

1.4 生産検査

化学廠の苛性ソーダ製造にかかわる各車間の生産検査について、体制・方法・実績等を述べる。

1.4.1 検査体制と検査項目

生産検査は分析検査科と車間の分析小組が行うが、その実施内容は大別すると次のとおりである。

- ①分析検査科 : 原料分析、製品分析、定例の工程分析（2回/月）
- ②車間の分析小組 : 毎日の工程分析

(1) 分析検査科の検査項目

1) 原料検査

- ① 工業塩 : $\text{NaCl} \cdot \text{水分} \cdot \text{水不溶物} \cdot \text{Ca}^{+2} \cdot \text{Mg}^{+2} \cdot \text{SO}_4^{-2}$
- ② 硫酸 : 製品検査結果の確認
- ③ 炭酸ソーダ : 製品検査結果の確認

2) 製品検査

- ① 液体苛性ソーダ : $\text{NaOH} \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaCl} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
- ② 固形苛性ソーダ : $\text{NaOH} \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaCl} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
- ③ 液体塩素 : $\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- ④ 塩酸 : $\text{HCl} \cdot \text{Fe} \cdot \text{SO}_4^{-2} \cdot \text{As} \cdot \text{酸化物}$
- ⑤ 次亜塩素酸ソーダ : $\text{NaClO} \cdot \text{NaOH} \cdot \text{Fe}$

3) 工程検査

- ① 塩水工程 中和塩水槽 : $\text{NaCl} \cdot \text{Ca}^{+2} \cdot \text{Mg}^{+2} \cdot \text{SO}_4^{-2} \cdot \text{pH}$
- ② 電解工程 電解液 : $\text{NaOH} \cdot \text{NaCl}$
 塩素総管 : Cl_2
- ③ 塩素乾燥工程 : $\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2/\text{Cl}_2$
- ④ 水素処理工程 : H_2

(2) 車間の分析小組の検査項目

車間の分析小組は工程検査を専門に担当し、3交替勤務であり、次に述べる項目の検査・分析を1～数回/直の頻度で行う。

1) 電解車間

- ① 塩水工程 配水槽： $\text{NaCl} \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaOH} \cdot \text{SO}_4^{-2}$
沈降槽： $\text{NaCl} \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaOH} \cdot \text{Ca}^{+2} \cdot \text{Mg}^{+2}$
中和塩水槽： $\text{NaCl} \cdot \text{Ca}^{+2} \cdot \text{Mg}^{+2} \cdot \text{SO}_4^{-2} \cdot \text{pH}$
精製塩水槽： $\text{NaCl} \cdot \text{Ca}^{+2} \cdot \text{Mg}^{+2} \cdot \text{pH}$
- ② 電解工程 電解液： $\text{NaOH} \cdot \text{NaCl}$
塩素總管： $\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2/\text{Cl}_2$
水素總管： H_2
- ③ 塩素乾燥工程： $\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2/\text{Cl}_2$

電解車間には、他の車間と異なり分析小組とは別に、電解槽の分析を専門に行う「電解管理小組」がある。4名が常昼勤務で、2系列の電解工程、合計204槽の分析を担当している。項目と頻度は次のとおりである。

- ① 塩素ガス Cl_2 : 1回/月
- ② 塩素ガス H_2/Cl_2 : 2回/月
- ③ 電解液 NaOH : 2～3回/月
- ④ 電槽電圧 V : 1回/週
- ⑤ 新槽 : 隔膜・陽極を更新した新槽の運転を開始した後の状況分析をして、合格となったら、運転班に引き継ぐ。

項目は、電槽電圧・陽極液面・電解液・塩素ガス ($\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2/\text{Cl}_2$)・接点電圧である。分析頻度は、運転開始30分後と24時間後であり、問題有ればさらに次の日にも行う。2日後に問題有ればこの槽は不合格とし、再度更新することになる。

2) 苛性ソーダ車間

- ① 固形用苛性ソーダ貯槽 (大桶) : $\text{NaOH} \cdot \text{NaCl}$
- ② 冷却槽 (沈槽) : NaOH
- ③ 回収塩水槽 : $\text{NaOH} \cdot \text{NaCl}$
- ④ 大池・洗缶水貯槽 : NaOH

⑤ 42%製品貯槽

: NaOH

3) 塩素車間

① 液化塩素工程

入口塩素ガス : Cl_2

排塩素ガス : Cl_2

② 塩酸工程

入口塩素ガス : Cl_2

入口水素ガス : H_2

1系吸収塔 : 塩酸比重

2系吸収塔 : 塩酸比重

③ 次亜塩素酸ソーダ工程

入口塩素ガス : Cl_2

製品槽 : $\text{NaClO} \cdot \text{NaOH}$

1.4.2 検査実績と頻度

(1) 分析検査科の検査項目

1) 原料検査結果

原料は受入れ毎に、実際に分析するか又は出荷元の分析値(製品検査結果)で検査する。最近の分析結果を、表Ⅲ-15に示す。

全て合格であるが産地によるばらつきが大きく、判定結果は特級から三級である。

表Ⅲ-15. 工業塩 分析結果

月日	受入量	NaCl	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SO ₄ ⁻²	水分	水不溶物	判 定	
	(t)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
1127	404	94.90	0.16	0.10	0.46	3.08	0.20	合格	一級
121	300	92.72	0.24	0.18	0.67	4.52	0.30	合格	二級
127	420	95.76	0.20	0.052	0.52	2.56	0.26	合格	一級
212	600	96.96	0.19	0.024	0.42	0.32	0.42	合格	三級
218	750	95.94	0.17	0.06	0.42	2.06	0.19	合格	特級
303	240	95.44	0.22	0.19	0.70	1.76	0.28	合格	一級
317	540	98.02	0.23	0.018	0.59	0.31	0.40	合格	一級
318	593	96.65	0.11	0.12	0.41	2.07	0.22	合格	一級
日本での例 (参考)		97.03 97.46	0.03 0.04	0.02 0.03	0.11 0.13	2.05 2.47	0.01 0.02		

2) 製品検査結果

①液体苛性ソーダ

1996年12月の液体苛性ソーダの製品分析結果を、表Ⅲ-16に示す。

判定は、特級品と一級品であるが、NaOH・NaClは全て特級相当であるが、Na₂CO₃・Fe₂O₃は特級品を満足できずに一級品相当の時がある。

表Ⅲ-16. 液体苛性ソーダ 分析結果

月日	生産量	NaOH	Na ₂ CO ₃	NaCl	Fe ₂ O ₃	判定
	(t)	(%)	(%)	(%)	(%)	
1201	41	42.16	0.27	1.33	0.004	特級品
1202	84	42.27	0.28	1.48	0.005	特級品
1203	12	42.33	0.30	1.48	0.004	特級品
1204	50	42.60	0.30	1.51	0.005	特級品
1205	50	42.27	0.30	1.52	0.005	特級品
1206	121	42.42	0.28	1.45	0.003	特級品
1207	35	42.33	0.26	1.56	0.003	特級品
1208	100	42.52	0.26	1.47	0.003	特級品
1209	89	42.62	0.28	1.60	0.007	一級品
1210	75	42.41	0.29	1.44	0.0025	特級品
1211	76	42.02	0.30	1.50	0.003	特級品
1212	60	42.50	0.28	1.78	0.0045	一級品
1213	50	42.39	0.29	1.56	0.003	特級品
1214	31	42.69	0.30	1.60	0.005	一級品
1215	20	42.34	0.26	1.34	0.002	特級品
1216	30	42.38	0.27	1.60	0.002	特級品
1217	95	42.62	0.30	1.35	0.003	特級品
1218	162	42.34	0.30	1.50	0.004	特級品
1219	106	42.51	0.32	1.31	0.004	一級品
1220	57	42.02	0.28	1.60	0.004	特級品
1221	50	42.38	0.32	1.49	0.004	一級品
1222	120	42.32	0.28	1.49	0.004	特級品
1223	58	42.16	0.32	1.40	0.005	一級品
1224	400	42.02	0.34	1.71	0.004	一級品
1225	391.6	42.12	0.28	1.56	0.004	特級品

②固形苛性ソーダ

1996年12月の固形苛性ソーダの製品分析結果を、表Ⅲ-17に示す。

判定は、特級品と一級品であるが、NaOH・NaCl・Fe₂O₃は全て特級相当であるが、Na₂CO₃だけが特級品を満足できずに一級品相当の時がある。

表Ⅲ-17. 固形苛性ソーダ 分析結果

月日	生産量	NaOH	Na ₂ CO ₃	NaCl	Fe ₂ O ₃	判定
	(t)	(%)	(%)	(%)	(%)	
1201	19.8	96.27	1.28	2.24	0.004	特級品
1202	20.2	96.23	1.39	2.29	0.002	一級品
1203	19.4	96.30	1.21	2.32	0.006	特級品
1204	19.8	96.30	1.28	2.42	0.006	特級品
1205	19.6	96.01	1.39	2.48	0.003	一級品
1206	19.6	96.33	1.15	2.40	0.003	特級品
1207	19.8	96.16	1.37	2.38	0.003	一級品
1208	19.8	96.35	1.22	2.40	0.003	特級品
1209	19.4	96.30	1.26	2.44	0.002	特級品
1210	20.0	96.17	1.28	2.48	0.002	特級品
1211	20.0	96.28	1.32	2.47	0.003	一級品
1212	19.8	96.36	1.25	2.36	0.002	特級品
1213	19.8	96.24	1.38	2.34	0.003	一級品
1214	20.0	96.34	1.28	2.33	0.003	特級品
1215	19.8	96.29	1.30	2.39	0.004	特級品
1216	19.6	96.20	1.24	2.48	0.002	特級品
1217	19.8	96.34	1.25	2.38	0.004	特級品

③液体塩素

1996年12月の液体塩素の製品分析結果を、表Ⅲ-18に示す。

判定は、全て合格であるが、塩素濃度・水分共に合格範囲ぎりぎりである。

表Ⅲ-18. 液体塩素 分析結果

月日	生産量	Cl ₂	H ₂ O	判定
	(t)	(%)	(%)	
1202	104.96	99.6	0.048	合格
1204	100.23	99.7	0.050	合格
1207	98.76	99.6	0.049	合格
1209	103.38	99.7	0.045	合格
1213	104.47	99.6	0.05	合格
1217	99.68	99.6	0.047	合格
1220	108.67	99.7	0.05	合格
1224	105.42	99.6	0.046	合格

④塩酸

1996年12月の塩酸の製品分析結果を、表Ⅲ-19に示す。

判定は、全て合格品であるが、少し塩酸濃度のばらつきが大きい。

表Ⅲ-19. 塩酸 分析結果

月日	生産量	HCl	Fe	判定
	(t)	(%)	(%)	
1127	35.4	31.48	0.0081	合格
1129	103.3	31.82	0.0084	合格
1205	38.6	31.50	0.0092	合格
1206	39.8	31.24	0.0092	合格
1212	97.4	31.93	0.0081	合格
1217	95.4	31.53	0.0092	合格
1220	64.4	31.42	0.0081	合格
1225	37.8	31.40	0.0092	合格

⑤次亜塩素酸ソーダ

1996年12月の次亜塩素酸ソーダの製品分析結果を、表Ⅲ-20に示す。

判定は、全て合格品であるが、次亜塩素酸ソーダ濃度のばらつきが大きい。

濃度が薄く13%品にならないものは、10%品として合格になっている。Feは合格にはなっているが、分析結果の数値がない。(規格は0.01%以下)

表Ⅲ-20. 次亜塩素酸ソーダ 分析結果

月日	生産量	NaClO	NaOH	Fe	判定
	(t)	(%)	(%)		
1127	6.5	13.46	0.56	合格	合格
1129	7.25	13.93	0.87	合格	合格
1202	9.82	15.24	0.45	合格	合格
1204	4.34	12.72	0.66	合格	合格
1206	4.30	13.11	0.75	合格	合格
1209	7.85	14.41	0.98	合格	合格
1211	6.37	12.78	0.94	合格	合格
1213	9.35	11.50	0.46	合格	合格
1217	12.50	13.06	0.95	合格	合格
1219	4.10	11.57	0.99	合格	合格
1223	9.91	12.20	0.50	合格	合格

⑥月別および年間のまとめ

表Ⅲ-21には、1996年12月と1996年1年間の製品分析結果をまとめてある。

表の左側が月のまとめで、平均値・最高値・最低値・合格率が示され、右側に年間の平均値・合格率が示されている。合格率は年間を通して100%である。

表Ⅲ-21. 月別・年間製品分析結果まとめ

製品名称	項目	平均	最高	最低	合格率	年間平均	合格率
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
液体苛性 ソーダ	NaOH	42.30	43.33	42.02	100	42.58	100
	Na ₂ CO ₃	0.30	0.34	0.26		0.32	
	NaCl	1.54	1.78	1.31		1.48	
	Fe ₂ O ₃	0.0039	0.007	0.002		0.0039	
固形苛性 ソーダ	NaOH	96.27	96.36	96.01	100	96.24	100
	Na ₂ CO ₃	1.28	1.39	1.15		1.25	
	NaCl	2.39	2.48	2.24		2.44	
	Fe ₂ O ₃	0.003	0.006	0.002		0.0035	
液体塩素	Cl ₂	99.60	99.60	99.60	100	99.62	100
	H ₂ O	0.05	0.05	0.05		0.046	
塩酸	HCl	31.53	31.93	31.24	100	31.40	100
	Fe	0.0078	0.009	微		0.0073	
次亜塩素 ソーダ	NaClO	14.21	14.41	13.11	100	11.82	100
	NaOH	0.96	0.98	0.70		0.82	
	Fe	微	微	微		0.0044	

3) 工程検査結果

1997年2月の工程分析結果を次に示す。

① 塩水工程の中和槽の工程分析結果を、表Ⅲ-22に示す。中和槽は塩水精製の最終段であり、電解槽に供給される塩水の品質を表している。

食塩濃度の薄い時が数回見られるが、最低でも310g/lは確保すべきである。

また、未反応のCa⁺²・Mg⁺²のばらつきが大きく、絶対値も高い。電解槽の隔膜の目詰りの原因となり寿命を短くするので、常時5mg/l以下にすべきである。

表Ⅲ-22. 中和槽 分析結果

月日	NaCl	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SO ₄ ⁻²	pH
	(g/l)	(mg/l)	(mg/l)	(g/l)	
201	312	3.1	2.4	4.7	8
202	312	2.4	5.3	5.6	7
203	304	5.8	4.8	5.9	8
204	307	2.4	5.8	5.5	8
205	317	6.5	2.6	6.1	8

(表Ⅲ-22続き)

月日	NaCl	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SO ₄ ⁻²	pH
	(g/l)	(mg/l)	(mg/l)	(g/l)	
206	317	1.2	2.4	5.7	8
207	312	7.2	8.9	5.5	8
208	309	2.4	3.6	5.9	8
209	314	1.2	2.9	6.1	8
210	314	2.4	9.8	6.5	8
211	314	8.9	9.6	5.7	8
212	304	微	2.4	5.9	7
213	312	微	2.4	6.7	8
214	314	2.4	微	5.5	8
215	312	9.8	9.6	5.7	8
216	309	2.4	3.6	5.3	8
217	停止				
218	312	5.3	2.4	5.3	8
219	312	1.2	微	5.9	8
220	312	2.4	1.2	5.3	8
221	314	2.4	2.9	5.3	8
222	317	3.6	4.8	6.6	8
223	312	9.8	7.2	5.1	8
224	317	9.6	7.2	5.3	8
225	312	4.8	1.9	5.4	8
226	307	2.4	2.4	5.4	8
227	停止				
228	312	微	2.4	5.6	8

- ② 電解・塩素乾燥・水素処理工程の工程分析結果を、表Ⅲ-23にまとめて示す。
 電解液濃度・塩素ガス中の水素濃度のばらつきが大きい。塩素ガス・水素ガス
 の濃度低い、サンプリングを含めた分析方法に問題ないか検討の必要がある。

表Ⅲ-23 電解・塩素乾燥・水素処理工程 分析結果

月日	電解液		塩素総管	送出塩素		送出水素
	NaOH	NaCl	Cl ₂	Cl ₂	H ₂ /Cl ₂	H ₂
	(g/l)	(g/l)	(%)	(%)	(%)	(%)
201	127	179	90	90	0.13	98.2
202	120	177	91	90	0.20	98.0
203	120	183	90	90	0.16	98.0
204	122	184	91	90	0.10	98.0
205	116	190	87	87	0.10	98.8
206	114	183	90	90	0.13	98.0
207	113	184	90	90	0.14	98.0

(表Ⅲ-23続き)

月日	電 解 液		塩素総管	送 出 塩 素		送出水素
	NaOH	NaCl	Cl ₂	Cl ₂	H ₂ /Cl ₂	H ₂
	(g/l)	(g/l)	(%)	(%)	(%)	(%)
208	111	183	90	90	0.07	98.0
209	112	178	90	90	0.20	98.0
210	117	184	90	91	0.33	98.0
211	113	179	90	90	0.13	98.1
212	112	168	90	90	0.07	98.7
213	112	181	92	90	0.20	98.1
214	112	178	90	90	0.07	98.0
215	112	174	91	90	0.23	98.7
216	116	192	90	90	0.16	98.7
217	停止					
218	107	174	93	93	0.20	98.0
219	112	184	92	91	0.10	98.0
220	109	184	92	91	0.26	98.7
221	109	183	90	90	0.11	98.2
222	113	195	93	93	0.13	98.0
223	107	166	90	90	0.10	98.0
224	115	185	91	90	0.10	98.0
225	116	186	90	90	0.20	98.0
226	111	215	90	90	0.20	98.0
227	停止					
228	121	184	91	91	0.16	98.0

(2) 車間の分析班の検査項目

運転日誌に記録された、工程分析結果を次に示す。

1) 電解車間

(a) 塩水工程

最近の塩水工程の分析結果から、表Ⅲ-24に配水槽の結果を示す。

配水槽は苛性ソーダ濃縮工程からの回収塩と再冷水を混合して工業塩の溶解に用いる水の貯槽であると共に、工業塩中の不純物の反応除去に必要な助剤 (NaOH・Na₂CO₃) の調整槽の役目を持っている。NaCl濃度は回収水の多少により変るが、助剤のNaOH・Na₂CO₃は過剰になっていると思われる。NaOHの過剰は、回収塩の付着苛性ソーダによるものと推定されるが、Na₂CO₃は添加しすぎていると思われる。

表Ⅲ-24. 配水槽 分析結果

月 日	槽NO	NaCl	Na ₂ CO ₃	NaOH	SO ₄ ⁻²	混合水量(m ³)	
		(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	回収水	大池水
224夜勤	A	104	1.34	1.98	2.04	100	100
	昼勤	B	167	1.46	2.97	150	50
	〃	C	134	1.23	5.33	120	80
225夜勤	A	107	6.89	2.97	2.43	100	100
	昼勤	B	195	1.12	3.23	150	50
	〃	C	142	1.34	3.10	150	50

沈降槽の分析結果を、表Ⅲ-25に示す。

未反応のNaOHの過剰分が多いが、回収塩に付着した苛性ソーダによるものと推定される。
NaOHの過剰分が多いにもかかわらず、Mg⁺²の多いのが問題である。

表Ⅲ-25. 沈降槽 分析結果

月日	回	NaCl	Na ₂ CO ₃	NaOH	Ca ⁺²	Mg ⁺²
		(g/l)	(g/l)	(g/l)	(mg/l)	(mg/l)
224	1	309.4	0.34	1.08	微	3.60
	2	314.5	0.45	1.16	微	8.88
	3	311.9	0.45	2.45	微	2.40
225	1	314.5	0.67	4.69	微	7.2
	2	311.9	0.90	4.69	微	2.4
	3	311.9	0.90	1.68	微	2.64

中和塩水槽の分析結果を、表Ⅲ-26に示す。

Mg⁺²のばらつきが大きいと共に、絶対値も大きい。

表Ⅲ-26. 中和塩水槽 分析結果

月日	回	NaCl	Ca ⁺²	Mg ⁺²	pH	SO ₄ ⁻²
		(g/l)	(mg/l)	(mg/l)		(g/l)
224	1	317.0	微	9.60	8	5.27
	2	311.9	微	7.20	9	
225	1	311.9	微	4.8	8	5.40
	2	317.0	微	1.92		

精製塩水貯槽の分析結果を、表Ⅲ-27に示す。

Mg⁺²のばらつきが大きいと共に、絶対値も大きい。NaCl濃度がやや薄い。

表Ⅲ-27. 精製塩水貯槽 分析結果

月日	槽NO	NaCl	Ca ⁺²	Mg ⁺²	pH
		(g/l)	(mg/l)	(mg/l)	
224	A	311.9	微	4.80	8
	B	309.4	微	7.20	8
225	A	311.9	微	2.40	8
	B	311.9	微	2.40	8

(b) 電解槽

個々の電解槽の塩素ガス分析結果を、A系列は表Ⅲ-28に、B系列は表Ⅲ-29に示す。

表中の「効率」は、塩素ガスの分析値基準の電流効率を示している。

電解槽は、隔膜の新しいものと古いものがあるので、濃度・効率共にばらつくのは仕方のないことではある。塩素ガス濃度が90%以下の槽が多く見られるが、サンプリング方法を含めた分析方法を見直す必要がある。酸素濃度が全ての槽で同じというのも、何か人為的な間違いがあるものと推定される。

表Ⅲ-28. 塩素ガス分析値 (A系) (1997.2.25 報告分)

槽NO	Cl ₂	CO ₂	O ₂	CO	効率	槽NO	Cl ₂	CO ₂	O ₂	CO	効率
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1- 1	93.33	1.67	0.50	0.07	94.91	1-20	93.67	1.67	0.50	0.07	94.92
2	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28	21	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
3	94.00	1.00	0.50	0.07	96.24	22	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28
4	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28	23	90.00	1.33	0.50	0.07	95.41
5	91.67	1.67	0.50	0.07	94.82	24	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28
6	90.00	2.00	0.50	0.07	94.07	25	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
7	92.33	1.33	0.50	0.07	95.52	26	89.67	1.67	0.50	0.07	94.71
8	95.67	1.00	0.50	0.07	96.31	27	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
9	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	28	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
10	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	29	87.33	1.67	0.50	0.07	94.57
11	93.00	1.67	0.50	0.07	94.89	30	90.67	1.33	0.50	0.07	95.44
12	87.67	2.00	0.50	0.07	93.93	31	94.00	1.33	0.50	0.07	95.59
13	90.00	2.00	0.50	0.07	94.07	32	93.33	1.67	0.50	0.07	94.91
14	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28	33	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
15	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	34	90.67	2.00	0.50	0.07	94.11
16	94.00	1.33	0.50	0.07	95.59	35	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28
17	83.33	2.67	0.50	0.07	92.24	36	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28
18	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	2- 1	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28
19	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	2	96.00	1.00	0.50	0.07	96.32

(表Ⅲ-28続き)

槽NO	Cl ₂	CO ₂	O ₂	CO	効率	槽NO	Cl ₂	CO ₂	O ₂	CO	効率
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
2- 3	83.00	1.67	0.50	0.07	94.31	3- 6	94.33	1.33	0.50	0.07	96.92
4	84.00	1.67	0.50	0.07	94.37	7	91.67	2.00	0.50	0.07	95.85
5	90.00	1.00	0.50	0.07	96.28	8	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
6	89.00	2.00	0.50	0.07	94.01	9	83.33	2.67	0.50	0.07	92.24
7	92.00	1.33	0.50	0.07	95.51	10	82.00	3.83	0.50	0.07	93.71
8	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	11	90.67	1.67	0.50	0.07	96.45
9	95.00	0.67	0.50	0.07	96.93	12	84.33	2.00	0.50	0.07	95.83
10	85.33	1.33	0.50	0.07	95.17	13	89.33	2.00	0.50	0.07	96.67
11	87.33	2.00	0.50	0.07	93.90	14	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
12	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	15	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
13	82.67	3.00	0.50	0.07	91.51	16	86.33	1.33	0.50	0.07	96.64
14	85.00	2.33	0.50	0.07	93.07	17	91.33	1.67	0.50	0.07	96.47
15	91.67	1.67	0.50	0.07	94.82	18	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
16	93.00	1.67	0.50	0.07	94.89	19	94.00	1.67	0.50	0.07	96.56
17	78.00	2.73	0.50	0.07	91.62	20	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28
18	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	21	93.33	1.33	0.50	0.07	96.88
19	96.00	0.67	0.50	0.07	96.96	22	90.00	1.33	0.50	0.07	96.77
20	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	23	92.33	1.33	0.50	0.07	95.52
21	78.00	0.89	0.50	0.07	95.76	24	94.33	1.33	0.50	0.07	96.92
22	87.67	1.83	0.50	0.07	94.27	25	82.67	3.00	0.50	0.07	91.51
23	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	26	89.67	1.33	0.50	0.07	96.76
24	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28	27	95.33	1.00	0.50	0.07	98.03
25	94.00	1.33	0.50	0.07	96.28	28	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
26	80.33	0.73	0.50	0.07	96.25	29	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28
27	92.67	3.67	0.50	0.07	91.14	30	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
28	91.33	1.67	0.50	0.07	94.79	31	80.33	1.67	0.50	0.07	94.13
29	79.00	2.00	0.50	0.07	93.33	32	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
30	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	33	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
31	79.67	3.07	0.50	0.07	91.07	34	87.00	1.67	0.50	0.07	96.30
32	89.67	0.67	0.50	0.07	96.75	4- 1	95.00	1.33	0.50	0.07	95.64
33	90.00	1.67	0.50	0.07	95.39	2	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
34	94.00	1.67	0.50	0.07	94.94	3	83.33	3.05	0.50	0.07	91.57
35	88.67	3.00	0.50	0.07	92.04	4	86.00	2.00	0.50	0.07	93.81
36	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28	5	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
3- 1	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	6	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28
2	79.00	2.00	0.50	0.07	93.30	7	91.67	1.67	0.50	0.07	94.82
3	93.00	1.67	0.50	0.07	94.89	8	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28
4	92.33	1.33	0.50	0.07	95.52	9	90.67	2.00	0.50	0.07	94.11
5	83.33	3.05	0.50	0.07	92.57	10	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28

(表Ⅲ-28続き)

槽NO	Cl ₂	CO ₂	O ₂	CO	効率	槽NO	Cl ₂	CO ₂	O ₂	CO	効率
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
4-11	85.00	3.00	0.50	0.07	95.86	4-23	79.80	1.60	0.50	0.07	94.25
12	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	24	83.00	2.00	0.50	0.07	93.61
13	80.67	2.67	0.50	0.07	92.00	25	93.33	2.00	0.50	0.07	94.27
14	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28	26	90.00	1.67	0.50	0.07	95.39
15	87.00	3.00	0.50	0.07	91.89	27	91.67	1.33	0.50	0.07	95.49
16	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	28	89.67	1.33	0.50	0.07	95.39
17	85.33	2.33	0.50	0.07	93.09	29	79.50	1.83	0.50	0.07	93.72
18	95.00	0.67	0.50	0.07	96.32	30	84.00	1.67	0.50	0.07	94.37
19	83.33	1.67	0.50	0.07	94.33	31	89.00	2.00	0.50	0.07	94.01
20	80.33	1.67	0.50	0.07	94.13	32	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
21	91.00	1.87	0.50	0.07	94.39	33	90.00	1.67	0.50	0.07	94.73
22	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28	34	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08

表Ⅲ-29. 塩素ガス分析値 (8系) (1997.2.25 報告分)

槽NO	Cl ₂	CO ₂	O ₂	CO	効率	槽NO	Cl ₂	CO ₂	O ₂	CO	効率
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1- 1	92.67	1.33	0.50	0.07	95.54	2- 8	89.67	1.33	0.50	0.07	95.39
2	94.33	1.33	0.50	0.07	95.61	9	82.00	1.67	0.50	0.07	94.24
3	86.67	2.67	0.50	0.07	92.52	10	74.67	1.33	0.50	0.07	94.52
4	92.67	1.33	0.50	0.07	95.54	11	87.33	2.00	0.50	0.07	93.90
5	94.33	1.33	0.50	0.07	95.61	12	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
6	95.00	2.00	0.50	0.07	94.07	13	80.00	1.33	0.50	0.07	94.87
7	91.33	1.67	0.50	0.07	94.79	14	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
8	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28	15	90.67	2.00	0.50	0.07	94.11
9	91.33	1.67	0.50	0.07	94.79	16	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
10	88.00	1.33	0.50	0.07	95.31	3- 1	93.33	1.67	0.50	0.07	94.91
11	95.00	1.33	0.50	0.07	95.64	2	89.67	1.33	0.50	0.07	95.39
12	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	3	94.67	1.33	0.50	0.07	95.63
13	90.67	2.00	0.50	0.07	94.11	4	82.00	2.00	0.50	0.07	93.53
14	91.00	1.00	0.50	0.07	96.12	5	80.67	2.00	0.50	0.07	93.43
15	91.33	1.33	0.50	0.07	95.47	6	91.00	1.00	0.50	0.07	96.12
16	92.67	1.33	0.50	0.07	95.54	7	85.67	2.33	0.50	0.07	93.12
2- 1	93.00	1.67	0.50	0.07	94.89	8	96.67	1.67	0.50	0.07	95.07
2	90.00	1.33	0.50	0.07	95.41	9	85.67	2.33	0.50	0.07	96.12
3	83.33	2.67	0.50	0.07	92.24	10	84.67	2.33	0.50	0.07	93.04
4	91.00	1.00	0.50	0.07	96.12	11	86.00	3.33	0.50	0.07	91.17
5	89.67	1.33	0.50	0.07	95.39	12	90.67	2.00	0.50	0.07	94.11
6	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28	13	90.67	2.00	0.50	0.07	94.11
7	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	14	89.67	2.67	0.50	0.07	92.74

(表Ⅲ-29続き)

槽NO	Cl ₂	CO ₂	O ₂	CO	効率	槽NO	Cl ₂	CO ₂	O ₂	CO	効率
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
3-15	82.33	2.33	0.50	0.07	92.86	4- 8	86.00	1.67	0.50	0.07	94.49
16	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	9	94.67	1.00	0.50	0.07	96.27
4- 1	91.00	1.67	0.50	0.07	94.78	10	91.33	2.00	0.50	0.07	94.15
2	84.00	2.00	0.50	0.07	93.68	11	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08
3	86.00	1.67	0.50	0.07	94.49	12	94.67	1.00	0.50	0.07	96.27
4	81.00	1.33	0.50	0.07	94.92	13	90.67	2.00	0.50	0.07	94.11
5	95.00	1.00	0.50	0.07	96.28	14	86.00	1.67	0.50	0.07	94.49
6	82.00	1.33	0.50	0.07	94.98	15	89.67	1.33	0.50	0.07	95.39
7	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08	16	90.00	1.00	0.50	0.07	96.08

A系列の電解槽の苛性ソーダ濃度分析結果を、表Ⅲ-30に示す。

表中の「液面」は濃度分析前の陽極室の液面を示し、「調整液面」は濃度分析後、濃度より判断して供給塩水量を調整した後の陽極室液面を示す。

液面が低く濃度が高い槽は濃度を下げするために塩水量を増やし、液面が高く濃度の低い槽は濃度を上げるために塩水量を減らすという操作をしている。濃度分析の頻度が少ないので、1回の塩水流量調整で濃度調整が適切にできたかは保証できない。

表Ⅲ-30. 電解液中の苛性ソーダ濃度分析値 (1997.3.10 測定)

槽NO	液面	NaOH	調整液面	槽NO	液面	NaOH	調整液面
	(mm)	(g/l)	(mm)		(mm)	(g/l)	(mm)
1- 1	200	146.1	250	1- 19	220	105.2	210
2	190	121.1	190	20	230	115.2	220
3	160	149.5	220	21	260	93.5	200
4	220	117.4	215	22	250	98.5	210
5	190	126.0	160	23	260	105.2	230
6	140	126.1	150	24	250	149.5	280
7	140	111.1	150	25	200	128.6	215
8	220	106.9	180	26	200	142.0	190
9	250	108.6	150	27	190	125.3	200
10	235	93.5	195	28	220	109.4	200
11	200	129.4	220	29	190	142.0	230
12	180	123.6	185	30	210	142.0	250
13	220	142.0	260	31	350	151.1	280
14	200	80.2	150	32	130	141.1	170
15	200	121.9	200	33	160	79.3	150
16	180	157.0	250	34	240	130.1	260
17	250	145.3	280	35	160	126.9	170
18	170	158.7	245	36	230	124.4	235

(表四一30続き)

槽NO	液面	NaOH (g/l)	調整液面	槽NO	液面	NaOH (g/l)	調整液面
	(mm)		(mm)		(mm)		(mm)
2- 1	190	136.9	220	3- 4	180	132.1	200
2	180	163.7	260	5	220	156.3	280
3	200	139.4	240	6	240	128.7	250
4	200	128.6	215	7	140	90.3	150
5	130	119.4	150	8	220	152.9	280
6	190	134.4	220	9	170	134.6	200
7	220	129.4	235	10	180	126.2	190
8	185	119.4	185	11	245	140.5	280
9	250	142.8	280	12	250	132.1	270
10	190	140.3	230	13	190	151.3	250
11	180	125.3	190	14	190	132.1	210
12	230	102.7	190	15	210	102.0	190
13	300	100.2	260	16	170	143.0	210
14	185	130.3	205	17	165	147.1	205
15	205	143.6	245	18	140	126.2	150
16	210	131.9	230	19	155	140.5	200
17	170	134.4	200	20	265	114.5	255
18	240	122.7	245	21	160	121.2	160
19	165	126.1	180	22	180	138.8	210
20	120	107.7	150	23	260	79.4	150
21	190	118.7	250	24	160	133.8	180
22	170	145.5	220	25	170	127.9	180
23	140	139.6	180	26	170	136.3	200
24	120	125.4	150	27	180	151.3	240
25	130	145.5	180	28	240	143.8	280
26	190	86.9	150	29	220	158.0	280
27	140	98.7	150	30	195	138.8	235
28	180	125.4	190	31	170	143.0	210
29	240	125.4	250	32	220	136.3	250
30	190	115.4	180	33	240	132.9	260
31	150	151.3	210	34	190	134.6	210
32	175	147.1	205	4- 1	240	137.9	270
33	150	112.9	150	2	140	142.1	180
34	130	120.4	150	3	150	92.8	150
35	150	131.3	170	4	145	151.3	205
36	250	128.7	245	5	185	138.8	225
3- 1	245	121.2	245	6	180	137.8	210
2	260	146.3	280	7	280	126.2	280
3	220	138.8	260	8	160	146.3	210

(表Ⅲ-30続き)

槽NO	液面	NaOH	調整液面	槽NO	液面	NaOH	調整液面
	(mm)	(g/l)	(mm)		(mm)	(g/l)	(mm)
4-9	220	117.9	220	4-22	120	141.3	160
10	175	151.3	235	23	140	151.3	200
11	155	151.3	215	24	160	100.3	150
12	180	156.3	230	25	180	162.2	260
13	185	158.0	245	26	200	100.3	160
14	150	133.8	170	27	180	122.9	180
15	160	156.3	230	28	210	137.9	240
16	170	165.5	260	29	100	63.5	150
17	165	136.3	195	30	240	120.4	240
18	195	83.6	150	31	160	107.0	150
19	140	83.8	150	32	190	141.3	230
20	130	158.8	190	33	240	126.2	240
21	200	112.0	180	34	140	121.8	150

A系列の電解槽の電圧測定結果を、表Ⅲ-31に示す。

同じ電流値でも、陽極と隔膜の履歴が違うので電圧のばらつきは大きい。

また、槽によっては急激に電圧の上昇が見られるが、これは陽極の寿命がきたものと推定される。

表Ⅲ-31. 電槽電圧 測定値 (1997. 2. 19 ~ 3. 5 測定) (単位: V)

月日 電流 槽NO	2. 19	2. 28	3. 05	月日 電流 槽NO	2. 19	2. 28	3. 05
	7, 400A	8, 000A	7, 900A		7, 400A	8, 000A	7, 900A
1-1	3. 20	3. 42	3. 40	1-16	3. 51	3. 62	3. 55
2	3. 58	3. 79	3. 80	17	3. 42	3. 47	3. 35
3	3. 51	3. 52	3. 50	18	3. 62	3. 60	3. 75
4	3. 28	3. 31	3. 30	19	3. 36	3. 38	3. 35
5	3. 40	3. 48	3. 40	20	3. 32	3. 30	3. 50
6	3. 10	3. 48	3. 40	21	3. 89	3. 22	3. 25
7	3. 46	3. 40	3. 40	22	3. 39	3. 31	3. 35
8	3. 40	3. 35	3. 35	23	3. 10	3. 35	3. 40
9	3. 75	3. 92	3. 20	24	3. 25	3. 32	3. 80
10	3. 70	3. 94	3. 30	25	3. 62	3. 73	3. 70
11	3. 30	3. 50	3. 45	26	3. 42	3. 49	3. 50
12	3. 41	3. 42	3. 30	27	3. 40	3. 31	3. 38
13	3. 53	3. 68	3. 60	28	3. 89	修理	3. 32
14	3. 82	3. 90	4. 10	29	3. 50	3. 62	3. 60
15	3. 40	3. 42	3. 30	30	3. 40	3. 48	3. 50

(表Ⅲ-31続き)

月日	2.19	2.28	3.05	月日	2.19	2.28	3.05
電流	7,400A	8,000A	7,900A	電流	7,400A	8,000A	7,900A
槽NO				槽NO			
1-31	3.30	3.31	3.50	2-33	3.25	3.48	3.31
32	3.25	3.41	4.10	34	3.41	3.51	3.35
33	3.78	3.96	3.50	35	3.42	3.52	3.40
34	3.28	3.41	3.50	36	3.62	3.68	3.62
35	3.60	3.70	3.77	3- 1	3.30	3.45	3.45
36	3.40	3.40	3.40	2	3.45	3.50	3.42
2- 1	3.27	3.32	3.42	3	3.50	3.60	3.71
2	3.49	3.50	3.40	4	3.40	3.30	3.50
3	3.55	3.50	3.50	5	3.52	3.70	3.77
4	3.33	3.31	3.30	6	3.40	3.30	3.54
5	3.33	3.39	3.40	7	3.45	修理	3.36
6	3.60	3.55	3.50	8	3.40	3.40	3.50
7	3.32	3.40	3.55	9	3.42	3.40	3.51
8	3.40	3.40	3.30	10	3.20	3.35	3.42
9	3.42	3.39	3.40	11	3.50	3.52	3.51
10	3.43	3.44	3.40	12	3.40	3.30	3.42
11	3.52	3.53	3.60	13	3.30	3.52	3.58
12	3.28	3.32	3.42	14	3.35	3.35	3.41
13	3.30	3.38	3.40	15	3.32	3.30	3.42
14	3.38	3.48	3.60	16	3.60	3.50	3.52
15	3.30	3.51	3.60	17	3.40	3.40	3.30
16	3.48	3.51	3.40	18	3.35	3.32	3.40
17	3.32	3.42	3.35	19	3.30	3.35	3.42
18	3.40	3.40	3.30	20	3.35	3.40	3.48
19	3.84	3.32	3.30	21	3.30	3.30	3.30
20	3.22	3.35	3.45	22	3.30	3.35	3.32
21	3.50	3.55	3.50	23	3.70	4.00	3.31
22	3.30	3.79	3.80	24	3.50	3.55	3.60
23	3.52	3.55	3.40	25	3.40	3.40	3.52
24	3.28	3.46	3.30	26	3.30	3.30	3.40
25	3.49	3.46	3.40	27	3.50	3.55	3.61
26	3.73	3.91	3.20	28	3.30	3.45	3.49
27	3.38	3.40	3.32	29	3.40	3.40	3.48
28	3.47	3.52	3.48	30	3.55	3.30	3.42
29	3.64	3.66	3.68	31	3.52	3.55	3.71
30	3.43	3.52	3.40	32	3.70	3.70	3.83
31	3.28	3.65	3.50	33	3.40	3.35	3.52
32	3.58	3.71	3.70	34	3.28	3.30	3.39

(表Ⅲ-31続き)

月日	2.19	2.28	3.05	月日	2.19	2.28	3.05
槽NO	7,400A	8,000A	7,900A	槽NO	7,400A	8,000A	7,900A
4-1	3.40	3.32	3.36	4-18	3.22	3.32	3.48
2	3.25	3.30	3.40	19	3.62	3.82	3.91
3	3.30	3.40	3.50	20	3.70	3.75	3.82
4	3.40	3.40	3.51	21	3.50	3.60	3.55
5	3.32	3.35	3.51	22	3.90	3.30	3.37
6	3.30	3.30	3.40	23	3.35	3.50	3.52
7	3.42	3.50	3.62	24	3.42	3.45	3.50
8	3.35	3.50	3.80	25	3.30	修理	3.49
9	3.40	3.60	3.46	26	3.40	3.40	3.45
10	3.25	3.32	3.41	27	3.55	3.62	3.69
11	3.45	3.48	3.62	28	3.35	3.42	3.51
12	3.40	3.40	3.46	29	3.40	3.40	修理
13	3.52	3.65	3.72	30	3.25	3.35	3.36
14	3.35	3.35	3.48	31	3.25	3.30	3.41
15	3.45	3.40	3.36	32	3.20	3.20	3.39
16	3.30	3.35	3.42	33	3.35	3.28	3.38
17	3.30	3.42	3.42	34	3.30	3.30	3.30

(c) 新槽

隔膜を更新した新槽の運転を開始した後、合格となり運転班に引き継いだ分析結果を、A系列については表Ⅲ-32、B系列については表Ⅲ-33に示す。

電圧のばらつきがあるが、隔膜の更新と同時に陽極も更新した槽と、していない槽があるので、その差によるものと思われる。

隔膜が新しい間は、塩水の通りが良いので最低液面を保つために規定量よりも多くの塩水を流す必要があるため、苛性ソーダ濃度が薄くなっている。しかし、濃度のばらつきが非常に大きく70g/l以下の槽もかなりある。これは、隔膜の取付けによる差とみなされる。塩素ガス基準の電流効率は96%以上で良好であるが、塩素濃度の低いもの、また、塩素中の水素濃度のばらつきが見られる。

表Ⅲ-32. 2月度新槽 検収分析 (A系列)

NO	槽NO	月日	電流 (A)	電圧 (V)	液面 (mm)	濃度 (g/l)	Cl ₂ (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO (%)	効率 (%)	H ₂ /Cl ₂ (%)
1	1-36	1.27	7,400	3.20	150	92.0	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.10
2	3-18	1.27	7,400	3.20	150	100.3	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.18
3	2-9	1.28	7,600	3.40	150	108.7	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.10
4	2-18	1.28	7,600	3.32	150	109.5	96.00	1.00	0.5	0.07	96.32	0.12
5	2-4	1.29	7,500	3.25	150	104.5	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.12
6	2-25	1.29	7,500	3.30	150	87.8	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.10
7	4-2	1.30	7,600	3.30	150	92.0	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.20
8	4-6	1.30	7,600	3.30	150	93.6	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.12
9	3-4	1.31	7,600	3.30	150	79.4	96.00	1.00	0.5	0.07	96.32	0.10
10	4-14	1.31	7,600	3.25	150	87.9	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.12
11	2-12	2.3	7,400	3.20	150	73.6	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.18
12	4-18	2.3	7,400	3.25	150	75.2	95.00	0.67	0.5	0.07	96.28	0.20
13	1-32	2.4	7,500	3.20	150	80.3	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.12
14	2-30	2.4	7,500	3.12	150	91.1	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.10
15	3-14	2.4	7,500	3.18	150	70.2	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.18
16	2-33	2.5	7,500	3.20	150	48.5	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.08
17	3-30	2.5	7,500	3.22	150	50.2	98.00	0.50	0.5	0.07	97.35	0.28
18	3-34	2.5	7,500	3.20	150	69.4	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.26
19	4-5	2.6	7,400	3.20	150	79.4	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.20
20	4-8	2.6	7,400	3.18	150	83.6	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.10
21	1-15	2.8	7,600	3.18	150	107.0	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.26
22	2-5	2.8	7,600	3.35	150	85.3	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.24
23	4-16	2.9	7,500	3.30	150	107.1	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.20
24	2-8	2.13	7,500	3.30	150	109.5	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.10
25	2-20	2.13	7,500	3.25	150	96.1	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.12

(表Ⅲ-32 続き)

NO	槽NO	月日	電流 (A)	電圧 (V)	液面 (mm)	濃度 (g/l)	Cl ₂ (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO (%)	効率 (%)	H ₂ /Cl ₂ (%)
26	3-1	2.14	7,500	3.35	150	102.0	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.20
27	1-22	2.14	7,400	3.20	150	86.9	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.08
28	3-21	2.17	7,400	3.20	150	85.3	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.12
29	1-4	2.17	7,400	3.20	150	61.9	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.20
30	1-19	2.17	7,400	3.20	150	84.4	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.16
31	3-15	2.18	7,400	3.18	150	86.9	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.22
32	4-10	2.18	7,400	3.20	150	81.9	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.36
33	4-34	2.18	7,400	3.20	150	82.8	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.20
34	1-23	2.19	7,200	3.20	150	48.5	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.20
35	3-10	2.19	7,200	3.25	150	51.8	95.00	0.67	0.5	0.07	96.93	0.22
36	4-32	2.19	7,200	3.28	150	70.2	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.18
37	1-21	2.24	7,300	3.20	150	64.4	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.12
38	2-19	2.24	7,300	3.20	150	94.5	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.10
39	4-22	2.24	7,300	3.20	150	85.3	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.18

表Ⅲ-33. 2月度新槽 検収分析 (B系列)

NO	槽NO	月日	電流 (A)	電圧 (V)	液面 (mm)	濃度 (g/l)	Cl ₂ (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO (%)	効率 (%)	H ₂ /Cl ₂ (%)
1	2-7	2.7	7,000	3.25	150	88.6	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.49
2	4-5	2.7	7,000	3.20	150	77.7	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.34
3	2-14	2.9	6,200	3.20	150	92.0	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.20
4	1-3	2.12	6,200	3.20	150	69.3	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.20
5	1-8	2.12	6,200	3.25	150	104.5	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.10
6	3-16	2.12	6,200	3.20	150	97.0	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.12
7	1-12	2.14	6,000	3.18	150	96.4	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.18
8	4-7	2.17	6,400	3.20	150	56.9	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.18
9	4-11	2.17	6,400	3.20	150	88.6	90.00	1.00	0.5	0.07	96.08	0.10
10	3-5	2.25	6,200	3.20	150	60.2	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.20
11	3-13	2.25	6,200	3.18	150	69.4	95.00	1.00	0.5	0.07	96.28	0.18

陽極を交換した槽の、延べ運転日数（陽極寿命）をA系列については表Ⅲ-34、B系列については表Ⅲ-35に示す。

運転日数のばらつきが大きく、A系列・B系列共に約100日の差があるが、陽極の交換は隔膜の交換との兼合いがあるので、陽極だけの寿命とは言い切れない面がある。

A系列とB系列で運転日数に差が見られるが、操業度の差と考えられる。

表Ⅲ-34. 2月度 陽極運転日数（A系列）

NO	槽NO	月日	運転日数 (日)	NO	槽NO	月日	運転日数 (日)
1	3-18	1.27	223	13	2-20	2.13	206
2	2-4	1.29	194	14	3-1	2.14	192
3	4-2	1.30	168	15	1-4	2.17	213
4	4-6	1.30	227	16	1-19	2.17	203
5	2-12	2.3	150	17	3-15	2.18	222
6	4-18	2.3	* 102	18	4-10	2.18	252
7	3-14	2.4	252	19	4-34	2.18	245
8	4-5	2.6	204	20	4-32	2.19	210
9	1-15	2.8	222	21	1-21	2.24	259
10	2-5	2.8	146	22	2-19	2.24	213
11	4-16	2.9	201	23	4-22	2.24	252
12	2-8	2.13	216				

* 底板漏れ

表Ⅲ-35. 2月度 陽極運転日数（B系列）

NO	槽NO	月日	運転日数 (日)	NO	槽NO	月日	運転日数 (日)
1	2-7	2.7	317	6	1-12	2.14	325
2	4-5	2.7	287	7	4-7	2.17	309
3	2-14	2.9	208	8	4-11	2.17	318
4	1-8	2.12	313	9	3-5	2.25	285
5	3-16	2.12	322	10	3-13	2.25	258

2) 苛性ソーダ車間

① 固形用苛性ソーダ貯槽（大桶）・冷却槽（沈槽）・回収塩水槽の分析値を、
表Ⅲ-36に示す。

固形用苛性ソーダ貯槽は固形苛性ソーダの原料となるもので、濃度の濃い苛性ソーダが使われるが、ばらつきが大きい。

冷却槽は、濃度により液体用か固形用に分けるが、600g/l以下で液体用にも不合格のものがある。

回収塩水槽では、付着の苛性ソーダ量に大きなばらつきがある。

表Ⅲ-36. 苛性ソーダ濃縮工程 分析結果

月日	班	固形用貯槽		冷却槽		回収塩水槽				
		槽NO	NaOH (g/l)	NaCl (g/l)	槽NO	NaOH (g/l)	回数	NaOH (g/l)	NaCl (g/l)	
308	甲	1	685.9	18.1	1	729.9	1	6.72	272.4	
		2	712.9	18.3	6	706.2	2	3.44	260.0	
		4	706.2	18.3	7	719.1	3	4.66	269.9	
		7	760.3	18.3	8	659.3				
	乙	1	696.1	17.8	4	635.3	1	4.28	257.5	
		2	706.2	17.8	5	584.6	2	3.95	297.1	
		4	696.1	18.3	6	733.2	3	1.01	227.8	
		5	740.0	21.8	8	716.4				
		7	733.2	17.8						
	丙	3	719.7	20.3	1	702.8	1	6.93	272.4	
		4	682.6	18.3	3	625.1	2			
		5	740.0	19.8	4	709.6	3	5.67	277.3	
					7	621.7				
	309	甲	3	729.9	18.3	5	740.0	1	6.43	262.5
			4	699.5	19.8	6	748.3	2	6.51	291.8
5			756.9	19.3	8	675.1	3	6.43	272.4	
乙		3	736.6	18.1	1	733.2	1	6.87	264.9	
		4	702.8	19.3	3	689.3	2			
		5	756.9	19.3	4	736.6	3	1.01	227.8	
					5	756.9				
					6	716.4				
丙		3	723.1	18.1	2	537.3	1	0.88	235.2	
		4	702.8	18.8	6	719.7	2	3.36	193.1	
		5	740.0	18.8	8	682.6	3	3.11	237.7	

② 大池・洗缶水貯槽の分析値を、表Ⅲ-37に示す。

この分析の目的は、蒸発缶の蒸発蒸気中への苛性ソーダの同伴量と2効蒸発缶のチューブ漏れの早期発見のためである。

洗缶水貯槽の濃度が急に上がっているが、その後徐々に下がっているのでチューブ漏れではなく、一時的に同伴苛性ソーダ量が増加したものと思われる。

表Ⅲ-37. 苛性ソーダ濃縮工程 分析結果

月日	班	大 池		洗缶水貯槽	
		回数	NaOH (g/l)	回数	NaOH (g/l)
308	甲	1	0.08	1	微
		2	0.08	2	微
		3	0.08	3	微
	乙	1	0.04	1	0.04
		2	0.04	2	0.04
		3	0.04	3	0.04
	丙	1	0.04	1	0.63
		2		2	
		3		3	
309	甲	1	0.04	1	0.17
		2	0.04	2	0.17
		3	0.04	3	0.12
	乙	1	0.04	1	0.08
		2		2	
		3		3	
	丙	1	0.04	1	0.21
		2	0.04	2	0.13
		3	0.04	3	0.13

3) 塩素車間

① 液化塩素工程の分析結果を、表Ⅲ-38に示す。

入口塩素ガス濃度が低くまた変動がある。

圧力は、入口・排ガス共に変動がやや大きい。

表Ⅲ-38. 液化塩素工程 分析結果

月日	班	時刻	入口塩素ガス		排塩素ガス	
			Cl ₂	圧力	Cl ₂	圧力
			(%)	(MPa)	(%)	(MPa)
326	甲	23	91	0.15	66	0.10
		24	92	0.15	70	0.10
		1	91	0.15	67	0.10
		2	90	0.13	66	0.10
		3	90	0.13	66	0.10
		4	90	0.13	66	0.10
		5	89	0.13	65	0.10
		6	88	0.13	65	0.10
	乙	7	88	0.13	65	0.10
		8	88	0.13	65	0.10
		9	89	0.15	65	0.05
		10	90	0.13	65	0.08
		11	90	0.13	67	0.08
		12	90	0.13	68	0.08
		13	90	0.13	66	0.08
		14	89	0.13	70	0.08
	丙	15	90	0.13	70	0.08
		16	90	0.13	65	0.08
		17	90	0.13	66	0.08
		18	90	0.14	65	0.08
		19	92	0.15	67	0.08
		20	91	0.15	66	0.08
	21	91	0.15	67	0.08	
	22	89	0.15	62	0.08	

② 塩酸工程の分析結果を、表Ⅲ-39に示す。

入口塩素ガスの圧力変動と吸収塔の温度変動が大きい。

表Ⅲ-39. 塩酸工程 分析結果

月日	班	時刻	入口塩素ガス		入口水素ガス		1系吸収塔		2系吸収塔	
			Cl ₂ (%)	圧力 (MPa)	H ₂ (%)	圧力 (mmHg)	HCl (g/ml)	温度 (℃)	HCl (g/ml)	温度 (℃)
426	甲	22	72	0.10	96.96	100	1.14	70	1.14	74
		23	70	0.10		100	1.14	70	1.14	74
		24	71	0.10		100	1.14	70	1.14	75
		1	70	0.10		100	1.14	70	1.14	75
		2	70	0.08		100	1.14	70	1.14	70
		3	73	0.08		100	1.14	70	1.14	70
		4	74	0.08		100	1.14	70	1.14	70
		5	74	0.08		100	1.14	70	1.14	70
		6	76	0.08		100	1.14	70	1.14	70
	7	77	0.08	97.81	100	1.14	70	1.14	70	
	乙	8	70	0.05	96.94	100	1.14	71	1.14	65
		9	74	0.08		100	1.14	71	1.14	67
		10	70	0.07		100	1.14	70	1.14	68
		11	69	0.08		100	1.14	71	1.14	70
		12	69	0.08		100	1.14	71	1.14	70
		13	70	0.08		100	1.14	69	1.14	69
		14	70	0.08		100	1.14	69	1.14	70
		15	71	0.1		96.72	100	1.14	72	1.14
	丙	16	74	0.12	97.67	100	1.14	60	1.14	60
		17	72	0.13		100	1.14	60	1.14	60
		18	72	0.13		100	1.14	60	1.14	60
19		72	0.12	100		1.14	60	1.14	64	
20		70	0.04	100		1.14	73	1.14	66	
21		70	0.04	98.24		100	1.14	73	1.14	66

③ 次亜塩素酸ソーダ工程の分析結果を、表Ⅲ-40に示す。

甲班における入口塩素ガスの圧力変動がやや大きい。

表Ⅲ-40. 次亜塩素酸ソーダ工程 分析結果

月日	班	時刻	入口塩素ガス		製品槽	
			Cl ₂ (%)	圧力 (MPa)	NaClO (%)	NaOH (%)
1125	甲	8	65	0.12	12.27	0.71
		9	71	0.11		
		10	68	0.13		
		11	68	0.13		
		12	69	0.13		
		13	67	0.15		
		14	67	0.15		
		15	68	0.15		
	乙	16	62	0.15		
		17	65	0.15		
		18	67	0.15		
		19	67	0.15		
		20	65	0.15		
		21	66	0.15		
	丙	22	68	0.15		
		23	67	0.15		
		24	68	0.15		
		1	66	0.15		
		2	67	0.15		
		3	67	0.15		
		4	68	0.15		
5	67	0.15				
6	68	0.15				
7	68	0.15				

4) 運転基準値

参考として、運転操作基準書に記載されている運転基準値を、表Ⅲ-41に示す。

運転実績値が、基準値に合っていない項目が多く見られる。

いつから基準値が変更されたのか、それとも基準値外の運転をしているのか、判断しかねる。

表Ⅲ-41. 運転基準値 (1990.10 制定、1991.1.1実施)

工程	測定箇所	項目	基準値	頻度	担当	
塩	配水槽	NaOH	1.1~1.5g/l	1/ 槽	分析	
		Na ₂ CO ₃	3 ~4 g/l	"	"	
	溶解槽	温度	50~60° C	4/ 直	"	
		NaCl	315 g/l <	1/ 槽	"	
	沈降槽	NaOH	0.1~0.2g/l	1/ 槽	"	
		Na ₂ CO ₃	0.3~0.5g/l	"	"	
		Ca ⁺ 2+Mg ⁺ 2	10mg/l >	"	"	
	水	中和槽	NaCl	310~315g/l	1/ 槽	"
			SO ₄ ⁻ 2	5 g/l >	"	"
			Ca ⁺ 2+Mg ⁺ 2	10mg/l >	"	"
			pH	7.0~8.0	"	"
			透明度	900 mm <	"	"
	洗泥槽	NaCl	60~150 g/l		"	
		NaCl/泥	20 g/l >		"	
電	電解液	NaOH	110~125g/l	1/ 槽	分析	
		NaCl	180~210g/l	"	"	
		NaClO ₃	1 g/l >	"	"	
		電流効率	93 % <	"	"	
	塩素総管	Cl ₂	93 % <	4/ 直	分析	
		H ₂	0.4 % >	"	"	
		CO ₂	1.6 % >	1/ 日	"	
	水素総管	H ₂	98 % <	4/ 直	分析	
		O ₂	0.1~0.5 %	"	"	
	電解槽	NaOH	90~140g/l	1/ 週	電槽管理	
		Cl ₂	95 % <	2/ 月	"	
		H ₂ /Cl ₂	2 % >	2/ 月	"	
		電圧	4 V >	1/ 週	"	
		電流効率	95 % <	2/ 日	"	
塩素乾燥	送出ガス	Cl ₂	93 % <	4/ 直	分析	
		H ₂ O/Cl ₂	0.06 % >	1/ 週	"	

(表Ⅲ-41 続き)

工程	測定箇所	項目	基準値	頻度	担当
苛	電解液	NaOH	110~125g/l	1/ 槽	分析
		NaCl	180~210g/l	"	"
性	蒸発缶出口	NaOH	660~680g/l	1/ 抜出時	分析
		比重	1.47~1.48	"	"
ソ		30%NaOH	410~430g/l	"	"
		42%NaOH	610~620g/l	"	"
一	沈降槽	NaOH	660~680g/l	1/ 槽	分析
		NaCl	20 g/l >	"	"
ダ	製品槽	NaOH	660 g/l <	1/ 槽	分析
		NaCl	18 g/l >	"	"
濃	回収塩水槽	NaCl	270 g/l <	3/ 直	分析
		NaOH	2.7 g/l >	"	"
縮	大池	NaOH	0.02g/l >	3/ 直	分析
	洗缶水貯槽	NaOH	0.02g/l >	3/ 直	分析

1.5 環境・安全対策

化学廠の苛性ソーダ製造にかかわる各車間で、現在行われている環境・安全対策の概要について述べる。

1.5.1 電解車間

(1) 環境対策

電解車間で、環境対策として考慮しなければならない物質とは、電解槽で発生する塩素ガス及び電解槽の陽極となる黒鉛板の電導体として使用する鉛である。

塩素ガスを大気に出さないための設備として一般的な、除害系が設置されている。つまり塩素を含む排ガスを苛性ソーダで吸収して次亜塩素酸ソーダにするものである。

又、個々の電解槽からの塩素ガスの漏れを少なくするために、古くなった電解槽を新槽への交換、あるいは停電等による停止の回数の低減等、を実施している。

鉛は電解槽の底板部に溶解した状態で流し込む。溶解は専用の炉内で行い、排ガスは煙突から大気に放出するが、鉛除去の特別な設備は設けていない。

(2) 安全対策

電解車間で、安全上特に配慮しなければならない項目は、熱塩水・塩素ガス・苛性ソーダ・塩酸・硫酸・石綿等の取扱い、電解槽を流れる高電流に対する作業者の健康保護、及び電解槽で発生する水素ガスの存在に対する火災・爆発の防止である。

まず、作業者の健康保護のため規定の保護具とし、次のものが全員に支給されている。

- ①耐酸作業服
- ②布帽子
- ③ゴム靴、電解担当は絶縁靴（2万V対応）
- ④短ゴム手袋
- ⑤眼鏡
- ⑥保護面
- ⑦直結式防毒マスク（塩素用）

また、吸収缶式防毒マスク（塩素用）も用意されており、作業に伴い必要な時あるいは緊急時に使用できるようになっている。電解槽の隔膜として用いられる石綿の取扱いは、袋から取り出す時以外は湿潤化した状態で取扱う様にしている。

安全施設としてのシャワー・アイシャワー・水槽等は設置されていない。

次に、水素ガスの存在に対する火災・爆発の防止についての対応は、

- ①電解室内における工事に先立ち、水素濃度を測定し安全を確認してから工事を開始する。
- ②電解の運転開始・停止時には、水素ガスは大気放出口から放出する。
- ③水素ガスの圧力は、全体にわたり正圧を保つ。負圧にすると系内に空気を吸い込んで爆鳴気を作る危険がある。
- ④塩素ガス中の水素ガス濃度の分析を行う。総管は毎日、個々の槽は2回/月。乾燥塔以後で水分が少なくなると、塩素ガスと水素ガスの爆発の危険がある。
- ⑤隔膜を取り替えた後の新槽の運転開始時には、特に塩素ガス中の水素ガス濃度（以下 H_2/Cl_2 と表す）の分析値に注意を払う。隔膜の取りつけが悪い時には、極端に水素が多くなる場合がある。 H_2/Cl_2 分析からの対応方法は、次の様にする。 H_2/Cl_2 が0.2%を超える時には、水素ガス枝管は総管に接続しないで大気放出し、次の日に再度分析をする。 H_2/Cl_2 が0.2%以内なら水素総管に接続するが、 H_2/Cl_2 が0.2%を超える時には、水素ガスは大気放出のままとし、陽極室に石綿を入れる。（隔膜に穴があれば石綿で塞がれる）3日目に再度分析をしてから良好ならば水素総管に接続する。

1.5.2 苛性ソーダ車間

(1) 環境対策

苛性ソーダ車間で、環境対策として考慮しなければならない物質としては、固形苛性ソーダを製造する時の熱源として使用する石炭の燃焼煤塵である。石炭を燃焼すると燃え滓が煙の中に含まれ、そのまま大気に放出すると煤塵の発生源となる。

煤塵の発生を抑えるために、石炭燃焼後の排ガスは水による洗浄を行っている。すなわち水洗塔の下部から排ガスを流し、塔の上部より洗浄水をスプレーで降らし煤塵を捕集除去する。

(2) 安全対策

苛性ソーダ車間で、安全上特に配慮しなければならない項目は、苛性ソーダを取り扱うことに対する、作業者の健康保護である。

規定の保護具として、次のものが作業者全員に支給されている。

- ①作業服
- ②布帽子
- ③ゴム靴
- ④短ゴム手袋
- ⑤眼鏡

修理担当者（保全班）には、特別な保護面が用意されており、作業に伴い必要な時は、いつでも使用できるようになっている。

通常、苛性ソーダを扱う職場で使われる、ゴム合羽・長ゴム靴・一眼鏡等は用意されていない。安全施設としてのシャワー・アイシャワー・水槽は設置されていない。

1.5.3 塩素車間

(1) 環境対策

塩素車間で、環境対策として考慮しなければならない物質としては、塩素ガスである。塩素を含む排ガスは、主として液体塩素の計量槽・貯槽・ポンベ充填から発生するが、電解車間で述べたように除害系で処理される。塩素ガスの漏れをなくすための、点検・修理を主体に実施している。その他として、アンモニア水を用いた漏れ確認を毎日行っている。

ローリー積み込み時のフランジ面の確認、弁・配管部については、週に1回以上動かす部分は毎日、その他は1回/週の確認を行っている。

(2) 安全対策

塩素車間で、安全上特に配慮しなければならない項目は、塩素ガス・苛性ソーダ・次亜塩素酸ソーダ・塩酸等の取扱いに対する作業者の健康保護である。

まず、作業者の健康保護のため規定の保護具とし、次のものが全員に支給されている。

- ①作業服・布帽子
- ②ゴム靴
- ③短ゴム手袋
- ④眼鏡
- ⑤直結式防毒マスク（塩素用）

その他、吸収缶式防毒マスク（塩素用）・酸素呼吸器等は共通で備えられており、必要時あるいは緊急時に持ってきて使用される。

1.6 苛性ソーダ生産に関する問題点

化学廠の苛性ソーダ生産設備は、一部の設備を除き1960年から1970年代前半に建設されたものであり、建屋を含めた機器自体が古くかなり老朽化している。また、計装設備も温度計・圧力計・積算計等がついているが、単に現地指示計としての機能であり、記録計までついているものは少なく、運転操作は殆どが手動操作である。

また、運転管理面からみると、量的な管理が主体で（生産量の確保）、質的な管理が不足しているように思われる。管理不足の例として、原料・助剤やユーティリティの原単位の把握・向上、製品品質の安定化・向上、設備の不具合点及び故障原因の解析や故障削減につなげる改善・改良、環境面及び人に対する安全面の確保・向上等があげられる。従って、操作員も多く、品質の安定した、効率的な、そして安全な運転が行われているとは言い難い。

本来、苛性ソーダ生産は電解槽を中心とした緊密な関係のもとで連携しなければ、安定運転は行えないと考えられるが、化学廠では組織上3つの車間があり、各車間は独立した運営を行っているので無駄が多い。

この章では、現在の化学廠における運転設備、運転管理面での問題点を挙げ、解決のヒン

トを述べる。

1.6.1 塩水工程

塩水工程は、将来の増産をにらんだ先行投資として、1995年の秋に全面改造をした新しい設備である。本来の塩水工程は、電解工程・苛性ソーダ濃縮工程と連続した工程であるべきであるが、化学廠では入口・出口に大きな貯槽を持つ独立した工程となっており、バッチ運転を行っている。現在は、設備能力が大きいので問題とはなっていないが、将来の増産に対応するためには、連続運転が必須となる。

現状の問題点を次に述べる。

(1) 精製反応における使用助剤の量

精製反応に苛性ソーダを利用しているが、反応に必要な量以上になっているので中和に要する塩酸の使用量が多い。

これは、塩水工程だけの問題ではなく、苛性ソーダ濃縮工程での回収塩の付着アルカリ量が多いことに由来する。付着アルカリ量を減らすためには、現状では回収塩の洗浄を強化する必要があり、それに伴い洗浄水量が多くなり、蒸気の使用量増えることになるので得失を総合的に検討する必要がある。

対策としては、回収塩の付着アルカリを減らすことである。

(2) 中和反応のpH計作動不良

中和反応の制御にpH計を設置しているが、作動不良のために人手による調整になっている。中和反応を堰で実施しているので、滞留時間も短く、また砂ろ過器の洗浄時には流れも止まるので添加する塩酸量の調整が非常に難しい。

対策としては、中和反応を堰ではなく槽を設けて行う。pH計を整備し、塩酸量を自動調整できるようにする。また、2基ある砂ろ過器を分割し、洗浄時にも片方からの液が流れるようにする。

(3) フィルタープレスの脱水効率

汚泥は外部処理をしているが、現状では水分が多すぎてトラックで運搬する場合濡れてしまうのでそのままでは運べないので、場内で仮置きをして自然乾燥している。

原因は、ろ板が歪んでいて圧力を掛けると漏れるからということであるが、機器が基本的

性能を満たさないのであれば、修理・取り替えをする以外ない。

通常、フィルタープレスの運転は、ろ過室が汚泥で一杯になるまでスラリーを供給し規定の圧力になったらスラリー供給を止め、空気によるバックブローをして、水切りをし汚泥を剥がれ易くする。また、ろ布は時間の経過とともに目詰まりを起こし、定期的水洗浄をしていても完全には回復しないので、交換が必要となる。

(4) 洗泥装置の故障

塩の汚泥への付着損失を減らす目的で、洗泥装置が設けてあるが、三層洗泥槽の攪拌機が故障で運転されていない。

洗泥装置を運転する事により塩の損失が減るのは確かであるが、塩の値段と設備の運転費用等を比較して効果が有るのなら早急に修理すべきである。

(日本では、一般的にこのような装置はつけていない：塩の品質が良く泥の量が少なく、経済的でないからであろう)

(5) 運転基準値

運転操作基準書(SOP)に示された運転基準値と現実の運転記録が対応していない。

SOPは1990年に制定されたもので、時間が経ってきて設備も変更され、基準値も変わって来たが、SOPが改訂されずに古いままになっている。最新の基準値を早急に成文化すべきである。また、運転日誌には事務所の責任者のサイン欄もなく、誰が最終責任者か明らかでない。

1.6.2 電解工程

現在、化学廠には電解槽の型式も同じ2系列の電解工場がある。A・Bの系列には、それぞれ140槽と64槽の隔膜式電解槽があり、付帯する塩素乾燥工程・水素処理工程もA系列・B系列と独立している。生産能力は、A系列の方が約2.2倍となっている。

年間の電解槽の運転実績を表Ⅲ-42に1995年、表Ⅲ-43に1996年について示す。

電解工程の運転の開始・停止は、電解槽の数が多い方が人手を要し調整が大変なので、A系列の稼働率を高くするように、生産調整はB系列主体に行っている。

表Ⅲ-42. 電解槽の運転実績 (1995年)

項目	単位	A系列	B系列
稼働槽数	槽	139.87	62.5
稼働時間	h/年	8,115.5	7,829.3
電流効率	%	90.2	90.1
平均電流	A	7,595	6,796
電流密度	A/dm ²	9.49	8.49
電圧効率	%	67	68
変流効率	%	94	94
電解液生産量合計		16,078.092 t-100%NaOH/Y	

表Ⅲ-43. 電解槽の運転実績 (1996年)

項目	単位	A系列	B系列
稼働槽数	槽	139.9	63.9
稼働時間	h/年	8,171	6,043
電流効率	%	90.7	89.5
平均電流	A	7,639	6,746
電流密度	A/dm ²	9.55	8.40
電圧効率	%	67	69
変流効率	%	94	94
電解液生産量合計		15,266	t-100%NaOH/Y

(1) 電解工程の停止回数

化学廠の電解槽は、現在、隔膜法であり将来の計画でも隔膜法を採用することになっている。隔膜電解槽は運転開始後安定するまでに数日間を必要とし、その間に停止があると性能に影響を及ぼすといわれている。隔膜法では、膜あるいは陽極の交換のために、毎日数槽が取り替えられ運転の開始をしている。従って電解系の停止は出来るだけ少ない方が安定運転・効率運転には望ましい。

1) 要因別停止回数

化学廠では1996年1月から97年2月までの14ヶ月で電解の停止が延べ100回も起きている。表Ⅲ-44に、要因別の電解系停止回数を示す。停止原因は、電解系での直接の原因はわずかで、他の工程での要因が殆どである。

また、電解槽は全部で204槽あるが、140槽のA系と64槽のB系の2系列になっている。同じ要因で2系列が同時に停止することもある。この場合は「AB同時」と表わす。

表Ⅲ-44. 要因別 電解系停止回数

要 因	A系	B系	AB同時	計
①修理 (計画停止)	5	3	3	5
②停電 (計画停止)	4	4	3	5
③突発停電	4	5	2	7
④電源系統故障	4	6	0	10
⑤塩水工程故障	2	1	1	2
⑥電解工程故障	1	2	0	3
⑦塩素乾燥工程故障	5	7	1	11
⑧液体塩素工程故障	6	9	4	11
⑨水素処理工程故障	2	0	0	2
⑩電解液貯槽満杯	1	1	1	1
⑪液体塩素貯槽満杯	4	1	4	4
計	38	62	19	81

上記要因のうち、化学廠の直接の要因でないものは②③で、②は停電の日時があらかじめ連絡のある場合である。

⑩は、苛性ソーダ濃縮系での故障が要因の場合と、ボイラーが故障で苛性ソーダ濃縮系の運転継続が出来ないという場合（苛性ソーダ濃縮系の直接の要因ではなく起こる）であり、現実的にはボイラー故障によるものが殆どである。（苛性ソーダ濃縮系での小故障の場合は電解液貯槽に貯めることが出来る）

⑪は液体塩素の販売計画等の要因なので、運転側の原因とは言えない。

①は計画的とはいえ、年間計画では5月と10月が最初の予定なので、それ以外はどこかの工程で故障が起きたためとみなされる。

④⑦⑧の要因で停止する回数が多いが、これらの工程はバッファーがなく、直接影響を及ぼすので、故障が起きると直ちに停止につながる。⑦⑧の原因は、ナッシュポンプからの硫酸漏れと液体塩素工程の配管系統からの漏れである。

ABの両系統が同時に止まる要因は、計画修理以外には停電と液体塩素工程の故障と液体塩素の貯槽が満杯になるということが主である。

直接の原因は、詳細について調査していないが、これらの原因と対応をきちんと行い停止回数を減らさなくてはならない。

2) 月別停止回数

表Ⅲ-45に月別停止回数を示す。（1ヶ月は26日から翌月の25日）

月別の停止回数では、5月・8月・1月が多い。少ない月でも3回以上となっている。

年の後半より、2系統同時に停止する回数が増えてきたと思われるが、詳細は検討の必要がある。

表Ⅲ-45. 月別 電解系停止回数

年月	A系	B系	A B同時	計
96/1	3	2	2	3
2	2	3	1	4
3	1	3	1	3
4	1	4	1	4
5	2	9	1	10
6	1	4	0	5
7	4	5	3	6
8	5	4	1	8
9	3	4	2	5
10	3	4	2	5
11	2	2	1	3
12	4	5	2	7
97/1	5	10	2	13
2	2	3	0	5
計	38	62	19	81

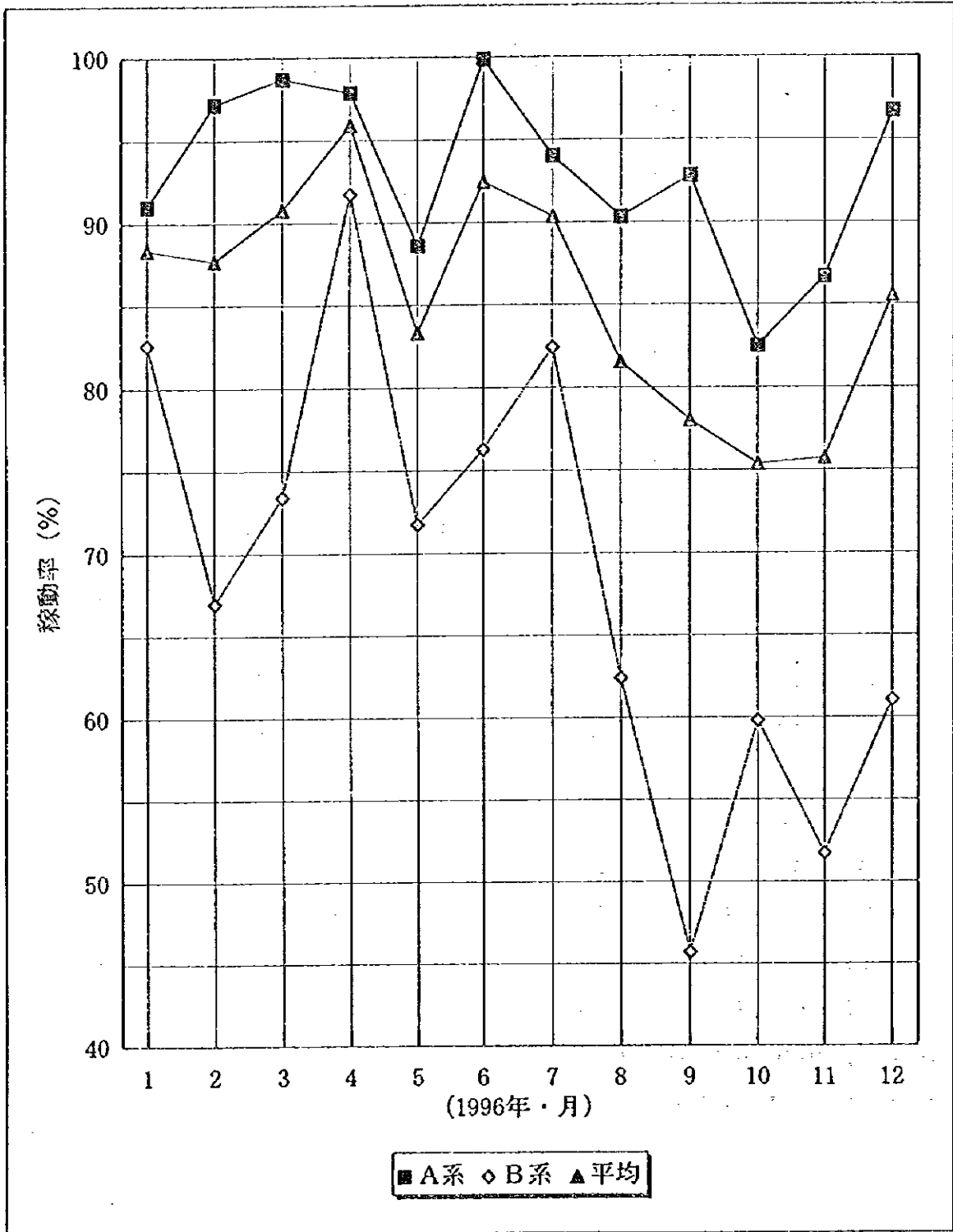
3) 月別の稼働率

電解槽に与える影響は、停止回数が少ない方が良くと前述したが、生産量に対しては回数ではなくて時間が影響する。従って、生産運転時間を基に稼働率を調べ、図Ⅲ-13および表Ⅲ-46に1996年の月別の稼働率を示す。

この結果、化学廠ではA系列を主体に運転していることが明らかである。年の前半は定期修理のあった5月以外は90%程度の総合稼働率で推移していたものが、8月以降80%以下となっていることが問題である。工程故障の数が急激に増えている訳ではないので、1回当たりの停止時間が長くなっているということになる。

特にB系列の稼働率が極端に低くなっている。これは、工程故障よりも生産調整による原因が大きいものと思われる。

図III-13. 電解系 月別稼働率 (1996年)



表Ⅲ-46. 月別稼働時間と稼働率

月	稼働時間		稼働率		
	A系	B系	A系	B系	総合
1	677.0	614.5	91.0	82.6	88.4
2	723.0	498.3	97.2	67.0	87.7
3	687.0	511.0	98.7	73.4	90.8
4	728.0	682.5	97.8	91.7	95.9
5	638.0	516.5	88.6	71.7	83.3
6	743.0	567.5	99.9	76.3	92.5
7	677.0	593.5	94.0	82.4	90.4
8	672.0	464.2	90.3	62.4	81.6
9	690.5	340.0	92.8	45.7	78.0
10	594.0	430.5	82.5	59.8	75.4
11	645.0	385.0	86.7	51.7	75.7
12	696.5	439.5	96.7	61.0	85.5
計	8,171	6,043	93.0	68.8	85.4

(2) 電槽電圧

化学廠では、陽極に黒鉛を使用しているが、黒鉛は運転時間の経過と共に消耗する。黒鉛の消耗があると電極間の距離が大きくなり、液抵抗による電圧上昇があるので電槽電圧が高いということになる。

1) 平均の電槽電圧が高いとともに、各槽のばらつきが大きい。

運転記録をもとに、平均電圧を算出すると、表Ⅲ-47のとおりとなる。

表Ⅲ-47. 電槽電圧

月日	電流	電流密度	平均	最小	最大
	(A)	(A/dm ²)	(V)	(V)	(V)
2.19	7,400	9.25	3.423	3.10	3.90
2.28	8,000	10.00	3.467	3.20	4.00
3.5	7,900	9.88	3.482	3.20	4.10

表Ⅲ-47より、電槽電圧の最大と最小の差は電流により変わるが、7.4~8.0KAの範囲で0.8~0.9Vである。また、平均電圧との差では、最小と平均の差が0.3V程度であるのに、最大と平均の差は0.5~0.6Vと大きくなる。これは、黒鉛陽極が寿命に近づいた時に、急激に電圧上昇を起こすためと考えられる。

また、表Ⅲ-42および表Ⅲ-43に示した年間の運転実績から逆算した平均電圧を算出すると、表Ⅲ-48となる。

表Ⅲ-48. 電 槽 電 圧 (年間)

年	系列	平均電流 (A)	電流密度 (A/dm ²)	平均 (V)
1995	A	7,595	9.49	3.43
1996	A	7,639	9.55	3.43
1995	B	6,796	8.49	3.38
1996	B	6,746	8.40	3.33

表Ⅲ-47と表Ⅲ-48をもとに、電流と電圧の関係を図示すると、図Ⅲ-14が得られる。

2)新槽の初期電圧のばらつきが大きい。

新槽(隔膜交換をした槽)の検取記録より電圧を調べてみると、3.12Vから3.40Vとばらつきが大きい。運転開始時の電流値の違いや、新槽でも隔膜だけ新しくした場合と、隔膜と同時に陽極も新しくした場合とでは条件が違うので、これらを整理し、陽極の新旧に分け電流と電圧の関係を、図Ⅲ-15に示した。

表Ⅲ-34および表Ⅲ-35から、陽極が寿命となった槽は新陽極を装備して運転を再開したものとして、陽極の新旧に分類した。

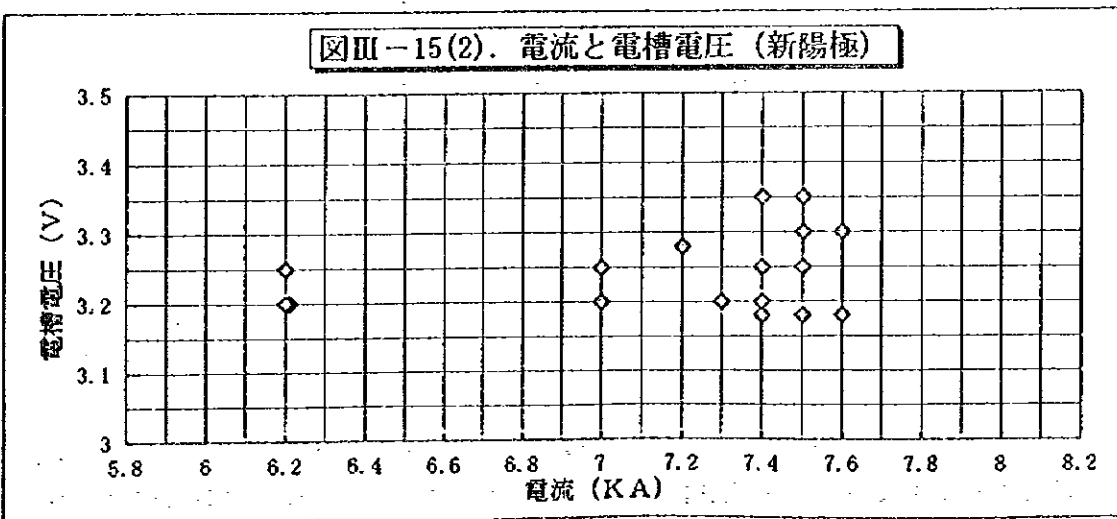
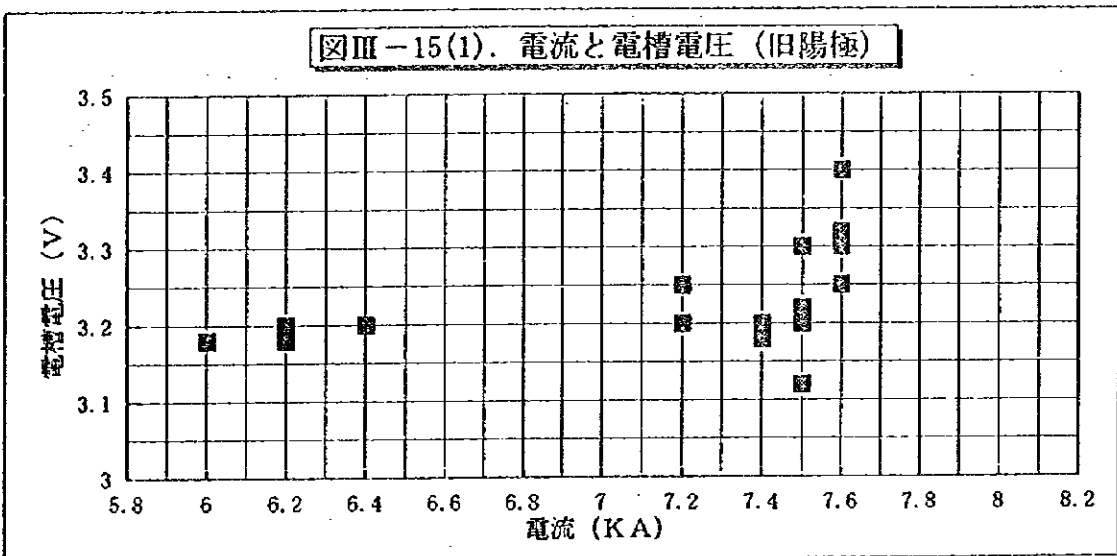
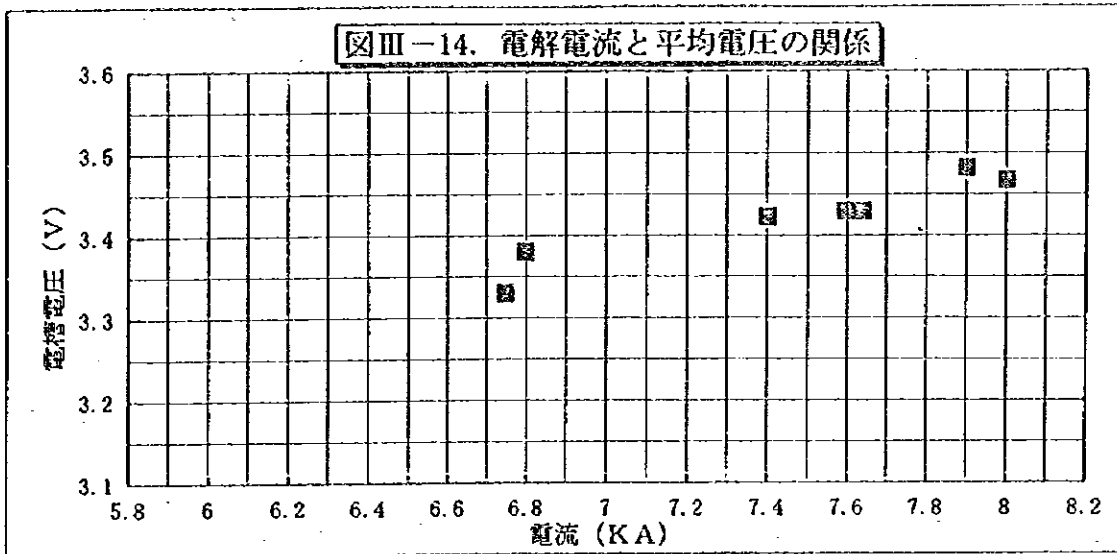
この結果、電流の大きさによる差はややみられたが、陽極の新旧による差は明らかではない。通常、陽極の交換は隔膜の交換(一般的に3~4ヶ月)の2回目に行うが、隔膜1回目の交換時期の陽極は運転後3~4ヶ月経っているので、電圧が高くなっていると予想されたが、大きな差がない。陽極の消耗程度が少ないことによるものか、または槽番号は、電解室での番地で電解槽の固有の番号ではなく、陽極が寿命となった槽に必ずしも新陽極が装備してあるとは限らないという事情があることによると考えられる。

同一電流での電圧差は約0.15Vあるが、この原因は陽極の新旧以外にも二つ考えられる。隔膜に起因するものと、電解槽の機械的・物理的なものによるものである。隔膜の原因としては、取り付けた隔膜の量に関して槽内の不均一と槽間の厚さの差、さらには石綿繊維の質の違い等が考えられる。機械的・物理的なものについては、陰極箱の製造および取扱い上の問題で陰極の間隔と形状の均等性等が考えられる。

また、A系列とB系列の値(7kA以下はB系列)を比較すると、B系列の方が差が小さいことがわかる。A・B系列の担当者による差がないか等の調査も必要である。

陽極の寿命については、陽極の交換1回に対し隔膜の交換は2回行うが、どちらかの寿命が来た時に相手方も交換するので、陽極の交換時期も必ずしも寿命が来た時とは限らない。

表Ⅲ-34および表Ⅲ-35の運転実績より平均運転日数を算出すると、A系列 212日、B系



列 294日と差があるようだが、延べ運転日数で表示しているので、B系列の平均稼働率で補正すると 217日となり、A系列とほとんど差がないことが分かる。

(3) 電流効率

一般に隔膜法の電解槽において、電流効率を低下させる主たる原因は OH^- の陰極室から陽極室への移動であるから、これを防ぐことが電流効率の向上対策である。通常は、陰極室のアルカリ濃度、すなわち電解液中の苛性ソーダを適切な範囲におさえて電流効率の低下を抑える。電解液の苛性ソーダ濃度は、製品とするために必要な濃縮用の蒸気量と密接な関係があるので、全体を考え合わせた最適な点を選ぶ必要がある。

化学廠の運転実績からいうと、電流効率は 90%程度であり、電解液の苛性ソーダ濃度から考えても低いといわざるを得ない。

1) 電解液中の苛性ソーダ濃度と電流効率

電解液中の苛性ソーダ濃度と電流効率の間には、濃度と電流効率には相反する関係がある。また、全体の濃度が同じでも、個々の電解槽の濃度差が小さい方が電流効率は良くなる。濃度の上昇に伴い電流効率は急激に低下するからである。

電解槽の分析結果より、苛性ソーダ濃度別の電槽数を、表Ⅲ-49に示す。

表Ⅲ-49. 苛性ソーダ濃度別の電槽数

濃度 (g/l)	電槽数 (槽)	割合 (%)
~ 70	1	0.7
71~ 80	3	2.1
81~ 90	3	2.1
91~100	6	4.3
101~110	12	8.6
111~120	11	7.9
121~130	31	22.1
131~140	27	19.3
141~150	26	18.6
151~160	17	12.1
161~	3	2.1

全槽の単純平均では129g/lとなるが、実際は濃度により液量が違ってくるので、全体では濃度は薄くなっていく。電解液受槽での平均的な濃度は 115~125g/lが実績である。差が

大きいように思われるが、測定日の違いか分析の違いかは分からない。

表Ⅲ-49より、濃度のばらつきも大きく高濃度槽の割合も大きいので、全体としての電流効率は悪くなってくる。苛性ソーダを基準とした電流効率の算出は、実測も比較的容易にできるので、検討の余地がある。

2) 発生塩素ガス分析値と電流効率

電流効率の求め方には、苛性ソーダの生産量から求める方法の他に、塩素ガスの生産量から求める方法もあるが測定が難しく一般的ではない。比較的多く用いられるのは、発生した塩素ガスの成分分析から求める方法である。

化学廠でも、この方法で電流効率を求めているが、ガス中に空気に由来する酸素ガスがある場合は補正等が少し厄介である。運転実績値の表Ⅲ-28および表Ⅲ-29に算出されている。

この結果からの問題としては、ガス分析値の合計が 100% になっていないこと。水素は記入されていないが、1%以下であるのでこれを除いても、少なくとも 98%以上になるはずである。原因として次のことが考えられる。

- ①分析方法（操作・器具・試薬等）が適切でなく、吸収が十分されていない、
- ②サンプリング方法（操作・器具等）が適切でなく空気を吸い込んでいる。
- ③電解槽に不具合があり、常時空気を吸い込んでいる。この場合は、毎回の分析結果を調べれば容易に推定できる。

これらの原因を把握し、適切な対応をとる必要がある。

また、分析結果では酸素濃度がどの槽も常時0.5%であったが、確認の結果、計算結果がいつも負（マイナス）になるので、便宜上0.5%としていることが判明した。300mlのサンプルを採取し 100ml当りに換算する際、3で割り算するのを行っていないことに起因するもので、その後は是正された。

一酸化炭素濃度が 0.07%と一定なのは、吸収量が少なく目盛りも大まかで体積もわずかのために、0.2ml と一様に記録してしていると見受けられた。

分析結果の一例を次に示す。

①サンプル採取		300 ml
(a) Cl ₂ 吸収	残りのガス体積	34 ml
(b) CO ₂ 吸収	"	27.5 ml
(c) O ₂ 吸収	"	21.5 ml
(d) CO 吸収	"	21.3 ml

② H₂/Cl₂ 分析結果 0.26%

③分析結果の計算

(a) Cl₂ 濃度 $(300-34)/3 = 88.67 \%$

(b) CO₂ 濃度 $(34-27.5)/3 = 2.17 \%$

(c) O₂ 濃度 $(27.5-21.5)/3 - [21.3/4-0.26] = -3.07 \%$

(d) CO 濃度 $(21.5-21.3)/3 = 0.07 \%$

サンプルが 300mlなので (c)は次のように3で割る。

(c) O₂ 濃度 $(27.5-21.5)/3 - [21.3/(3*4)-0.26] = 0.49 \%$

厳密には、H₂/Cl₂を分析した時の空気量が分からないので正しいとは言いきれない。

もし、同一サンプルでH₂/Cl₂を分析していれば、次の式が正しくなる。

(c) O₂ 濃度 $(27.5-21.5)/3 - [21.3/3-0.26]/4 = 0.29 \%$

(4) 隔膜取り付け時の記録

隔膜電解槽にとって、性能を左右するのは隔膜であると言っても過言ではない。電解槽の性能が、槽によって色々と差があるのは取り付けした隔膜にばらつきがあるということである。全体の効率を上げるためには、個々の槽の差が小さい方が良い。従って、いかにして個々の槽に均一な隔膜を取り付けるかに多くの努力をすべきである。隔膜を取り付ける際に考えられる各種要因を記録しておき性能との比較をして、より良い方法を確立すべきである。

各種要因には、次のような項目が考えられる。

- ①真空度と時間
- ②付着石綿の量と種類
- ③石綿スラリー液の濃度・温度
- ④乾燥時間と方法

(5) 電解槽の老朽化

電解槽の材質は、底板は黒鉛電極を使用している理由からコンクリート主体であり、陰極箱は鉄、陽極室（蓋）はコンクリートと旧式のため、それぞれの接触部分の液漏れに対する対応が充分ではなく、多くの電解槽からの液漏れが見受けられる。

また、蓋のガス部分のサンプル口等の加工も漏れに対する対応が適切とはいえず、液漏れ・ガス漏れの原因となっている。

従って、電解室内の環境も良くない。通常の状態でも、陽極液の漏れに伴い液中の塩素分

の臭いに加え、陽極室からの漏れと思われる塩素ガスの臭気が漂う雰囲気である。

化学廠は、立地場所として街中にあるのだから、従来以上に環境に対する影響を考慮しなければ、今後の問題が大きくなると考えるべきである。

(6) 配管系統

電解槽から発生したガスには、飽和水分が含まれているので、総管（ヘッダー管）を流れて行くうちに、ガスの温度が下がり凝縮水が出てくる。通常、ガスを移送する配管は立ち下がりのないようにするのが普通で、立ち下がりのある時はドレン抜きをつけ、凝縮水による配管の閉塞が起こらないようにしている。

電解工程から塩素乾燥工程に行く塩素ガスの配管は、地面より下を通過しており、ドレン抜きが充分なされているとはいえず、問題がある。

また、凝縮水のうち塩素ガスのドレン水を、何の対策もしないでそのままピットに流しているのも、塩素臭が発生し問題である。

また、塩素ガス総管の上部には圧力異常時に対応する水封器が設置されている。圧力が低下した場合には、水封を破り空気を吸い込むので特に問題ではないが、圧力上昇した場合には、水封を破り塩素ガスが吹き出す。現在は、吹き出した場合の塩素ガスの行き先は配管がついていないから、電解室内に出ることとなり大きな問題である。

(7) 電解槽の液面管理

隔膜法電解槽の運転において、電解槽の液面管理は重要な点の一つである。陽極液面は発生した水素ガスの陽極室への混入防止、陰極室でできた OH^- の陽極側への拡散防止のために最低液面は確保する必要がある。また、陽極室で発生した塩素ガスのための空間を確保するために最高液面は制限される。つまり、ある一定の範囲内に液面を保つ必要がある。隔膜は、塩水に由来する不純物や黒鉛陽極の崩壊による不純物により、運転の経過とともに目詰まりを起こし、同じ塩水の供給量でも次第に液面は上昇してくる。従って、隔膜の状態に合わせて供給塩水量を調整して、適切な液面に保つ必要がある。

塩水の供給量を変えることにより、電解液中の苛性ソーダ濃度も変わり電流効率にも影響してくる。

一般的には、隔膜が新しい時は塩水が流れ易いので、最低液面を保つために規定量より多めの塩水供給となり、苛性ソーダ濃度は低くなる。運転の経過とともに、隔膜が目詰まりを起こし液面は上昇し、ついには最高液面に達してしまう。運転を継続するためには、供給塩水量を規定量より減らして液面の維持をする。そうすると、苛性ソーダ濃度が高くな

り電流効率が悪化してくるので、限界を決めて隔膜の更新となる。

望ましい液面管理は、苛性ソーダ濃度と液面の関係が、ある一定の巾に入っていることである。運転実績より液面と苛性ソーダ濃度の関係を示したものが、図Ⅲ-16である。この結果より、苛性ソーダ濃度が低い所で液面の高い槽、逆に苛性ソーダ濃度が高い所で液面の低い槽が多数存在し、適切な液面管理が出来ているとは言えない。

(8) 運転基準値

運転操作基準書（SOP）に示された運転基準値と現実の運転記録が対応していない。

SOPは1990年に制定されたもので、時間が経ってきて設備も変更され、基準値も変わって来たが、SOPが改訂されずに古いままになっている。最新の基準値を早急に成文化すべきである。また、運転日誌には事務所の責任者のサイン欄もなく、誰が最終責任者か明らかでない。

1.6.3 苛性ソーダ濃縮工程

化学廠の苛性ソーダ濃縮工程は、内部熱交ポンプ外置型に分類される、2重効用缶方式である。蒸発缶は実際には4缶あるが、蒸気の流れからすると1・2缶と3・4缶は同じなので、2缶2重効用方式である。また、工程全体の液の流れから見ると、運転方法は自動制御も殆どついておらず、人手に頼るバッチ式である。全般的には、効率も良くない人手を要する旧式な設備である。

(I) 蒸気原単位

化学廠の1996年度の蒸気原単位は 7.9t/t-100%NaOHである。この値は一般的な値（3重効用で3t/t程度、2重効用で5t/t程度）に比べてとても悪いと言わざるを得ない。

蒸気の使用量を求める簡便法を次に示すので、どこに主たる原因があるのかを推定して対処していく必要がある。

蒸発させるべき水量は

$$X = G \cdot a (b/a - B/A) + P + Q + R$$

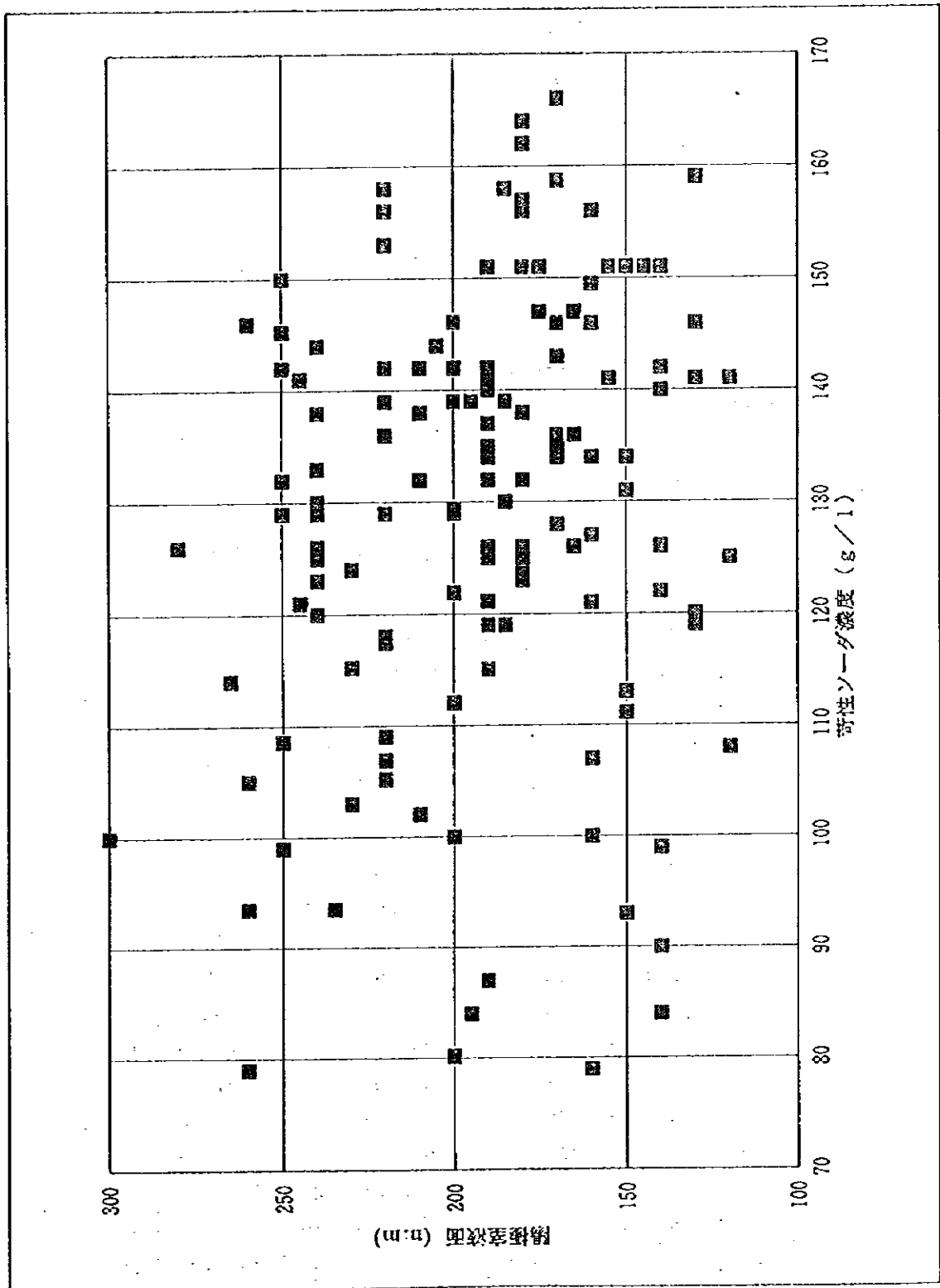
G : 電解液流量 (t)

電解液組成 NaOH a (%)

H₂O b (%)

製品組成 NaOH A (%)

図 III-16 陽極液面と苛性ソーダ濃度 実績



H2O B (%)

P : 析出塩洗浄水 (t)

Q : 工程注入水 (t)

R : 洗缶洗浄水 (t)

蒸気使用量は

$$K = X/n + S$$

n : 蒸発倍数 全蒸発量と加熱蒸気の比率

2重効用缶で 1.5~1.6

3重効用缶で 2.2~2.4

S : 系内蒸気使用量 (t)

原単位は

$$Y = K/P$$

P : 苛性ソーダ生産量 (t)

通常運転中の蒸発缶の運転記録より、供給蒸気量と沈降槽への抜き出し量を表Ⅲ-50に示す。

表Ⅲ-50. 蒸気使用量と沈降槽への抜き出し量

月日	南 蒸 発 缶		北 蒸 発 缶		合 計	沈降槽
	F S 読み (t)	使用量 (t)	F S 読み (t)	使用量 (t)	蒸気量 (t)	抜出量 (m ³)
3/13	42,452.9		39,905.0			
12	停止	155.8	39,795.1	109.9	265.7	69
11	42,297.1	-	39,643.8	151.3	151.3	48
10	42,273.6	25.5	39,499.0	144.8	170.3	63.5
9	42,151.7	121.9	39,391.8	107.2	229.1	102.5
8	42,004.9	146.9	39,254.9	136.9	283.8	103.5
7	41,855.6	149.3	39,100.3	154.6	303.9	121
6	41,703.1	152.5	38,963.8	136.5	289.0	107
5	41,552.1	151.0	38,840.9	122.9	273.9	111
4	41,403.9	148.2	38,707.5	133.4	281.6	121.5
3	41,250.5	153.4	38,571.4	136.1	289.5	99.5
2	41,133.2	117.3	38,445.0	126.4	243.7	117
1	40,969.1	164.1	38,318.5	126.5	290.6	117
計		1,483.8		1586.5	3,070.3	1,070.5

沈降槽への抜き出しは、固形の塩も含まれているのでその分を 10%と仮定して、抜き出した苛性ソーダの量を推定する。苛性ソーダの平均濃度を680g/lとすると、

$$1,070.5 * 0.9 * 0.68 = 655,146 \text{ kg となる。}$$

蒸気使用量は、3,070.3tであるから、この場合の蒸気原単位は

$$3070.3 / 655,146 = 4.69 \text{ t/t となる。}$$

この間に供給した電解液、抜き出した苛性ソーダの濃度を次のように設定し、洗浄用の水が全く供給されず、苛性ソーダの損失もなかったと仮定して、蒸発倍率を求めると、

電解液	NaOH	115g/l	比重 1.18	9.8 %
	NaCl	190g/l		16.1 %
	H ₂ O			74.1 %
製品	NaOH	680g/l	比重 1.49	45.6 %
	NaCl	20g/l		1.3 %
	H ₂ O			53.1 %

$$X = G*a(b/a-B/A) = P(b/a-B/A)$$

$$(b/a-B/A) = 74.1 / 9.8 - 53.1/45.6 = 6.40$$

$$P = G*a$$

$$K = X/n \quad \text{より} \quad n = X/K$$

$$Y = K/P \quad \text{より} \quad K = Y*P$$

$$X = 6.40*P$$

$$K = 4.69*P \quad n = X/K = (6.4*P)/(4.69*P) = 6.4/4.69 = 1.36$$

実際は回収塩の洗浄水や洗缶の水が入っており、正確な量は不明であるが30t/日と仮定して、蒸発倍数を求めると

$$X = 6.40*P + 30*12 = 4193 + 360$$

$$K = 4.69*P = 3070.3$$

$$n = X/K = 4553 / 3070.3 = 1.48$$

となり、一般にいわれる2重効用缶の蒸発倍数であり、蒸発缶は基本性能を満たしていると考えられる。従って、蒸気原単位の悪い原因は、運転操作に起因して系内に入れる水の影響が大きいといえる。

(2) 回収塩中の苛性ソーダ付着量

隔膜法による苛性ソーダの生産においては、電解液の中に苛性ソーダと同時に未分解の食塩がある。この食塩は、苛性ソーダ濃縮工程で結晶となり析出してくる。苛性ソーダ液と析出塩は物理的操作により分離して、塩は塩水工程に循環使用される。分離の際に塩に付着する苛性ソーダを洗浄するが、塩の分離・洗浄方法が適切でないために、多量の苛性ソ

ーダが付着してくる。付着した苛性ソーダは製品の損失となるばかりでなく、塩水工程で中和する際の塩酸の損失にもなっている。

塩に付着した苛性ソーダの量は、運転実績より回収塩水槽で 1~7g/l の範囲となっている。これを、塩の重量あたりに換算すると、表Ⅲ-51 に示すとおりとなる。

電解槽での塩の分解率を 50%、塩の原単位を 1.6t/t として、平均付着量の 16.9kg/t から年間の苛性ソーダの損失分を計算すると（年間生産量 15,000t/年の場合）

$$15,000 \times 1.6 \times 16.9 = 453,600 \text{ kg} \text{ となり、生産量の } 3\% \text{ 相当が損失となる。}$$

表Ⅲ-51. 回収塩中の付着苛性ソーダ量

月日	回収塩中の濃度		付着量
	NaOH (g/l)	NaCl (g/l)	NaOH/NaCl (kg/1000g)
308	6.72	272.4	24.7
	3.44	260.0	13.2
	4.66	269.9	17.3
	4.28	257.5	16.6
	3.95	297.1	13.3
	1.01	227.8	4.4
	6.93	272.4	25.4
	5.67	277.3	20.4
309	6.43	262.5	24.5
	6.51	291.8	22.3
	6.43	272.4	23.6
	6.87	264.9	25.9
	1.01	227.8	4.4
	0.88	235.2	3.7
	3.36	193.1	17.4
	3.11	237.7	13.1
平均付着量			16.9

(3) 槽類のオーバーフロー配管

貯槽類の受入れは殆どが手動操作であり、液面の警報装置もついてないので、監視忘れや操作ミスによるオーバーフローの危険がある。特に苛性ソーダの濃度・温度の高いものや、受入れに人が常時ついていない槽類が危険である。

(4) 電解液貯槽の液面

化学廠では電解液の貯槽容量は 2.5日分あるが、液面が高い（液量多い）時期が長く、濃縮系の運転が出来なくなると短時間で槽が満杯になり、電解系も停止せざるを得なくなる状況にある。電解液貯槽の本来の目的は、電解系を停止しないためのバッファ槽の役目であるから、通常の液面は 0.5日分相当に保ち、濃縮系で何か故障があった場合でも 2日間の余裕があるようにすべきである。容量は全部で1,200m³あるので、通常は 200~300m³で運転すべきである。

図Ⅲ-17に1997年2月分の電解液貯槽の在庫推移を示す。

(5) 運転基準値

運転操作基準書（SOP）に示された運転基準値と現実の運転記録が対応していない。SOPは1990年に制定されたもので、時間が経ってきて設備も変更され、基準値も変わって来たが、SOPが改訂されずに古いままになっている。最新の基準値を早急に成文化すべきである。また、運転日誌には事務所の責任者のサイン欄もなく、誰が最終責任者か明らかでない。

1.6.4 塩素乾燥工程

(1) 塩素ガス中の水分

運転実績値によると、塩素ガス中の水分は 450~500wtppmと極めて高い。塩素中の水分が高いと、配管はじめ機器に対する腐食性が増し問題である。

ガス中の水分量は温度の影響が大きく、乾燥塔の負荷を下げるために15~20℃とするが実績では28℃と温度が高い。

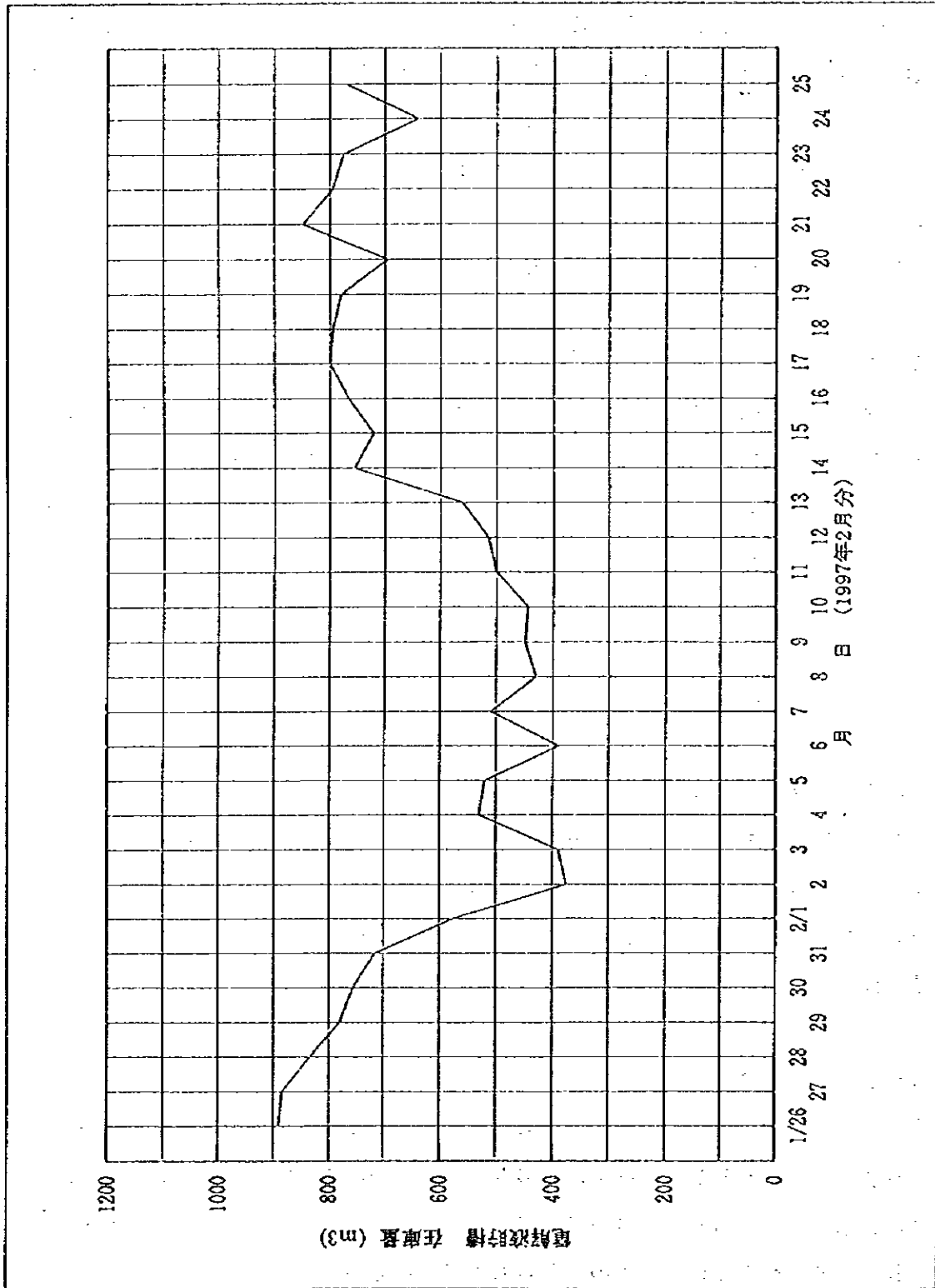
(2) 塩素ガスの冷却方式

塩素ガス中には、飽和水分の他にガス状不純物および食塩等の固形状不純物を含んでいる。固形状不純物は冷却だけでは除去されず、硫酸の乾燥塔以降に悪影響を及ぼす。一般には、水洗塔による冷却洗浄が多く用いられ、さらに効果をあげるためにデミスタが設置されている場合が多いが、このどちらも設置されていない。

(3) 予備機の保守

乾燥塔は予備機を持っているが、配管には弁がついてなく盲板で緑切りをしている。予備

図III-17. 電解液貯槽 在庫推移 (1997年2月度)



機は、運転を停止することなく切替えができなくては意味をなさない。

また、ナッシュポンプも予備機を持っているが、予備機が正常に作動しない場合がある。いずれも塩素の本管の機器であるから、不具合が発生した時には電解系を停止する原因となっている。

(4) 圧力調整

電解槽の許容圧力範囲は狭く、塩素ガスの場合は正圧側になると空気中へのもれの危険がある。圧力調整は塩素ガスの昇圧機のバイパス量を調整するのが一般的方法であり、この方式をとっているが手動調節のため、いろいろな圧力変動の要因に対し充分に対応できているとは言えない。

(5) 運転基準値

運転操作基準書（SOP）に示された運転基準値と現実の運転記録が対応していない。SOPは1990年に制定されたもので、時間が経ってきて設備も変更され、基準値も変わって来たが、SOPが改訂されずに古いままになっている。最新の基準値を早急に成文化すべきである。また、運転日誌には事務所の責任者のサイン欄もなく、誰が最終責任者が明らかでない。

1.6.5 水素処理工程

(1) 圧力調整

電解槽の許容圧力範囲は狭く、水素ガスの場合は負圧側になると空気を吸い込み爆鳴気をつくり、火災・爆発の危険がある。圧力調整は塩素ガスの昇圧機のバイパス量を調整するのが一般的方法であり、この方式を採用しているが手動調節のため、いろいろな圧力変動の要因に対し充分に対応できているとは言えない。

(2) 運転基準値

運転操作基準書（SOP）に示された運転基準値と現実の運転記録が対応していない。SOPは1990年に制定されたもので、時間が経ってきて設備も変更され、基準値も変わって来たが、SOPが改訂されずに古いままになっている。最新の基準値を早急に成文化すべきである。また、運転日誌には事務所の責任者のサイン欄もなく、誰が最終責任者が明らかでない。

1.6.6 液体塩素工程

(1) 故障による電解系停止回数

電解工程のところすでに述べたが、液体塩素工程の配管等からの漏れが度々起きている。液体塩素工程での塩素ガスは圧力が高いので、漏れが発生すると問題が大きい。機器・配管・付属品の検査・保守体制の見直しが必要である。

(2) 配管系統

製造工程のフローには記入していないが、液化塩素計量槽と液化塩素貯槽には安全弁がついている。安全弁は万が一の時に機器の保護のために設置してあるのだから、いつ作動するか分からない。吹き出し先は、通常ならば次亜塩素酸ソーダ系に導き処理するのが当然であるが、大気中になっている。

今迄、作動したことはないであろうが、今後も作動しないという保証はない。

(3) 運転基準値

運転操作基準書（SOP）に示された運転基準値と現実の運転記録が対応していない。

SOPは1990年に制定されたもので、時間が経ってきて設備も変更され、基準値も変わって来たが、SOPが改訂されずに古いままになっている。最新の基準値を早急に成文化すべきである。また、運転日誌には事務所の責任者のサイン欄もなく、誰が最終責任者が明らかでない。

1.6.7 合成塩酸工程

(1) 排ガス処理

反応器で発生した塩酸ガスは、吸収器で水に吸収され塩酸になり、未吸収の塩酸ガスは吸収塔で処理されるようになっているが、処理液は吸収器に供給する水である。

この水の量は、31%の塩酸となるべき量であり、充分とはいえない。塩酸ガスは腐食性も強く、人体だけでなく、架構・配管・機器に対しても良くないので、未反応の塩酸ガスを絶対出さないようにすべきである。

(2) 運転基準値

運転操作基準書（SOP）に示された運転基準値と現実の運転記録が対応していない。

SOPは1990年に制定されたもので、時間が経ってきて設備も変更され、基準値も変わって来たが、SOPが改訂されずに古いままになっている。最新の基準値を早急に成文化すべきである。また、運転日誌には事務所の責任者のサイン欄もなく、誰が最終責任者か明らかでない。

1.6.8 次亜塩素酸ソーダ工程

(1) 塩素吸収方式

苛性ソーダによる塩素の吸収反応は発熱反応であり、次亜塩素酸ソーダは温度が高いと分解し易く、また、残留苛性ソーダがなくなると急激に自己分解を起こす。これらを防ぐための設備、すなわち連続的に温度を調整したり濃度を測定する設備はない。

塩素吸収槽は5槽ありバッチ式に順に使用しているが、急激に塩素ガス量が増えた場合等には対応ができずに、未反応の塩素が大気に出てしまう危険性がある。

(2) 運転基準値

運転操作基準書（SOP）に示された運転基準値と現実の運転記録が対応していない。

SOPは1990年に制定されたもので、時間が経ってきて設備も変更され、基準値も変わって来たが、SOPが改訂されずに古いままになっている。最新の基準値を早急に成文化すべきである。また、運転日誌には事務所の責任者のサイン欄もなく、誰が最終責任者か明らかでない。

1.6.9 その他全般

(1) 運転実績管理

1) 原単位実績

予算原単位は数年変わらず、実績の解析もあまりされていない。また、生産担当部門は、生産量には責任があるが、原単位等の管理には予算作成時点から関与していない。

表Ⅲ-52に原単位予算と実績を示す。

予算・実績の対比や差の原因分析が充分になされていないようである。

表Ⅲ-52. 原単位 予算と実績

項目	単位	予算	96年実績	過去最高
電解工業塩(100%)	kg/t	1,551	1,525	1,547
濃縮工業塩(100%)	kg/t	1,650	1,629.7	1,639
黒鉛	kg/t	6	6.38	5.8
硫酸 (98%)	kg/t	38	41.84	27.5
炭酸ソーダ (95%)	kg/t	7	8.45	5.98
塩酸 (31%)	kg/t	50	56.23	75
炭酸水素ナトリウム (98%)	kg/t	9	15.41	13.33
液塩塩素	kg/t	1,012	1,012	1,009
次亜用NaOH(42%)	kg/t	600	818	503.5
塩素	kg/t	165	215	192
塩酸用塩素	kg/t	330	330	312
水素	m ³ /t	125	125	125
石綿	kg/t		0.77	
苛性ソーダ				
電力	kWh/t	320	303.06	
水	t/t	19	14.07	
石炭	t/t	1.89	1.69	
蒸気	t/t		7.9	
電解電力	kWh/t	2,735	2,664.83	
* (直流)	kWh/t	(2,570)	(2,505)	
液塩				
電力	kWh/t	320	312.91	
水	t/t	13.5	11.71	
次亜塩素酸ソーダ				
電力	kWh/t	15.5	33.13	
水	t/t	4.0	6.72	
塩酸				
電力	KWH/t	53.35	54.11	
水	t/t	13.58	7.74	

*)整流器の交流効率を94%としての計算値

(2) 新設計面の改造・改善

1) 連続安定化運転の問題点

現在生産増のために実施中の、電解・苛性ソーダ濃縮・塩素乾燥工程について、新設計面のフローシートを検討して、連続安定化運転実施のために必要と思われる、新設計面の改造・改善点を表Ⅲ-53にまとめた。

表Ⅲ-53. 新設計画の改造・改善点

工 程	改 造 ・ 改 善 点
電 解	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電解槽の位置決めの基礎を確実に設ける 2. 安全対策を実施する 3. 短絡スイッチを設ける 4. 電解槽の運搬はクレーンで行う 5. 電解槽を増設する 6. 槽入り塩水の流量計を設ける 7. 電解液出口高さを調整可能とする 8. 塩素排ガスの除害行き配管を設ける 9. 塩素ドレン水の処理をする
苛 性 ソーダ 濃 縮	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遠心分離器への供給はポンプで行いサクションを設ける 2. スラリー槽にレキを設け、受槽とポンプを設ける 3. 蒸発缶の抜きポンプを独立させる 4. 水のポンプにミニマムフローを設ける 5. アルカリのドレンは集合管で集めて回収する 6. 凝縮器に蒸気エジェクタを設ける 7. 連続運転可能なように調節弁を設ける 8. 第4缶の蒸気圧力を一定にする 9. 冷却槽をコイル方式とする 10. 冷却析出塩の分離はセトラ方式とする 11. 最終の塩のろ過器を設ける 12. 塩の溶解水槽を設ける 13. 製品濃度を一種類に統一する
塩 素 乾 燥	<ol style="list-style-type: none"> 1. 運転停止原因の詳細調査をし、直ぐに対策する 2. 第1乾燥塔の入口に弁を設ける 3. ポンプの予備機の必要性を検討する 4. 緊急除害塔の停電対策としてヘッドタンクを設ける 5. 圧力コントロールの戻しは、気液分離器の前にする 6. 冷却器の温度計の設置位置を見直す 7. 系内の圧力逃しは圧力の高い方から抜く 8. 冷却塔の温度管理を確実にする 9. ミストセパレータを設置する 10. 冷却器はチューブ式よりプレート式が望ましい 11. 圧縮機はナッシュポンプより遠心式が望ましい

2. 塩素化ポリエチレン

化学廠の経営戦略である塩素誘導品開発の一環として、2年間かけて自社開発したプロセスである。自社技術であることから機密事項が含まれるため、ここではプロセスの詳細には立ち入らず、設備面及び管理面からの現状把握及び問題点抽出を行うこととする。

2.1 生産工程概要

2.1.1 製品

化学廠が生産している製品は、塩素含量30~40%の低塩素化ポリエチレンで、用途はケーブル被覆、パイプ等である。現在は商業生産ではなく、試作の段階にある。

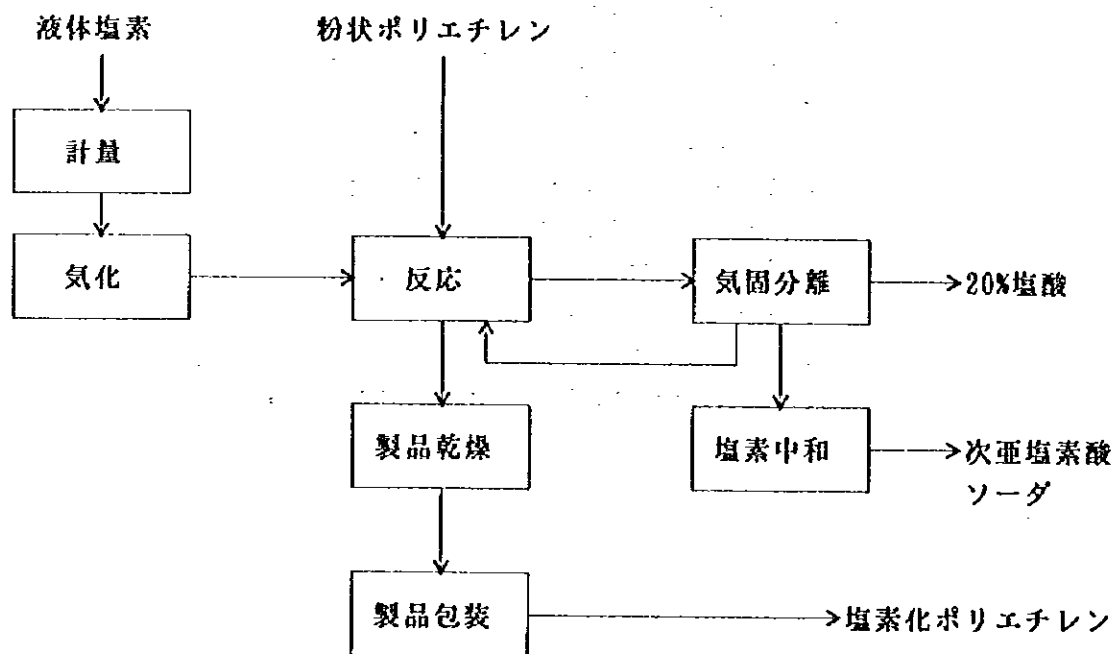
現在の銘柄は低塩素含量品のみ2種類で、国家規格を満たし、需要家に好評な品質のものが製造できている。試作扱いとなっているため、化学廠の生産計画には現れない。また、注文生産である。

将来は高塩素含量品も開発する計画がある。

2.1.2 工程の概要

塩素化ポリエチレン製造工程のブロックフロー図を図Ⅲ-18に示す。

図Ⅲ-18 塩素化ポリエチレン製造工程ブロックフロー



液体塩素を気化し、反応器に吹き込み、粉体の高密度ポリエチレンとバッチ方式で反応させる。残留ガスを分離後、製品乾燥し包装する。

反応では塩素の1/2は遊離塩化水素となるので20%塩酸として回収し、ボイラーの水垢取り、錆取り等の用途向けに販売可能である。

2.1.3 担当部門の組織と人員

試作段階にあるため、塩素化ポリエチレンの生産担当組織は通常の車間ではなく、総エンジニアの下、技術開発部の中にある。総数15名が塩素化ポリエチレンの試作を担当している。

(1) 技術開発部・塩素化ポリエチレン試作グループの構成

塩素化ポリエチレンの試作グループ15人の業務内容は次のとおりである。

- | | |
|----------|---------|
| ①生産管理 | 1名 |
| ②製品分析 | 1名 |
| ③オペレーション | 12名 |
| ④経営 | 1名：製品販売 |

(2) 作業員の勤務形態、班編成及び作業内容

運転は4班3交替制で、1班を3人で構成し次の作業を担当している。

- ①塩素化工程（反応温度・圧力制御）
- ②塩素化工程（塩素流量）
- ③後処理（乾燥及び包装）

(3) 生産管理担当者の業務

1名の生産管理担当者が、受注に基づく製造指示及び実績把握の業務に従事している。受注生産ではあるが、市況には時期的な変動があり、例えば、通常春節前は注文が少ないが、春節後の注文増に備え前作りする等、一部は計画生産の要素も含んでいる。

作業指示に関しては、試作段階であるため全て口頭である。書面による作業指示及び記録は行っていない。

(4) 販売担当者の業務

現在の100t/年の生産能力に見合う販売業務を遂行するため、1名の要員に従事し、次の業務を行っている。

- ①固定客の生産状況調査
- ②市場価格調査（市場新聞等による）
- ③販売代金回収事務処理
- ④輸送手続き

需要家は河南省、天津、江蘇省、山西省にある。天津等の近場はトラックで化学廠から輸送し、遠方には鉄道コンテナで輸送する。いずれの場合も輸送費は需要家が負担する。

1回の受注単位は通常1～6t/回である。

大口需要家2社を主とする固定客があり、電話による注文か、販売店を介しての注文を受ける。

2.1.4 生産能力

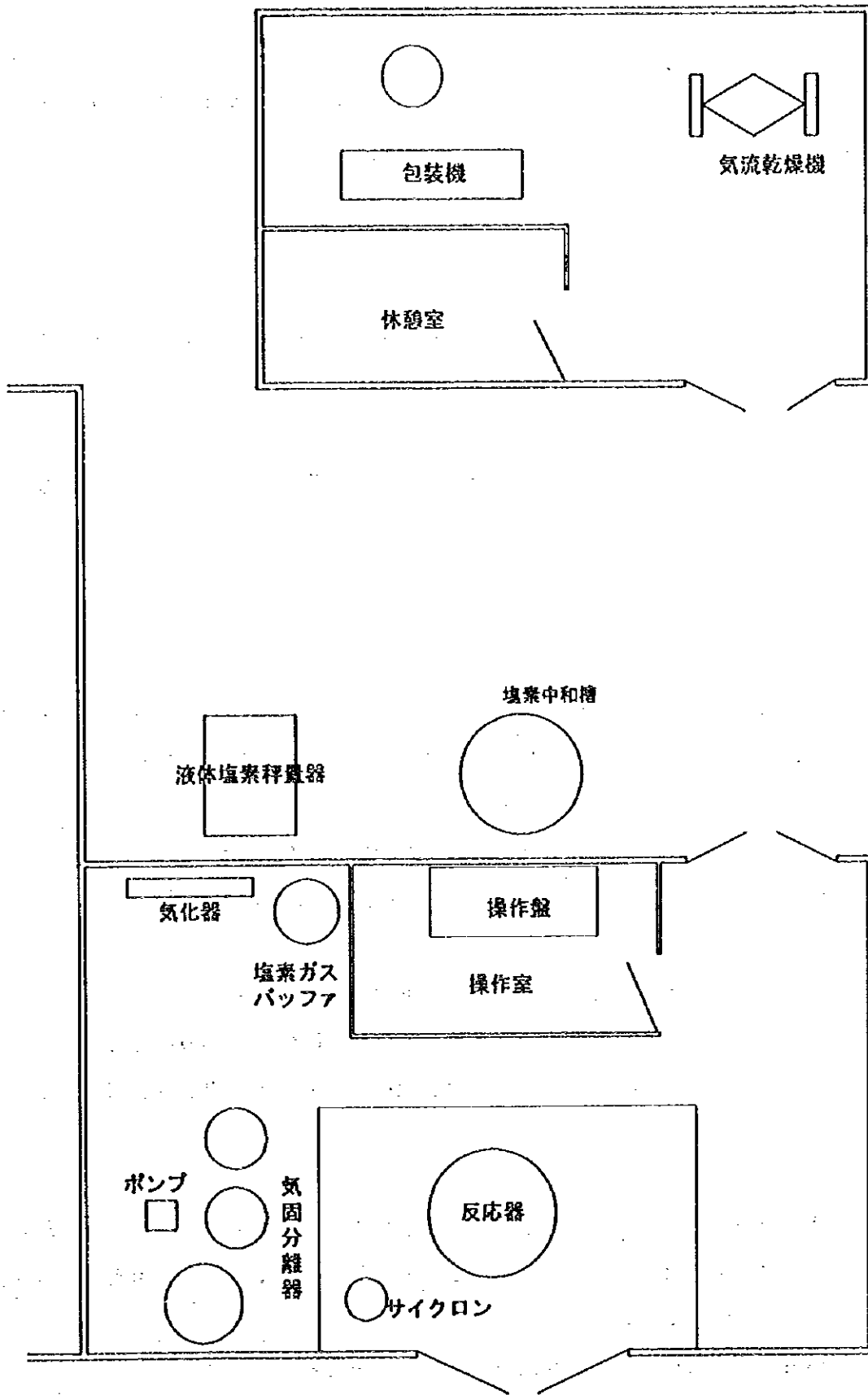
現在の商業規模の試作プラントの生産能力は100t/年である。バッチ方式による製造で、1バッチの製造規模は製品60kg、1日6バッチの運転を行っている。

なお、1997年後半に200t/年の設備増設を計画しており、完成後は商業生産に移行することとなる。

2.1.5 生産設備の配置

図Ⅲ-19に現試作設備の配置を示す。小規模の試作設備であり、反応工程と乾燥・包装工程とが分かれ、既存建屋の中に比較的コンパクトに配置されている。

図 III-19 塩素化ポリエチレン生産設備配置図



2.2 製造プロセス

現プロセスが化学廠の自社開発によるもので機密事項を含み、且つ現状設備は試作用であるため今後の増設あるいは新設に当たっては変更が織り込まれる可能性があること等により、ここではプロセスフローダイアグラム等の記載を省略する。

2.2.1 原材料受入工程

(1) 粉状ポリエチレン

25kg詰め紙袋で受け入れ、各バッチ毎に人力により、40kgを反応器上部から投入する。

(2) 塩素

液体塩素ポンプを受け入れ、秤量器上に設置する。2重管式熱交換器で蒸気により加熱気化後、反応器に導く。

2.2.2 反応工程

原料ポリエチレン40kgを反応器に投入後密閉し、窒素を導入して反応器内の酸素を置換する。その後攪拌機を回しながら塩素を吹き込み、反応圧力0.3MPa以下で反応させる。反応温度は40～160℃で、測定温度を監視しながら人手により塩素流量制御用の手動バルブを操作し、設定温度を保つように制御する。即ち、

(設定温度 - 測定温度) > 0 → 塩素フィード量を上げる。

(設定温度 - 測定温度) < 0 → 塩素フィード量を下げる。

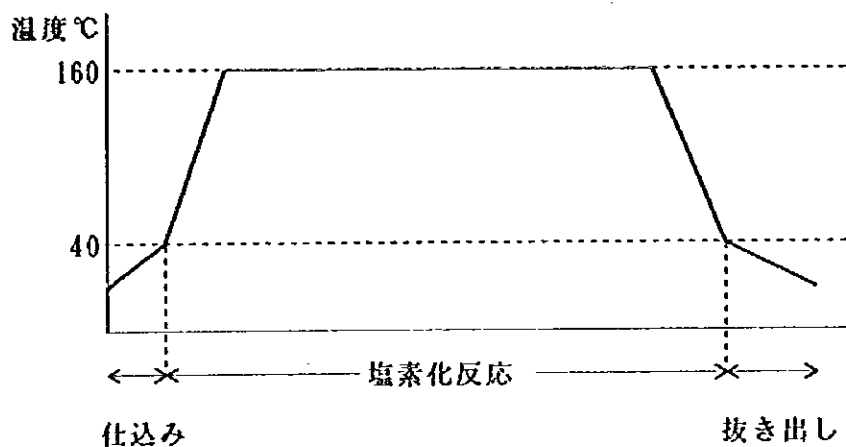
1バッチの仕込みに要する時間は10分、反応時間は150分である。

バッチ反応の進行に伴う反応温度の変化を模式的に描けば図Ⅲ-20の如くである。ここでは反応時に40℃から160℃までの温度上昇勾配、及び160℃到達後の安定化制御が重要と考えられる。

また、反応圧力制御のため、残留塩素及び副生塩化水素を3段の気固分離器で分離し、残留塩素は苛性ソーダ吸収により次亜塩素酸ソーダとして、また副生塩化水素は水吸収により20%塩酸として回収する。

各種の反応条件は、試行錯誤により決めてきたものである。

図III-20 塩素化ポリエチレン反応温度パターン



2.2.3 分離・製品化工程

バッチ反応終了後、製品を反応器下部から抜き出し、別室の気流乾燥器で均質化を兼ねて残留ガス・水分を除去した後包装する。

2.2.4 1バッチの工程別所要時間

1バッチの製造に要する各工程の所要時間を以下に示す。

①原料仕込み	10分
②塩素化反応	150分
③製品抜き出し	20分
④製品乾燥	90分
⑤製品包装	30分

2.2.5 1バッチ当たり物質収支

1バッチの物質収支を表III-52に示す。40kgの原料ポリエチレンを塩素化して60kgの製品を製造するのに塩素48kgを消費するが、約20kgの塩素は副生塩酸となる。

表Ⅲ-54 1バッチの物質収支

項目	物質	量
原料	ポリエチレン	40kg
	塩素	48kg
用役	水	0.5t
	蒸気	2t
	電気	100kWh
	窒素	5m ³
副生品	塩酸(20%)	100kg

2.3 生産設備

2.3.1 現有試作設備

現有試作設備の概要を以下に述べる。

(1) 主要機器

主要機器のリストを表Ⅲ-53に示す。反応器と1基の気固分離器はガラスライニングを採用している。

表Ⅲ-55 主要機器リスト

機器	数量	仕様	備考
①反応器	1基	1,500l グラスライニング	既存品の転用
②液体塩素気化器	1基	2重管式	
③気固分離器	1基	500l グラスライニング	
	2基	300l PVC製	
④気流真空乾燥器	1基		

(2) 配管

ガラスライニング及びPVC製を採用している。

(3) 計装

全てマニュアル運転である。

2.3.2 新設備

1997年後半に、隣接建屋を利用し、200t/年の商業生産用新設備建設を計画している。現有試作設備での経験を踏まえ、次の変更を織り込んでいる。

- ①設備の基礎強化
- ②配管の材質変更（熱応力対策として、鋼化ガラスライニング、またはゴムライニング採用を検討中）
- ③モーターの容量アップ

但し、計装設備は現状並と考えている。即ち、全て手動操作である。

概略の建設工程は次のとおりである。

設備設計	1997年6月～7月
着工	1997年8月
完工	1997年9月
試運転	1997年10月～12月
営業運転開始	1998年1月

2.4 生産検査

塩素化ポリエチレンの試作に関わる検査状況について以下に述べる。

2.4.1 原料ポリエチレン

遼陽石油化学繊維工業公司から購入している原料ポリエチレンの品質規格は次の通りである。

- ①分子量 : 8～10万
- ②MFR : 0.4～0.6 g/10分
- ③比重 : 0.944～0.950
- ④粒径 : <125 μm

即ち、粉状の高密度ポリエチレンである。1回の納入量は100tで、メーカーからは製品検定書が付いてくる。化学廠としての受入検査は、従来実施していない。今後試作から本格生産に移行するに当たっては検査料で実施することを検討している。

2.4.2 製品検査

(1) 製品規格等

製品の品質・性能に関する検査項目、規格及び検定所要時間を表Ⅲ-54に示す。

化学廠の製品は塩素含量約35%の低塩素化ポリエチレンである。塩素含量の他にPVCの耐衝撃性改良材としての用途では残留結晶度が重要といわれている。

表Ⅲ-56 塩素化ポリエチレン製品に関する検査項目・規格・検査所要時間

	単位	標準値	検定所要時間
①塩素含量	%(w/w)	35±2	40分
②残留結晶度	%(w/w)	≤ 25	120分
③表面密度	g/l	≥ 520	20分
④揮発物含有量	%(w/w)	≤ 0.5	80分
⑤篩残(0.9mm径)	%	≤ 2.0	30分
⑥熱分解温度	℃	≥ 165	80分
⑦不純物粒子数	個/100g	≤ 60	20分
⑧ショア硬度	(A)	≤ 85	180分

(2) 検査設備・機器の種類と数量

化学廠が保有する塩素化ポリエチレン製品検査設備・機器を表Ⅲ-55に示す。いずれも特殊なものではない。ショア硬度の検定用サンプル作成装置及び分析機器は保有していない。

(3) 製品検定の頻度

バッチ毎及びロット（10バッチで1ロットを編成）毎の検定を実施している。

但し、ショア硬度は社外に外注しており、抜き取り検査によっている。

(4) 検査マニュアル

1989年制定の塩素化ポリエチレン検査に関わる国家基準に則り、1995年12月に化学廠内のマニュアルを制定し適用している。

表Ⅲ-57 塩素化ポリエチレン製品検査設備・機器

1)塩素含量 ① 燃焼瓶 4 ② 微量ピュレット(5ml) 2 ③ 化学天秤 (感度0.0001g) 1 ④ 無灰濾紙 4	2)残留結晶度 ① 電熱磁力攪拌器 1 ② 水浴 1 ③ 摺合三角フラスコ (250ml) 1 ④ 球形環流冷却器 1 ⑤ 吸引瓶 1 ⑥ 砂芯濾斗 1 ⑦ 薬用上皿天秤 (感度0.01g) 1
3)表面密度 ① 天秤 (感度0.01g) 1 ② 表面密度測定器 1 ③ メスシリンダー 1	4)揮発物含有量 ① 秤瓶 2 ② 乾燥皿 1 ③ オープン 1 ④ 化学天秤 (感度0.0001g) 1
5)篩残(0.9mm径) ① 標準篩 (孔径0.9mm:20目) 1 ② 薬用上皿天秤 (感度0.01g) 1	6)熱分解温度 ① 試験管 2 ② ビーカー 1 ③ 温度計 (目盛0~250℃) 1 ④ 調速電動攪拌器 1 ⑤ 1000W電熱板及び変圧器 1 ⑥ 薬用上皿天秤 (感度0.01g) 1
7)不純物粒子数 ① 測定器 1 ② 薬用上皿天秤 (感度0.1g) 1	8)ショア硬度 化学廠内に検査用機器は無い

(5) 品質実績

本格的な試作生産を開始した1996年以降の製品品質実績を以下に示す。

1)1996年生産品の品質実績

1996年生産品の各検査項目の最低・最高値を表Ⅲ-56に示す。塩素含量が上下にはずれたものがあるが、他の項目は規格内に納まっている。初期の試作段階でもあり、規格内でもばらつきが大であるように見受けられる。

表Ⅲ-58 1996年生産品の各検査項目の最低・最高値

検査項目	規格	1996年製造品実績	
		最低	最高
①塩素含量 % (w/w)	35 ± 2	28	42
②残留結晶度 % (w/w)	≤ 25	10	24
③表面密度 g/l	≥ 520	520	600
④揮発物含有量 % (w/w)	≤ 0.5	0.2	0.5
⑤篩残(0.9mm径) %	≤ 2.0	0.8	2.0
⑥熱分解温度 °C	≥ 165	175	180
⑦不純物粒子数 個/100g	≤ 60	15	32
⑧ショア硬度 (17°A)	≤ 85		

2)連続10バッチ分の品質例

表Ⅲ-57に1997年3月の連続10バッチの品質検査結果を示す。このロットでは10バッチがばらつき少なく製造できていることがわかる。

表Ⅲ-59 1997年3月の連続10バッチの品質

	1997-3-8			1997-3-9					1997-3-10	
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
①35 ± 2	33.5	34.6	34.3	34.8	34.4	34.6	35.6	34.3	33.2	35.8
②≤ 25	18	14	12	15	16	17	16	18	18	11
③≥ 520	600	590	600	610	600	600	610	600	600	600
④≤ 0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
⑤≤ 2.0	1.2	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.6	0.8
⑥≥ 165	175	179	180	180	180	180	180	180	170	180
⑦≤ 60	32	18	40	28	30	36	24	30	32	24

2.5 環境・安全対策

2.5.1 環境保全

特別な職場衛生測定は実施していない。次項で述べる安全設備により塩素及び塩化水素取扱に関わる環境保全対策を講じている。

2.5.2 安全設備等

安全法に基づき、以下に示すような安全設備の設置及び日常管理を行っている。

(1) 安全設備

①安全弁

作動圧は0.3MPaで、作動時は配管で廃ガス吸収用液体苛性ソーダタンクに導く。
設備料の圧力容器管理員により、1回/2ヶ月検定を実施している。

②天窓部のプロアによる換気

(2) 日常の安全管理

①塩素の漏れチェック

各直が作業開始前に、アンモニア水により漏れチェックを実施する。

②防毒マスク

活性炭式、大小2種類が配備されている。

2.6 塩素化ポリエチレン生産に関する問題点

前述の通り、塩素化ポリエチレンは現在試作段階にある。従って、現生産設備は通常の商業生産プラントとは異なり、商業生産に向けての運転条件探索・確立、あるいは今後のスケールアップ用データの採取等の極めて重要な使命を担っている筈である。そうした観点から設備面、管理面の問題点を以下に述べる。

2.6.1 設備上の問題点

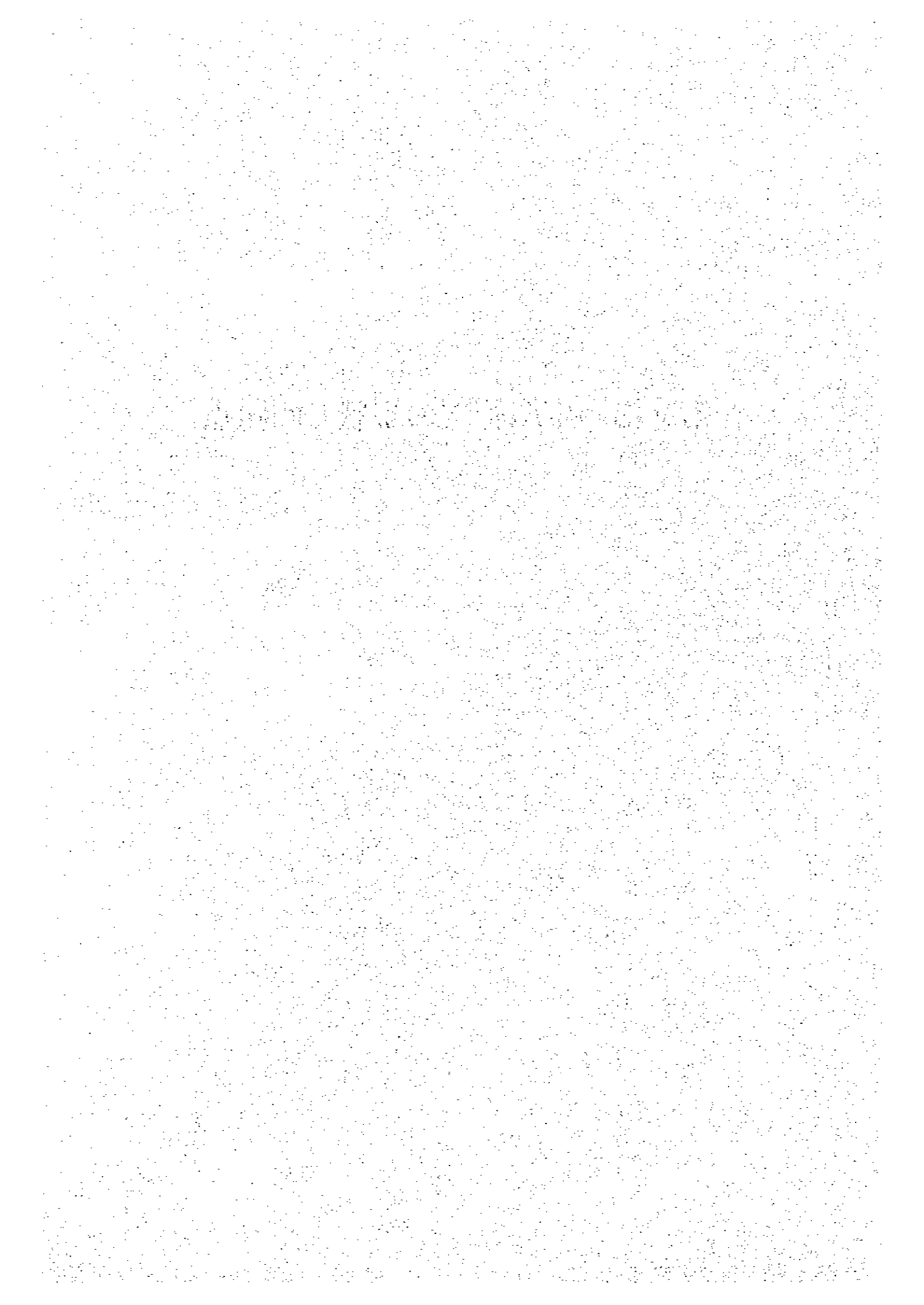
(1) 反応制御を手動に拠っており、安定性に欠ける。従来も規格を満足する製品が製造できているようであるが、運転条件確立のために重要なことは、製品品質と運転条件の相関関係を検討できるような、再現性のある安定した運転である。

- (2) 記録計がないため、運転解析用のデータは全て人手で記録する必要がある。
- (3) 測定装置がないために、ショア硬度を化学廠内で測定できない。外注によっているが、過去にクレームが発生したこともあり、自廠内で検査できる体制を整える必要がある。
- (4) ロット (=10バッチ) 内のばらつきを緩和する設備がない。将来、生産量即ち出荷量が増えた場合に、規格の範囲内でも更に厳しい注文を付ける需要家が出てくる可能性がある。ロット毎にブレンド設備等によって均質化しておくことが望ましい。

2.6.2 管理上の問題点

- (1) 製造指示が口頭によっている。試作の目的を操作員に正しく伝え、後日の運転解析を意味あるものとするためには、ロット毎の運転条件を指示書で明確に伝え、当該ロットの生産中はその運転条件を厳密に守る努力が重要である。
- (2) 運転データの記録が少ない。操作員は反応工程の圧力・温度等を30分毎に記録することとなっているが、150分のバッチ反応の解析をするためには少なすぎる。
- (3) 操作員が採取するデータの信頼性が乏しい。運転解析を行うためには、研究員自らデータを採る必要があるとのことである。

第Ⅳ編 生産管理の現状と問題点



1. 技術開発

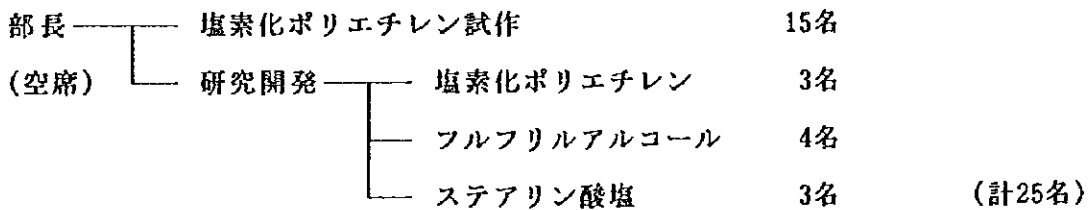
1.1 担当部門・体制・人員

現在、総エンジニアの下で技術開発部が新製品・新プロセスの開発、技術導入に関わる業務を担当している。以下に技術開発部の体制、人員について述べる。

(1) 技術開発部の体制

技術開発部には、現在商業化試作段階にある塩素化ポリエチレンの試作グループ15名を含む25名が所属している。体制は次のとおりで、3テーマの研究開発に計10名が従事している。

図IV-1 技術開発部体制



(2) 開発グループの人員

研究開発を担当する10名の専門技術を以下に示す。

- 1)各開発グループの組長 : 大卒・化学
- 2)他のグループ員 : 大専・化学プロセス : 4名
- 機械 : 1名
- 分析 : 2名

1.2 技術開発テーマ選定と目標設定

技術開発テーマの選定及び目標設定に関する手続きについて以下に述べる。

(1) テーマの選定

技術開発部長が主となり、生産技術者による「新製品開発討論会」を不定期に開催し、新製品開発に係るテーマ選定を行う。テーマの選定基準及び「新製品開発討論会」における

検討内容は次のとおりである。

- ①環境に優しい製品・プロセスであることが前提
- ②自社製品、副産品（水素、塩素）を使った製品を選定
- ③市場調査（例：フルフリルアルコールは医薬、農業に用途多）
- ④プロセスが複雑でないものを選定
- ⑤採算計算

(2) 開発着手

化学廠内で開発研究着手の認可を得るため、次の内容の報告書を作成する。

- ①開発目的
- ②起業概要（開発着手条件が整っているか）
- ③市場動向
- ④技術路線
- ⑤環境保護対策
- ⑥コスト計算

1.3 開発の方法と管理体制

開発テーマ選定後、小規模開発実験（小試）から商業生産に至るまでのフローを図IV-2に示し、開発方法並びに管理体制について以下に述べる。

(1) 小試

テーマ選定後、技術開発部内の試験室での試験（小規模開発実験）に着手する。技術開発用の特別な設備・機器類は無い。

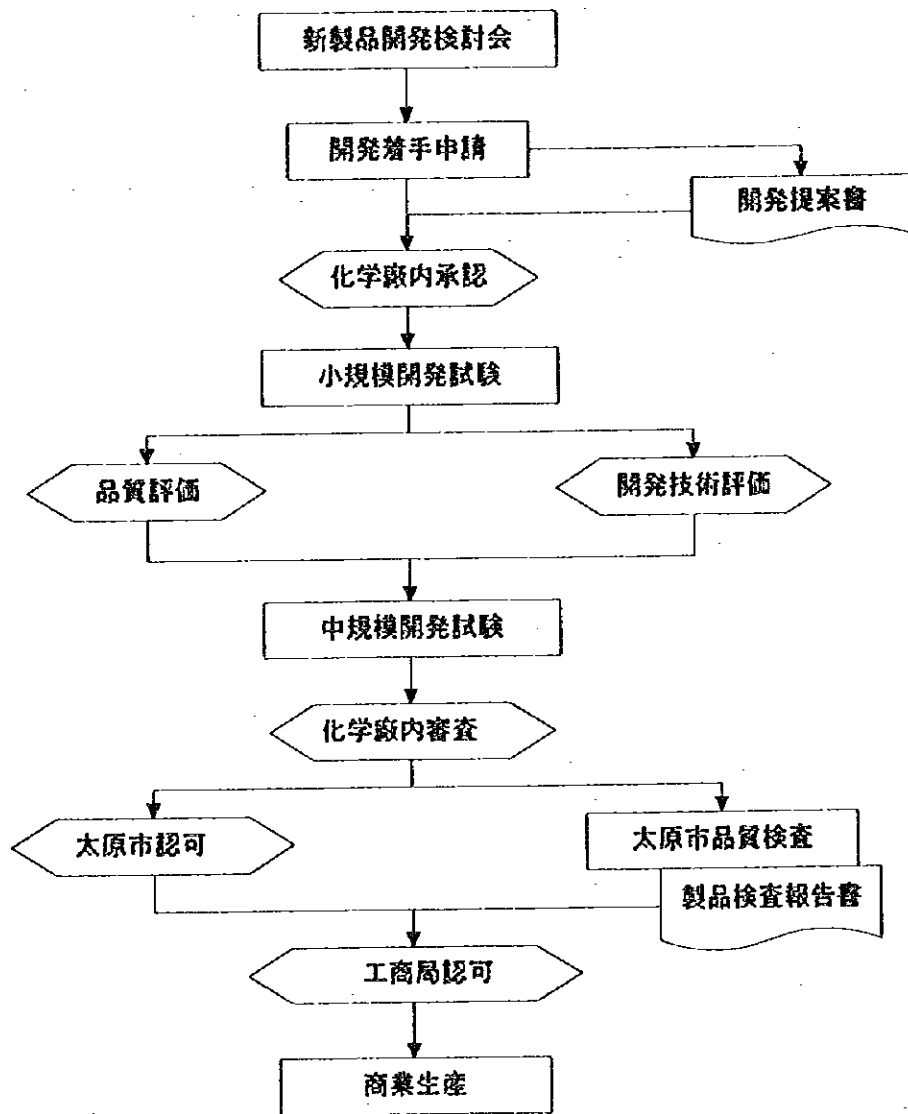
品質面で国家標準または専門標準に達していれば中規模試験（中試）に進む。

(2) 開発予算

毎年10月／末に翌年度の開発企画をまとめ、企業管理科に提出する。開発費として申請する項目は次のとおりである。

- ①設備費（計測費等含む）
- ②原材料、化学薬品
- ③調査費
- ④出張費

図IV-2 技術開発フロー



1997年分としては、28万元申請した。但し、現在の経営状況から、毎月毎に売り上げの状況によって翌月使用可能な開発経費が割り当てられる。

(3) 開発技術評価

不定期に総工師が関係者を召集し、技術評価を行う。メンバーは、技術開発部、財務部、並びに段階に応じ、生産技術科及び設備科。討議内容は、

- ①プロジェクト責任者（組長）が状況説明
- ②討議
- ③次の段階の計画を決める。

段階毎の達成目標はあるが、資金の問題、及び開発要員の問題（臨時に他の組織に割り当てられる）等により、スケジュールどおりには進められないのが現状である。

(4) 中試から商業生産への移行

中規模試験設備による試作から商業規模の設備への移行には、以下の手順を踏む必要がある。

1) 化学廠内部での審査

小試、中試、需要家の意見をまとめた報告書により、次のルートで化学廠内の承認を得る。

技術開発部長 → 総工師・生産副廠長・基建副廠長 → 廠長

2) 太原市関係局の認可取り付け

- ① 労働局（安全面）
- ② 衛生局（労働衛生）
- ③ 環境保護局（環境保全面）

3) 太原市品質検査局の製品検査報告書入手

4) 上記1), 2), 3)を提出し、山西省・科学技術委員会の技術成果処における7人以上の専門家による審査を受ける。審査内容を以下に示す。

- ① 技術の先進性
- ② 経済性
- ③ 環境アセスメント
- ④ 社会的な公益（例：省エネルギー、省資源等）

これにより、

- ① 新製品の場合、増値税17%の25%免税を受けることが可能となる。
- ② 開発費用の補助を受けることが可能となる。

5) 工商局からの生産許可が得られる。

6) 商業生産に着手

1.4 技術報告書

技術開発に係る技術報告書の制度について以下に述べる。

1.4.1 化学廠内部

(1) 段階報告書

研究進捗の段階に応じ、各グループの組長が作成し、技術開発部長宛に提出する。内容は次のとおりである。

- ①市場調査
- ②資料検索
- ③テスト（実験）内容
- ④工業化の可能性

(2) 定期報告書

月報、4半期報、年報等の定期報告書の制度はない。

(3) 技術報告書

技術報告書の作成・提出の制度はない。

1.4.2 外部への報告

太原化学工業集团公司、山西省・経済貿易委員会、化学委員会等への技術進捗報告書制度がある。頻度は規模によって次のように異なる。

- ①大規模なもの：1回/年
- ②小さなもの：2回/年～1回/4半期

1.5 技術情報

国内外の技術情報は、化学廠の収集・保有資料では不十分である。従って、山西省及び太原市の科学技術委員会に行って調査・収集している。

1.6 開発実績と今後の予定

化学廠の技術開発実績、並びに今後の開発及び技術導入計画について以下に述べる。
なお、過去に新製品として検討した塩素化PVCは、現在中国国内で2工場が生産しているが、需要量が少ないので、現在化学廠としての開発計画はない。

1.6.1 過去の開発実績

(1) 塩素化ポリエチレン

自社技術により、固相法の塩素化ポリエチレン製造プロセスを2年かけて開発した。過去、製品の用途等について化学界の機関誌に投稿している。今後、工業所有権を5件取得する予定である。

1.6.2 今後の開発予定

(1) フルフリルアルコール

従来、600t/年の生産能力であったが1996年10月に部分的改造を加え、現在1,000t/年に達している。今後、4,000t/年の能力増強により5,000t/年とする計画を持っている。フルフリルアルコールを開発テーマの一つに選定した理由は次のとおりである。

- ①主原料であるフルフラルの産出量は、山西省が中国で一番多い。
- ②電解水素がある。
- ③現在市況が良い。
- ④化学廠の現有生産能力が小さく、コストが高い。

当プロジェクトの概要を以下に示す。

1)生産規模：フルフリルアルコール4,000t/年の能力増強

2)主要原料：フルフラル、水素

3)工程概要：フルフラルに触媒を用い水素添加する。

4)開発目標

- ①転化率向上のための触媒開発
- ②コスト低下

5)開発方法：外部の研究機関との共同研究により実施することを計画している。

(2) 高塩素化ポリエチレン

現在、試作段階にある自社開発の低塩素化ポリエチレンプロセスの延長技術で、塩素含量61%の高塩素含量塩素化ポリエチレンを生産する計画である。中国国内で化学廠と同じ固相法で高塩素化ポリエチレンを製造しているところがあり、現在2万元/tと価格が高いこと、及び太原市の塗料メーカーから当製品の製造依頼があること等により新製品としての期待が大きい。F/Sは未実施である。当プロジェクトの概要を以下に示す。

1)生産規模：高塩素化ポリエチレン300t/年。当面は低塩素化ポリエチレンの200t/年増産設備計画の完成を待って、既存の100t/年設備を転用する。

- 2) 主要原料：粉末ポリエチレン、塩素、有機溶剤、塗料助剤
- 3) 工程概要：固相法により、粉末ポリエチレンを塩素含量61% まで塩素化する。
- 4) 製品用途：防火塗料、防食塗料、接着剤
- 5) 投資金額：約 540万元

(3) ステアリン酸塩

化学廠独自の技術を開発することを目標とし、現在は基礎研究段階にある。従って、現時点での新製品計画には含まれていない。

1.6.3 今後の技術導入計画

(1) クロロスルホン化ポリエチレン

クロロスルホン化ポリエチレンは弾性に優れた特殊合成材料で、付加価値の高いファインケミカル製品である。当製品は、化学廠の新製品計画の一環として太原化学工業集団公司の「九五計画」に織り込み済みであり、また1995年9月には化学工業部第六設計院によりF/S提案書が作成されている。今後市場調査を行い、その結果により技術導入の申請を行行計画である。当プロジェクトの概要を以下に示す。

- 1) 生産規模：クロロスルホン化ポリエチレン3,000t/年
- 2) 主要原料：粉末ポリエチレン、塩素、二酸化硫黄
- 3) 工程概要：水相-気相法により、先ず粉末ポリエチレンを塩素化した後、さらにクロロスルホン化する。
- 4) 製品用途：
 - ① 建築関係：防水ゴムライニング、工業用建材
 - ② 電線分野：電線ケーブル被覆、計測用ケーブル被覆、絶縁用等
 - ③ 自動車用：

5) 投資金額：約7,860万元

(2) トリクロロイソシアヌル酸

中国国内の既存工場は最大で2,000t/年の規模であるが、収益性が良い。主要市場は輸出向けであるが、付加価値の高い塩素誘導品として期待される。1995年に、太原化学工業集団公司に塩素消費の新製品計画として提出した段階にある。F/Sは未実施である。当プロジェクトの概要を以下に示す。

- 1) 生産規模：トリクロロイソシアヌル酸10,000t/年

2)主要原料：尿素、苛性ソーダ、酸、塩素

3)工程概要：尿素を熱分解して得られるトリポリシアヌル酸を塩素化する。

4)製品用途：低毒性の殺菌剤、漂白剤、及び防縮材

5)投資金額：約5,600万元

1.7 技術開発に関する問題点

(1) 研究要員の経験が少なく、体制整備には問題がある。太原化学工業集団公司の開発部門あるいは集団公司傘下企業の開発部門との技術交流等、集団公司の機能をさらに活用することが望ましい。

(2) 技術開発は長期間を要するものであるが、現在は資金制約等により、長期展望を踏まえた研究活動を実施し得ない状況にある。とはいえ、成り行き任せの技術開発には問題がある。各開発テーマ毎のマスタースケジュールを作成し、それに基づいて年度毎に目標管理を徹底していくことが是非とも必要である。

(3) 開発担当者の成果物は報告書であるが、化学廠には技術報告書の制度がない。技術開発の成果を客観的に記録・集大成し、継承していくために、月報・年報及び節目毎の技術報告書の作成・提出を制度化し実行することが望ましい。

(4) 塩素化ポリエチレンの章で述べたとおり、基礎データの採取に関しては、量・信頼性ともに問題がありそうである。

2. 販売管理

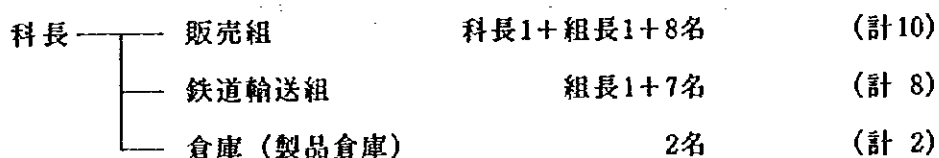
2.1 担当部門・体制・人員

販売科が販売、製品の輸送及び製品在庫管理の業務を担当する。

(1) 販売科の体制

販売科の科長以下20名の体制は次のとおり輸送・製品在庫管理を除く販売業務には半数の10名が従事している。

図IV-3 販売科体制



(2) 業務内容

販売組の10名は次の業務を担当する。

- ①フルフリルアルコール・酸素以外の製品の販売 *1)
- ②他社の価格、市場状況等の情報収集

販売組の担当者がユーザーに出張して情報を得る。

*1)フルフリルアルコール及び酸素は独立現場として請負制を採っている。

(年間の利益を請負い、価格は自由に設定可)

2.2 販売計画・価格決定手順

2.2.1 販売計画

(1) 需要家注文会

毎年10月に翌年の注文を受けるために、需要家注文会を経営副廠長が開催する。年ごとに場所を変え、需要家を招待するもので、主として山西省、河北省、江蘇省等の需要家から廠長、科長クラスが約30人参加する。

需要家注文会では、1年分の量を月ごとに決めて契約書を締結する。契約には支払条件も含まれるが、価格は決められない。

苛性ソーダに関しては、需要家側は通常2社購買制を採っている。

(2) 集团公司からの割当

毎年末に太原化学工業集团公司が集团公司配下各廠の次年度生産量割り当てを下達する。この数量は、任務としての参考値であり、通常上記の需要家注文会で受けるものが多い。

(3) 年度計画への織り込み

上記の注文量を基に、企業管理科と協力して翌年度の販売量見込みを作成し、企業管理科が翌年度の経営計画に織り込む。

2.2.2 販売価格

(1) 廠長、経営副廠長、販売科長、財務科長、企業管理科長が翌年度の販売価格の下限值及び上限値を決定し、翌年度の経営計画に織り込む。

(2) 販売科は経営計画で定められた価格の下限/上限の範囲内で価格設定をすることができる。

(3) 上記下限/上限の範囲外（主として下回るケース）とする必要がある場合には、新たに価格決定会議を開催して決める。

(4) 緊急を要する場合には、廠長の特別決済で安値販売をすることもある。

2.2.3 販売額

経営計画策定時に、財務科で翌年度の売上総額を算出し、それを販売科が請け負う。

販売科の努力により販売総額が計画値を上回れば、差額は従業員への給与上乘せ等の販売科インセンティブとなる。

2.3 販売業務の流れと代金回収

2.3.1 月次の販売業務

(1) 月次業務

月毎の注文書はない。販売契約に基づき、毎月需要家に翌月の注文の確認を行う。通常、電話で価格を連絡し、量の確認を行う。値上げの場合には手紙により連絡することもある。地域毎に次の担当分けをしている。

山西省内 3人

太原市内 2人

山西省外 3人

(2) 出荷業務

順調な場合には

- ① 山西省内：需要家がトラックで取りにくる。出荷時の手続きは、トラックに乗ってきた需要家が、化学廠の出門証にサインするのみである。
- ② 山西省外：化学廠から送り状を付けて送る。

2.3.2 請求・代金回収業務

製品の納品後、請求によりすぐ入金する。請求書は発行しない。

2.4 客先からの各種要望状況

調査団が苛性ソーダの需要家である太原日用化学総廠を訪問し、要望事項を聴取した結果の記録を頁IV-13に示す。同じく塩素化ポリエチレン需要家の一である山西星軒プラスチック製品有限公司の訪問記録を頁IV-14に示す。

また、一般的な客先からの要望状況について以下に述べる。

2.4.1 苛性ソーダ

(1) 価格に関して通常は問題ないが、市況により競合他社（例：太原化工廠）が価格を下げる場合があり、その場合にユーザーから化学廠の製品は他社品に比して高いと指摘される。

(2) イオン交換膜法品に比べ、品質面では劣るが価格が100元/t以上違うので、隔膜法製品が市場で不利とは考えていない。

(3) 1996年から1997年にかけて2度、固体苛性ソーダの硬度が高過ぎて需要家からクレームが来たことがある。品質には問題なく、ドラム缶を壊すのに時間・手間がかかることに對するもので、需要家で余分に掛かった経費を化学廠が負担し、現地で作業要員を雇って

送り込んだ。

化学廠内では、原因究明の結果、ドラム充填後の冷却が速すぎたことが判り、対策として次の事項を実施した。

①釜出し後の冷却を極力ゆっくり行う。

②釜の温度を360℃から380℃に上げる。

これらは従来、操作マニュアルには規定がなく、またその後の改訂も行っていない。

(4) 化学廠の特徴は、きめ細かいサービスを提供することと考えている。

2.4.2 塩素化ポリエチレン

(1) 生産開始当初は品質の不安定という問題があったが、現在は安定している。

(2) ショア硬度測定用の機器がないため、硬度測定を外注していることが問題になることがある。ケーブル用に出来の良いサンプルを蘭州の需要家に送った後、1996年前半に多量納入したロットの引張り強度が不足し、クレームが発生した。

(3) 銀川プラスチック工場、軒崗プラスチック工場からは特別な要求はない。

2.4.3 モノクロル酢酸

(1) 需要家は現在、1級品を欲しがすが、化学廠の製品は2級品である。(塩素濾過の温度・時間及び結晶化の工程制御に問題がある。) 1級品を欲しがする需要家に対しては、極力良いものを出しますと言って売り込むが、売り難い。

2.5 販売管理に関する問題点

(1) 顧客のニーズ把握及びその製造・技術部門へのフィードバックが必ずしも充分ではない。

(2) 輸送費を顧客が負担するシステムには問題がある。将来の拡販を考えると輸送費を化学廠が負担することも検討するべきである。

(3) 酸素・フルフリルアルコールが利益請負制で販売価格を自由に設定し、成果を挙げているということは、裏返せば他の製品の販売に関しても販売活動の活力を向上させ、拡販の余地があることを示唆している。酸素・フルフリルアルコール以外の製品では、新規顧客の開拓努力が不足しているともいえる。

[需要家訪問調査-1]

太原日用化学総廠（苛性ソーダ需要家）

所在地：山西省太原市

訪問日：1997.3.11（火）

面会者：[需要家側]李文生生産副廠長、李有文総工程師、鄭秀榮調達科長

[調査団側]謝経営副廠長、西山、村越、青木、趙（通訳）

(1) 企業概要

①1953年創業、軽工業部に属する国有企業（太原市所轄）

②営業品目 12種32品目ある。

・洗濯石鹼 ・粉石鹼 ・化粧石鹼 ・薬用石鹼 ・工業用石鹼 ・透明石鹼
・グリセリン ・珪酸ソーダ ・ニノア

③従業員数 1,000人

④売上高 (1996) 5,926万元 (1995) 6,706万元

(2) 苛性ソーダの用途 石鹼・化粧石鹼製造用

(3) 化学廠からの購入量（100% NaOH換算、t）

1992	1993	1994	1995	1996	1997（予定）
653	848	924	1,080	849	1,500

1997年の数値は1996年の発注会での契約数量。

従来、生産順調であり、注文会の契約量通りに購入されている。

(4) 実際の発注量

近いので全て電話による発注で、1ヶ月分まとめて発注する。電話による発注でトラブルが起きたことはない。

(5) 化学廠の製品購入の理由

①品質が中国標準に合っており、安定している。

②納期を守ってくれる。

③サービスが良く、休日でも必要なら出荷してくれる。太原日用化学総廠の受入タンクは、8t及び4t各1基であり、使用量に対し小さい。多い日には、3回/日納入。

④価格が合理的である。

(6) 化学廠以外の購入先

太原化工廠のみ。購入量は化学廠の方が少し多い。

(7) 化学廠の製品に対する要求項目：特になし。

【需要家訪問調査-2】

山西星軒プラスチック製品有限公司（塩素化ポリエチレン需要家）

所在地：山西省原平市軒崗

訪問日：1997. 3. 14（金）

面会者：〔需要家側〕張柏平副総経理、苗建新生産部長他

〔調査団側〕游企業管理科長、西山、青木、登坂、三澤他

(1) 企業概要

- ①台湾企業との合併企業。
- ②営業品目：発泡PVC成形、及びそれを用いた家具
- ③従業員数：97人
- ④売上高：1,000万元

(2) 塩素化ポリエチレンの用途

低発泡PVCの補助材料として攪拌・造粒後、押し出し成形する。

(3) 化学廠からの購入量（実績及び予定）

1996	1997	1998
10t	15t	29t

(4) 化学廠の製品購入の理由

- ①太原化学工業集团公司に塩素化ポリエチレンのメーカーを問い合わせたところ、化学廠を紹介された。
- ②化学廠の製品品質が使用仕様に合っていた。

(5) 化学廠以外の購入先

現在のところはない。化学廠の製品の方が仕様に合っていた。

(6) 化学廠の製品に対する要求項目：

製品品質の安定を望む。

- ①色相：規格に色相はないが、「純白の粉状」製品との規定がある。

時折、色の着いた製品が入ることがある。都度返品している。

- ②吸湿し、凝集した場合もある。

(7) 化学廠の販売員の訪問頻度

過去5回。

3. 調達管理

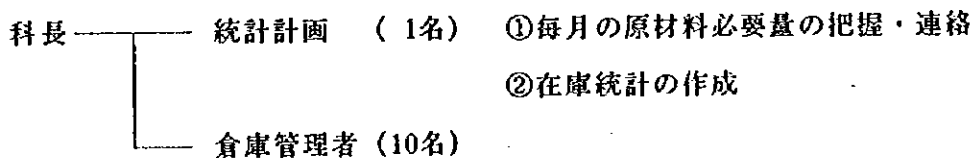
3.1 担当部門・体制・人員

調達業務に関しては、原材料等の購入計画及び購入品の品質・在庫管理を材料管理科が、また購買業務を調達科が担当している。

(1) 材料管理科

科長以下12名の材料管理科の体制は次のとおりである。倉庫管理者10名が購入品の在庫管理を担当している。

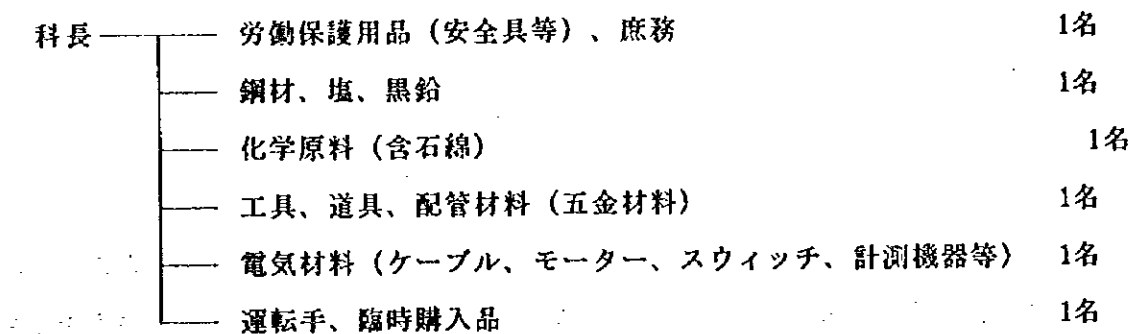
図IV-4 材料管理科体制



(2) 調達科

科長以下7名の調達科の体制は次のとおりである。調達品を6群に分け、各1名が購買業務を担当している。

図IV-5 調達科体制



保温、建築材料の購買業務は服務会社に外注する。

3.2 調達業務の流れ

3.2.1 品目と発注先

(1) 主要調達品

年1回まとめて発注するもので、次のものがある。

①工業塩：毎年通常11月に中国塩務総局が主催する全国の注文会で発注する。

生産工場と需要家の代表が集まり、次年度の売買契約を結ぶ。

②硫酸：太原化学工業集团公司・硫酸廠に発注する。

③電極用黒鉛：メーカーは2社しかない。

江蘇省・南通炭素廠（化工部）と吉林省・吉林炭素廠（冶金部）である。

化学廠は前者に発注する。

④金属陽極：北京化工機械廠に発注する。

⑤氷酢酸：大慶石油化学総廠が安くて（5,400元/t）品質も良い（純度99%）が、量が確保できない。他工場は純度98%で5,600元/tである。

(2) 一般調達品

車間からの所要量を、約2回/月の頻度で材料管理科がまとめ調達科に連絡する。調達科は都度買いに行く。

3.2.2 購入価格

企業管理科が予算のベースとなる価格の上限を設定し、調達科はコスト（価格＋輸送費）が最小なものを選定する。

工業用塩は統制価格であり、購入費用は輸送費で決まる。

3.3 調達計画・予算

毎年10月初旬に、次年度の経営計画のベースとなる生産量計画を企業管理科が作成し、関連部門に連絡する。この生産量計画に購入品の市況を考慮に入れ、次年度の購入予算を材料管理科が作成する。購入予算には、原料の輸送費も含まれる。

3.4 納期管理

特別な納期管理は行っていない。特に電極と氷酢酸は売り手市場であり、代金先払いが必要である。一般調達品は、銀行小切手を持参すれば即納である。

3.5 調達業務に関する帳票，伝票類

調達業務に関連する帳票類には次のものがある。

- ①発注契約書
- ②入庫伝票
- ③材料管理科が作成する購入計画書（年度及び月次）

購入先に対する注文書は発行しない。購入先からの領収書があるのみである。

3.6 購入品の品質管理

3.6.1 品質基準

主要購入品である工業塩及び工業用硫酸の品質基準を表IV-1に示す。

国家基準GB5462-85 によっており、工業塩は3級以上を合格としている。

表IV-1 主要購入品品質基準

品名	項目		特級	1級	2級	合格
工業用塩	塩化ナトリウム	% \geq	95.50	94.00	92.00	89.00
	水分	% \leq	3.30	4.20	5.60	8.00
	水不溶物	% \leq	0.20	0.40	0.40	0.50
	水溶性雑物	% \leq	1.00	1.40	2.00	2.50
工業用硫酸	硫酸	% \geq	98.0			

3.6.2 購入先の品質管理審査状況

- (1) 購入先からは、通常出荷検定書が付いてくる。
- (2) 不合格率のデータは採っていないが、過去1年間で2回位あった。

3.6.3 受入検査

検査科が抜き取りで受け入れ検査を実施する。

3.6.4 不合格品発生時の処置と対策

不合格の場合

①返却、または

②状況により措置をして使用

いずれも購入先に行って先方担当者と共に検査する。

3.7 調達管理に関する問題点

(1) 輸送費を負担する等、「売って貰う」購買である。将来、製品品目の増加に伴い購入品目・量が増加することに備え、詳細な購入仕様書に基づく「良いものを安く買う」購買への指向が必要である。

(2) 設備・機器部品の購入を設備科が担当することは、一元管理の思想からは合理的でない。徹底した有利購買を図るために、機能の一元化が望まれる。

(3) 納期データ・不合格品データが採られていない。従来の受け身の購買からの変革を図るためにはかかるデータの整備が不可欠である。

4. 在庫管理

4.1 担当部門・体制・人員

原材料に関しては材料管理科が在庫管理担当部門であり、倉庫管理者10名が原材料の在庫管理を担当する。

製品に関しては販売科が在庫管理担当部門であり、製品倉庫担当者 2名が製品の在庫管理を担当する。

4.2 在庫品の種類・数量

(1) 購入品の納入荷姿

原材料，助剤，購入品の納入荷姿と保管方法は次のとおりである。

- | | | | |
|----------------------------|----|----------|-----|
| ①工業塩 | 麻袋 | 50～100kg | 倉庫有 |
| ②黒鉛 | | | |
| ③塩酸 | 缶 | | |
| ④ Na_2CO_3 | 袋 | 50kg | |
| ⑤石綿 | 袋 | | |
| ⑥硫酸 | 缶 | (各車間で保管) | |
| ⑦ BaCl_2 | 袋 | 50kg | |

この他に NaNO_3 (袋 50kg)があるが、量が少ないので原材料とは呼んでいない。

(2) 主要在庫品

主要在庫品の保管状態を表IV-2に示す。工業塩と苛性ソーダ以外は大量の貯蔵は不可能である。

表IV-2 主要在庫品の保管状態

品名	保管状態
①工業塩	屋根付き倉庫 麻袋入 (50kg, 100kg)
②液体塩素	枕型タンク 40t X 3基 政府基準により、在庫量上限は80t
③塩酸	FRP製タンク 100t X 2基
④42%苛性ソーダ	80m ³ タンク X 2基
⑤固体苛性ソーダ	200kgドラム
⑥次亜塩素酸ソーダ	ポリエチレン製タンク 7m ³ X 4基

4.3 在庫管理の方法

4.3.1 在庫数量，発注点の管理

材料管理科が使用量と輸送量により最低在庫レベルを設定する。例として、工業用塩の在庫量は通常6,000t（3ヶ月分）に設定している。実在庫が最低在庫レベルに達した時点で発注する。主要原材料の購入量は年1回の注文中でほぼ決まるが、発注量は輸送量を考慮して決める。

主要品目の適正在庫データを表IV-3に示す。

表IV-3 主要品目の適正在庫量

品目	標準使用量	発注量	適正在庫量	1996/末在庫量
工業塩	2,000t/月	300~500t/回	> 6,000t	4,000t
硫酸	60t/月	40t/回		
黒鉛	10t/月	60t/回	>10t	30t

4.3.2 入庫，出庫と在庫数量の管理方法

(1) 入出庫管理

入庫伝票、及び出庫伝票がある。払出伝票は車間控、倉庫用、材料管理科宛の3連で、車間主任がサインすることにより承認される。

(2) 在庫数量管理

材料管理科が在庫月報を作成する。棚卸しを1回／月実施し、実在庫の確認をする。

4.4 在庫管理に関する問題点

(1) 工業塩には長期滞留品がかなりあり、殆ど死蔵化しているようである。その量が正確に把握されているとは見受けられない。

5. 工程管理（生産計画と製造管理）

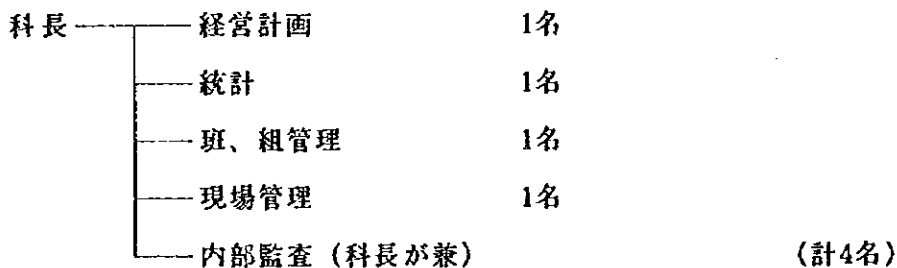
5.1 担当部門・体制・人員

廠長直屬の企業管理科が年度及び4半期生産計画、並びに生産実績管理を、また生産副廠長管理下の生産技術科が日次の生産調整業務を担当する。

(1) 企業管理科

科長以下4名の企業管理科の体制を以下に示す。

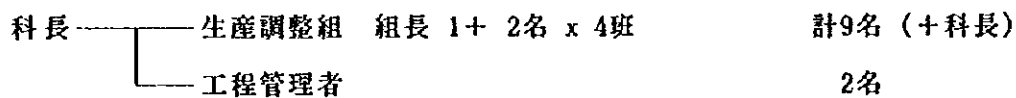
図IV-6 企業管理科体制



(2) 生産技術科

科長以下12名の生産技術科の体制を以下に示す。

図IV-7 生産技術科体制



5.2 担当部門の業務

5.2.1 企業管理科の業務

(1) 経営計画

経営計画担当部門として毎年の経営計画策定及び実行管理を行う。

(2) 統計

生産活動に関わる次の各統計を作成する。

① 毎日の生産量

②毎月の予算実績対比

③各種統計表の作成（他部門からの要求による）

(3) 班、組管理

(4) 現場管理

各現場に対する要求項目の達成度を管理する。例を次に示す。

①漏れ無し工場：漏れ発生の回数／月が、漏れの発生する可能性のある部分（フランジ、弁等）の総数の1/1000以下であること。

②清潔文明工場

③六好工場（吉林レベル）

(5) 内部監査

毎月、各車間の成績考課を次の項目に従って実施する。

①製品の量

②品質

③利益

④安全

⑤環境

5.2.2 生産技術科

生産技術科が担当する生産調整及び工程管理の両業務について以下に述べる。

(1) 生産調整業務

1) 圧力、温度、流量等に関する各車間間の調整

連絡ルートは 車間→生産技術科→車間 で、車間間で直接連絡はしない。

問題がある場合には、生産技術科から車間への指示書を出す。

2) 設備故障時の設備科への指示

連絡ルートは、車間→生産技術科→設備科→設備修理現場または電気計測器現場

3) 大故障の処理

内容により専門家（設備科、エネルギー科、安全技術科、環境保全科、車間、調達科、販売科等）と共同で対応策を講じる。

4) 水、電気、蒸気等の調整

5) 各車間間の生産バランス調整

6) 廠全体の生産開始、生産停止調整

7) 月1回の廠全体の修理計画作成

生産調整会議で決定した修理項目に対し、日程、時間を決める。

8) 毎日8:30から調整会議の開催

生産副廠長、車間主任、販売科長、調達科長、エネルギー科長、安全科長が出席する。

9) 生産実績統計

各直・各組の製品・中間品に関する生産実績のまとめを8時間毎に行う。電話で各現場に問い合わせ、生産調整日記として申送り用に作成するものである。

10) 緊急時の廠幹部への報告

(2) 工程管理業務

1) 毎日の各車間パトロール

- ①各工程の操作員の操作状況の検査・把握
- ②工程技術操作の指導
- ③生産調整日記の記録状況チェック
- ④現場検査員の検査状況チェック（成績査定用）

2) 作業者からの問い合わせに対し、工程技術に関する説明を行う。

3) 毎年の技術改造計画策定及び実施

大改造は廠で、小改造は車間で行うので、生産技術科の担当は中改造が対象である。

4) 技術改造に関する小集団活動からの意見反映

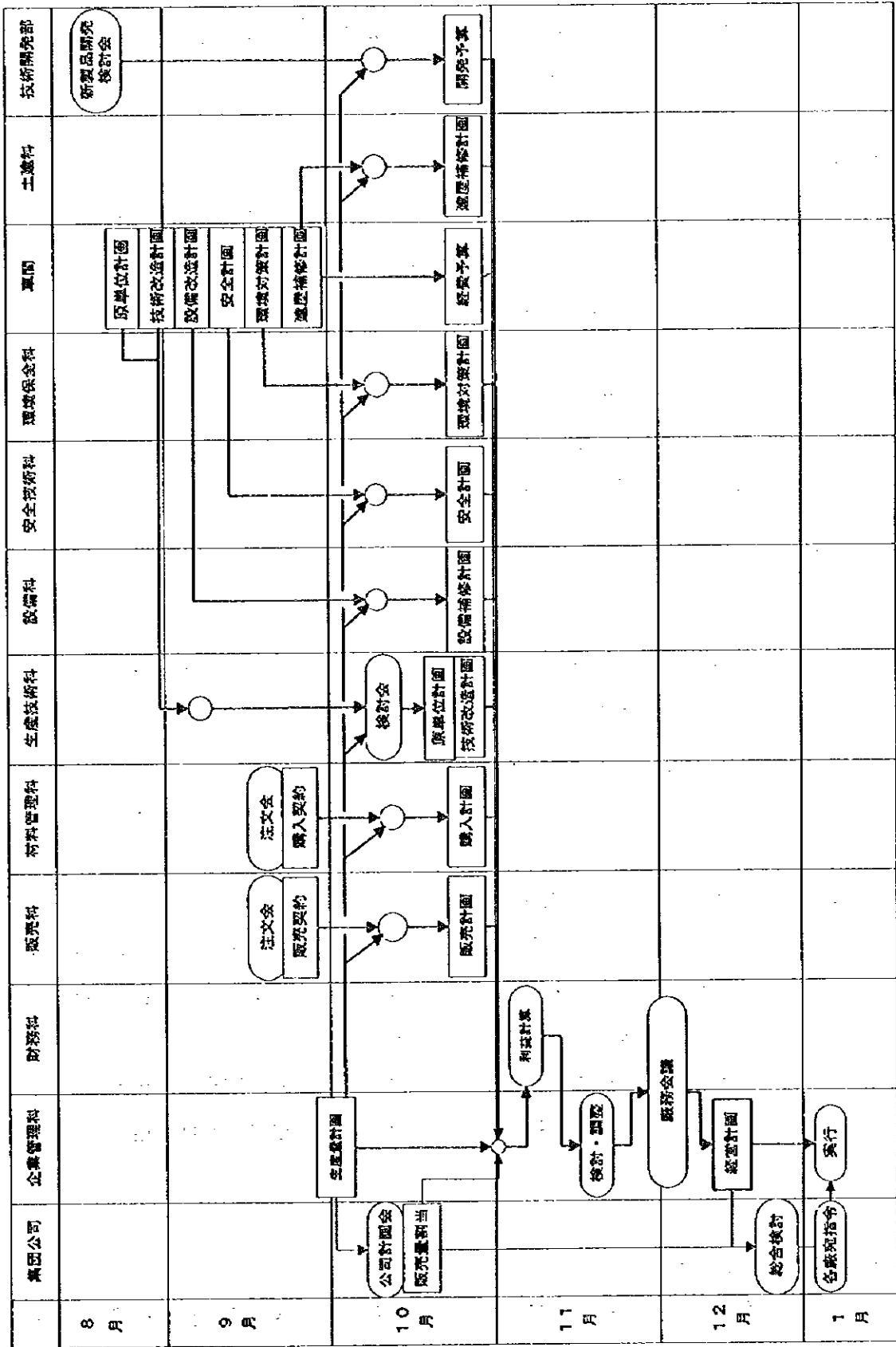
5) 原材料の消費状況の統計と分析

6) 1回/週、各車間工程管理者による難しい問題検討のための「検討会」を開催する。

5.3 生産計画策定

試作段階にある塩素化ポリエチレンを除き、化学廠の生産形態は計画生産である。モノクロル酢酸の如く、需要に季節性が強い製品もあるが、基本的には経営計画と称する年次生産計画で翌年度の生産計画を策定するシステムとなっている。図IV-8に経営計画策定フローを示し、以下にその手順について述べる。

圖IV-8 經營計畫策定フロー



5.3.1 年度及び4半期生産計画

毎年末に、翌年度の生産計画を含む経営計画を策定する。経営計画の策定には、企業管理科の担当者2名が中心となり、10月から約2ヶ月かかる。

(1) 各車間の検討

各車間は10月末の企業管理科宛資料提出に備え、8月から9月にかけて経営計画用の予備検討を行い、次の項目毎に各取りまとめ担当科に提出する。

- ①原単位 : 生産技術科宛（原材料及びエネルギー原単位）
- ②技術改造計画 : 生産技術科宛
- ③設備補修計画 : 設備科宛
- ④安全計画 : 安全技術科宛
- ⑤環境対策計画 : 環境保全科宛
- ⑥建屋補修計画 : 土建科宛

(2) 生産量計画

企業管理科が、次年度の年間及び4半期ベースの生産量及び産値予定を10月初旬に作成する。生産量計画の基となる生産能力は企業管理科が実績値として把握している値を採用する。従って、増設あるいは改造等により、次年度に能力増強が計画されている場合でも、それによる生産能力アップは織り込まない。また、産値計算の基は1990年に政府指定による「90年不変産値」を用いている。

企業管理科は、作成した生産量計画を

- ①10月に山西省化工庁及び太原化学工業集団公司在それぞれ1回開催する「公司計画会」に提出する。「公司計画会」では、山西省化工庁あるいは太原化学工業集団公司から製品販売量の割り当てがある。
- ②廠内の関係部門、即ち財務科、材料管理科、調達科、販売科、生産技術科、設備科、エネルギー科、安全技術科、環境保全科、土建科、及び技術開発部に連絡する。

(3) 各部門の計画作成

企業管理科からの生産量計画を受け、各部門はそれぞれの次年度予算を作成し、10月末に企業管理科に提出する。

1)販売予算 : 注文会での契約状況を踏まえ、販売科が作成する。

- 2) 購入予算：概算計画及び市況を勘案し、材料管理科が作成する。
- 3) 原単位：生産技術科が各車間からの計画値を取りまとめ、生産副廠長、車間主任、生産技術科の会議により方針を決定する。
- 4) 技術改造計画：生産技術科が事務局となり、生産副廠長、総工程師、車間主任、生産技術科の会議により個別計画を決定する。
- 5) 設備補修計画：設備科が取りまとめる。
- 6) 上記の他、製造部門に関しては、安全技術科が安全計画を、環境保全科が環境対策計画を、また土建科が建屋補修計画を取りまとめる。
- 7) 開発予算：技術開発部が技術開発のための設備計画、原材料・化学薬品等の消耗品予算、調査費、及び出張費等の開発予算としてまとめ、提出する。

(4) 利益計算

企業管理科が関係各部門からの提出資料を取りまとめたものに基づき、財務科が10月末から11月初旬にかけて利益計算を実施する。

計算の基となる管理費は財務科が、労務費は人事労務給与科から、製造経費は各車間の提出値を採用する。

(5) 廠務会議

前項の利益計算に基づき、企業管理科が利益向上策等について各部門と調整し、次年度経営計画として取りまとめる。11月末または12月初の廠務会議に上程し、廠長の承認をもって決定する。

(6) 集团公司からの指令

決定した経営計画を太原化学工業集团公司に連絡する。集团公司では、傘下企業のバランスを考慮し、年初に各企業宛に次の項目からなる指令を出す。

- ①生産量
- ②販売量
- ③利益
- ④経済指標（管理費・財務費用・利子等）
- ⑤在庫量
- ⑥販売率（生産量に対する販売量比率）
- ⑦安全目標

⑧設備保全目標（「漏れ無し」等）

⑨環境保全

集团公司からの指令には、長期戦略等は含まれない。

5.3.2 月次計画

月次の生産状況を勘案し、企業管理科が毎月24日に翌月分の生産計画を作成する。特殊事情がなければ廠長の承認のみで決定し、このための会議はない。

5.3.3 日次計画

生産技術科が担当であるが、特別な日次計画資料は作成しない。前述の生産調整業務の範囲で遂行している。

5.4 生産実績把握

5.4.1 生産量

1) 毎日、各車間では各工程小組からの日報を取りまとめ、車間の生産日報として企業管理科宛報告する。企業管理科は産値の累積達成度等をチェックし、次のルートで関係先に報告する。

各車間 → 企業管理科 → 廠長、生産副廠長、経営副廠長、生産技術科

2) 企業管理科は日次の生産実績を累計し、毎月25日締めで月次の生産実績を把握し、月次決算用の生産月報を作成する。ここでは、自家消費用の塩酸等を含んだ生産量・在庫量の実績値が報告される。生産実績統計は、企業管理科が作成する廠全体のものの他に、小組分及び車間分とがある。車間が作成する統計資料は、主として企業管理科の作成資料をチェックするためのものである。

5.4.2 設備稼働率

日次の実績をベースに設備科が、実績時間/計画時間で稼働率を計算し管理している。

5.4.3 用役使用量

蒸気の使用量実績把握手順は次のとおりである。他の用役もこれに準ずる。

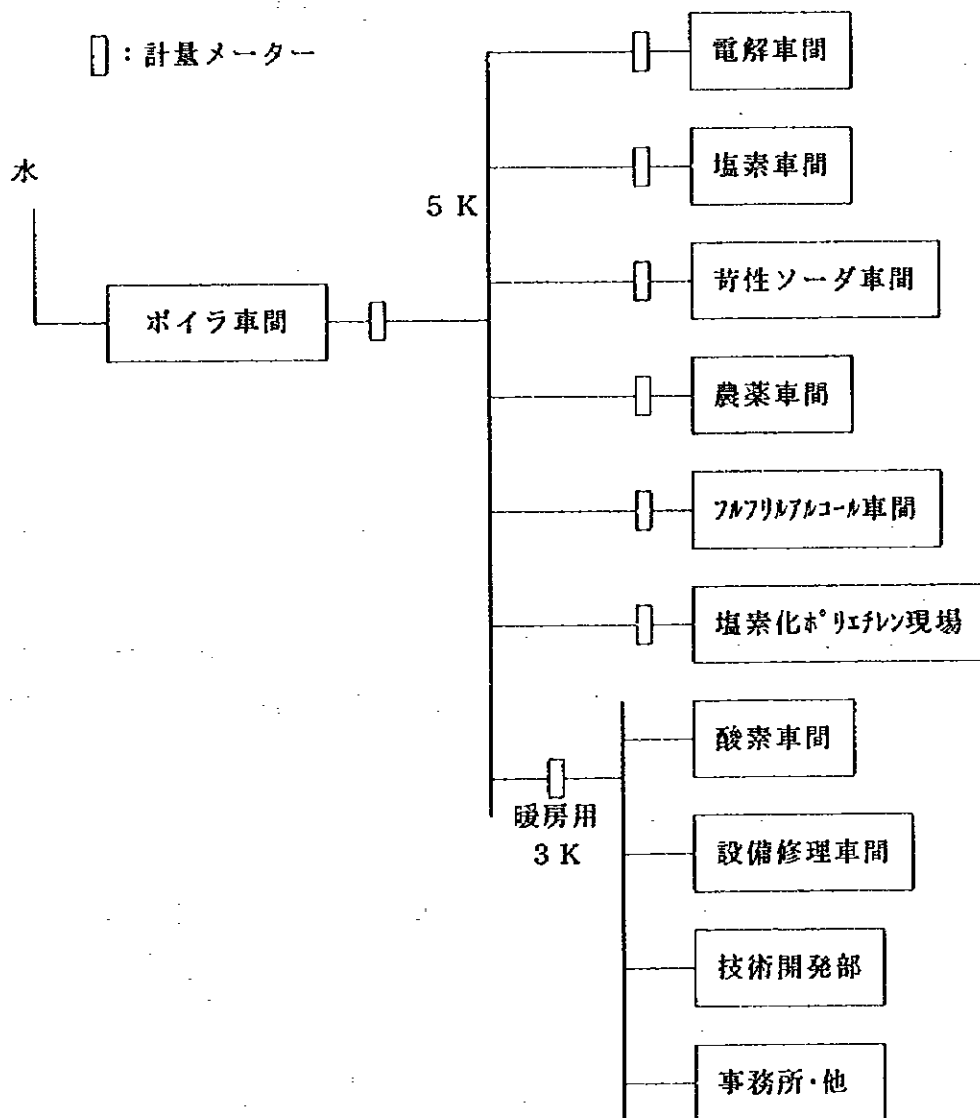
1) 毎週、電気計測器現場の担当者が蒸気使用量メーターをチェックする。

2) 月次の使用量を電気計測器現場が記入する。

3) 電気計測器現場が記入した数量を、蒸気・水車間が、各車間の生産状況と照合してチェックする。

4) 蒸気・水車間の送出量と各車間の受入量合計との受払差は、エネルギー科が都度調整して割り振る。化学廠の蒸気系統と計量メーターの配置を図IV-9に示す。暖房用は酸素車間・設備修理現場・技術開発部・事務所他の合計が計量されるので、各部門にはラジエーターの放熱面積で比例配分する。蒸気車間は内部利益の増大のために送出量の増大を指向する傾向があるため、使用側である車間からは、実際の必要量以上に送ってくるとの不平がある。従って、受払差の調整は毎月紛糾する。

図IV-9 蒸気系統図



5.5 工程技術管理

5.5.1 技術標準

各種標準類の管理は品質管理科が担当している。(6.4 参照)

技術標準には、製品標準、設備及び安全標準、並びに工程標準の3種類がある。技術標準の目次を表IV-4に示す。また、製品標準の内、製品規格について表IV-5に示す。これらの標準類がよく体系化され整っていることがわかるが、1991年以降の改定がなされていない。

技術標準の制定手順は、次のとおりである。

1)各担当部門で原案を作成する。

例えば設備・安全標準に関しては、設備科が中心となり、各車間に1～2名ずつ居る設備管理員、設備技術員と共同で作成する。

2)品質管理科が協力して検討する。

3)廠長の承認

4)山西省・技術監督局への申請・許可

5)廠長より発表する。

配布範囲は各車間の主任、設備技術員で、作業員に対しては現場標示のみ行う。

5.5.2 技術改造計画決定手順

1)生産副廠長、総工程師、車間主任、生産技術科の工程管理者(2名)が項目起案を行う。申請書の定型フォームはない。

2)毎年10から11月にかけて年度計画会議で項目毎に予算を出し、企業管理科に提出する。表IV-6のような定型フォームを用いる。項目、内容によらず担当部門は常に生産技術科ということになる。

表IV-6 技術改造実施計画

項目	資金	実施時期	担当部門
			生産技術科

表IV-4 技術標準目次

1 製品標準	
(1) 基礎標準 (滴定分析機器及び滴定分析標準液)	
(2) 製品規格	(QJ/SH-ZL-CP-90)
(3) 原料規格	(QJ/SH-ZL-YL-90)
(4) 中間品規格	(QJ/SH-ZL-DEC-LJ-90)
(5) 内部管理規格	(QJ/SH-ZL-NB-90)
2 設備・安全標準	
(1) 設備検査規定	
(2) 設備保全規格	
(3) 設備配管塗装色規格	
(4) 安全技術規定	(QJ/SH-AQ-JS-90)
(5) 化学工業企業安全技術制度	
(6) 環境保全基準	(QJ/SH-HB-90)
(7) 電気設備保全規格	(QJ/SH-NY-01-90)
3 工程標準	
(1) 苛性ソーダ車間工程規格	(QG/SH-GY-GC-10-90)
1) 製品の説明	
2) 原材料及び補助材料の性質及び規格	
3) 原材料及び補助材料の原単位	
4) 各工程運転基準値	
5) 安全生産の基本事項	
6) 塩素・苛性ソーダ系統図	
7) 公害対策	
(2) 苛性ソーダ車間操作規程	(QJ/SH-GY-CZ-16-90)
(3) 塩素車間工程規格	(QJ/SH-GY-GC-21-90)
(4) 塩素車間操作規程	
(5) 楽果車間工程規格	
(6) 楽果車間生産操作規程	

表IV-5 製品規格

標準NO.	製品	指標	特級	1級	合格
GB209-93	固体苛性ソーダ	NaOH % \geq	96.0	96.0	95.0
		Na ₂ CO ₃ % \leq	1.3	1.4	1.6
		NaCl % \leq	2.7	2.8	3.2
		Fe ₂ Cl ₃ % \leq	0.008	0.01	0.02
GB209-93	液体苛性ソーダ	NaOH % \geq	42.0	42.0	42.0
		Na ₂ CO ₃ % \leq	0.3	0.4	0.6
		NaCl % \leq	1.6	1.8	2.0
		Fe ₂ Cl ₃ % \leq	0.004	0.007	0.01
GB5138~ 5139-85	液体塩素	塩素 % \geq			99.6
		水分 % \leq			0.05
GB320-93	塩酸	総酸度 % \geq	31.0	31.0	31.0
		鉄 % \leq	0.006	0.008	0.01
		硫酸塩 % \leq	0.005	0.03	
	モノクロル酢酸	純度 % \geq	97.7	96.5	95.0
		シクロ酢酸 % \leq	1.0	2.0	3.0
		酢酸 % \leq	—	1.0	—
		結晶点 °C \geq	60		
	フルフリルアルコール	フルフリルアルコール % \geq	98.0	97.0	
		フルフラル % \leq	0.7	1.0	
		有機酸 % \leq	0.01	0.01	
		水分 % \leq	0.3	1.0	
		屈折率 η^{20}_D	1.485	~ 1.488	
		密度 g/cm ³	1.130 ~1.135	1.129 ~1.135	
		濁点 °C \leq	10.0	10.0	
	酸素	酸素 % \geq		99.5	99.2
		水分 ml/瓶		100	100

5.5.3 技術改造事例

最近5年間の技術改造項目を表IV-7に示す。生産効率の向上のみならず、環境対策も含めたきめ細かい改造がなされているが、1995年以降は、資金不足により大改造は行っていない。

表IV-7 技術改造実績

年度	項目	所要費用	効果
1992	(1) 蒸発系油圧制御 (塩回収操作：手動→油圧)	23万円	①労働環境改善 ②苛性ソーダロス減少 (回収水中の苛性ソーダ 4~6g/l→2~2.5g/l)
1993	(1) 塩素乾燥用硫酸冷却工程改造 (10m ³ →30m ³)	3万円	①故障率減少 ②冷却用水減少
1994	(1) 塩酸工程廃水冷却器改造 (伝熱面積 10m ² →30m ²)	10万円	①廃水中塩化水素含有量減少 (3~5g/l→1g/l以下)

5.6 工程管理に関する問題点

5.6.1 生産計画・実績管理に関する問題点

(1) 装置産業の生産管理上、工程能力の精密な把握・記述が不可欠であるが、現状では年間生産計画の前提となる工程能力データに車間の改善計画が反映されない。

(2) 経営計画が市場ニーズの把握に基づく生産活動計画でない。逆に、販売計画のベースが生産量計画であり、仮に販売陣が新市場開拓を試み、販売量が増大してもそれを経営計画に織り込む余地がない。こうした経緯から、販売陣は市場開拓の努力をしない体質が定着している。

(3) 車間に対する生産実績評価が各車間毎の量的な実績を問われる現状のシステムでは、各車間の利益向上努力が、廠全体の利益最大化に必ずしも結びつかない。エネルギー原単位の向上に関しては、廠全体の尺度で検討しないと実効を挙げることは難しい。

(4) 各車間で企業管理科の集計データチェックのために生産実績を集計している等、二重作業が見受けられる。情報を一元化し、それを有効活用する体系にはなっていない。

(5) 計画と実績の差異分析は行われているが、車間の原価低減努力がどの程度計画策定時

に反映されているか、不明である。結果として過去数年間、原単位の向上等の改善が見られない。

(6) 現在は製品構成が比較的単純で、かつ製品在庫も多めである等、プラント停止が他に与える影響が余り大きくないために、必要以上にプラントを停止している可能性がある。今後誘導品計画が実行に移され、プラント間の結合度が高くなることに備え、他への影響を最小限にとどめるべく安定運転の確保及びそのための設備保全の充実を心掛けるべきである。

5.6.2 工程技術管理に関する問題点

(1) 各車間では、設備の基本的なエンジニアリング資料（EFD、P&ID、機器リスト・仕様書等）が必ずしも整備されていない。生産技術の改善検討の基礎となるこれら資料の欠如は早急に解決すべき問題である。

(2) 数少ない生産技術者を大プロジェクト（例：苛性ソーダ30,000t/年改造計画）に優先して組み入れる必要があるため、既存設備に関する技術検討が必要であることが判っていても、実際の担当者を確保できない。

(3) 最近では、資金制約により、技術改造が充分には行われていない。また、技術改造投資に関する的確な採算計算に基づく検討がなされていない可能性がある。