る。</p> <p>今 回 の Study で は (イ) の ケ ー ス で 実 施 す る 事 項 を 了 解。</p> <p>尚 他 企 業 の 製 品 の 共 通 配 管 化 は SPEC の 違 い も あ り 実 施 し な い 事 項 と し て い る。</p>																																				

項 目	1 9 7 8 年 予 備 調 査 デ ー タ	最 近 確 認 事 項																		
7. Salaries of local hired employee.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th>Base Salary/SR-Month</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Division Manager</td> <td>9,000 - 16,000</td> </tr> <tr> <td>2. Section Superintendent</td> <td>7,000 - 9,000</td> </tr> <tr> <td>3. Supervisor, Senior Engineer</td> <td>6,000 - 8,000</td> </tr> <tr> <td>4. General Foreman, Engineer, Chief Secretary</td> <td>4,000 - 6,000</td> </tr> <tr> <td>5. Foreman, Secretary, Office Clerk</td> <td>4,000 - 6,000</td> </tr> <tr> <td>6. Skilled Worker, Typist, Tele Operator</td> <td>3,500 - 4,500</td> </tr> <tr> <td>7. Semi-skilled, Driver, Guard</td> <td>2,500 - 3,500</td> </tr> <tr> <td>8. Unskilled, Mailboy</td> <td>1,500 - 2,500</td> </tr> </tbody> </table>	Type	Base Salary/SR-Month	1. Division Manager	9,000 - 16,000	2. Section Superintendent	7,000 - 9,000	3. Supervisor, Senior Engineer	6,000 - 8,000	4. General Foreman, Engineer, Chief Secretary	4,000 - 6,000	5. Foreman, Secretary, Office Clerk	4,000 - 6,000	6. Skilled Worker, Typist, Tele Operator	3,500 - 4,500	7. Semi-skilled, Driver, Guard	2,500 - 3,500	8. Unskilled, Mailboy	1,500 - 2,500	<p>Base Salaryの価格は変わらず 各職業に外国人がなろうが現地人がなろうが、Base Salaryは変わらない。 但し外国人にはFringe Benefitが付加される。 Escalation : 10%/年</p>
Type	Base Salary/SR-Month																			
1. Division Manager	9,000 - 16,000																			
2. Section Superintendent	7,000 - 9,000																			
3. Supervisor, Senior Engineer	6,000 - 8,000																			
4. General Foreman, Engineer, Chief Secretary	4,000 - 6,000																			
5. Foreman, Secretary, Office Clerk	4,000 - 6,000																			
6. Skilled Worker, Typist, Tele Operator	3,500 - 4,500																			
7. Semi-skilled, Driver, Guard	2,500 - 3,500																			
8. Unskilled, Mailboy	1,500 - 2,500																			
8. Wage Cost	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>1. Base Salary x 10%</td> <td>-----</td> <td>Social Insurance</td> </tr> <tr> <td>2. " x 10%</td> <td>-----</td> <td>Annual Leave</td> </tr> <tr> <td>3. " x 20%</td> <td>-----</td> <td>Housing Allowance</td> </tr> <tr> <td>4. " x 10%</td> <td>-----</td> <td>Bonus</td> </tr> <tr> <td>5. " x 10%</td> <td>-----</td> <td>Transportation</td> </tr> <tr> <td>6. " x 10%</td> <td>-----</td> <td>Medical Service</td> </tr> </tbody> </table>	1. Base Salary x 10%	-----	Social Insurance	2. " x 10%	-----	Annual Leave	3. " x 20%	-----	Housing Allowance	4. " x 10%	-----	Bonus	5. " x 10%	-----	Transportation	6. " x 10%	-----	Medical Service	<p>×13% for Saudi Insurance (5% By Employee、8% By Company) ×10% ×25% ×10% ×6% ×5%</p>
1. Base Salary x 10%	-----	Social Insurance																		
2. " x 10%	-----	Annual Leave																		
3. " x 20%	-----	Housing Allowance																		
4. " x 10%	-----	Bonus																		
5. " x 10%	-----	Transportation																		
6. " x 10%	-----	Medical Service																		
<p>9. Product Shipping for Ocean Transportation</p> <p>(1) Shipment of chemical liquid product</p> <p>a) Loading Site for Shipment</p>	<p>Berth of industrial port</p> <p>Location of tank is being studied by Royal Commission and Port Authority and being decided in two months.</p>	<p>工業港途中のピア-に設置</p> <p>82年4バース設置</p> <p>当J/V用タンク予定地は58,900M<sup>2</sup>を予定 タンク設置基準は後日提示する。</p>  <p>①エチレンタンク (緊急出荷用)</p> <p>②当J/V用タンク用地 工場フェンスより約10KM の所</p> <p>③タンクヤード用役センター (R/C)</p>																		



項 目	1978年予備調査データ	最 近 確 認 事 項
b) Route of pipe connecting between plant side and loading site	Route : Go into common service corridor at the fence of the complex and crosses under the road and stretch to the industrial port.	同 左
c) Berth Condition o allowable ship size o number of available berth	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ship Access: Length of pier is 90-250 m and vessel of 60,000 t can have access.</li> <li style="padding-left: 2em;">Depth of water is 14 m - 16 m.</li> <li>* Size of Accessible Vessel : 70,000 t</li> <li>* Number of Berth : Plan is not finalized</li> <li>* Volume of Cargo : 45 million T/y in 1985</li> </ul>	<p>14 mのみ</p> <p>82年には石化製品用に4バース設置。 将来は8~10バース設置可能。 不明確</p>
d) Loading facility which shall be owned by our project	<ul style="list-style-type: none"> <li>* All facilities including products transmitting pipeline and loading arm are to be built and be owned by Royal Commission.</li> <li>* The products pipeline will be operated by Royal Commission. Staffs from each project will stay at port office to supervise the loading of the products.</li> </ul>	<p>同 左</p> <p>同 左</p>
(2) Shipment of solid products a) Location of container yard for shipment	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Commercial berth to the side of industrial berth. (2 berth) (depth 16m, 15m) for container 40 ft container is planned.</li> <li>* Port charge will be the level of that of Damman.</li> </ul>	<p>2バースより多くのバースが使用可 全部で20バースを考えている。</p> <p>同 左</p>
b) Berth condition for container ship. o allowable ship size	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Depth : 12 m - 14 m</li> <li>* Volume: 5 million tons/year</li> </ul>	12 m ~ 16 m

項 目	1 9 7 8 年 予 備 調 査 デ ー タ	最 近 確 認 事 項
c) Loading facilities which shall be owned and operated by our project.	By Royal Commission including warehouse. Containers will be owned by Joint Venture.	用地を各J/V用に区分。Warehouseは各J/Vが設置
d) Container handling system.		R/C & Port Authority 所管
e) Assumed loading and unloading rate of containers.		Level of Dammon Port
f) Storing capacity of container yard.		15日間 Max
g) System of inland transportation of container. (truck or railroad service)	By truck or rail.	どちらでもよいが多分Truckとなろう。
10 Common Service.		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Port Service 費用、Telecommunication 費用、Rail Road 費用、Air Port 費用等公共施設の料金は全て Saudi 内一般価格と同一</li> <li>◦ Royal Commission の業務  廢液処理 0.44 SR/T、固型廃棄物処理 23 SR/T、英語の学校での費用 8,000 US\$/y/child (at 1982)  Escalation : 7%/年</li> <li>◦ Charge Free Service  Sanitary 処理、Ravish Waste 処理 (一般物の焼却)  Security Service (Fire)、Mosk、Clinics、  整地と公共道路施設</li> </ul> <p>尚J/V独自では最小限の消防隊体制とガードマン2人/直程度は持つ必要があろう。</p>

項 目	1 9 7 8 年 予 備 調 査 デ ー タ	最 近 確 認 事 項																														
<p>11. Feedstock and Utilities Supply Condition</p> <p>(1) Ethane rich gas</p> <p>(a) delivery condition at fence</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o pressure</li> <li>o temperature</li> <li>o composition (vol %)</li> </ul>	<p>* PRESSURE : 150 psiG min. at distribution center 100 psiG min. at our site fence</p> <p>* TEMPERATURE : 150°F max.</p> <p>* COMPOSITION : C<sub>1</sub> 2.5 mol % max. C<sub>2</sub> 95.0 min. C<sub>3</sub> 2.5 max. CO<sub>2</sub> 1500 ppm max. (vol) T-Sul. 400 ppm max. (vol)</p> <p>* MOISTURE: 7lb/MMSCF max.</p>	<p>350 psiG ~ 720 psiG at site fence</p> <p>同 左</p> <p>同 左</p> <p>600 ppm max (MOL)</p> <p>同 左</p>																														
<p>(2) Fuel gas</p> <p>(a) delivery condition</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o pressure</li> <li>o temperature</li> <li>o composition (vol %)</li> <li>o net calorific value</li> </ul>	<p>* PRESSURE: 350 psiS min. at distribution center 300 psiS min. at out site fence</p> <p>* TEMPERATURE: 150°F max.</p> <p>* COMPOSITION:</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th>min.</th> <th>max.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C<sub>1</sub></td> <td>71 mol %</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>C<sub>2</sub></td> <td>8.3</td> <td>27.6</td> </tr> <tr> <td>C<sub>3</sub></td> <td>0.4</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>C<sub>4</sub><sup>+</sup></td> <td>0</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>N<sub>2</sub></td> <td>0.6</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>CO<sub>2</sub><sup>&lt;</sup></td> <td>1.0</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>HHV</td> <td>1070</td> <td>1220 Btu/SCF</td> </tr> <tr> <td>H<sub>2</sub>S</td> <td colspan="2">0.0648 g/100SCF max.</td> </tr> <tr> <td>T-Sul</td> <td colspan="2">1.296 g/100SCF max.</td> </tr> </tbody> </table> <p>* MOISTURE: 7lb/MMSCF max.</p>		min.	max.	C <sub>1</sub>	71 mol %	90	C <sub>2</sub>	8.3	27.6	C <sub>3</sub>	0.4	3.0	C <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0	0.3	N <sub>2</sub>	0.6	1.3	CO <sub>2</sub> <sup>&lt;</sup>	1.0	1.2	HHV	1070	1220 Btu/SCF	H <sub>2</sub> S	0.0648 g/100SCF max.		T-Sul	1.296 g/100SCF max.		<p>150 psiG</p> <p>同 左</p> <p>同 左</p> <p>GHV. 1,000 BTU/SCF. MIN.</p> <p>同 左</p> <p>同 左</p>
	min.	max.																														
C <sub>1</sub>	71 mol %	90																														
C <sub>2</sub>	8.3	27.6																														
C <sub>3</sub>	0.4	3.0																														
C <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0	0.3																														
N <sub>2</sub>	0.6	1.3																														
CO <sub>2</sub> <sup>&lt;</sup>	1.0	1.2																														
HHV	1070	1220 Btu/SCF																														
H <sub>2</sub> S	0.0648 g/100SCF max.																															
T-Sul	1.296 g/100SCF max.																															

項 目	1 9 7 8 年 予 備 調 査 デ - タ	最 近 確 認 事 項																														
<p>12. Codes and Regulations</p> <p>(1) Codes and regulations for design</p> <p>(a) safety code</p> <p>(b) pollution control regulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o air quality control</li> <li>o waste water discharge limitation</li> <li>o solid wastes management</li> <li>o noise and vibration control</li> </ul>	<p>* Pollution control regulations draft being worked out based on the standard of U.S.A.</p> <p>* Air quality control: U.S.A.</p> <p>* Waste water discharge: influence to Gulf sea water.</p> <table border="0" data-bbox="854 604 1537 924"> <thead> <tr> <th></th> <th>Tolerable</th> <th>Monthly Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oxygen contents</td> <td>2 ppm min</td> <td>3 ppm min</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>Oil</td> <td>30 max</td> <td>10 max</td> </tr> <tr> <td>Temperature</td> <td>10°C</td> <td>10°C</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Noise</p> <table border="0" data-bbox="854 987 1329 1102"> <tbody> <tr> <td>Industrial district</td> <td>75 max dBA</td> </tr> <tr> <td>Commercial district</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Residential district</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p>* There is a regulation on water quality to be discharged to the central drainage. Control of waste water quality should be made by each project.</p> <p>* Industrial disposal having nuisance smell and poison have to be treated at each plant site.</p> <p>* Flare stack: conventional</p>		Tolerable	Monthly Average	Oxygen contents	2 ppm min	3 ppm min	SS	20 ppm max	10 ppm max	PH	6 - 9	6 - 9	COD	200 ppm max	100 ppm max	BOD	40 max	20 max	Oil	30 max	10 max	Temperature	10°C	10°C	Industrial district	75 max dBA	Commercial district	65	Residential district	50	<p>同 左</p> <p>同 左</p>
	Tolerable	Monthly Average																														
Oxygen contents	2 ppm min	3 ppm min																														
SS	20 ppm max	10 ppm max																														
PH	6 - 9	6 - 9																														
COD	200 ppm max	100 ppm max																														
BOD	40 max	20 max																														
Oil	30 max	10 max																														
Temperature	10°C	10°C																														
Industrial district	75 max dBA																															
Commercial district	65																															
Residential district	50																															

項 目	1 9 7 8 年 予 備 調 査 デ ー タ	最 近 確 認 事 項
(2) Electric power (a) delivery condition o number of transmission line o voltage of transmission line o frequency o phase	* Voltage 230 KV, 3 phase, 60 Sub-station 230 - 24.5 KV Feeder 2 lines, 1 line in operation, 1 line stand-by  * GENERATOR: JUAYMAH AL WUSTA, BERRI stations 2 line or 4 line in loop to Jubail	同 左
(3) Desalinated water (a) delivery condition o temperature o pressure o purity or impurity	* TEMPERATURE: 35°C max. * PRESSURE: 50 psiG * TDS: 25 ppm * Supplied by 2 lines to complex from storage tank of water for 24 hours supply settled in Desalination plant, 20 Km to the south of the complex.	脱塩水という水ではなく脱塩水に井水を混ぜた水となる。  同 左
(4) Sea water (a) intake condition o temperature maximum, minimum, average o pressure	* INTAKE: design base 35°C By electric pump from 5 - 6 m below the surface. Many suction pumps with stand-by units * Cl <sub>2</sub> INJECTION: * DISCHARGE: Temperature difference of intake and discharge should be contained within 10°C.	同 左  Cl <sub>2</sub> は入れてあるが不明確  10°C内であればO.K



#### 4. 調査チーム

調査チームはSPDC社社員の37名より編成した。

主要調査団員表は表Ⅱ-02に示す通りである。

表Ⅱ-〇2 主要調査団員表

氏名	調査担当業務	所 属
三浦 昭	全般統括	サウディ石油化学開発(株) 取締役プロジェクトマネージャー
丁子 睦	プロセスプラント設備計画全般	サウディ石油化学開発(株) 技術建設グループ課長
大杉 昭司	工場運営計画全般	サウディ石油化学開発(株) 技術建設グループ課長
深川 寛	輸送計画全般	サウディ石油化学開発(株) 企画調整グループ課長
山田 修司	要員・労務・計画全般	サウディ石油化学開発(株) 操業労務グループ課長
池浦 匡男	インフラストラクチャー計画全般	サウディ石油化学開発(株) 取締役付
佐藤 武比古	プロセスプラント設備計画主担	サウディ石油化学開発(株)嘱託 三菱油化エンジニアリング(株)営業技術部次長
大西 佑治	エチレン・エチレングルコール設備計画主担	サウディ石油化学開発(株)嘱託 三菱油化エンジニアリング(株)鹿島支社 エンジニアリング第1グループ課長
鈴木 浩	低密度ポリエチレン設備計画主担	サウディ石油化学開発(株)嘱託 三菱油化エンジニアリング(株)四日市支社 エンジニアリング第2グループリーダー
上田 登志夫	電解プラント設備計画主担	サウディ石油化学開発(株)嘱託 三菱化成テクノエンジニアズ(株) 営業センター部長
磯本 誠	高密度ポリエチレン設備計画主担	サウディ石油化学開発(株)嘱託 三菱化成テクノエンジニアズ(株) 技術開発センター部長
菅井 尚夫	二塩化エチレン設備計画主担	サウディ石油化学開発(株)嘱託 三菱化成テクノエンジニアズ(株) 営業センター部長代理



氏 名	調 査 担 当 業 務	所 属
西 田 英 光	オフサイト設備計画主担	サウディ石油化学開発(株)囑託 三菱油化エンジニアリング(株) 営業技術部課長
鈴 木 康 夫	保守設備計画主担	サウディ石油化学開発(株)囑託 三菱油化エンジニアリング(株) 営業技術部課長
木 村 豊 彦	土木建築設備計画主担	サウディ石油化学開発(株)囑託 三菱油化エンジニアリング(株) 営業技術部課長
大 塚 啓 一	エチレン設備計画担当	サウディ石油化学開発(株)囑託 三菱油化エンジニアリング(株)鹿島支社 エンジニアリング第1グループ主任
小 池 明 義	低密度ポリエチレン設備計画 担当	サウディ石油化学開発(株)囑託 三菱油化エンジニアリング(株)四日市支社 エンジニアリング第2グループ課長代理
小 林 浩 之	高密度ポリエチレン設備計画 担当	サウディ石油化学開発(株)囑託 三菱化成工業(株)水島工場 製造第3部部長代理
奥 山 弘 治	エチレングリコール設備計画 担当	サウディ石油化学開発(株)囑託 三菱油化エンジニアリング(株)鹿島支社 エンジニアリング第1グループ課長代理
高 松 久 夫	高密度ポリエチレン設備計画 担当	サウディ石油化学開発(株)囑託 三菱化成テクノエンジニアズ(株) 営業センター部長代理
平 島 鉄 洋	二塩化エチレン設備計画担当	サウディ石油化学開発(株)囑託 三菱化成工業(株)水島工場 施設部部長代理
馬 場 庸 之	輸送計画担当	サウディ石油化学開発(株) 企画調整グループ課長代理
金 村 裕 行	保守設備計画担当	サウディ石油化学開発(株)囑託 三菱油化エンジニアリング(株)営業技術部主任

氏 名	調 査 担 当 業 務	所 属
原 谷 裕 三	製品受入基地計画担当	サウディ石油化学開発(株)嘱託 三菱油化エンジニアリング(株) 営業技術部主任
小 林 紀久雄	プロセスプラント設備計画担 当	サウディ石油化学開発(株)嘱託 三菱油化エンジニアリング(株) 営業技術部主任

#### 5. 調査日程

1979年9月末より着手し1980年2月中旬に調査、報告を完了するものと予定した。

### Ⅲ. 全 体 計 画



### Ⅲ. 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

各ケースについて、下記のプラントを設置する。

(単位：t/年)

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
エチレン	458,000	458,300	456,000	456,500
低密度ポリエチレン	300,000	250,000	250,000	200,000
高密度ポリエチレン	—	80,000	—	—
エチレングリコール	200,000	150,000	150,000	150,000
電解塩素	—	—	220,000	—
二塩化エチレン	—	—	300,000	—

### 1-1-2 用役設備

	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
海水設備	95,000 t/h	86,000 t/h	100,000 t/h	82,000 t/h
脱塩水設備	780 t/h	890 t/h	830 t/h	650 t/h
循環冷却水設備	26,000 t/h	23,700 t/h	22,900 t/h	20,000 t/h
純水設備	760 t/h	760 t/h	800 t/h	700 t/h
蒸気発生設備				
高圧蒸気	230 t/h×2系列	220 t/h×2系列	220 t/h×2系列	230 t/h×2系列
中圧蒸気	220 t/h	210 t/h	220 t/h	180 t/h
空気分離設備				
酸素	8,700Nm <sup>3</sup> /h× 2系列	6,600Nm <sup>3</sup> /h× 2系列	6,600Nm <sup>3</sup> /h× 2系列	6,600Nm <sup>3</sup> /h× 2系列
窒素	5,700Nm <sup>3</sup> /h× 2系列	6,600Nm <sup>3</sup> /h× 2系列	6,600Nm <sup>3</sup> /h× 2系列	5,100Nm <sup>3</sup> /h× 2系列
燃料設備	燃料ガス設備・燃料油設備			
圧空設備				
計装空気	8,200Nm <sup>3</sup> /h	9,100Nm <sup>3</sup> /h	9,300Nm <sup>3</sup> /h	7,300Nm <sup>3</sup> /h
雑用空気	5,000Nm <sup>3</sup> /h	6,200Nm <sup>3</sup> /h	7,100Nm <sup>3</sup> /h	4,400Nm <sup>3</sup> /h
受配電設備	120MVA	120MVA	120MVA×2系統	100MVA

### 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、購入電源及び自家発電による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、購入電源の信頼性、総合的経済性等を考慮し、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、信頼性が高いこと。
- (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、停電に際しての保安対策としては、ディーゼルエンジンによる保安用役の供給並びに各プラント毎のディーゼル発電機及びバッテリー電源による計装・室内照明電源等の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補修用機器・部品の調達を容易・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々と共に極力標準品・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、用役停止事故に対してはプロセスプラントの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(N<sub>2</sub>)、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、国外労務者の労務・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う。

#### 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がた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・レイアウトは安全性、運転性、保守性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

ケース別の工場内各設備の原料、製品、副生品、用役の授受バランスは次の通りである。

#### 2-1 ケースI

##### 2-1-1 原料、製品、副生品バランス

各プラント間の授受系統は図Ⅱ-01に示す通りである。



(1) エチレンプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	エチレン	458,000
原料使用量	エタン	565,200
製品量	エチレン	458,000
副生品量	メタン(EG向)	3,200
	燃料ガス	89,500
	C <sub>3</sub> +LPG	13,300
	燃料油	14,000

(2) 低密度ポリエチレンプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	低密度ポリエチレン	300,000
原料使用量	エチレン	324,000
製品量	低密度ポリエチレン	300,000
副生品量	リサイクルエチレン	21,000

リサイクルエチレンは、リサイクルガスとしてエチレンプラントの原料となる。

(3) エチレングリコールプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	エチレングリコール	200,000
原料使用量	エチレン	134,000
	メタン	3,200
	酸素	175,600
製品量	モノエチレングリコール	200,000
	ジエチレングリコール	18,600
副生品量	ヘビーエンド	1,600
	燃料ガス	4,900

## 2-1-2 用役バランス

### (1) 海水

授受系統は図 V-02 に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	海水設備	95,000
使用量	エチレンプラント	44,100
	低密度ポリエチレンプラント	25,000
	エチレングリコールプラント	16,700
	廃水処理、圧空設備	750
	(総使用量)	(86,550)

### (2) 脱塩水

授受系統は図 V-03 に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	脱塩水設備	780
使用量	エチレンプラント	227
	低密度ポリエチレンプラント	241
	純水設備	146
	空調その他	63
	飲料水設備	28
	(総使用量)	(705)

### (3) 循環再冷水

授受系統は図 V-04、05 に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	エチレンプラント	9,200
	低密度ポリエチレンプラント	16,800
使用量	エチレンプラント	8,400
	低密度ポリエチレンプラント	15,300

(4) 純 水

授受系統は図V-11に示す通りである。

(単位：t/h)

設備設計能力	純水設備	760
使用量	エチレンプラント	196
	低密度ポリエチレンプラント	90
	エチレングリコールプラント	3
	蒸気発生設備	420
	(総使用量)	(709)

(5) 蒸 気

授受系統は図V-07に示す通りである。

(単位：t/h)

設備設計能力	高圧蒸気	230 t/h × 2 系列			
	中圧蒸気	200 t/h × 1 系列			
使用量		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	118	45	11	—
	低密度ポリエチレンプラント	17	13	△34	—
	エチレングリコールプラント	21	102	—	△33
	純水設備	—	—	69	16
	蒸気発生設備	△208 52	△185 9	△61	—
	圧空設備	—	1	—	—
	その他付帯設備	—	15	15	17
	総使用量	208	185	95	33
	総発生量(△印)	208	185	95	33

(6) 窒素、酸素

窒素の授受系統は図V-15に示す通りである。

(単位: Nm<sup>3</sup>/h)

設備設計能力 (空気分離設備)	酸素 窒素	8,700Nm <sup>3</sup> /h×2系列 5,700Nm <sup>3</sup> /h×2系列
窒素使用量	エチレンプラント	max 4,000
	低密度ポリエチレンプラント	max 600
	エチレングリコールプラント	max 2,700
	空気分離設備	max 400
	その他用役付帯設備	max 1,000
	(総使用量)	(max 8,700)

(7) 燃料

授受系統は図V-17に示す通りである。

(単位: 10<sup>6</sup> kcal/h)

副生量及び受入量	副生量	243
	受入量	289
使用量	エチレンプラント	265
	蒸気発生設備	264
	フレアー設備	僅少
	廃水処理設備	僅少
	廃棄物焼却設備	3
	(総使用量)	(532)

(8) 計装空気及び雑用空気

授受系統は図 V - 19 に示す通りである。

(単位: Nm<sup>3</sup>/h)

設備設計能力	計 装 空 気	8,200	
	雑 用 空 気	5,000	
使 用 量		計装空気	雑用空気
	エチレンプラント	3,300	1,700
	低密度ポリエチレンプラント	1,500	1,500
	エチレングリコールプラント	1,200	60
	空 気 分 離 設 備	240	70
	純 水 設 備	200	30
	蒸 気 発 生 設 備	300	150
	そ の 他 用 役 設 備	180	290
	そ の 他 付 帯 設 備	500	750
	( 総 使 用 量 )	(7,420)	(4,550)

(9) 電 力

授受系統は図 V - 20 に示す通りである。

受電設備容量	受 電 設 備	120MVA
使 用 量	エチレンプラント	3,500Kwh/h
	低密度ポリエチレンプラント	40,300 "
	エチレングリコールプラント	12,900 "
	空 気 分 離 設 備	12,700 "
	海 水 設 備	19,800 "
	脱 塩 水 設 備	190 "
	純水設備及び蒸気発生設備	2,430 "
	計装空気設備及び雑用空気設備	1,400 "
	そ の 他 共 通 付 帯 設 備	2,040 "
	( 総 使 用 量 )	(95,260 " )

## 2-2 ケースⅡ

### 2-2-1 原料、製品、副生品バランス

各プラント間の授受系統は図Ⅱ-02に示す通りである。

#### (1) エチレンプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	エチレン	458,300
原料使用量	エタン	567,900
製品量	エチレン	458,300
副生品量	メタン(EG向)	2,400
	燃料ガス	90,700
	C <sub>3</sub> +LPG	13,200
	燃料油	14,000

#### (2) 低密度ポリエチレンプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	低密度ポリエチレン	250,000
原料使用量	エチレン	270,000
製品量	低密度ポリエチレン	250,000
副生品量	リサイクルエチレン	17,500

リサイクルエチレンはリサイクルガスとしてエチレンプラントの原料となる。

#### (3) 高密度ポリエチレンプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	高密度ポリエチレン	80,000
原料使用量	エチレン	87,800
製品量	高密度ポリエチレン	80,000
副生品量	リサイクルエチレン	1,600

リサイクルエチレンはリサイクルガスとしてエチレンプラントの原料となる。

## (4) エチレングリコールプラント

(単位: t/年)

生産設計能力	エチレングリコール	150,000
原料使用量	エチレン	100,500
	メタン	2,400
	酸素	131,700
製品量	モノエチレングリコール	150,000
	ジエチレングリコール	13,900
副生品量	ヘビージェット	1,200
	燃料ガス	3,700

## 2-2-2 用役バランス

## (1) 海水

授受系統は図V-02に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	海水設備	86,000
使用量	エチレンプラント	44,200
	低密度ポリエチレンプラント	21,000
	エチレングリコールプラント	12,500
	廃水処理圧空設備	820
	(総使用量)	(78,520)

## (2) 脱塩水

授受系統は図V-03に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	脱塩水設備	890
使用量	エチレンプラント	222
	低密度ポリエチレンプラント	201
	高密度ポリエチレンプラント	135
	純水設備	156
	空調その他	63
	飲料水設備	28
	(総使用量)	(805)

(3) 循環再冷水

授受系統は図 V - 04 ~ 06 に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	エチレンプラント	8,900
	低密度ポリエチレンプラント	14,000
	高密度ポリエチレンプラント	800
使用量	エチレンプラント	8,100
	低密度ポリエチレンプラント	12,700
	高密度ポリエチレンプラント	700

(4) 純水

授受系統は図 V - 11 に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	純水設備	760
使用量	エチレンプラント	196
	低密度ポリエチレンプラント	74
	高密度ポリエチレンプラント	7
	エチレングリコールプラント	2
	蒸気発生設備	420
	(総使用量)	(699)



(5) 蒸 気

授受系統は図 V - 08 に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	高 圧 蒸 気	220 t/h × 2 系列			
	中 圧 蒸 気	210 t/h × 1 系列			
使 用 量		高压蒸気	中圧蒸気	低圧蒸気	極低圧蒸気
		エチレンプラント	118	45	11
	低密度ポリエチレンプラント	14	11	△28	-
	高密度ポリエチレンプラント	1	15	7	-
	エチレングリコールプラント	16	77	-	△25
	純 水 設 備	-	-	76	8
	蒸 気 発 生 設 備	△199 50	△195 31	△81	-
	圧 空 設 備	-	1	-	-
	そ の 他 付 帯 設 備	-	15	15	17
	総 使 用 量	199	195	109	25
	総 発 生 量 ( △ 印 )	199	195	109	25

(6) 窒素、酸素

窒素の授受系統は図 V - 15 に示す通りである。

(単位: Nm<sup>3</sup>/h)

設備設計能力 (空気分離設備)	窒 素	6,600 × 2 系列
	窒 素	6,600 × 2 系列
窒 素 使 用 量	エチレンプラント	MAX 4,000
	低密度ポリエチレンプラント	MAX 600
	高密度ポリエチレンプラント	MAX 2,400
	エチレングリコールプラント	MAX 2,200
	空 気 分 離 設 備	MAX 300
	そ の 他 用 役 付 帯 設 備	MAX 1,000
	( 総 使 用 量 )	(MAX 10,500)

## (7) 燃料

授受系統は図 V - 17 に示す通りである。

(単位:  $10^6 \text{ kcal/h}$ )

副生量及び受入量	副 生 量	243
	受 入 量	290
使 用 量	エチレンプラント	267
	高密度ポリエチレンプラント	3
	蒸気発生設備	262
	フレア - 設備	僅少
	廃水処理設備	僅少
	廃棄物焼却設備	3
	( 総 使 用 量 )	(535)

## (8) 計装空気及び雑用空気

授受系統は図 V - 19 に示す通りである。

(単位:  $\text{Nm}^3/\text{h}$ )

設備設計能力	計 装 空 気	9,100	
	雑 用 空 気	6,200	
使 用 量		計装空気	雑用空気
	エチレンプラント	3,300	1,700
	低密度ポリエチレンプラント	1,500	1,500
	高密度ポリエチレンプラント	1,100	1,100
	エチレングリコールプラント	1,000	50
	空気分離設備	200	50
	純水設備	200	30
	蒸気発生設備	300	150
	その他用役設備	180	220
	その他付帯設備	500	750
	( 総 使 用 量 )	(8,280)	(5,550)

(9) 電力

授受系統は図 V - 20 に示す通りである。

受電設備容量	受電設備	120MVA
使用量	エチレンプラント	3,500 Kwh/h
	低密度ポリエチレンプラント	33,600 "
	高密度ポリエチレンプラント	8,100 "
	エチレングリコールプラント	9,700 "
	空気分離設備	9,700 "
	海水設備	17,900 "
	脱塩水設備	210 "
	純水設備及び蒸気発生設備	2,420 "
	計装空気設備及び雑用空気設備	1,600 "
	その他共通付帯設備	1,720 "
	(総使用量)	(88,450)

2-3 ケースⅡ

2-3-1 原料、製品、副生品バランス

各プラント間の授受系統は図Ⅳ-03に示す通りである。

(1) エチレンプラント

(単位: t/年)

生産設計能力	エチレン	456,000
原料使用量	エタン	567,000
製品量	エチレン	456,000
副生品量	メタン(EG向)	2,400
	燃料ガス	90,600
	C <sub>3</sub> + LPG	13,200
	燃料油	14,000

## (2) 低密度ポリエチレンプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	低密度ポリエチレン	250,000
原料使用量	エチレン	270,000
製品量	低密度ポリエチレン	250,000
副生品量	リサイクルエチレン	17,500

リサイクルエチレンはリサイクルガスとしてエチレンプラントの原料となる。

## (3) エチレングリコールプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	エチレングリコール	150,000
原料使用量	エチレン	100,500
	メタン	2,400
	酸素	131,700
製品量	モノエチレングリコール	150,000
	ジエチレングリコール	13,900
副生品量	ヘビーエンド	1,200
	燃料ガス	3,700

## (4) 電解プラント

(単位：t/年)

生産設計能力	塩素	220,000
原料使用量	原料塩	381,000
製品量	塩素	220,000
	苛性ソーダ	245,000
副生品量	水素	6,300

## (5) 二塩化エチレンプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	二塩化エチレン	300,000
原料使用量	エチレン	85,500
	塩素	220,000
製品量	二塩化エチレン	300,000

## 2-3-2 用役バランス

### (1) 海水

授受系統は図V-02に示す通りである。

(単位：t/h)

設備設計能力	海水設備	100,000
使用量	エチレンプラント	43,900
	低密度ポリエチレンプラント	21,000
	エチレングリコールプラント	12,500
	電解プラント	7,400
	二塩化エチレンプラント	5,500
	廃水処理圧空設備	740
	(総使用量)	(91,040)

### (2) 脱塩水

授受系統は図V-03に示す通りである。

(単位：t/h)

設備設計能力	脱塩水設備	830
使用料	エチレンプラント	222
	低密度ポリエチレンプラント	201
	電解プラント	35
	純水設備	206
	空調その他	63
	飲料水設備	28
	(総使用量)	(755)

### (3) 循環再冷水

授受系統は図V-04、05に示す通りである。

(単位：t/h)

設備設計能力	エチレンプラント	8,900
	低密度ポリエチレンプラント	14,000
使用量	エチレンプラント	8,100
	低密度ポリエチレンプラント	12,700

## (4) 純 水

授受系統は図V-11に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	純 水 設 備	800
使 用 量	エチレンプラント	195
	低密度ポリエチレンプラント	74
	エチレングリコールプラント	2
	電 解 プ ラ ン ト	48
	蒸 気 発 生 設 備	431
	( 総 使 用 量 )	(750)

## (5) 蒸 気

授受系統は図V-09に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	高 圧 蒸 気	220 t/h × 2 系列			
	中 圧 蒸 気	220 t/h × 1 系列			
使 用 量		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	118	44	10	-
	低密度ポリエチレンプラント	14	11	△28	-
	エチレングリコールプラント	16	77	-	△25
	電 解 プ ラ ン ト	-	20	-	-
	二塩化エチレンプラント	-	8	1	-
	純 水 設 備	-	-	28	8
	蒸 気 発 生 設 備	△198 50	△206 30	△80	-
	圧 空 設 備	-	1	-	-
	そ の 他 付 帯 設 備	-	15	15	17
	総 使 用 量	198	206	108	25
総 発 生 量 ( △ 印 )	198	206	108	25	

(6) 窒素、酸素

窒素の授受系統は図V-15に示す通りである。

(単位: Nm<sup>3</sup>/h)

設備設計能力 (空気分離設備)	酸 素 窒 素	6,600 × 2 系列 6,600 × 2 系列
窒素使用量	エチレンプラント	MAX 4,000
	低密度ポリエチレンプラント	MAX 600
	エチレングリコールプラント	MAX 2,200
	電 解 プ ラ ン ト	MAX 1,000
	二塩化エチレンプラント	MAX 2,500
	空 気 分 離 設 備	MAX 300
	その他用役付帯設備 (総使用量)	MAX 1,000 (11,600)

(7) 燃 料

授受系統は図V-17に示す通りである。

(単位: 10<sup>6</sup> kcal/h)

発生量及び受入量	発 生 量	244
	受 入 量	295
使 用 量	エチレンプラント	266
	二塩化エチレンプラント	僅少
	蒸気発生設備	269
	フ レ ア - 設 備	僅少
	廃水処理設備	僅少
	廃棄物焼却設備 (総使用量)	3 (538)

## (8) 計装空気及び雑用空気

授受系統は図 V - 19 に示す通りである。

(単位: Nm<sup>3</sup>/h)

設備設計能力	計 装 空 気	9,300	
	雑 用 空 気	7,100	
使 用 量		計装空気	雑用空気
	エチレンプラント	3,300	1,700
低密度ポリエチレンプラント	1,500	1,500	
エチレングリコールプラント	1,000	50	
電 解 プ ラ ン ト	1,000	1,400	
二塩化エチレンプラント	250	500	
空 気 分 離 設 備	200	60	
純 水 設 備	200	30	
蒸 気 発 生 設 備	300	150	
そ の 他 用 役 設 備	180	220	
そ の 他 付 帯 設 備	500	750	
( 総 使 用 量 )	(8,430)	(6,360)	

## (9) 電 力

授受系統は図 V - 20 に示す通りである。

受電設備容量	受 電 設 備	240 MVA
使 用 量	エチレンプラント	3,500 kwh/h
	低密度ポリエチレンプラント	33,600 "
	エチレングリコールプラント	9,700 "
	電 解 プ ラ ン ト	95,000 "
	二塩化エチレンプラント	970 "
	海 水 設 備	20,800 "
	脱 塩 水 設 備	190 "
	純水設備及び蒸気発生設備	2,480 "
	計装空気設備及び雑用空気設備	1,800 "
	そ の 他 共 通 付 帯 設 備	1,720 "
	( 総 使 用 量 )	(169,760)



## 2-4 ケースⅣ

### 2-4-1 原料、製品、副生品バランス

各プラント間の授受系統は図Ⅱ-04に示す通りである。

#### (1) エチレンプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	エチレン	456,500
原料使用量	エタン	572,000
製品量	エチレン	456,500
副生品量	メタン(EG向)	2,400
	燃料ガス	91,400
	C <sub>3</sub> +LPG	13,400
	燃料油	14,100

#### (2) 低密度ポリエチレンプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	低密度ポリエチレン	200,000
原料使用量	エチレン	216,000
製品量	低密度ポリエチレン	200,000
副生品量	リサイクルエチレン	14,000

リサイクルエチレンはリサイクルガスとしてエチレンプラントの原料となる。

#### (3) エチレングリコールプラント

(単位：t/年)

生産設計能力	エチレングリコール	150,000
原料使用料	エチレン	100,500
	メタン	2,400
	酸素	131,700
製品量	モノエチレングリコール	150,000
	ジエチレングリコール	13,900
副生品量	ヘビーエンド	1,200
	燃料ガス	3,700

## 2-4-2 用役バランス

### (1) 海水

授受系統は図V-02に示す通りである。

(単位：t/h)

設備設計能力	海水設備	82,000
使用量	エチレンプラント	44,000
	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	12,500
	廃水処理圧空設備	580
	(総使用量)	(74,080)

### (2) 脱塩水

授受系統は図V-03に示す通りである。

(単位：t/h)

設備設計能力	脱塩水設備	650
使用量	エチレンプラント	222
	低密度ポリエチレンプラント	161
	純水設備	117
	空調その他	63
	飲料水設備	28
	(総使用量)	(591)

### (3) 循環再冷水

授受系統は図V-04、05に示す通りである。

(単位：t/h)

設備設計能力	エチレンプラント	8,800
	低密度ポリエチレンプラント	11,200
使用量	エチレンプラント	8,000
	低密度ポリエチレンプラント	10,200

(4) 純 水

授受系統は図 V - 11 に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	純 水 設 備	700
使 用 量	エチレンプラント	195
	低密度ポリエチレンプラント	60
	エチレングリコールプラント	2
	蒸気発生設備	340
	( 総 使 用 量 )	( 597 )

(5) 蒸 気

授受系統は図 V - 10 に示す通りである。

(単位: t/h)

設備設計能力	高 圧 蒸 気	230 t/h × 2 系列			
	中 圧 蒸 気	180 t/h × 1 系列			
使 用 量		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	127	46	11	-
	低密度ポリエチレンプラント	11	9	△22	-
	エチレングリコールプラント	16	77	-	△25
	純水プラント	-	-	70	9
	蒸気発生設備	△207 53	△169 21	△74	-
	圧空設備	-	1	-	-
	その他付帯設備	-	15	15	16
	総 使 用 量	207	169	96	25
	総 発 生 量 ( △ 印 )	207	169	96	25

(6) 窒素、酸素

窒素の授受系統は図 V-15 に示す通りである。

(単位: Nm<sup>3</sup>/h)

設備設計能力 (空気分離設備)	酸素 窒素	6,600 Nm <sup>3</sup> /h × 2 系列 5,400 Nm <sup>3</sup> /h × 2 系列
窒素使用量	エチレンプラント	MAX 4,000
	低密度ポリエチレンプラント	MAX 500
	エチレングリコールプラント	MAX 2,200
	空気分離設備	MAX 300
	その他用役付帯設備	MAX 1,200
	(総使用量)	(MAX 8,200)

(7) 燃料

授受系統は図 V-17 に示す通りである。

(単位: 10<sup>6</sup> t/h)

発生量及び受入量	副生量	246
	受入量	278
使用量	エチレンプラント	269
	蒸気発生設備	252
	フレイア設備	僅少
	廃水処理設備	僅少
	廃棄物焼却設備	3
	(総使用量)	(524)

(8) 計装空気及び雑用空気

授受系統は図 V - 19 に示す通りである。

(単位: Nm<sup>3</sup>/h)

設備設計能力	計 装 空 気	7,300	
	雑 用 空 気	4,400	
使 用 量		計装空気	雑用空気
	エチレンプラント	3,300	1,700
	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
	空気分離設備	200	50
	純水設備	200	30
	蒸気発生設備	300	150
	その他用役設備	180	220
	その他付帯設備	500	750
(総使用量)	(6,680)	(3,950)	

(9) 電力

授受系統は図 V - 20 に示す通りである。

受電設備容量	受 電 設 備	100 MVA
使 用 量	エチレンプラント	3,500 kwh/h
	低密度ポリエチレンプラント	27,000 "
	エチレングリコールプラント	9,700 "
	空気分離設備	9,700 "
	海水設備	17,100 "
	脱塩水設備	150 "
	純水設備及び蒸気発生設備	2,320 "
	計装空気設備及び雑用空気設備	1,300 "
	その他共通付帯設備	5,700 "
(総使用量)	(76,470 " )	

### 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、各ケースとも次のような配慮を行った。

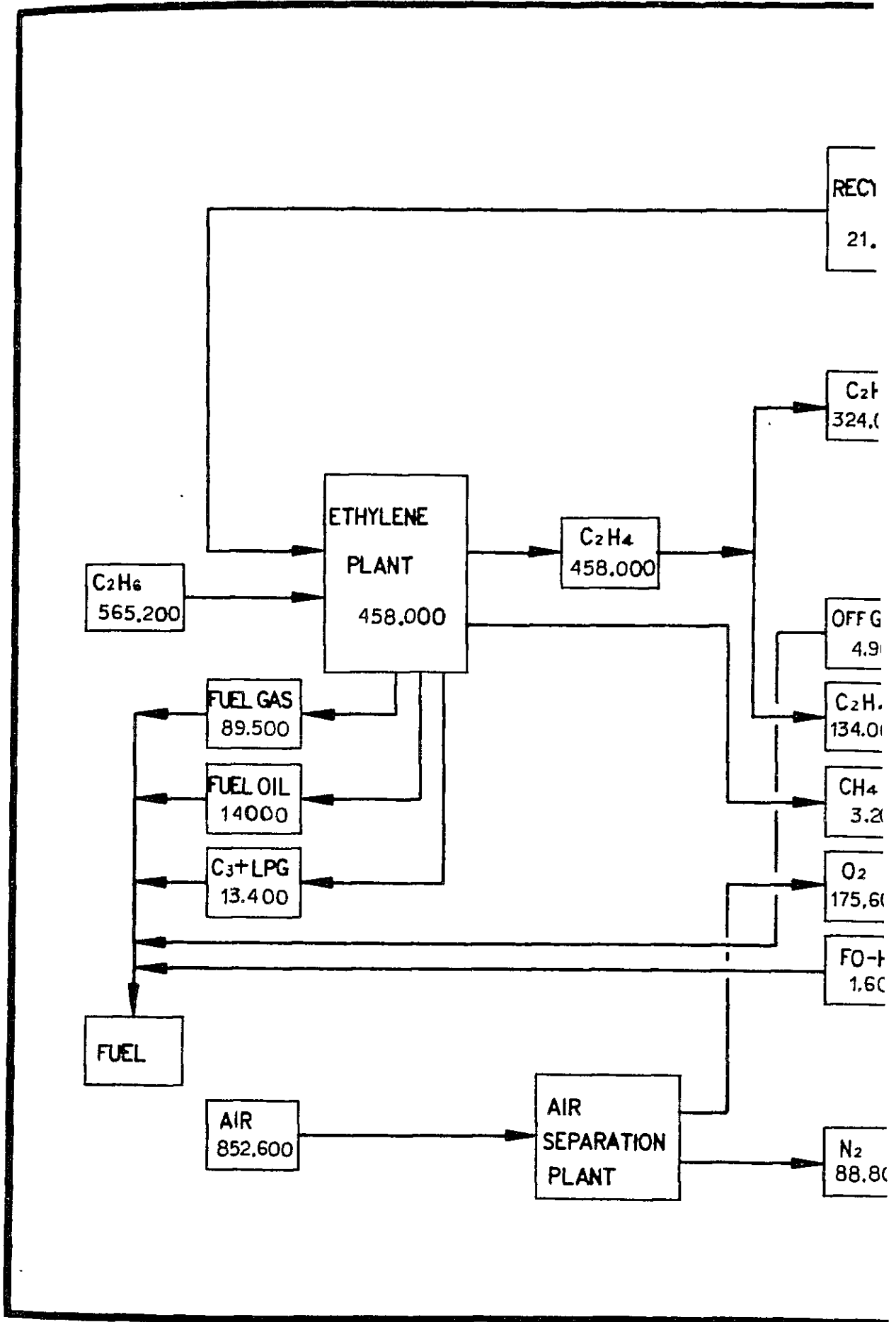
- (1) 当用地の西部には北部から南部にかけてサバハ(SABKHA)と呼ばれる地中塩分濃度の高い地帯がある。このサバハ地帯は他の地域に比べ塩分濃度が高いだけでなく、地盤強度も劣るので、エチレンプラント、エチレングリコールプラント、低密度ポリエチレンプラント、高密度ポリエチレンプラント、電解プラント、二塩化エチレンプラント、用役設備等の重量設備の配置は避けることにし、保全設備、倉庫及びメンテナンスの作業用地として使用する。
- (2) 当用地の南部境界沿の巾700mの道路地帯には、電気、海水、脱塩水、燃料、原料ガス等の当工場が使用する用役原料のバイプライン、送電線が走っているので、これらの授受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) 各ケースとも、生産設備は用役の使用量、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。

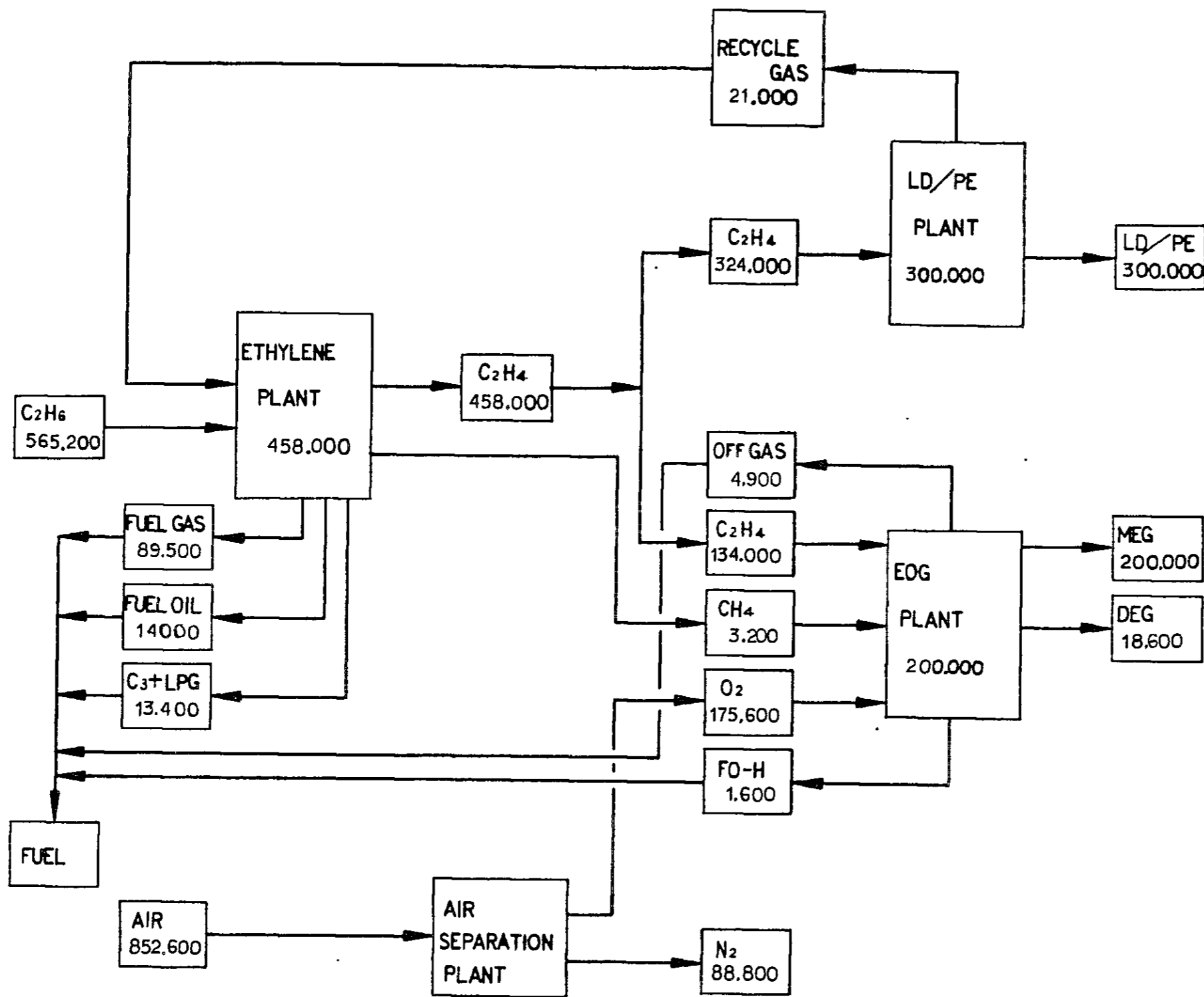
各ケースのプロットプランは図Ⅲ-05~08に示す通りである。

予定用地910m×2,200mの内

ケースⅠの場合	910m×900m
ケースⅡの場合	910m×900m
ケースⅢの場合	910m×1,220m
ケースⅣの場合	910m×870m

を使用する。

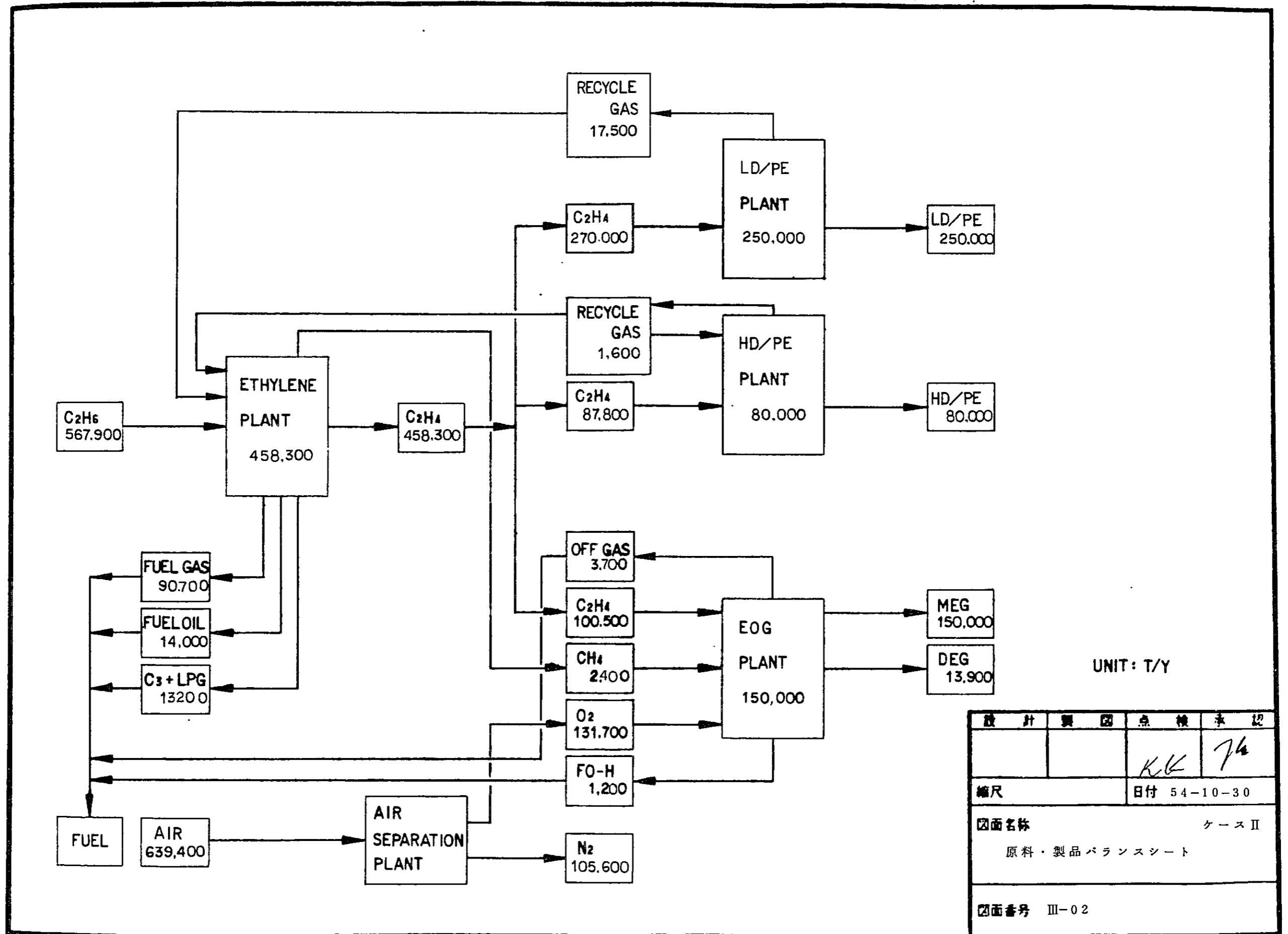


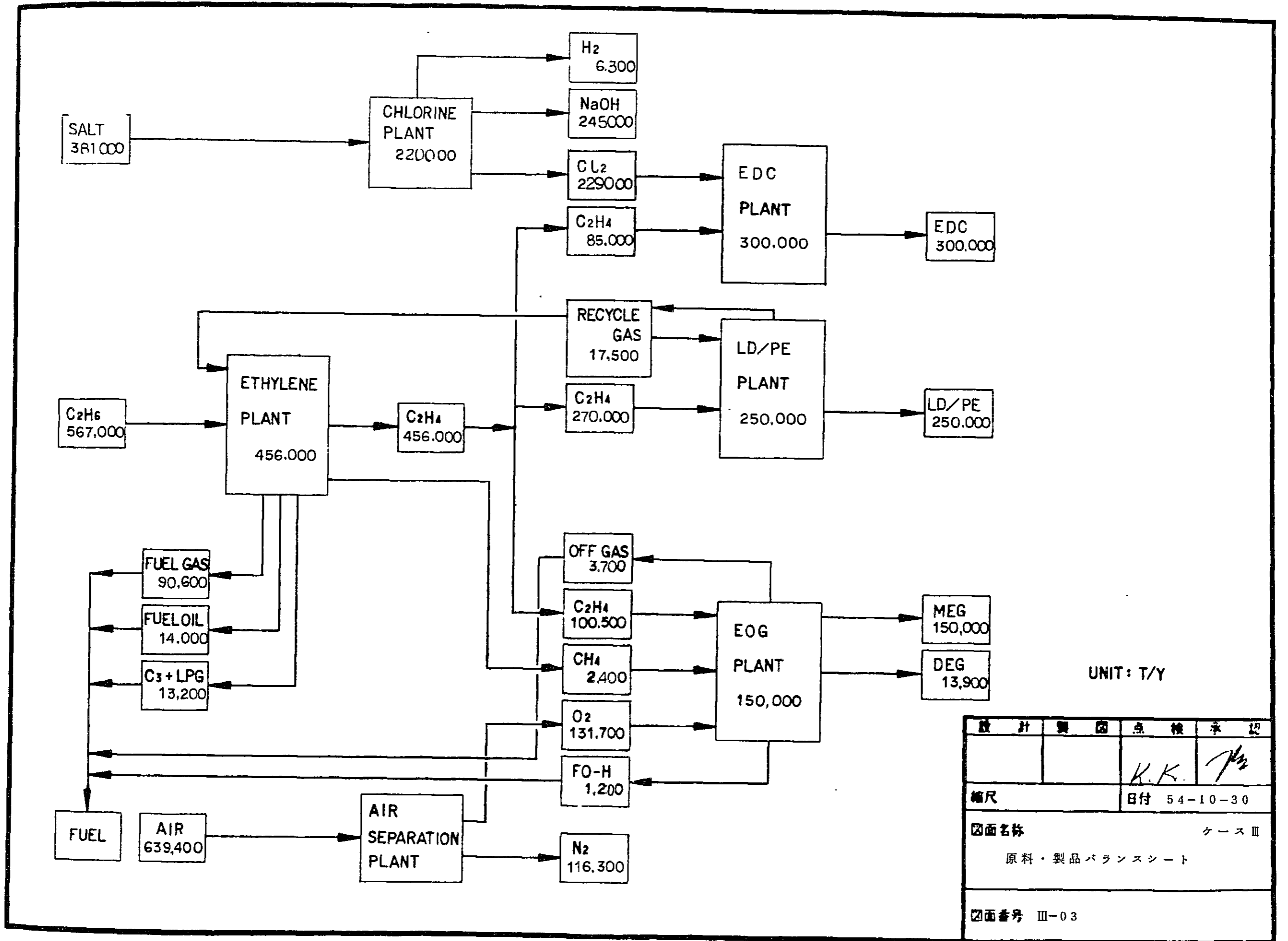


UNIT : T/Y

設計	製図	点検	承認
		K.K.	J.K.
縮尺	—	日付 54-11-30	
図面名称		ケース I	
原料・製品バランスシート			
図面番号 III-01			

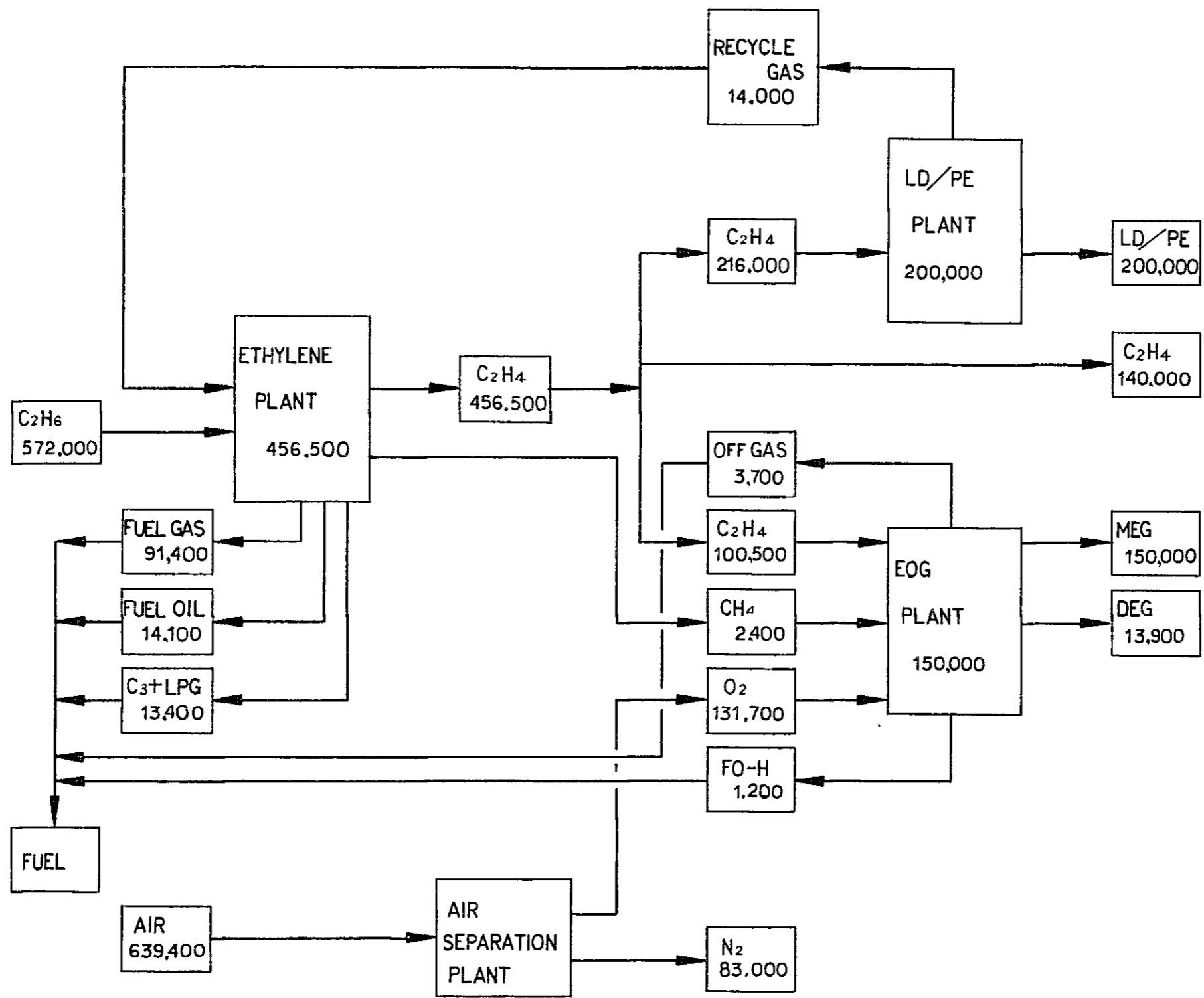






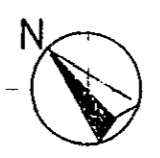
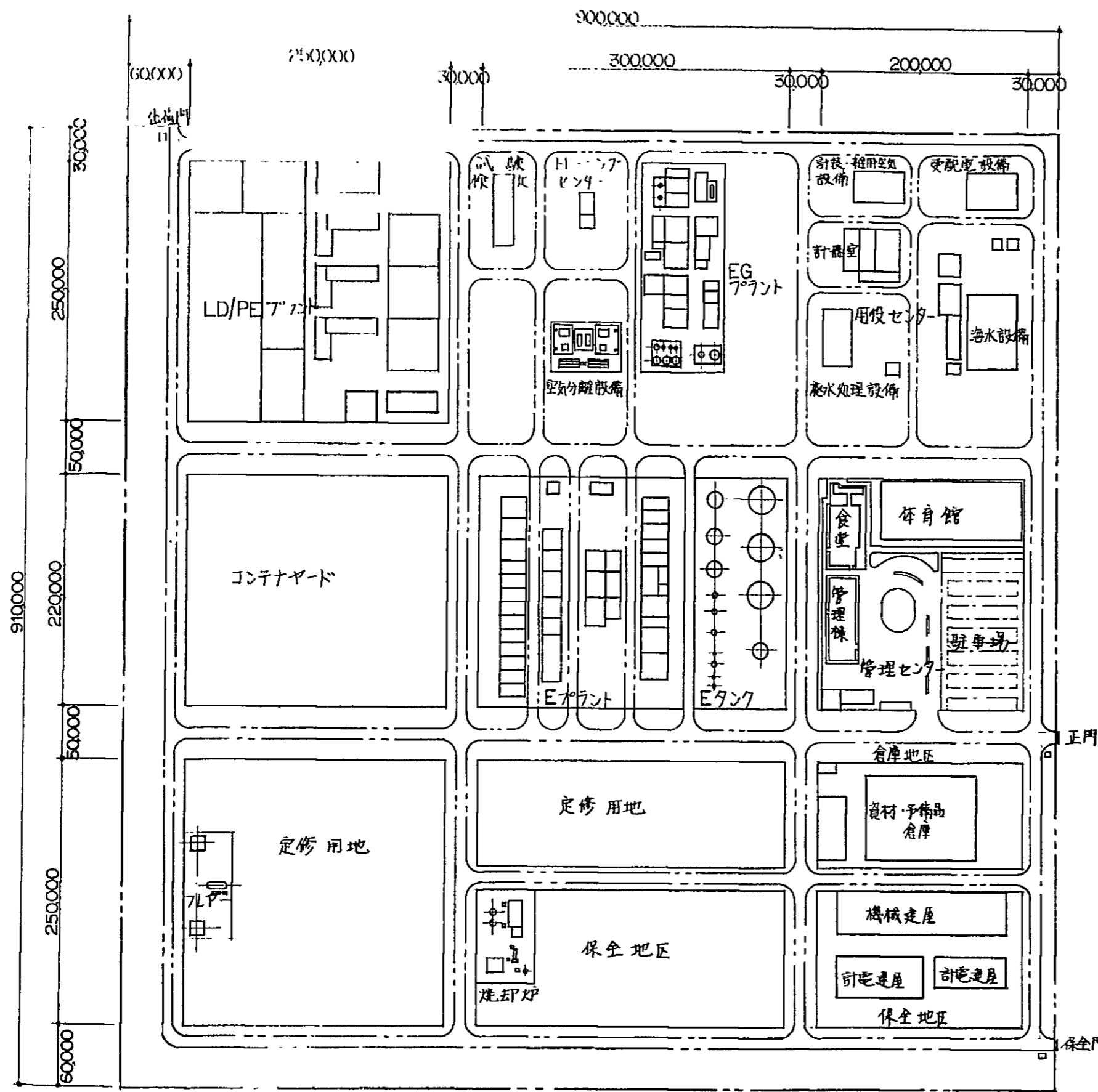
UNIT: T/Y

設計	製図	点検	承認
		K.K.	<i>[Signature]</i>
縮尺		日付 54-10-30	
図面名称		ケースⅢ	
原料・製品バランスシート			
図面番号 Ⅲ-03			

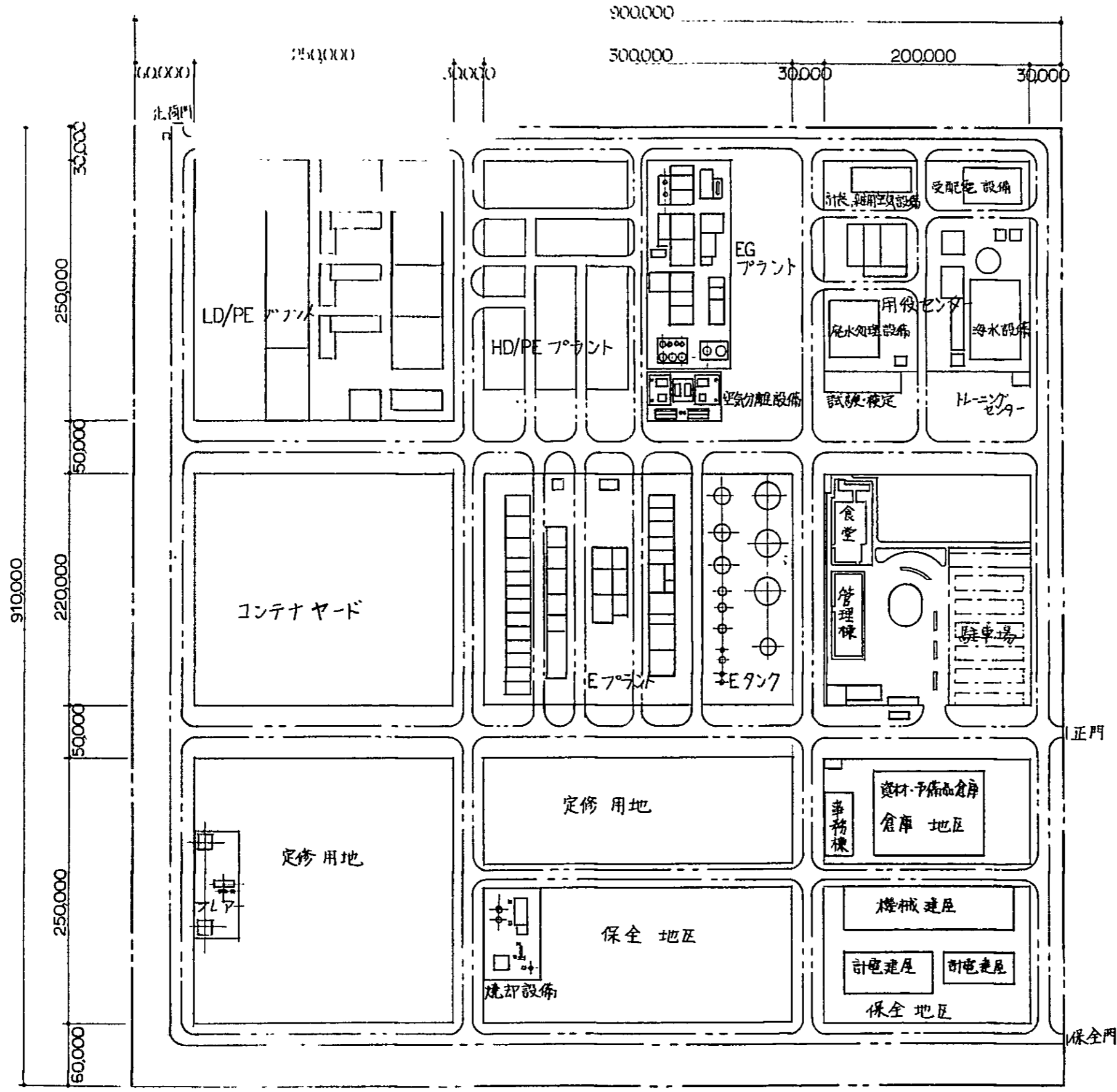


UNIT: T/Y

設計	製図	点検	承認
		K.K	J.K
縮尺		日付 54-10-30	
図面名称		ケースIV	
原料・製品バランスシート			
図面番号 III-04			

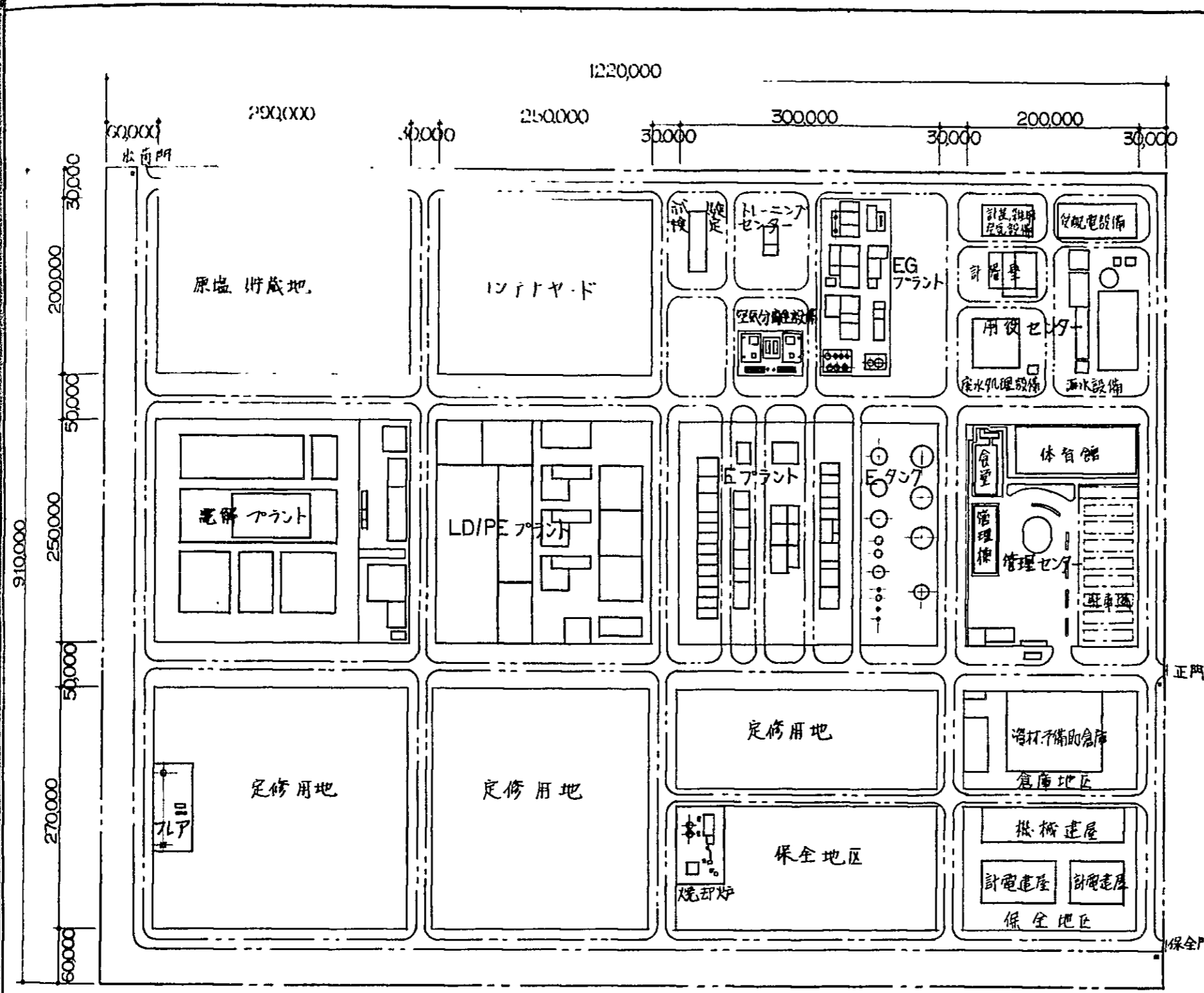


設計	製図	点検	承認
		K.K.	Jlu
縮尺		日付 79-11-22	
図面名称		ケース I	
全体配置図			
図面番号 III-05			

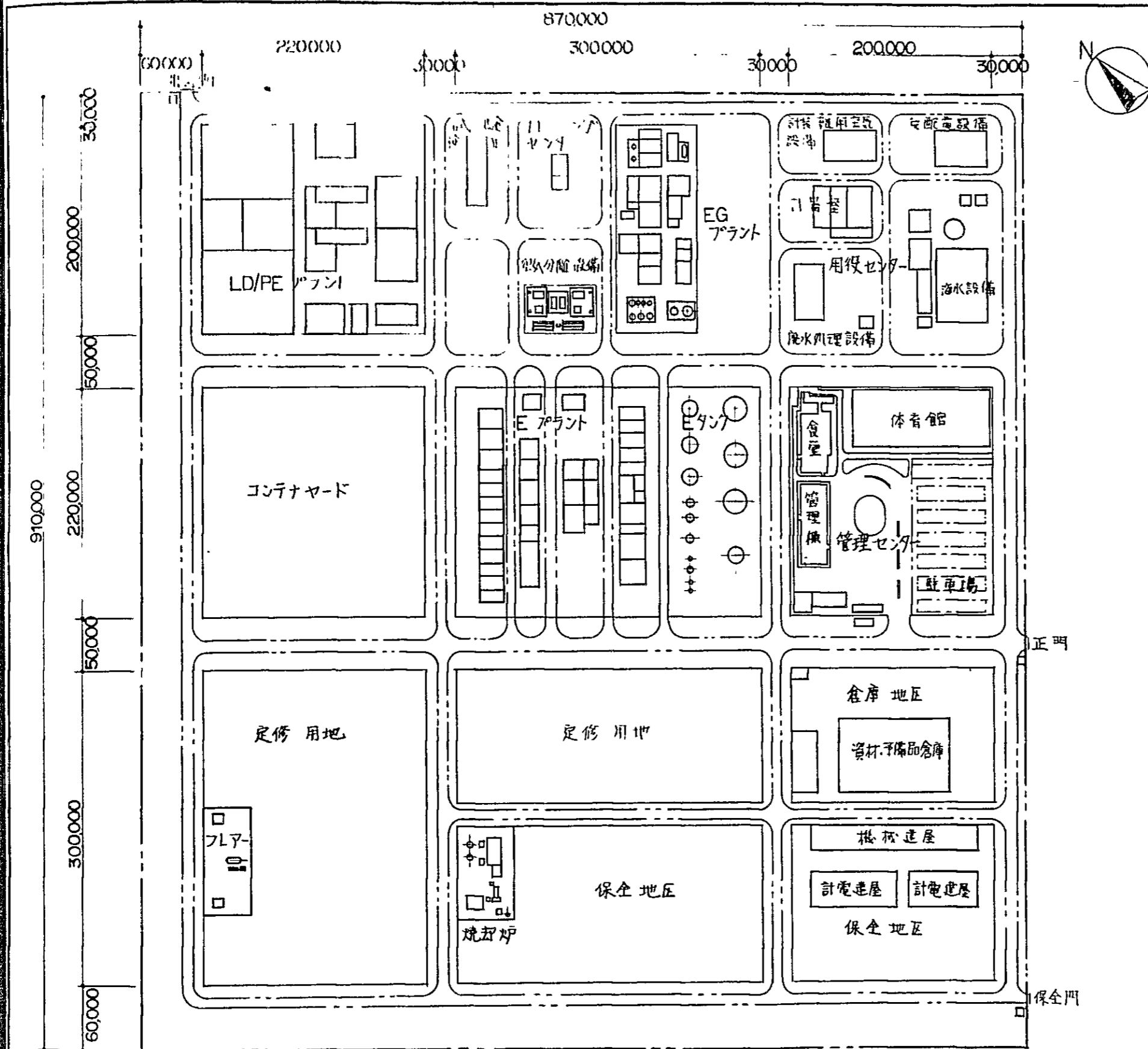


設計	製図	点検	承認
		K. K	AK
縮尺		日付 54-11-22	
図面名称		ケースII	
全体配置図			

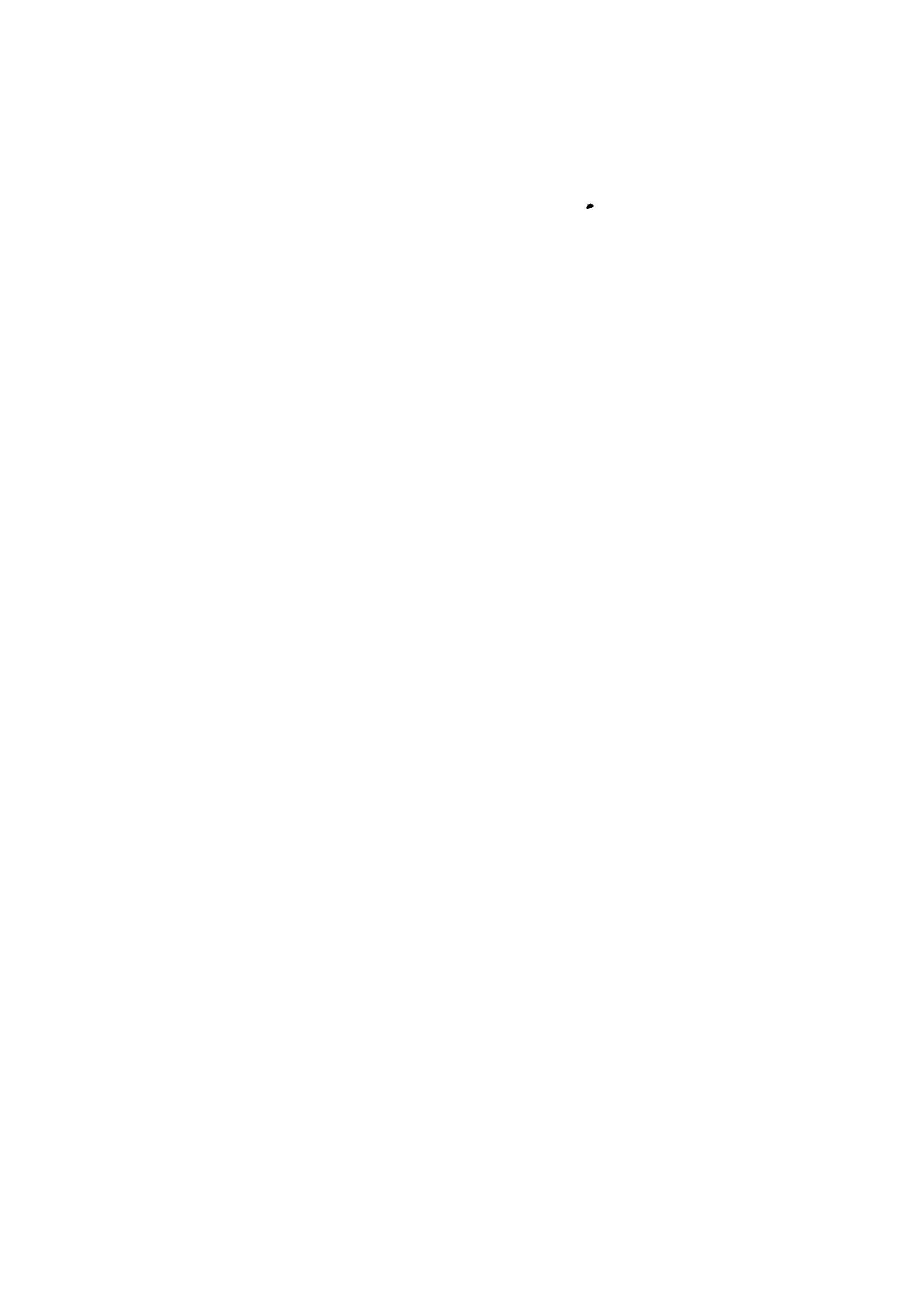
図面番号 III-06



設計	製図	点検	承認
		K.K	<i>Ym</i>
縮尺		日付 79-11-22	
図面名称		ケースⅢ	
全体配置図			
図面番号		Ⅲ-07	



設計	製図	点検	承認
		K.K.	<i>Shu</i>
縮尺		日付 79-11-22	
図面名称		ケースIV	
全体配置図			
図面番号 III-08			





## Ⅳ. プロセスプラント



## IV. プロセスプラント

### 1. 総論

本石油化学工場に設置される各ケースの生産設備は下記に示すプラントである。

ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
エチレンプラント	エチレンプラント	エチレンプラント	エチレンプラント
低密度ポリエチレンプラント	低密度ポリエチレンプラント	低密度ポリエチレンプラント	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	エチレングリコールプラント	エチレングリコールプラント	エチレングリコールプラント
	高密度ポリエチレンプラント	電解プラント	
		二塩化エチレンプラント	

上記の6種類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。

当章では前回予備調査の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下記の5工程よりなる。

#### (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。精製されたエチレンは2系列の圧力で各誘導品プラントへ送出される。

#### (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。

エチレンプラントのフローシートを図面番号Ⅳ-01、Ⅳ-02に示す。

2-2 設計基準

エチレン製造設備の設計基準は次の通りである。

2-2-1 原料性状

(1) エタンリッチガス(サウディ側より供給される原料ガス)

CH <sub>4</sub>	2.5 mol %	max
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	95.0 "	max
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2.5 "	max
CO <sub>2</sub>	1,500 vol ppm	max
Total Sulfur	400 "	max
Temperature	150°F	max
Pressure	100 psig	min
Moisture	7 lb/MMSCF	max

(2) リサイクルエタン

C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.59 wt %
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	99.33 "
C <sub>3</sub> 'S	0.08 "

(3) LD/PEプラントよりのリサイクルエタン

CH <sub>4</sub>	0.75 wt %
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	97.00 "
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0.75 "
C <sub>3</sub> '	1.5 "

2-2-2 生産能力

(1) 原料供給量

各ケースの原料供給量は次の通りである。

(単位：t/年)

項目	ケース I	ケース II	ケース III	ケース IV
エタンリッチガス	565,200	567,900	567,000	572,000
リサイクルエタン	397,900	399,770	399,100	402,700
LD/PEリサイクルガス	21,000	17,500	17,500	14,000
HD/PEリサイクルガス	—	1,600	—	—
合計	984,100	986,770	983,600	988,700

## (2) 生産能力

各ケースの生産能力は年間稼働日数325日として次の通りである。

(単位：t/年)

ケース	ケース I	ケース II	ケース III	ケース IV
生産能力	458,000	458,300	456,000	456,500

## (3) 製品品質

## エチレン

H <sub>2</sub>	5	mol ppm	max
CO	5	"	max
CO <sub>2</sub>	5	"	max
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	5	"	max
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	99.9	mol %	min
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> & CH <sub>4</sub>	0.1	"	max
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	10	mol ppm	max
Total Sulfur	0.1	"	max

## プロピレン

C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	300	mol ppm	max
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,500	"	max
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> (メチルアセチレン)	10	"	max
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> (プロパジエン)	10	"	max
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	95	mol %	min
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Balace		
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	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	7.0Kg/cm <sup>3</sup>	max, 65.5°C
LD/PEリサイクルガス	"	17.0 "	max, 50 °C
HD/PE	"	17.0 "	max, 50 °C

#### 製品

エチレン(高圧エチレン)	気体	37.0Kg/cm <sup>3</sup>	min, 38 °C (EGプラント以外向)
エチレン(低圧エチレン)	"	25.0 "	min, 38 °C (EGプラント向)
プロピレン	"	25.0 "	, 50 °C max
EG向メタンリッチガス	"	7.0 "	, 30 °C
C <sub>3</sub> LPG	液体	25.0 "	, 50 °C
C <sub>3</sub> <sup>+</sup> (燃料油)	"	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

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

#### (2) 分解炉数

基数	9 炉 + 1 炉
COIL 数	4 COIL
原料供給量	3.5 t/h・1 COIL、14.0 t/h・1 炉
蒸気比	0.3
分解温度	840°C

## 2-3 物質収支

(単位: t/年)

物 質		ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
原料 使用量	エタンリッチガス	565,200	567,900	567,000	572,000
	リサイクルエタン	(398,900)	(399,800)	(399,100)	(402,700)
	LD/PEリサイクルガス	21,000	17,500	17,500	14,000
	HD/PEリサイクルガス	-	1,600	-	-
	合 計	586,200	587,000	584,500	586,000
製 品 ・ 副 製 品	E G 向 メ タ ン	3,200	2,400	2,400	2,400
	燃 料 ガ ス	89,500	90,700	90,600	91,400
	エ チ レ ン	458,000	458,300	456,000	456,500
	ブ ロ ビ レ ン	6,100	6,200	6,200	6,200
	L P G	7,200	7,000	7,000	7,200
	燃 料 油	14,000	14,000	14,000	14,100
合 計	578,000	578,600	576,200	577,800	

## 2-4 用役、助剤、触媒使用量

各ケース共使用量は略同一につき、最大ケースであるケースⅡの値で代表させる。

### 2-4-1 用役使用量

#### (1) 使用用役量

名 称	使 用 量
海 水	44,200 t/h
脱 塩 水	222 "
循 環 再 冷 水	8,100 "
純 水	196 "
高 圧 蒸 気	118 "
中 圧 蒸 気	45 "
低 圧 蒸 気	11 "
燃 料	$267 \times 10^6$ kcal/h
計 装 空 気	3,300 Nm <sup>3</sup> /h
雑 用 空 気	max 1,700 "
窒 素	max 4,000 "
電 力	3,480 kwh/h

## (2) 副生用役量

名 称	副 生 品
凝 縮 水	350 t/h
燃 料	$240 \times 10^6$ kcal/h

## 2-4-2 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	68 m <sup>3</sup>
ガードドライヤー	"	1 week	"	13 m <sup>3</sup>
水素ドライヤー	"	1 week	"	5 m <sup>3</sup>
冷媒P-Pドライヤー	"	—	"	9 m <sup>3</sup>

## (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	23.0 m <sup>3</sup>
メチルアセチレン、プロ パジエン水添触媒	CCI C-31-1	1年	"	2.0 m <sup>3</sup>
メタネーション触媒	ICI	—	"	0.2 m <sup>3</sup>

## 2-4-3 助 剤

用 途	品 質	使 用 量
重 合 防 止 剤	ナルコ264相当	2 t/年
消 泡 剤	ナルコ71-D5相当	12 "
腐 食 防 止 剤 (I)	ナルコ161SG相当	9 "
腐 食 防 止 剤 (II)	サントールE相当	15 "
ア ン モ ニ ア ガ ス	ケミカルグレード	5,300 Nm <sup>3</sup> /年
苛 性 ソ ー ダ	20 wt %	1,130 t/年
硫 酸	98 "	280 "



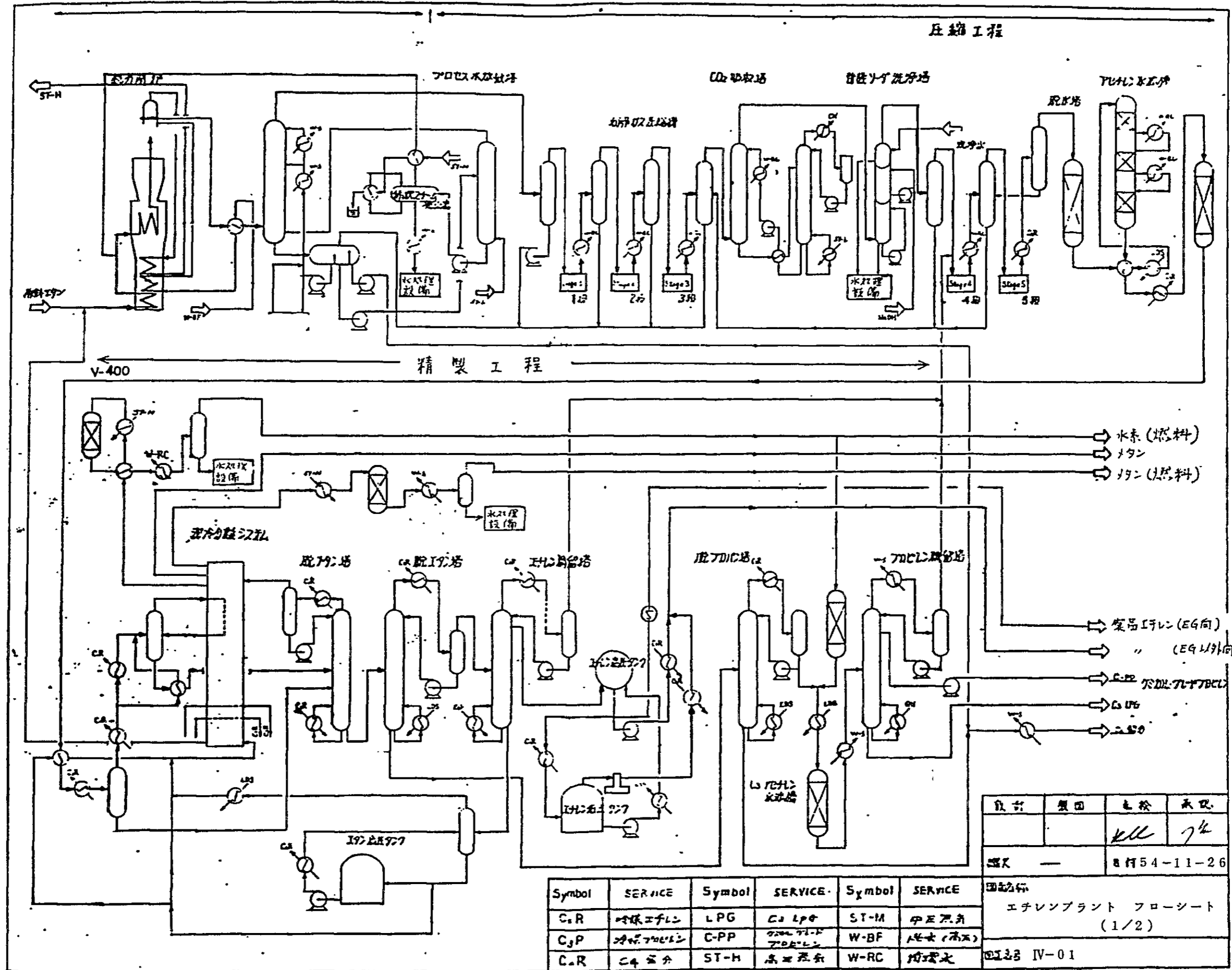
用 途	品 質	使 用 量
モノエタノールアミン	98 wt %	220 t/年
アミンユニット消泡剤	シリコンオイル相当	3 "
M E A 中 和 剤	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 99 wt %	2 "
メ タ ノ ー ル	99.3 "	30 "
冷 媒 プ ロ ピ レ ン	自 製 品	2,250 "
冷 媒 エ チ レ ン	自 製 品	750 "
潤 滑 油	タービン 40	72 kl/年
	タービン 140	14 "
	ギア油	2 "

## 2-5 機器リスト

機 器	台 数
加 熱 炉	10
コンプレッサー	8
ポ ン プ	63
塔	12
タ ン ク	12
ベ ッ セ ル	55
熱 交	124
プ ロ ワ ー	10

## 2-6 プロットプラン

プロットプランについては図Ⅳ-03の通りである。



- 水素 (燃料)
- メタン
- メタン (燃料)
- 製品エチレン (EG向)
- " (EG以外向)
- C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 700L-700L
- C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>
- C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

設計	製図	点検	承認
		井	74
製図		製図 54-11-26	

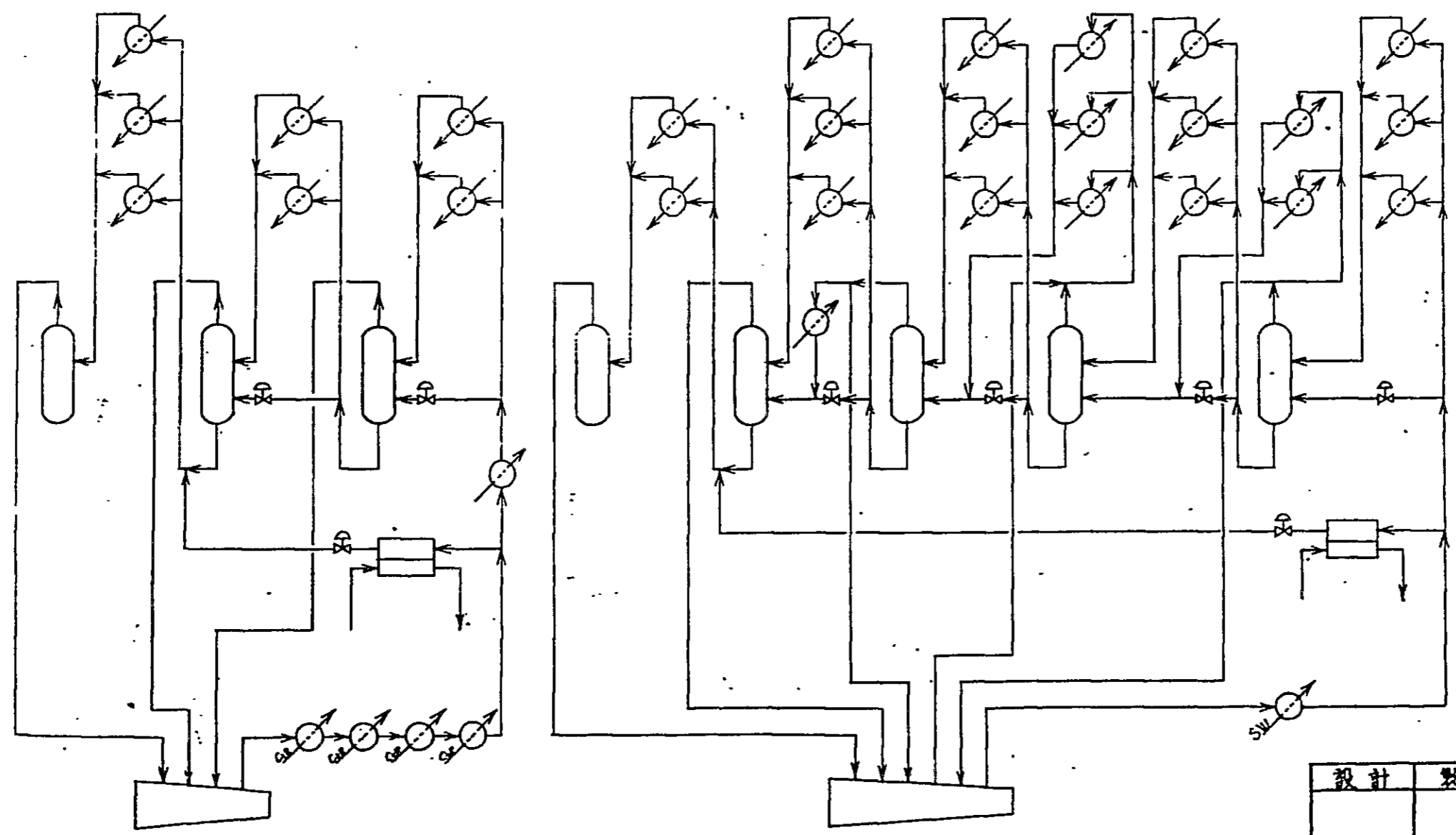
Symbol	SERVICE	Symbol	SERVICE	Symbol	SERVICE
C <sub>2</sub> R	脱エチレン	LPG	C <sub>2</sub> LPG	ST-M	中圧蒸気
C <sub>3</sub> P	脱プロパン	C-PP	脱プロパン	W-BF	冷却水 (高圧)
C <sub>4</sub> R	C <sub>4</sub> 回収	ST-H	高圧蒸気	W-RC	冷却水

図記号  
エチレンプラント フローシート  
(1/2)  
図記号 IV-01

← 冷凍工程 →

(Iフルン冷凍工程)

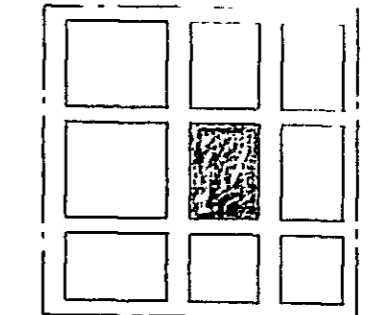
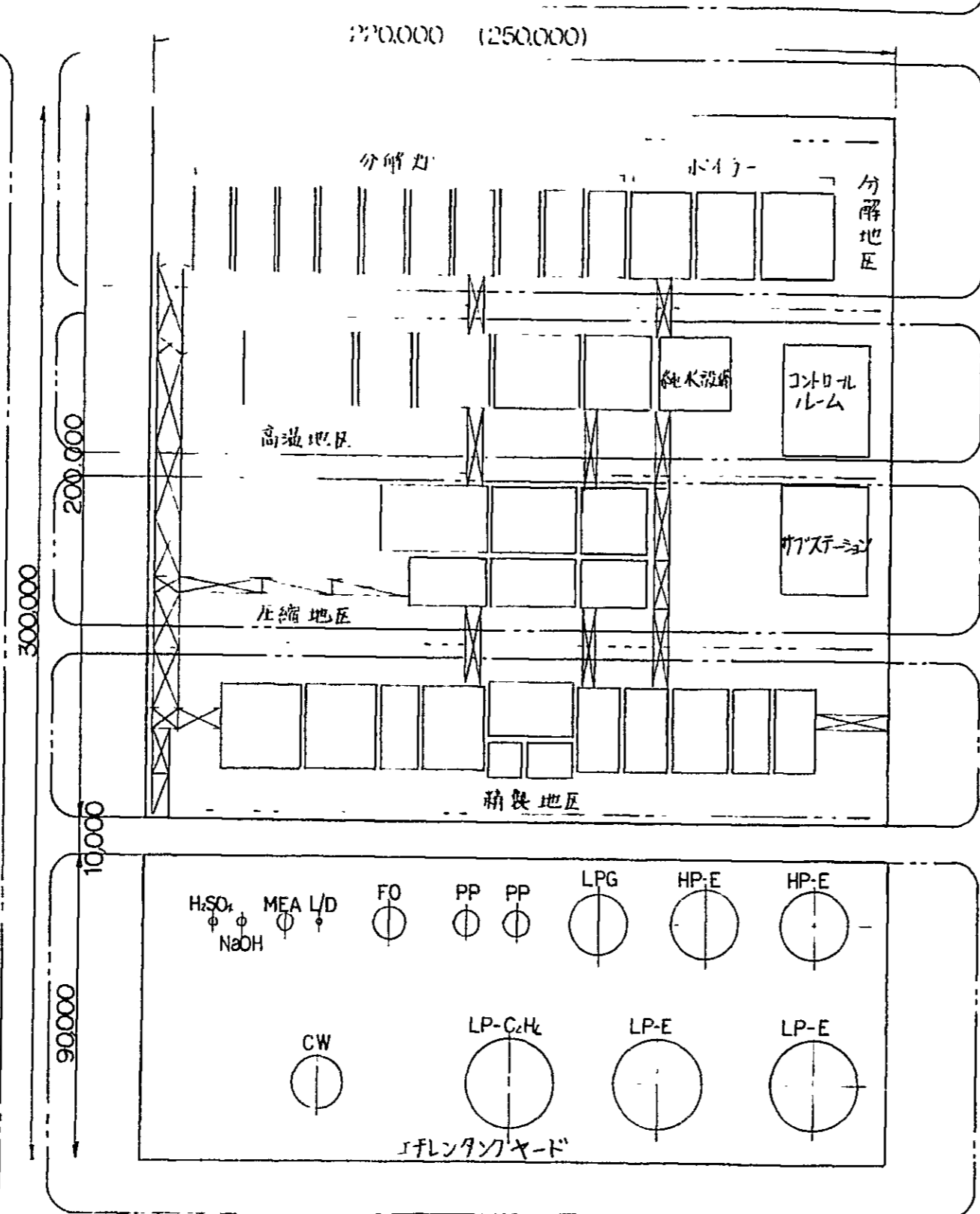
(プロピレン冷凍工程)



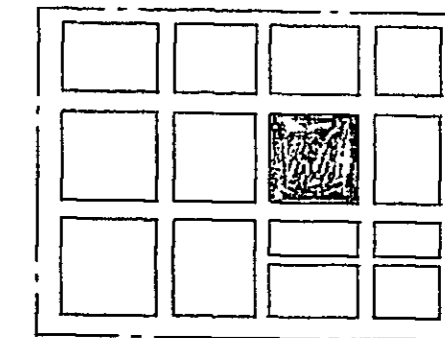
Iフルン冷凍圧縮機

プロピレン冷凍圧縮機

設計	製図	点検	承認
		KM	Jk
縮尺: —		日付: 54-11-26	
図面名称 エチレンプラント フローシート (2/2)			
図面番号 IV-02			



全体位置図 S=1:20,000  
ケース I, II, IV



全体位置図 S=1:20,000  
ケース III

( )外. ケース I, II, IV  
( )内. ケース III

品名	単位	数量	備考
-	-	K.K	Shu
日付	-	54-11-26	
図面名: エチレンプラントプロットプラン			
図面番号: IV-03			



### 3. 低密度ポリエチレンプラント

#### 3-1 プロセス概要

低密度ポリエチレンの製造法は

- 管状反応器を用いる方法（チューブラー法）
- 槽型反応器を用いる方法（オートクレーブ法）

の2種類に分類されるが、今回は管状反応器を用いる方法を採用している。プロセスは次の4つの工程

- (1) 圧縮工程 フレッシュエチレン及び未反応循環エチレンを重合圧力迄昇圧する工程。
- (2) 重合工程 昇圧されたエチレンを重合反応によりポリマーを製出すると共に、ポリマーと未反応エチレンを分離する工程。
- (3) 処理及び貯蔵工程 溶融状態のポリマーを粒状化し、空送設備により貯蔵サイロまでペレットを送り、サイロで製品を均質化する工程。
- (4) 包装工程 均質化されたポリエチレンペレットを25kg袋に包装する工程。

により構成されている。

各ケースの系列数は

ケースⅠ（300,000 t/年）	3系列
ケースⅡ、Ⅲ（250,000 t/年）	〃
ケースⅣ（200,000 t/年）	2系列

としたが、その考え方は次の基本的な考え方により決定した。

- (1) LD/PEプラントの停止（短期）がエチレンプラントの負荷に影響を与えない規模であること。
- (2) 最も操作性の良いプラント規模であること。
- (3) 生産グレードと生産能力がマッチしていること。
- (4) 日本で運転実績のある規模であること。

フローシートは図Ⅳ-04、Ⅳ-05、Ⅳ-06に示す。

#### 3-2 設計基準

##### 3-2-1 生産能力

	ケースⅠ	ケースⅡ、Ⅲ	ケースⅣ
生産能力	100,000 t/年 × 3系列 = 300,000 t/年	83,400 t/年 × 3系列 = 250,000 t/年	100,000 t/年 × 2系列 = 200,000 t/年
稼動時間	7,638 時間/年	同 左	同 左

グレード別生産量

グレード	生産比率	年間生産量			主な用途
		ケースⅠ	ケースⅡ、Ⅲ	ケースⅣ	
A	40%	120,000 t	100,000 t	80,000 t	} 一般軽包装
B	20	60,000	50,000	40,000	
C	10	30,000	25,000	20,000	
D	25	75,000	62,500	50,000	水物包装
E	5	15,000	12,500	10,000	重包装袋

3-2-2 採用プロセス

高圧2段反応プロセス

3-2-3 製品品質

項目	測定法	単位	グ レ ー ド				
			A	B	C	D	E
M I	JIS K-6760	8/10min (1900)	28	40	40	10	03
S G	JIS K-6760	g/cm <sup>3</sup>	0.925	0.924	0.920	0.920	0.920
軟化点	JIS K-7206	°C	95	93	87	89	90
融点	MPCL法	°C	1125	112	109	1095	109
脆化温度	JIS K-6760	°C	-70 max	-70 max	-70 max	-70 max	-70 max
引張強度(タテ/ヨコ)	JIS K-6760	Kg/cm <sup>2</sup>	130/130	125/125	105/120	105/150	105/175
伸び	JIS K-6760	%	700	680	680	740	750
曲げ剛さ	ASTM D-747	Kg/cm <sup>2</sup>	2,800	2,700	2,100	2,100	2,100

3-2-4 出荷形態

- (1) 25kg入り袋 50%
- (2) 16 TON入りコンテナ 50%

3-2-5 製品貯蔵可能量

- (1) 貯蔵サイロ内 出荷量の1ヶ月分
- (2) 倉庫内 " "

### 3-3 物質収支

(単位: t/年)

名 称	ケース I	ケース II、III	ケース IV
(原料)			
エチレン	324,000	270,000	216,000
(製品・副製品)			
ポリエチレン	300,000	250,000	200,000
排出エチレン	21,000	17,500	14,000
(合計)	(321,000)	(267,500)	(214,000)
廃棄物・廃ポリマー	3,000	2,500	2,000

### 3-4 用役、助剤使用量

#### 3-4-1 用役使用量

##### (1) 使用用役

名 称	ケース I	ケース II、III	ケース IV
海 水	25,000 t/h	21,000 t/h	17,000 t/h
脱 塩 水	241 "	201 "	161 "
循環再冷水	15,300 "	12,700 "	10,200 "
純 水	90 "	74 "	60 "
高圧蒸気	17 "	14 "	11 "
中圧蒸気	13 "	11 "	9 "
計装空気	1,500 Nm <sup>3</sup> /h	1,500 Nm <sup>3</sup> /h	1,000 Nm <sup>3</sup> /h
雑用空気	max 1,500 "	max 1,500 "	max 1,000 "
窒 素	max 600 "	max 600 "	max 500 "
電 力	40,300 kwh/h	33,600 kwh/h	27,000 kwh/h

##### (2) 副生用役

名 称	ケース I	ケース II、III	ケース IV
低圧蒸気	34 t/h	28 t/h	22 t/h



### 3-4-2 助 剂

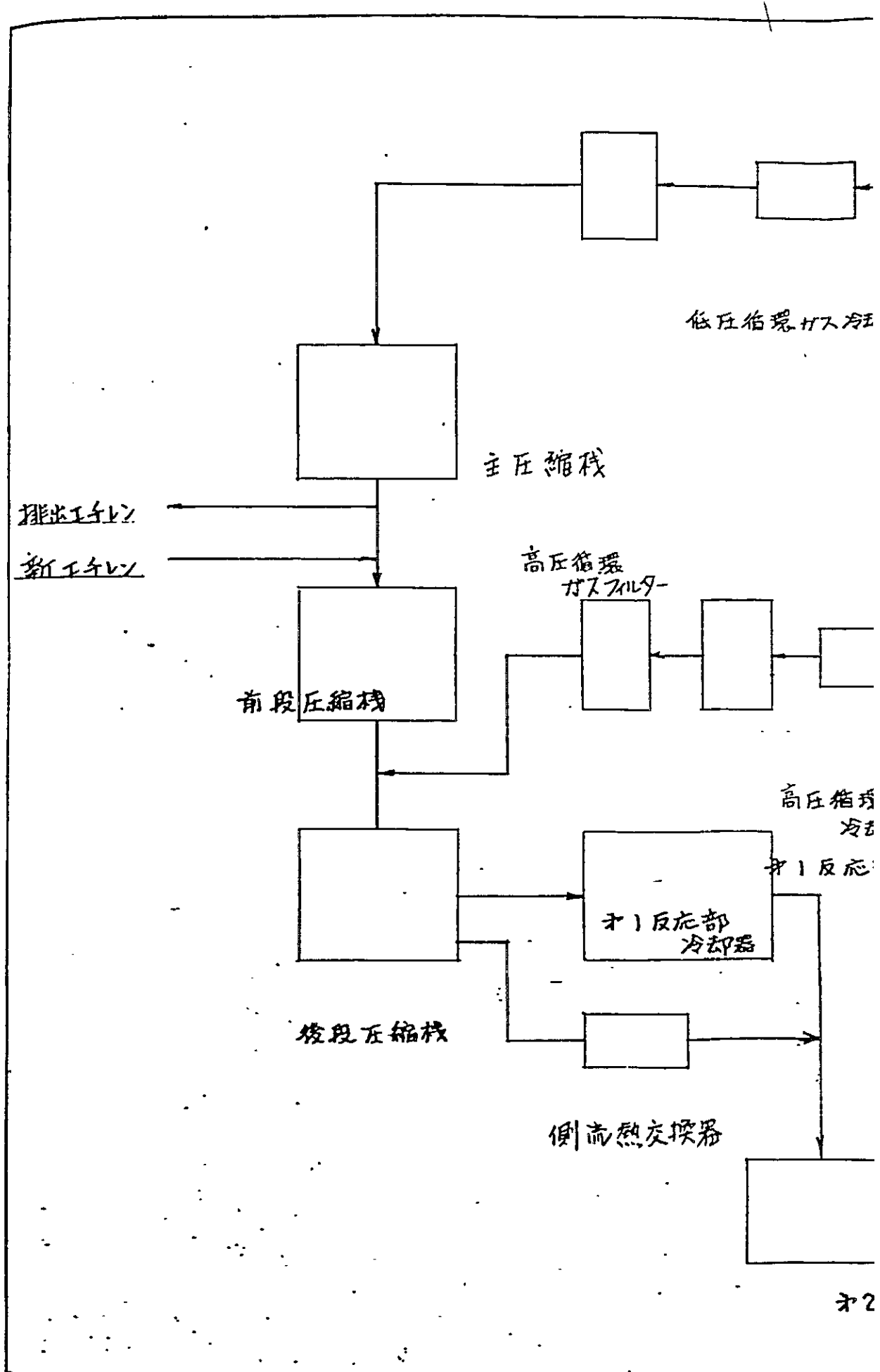
名 称	ケ ー ス I	ケ ー ス II、III	ケ ー ス IV
化学品 A	1,365 t/年	1,140 t/年	710 t/年
” B	465 m <sup>3</sup> /年	390 m <sup>3</sup> /年	310 m <sup>3</sup> /年
” C	600 ”	500 ”	400 ”
助 剂 A	100 t/年	84 t/年	67 t/年
” B	314 ”	261 ”	210 ”
” C	209 ”	174 ”	140 ”
” D	52 ”	43 ”	35 ”
潤 滑 油	1,005 m <sup>3</sup> /年	940 m <sup>3</sup> /年	670 m <sup>3</sup> /年

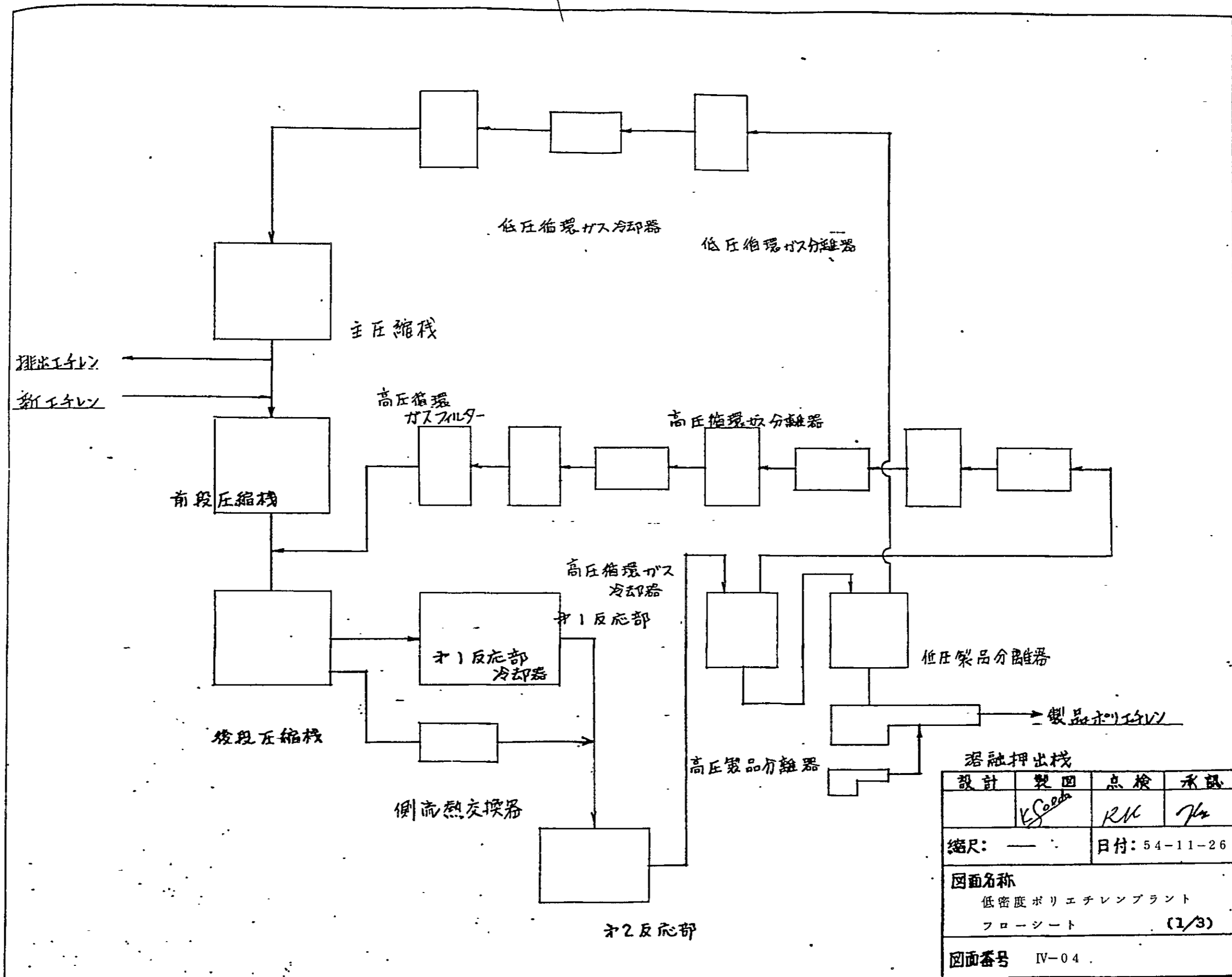
### 3-5 機器リスト

機 器	台 数		
	ケ ー ス I	ケ ー ス II、III	ケ ー ス IV
コンプレッサー	7	7	5
ボ ン プ	50	50	35
塔	27	27	18
タ ン ク	6	6	6
ベ ッ セ ル	15	15	11
反 応 器	3	3	2
熱 交	15	15	8
フ ィ ル タ ー	12	12	8
サ イ ロ	91	76	64
空 送 装 置	1	1	1
コンテナ充填装置	3	3	2
包 装 機	3	1	1

### 3-6 プロットプラン

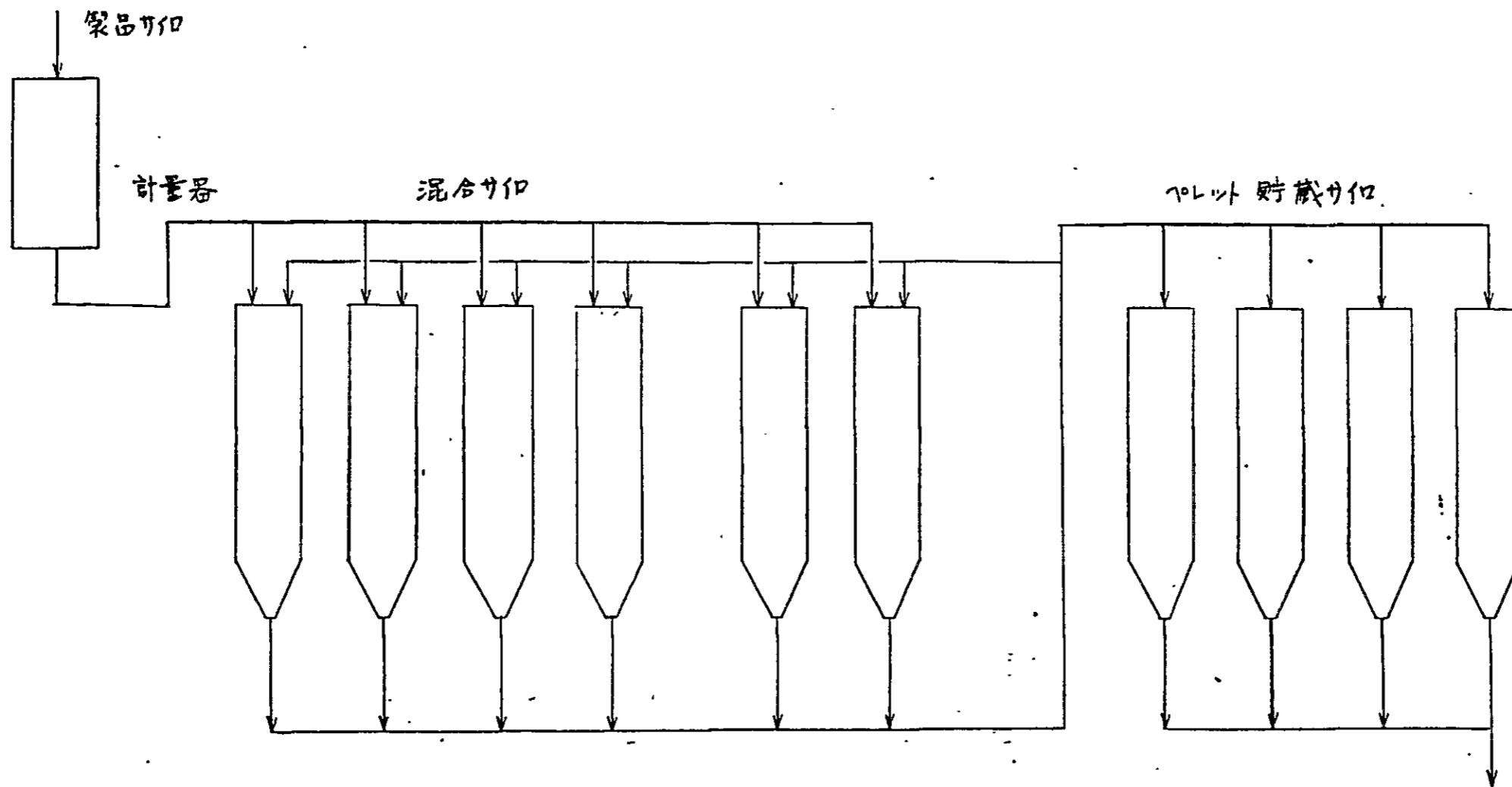
プロットプランについては図IV-07、IV-08に示す通りである。



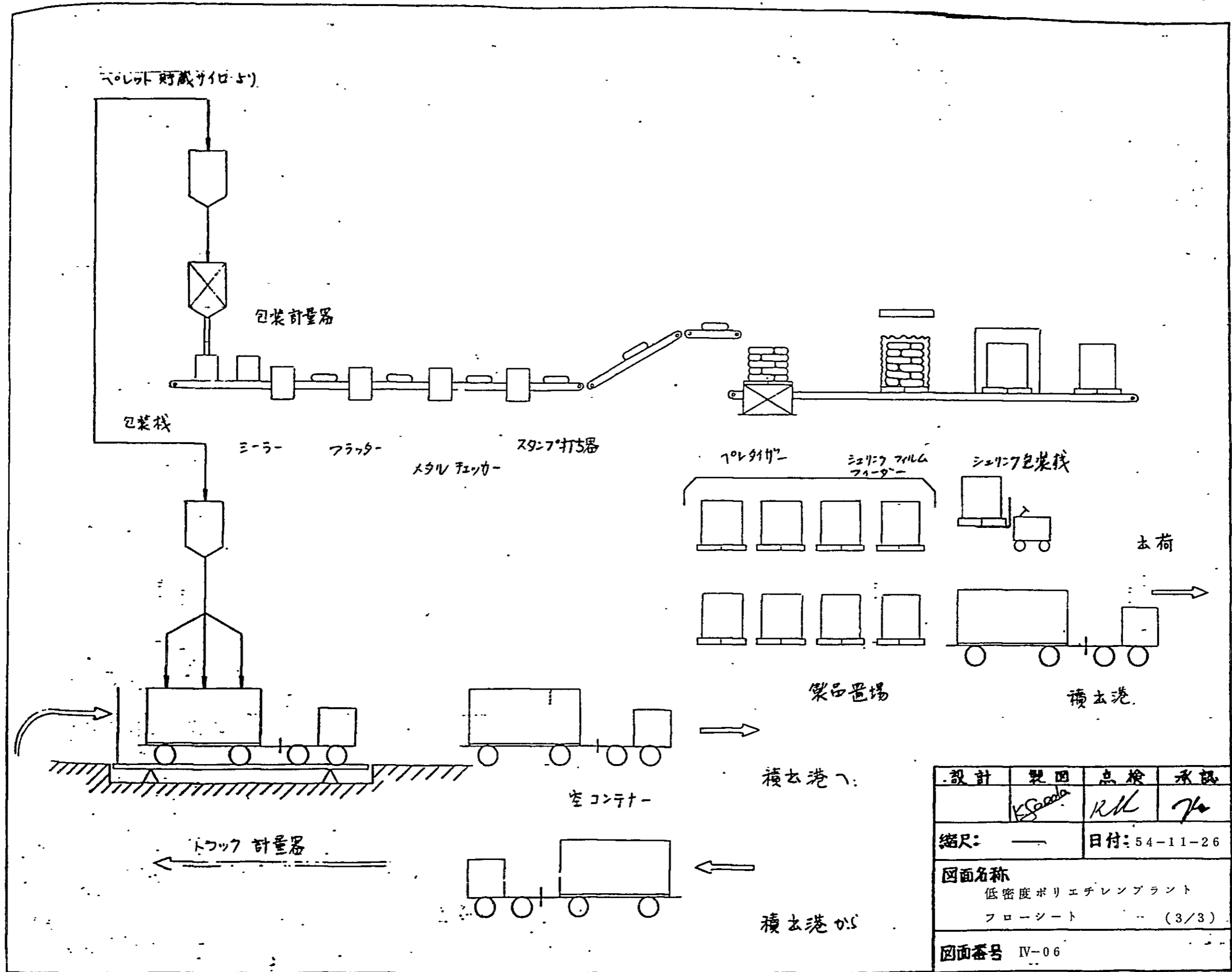


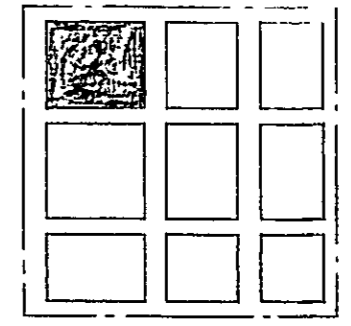
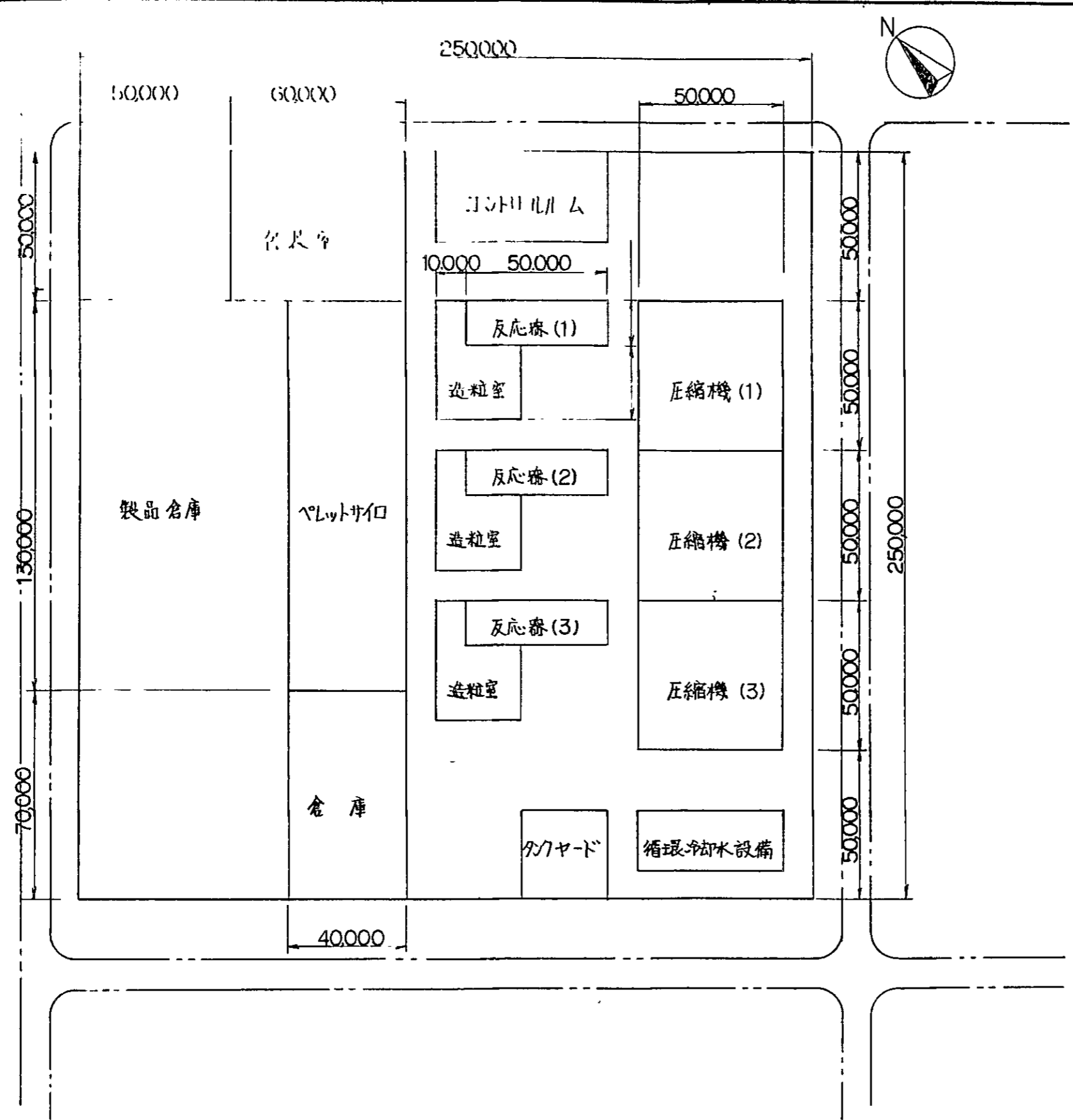
溶融押出機

設計	製図	点検	承認
	<i>K. Saito</i>	<i>RK</i>	<i>Jk</i>
縮尺: —		日付: 54-11-26	
図面名称 低密度ポリエチレンプラント フローシート (1/3)			
図面番号 IV-04			

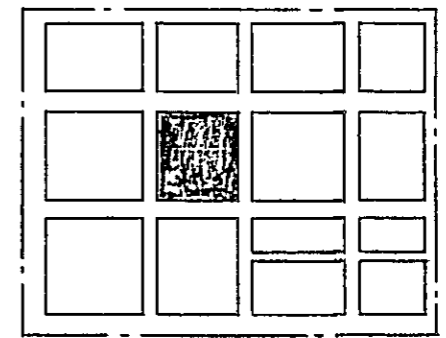
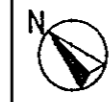


設計	製回	点検	承認
	<i>M. Dama</i>	<i>Kll</i>	<i>9/2</i>
縮尺: —	日付: 54-11-26		
<b>図面名称</b> 低密度ポリエチレンプラント フローシート (2/3)			
<b>図面番号</b> IV-05			



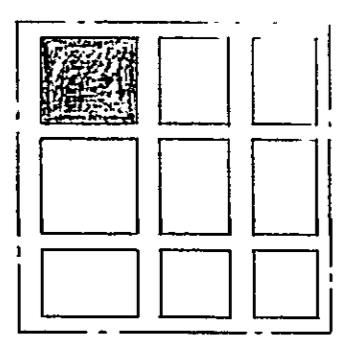
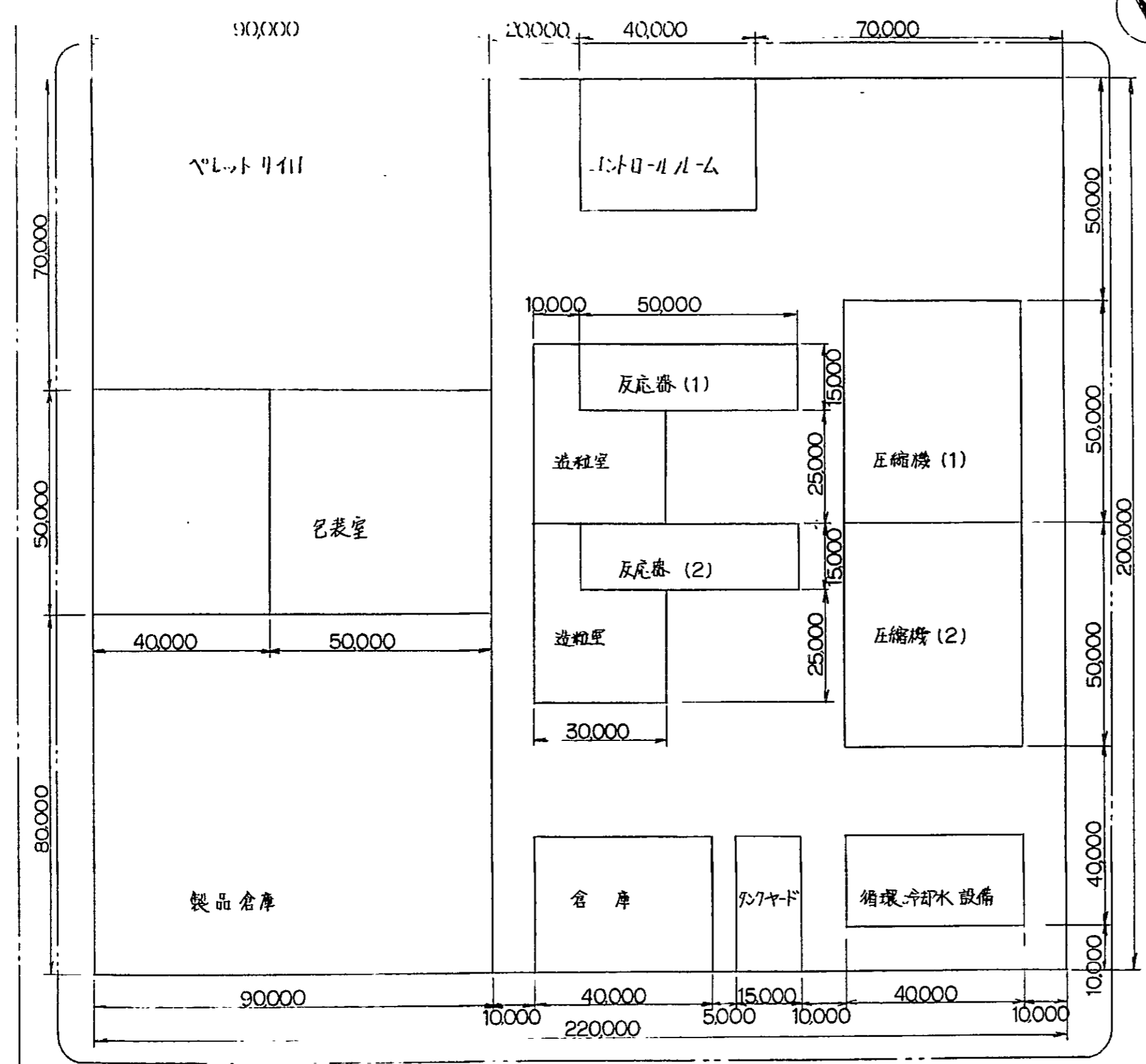


全体位置図 S=1:20,000  
ケース I, II



全体位置図 S=1:20,000  
ケース III

設 計	製 図	点 検	承 認
		K.R.	<i>[Signature]</i>
縮尺		日付 54-11-26	
図面名称		ケース I, II, III	
低密度ポリエチレンプラント プロットプラン			
図面番号 IV-07			



全体位置図 S=1:20000  
ケースIV

設計	製図	点検	承認
		R.K.	7lu
縮尺	—	日付	54-11-26
図面名称		ケースIV	
低密度ポリエチレンプラント			
プロットプラン			
図面番号 IV-08			

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100



## 4. 高密度ポリエチレンプラント

### 4-1 プロセス概要

#### 4-1-1 製造法の紹介

高密度ポリエチレンの製造法はその重合方式により以下の三方式に分けられる。

##### a) 溶液法

重合温度が比較的高く生成した重合物は溶媒中に溶解している。

##### b) スラリー法

重合温度が比較的低く生成した重合物は固体で溶媒中でスラリー状となる。

##### c) ガス相法

溶媒を使用せずエチレンガス中に重合物は固体として生成する。

又、近年活性の非常に高い触媒が発見され製造法が旧来のものに較べ著しく合理化されて来ている。

高密度ポリエチレンの品質（成型性、製品の品質）は分子量（メルトインデックス）、密度、分子量分布の三つの要素により決定されるが、特に分子量分布は使用する触媒により決まると言っても良く各社ごとのポリエチレンの品質に微妙な差が出て来る。

#### 4-1-2 採用プロセスの特徴

今回は経済性、製品品質の面から世界的に主流を占めるスラリー法を採用することとし、高活性触媒による触媒除去を必要としない合理化された製造法を折り込むこととする。

このプロセスの特徴は以下の通りである。

##### i) 高活性触媒の使用

有機金属化合物を共触媒とした触媒は基本構成要素 1 Kg 当り 200 から 500 TON の高密度ポリエチレンをどの製品グレードに関しても製造可能である。

この高い生産性により触媒除去工程が不要となりさらにこの触媒除去工程に一般に使用されるアルコールの回収が必要でなくなり排水処理がカットできるという大きな利点を持っている。

##### ii) 用途に応じた製品の製造が可能

触媒のシステム及び重合条件を変更する事により製品の品質を決定する要因となる分子量、密度、分子量分布を広い範囲に渡り独立して制御出来るので多種の用途に応じた製品が製造可能である。

##### iii) 安定した運転

独自に開発された技術により反応器内部でのポリマー類の付着の問題が解決され 1 年以上にわたる連続安定運転が可能である。

iv) 環境対策が有利

排水量が少なく又排水の質が良い事及び排ガスはフレイースタックに送る事で問題がなく、環境対策が非常に楽である。

4-1-3 プロセスの概要

次にプロセスの概要を「HDPE PLANT FLOW SHEET (1/2)、(2/2) (図面番号Ⅳ-09~10) に従って説明する。

プロセスは次の7つの工程より構成されている。

以下に各工程について説明する。

(I) 原料ガス精製工程

原料ガス中の重合反応に悪影響を及ぼす不純物を除去精製する工程

(II) 溶媒精製工程

新回収溶媒中の重合反応に悪影響を及ぼす不純物を除去精製する工程

(III) 触媒製造工程

重合反応用各種触媒を製造する工程

(IV) 重合反応工程

原料ガスを溶媒中で触媒を用いて高密度ポリエチレンを製造する工程

(V) 後処理工程

反応液より溶媒を分離し、粉末状ポリエチレンを得る工程

(VI) ペレット化及び貯蔵工程

粉末状ポリエチレンをペレット状にし貯蔵する工程

(VII) 包装出荷工程

製品を25Kg紙袋あるいは16Tコンテナーに充填し出荷する工程

(1) 原料ガス精製工程

原料ガス中に水分、酸素、硫黄化合物等の不純物を含んでいると、重合触媒を被毒し活性を低下させるなど重合反応を著しく阻害するので十分に除去する必要がある。

原料ガスは、精製、脱湿塔を通じ、主として吸着操作により水分、酸素、硫黄化合物等を除去精製する。

(2) 溶媒精製工程

重合溶媒は新しくプラント外より供給されるものと製造ラインから回収再利用されるものがあり、両者は混合されて使用される。

溶媒中には、水分、低分子量ポリマーなどの不純物を含んでおり、そのままでは、重合触媒や製品々質に悪影響を及ぼすので十分に除去精製する必要がある。

まず溶媒は蒸留塔に送られ、蒸気加熱により軽沸分は系外にパージし、グリースワックス等を主成分とする高沸分は塔底より抜出す。

蒸留塔を出た溶媒は、溶媒脱湿塔に送られ、水分その他不純物を吸着除去した後、重合反応工程へ循環使用される。

### (3) 触媒製造工程

重合反応条件や製造グレードにより数種類の触媒が使用される。

これら触媒は溶媒中でスラリー状態で調製され重合反応器へポンプで供給される。

### (4) 重合反応工程

精製された原料ガスと溶媒は攪拌槽型の重合反応器に送り込まれ、重合反応により高密度ポリエチレンを生成する。

反応温度は80～90℃、反応圧力は25 kg/cm<sup>2</sup>G以下である。反応液は重合反応器底部より連続的に抜き出される。

水素、プロピレン及び各種重合助剤を加えて、用途、グレードに最適な分子量、分子量分布、及び密度に調節する。

重合反応工程における最も重要な問題は重合反応に伴って発生する膨大な反応熱をいかに均一に効率良く除去するかということである。

本プロセスは独特な攪拌機と反応器に附設したジャケット及び冷却用コイルの機能を巧妙に組合せて、極めて効率良く除熱することができ、安定した品質の確保と、1年以上にわたる長期連続安定運転を可能にしている。

### (5) 後処理工程

この工程では重合反応器から送られて来るスラリー状反応液より、乾燥した粉末状ポリエチレンを取り出す。

重合反応器から出たスラリーはまず脱ガス槽で大気圧近くまでフラッシュし未反応ガスを分離し、反応器に循環し、一部は不純物の蓄積を防止するため系外にバージする。

さらに反応液中に残存する触媒による重合を防止するため、特殊な助剤を加え触媒の不活性化を計る。

脱ガス槽より出たスラリーは遠心分離器に送られ溶媒とポリエチレンを分離する。

溶媒は溶媒精製工程へ循環し再使用される。ポリエチレンはついで流動乾燥器で粉末状ポリマーに含んでいた溶媒を完全に分離乾燥する。

### (6) ペレット化及び貯蔵工程

ポリエチレンの乾燥粉末は気力輸送で混練機に送られ、品質改良のため各種添加剤が加えられる。

混練溶解された製品ポリマーはペレタイザーにて碁石状のペレットにされ乾燥される。ペレットは気力輸送によりまずペレットサイロに送られ、一定時間毎に品質検定しブレンダーに送られ均一化され、ロットとしてまとめられて製品サイロに貯蔵される。

### (7) 包装出荷工程

各サイロに貯えられた製品は最終検定後16トンのバルクコンテナー又は25kgの紙

袋に充填された後出荷される。

#### 4-2 設計基準

##### 4-2-1 生産能力

年産 80,000トン × 1系列

年間稼働時間 7,800時間(325日)

グレード	生産比率	年間生産量	主な用途
A	30%	24,000 t	射出成形
B	20%	16,000 t	モノフィラメント
C	20%	16,000 t	フラットヤーン
D	15%	12,000 t	フィルム
E	15%	12,000 t	ブロー成形
合計		80,000 t	

##### 4-2-2 採用プロセス

三菱化成社 スラリー重合法

##### 4-2-3 製品品質代表値

下表通り

項目	測定法	単位	グレード				
			A	B	C	D	E
Melt Index	ASTM D-1238	g/10min	5	0.9	1.1	0.07	0.2
Density	D-1505	g/cm <sup>3</sup>	0.968	0.954	0.966	0.950	0.963
Molecular weight distribution			narrow	narrow	median	broad	broad

#### 4-2-4 出荷形態

- (1) 25Kg 袋詰め 50%
- (2) 16トン Bulk Container 詰め 50%

#### 4-2-5 製品貯蔵可能量

- (1) 貯蔵サイロ内 約15日分  
Bulk Containerで出荷分の約30日分に相当
- (2) 倉庫内 約15日分  
25Kg袋詰出荷の約30日分に相当

#### 4-3 物質収支

高密度ポリエチレンプラントの物質収支は次に示す通りである。

(単位：t/年)

原 料		製 品 ・ 副 製 品	
原 料 名	使 用 量	製品・副生品名	製 出 量
エチレン	87,000	ポリエチレン	80,000
		排出エチレン	1,600
原 料 計	87,000	製 生 品 計	81,600

廃ポリマー量 500 t/年

設備容量算出に際しては余裕を見込んだ。

#### 4-4 用役、助剤使用量

##### 4-4-1 用役使用量

名 称	使 用 量
電 力	7,200 kwh/h
高 圧 蒸 気	0.6 t/h
中 圧 蒸 気	13 t/h
低 圧 蒸 気	5.5 t/h
脱 塩 水	100 t/h
純 水	15 t/h
計 装 空 気	800 t/h
雑 用 空 気	max 1,100 Nm <sup>3</sup> /h
窒 素	max 2,400 Nm <sup>3</sup> /h
燃 料 ガ ス	max 1.0×10 <sup>6</sup> kcal/h

設備容量算出に際しては余裕を見込んだ。

##### 4-4-2 助剤使用量

名 称	使 用 量
プロピレン	700 t/年
水 素	1.8×10 <sup>6</sup> Nm <sup>3</sup> /年
化 学 品 A	430 t/年
化 学 品 B	1,600 t/年
そ の 他 助 剤	350 t/年
潤 滑 油	10 m <sup>3</sup> /年

##### 4-4-3 廃棄物、廃水発生量

###### (i) プロセス廃水

プロセス廃水

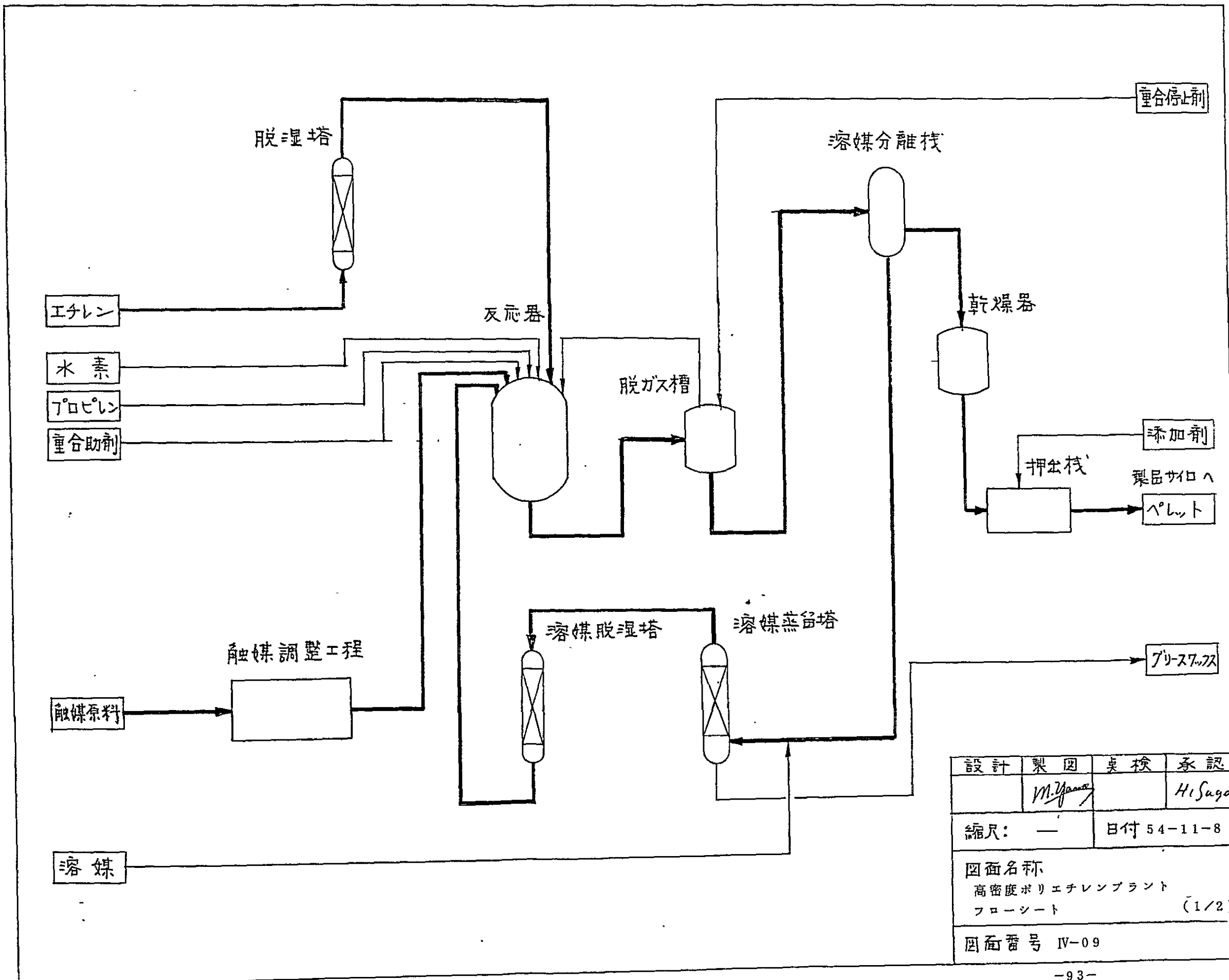
項目	単位	数量
水量	m <sup>3</sup> /D	1150
温度	℃	40
PH	-	6-9
COD	mg/l	10-20
SS	mg/l	100-300
Oil & Grease	mg/l	30

4-5 機器リスト

名称	数量
反応器	3
攪拌槽	30
タワー	3
熱交	29
ドラム、タンク	83
サイロ、ホッパー	47
混練、押出機	2
コンプレッサー	2
ポンプ、ブロワー	122
その他	25

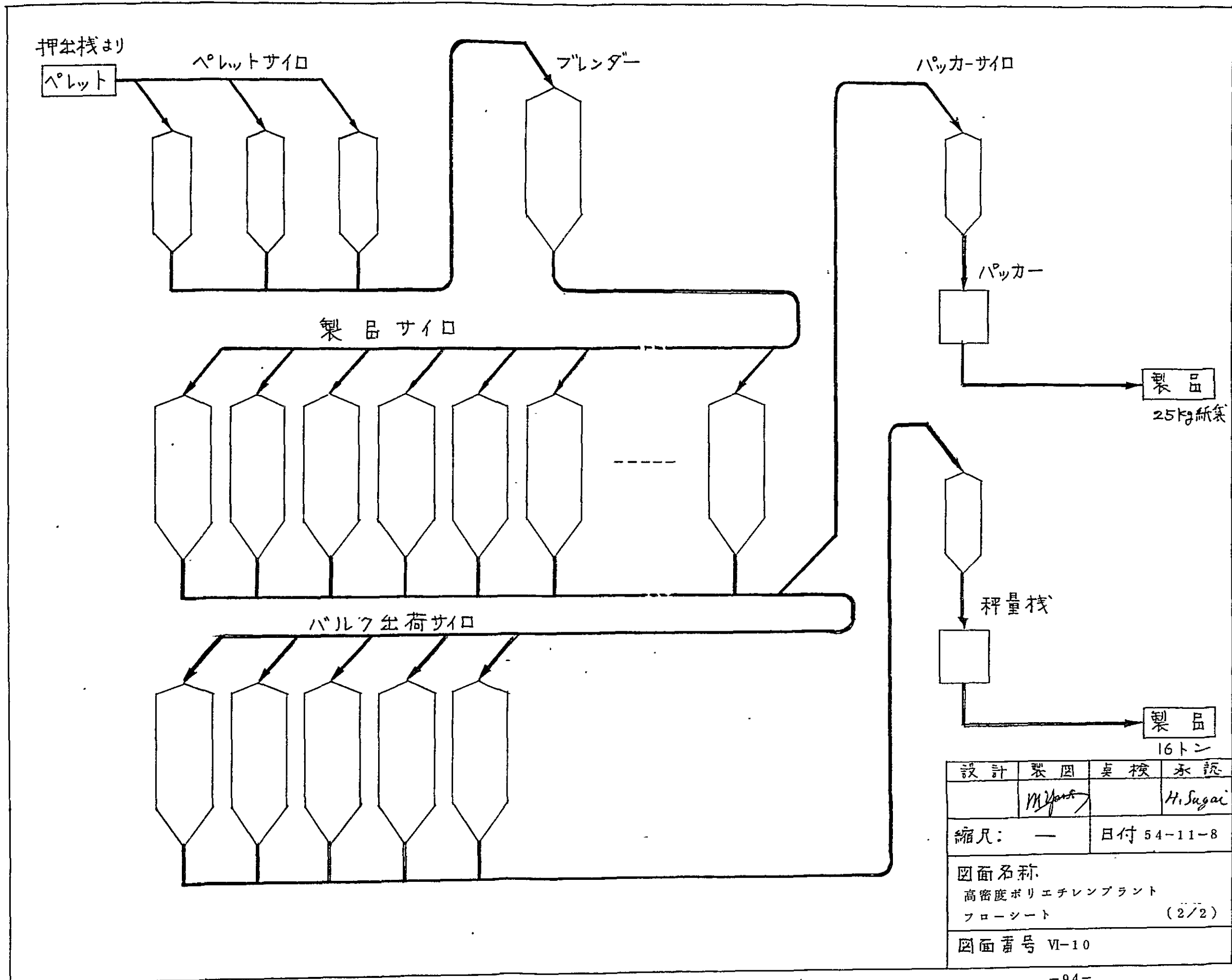
4-6 プロットプラン

プロットプランについては図Ⅳ-11に示す通りである。

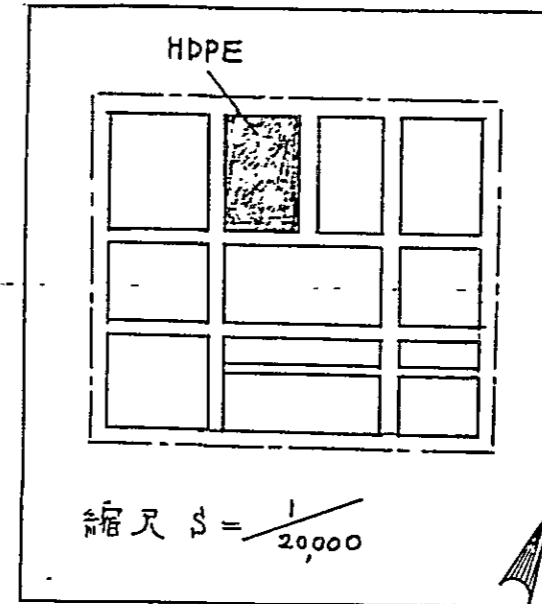
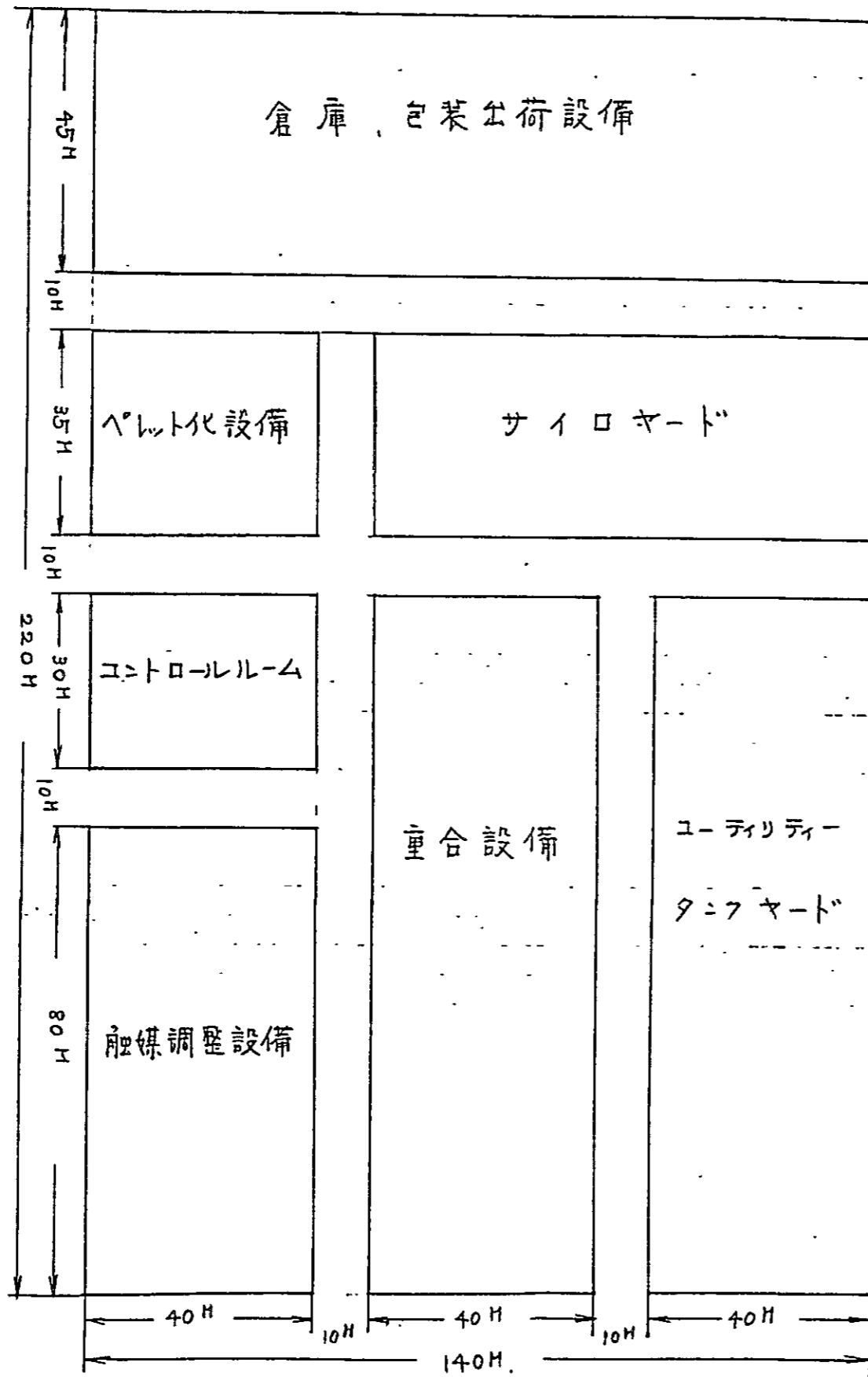


設計	製図	点検	承認
	M. Yamada		H. Sugai
縮尺:	—	日付	54-11-8
図面名称 高密度ポリエチレンプラント フローシート (1/2)			
図面番号 IV-09			





設計	製図	査検	承認
	<i>M. Yamashita</i>		<i>H. Sugai</i>
縮尺:	—	日付	54-11-8
図面名称 高密度ポリエチレンプラント フローシート (2/2)			
図面番号 VI-10			



設計	製図	査検	承認
	<i>M. Yano</i>		<i>H. Sugai</i>
縮尺: $\delta = \frac{1}{1000}$		日付: 54-11-8	
図面名称 高密度ポリエチレンプラント プロットプラン			
図面番号 VI-11			



## 5. エチレングリコールプラント

### 5-1 プロセス概要

本エチレングリコールプロセスは、エチレン、純酸素及び水を原料とし、酸化エチレンを経由して高収率でエチレングリコールを製造するSHELL法エチレングリコールプロセスである。エチレングリコールの製造は銀触媒の存在下にエチレンと酸素を反応させ、酸化エチレンを生成させる第一段階と酸化エチレンを無触媒で水と反応させエチレングリコールを生成させる第二段階に大別される。工程は下記の3工程に区分される。

#### (1) 酸化エチレン反応工程

エチレン酸素を反応させ、酸化エチレンを生成させる工程

#### (2) エチレングリコール反応回収工程

回収された酸化エチレンを水と反応させ、エチレングリコールを生成させさらに余剰の原料水を分離し、粗グリコールを回収する工程。

#### (3) エチレングリコール精製工程

粗グリコールから高純度のモノエチレングリコール及びジエチレングリコールを分離精製する工程。

尚、本プロセスは大量の可燃性ガスを取扱うことから燃焼性を如何に制御するかが本反応設備の最大の問題点である。このため本システムは反応ガス組成、100点以上の触媒床内の温度、プラント各部分の温度、圧力、熱除去設備の運転状態等50項目以上の検出端を一元的に監視し、この内1点でも異常な兆候を検知すれば瞬間的に原料の供給を停止し、自動的にプラントを安全停止に導く様計画されている。

又、酸化エチレン生成反応は主・副反応ともに発熱反応であり、この熱をスチームとして回収すると共にスチームとして回収できない熱は反応ガスの予熱源として有効利用することにより経済性を向上させる様計画されている。

プロセスフローシートは図Ⅳ-12、13に示す通りである。

### 5-2 設計基準

エチレングリコール製造設備の設計基準は次の通りとする。

#### 5-2-1 原料性状

##### (1) エチレン

エチレン	99.3	V0.1%	min
エタン+メタン	0.20	"	max
C <sub>3</sub> 及びC <sub>3</sub> 以上の炭化水素	0.01	"	"
水素	0.20	"	"

一酸化炭素	0.20	wt%	max
メタノール及び酸化炭化水素	10	w t p p m	"
全硫黄分	0.10	"	"
アセチレン	10	"	"
(2) メタン			
メタン	95.0	vol %	min
エタン	10	"	max
C <sub>3</sub> 及び C <sub>3</sub> 以上の炭化水素	0.1	"	"
窒素	5.0	"	"
水素	3.0	"	"
炭酸ガス	1.0	"	"
一酸化炭素	0.5	"	"
メタノール及び酸化炭化水素	10.0	ppm	"
全硫黄分	2.0	"	"
アセチレン	10.0	"	"
(3) 酸素			
酸素	98	vol %	min
三塩化エチレン及び塩化炭化水素	10	ppb	max

### 5-2-2 生産能力

#### (1) 原料供給量

	ケース I	ケース II、III、IV
エチレン	134,000 t/年	100,500 t/年
メタン	3,190 "	2,390 "
酸素	175,600 "	131,700 "

#### (2) 生産能力

	ケース I	ケース II、III、IV
生産能力	200,000 t/年	150,000 t/年

年間稼働日数 325日

(3) 製品品質

モノエチレングリコール

ジエチレングリコール含有量	0.02	wt%	max
水分	0.05	"	"
鉄分	0.1	ppm	"
蒸留範囲	5-95%	196.6-198°C	

ジエチレングリコール

モノエチレングリコール含有量	0.1	wt%	max
トリエチレングリコール含有量	0.1	"	"
水分	0.05	"	"
酸価(酢酸換算)	0.002	"	"

5-2-3 バッテリーリミットに於ける原料、製品の条件

原料

エチレン	気体	25Kg/cm <sup>2</sup> min,	65°C max
酸素	"	28 "	, 65°C "
メタン	"	7 "	, 65°C "

製品、副製品

モノエチレングリコール	液体	10Kg/cm <sup>2</sup> max,	65°C max
ジエチレングリコール	"	10 " "	, 65°C "
ヘビーエンド	"	7 "	, 65°C
燃料ガス	"	14 " max,	65°C

5-3 物質収支

エチレングリコールプラント全体の物質収支は次に示す通りである。

(単位: t/年)

原料			製品・副製品		
原料名	使用量		製品・副製品名	製出量	
	ケースI	ケースII、III、IV		ケースI	ケースII、III、IV
エチレン	134,000	100,500	モノエチレングリコール	200,000	150,000
酸素	175,600	131,700	ジエチレングリコール	18,600	13,900
メタン	3,200	2,400	燃料ガス	4,900	3,700
			ヘビーエンド	1,600	1,200
原料計	312,800	234,600	製出品計	225,100	168,800

## 5-4 用役、助剤、触媒使用量

### 5-4-1 用役使用量

#### (1) 使用用役量

用 役 名	使 用 量	
	ケ ー ス I	ケースII、III、IV
海 水	16,700 t/h	12,500 t/h
純 水	3 "	2 "
高 圧 蒸 気	21 "	16 "
中 圧 蒸 気	102 "	77 "
計 装 空 気	1,200 Nm <sup>3</sup> /h	1,000 Nm <sup>3</sup> /h
雑 用 空 気	60 "	50 "
窒 奏	max 2,700 "	max 2,200 "
電 力	12,900 kwh/h	9,700 kwh/h

#### (2) 副生用役量

用 役 名	発 生 量	
	ケ ー ス I	ケースII、III、IV
凝 縮 水	52	39
極 低 圧 蒸 気	33	25

### 5-4-2 助剤、触媒使用量

用 途	名称又は商品名	ケ ー ス I		ケースII、III、IV	
		寿命及び使用量	充填量	寿命及び使用量	充填量
触 媒	酸化エチレン触媒	4年	190 t	4年	143 t
消 泡 剤	オセノール又は相当品	8 t/年		6 t/年	
炭酸ガス吸収剤	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 100%固体	80 "		60 "	
防 錆 剤	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 100%固体	1.3 "		1 "	
中 和 剤	NaOH 100%	470 "		470 "	
反 応 抑 制 剤	ビニル・クロライド	2.7 "		2.7 "	
熱 媒	ケロシン				
冷 媒	フロン-22				

## 5-5 機器リスト

ケースⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ共通

機 器	台 数
コンプレッサー	6
ボ ン ブ	62
塔	13
タ ン ク	13
ベ ッ セ ル	17
熱 交	41
反 応 器	3

## 5-6 プロットプラン

プロットプランは図Ⅳ-14に示す通りである。

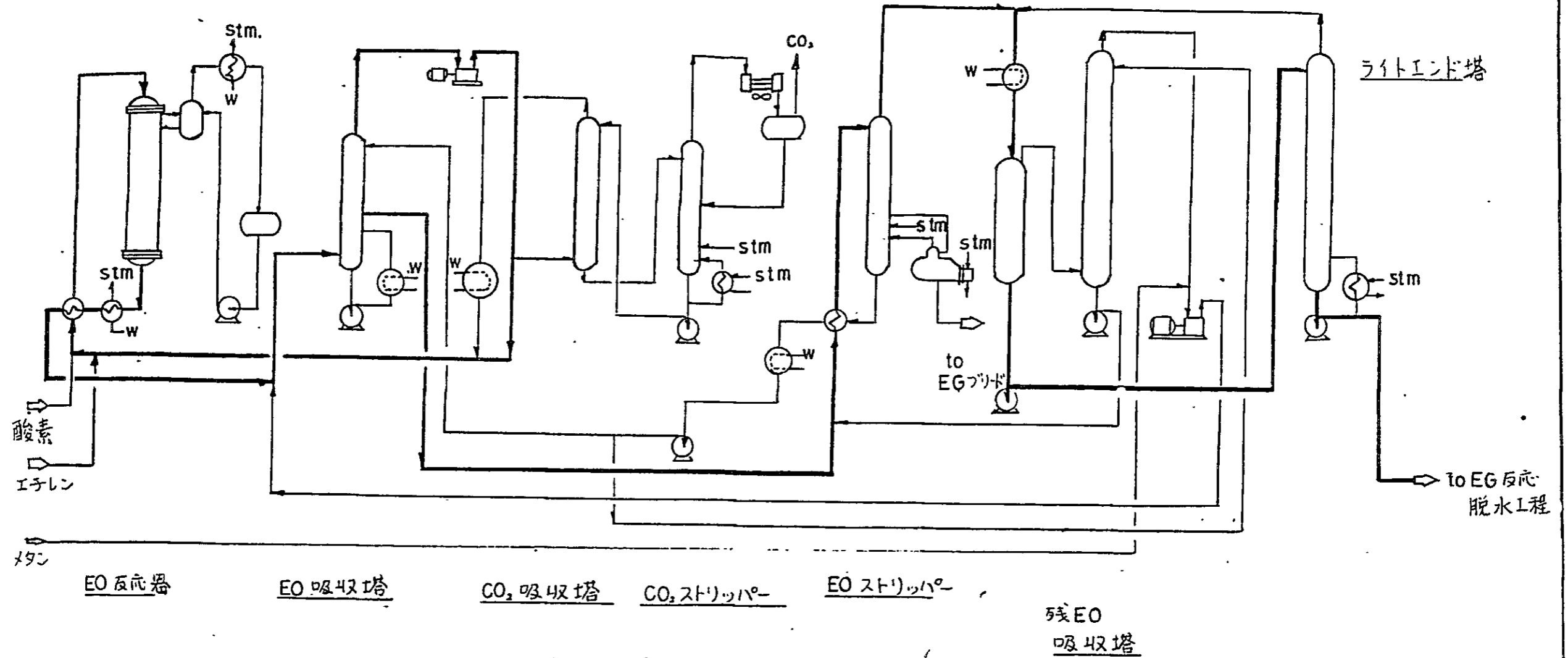




EO 反応工程

CO<sub>2</sub> 除去工程

EO 回収工程



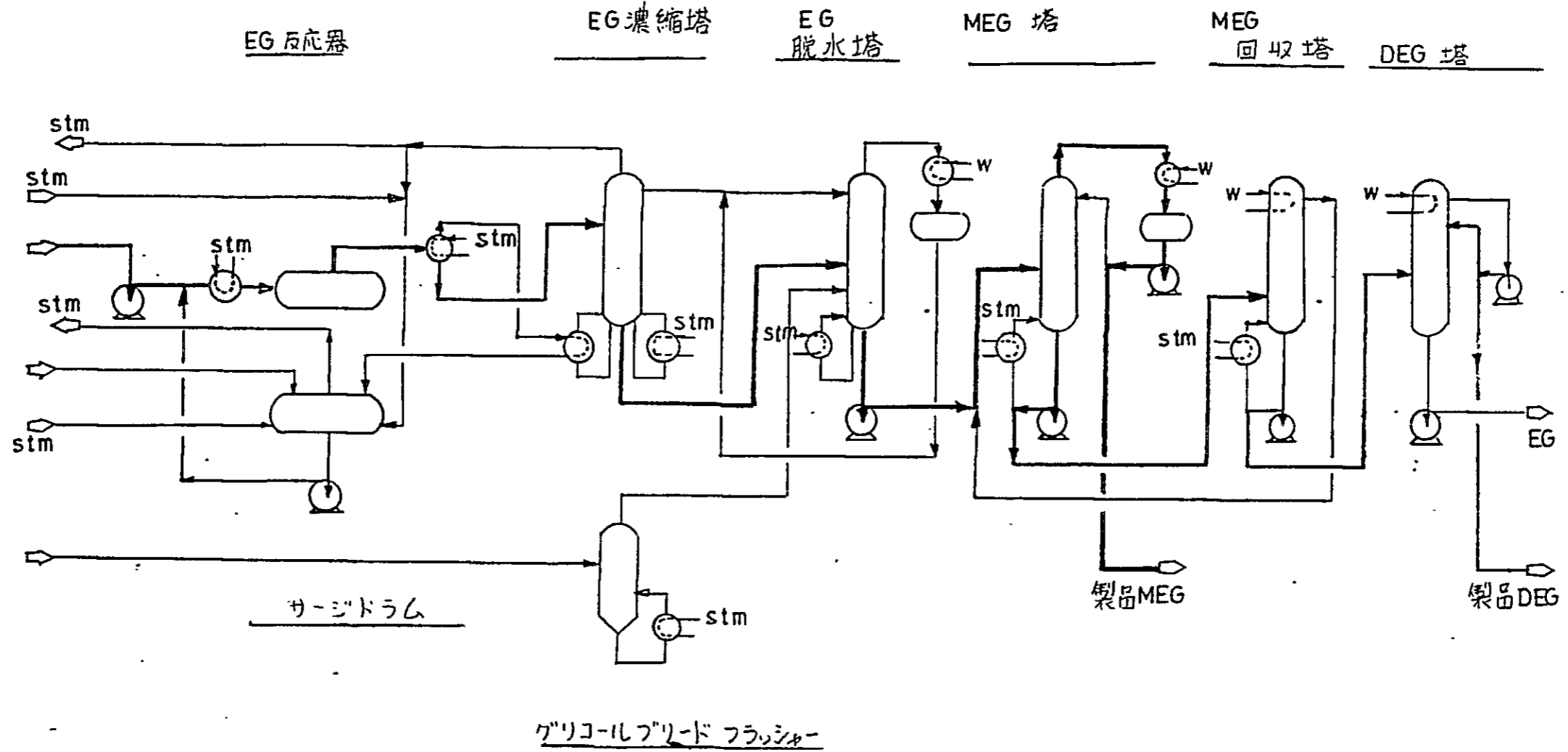
Remark :

W : 冷却水  
STM: 蒸気

設計	製図	点検	承認
		R.H.	J.H.
縮尺	—	日付	54-10-1
図面名称 エチレングリコールプラント フローシート (1/2)			
図面番号 IV-12			

EG 反応・脱水工程

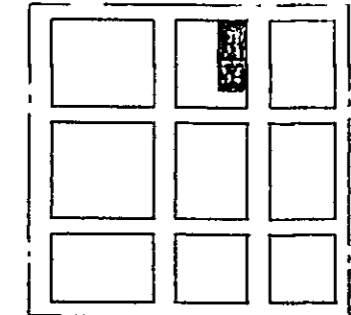
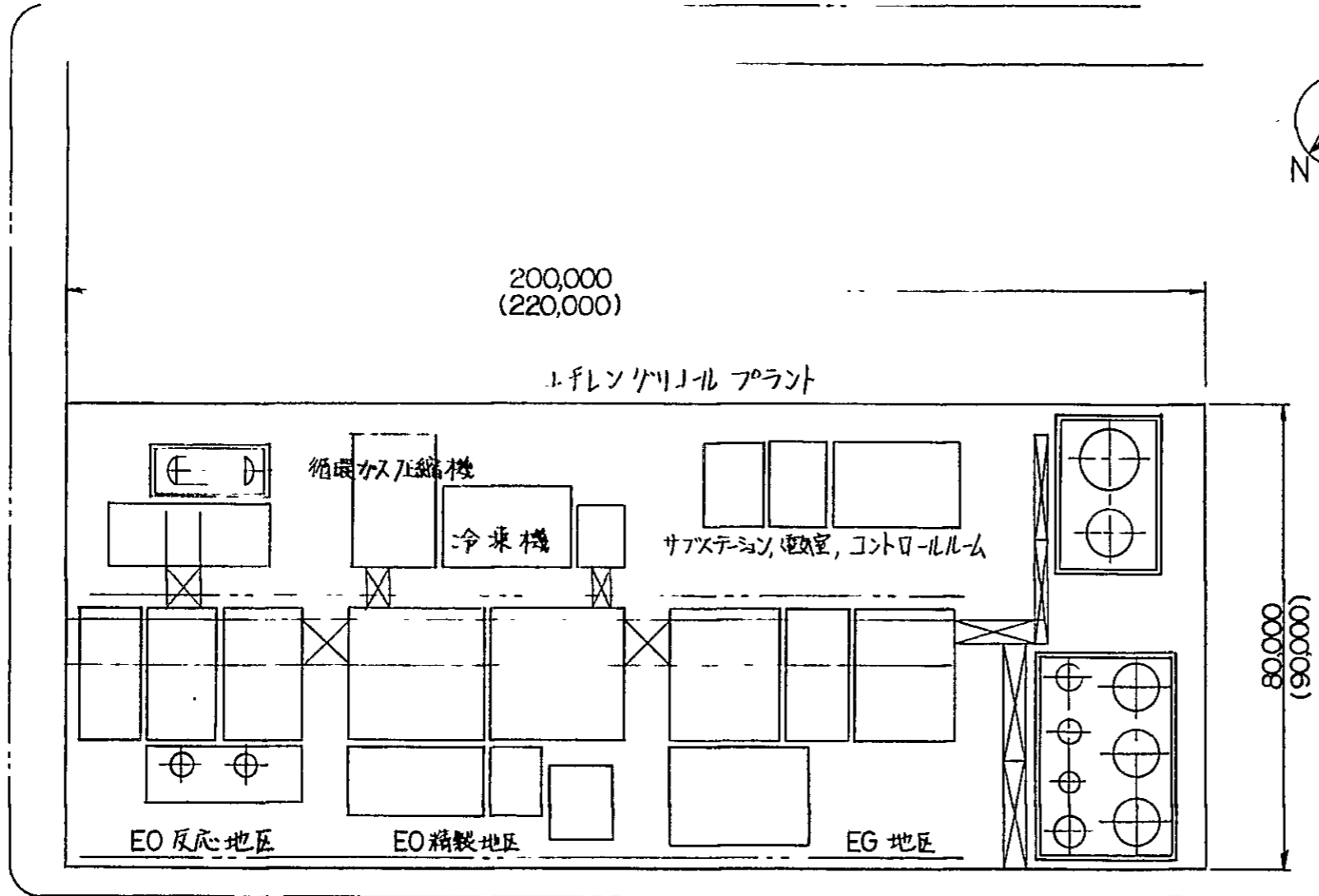
EG 精製工程



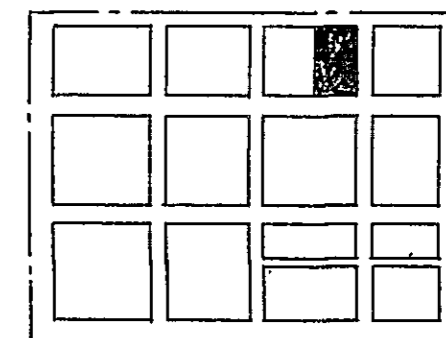
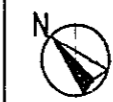
Remark :

w : 冷却水  
stm : 蒸気

設計	製図	点検	承認
		<i>KK</i>	<i>JK</i>
縮尺	—	日付 54-10-1	
図面名称 エチレングリコールプラント フローシート (2/2)			
図面番号 IV-13			



全体位置図 S=1:20,000  
ケース I, II, IV



全体位置図 S=1:20,000  
ケース III

( )外 ケース II, III, IV  
( )内 ケース I

設計	製図	点検	承認
		K.R.	<i>[Signature]</i>
縮尺 —		日付 54-10-1	
図面名称 エチレングリコールプラント プロットプラン			
図面番号 IV-14			



## 6. 電解プラント

### 6-1 プロセスの概要

#### 6-1-1 製造法の紹介

電解プロセスは電解槽の種類により

- a) 水銀法
- b) 隔膜法
- c) イオン交換膜法

の三つに分類される。

以下にその製造法の特徴について概略比較説明する。

水銀法は電解槽内を流動する水銀を陰極として塩水を電気分解する方式である。

塩素は電解槽上部より発生し、苛性ソーダは電解槽より出て来たナトリウムアマルガムに水を反応させて生成し、同時に水素ガスが発生する。

水銀法は苛性ソーダ中の塩分が20～30 PPM以下と純度が高く、しかも48 wt %以上の高濃度で得られるので、濃縮精製の必要がないのが特徴である。

しかし、多量の水銀を取扱うので、環境上の対策が必要な上に、電力消費量も多い。

隔膜法は電解槽の陰陽両極間にアスベストを主成分とする隔膜を置き、陽極室より塩素ガス、陰極室より苛性ソーダおよび水素ガスを得るプロセスである。

水銀を使用しなくてよいという利点はあるが、製品苛性ソーダの純度が低く用途上の制限があるという欠点を持っている。さらに苛性ソーダ濃度が10～15 wt %と低いので相当な濃縮精製設備を必要とし、運転経費は割高である。

イオン交換膜法は電解槽の陰陽両極間にフッ素樹脂を母体とする陽イオン交換膜を置き、陽極室より塩素ガス陰極室より水素ガスおよび苛性ソーダを得る。

本法の特徴は、水銀法に匹敵する高純度の苛性ソーダが得られ、環境問題も少ないのが特徴である。

しかし、現状では電解槽出口苛性ソーダ濃度は30～40 wt %で濃縮工程を必要とする。

#### 6-1-2 採用プロセスの特徴

今回は環境上の問題が少ないこと、苛性ソーダの品質が水銀法に相当すること、運転が容易なこと等の理由で、イオン交換膜法を採用することとした。

本法の特徴は次のとおりである。

- (1) 高純度の苛性ソーダが得られる。
- (2) 高濃度の苛性ソーダが高電流効率で得られる。
- (3) イオン交換膜の耐久性が優れている。

- (4) 建設コストが安い。
- (5) 運転管理が容易で運転コストが安い。

### 6-1-3 プロセスの概要

次にプロセスの概要を「ION EXCHANGE MEMBRANE CHLOR-ALKALI PLANT FLOW SHEET」(図面番号Ⅳ-15)に従って説明する。

プロセスは次の8つの工程より構成されている。

(i) 原塩溶解、塩水一次精製工程

原料塩を水で溶解し、塩水中の不純物を助剤を用いて分離精製する工程。

(ii) 塩水二次精製工程

一次精製された塩水をフィルターで濾過しイオン交換樹脂で精製する工程

(iii) 電源変圧整流工程

交流高電圧を変圧器で降圧し、整流器で直流に変換する工程

(iv) 電解工程

原料精製塩水を陽イオン交換膜を用いた電解槽で電気分解し、塩素ガス、苛性ソーダ、水素ガスを得る工程

(v) 淡塩水脱塩素工程

陽極室より出た淡塩水中に残存する塩素を除去する工程

(vi) 塩素ガス洗滌乾燥工程

塩素ガスを水洗冷却し、濃硫酸で乾燥する工程

(vii) 苛性ソーダ濃縮工程

電解槽を出た苛性ソーダ液を加熱濃縮する工程

(viii) 水素ガス冷却工程

発生した水素ガスを水で冷却し、ドレン分離する工程

(1) 原塩溶解、塩水一次精製工程

原料塩を貯蔵倉庫より溶解槽に投入し、電解工程からの循環淡塩水と補給水で飽和塩水を作る。

原料塩中にはマグネシウム化合物、カルシウム化合物その他の不純物を含有している。

これら不純物はイオン交換膜の保護と、電解効率向上のために除去しなければならない。原料飽和塩水を反応槽に入れ、攪拌しながらソーダ灰、塩化バリウム、苛性ソーダおよび凝集剤を加えてPH調整し処理する。

反応槽を出た処理液は沈降槽に導き、それぞれの不純物を不溶解性化合物として沈降分離する。

一次精製された原料塩水は二次精製工程に送られる。

沈降槽で分離された不純物は下部より連続的に抜き出し、脱水後塩水マッドとしてBL外に排出する。

#### (2) 塩水二次精製工程

沈降槽を出た原料塩水は濾過器で微細固形物を濾別し、微量塩素を除去し、イオン交換樹脂塔に送る。

ここで、微量に残存するマグネシウム化合物、カルシウム化合物等をキレート型イオン交換樹脂を用いて、イオン交換膜法電解槽の運転に支障のない程度まで除去する。濾過器、イオン交換樹脂塔はそれぞれ複数基設置し再生時は都度予備器と切替使用する。イオン交換樹脂塔の再生には硫酸と苛性ソーダを使用する。

#### (3) 電源変圧整流工程

塩水の電気分解には電圧は350～400ボルトと低いと200～300キロアンペアという大電流の直流電源を必要とする。

そのため、まず34.5キロボルトの交流電源を変圧器で350～400ボルトに下げ、次いでシリコン整流器を用いて256キロアンペアの直流電源にし、電解槽に供給する。

#### (4) 電解工程

電解槽は陽極と陰極間にフッ素樹脂を主成分とする特殊な構造の陽イオン交換膜で二室に仕切られた構造となっている。

今回の計画では電解槽は90槽設置する。

二次精製された原料塩水は陽極室に送られ256キロアンペアの直流電気によりナトリウムイオンと塩素ガスに電気分解される。電解槽の液温は80～90℃である。

電解槽を出た液は陽極電解液槽に入り、ここで生成塩素ガスを分離し、再び電解槽に循環される。

循環液の一部は淡塩水脱ガス化工程に送られる。陽極室内で生成したナトリウムイオンは陽イオン交換膜を通じて陰極室に入る。陰極室では水が電気分解され水素ガスを発生し生じた水酸基イオンと陽極室からのナトリウムイオンから苛性ソーダを生成する。陰極室より出た液は陰極電解液槽に入り、水素ガスを分離し、電解槽に循環される。

循環液の苛性ソーダ濃度は35 wt %であり、一部は製品苛性ソーダとするため次の濃縮工程に送られる。

#### (5) 淡塩水脱塩素工程

陽極電解液槽より出た陽極液中には微量の塩素ガスが残存している、これを淡塩水脱塩素工程で、減圧除去し次いでエアレーション操作を加えて、原料塩溶槽へ循環する。

#### (6) 塩素ガス洗滌乾燥工程

陽極電解液槽から分離された塩素ガスは80～90℃の温度で同伴水分量も多い。

塩素水洗塔でまず冷却水で塩素ガスを40～50℃まで冷却し、次いで冷媒で間接に



10～20℃まで冷却し、同伴水分を凝縮除去する。さらに三連の塩素脱水塔で98%硫酸液と向流で接触させ、塩素ガス中の水分を50 wt PPM以下になるよう吸収除去し、製品塩素ガスとして送り出す。

(7) 苛性ソーダ濃縮工程

電解工程より出た苛性ソーダ液は35 wt %で2重効用蒸発缶に入る。1号缶は中圧蒸気で加熱され、2号缶は1号缶の蒸発水で加熱され目標の49 wt %まで濃縮されて製品タンクに貯蔵され、送り出す。

(8) 水素ガス冷却工程

陰極電解液槽より分離された水素ガスは80～90℃の温度があり、同伴水分も多いので、水素洗滌塔で純水で直接接触冷却させる。冷却後、水分を分離除去し、ホルダーに入れ、BL外へ送り出す。

6-2 設計基準

イオン交換膜法電解プラントの計画に必要な設計基準は電解プラントの特性を勘案して次の通り決めた。

6-2-1 原料性状

原料塩は下記組成とする。

NaCl	94.40	wt %
MgCl <sub>2</sub>	1.68	"
CaSO <sub>4</sub>	0.97	"
others	0.70	"
undetermine	2.25	"

6-2-2 生産能力

(1) 原料供給量

原料塩 391,000 T/年

(2) 生産能力

本イオン交換膜法電解プラントは塩素を年間220,000 T、年間稼働日数325日にて生産するよう設計する。

(3) 製品々質

塩素

塩素	97.5	Vol %	min
酸素	1.5	"	max
炭酸ガス	0.5	"	"

窒素	0.5	Vol %	max
水素	0.1	"	"
苛性ソーダ			
苛性ソーダ	48~50	wt %	
塩化ナトリウム	75	PPM	max
炭酸ソーダ	0.2	wt %	"
芒硝	0.02	"	"
塩素酸ソーダ	0.1	"	"

6-2-3 バッテリーリミットに於ける原料、製品の条件

原料 バッテリーリミット内の原料塩貯蔵庫にトラック等により搬入されるものとする。

製品	塩素	気体	2.5kg/cm <sup>2</sup> G	min, 50°Cmax
	苛性ソーダ	液体	3.0	" " " , 50°C "
	水素	気体	0.2	" " " , 50°C "

6-3 物質収支

イオン交換膜法電解プラント全体の物質収支を次に示す。

(単位：T/年)

原料		製品	
原料名	使用量	製品名	製出量
原料塩	391,000	塩素	220,000
		苛性ソーダ	245,000
		水素	6,300

苛性ソーダは100%換算値である。

6-4 用役、助剤使用量

6-4-1 用役使用量

名 称	使 用 量	備 考
海 水	7,400 m <sup>3</sup> /h	
脱 塩 水	35 m <sup>3</sup> /h	
純 水	48 m <sup>3</sup> /h	
中 圧 蒸 気	20 t/h	
計 装 空 気	1,000 Nm <sup>3</sup> /h	
雑 用 空 気	max 300 Nm <sup>3</sup> /h	バッチ使用
雑用空気又は窒素	max 1,400 Nm <sup>3</sup> /h	バッチ使用、480 Nm <sup>3</sup> /日
窒 素	定修時 1,000 Nm <sup>3</sup>	
電 力	95,000 kWh/h	

6-4-2 助剤使用量

名 称	使 用 量
ソ ー ダ 灰	4,000 T/年
塩化バリウム	6,900 T/年
98% 硫酸	5,600 T/年
フ レ オ ン ガ ス	2 T/年
潤 滑 油	15 m <sup>3</sup> /年
そ の 他	6,400円/T-100%NaOH

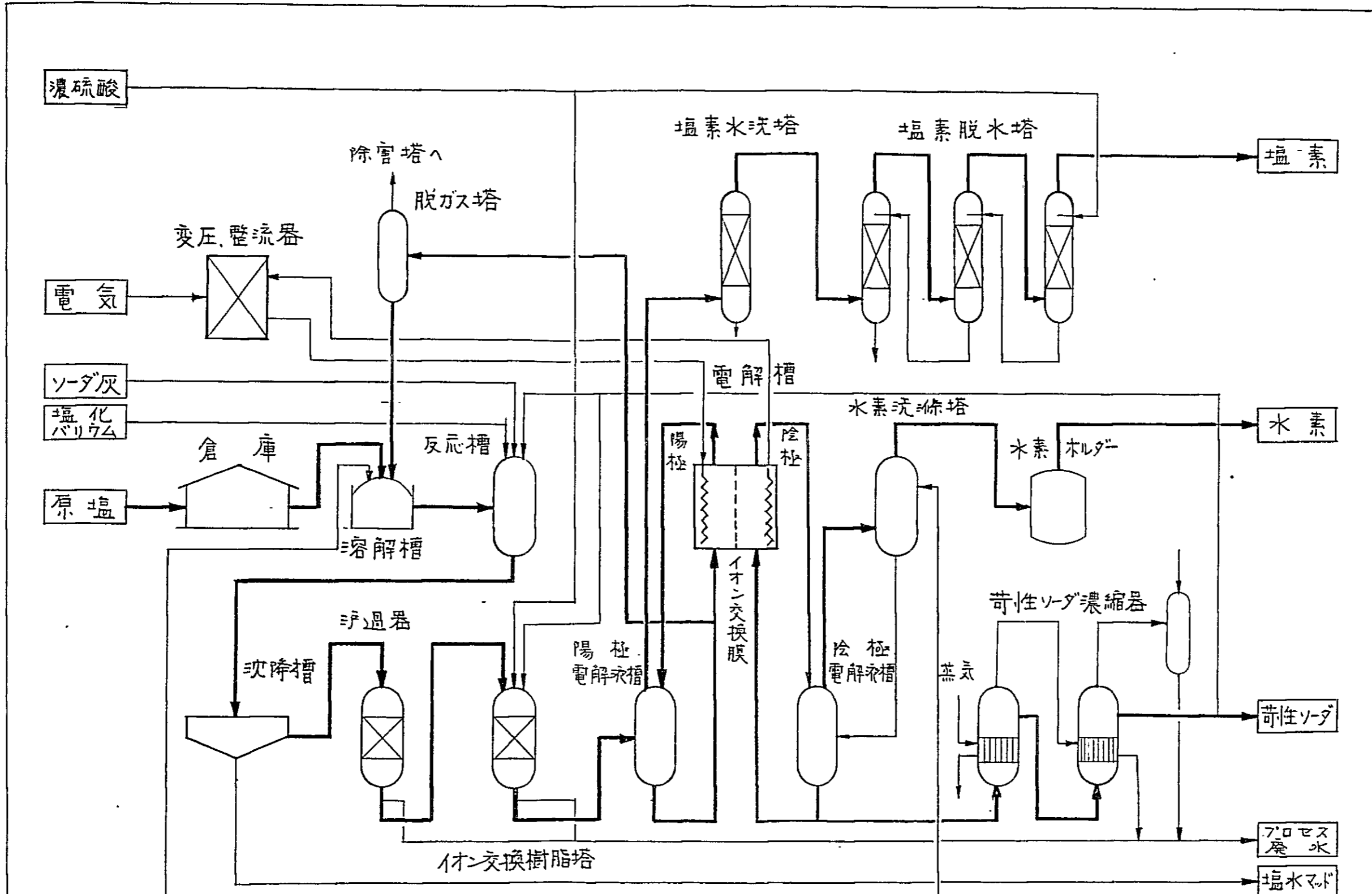
## 6-5 機器リスト

### 機器リスト

名 称	数 量
電 解 槽	90
タ ワ ー	12
熱 交	10
タンク, ドラム, ビット	35
ポンプ, ブローア	47
そ の 他	8

## 6-6 プロットプラン

プロットプランは図Ⅳ-16に示す通りである。



濃硫酸

電気

ソーダ灰

塩化バリウム

原塩

純水

変圧整流器

除害塔

脱ガス塔

倉庫

反応槽

溶解槽

沈降槽

浮遊器

イオン交換樹脂塔

陽極電解液槽

電解槽

陽極

陰極

イオン交換膜

陰極電解液槽

塩素水洗塔

塩素脱水塔

水素洗滌塔

水素ホルダー

苛性ソーダ濃縮器

蒸気

塩素

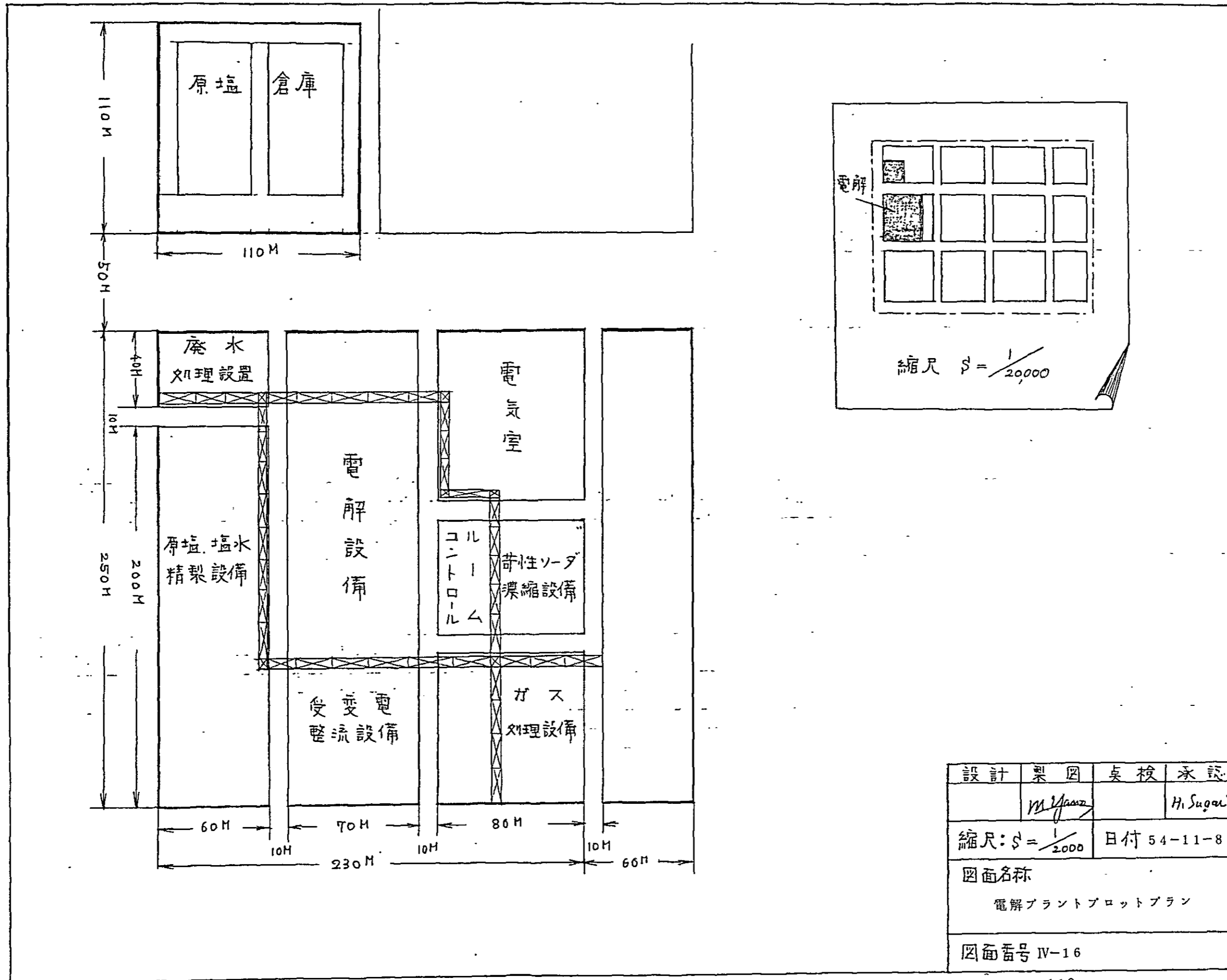
水素

苛性ソーダ

プロセス水

塩水マド

設計	製図	査検	承認
	M. Young		H. Sugai
縮尺: —		日付 54-11-8	
図面名称 電解プラントフローシート			
図面番号 IV-15			



設計	製図	査検	承認
	M. Yamazaki		H. Sugai
縮尺: $S = \frac{1}{2,000}$		日付 54-11-8	
図面名称 電解プラントプロットプラン			
図面番号 IV-16			



## 7. 二塩化エチレンプラント

### 7-1 プロセスの概要

#### 7-1-1 採用プロセスの特徴

エチレンガスと塩素ガスより液相で直接二塩化エチレンを製造する方法は従来、数10℃、即ち二塩化エチレンの沸騰点以下の反応温度で行なわれていた。

そのため、反応熱の除去に冷却水を要し、更に反応液の蒸留操作に多量の蒸気を必要とした。しかし、今回採用する沸騰反応方式は

- 副生物の生成を最少限におさえる高温反応条件の選定
- 高温反応に対する材質の開発
- 精製技術の開発

等の成果を得て可能となったものである。

本プロセスの特徴は

#### (i) 高温沸騰反応

二塩化エチレンの生成反応が90℃以上で行なわれる。

#### (ii) 工程の単純化

二塩化エチレンの反応と一次精製が同一工程で行ない、更に水洗、アルカリ洗滌工程をカットした。

#### (iii) 低ユーティリティー原単位

反応熱を直接蒸留に活用するので、蒸気及び冷却水の相当な削減が可能となった。

#### (iv) 廃棄物の減少

反応、精製方式の合理化により廃棄物を減少させた。

#### 7-1-2 プロセスの概要

プロセスの概要を「ETHYLENE DICHLORIDE PLANT FLOW SHEET」

(図面番号Ⅳ-17)に従って説明する。

プロセスは次の4つの工程より構成されている。

#### (i) 反応工程

エチレンガスと塩素ガスを反応させて二塩化エチレンを得る工程

#### (ii) 精製工程

二塩化エチレン中に溶存している塩素ガス、軽沸分、高沸分を除去し製品二塩化エチレンを得る工程

#### (iii) 廃棄物処理工程

反応、精製工程より出てくる廃棄物を燃焼処理する工程



#### (iv) 脱水精製工程

不定常状態で発生が予想されるオフスペック品を脱水精製し回収する工程で、間歇的に使用される。

#### (1) 反応工程

原料エチレンガスと塩素ガスはほぼ等モル比で反応器下部に吹き込まれる。

反応は液相で、ほぼ常圧、90～100℃の条件下で行なわれる。

反応液は多段式のEDC塔に循環され、生成二塩化エチレンは沸騰し、塔頂でリフラックスされ、精製される。

塔頂からのオフガスは最終的に-10℃程度まで冷却され、二塩化エチレンを回収した後、異常燃焼防止用の窒素ガスを混合し、燃焼塔に送られ処理される。

反応熱は二塩化エチレンの蒸留に利用するので、大巾な蒸気及び冷却水原単位の向上が可能となる。

EDC塔中部より出た二塩化エチレンと反応器下部よりの高沸分は次の精製工程に送られる。

#### (2) 精製工程

##### 精製塔

EDC塔よりの二塩化エチレンは多段式精製塔に入り、常圧、80～90℃の条件で加熱蒸留される。

塔頂より二塩化エチレン中に微量に溶存している未反応塩素をバージし、廃ガスとして燃焼塔に送る。塔中部より出た精製二塩化エチレンは製品としてEDCスペックタンクに入れ、品質検定後BL外に送り出す。

塔底よりの液はEDC塔に循環される。

##### 高沸塔

反応器下部より出た塩化タールを主成分とする高沸分は多段式高沸塔に送られ減圧下で加熱蒸留される。

塔頂よりのガスは-10℃程度まで冷却し、二塩化エチレンを凝縮回収しEDC塔に戻す。塔底より出た高沸分はタンクに貯蔵後燃却処理される。

#### (3) 廃棄物処理工程

反応、精製工程から排出される、オフガス類及び高沸分は燃焼塔に送られ、一部天然ガスを加えて高温で燃焼処理される。

塩化タール等は塩化水素ガス、塩素ガス、炭酸ガス、などに分解された後冷却され、吸収塔に送られる。

吸収塔では苛性ソーダ液で塩化水素ガスなどを吸収、分解、無害化し海水で稀釈後BL外に放流する。

#### (4) 脱水精製工程

脱水精製工程は間歇的にのみ使用される。

プラントのスタートアップ時、停止時あるいは不調時に発生したオフスペック二塩化エチレンを一時的にブローダウンタンクに受入れる。

ブローダウンタンクのオフスペック液は一定量水洗塔に送り、液中の水溶性不純物を水洗除去する。

水切り後下層のオフスペック液は苛性ソーダ洗滌塔に入れ、苛性ソーダで酸性不純物を中和除去しオフスペックタンクに貯液する。

オフスペックタンク中の二塩化エチレンは脱水塔で加熱蒸留され、水分を10 PPM以下になるまで除去した後、EDC塔に循環回収される。

## 7-2 設計基準

二塩化エチレンプラントの計画に必要な設計基準は、二塩化エチレンプラントの特性を勘案して次の通り決めた。

### 7-2-1 原料性状

#### (1) エチレン

C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	99.9	mol %	min
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> & CH <sub>4</sub>	0.1	"	max
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	5	mol PPM	"
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	10	"	"
CO <sub>2</sub>	5	"	"
CO	5	"	"
H <sub>2</sub>	5	"	"
Total S	0.1	"	"

#### (2) 塩素

Cl <sub>2</sub>	97.5	Vol %	min
CO <sub>2</sub>	0.5	"	max
O <sub>2</sub>	1.5	"	"
N <sub>2</sub>	0.5	"	"
H <sub>2</sub>	0.1	"	"

### 7-2-2 生産能力

#### (1) 原料供給量

エチレン	85,500 T/年
塩素	216,600 T/年

(2) 生産能力

本二塩化エチレンプラントは二塩化エチレンを年間300,000 T、年間稼働日数325日にて生産するよう設計する。

(3) 製品々質

純 度	99% min		
外 観	non suspended	matter	
比 重	1.25~1.26		
酸度(Hcl)	5 PPM	max	
アルカリ度(NcOH)	5 #	#	
L.B	150 #	#	
H.B	200 #	#	
水 分	200 #	#	
Fe	1 #	#	
B.P	83.5°C		
non volatile	100 PPM	max	
色 相	10 (APHA)		
Free Cl <sub>2</sub>	None		

7-2-3 バッテリーリミットに於ける原料、製品の条件

(1) 原 料

エチレン	気体	3.5Kg/cm <sup>2</sup> G	65°C max
塩 素	気体	2.5Kg/cm <sup>2</sup> G	50°C max

(2) 製 品

二塩化エチレン 液体 16 km離れたTYに配管にて送液する。

7-2-4 プラント設計へ織込むべき特記事項

- (1) 塩素ガスの漏洩防止対策
- (2) 装置の腐蝕防止対策
- (3) 廃ガス、廃液は無公害化処理をする。

### 7-3 物質収支

二塩化エチレンプラント全体の物質収支を次に示す。

(単位：T/年)

原 料		製 品	
原 料 名	使 用 量	製 品 名	製 出 量
エチレン	85,500	二塩化エチレン	300,000
塩素	216,600		
計	302,100	計	300,000

### 7-4 用役、助剤使用量

#### 7-4-1 用役使用量

名 称	使 用 量	備 考
海水	5,500 $m^3/h$	
純水	5 $m^3/日$	
中圧蒸気	7.5 T/h	
低圧蒸気	0.5 T/h	
計装空気	250 $Nm^3/h$	
雑用空気	100 $Nm^3/h$	定修時 500 $Nm^3/h$
窒素	2,000 $Nm^3/h$	Max 2,500 $Nm^3/h$
燃料ガス	14 $Nm^3/h$	
電力	970 $kwh/h$	

#### 7-4-2 助剤使用量

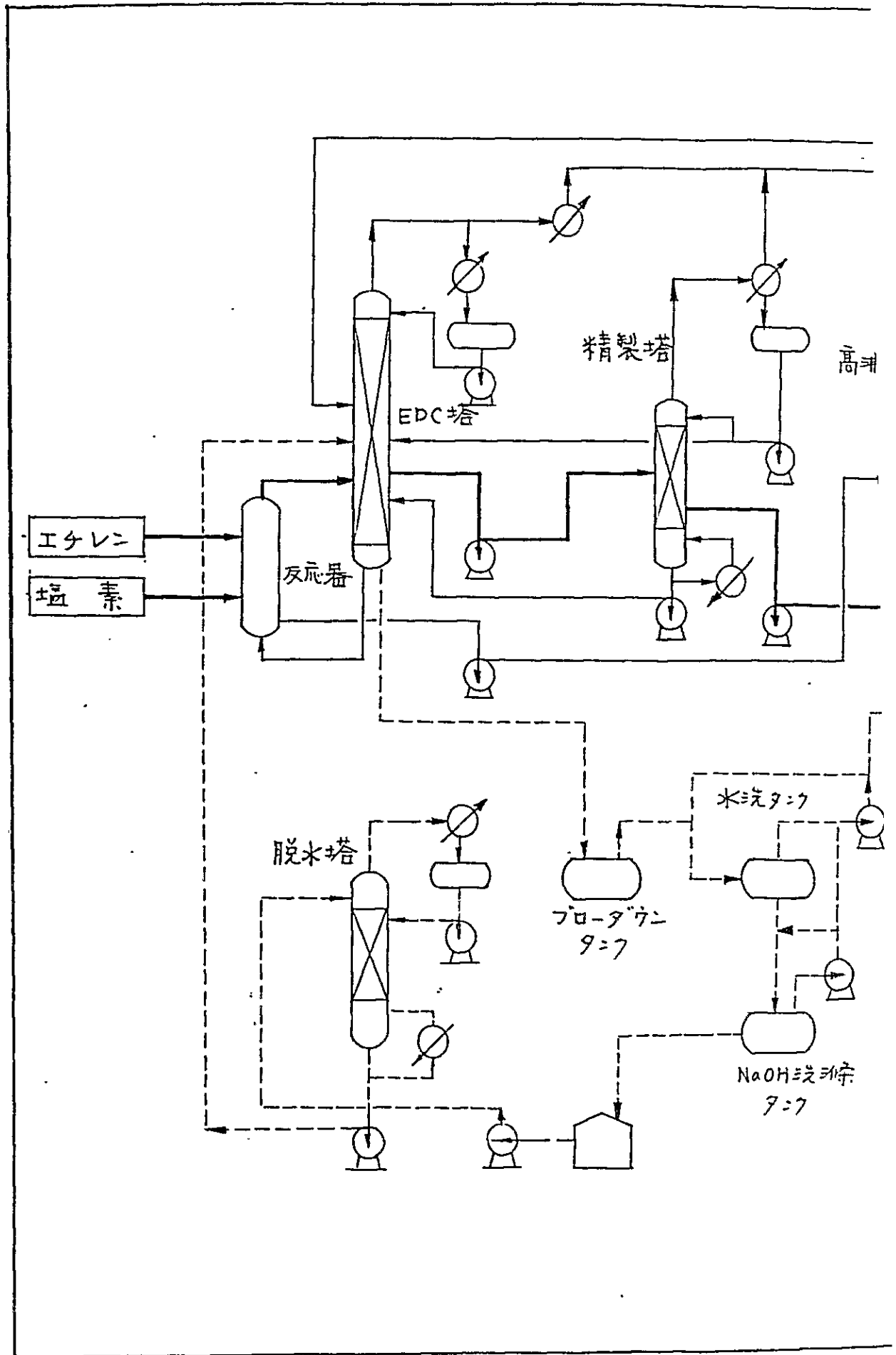
名 称	使 用 量
苛性ソーダ	250 $Kg/h$
エチレングリコール	3,000 $Kg/年$
助剤 A	25 $Kg/h$
フロン(R-22)	200 $Kg/年$

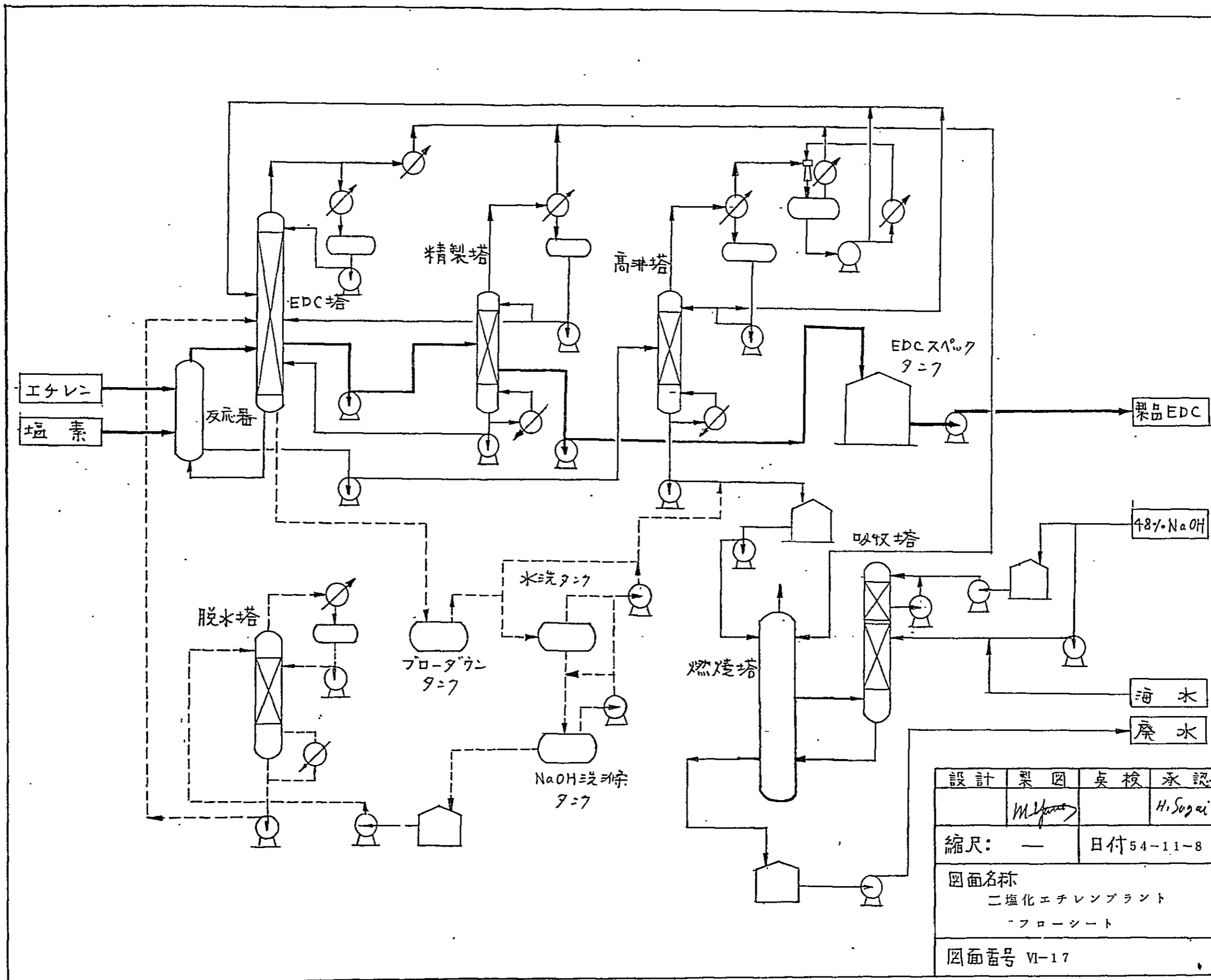
#### 7-5 機器リスト

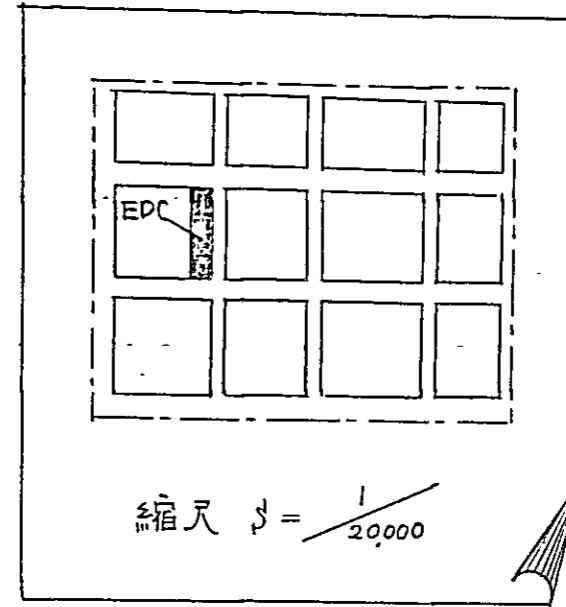
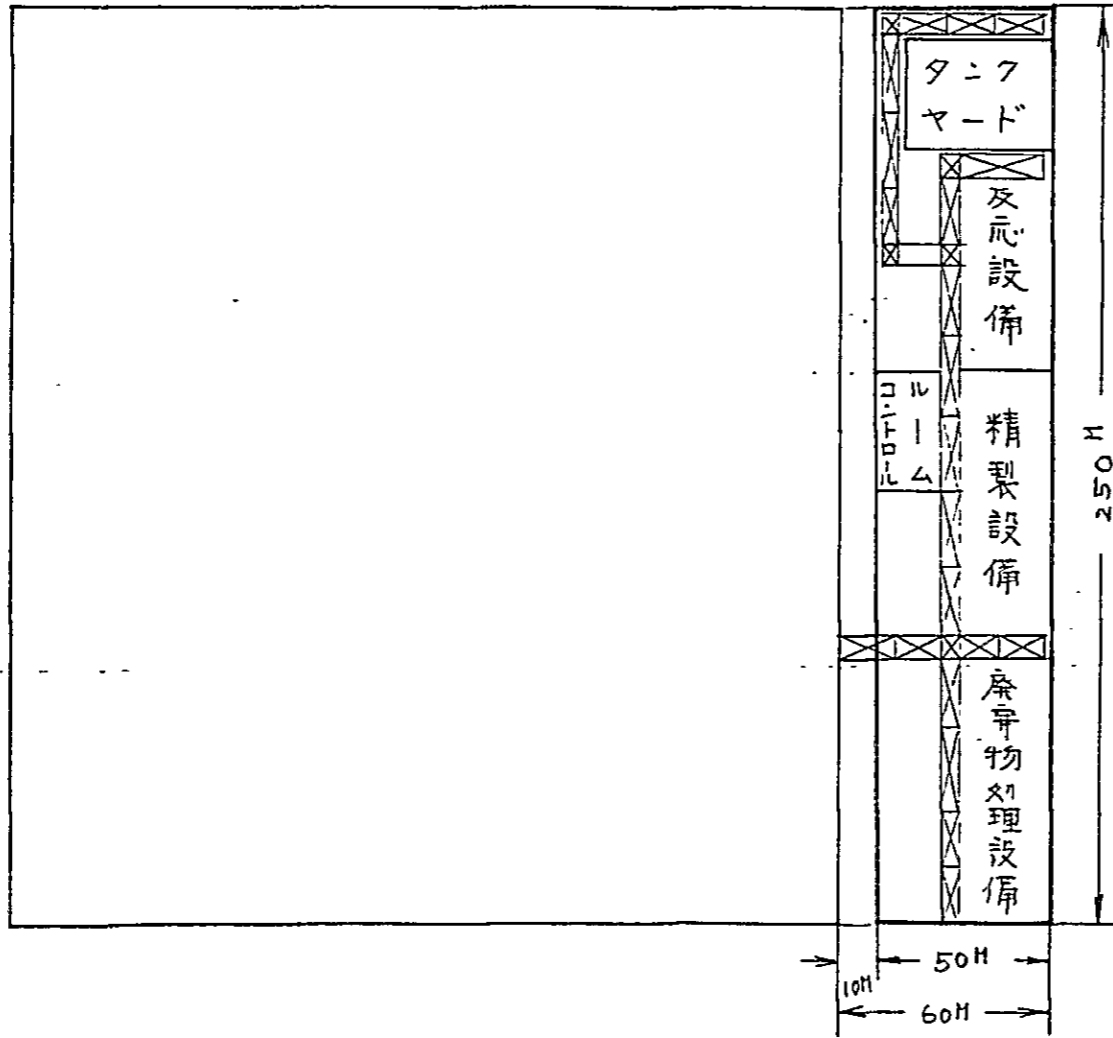
名 称	数 量	備 考
反 応 器	1	
ポ ン プ	37	
タ ワ ー	5	
タ ン ク	8	
ド ラ ム	14	
熱 交 換 器	17	
そ の 他	3	

#### 7-6 プロットプラン

プロットプランは図Ⅳ-18に示す通りである。







設計	製図	査検	承認
	<i>M. Yang</i>		<i>H. Sugai</i>
縮尺: $S = \frac{1}{2000}$		日付 54-11-8	
図面名称 二塩化エチレンプラント プロットプラン			
図面番号 IV-18			



