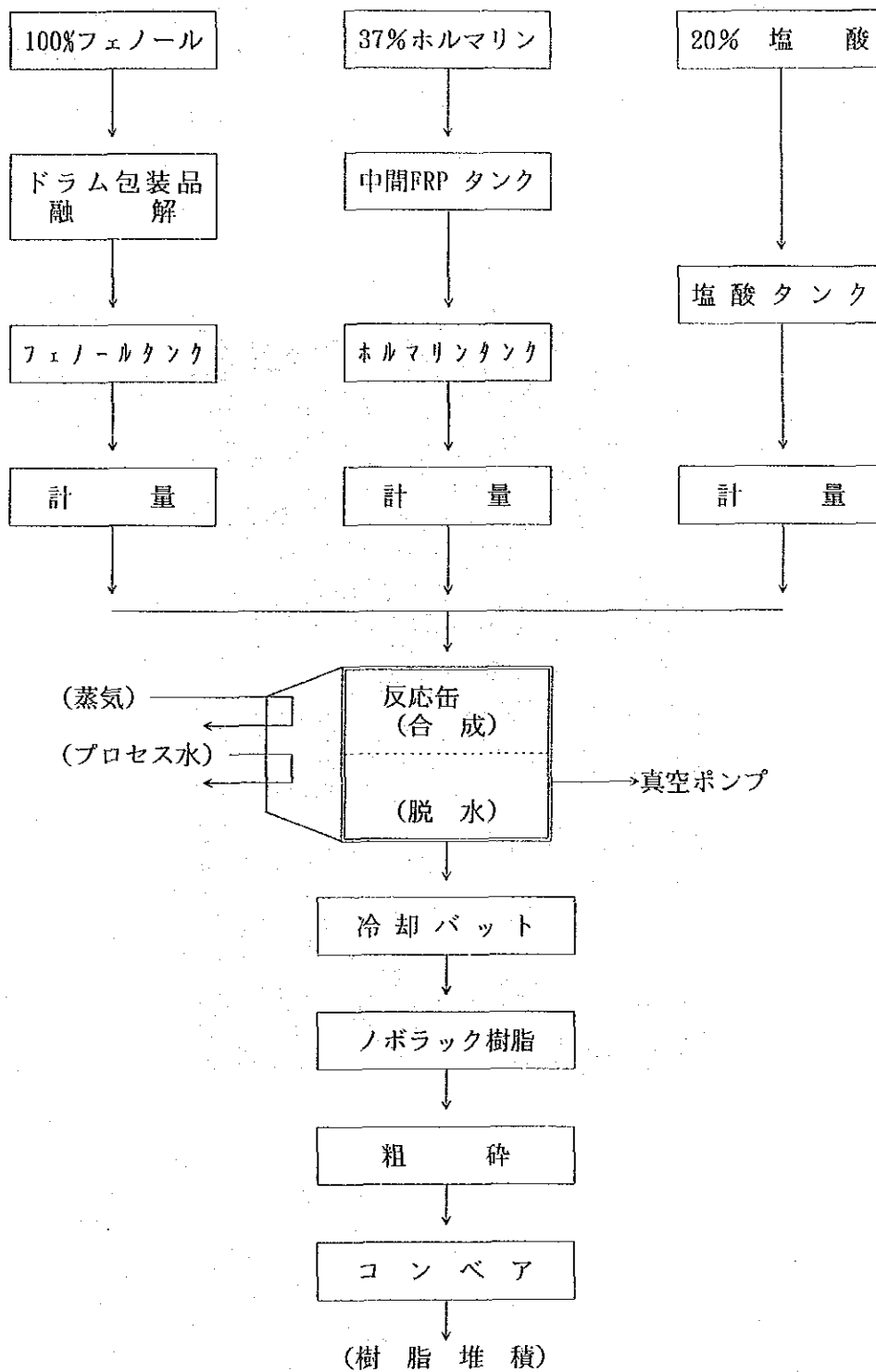


2.8 プロセスフロー

フェノール樹脂・生産工程のブロックフローは、図IV-6に示すとおりである。

図IV-6 フェノール樹脂・生産工程ブロックフロー



2.8.1 フェノールの融解工程

主原料であるフェノールは、200kg入りのドラム缶にて搬入されて来る。フェノールは常温で固体であり、まずドラムを加熱してフェノールを融解し（融点は約40℃である。）液状にしてプロセスに供給する必要がある。写真IV-2に、その融解用の熱水池を示す。熱水池にはドラム缶を16本入れる事ができ、1.5kg/cm²Gの蒸気を吹き込んで熱水としている。ドラムの投入・取り出しには電動ホイストを使用している。融解したフェノールはギヤポンプにより加熱用のコイルを有するフェノールタンク（70℃保温）に圧送される。

写真IV-2 フェノール融解池



フェノールタンクは1基あり、その容量は6 m³である。

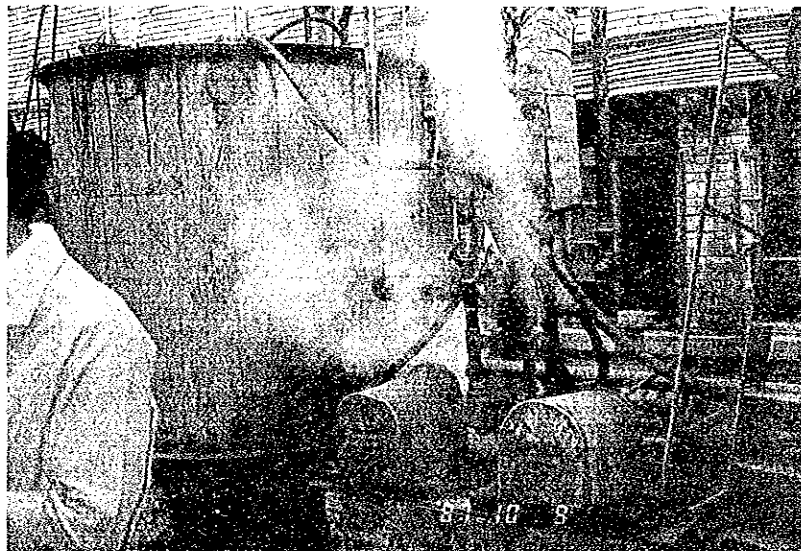
フェノールタンクの外壁は保温されていない。その底部にドラム缶からの汲み出し用およびフェノールタンクから計量槽へフェノールを圧送するギヤポンプが各1台設置されている。

ギヤポンプは覆いはあるが保温されていない。必要に応じて、生蒸気を当てて暖めて使用している。タンク内を攪拌する設備、或いはフェノールを循環させて温度を均一にするような設備はない。

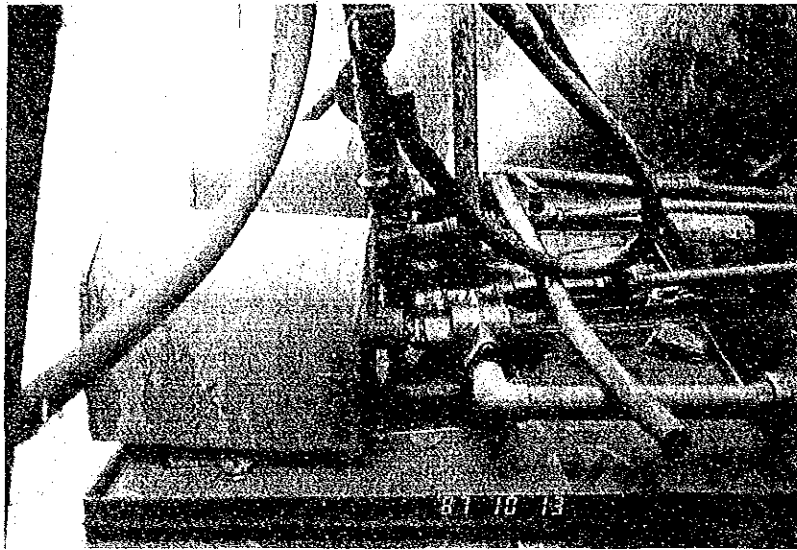
写真IV-3と写真IV-4にフェノールタンクとギヤポンプの状態を示す。

写真IV-5はフェノールタンク内の加熱用のコイルである。蒸気の圧力は1.5 kg/cm²である。温度調整のための制御装置は見られない。

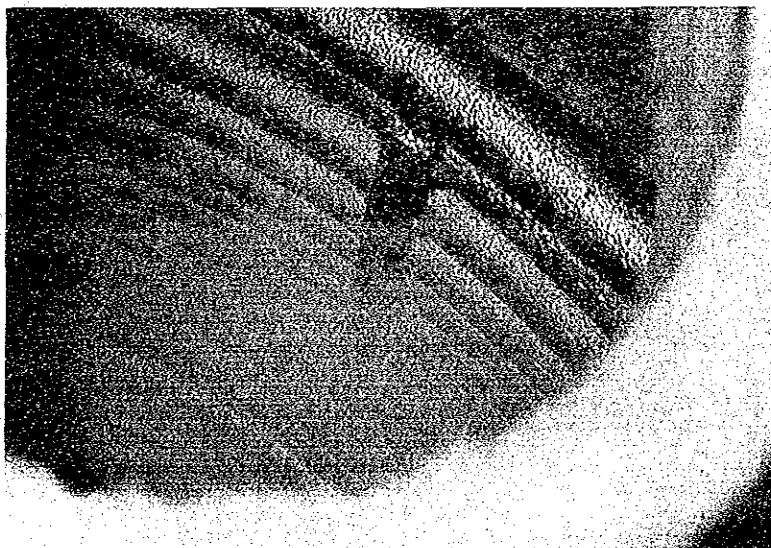
写真IV-3 フェノールタンクとギヤポンプ



写真Ⅳ-4 ギヤポンプ



写真Ⅳ-5 フェノールタンク内の加熱用コイル

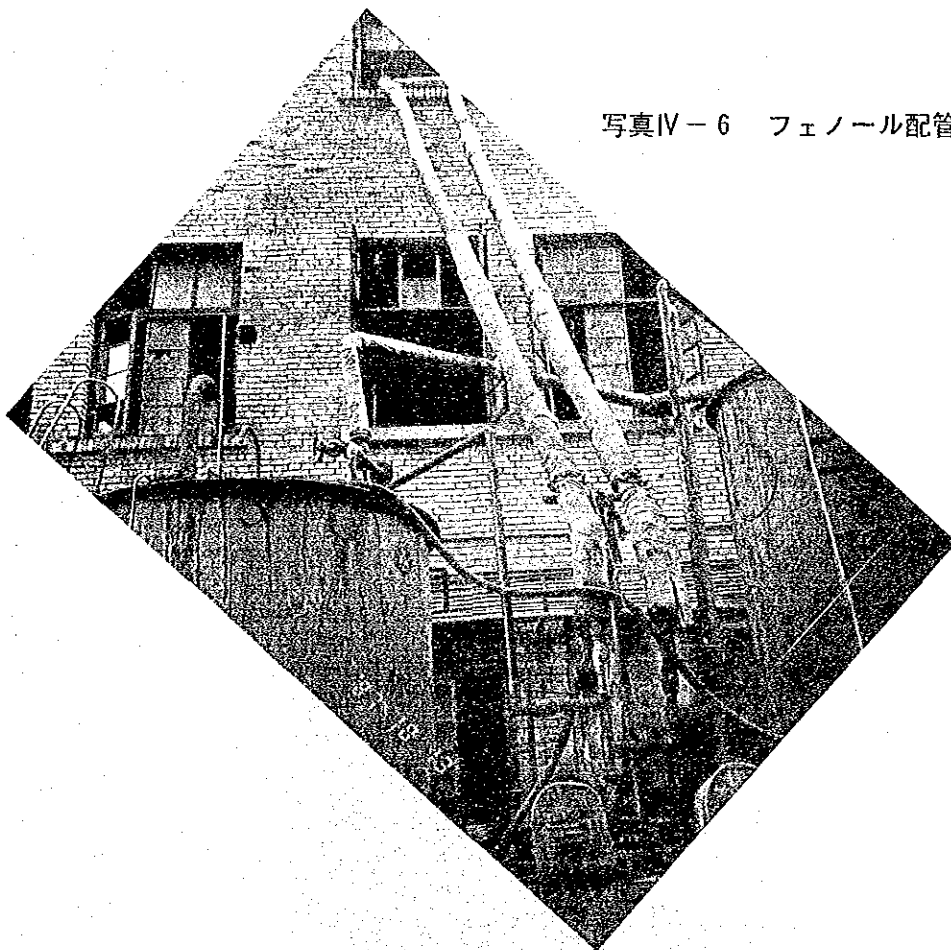


2.8.2 フェノールの仕込み

フェノールタンクに貯えられたフェノールは、写真IV-6に示すように蒸気トレースされた配管を使って移送される。

移送されたフェノールは、建屋の3階にある計量槽に入る。計量槽（容量1.2 m³）は台秤に乗っている。計量槽への配管は、すべて計量槽に接続固定されている。これはフェノールの重量計量上好ましい状態ではない。なぜなら接続固定された配管が供給されたフェノールによる重量増加分の一部（微小ではあるが）を応力として吸収してしまうなどの問題があるからである。

フェノール仕込みの最終段階として、計量されたフェノールは、反応缶を真空ポンプで減圧にすることにより反応缶に引き込まれフェノールの仕込みが完了する。



写真IV-6 フェノール配管

写真Ⅳ-7 トレース配管



写真Ⅳ-8 フェノール計量槽



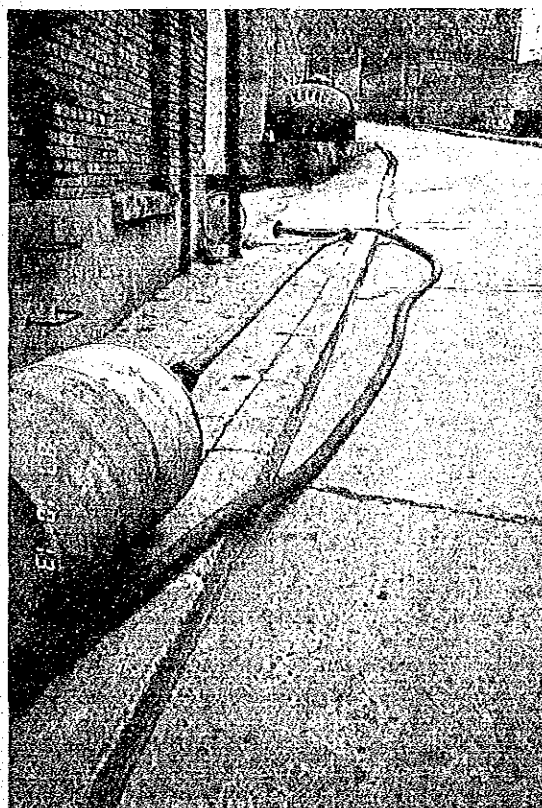
2.8.3 ホルマリンの受入

フェノールにならぶ主原料であるホルマリンは、第4地区の第8工場で自製されている。このホルマリンは、FRP製の4トン入りのタンクローリーにより搬入される。(写真IV-9)

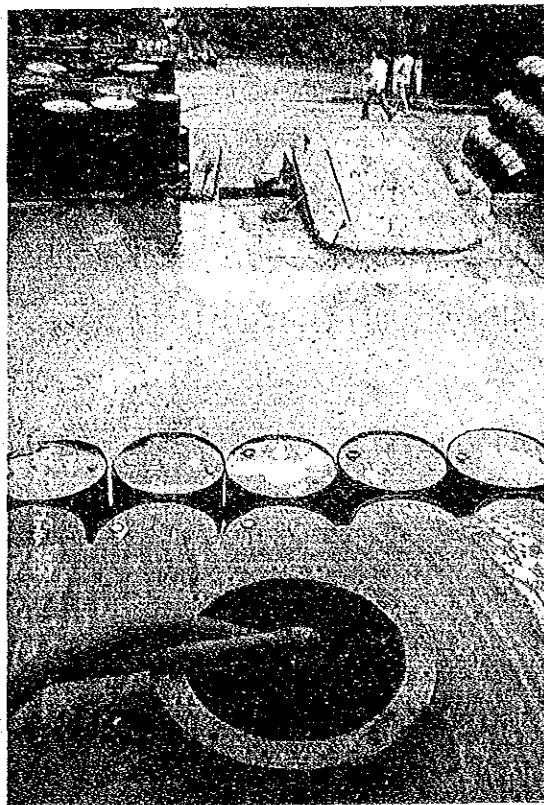
ホルマリンは、ギヤポンプにより一度FRP製の(容量12 m^3)の中間タンクに受け入れてから(写真IV-10)、50 m^3 のホルマリンタンク(写真IV-11)、或いは12 m^3 のホルマリンタンクに入れられる。このホルマリンタンクは、1.5 $\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ の蒸気をタンク内部の加熱用コイルに通し貯蔵ホルマリンの温度を40 $^{\circ}\text{C}$ 以上に保っている。

ホルムアルデヒドの重合物であるパラホルムアルデヒドの折出を防ぐためである。ホルマリンは、ホルマリンタンクからギヤポンプにより計量槽に導かれる。

写真IV-9 ホルマリンの受入状況



写真IV-10 ホルマリン中間タンク (FRP)



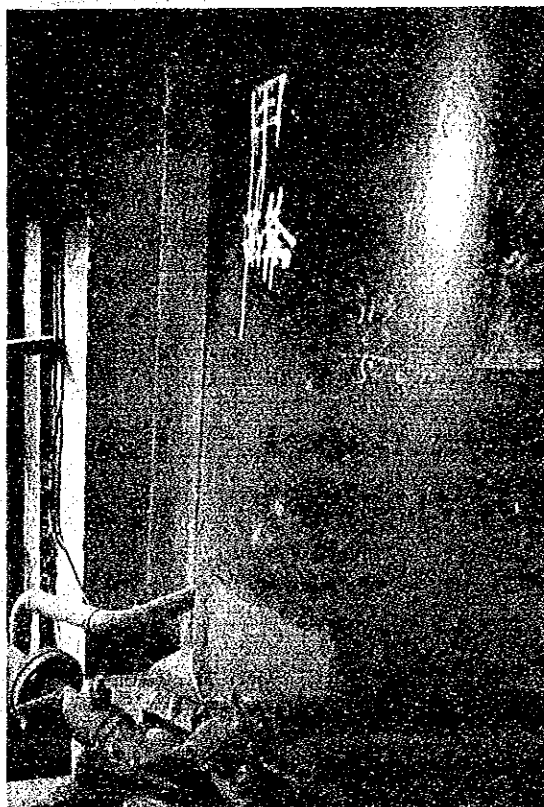
写真IV-11 ホルマリンタンク (50 m³)



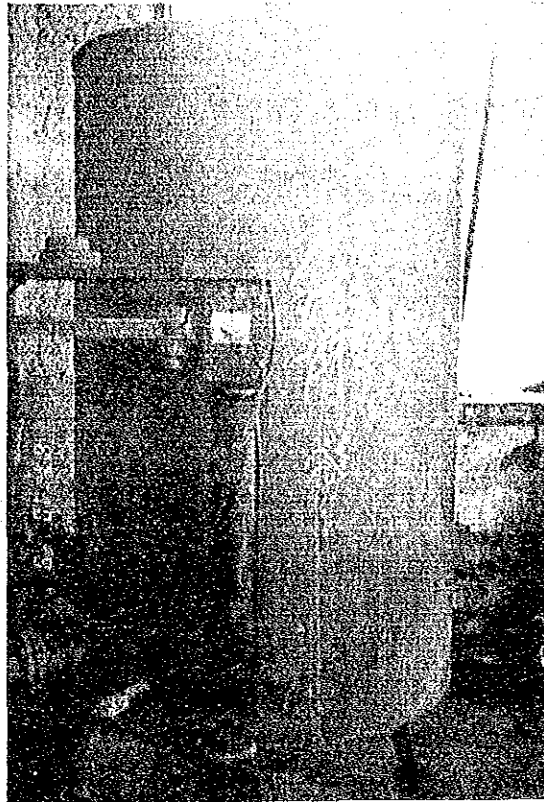
2.8.4 ホルマリンの仕込み

ホルマリンタンクに保管されているホルマリンは、フェノールと同様に台秤上の容量1.2 m³の計量槽に導かれ必要量を計量される。写真IV-12、13、14に計量槽の状態を示す。ここでもフェノールと同様に、計量槽への配管並びに反応缶への配管類は、計量槽に接続固定されており、正確な計量を行なうには問題がある。反応缶への仕込みは、フェノールと同じく真空ポンプによる減圧下の引き込みにより行なわれている。

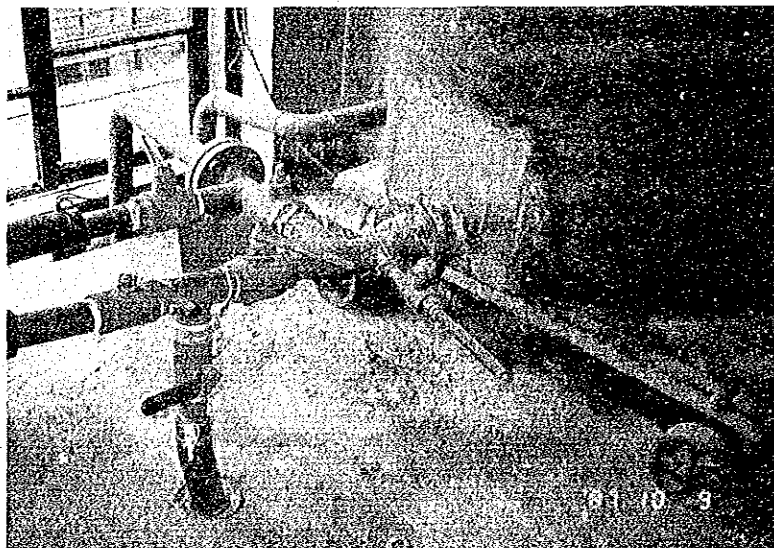
写真IV-12 ホルマリン計量槽下部



写真Ⅳ-13 ホルマリン計量槽と台秤



写真Ⅳ-14 ホルマリン計量槽に接続固定された配管



2.8.5 その他の原材料の仕込み

反応触媒の反応缶への仕込み方法は、次のように行なわれている。

- 1) 塩酸は2回に分けて滴下。
- 2) アンモニア水、苛性ソーダ水溶液、アニリンは反応缶の減圧による引き込み投入。
- 3) 酸化マグネシウム、炭酸ナトリウムは反応缶の投入孔から投入。

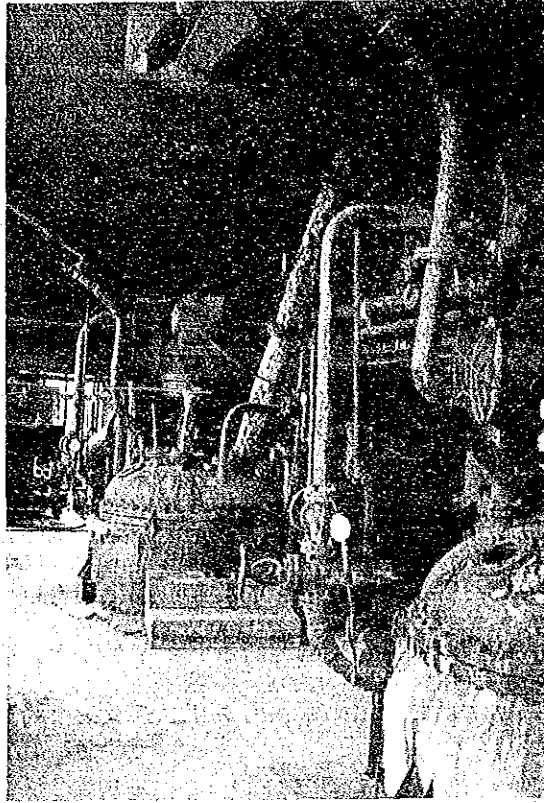
2.8.6 フェノール樹脂・反応缶

反応缶は、容量が各2 m³で3基設置されている。そのうち2基はノボラック樹脂用、残り1基はレゾール樹脂用に使用されている。

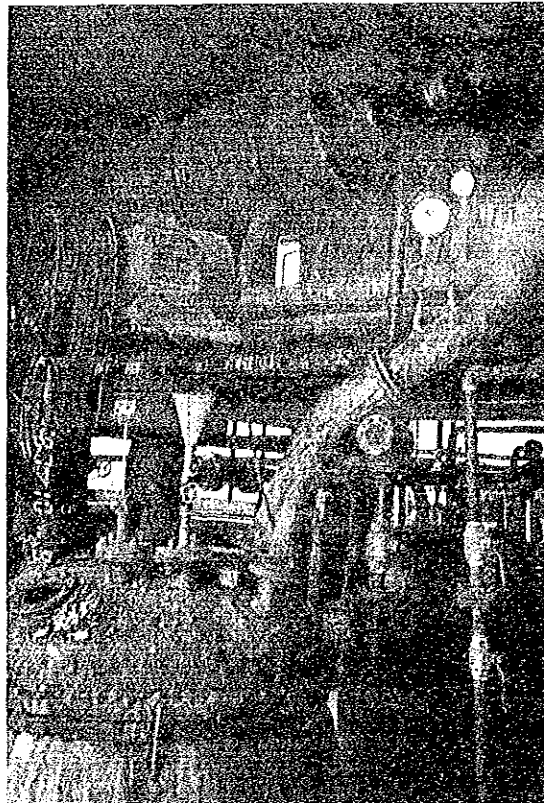
それぞれの反応缶には、還流用のコンデンサーと減圧脱水時に用いる凝縮液受槽が配置されている。反応缶上部を写真IV-15、16、17に示す。

- 1) 反応缶は鋳鋼製で肉厚は15mmである。ジャケットは溶接されている。
- 2) 攪拌機は錨型であり、缶の壁とのクリアランスは約50mmである。ただし缶内の汚れが著しい。
- 3) 還流用コンデンサーは触媒の塩酸による腐食が著しく3～6ヶ月毎に更新している。配管も以前は腐食が激しかったが、近年銅材質に変更し腐食の問題はなくなったとの説明があった。
- 4) 還流用コンデンサーの冷却水は冷却塔による循環水を使用しておりその補給水は工業用水である。

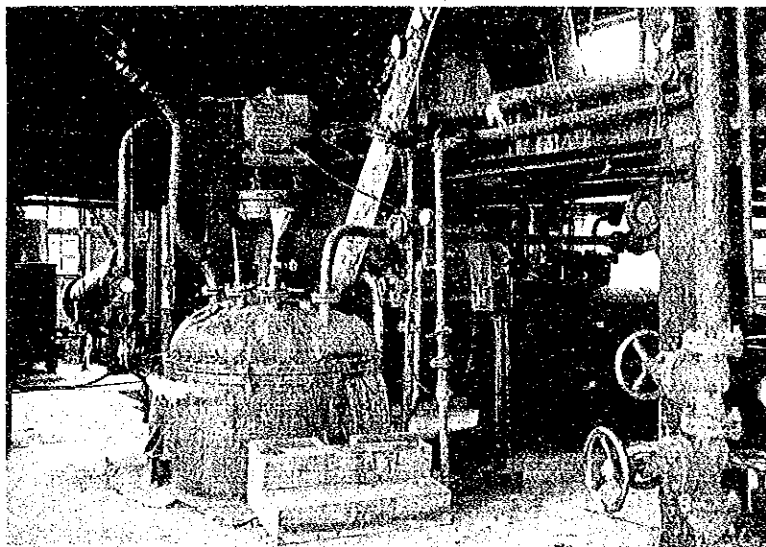
写真Ⅳ-15 反応缶周辺



写真Ⅳ-16 反応缶上部



写真IV-17 反応缶と上部周辺機器



次に反応缶上部の周辺機器について述べる。

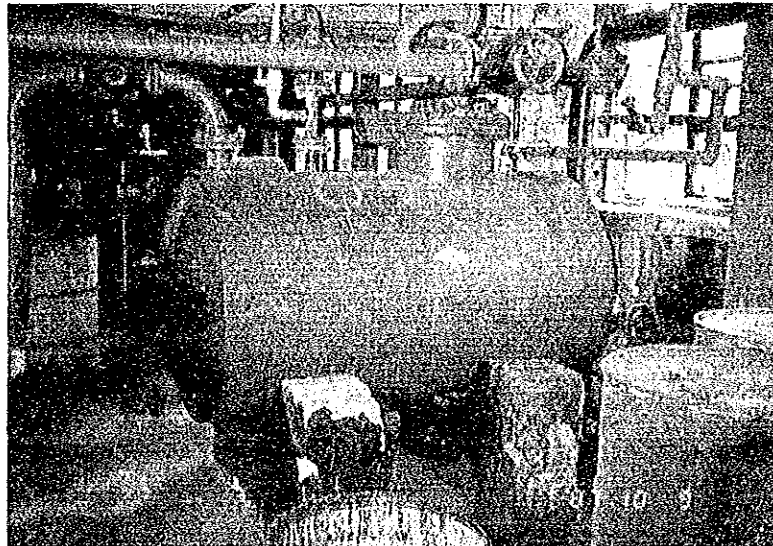
フェノール樹脂製造工程では脱水操作は真空ポンプを駆動して行なうが、脱水中にサンプリングを行なって、樹脂の中間管理を行なう必要がある。したがって一時的に反応缶を常圧にする操作が必要となる。脱水操作を継続する時に真空バッファータンクは、真空に復帰する時間を短縮するうえで効果的である。

写真IV-18に示す凝縮液受槽にはレベルゲージも付設されている。

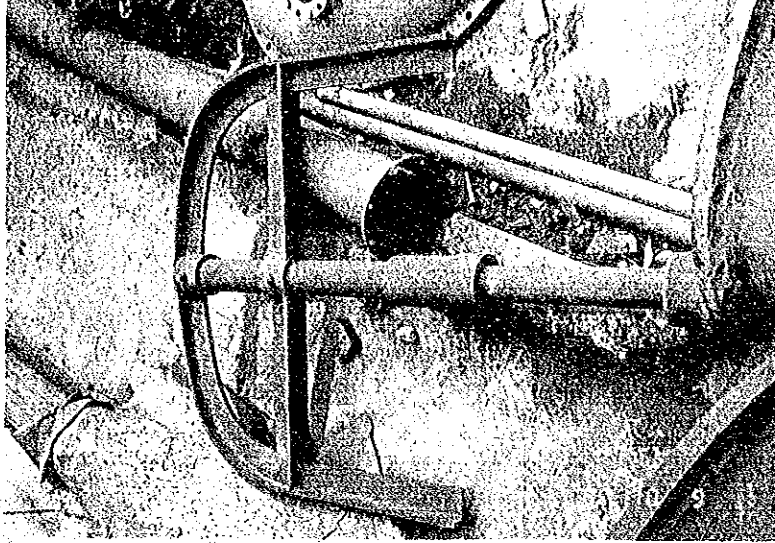
写真IV-19に攪拌機を示す。形は単純な錨形であり、補強サポートが付いている。

写真IV-20に示すのは水封式の真空ポンプである。この形式のポンプは水封水の温度によって到達真空度が変わるので、その温度管理が重要である。また、この水封水は脱水廃液の影響によって汚染され易いので監視が重要である。

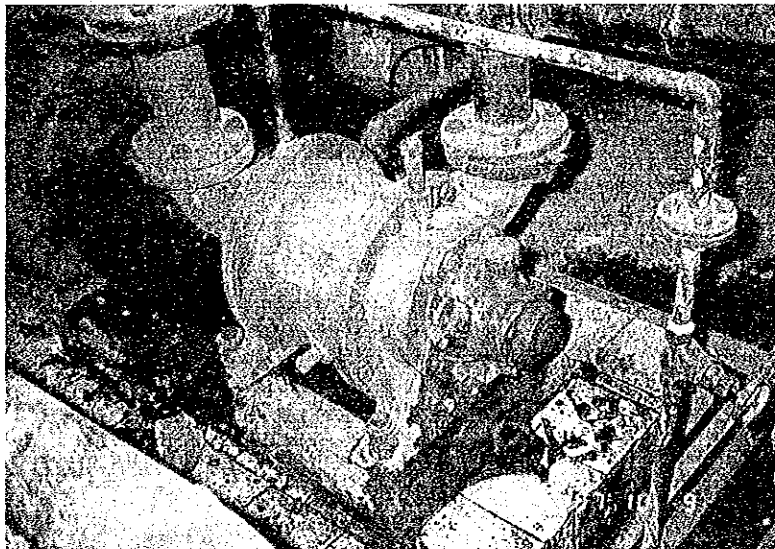
写真IV-18 凝縮液受槽



写真IV-19 攪拌機



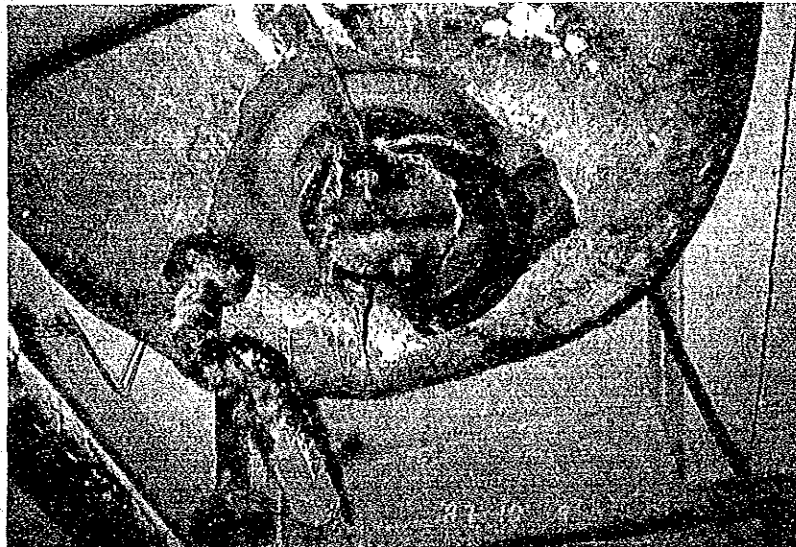
写真IV-20 水封式真空ポンプ



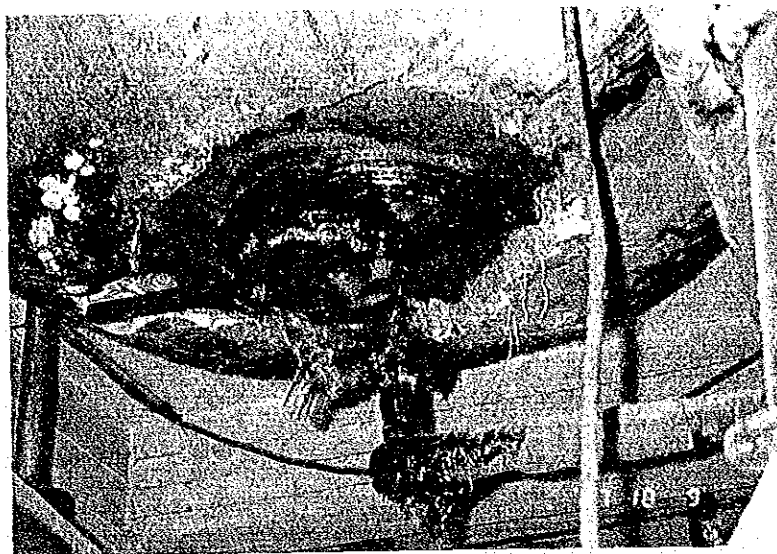
反応缶底部の状況を述べる。

写真Ⅳ-21、22は反応缶底部排出口である。扇形状の平板を閉止用シャッターとしており、反応缶運転中は10～15mm厚の耐熱性ゴム製パッキンを挟みボルトで締め付けているが、完全な気密状態を実現することは困難である。生成したノボラック樹脂を冷却バットに落下排出するときには、高温の樹脂の排出操作を手作業で行なわなければならない。安全上好ましくなく過去に火傷事故も発生している。写真Ⅳ-23は、樹脂の冷却バットである。ジャケットに裏打ちされており、冷却を早めるための対策が実施されている。粗砕作業はハンマーによる手作業である。

写真Ⅳ-21 反応缶底部排出口



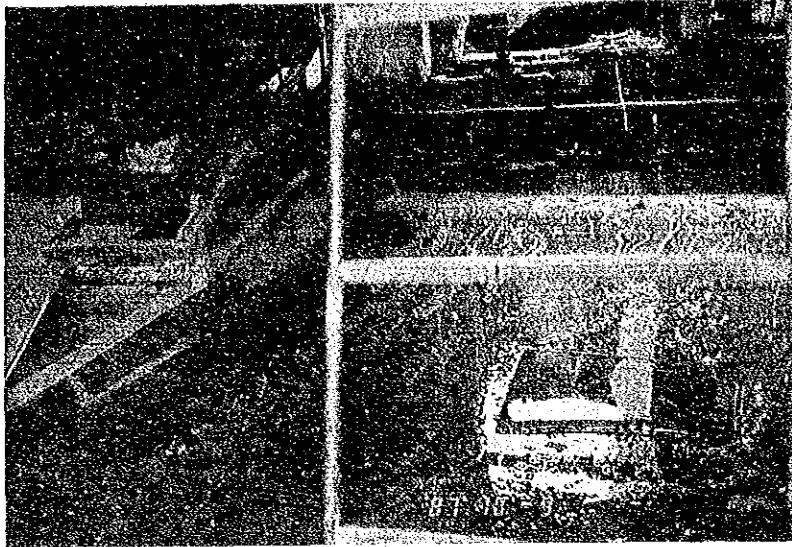
写真IV-22 反応缶底部



写真IV-23 冷却パット



写真IV-24 冷却バット上のノボラック樹脂



2.9 生産設備の配置

主要な生産設備の配置について述べる。フェノール樹脂を製造する樹脂工段の建屋は3階建である。フェノール樹脂生産設備の配置は図IV-7、8に示すとおりである。図IV-7は樹脂工段建屋1階および建屋周辺の機器配置である。建屋周辺にはフェノールタンク1基(R・T-1)、ホルマリンタンク3基(R・T-2, 3, 4)、塩酸タンク1基(R・T-5)、およびフェノール廃液タンク1基(R・T-7)のタンク群が配置されている。これらのほかに、R・T-0とR・T-6の2基のタンクがある。R・T-0は従来フェノールタンクとして使用されていたが現在は使用していない。また、R・T-6は未使用のタンクであり現状の樹脂生産に関係しない設備である。また建屋外にはフェノール融解池(R・WL-1)とフェノール融解作業時に使用する電動ホイス(R・H-2)が1基ある。1階建屋内には水封式真空ポンプが4台(R・P-1~4)および水エジェクタ式真空ポンプ(R・P-5)が一つの部屋に配置されており、別室には、実験用反応缶(R・P-5)とともに真空缶(R・V-16)があり、さらに別室には動力用配電箱(R・X-1~4)がある。各機器は整然と配置されており整備状況も良好である。

建屋2階と3階の配置は図IV-8に示すとおりである。

建屋2階には冷却バット(R・V-9, 10)及び固形レゾール樹脂用反応缶(R・R-4)と、液体樹脂計量槽(R・V-11)がある。また建屋2階の天井からは反応缶(R・R-1~3)の底部が突き出している。

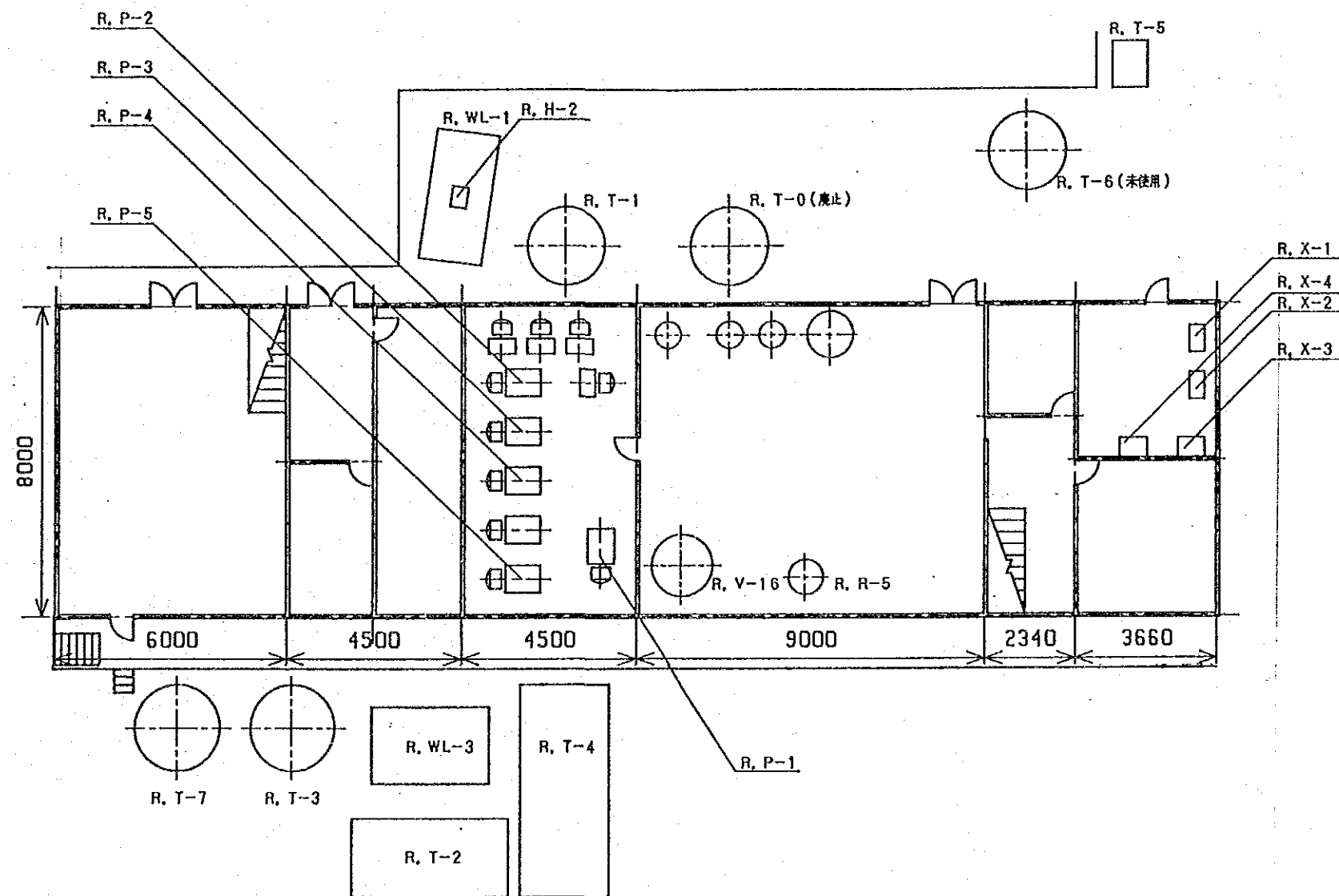
建屋3階には反応缶3基(R・R-1~3)、フェノール計量槽(R・V-1, 2)ホルマリン計量槽(R・V-3, 4)、コンデンサー(R・E-1~3)などが設置されている。また3階の一室は現場分析作業のための分析室となっている。全般的に合理的な配置となっており、装置、機器は古いものが多いがよく整備されている。

樹脂工段の生産設備の主要な機器は表IV-11-(1)~(4)に示すとおりである。重慶合成化工廠では機器番号に6ケタの数字を用いているが誤認と繁雑を避けるために本報告書では新たに機器番号を付して示してある。

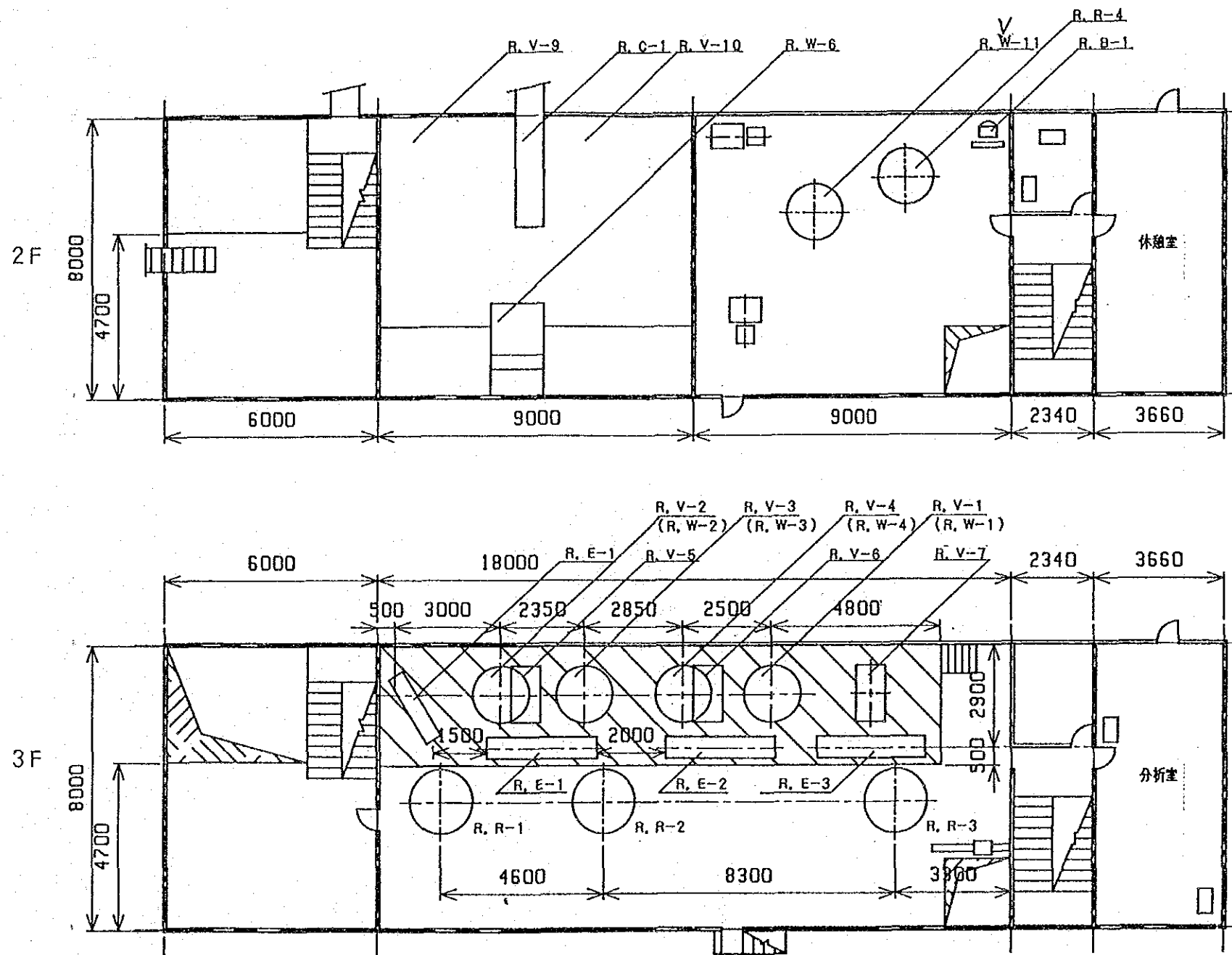
新機器番号の第一文字は工段を表わしている。Rは樹脂工段、Gは六一工段、Eは六三工段である。また、第二文字は機器の種類(例えばタンクはT、ポンプはPなど)を表わし、第三文字は番号としての数字を付した。

第Ⅲ編の生産管理でも述べてあるが、設備管理の面からも簡易でかつ機器がすぐ連想できるような機器番号（タグナンバー）をつけることは有効である。運転操作や保全作業での誤操作や誤認を防止するために簡明な機器番号を付けることを推奨する。

図IV-7 樹脂工段・1F配置図



圖IV-8 樹脂工段·2F, 3F配置圖



表IV-11-(1) 樹脂工段・機器リスト

機器No (整理No)	名 称	仕 様	製造メーカー	購入日	備 考
R・T-0	フェノールタンク	6.7 m ³ (2000φ×1800H), 鋼			使用中止
R・T-1 (101019)	フェノールタンク	6 m ³ (2200φ×2000H), 鋼	重慶合成化工廠		
R・T-2 (101022)	ホルマリンタンク	12m ³ , FRP	重慶合成化工廠	1978	
R・T-3 (101025)	ホルマリンタンク	12m ³ , アルミ	錦西化機廠	1956	
R・T-4 (101023)	ホルマリンタンク	50m ³ (2600φ×10400L), アルミ 横型枕タンク			
R・T-5 (101024)	塩酸タンク	3 m ³ , FRP	重慶合成化工廠	1979	
R・T-6 (101020)	タンク	13.5m ³ (2400φ×3400H), 鋼			未使用
R・T-7	フェノール廃液タンク				
R・V-1 (101038)	フェノール計量槽	1 m ³ (1000φ×1550H), 鋼	錦西化機廠	1956	
R・V-2	フェノール計量槽	1 m ³ (1000φ×1550H), 鋼			
R・V-3 (101112)	ホルマリン計量槽	1 m ³ (1000φ×1550H), 鋼	錦西化機廠		
R・V-3 (101036)	ホルマリン計量槽	1 m ³ (1000φ×1550H), 鋼	錦西化機廠		
R・V-5 (101102)	凝縮液受槽	1 m ³ (950φ×1800L), 鋼	錦西化機廠	1956	No.1 反応缶用
R・V-6 (101111)	凝縮液受槽	1 m ³ (950φ×1800L), 鋼	錦西化機廠	1956	No.2 反応缶用
R・V-7 (101114)	凝縮液受槽	1 m ³ , 鋼	錦西化機廠	1957	No.4 反応缶用
R・V-8	真空受槽	鋼	重慶合成化工廠		
R・V-9 (102016)	冷却バット	21m ² (5500φ×4200), 鋼	錦西化機廠	1956	
R・V-10	冷却バット	21m ² (5500φ×4200), 鋼	錦西化機廠	1956	
R・V-11 (101031)	液体樹脂計量槽	1.5 m ³ , 鋼	錦西化機廠	1956	No.4 反応缶用
R・V-12 (101018)	真空貯め	500φ×1000L, 鋼	重慶合成化工廠		
R・V-13 (101017)	真空貯め	鋼			
R・V-14 (101016)	真空貯め	300ℓ (650φ×1000L), 鋼	錦西化機廠	1956	
R・V-15 (101056)	真空貯め	200ℓ (550φ×1000L), 鋼	錦西化機廠	1956	
R・V-16 (101021)	真空貯め	1 m ³ (1000φ×1600L), 鋼	錦西化機廠	1956	

表IV-11-(2) 樹脂工段・機器リスト

機器No. (整理No.)	名 称	仕 様	製造メーカー	購入日	備 考
R・W-1	台秤	2 t, ± 0.2kg, 鋼	重慶衡器廠	1957	R・V-1用
R・W-2	台秤				R・V-2
R・W-3	地上掘付け秤	2 t, ± 0.2kg, 鋼	重慶衡器廠	1986	R・V-3用
R・W-4	台秤	2 t, ± 0.2kg, 鋼	重慶衡器廠		R・V-4用
R・W-5	地上掘付け秤	2 t, 鋼	重慶衡器廠		R・V-11用
R・W-6	地上掘付け秤	3 t, 鋼	重慶衡器廠		
R・R-1 (103023)	No.1 反応缶	2 m ³ (1300φ×3500H), ジャケット, 鋼	重慶製薬機械廠	1984	ノボラック 樹脂用
R・R-2 (103024)	No.2 反応缶	2 m ³ (1300φ×3500H), ジャケット, 鋼	重慶製薬機械廠		ノボラック 樹脂用
R・R-3 (103013)	No.4 反応缶	2 m ³ , ジャケット, 鋼	錦西化機廠	1956	液体レゾール 樹脂用
R・R-4 (103009)	No.14~17反応缶	1 m ³ , 鋼, ホーロー引き	重慶製薬機械廠		固体レゾール 樹脂用
R・R-5 (103008)	実験用反応缶	100ℓ, 鋼			
R・E-1 (102029)	凝縮器	固定管板, 30m ² , 鋼	重慶合成化工廠		No.1 反応缶用
R・E-2 (102030)	凝縮器	固定管板, 30m ² , 鋼	重慶合成化工廠		No.2 反応缶用
R・E-3 (102008)	凝縮器	固定管板, 30m ² , 鋼			No.4 反応缶用
R・E-4	凝縮器	15m ² , 鋼	重慶合成化工廠		No.14~17 反応缶用
R・E-5	凝縮器	鋼			実験反応缶用
R・WL-1	熱水池				
R・WL-2	冷却水回収池	230m ³ (12400L×6200W×3000H), 煉瓦・石	重慶合成化工廠		
R・WL-3	反応廢液池				
R・P-1 (304011)	真空ポンプ	水封式, 鋼		1982	
R・P-2 (304010)	真空ポンプ	水封式, 鋼			

表IV-11-(3) 樹脂工段・機器リスト

機器No. (整理No.)	名 称	仕 様	製造メーカー	購入日	備 考
R・P-3 (304009)	真空ポンプ	水封式, 鋼			
R・P-4 (304008)	真空ポンプ	水封式, 鋼			
R・P-5 (304054)	真空装置	水エジェクター式, 104m ³ /h, 5.5 Kw, 鋼	遼陽射流真空 設備廠	1985	
R・P-6 (304017)	タービン水ポンプ	144m ³ /h×62m, 鋼	四川新送水 ポンプ廠	1984	
R・P-7 (304018)	タービン水ポンプ	144m ³ /h×62m, 鋼	四川新送水 ポンプ廠	1984	
R・P-8	ホルマリン送液ポンプ				
R・P-9	ホルマリン送液ポンプ				
R・P-10	フェノール送液ポンプ	ギヤー			
R・P-11	フェノール送液ポンプ	ギヤー			
R・H-1 (501016)	電動ホイス	3 t, 鋼	瓦房店起重 設備廠	1976	樹脂工場 荷揚げ用
R・H-2 (501015)	電動ホイス	0.5 t, 鋼	武漢電動葫蘆廠	1978	フェノール 融解池用
R・C-1 (106009)	ベルトコンベア	鋼		1969	ノボラック 搬出用
R・CT-1 (105025)	冷却塔	500φ×6900H, FRP	武漢第三 玻璃銅廠	1985	
R・B-1 (302038)	ブローア	鋼	合肥動力機廠	1958	
R・B-2 (302045)	ブローア	156000m ³ /h, 鋼		1985	
R-M-1	モーター	0.4KW, 380V, 50Hz	瓦房店起重 設備廠	1976	R・H-1 駆動用
R-M-2	モーター	4.5KW, 380V, 50Hz	瓦房店起重 設備廠	1976	R・H-1 駆動用
R-M-3	モーター	7 KW, 380V	重慶電工器材廠	1957	R・R-1用
R-M-4	モーター	7 KW, 380V	重慶電工器材廠	1957	R・R-2用
R-M-5	モーター	7 KW, 380V			R・R-3用
R-M-6	モーター	4.5KW, 380V		1969	R・C-1用
R-M-7	モーター	7.5KW, 380V	永安電機廠	1983	R・R-4用
R-M-8	モーター				R・R-5用

表IV-11-(4) 樹脂工段・機器リスト

機器No. (整理No.)	名 称	仕 様	製造メーカー	購入日	備 考
R-M-9	モーター				R・H-2用
R-M-10	モーター	7KW	合肥動力機廠		R・B-1用
R-M-11	モーター	10KW			R・P-1用
R-M-12	モーター	10KW			R・P-2用
R-M-13	モーター	10KW, 380V	博山電機廠	1958	R・P-3用
R-M-14	モーター	10KW, 380V	上海電機廠	1956	R・P-4用
R-M-15	モーター	13KW			R・CT-1用
R-M-16	モーター	40KW, 380V		1985	R・P-6用
R-M-17	モーター	40KW, 380V		1985	R・P-7用
R・D-1	攪拌機用減速機	43r. p. m, i = 22.4	錦西化機廠	1957	R・R-1用
R・D-2	攪拌機用減速機	i = 22.4	錦西化機廠	1956	R・R-2用
R・D-3	攪拌機用減速機	43r. p. m, i = 22.4	錦西化機廠	1956	R・R-3用
R・D-4	攪拌機用減速機	43r. p. m			R・R-4用
R・D-5	攪拌機用減速機				R・R-5用
R・D-6	ファン用減速機	i = 6			R・CT-1用
R・X-1 (605065)	動力配電箱		重慶電工器材廠	1957	
R・X-2 (605066)	動力配電箱		重慶電工器材廠	1957	
R・X-3 (605098)	動力配電箱		重慶電工器材廠	1957	
R・X-4 (605099)	動力配電箱		重慶電工器材廠	1957	
R・X-5 (605012)	動力配電箱	400A, 380V	重慶電器廠	1985	

2.10 生産技術

代表的な樹脂銘柄について原料仕込み量ならびに合成条件について述べる。

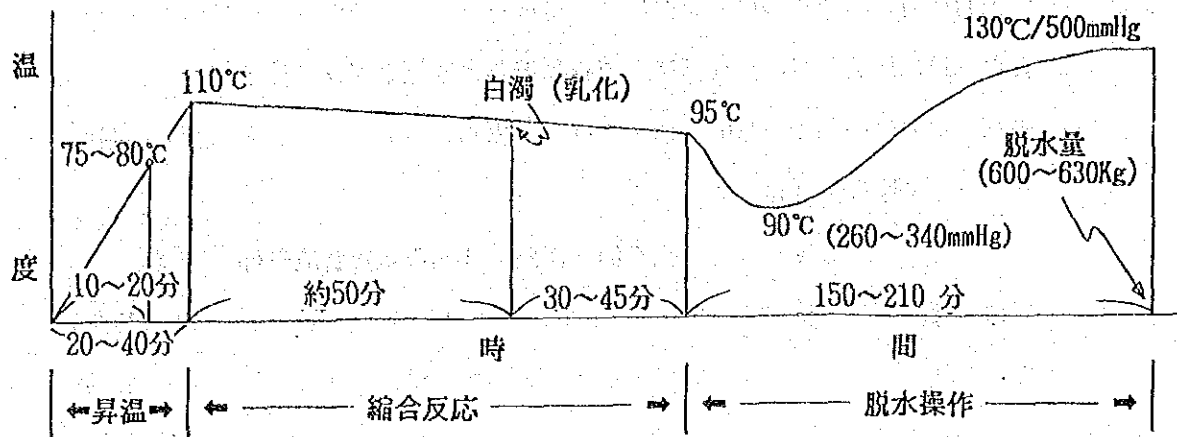
表IV-12に仕込み量の技術標準と運転基準および標準運転条件を示す。

また、主力生産品である02銘柄ノボラック樹脂の合成パターンを温度の時間変化のグラフとして図IV-9に示す。

表IV-12 代表的な樹脂の仕込み量と合成条件

樹脂銘柄	02ノボラック	03ノボラック	11ノボラック	14ノボラック
性状	固形・粉体	固形・粉体	液状	固形
用途	成形材料 発泡フェノール	シェルモールド (砂鑄剤)	耐熱材用	成形材料
1. 技術標準・配合組成 (Wt.%)				
フェノール	100	100	100	100
ホルムアルデヒド	28	23.94	38.94	51.8
モル比 (F/P)	0.872	0.75	1.22	1.623
触媒・その他	塩酸 0.056	修酸 2%	苛性ソーダ 0.02 mol	アモニア 1.5 アリン 55
2. 実運転・仕込み基準				
100%換算フェノール仕込量	900±2 kg			
100%換算ホルマリン仕込量	252±1 kg			
100%換算塩酸仕込量	0.504 kg			
樹脂の収量	1,010±10kg			
3. 標準運転条件				
昇温速度	20~40分で沸騰			
反応温度	95~110°C	100	100	80~90
反応時間	30~45 min (乳化後)	180	180	60~70
脱水温度	90~130°C	80~85 最終には、 140~150	62~66	75~80
脱水時間	150~210min	180~240	120~180	
真空度	260~340mmHg	100~650	≥650	400~600

図IV-9 02銘柄ノボラック樹脂の合成パターン



昇温開始後20~40分間で反応缶内の温度は110°Cに達し、縮合反応を始める。縮合反応開始後約50分後に白濁が始まり、その後30~45分間かけて縮合反応を終了させる。縮合反応終了後150~210分間脱水操作を行なう。

脱水操作が終了すれば反応缶内には高温の02銘柄ノボラック樹脂が残っている状態となる。このあと、反応缶底部から樹脂を冷却バットに抜き出し冷却することになる。以上述べたような合成パターンで02銘柄ノボラック樹脂の合成が行なわれている。

2.11 樹脂の冷却

- 1) ノボラック樹脂については、生成した樹脂をジャケット付冷却バットに自然落下させて、ジャケットに冷却水を通し冷却している。冷却水の入口温度（ジャケットに入る時の温度）は32°C、出口温度（ジャケットから出る時の温度）は42°Cである。冬期は冷却時間が約3時間であるが、夏期は冷却時間が約6時間必要である。
- 2) 固形レゾール樹脂については、反応缶を加圧して多段バットに樹脂を排出し、送風して樹脂冷却を行なっている。
- 3) 液状レゾール樹脂は反応缶のジャケットにより50°C以下に冷却後、11銘柄樹脂と239銘柄樹脂については配管で第一地区内の他工場に送られ、17銘柄樹脂その他は200kg入りのドラムに充填している。

2.12 02銘柄ノボラック樹脂のマテリアル・バランス

主力生産品である02銘柄樹脂に関する、マテリアル・バランス（物質収支）の重

慶合成化工廠のデータは表IV-13、14、15に示すとおりである。

表IV-13 原材料バランス

原材料名	純分濃度	実仕込み量	純分換算仕込み量
フェノール	95.8 %	934 kg	894.772 kg
ホルマリン	35.98 %	692 kg	248.9816 kg
塩 酸	21.05 %	3.5kg	0.7368 kg
全仕込み量	—	1,629.5kg	1,144.4904 kg

IV-14 生成物バランス

生成物		生成物の分析結果		純樹脂 ; 887.8664kg
樹脂収量	967 kg	水分;2.75%	遊離フェノール;5.33%	遊離ホルムアルデヒド;0.1034%
廃液発生量	662.294 kg	フェノール含有率;4.14%	ホルムアルデヒド含有率;3.72%	
他の廃棄物	0.206 kg	真空ポンプ廃気;フェノール;0.0199 kg		ホルムアルデヒド;0.0311 kg
		コンデンサ-廃気 ; " ~0.000205 kg		" ; 0.155 kg
生成物合成	1,629.5 kg			

表IV-15 フェノール、ホルムアルデヒドの収支

	フェノール収支	ホルムアルデヒド収支
原料仕込み中の純分	894.772 kg	248.9816 kg
生成物		
①樹脂になった物	815.792 kg	223.138 kg
②樹脂中の遊離物	51.5411 kg	1.0 kg
③廃液中の遊離物	27.419 kg	24.6575 kg
④真空ポンプ 廃気中の遊離物	0.0199 kg	0.0311 kg
⑤コンデンサ-廃気中の遊離物	0.000205kg	0.155 kg
①~⑤の合計	894.772205kg	248.9816 kg

2.13 02銘柄樹脂の反応・脱水時のヒートバランス

02銘柄ノボラック樹脂のヒートバランス（熱収支）と熱効率について、重慶合成
 化工廠の提示データを表IV-1.6に示す。

表IV-1.6 02銘柄樹脂のヒートバランスと熱効率

No.	物理量	記号	単位	数値	計 算 式
1	蒸気の使用量	m_v	kg	633.4	
2	蒸気のエンタルピー	h_v	KJ/kg	2721.4	
3	環境温度	t_o	°C	32.5	
4	t_o での水のエンタルピー	h_o	KJ/kg	135.85	$h_o = 4.18 t_o$
5	蒸気の供給熱	ϕ_v	KJ	16.38×10^3	$\phi_v = m_v (h_v - h_o)$
6	フェニール投入量	m_1	kg	934	純分100%換算とて900kg相当
7	ホルマリン投入量	m_2	kg	694	
8	塩酸投入量	m_3	kg	2	
9	樹脂の生成量	m_4	kg	1,027	
10	廃水量	m_5	kg	603.15	
11	反応熱	q_c	KJ/kg	586.15	縮合反応時のkg当たりの発熱量
12	反応時供給熱量	ϕ_c	KJ	5.48×10^5	反応するフェニールは834.8kg
13	反応温度	t_1	°C	98	
14	フェニールの比熱	c_1	KJ/kg·°K	2.15	
15	ホルマリンの比熱	c_2	KJ/kg·°K	4.06	
16	予熱・吸熱量	ϕ_1	KJ	3.16×10^3	$\phi_1 = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \times (t_1 - t_o)$
17	水蒸発潜熱	r	KJ/kg	2,258	
18	廃水蒸発熱	ϕ_2	KJ	13.61×10^3	$\phi_2 = m^3 r$
19	有効熱	ϕ_e	KJ	16.77×10^3	$\phi_e = \phi_1 + \phi_2$
20	正平衡熱効率	net	%	76.72	$net = \phi_e \div (\phi_v + \phi_c) \times 100\%$

表IV-16のデータは、理想反応系（反応缶その他からの熱損失がゼロである系）でのヒートバランスであり、実際の反応は熱損失をとまうので実熱効率は 76.72 %以下となる。蒸気および冷却水の流量、温度を連続的に計測・記録し実熱効率を算出することが必要である。

3. フェノール樹脂生産工程の問題点と改善策

フェノール樹脂の生産工程における単位操作ごとに問題点と対策を述べる。

3.1 主原料の受入れ工程および計量工程

問題点

- (1) ドラム入りフェノールの融解作業
- (2) ホルマリンの受入
- (3) フェノール、ホルマリンのタンクに関する事項
- (4) フェノール、ホルマリンの計量器に関する事項

問題点の詳細

- (1) ドラム入りフェノールの融解作業
 - 1) 日本におけるように、溶融状態のフェノールをタンク・ローリー車で購入する事は、現状困難であり、ドラム入りのフェノールの融解作業は不可欠である。
 - 2) フェノールの融解を熱水池にドラムを投入して行なっているが熱効率が悪く作業効率も悪い。
 - 3) 融解作業の際に、フェノールの漏出、或いは蒸発による環境汚染の問題がある。
 - 4) 融解作業の際に、フェノールが吸湿したり水が混入するために、フェノールの純分濃度が一定化せず、樹脂の合成条件や品質の変動を招き易い。
- (2) ホルマリンの受入

ホルマリンの搬入は、第4地区の第8工場から4トンローリー車で行なわれており、特に問題はないが、ホルマリンの中間タンク（FRP製）への受け入れ作業は、開放状態で行なわれている。環境汚染、濃度変動の可能性がある。
- (3) フェノール、ホルマリンのタンクに関する事項
 - 1) フェノール、ホルマリンのタンクは保温構造になっていない。省エネルギー上好ましくない。
 - 2) フェノール、ホルマリンのタンク類には、タンクが損傷した場合に一時的に外部へ内容物の漏出を防ぐ防液堤がない。環境対策上好ましくない。

(4) フェノール、ホルマリンの計量器に関する事項

フェノール、ホルマリンの計量槽は、台秤による重量計量である。しかし、この計量槽と反応缶の間の配管やバルブ類が接続固定された状態になっている。そのため、計量が不正確になる恐れがある。

改善策

(1) ドラム入りフェノールの融解作業

ドラム入りのフェノールを効率良く融解する方法として、高温融解室の設置を提案する。

近代化をなし遂げた時に使用するフェノールは、樹脂量として7,500トン/年に見合う量として概算で7,000トン/年、日量としても20トン強に達する。即ち、200kg入りドラムとして、日量で100本以上を融解し、使用することとなる。したがって大量のフェノール融解処理方法として、室温が70～80℃の高温融解室に数日分のフェノールを収容し、自動化ラインで次々にフェノール・ドラムを搬入し、融解終了後のドラムを順次取り出して、各ドラムからタンクへポンプで移送する方式が最適である。この方式ではフェノールの純度は原則的にはドラムの中の濃度に近いレベルが維持可能である。

(2) ホルマリンの中間タンクへの受入

開放状態での作業から密閉系の作業に切替えるべきである。ホルマリン中間タンクのマンホール蓋を、受入れノズル、ベントノズル付のものに改造することを提案する。

(3) フェノール、ホルマリンのタンクに関する事項

タンク外周を保温材で囲み保温構造とすることを提案する。

(4) フェノール、ホルマリンの計量器に関する事項

計量槽については、通常には①流量計方式、②レベル計方式による容量計量、③ロードセルによる重量計量方式などがある。容量計量方式で、①の方法は計量器の内部が腐食、詰まり等の問題を招き易い。②の方式はフェノール、ホルマリンの濃度と温度が一定である事が前提条件である。つまり、真に必要な計測値は重量であるので、容量計量をした場合は密度を乗じて重量に換算しなければならない。濃度と温度により密度は変化するので、容量計量方式においてはフェノー

ル、ホルマリンの濃度と温度の一定化が必要となる。

したがって③のロードセルによる重量計量方式の採用を提案する。

3.2 反応工程、脱水工程

問題点

- (1) 反応工程、脱水工程での計測機器や制御機器の不足。
- (2) 中間管理方法
- (3) 反応缶の内部観測孔
- (4) 反応缶の内部汚れ
- (5) 還流用コンデンサーの材質
- (6) 反応缶底部排出口の開閉機構
- (7) 反応操作に関する問題。
- (8) ノボラック樹脂の収率と品質に関する問題。

問題点の詳細

- (1) 反応工程、脱水工程での計測機器や制御機器の不足

樹脂の合成、脱水の操作管理は、圧力ゲージ類、温度計、レベルゲージの読み取りと時間管理を主に、作業者の経験に基づいて操作されている。電子的な計測機器、制御機器類は極めて乏しい。反応操作、脱水操作に関するプロセスコントロール、ならびに中間管理や終点管理のための圧力、温度、レベルの自動計測・指示・記録がない。

- (2) 中間管理方法

反応工程の中間管理は、主に「白濁現象」の目視で行なわれ、脱水工程は「滴落温度」「粘度」「脱水量」等により管理されている。「白濁現象」は、フェノール樹脂の合成には重要な管理条件である。この現象は、その反応液の組成と温度に対し樹脂の分子量が大きくなって、溶解出来なくなり、「白濁」を引き起こす現象である。重要ではあるが、これ以外の中間管理方法が併用されていないので脱水工程中間管理については、改善が必要である。

- (3) 反応缶の内部観測孔

反応缶内の「白濁現象」が良く観察できない状態である。これは缶壁の付着物（半硬化物や硬化物）の清掃が不十分で、観測孔のガラスが付着物によって著し

く汚染されることが原因と思われる。

(4) 反応缶の内部汚れ

現状、反応缶の清掃作業は1ヵ月に1回程度行なわれており、空になった反応缶を蒸気加熱して付着している樹脂を硬化させ、冷却後に入力でハツリ作業で取り除いている。労働密度の高い、好まれない作業であり、生産の損失ともなっている。

(5) 還流用コンデンサーの材質

02銘柄樹脂には反応触媒として塩酸が使用されている。そのために還流用コンデンサーは3～6ヶ月に1回の頻度で新しいものと交換している。還流用コンデンサーの腐食防止は、重要な問題である。

(6) 反応缶底部排出口の開閉機構

現在の排出口開閉機構は、安全上好ましくない。ノボラック樹脂の排出に際して過去に火傷事故が発生している。

(7) 反応操作に関する問題

重慶合成化工廠の操作基準では、02銘柄ノボラック樹脂の合成反応の昇温過程において、反応液の温度が70～80℃に至った時に、加熱用の蒸気を止めるのと同時に「攪拌機も止めて」反応液が沸騰するのを待つこととなっている。この「攪拌機を止める」操作は、反応液の突沸現象を招く可能性があり、危険な操作である。このような事を行なう理由として次のものが考えられる。

- ① 反応液の温度が上昇し過ぎて、温度調整がジャケット冷却を行なっても追いつかない状態となることを防止するため。
- ② 沸騰が激しくなり、還流用のコンデンサーの冷却能力不足のために、反応液の温度が上昇し、反応缶に内圧が加わって操作困難になることを防止するため。
- ③ 「白濁現象」を正確に見ようとするため。

主として③の理由によるものと思われる。樹脂の中間管理上の問題として「攪拌」を継続した状態で合成反応の行なえる設備、および中間管理手法にすべきである。

(8) ノボラック樹脂の収率と品質に関する問題

主力生産品である02銘柄ノボラック樹脂の収率は1.09（フェノール1kgで樹脂

1.09kgを生成)である。また品質の指標となる遊離フェノール含有率は5%、軟化温度は80℃である。なお軟化温度は重慶合成化工廠提出のサンプルを日本国内で環球法により測定した値である。

重慶合成化工廠の02銘柄ノボラック樹脂に相当する樹脂で、日本で生産されているものの収率は1.03、遊離フェノール含有率は4%未満、軟化温度は80～110℃である。

02銘柄ノボラック樹脂は、日本のノボラック樹脂に比べて、収率は高いが品質が若干劣るといえる。ノボラック樹脂は一般的に品質を上げようとするれば、収率が下がる傾向を持つ。つまり遊離フェノール含有率(少ない程高品質)を下げるためには、脱水工程における運転条件(温度と真空度)を高温、高真空にしなければならないが、このような条件で運転すれば樹脂の収量は減り、収率が下がる。

成形性(加工性)の良い成形材料を得るためには、原料となるノボラック樹脂の遊離フェノール含有率を低くおさえなければならない。射出成形用の成形材料については、原料ノボラック樹脂中の遊離フェノールの含有率が特に問題となる。

日本では収率の低下を許容して、遊離フェノール含有率の低いノボラック樹脂を生産しているといえる。

重慶合成化工廠においても今後射出成形用成形材料に対する需要が増し、その原料となるべき低遊離フェノール含有のノボラック樹脂の大量生産が要求されるものと予測される。

改善策

(1) 反応工程、脱水工程での計測機器や制御機器の不足

樹脂の反応、脱水に関する計測機器、制御機器を導入することが必要である。樹脂の合成に直接関係する物だけではなく、ユーティリティー関係も含めバランスのとれた計測制御システムを構築すべきである。ただし、一度に極端な自動化を行なうのではなく、段階的(自動計測→自動制御→FA→CIM)に導入する方が効果的である。

(2) 中間管理方法

中間管理の方法の改善策は、次に示すとおりである。

① ノボラック系の反応は、通常は「白濁時間」の管理で十分であり、「白濁現

象」の自動検出も可能であるので、その導入を行なう。

- ② レゾール系は、反応過程で「白濁温度」の追跡、「オストワルド粘度計」による追跡が有効である。
- ③ 脱水工程では、缶内の温度と減圧度を厳密に制御すれば、ノボラック系統では大部分は中間管理なしに一定な製品が得られる。中間サンプリングするならば、特殊な粘度計による追跡が有効である。（動粘度測定器の導入。）レゾール系では、濃縮過程で「比重」をボーマ比重計で追跡する事も簡易で有効である。
- ④ 総じて、反応缶に主原料を仕込み終わり、十分攪拌・混合したところで、仕込み液をサンプリングし、フェノール、ホルムアルデヒド、水分、PH等を予め機器分析して、内容組成の技術指標に対する偏差を微調整してから、反応触媒を添加して樹脂の合成に入るようにする。

(3) 反応缶の内部観測孔

反応缶の清掃作業時に観測孔のガラスを取り外して清掃するか、更新することを検討すべきである。汚染され難く耐薬品性に優れかつ透明度の高い材質のものは、現時点では、工業用として実用化されていない。

(4) 反応缶の内部汚れ

反応缶の内部汚れの問題について、有効な方法としては、攪拌機のブレードに掻き取り用のスクレイパーを設置し、缶の壁を出来るだけ全面的に削り取る手法を提案する。ただ、缶壁のクリアランスを出来るだけ狭くし、攪拌の際の偏心のない事が肝要である。

(5) 還流用コンデンサーの材質

反応缶の材質は、現状鋳鋼製であるが、日本では通常ステンレス鋼が使用されている。ステンレス鋼は、フェノール樹脂合成の際の腐食が極めて少ないので、周辺機器もすべてステンレス鋼にするべきである。ステンレス鋼は、鋳鋼に比べて、溶接性、研削性、コストの点で若干劣るが、フェノール樹脂の合成には適した材質である。ガラス・ライニング系は、フェノール樹脂の合成のようにジャケットとの熱交換を高く要求されるものには適さない。ステンレス鋼にする事により、鉄のイオンによる樹脂の着色がなくなり、樹脂の商品価値が向上する。

(6) 反応缶外部排出口の開閉機構

日本で使用されている、ステンレス鋼製のボールバルブを使用することを提案する。このバルブのパッキンはテフロンとする必要がある。

また、焼き付きを未然に防止するために定期的にバルブの保守点検を行なうことが大切である。

バルブ操作は遠隔操作とすることを推奨する。

(7) 反応操作に関する問題

中間管理の改善策と同じである。

(8) ノボラック樹脂の収率と品質に関する問題

収率と品質を同時に向上させることは、現在のところ不可能である。ただし、原料（フェノール、ホルマリン等）の品質管理を厳格に行なうことは、収率、品質両面にとって重要である。収率向上策としてフェノール回収装置の導入を提案する。また、フェノール樹脂の需要、品質に対する要求、先進レベルの技術などの世界的な動向に常に注目して、より積極的な情報収集を行なうことが大切である。

3.3 ノボラック樹脂の冷却設備

問題点

- (1) 夏期における冷却能力の不足。
- (2) 破碎作業が手作業であり、労働密度が高い。

問題点の詳細

ノボラック樹脂の冷却バットは、2基の反応缶から交互に樹脂が排出されて来る。樹脂のバット上の厚みは約60mmである。破碎後の樹脂の剥がし作業を容易にするために、バットの上に木粉をあらかじめ散布しておく。樹脂の冷却時間は、冬期で約3時間、真夏で6～7時間を要している。冷却され、破碎可能となった樹脂は、手作業で大きく砕かれ、ベルトコンベアにスコップで投入されて、成形材料の工程に搬送される。ここで問題なのは、真夏の冷却時間が長いこと、破碎が手作業であることの2つである。

改善策

固形状のフェノール樹脂の冷却方法としては、種々の手法がある。

- ① 脱水を終了し、高分子量化した樹脂を水中に放出し、樹脂の冷却と低分子量物の除去を図り、樹脂と水との分離後、樹脂を乾燥し粉碎する方法。
- ② 脱水を終了した樹脂を、常圧下で更に高温にし、樹脂の粘度を下げて、噴霧乾燥して冷却と造粒を兼ねる方法。
- ③ 脱水した樹脂を押し出機により造粒し、連続冷却コンベアに乗せて冷却する方法。
- ④ 脱水した樹脂をドラム・フレイカーを用いて薄い膜とし、連続冷却コンベアに乗せて冷却する方法。
- ⑤ 脱水した樹脂を装置を用いて液滴化し、連続冷却コンベアに落として粒状化する方法。
- ⑥ 脱水した樹脂を、冷媒を通じた冷却箱に落とし、冷却後叩き出す方法。

これ等の中で、③、④、⑤の方法が一般的である。それぞれについて、設備投資額、量産性、ランニング・コスト等に一長一短がある。何れの方法も、日本国内で採用されている方法である。③、⑤の形状の樹脂は、固結性に多少有利であるが、投資額、ユーティリティーを要する。

本報告書では、吸湿性が少なくハンドリングの容易な粒状化樹脂を得ることのできる⑤の方法の採用を提案する。

3.4 環境保全

(1) フェノールによる環境汚染の問題

問題点

- 1) フェノール・ドラムからの漏出、並びに融解時の蒸発。
- 2) フェノール輸送時のポンプや配管からの漏出。
- 3) フェノールタンクからの加熱コイルによる蒸発。
- 4) 反応液サンプリング時の蒸発。
- 5) 真空ポンプ廃気中のフェノール。
- 6) 樹脂を冷却バットに排出する時のフェノールの蒸発。

- 7) 樹脂に含まれる遊離フェノール。
- 8) 脱水凝縮液中に含まれるフェノール。

改善策

- 1) 1)~3)の原材料のフェノールに関してはフェノール融解室を設け、フェノールタンクも、ベント付の準密閉タイプにする。
- 2) 4)項については、中間サンプリングを必要としない反応制御技術を導入するとともに中間サンプリング専用の設備を付設する。
- 3) 真空ポンプの廃気については、焼却処理設備を導入する。
- 4) 6)及び7)については、樹脂の設計上の問題であり3.2.(a)に述べた。遊離フェノールの少ない樹脂の生産技術ならびに開発技術の確立が先決である。その上に立って、冷却バットのフェノール・ガスについては、(3)項のような処理が望まれる。
- 5) 8)について、現状では廃液を別の製品の原料として使用しているとの説明を受けた。脱水凝縮液の発生量は、樹脂の増産によって激増する事は間違いない。したがって、近代化達成後でもこのような方法によって、廃液を全て処理出来るとは考え難い。近代化達成後の脱水凝縮液の発生量は、概算で 5,500トン／年前後と見込まれる。これに含まれるフェノールを約4%とすると約 220トン／年に相当する。脱水凝縮液発生量は日量として約20トン、フェノール回収量は同じく約 800kgである。したがって回収装置の設置を提案する。

(2) ホルムアルデヒドによる環境汚染の問題

問題点

- 1) 保存タンクからの蒸発。
- 2) 反応液サンプリング時の蒸発。
- 3) 真空ポンプの廃気。
- 4) 脱水凝縮液中のホルムアルデヒド。(約3%)

改 善 策

それぞれ、改善策はフェノールのケースと同様である。

(3) 粉塵による問題と改善策

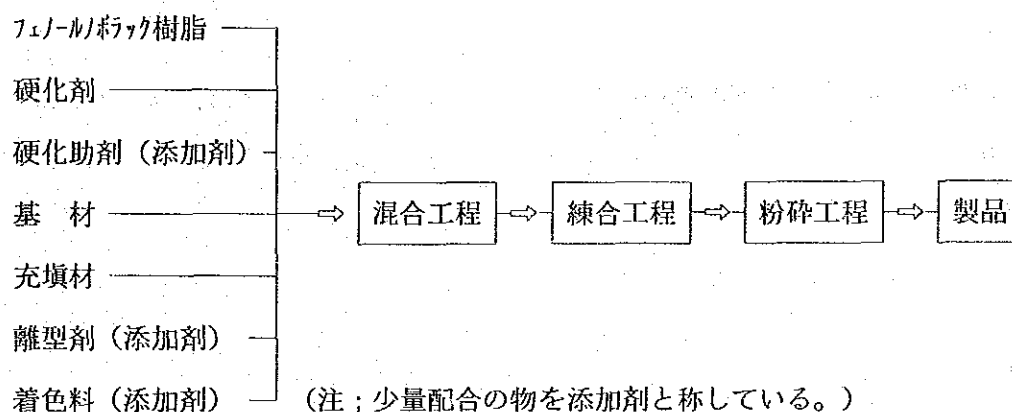
冷却したノボラック樹脂の破碎時の粉塵発生については、3.3の項の改善策を実施することにより解決される。

4. フェノール樹脂成形材料・生産工程の現状

4.1 概 説

重慶合成化工廠の生産工程は、1955年に北京化工設計院がソビエト連邦共和国の協力を得て設計した設備を基礎に、その後に改良、改修を加えて現在に至る、極めてオーソドックスな生産設備である。生産系列としては、「黒物」を生産する「六一工段」と「色物」を生産する「六三工段」に分かれている。

フェノール樹脂成形材料（以後形成材料と略す）は、次のような成分を混合、練合し、成形加工に必要な材料形状に粉碎して製造される。



多種類の原材料を駆使して、生産工程の条件を変える事により、多方面にわたる品質要求に応え、豊富な品種を用意する事が出来る。製造プロセスでは、半固体状態と固体状態が混在し、化学的な反応現象と物理的な挙動の変化を把握した高度な生産技術が要求される。また、原材料についても、有機化学的合成品と天然物を調和して配合させる技術が必要で、その管理には豊かな経験も必要である。

4.2 原材料

4.2.1 原材料の種類と規格

重慶合成化工廠で使用している原材料は、樹脂と硬化剤であるヘキサミンは自製品であり、他の原材料もすべて中国産である。主な原材料の種類を表IV-17に示す。また、各原材料の受入規格を表IV-18~26に示す。

表IV-17 主な原材料の種類

原料分類	種 類		
樹 脂	02銘柄フェノール・ノボラック樹脂		
硬 化 剤	ヘキサミン (ウロトロピン或いはヘキサメチレンテトラミンとも言う。)		
硬化助剤	生石灰、酸化マグネシウム		
基 材	木 粉	充 填 材	重質・炭酸カルシウム、軽質・炭酸カルシウム
離 型 剤	ステアリン酸亜鉛	着 色 料	アニリンブラック

表IV-18 02銘柄樹脂の規格

項 目	受 入 規 格
供 給 源	第1工場・樹脂工段
滴 落 温 度	95~110℃
ゲル化速度	40~60sec. (ヘキサミン10%添加時)
遊離フェノール量	≤ 6 %
粘 度	80~160cP
水 分	≤ 5 %
粒 度	2.5φ以下

表IV-19 ヘキサミンの規格

項 目	受 入 規 格	
供 給 源	第8工場	
純 分	≥ 97 %	
粒 度	80メッシュ全通	
包 装	25 kg 入り	
国家標準規格	HG 2-1024-77に準拠	
HG2-1024-77 の内容	純分	≥99.2 %
	乾燥減量率	≤ 0.30 %
	灰分	≤ 0.02 %

表IV-20 酸化マグネシウムの規格

項目	受入規格
供給源	浙江省、福建省から
含有率	≥ 85 %
粒度	100メッシュ全通
比重	3.3~3.43
灼熱減量率	≤ 7.5 %
包装	50 kg 入り
国家標準規格	HG 1-324-77 に準拠
注; 国家標準 での内容	MgO ≥ 92 %
	CaO ≤ 5 %
	40メッシュ篩残 ≤ 0.5 %

表-21 生石灰の規格

項目	受入規格
供給源	重慶市々内
含有率(*1)	≥ 80 %
粒度	100メッシュ全通
水分	≤ 5 %
包装	50 kg 入り
注(*1); CaOとして受け入れているが、 一部分は保管中に空気中の水分により消 石灰になるため、出来るだけ早く使用す るようにしている。	

表IV-22 木粉の規格

項目	受入規格
メーカーの所在	重慶星火木粉廠
原料樹木	松を主、雑木の混入あり
外観	淡黄色・均一粉末
	天然木・夾雑物無し
粒度	100メッシュ全通
水分	≤ 10 %
見掛密度	4~6 mL/g
磁選物	≤ 50 mg/Kg
石分	≤ 5 %
天然樹脂含有率	≤ 5.5 %
包装	40kg麻袋入り
企業標準規格	GSY-09-74

表-23 重質・炭酸カルシウムの規格

項目	受入規格	
メーカーの所在	重慶松山化工廠	
含有率	≥ 98 %	
粒度	120メッシュ全通	
白度	80	
塩酸不溶分	≤ 0.1 %	
鉄含有率	≤ 0.02 %	
包装	50 kg	
企業標準規格	CSY-13-74	
国家標準規格	HGH-039-83	
国家標準での 内容	純度	≥ 97(95)%
	粒度	320メッシュ 99.9%
	水分	≤ 5 %

(注; 「石粉」と称す。)

表IV-24 軽質・炭酸カルシウムの規格

項目	受入規格	
メーカーの所在	重慶松山化工廠	
純度	≥ 96 %	
粒度	120メッシュ残 ≤ 0.005 %	
外觀	白色、夾雑物無し	
包装	40 Kg 木綿袋入り	
国家標準規格	HG 1-517-74 に準拠	
国家標準での 内容	純度	≥ 98.2 %
	水分	≤ 0.5 %
	120メッシュ篩残	≤ 0.005 %

表-25 ステアリン酸亜鉛の規格

項目	受入規格
メーカーの所在	重慶市々内
遊離脂肪酸含有率	≤ 2 %
融点	≥ 115 °C
水分	≤ 2 %
粒度	100メッシュ全通
亜鉛含有率	13~15 %
準拠規格	四川省化学工業局規格

表IV-26 アニリンブラックの規格

項目	受入規格
メーカーの所在	青島、瀋陽から
粒度	100メッシュ全通
水分	≤ 3 %
提示色強度	標準色の 100 ± 3 %
包装	50 kg 入り
企業標準規格	CSY-12-74

この他、着色料として「酸化鉄」～弁柄～は、重慶市々内から25kg紙袋包装で購入している。黄色の無機質・顔料も極く少量であるが使用されている。

4.2.2 原材料の予備処理

現状では、樹脂の粉碎と硬化剤のヘキサミンの粉碎だけを行なっている。

また、重慶合成化工廠の内部で原材料を改めて磁力選別する事は行なっていない。

4.3 原材料の単価

フェノール樹脂・成形材料の生産工程に用いられる原材料の1986年の平均購入単価は表IV-27に示すとおりである。

表IV-27 成形材料原材料単価（1986年平均）

ヘキサミン（自社製）	2,840 元/T	生石灰	30 元/T
木粉	335 "	酸化マグネシウム	900 "
重質・炭酸カルシウム	110 "	ステアリン酸亜鉛	6,500 "
軽質・炭酸カルシウム	240 "	アニリン・ブラック	6,100 "

4.4 生産品目と市場の用途分野

成形材料の生産品目と主な用途分野は表IV-28に示すとおりである。

表IV-28 生産品目と市場の用途分野

No.	銘柄名	色 調	使用樹脂	特 徴	用 途
1	D141	黒、茶	ポラック	汎用の電気用	配線器具のハウジング。
2	D131	黒、茶	ポラック	低電圧の電気用	家電、配線器具。
3	R131	黒、茶	ポラック	日用雑貨用	ビンの蓋、鍋の把手やツマミ。
4	A1501	茶	レゾール	高級絶縁材料 アモニア・フリー材	ラジオ、コネクター等インサート成形用
5	H161	黒	ポラック	耐熱、耐湿用 機械強度用	計器のケース。
6	U1501	茶	ポラック	高絶縁用	通信機のボリューム・ケース
7	P3401	原色	ポラック+レゾール	高周波用	コイルボビン
8	U2601	原色	レゾール	無線・通信機用	ボリューム等、高級製品用。
9	U8201	原色	レゾール	〃	(U2601に同じ。添加剤が異なる。)
10	H161Z	黒	ポラック	H161に同じ	射出成形用であるが、品質に劣る。
11	S6802	黒	ポラック	耐熱用	塩ビ(PVC)を混入した特殊グレード。 化学工場の電気部品用。
12	E631	黒	ポラック	耐熱用	電気溶接のホルダー等、ユーザー適応グレード
13	E441	黒、茶	ポラック	〃	〃 〃
14	J1501				
15	J1503	黒、茶	ポラック	耐衝撃・電気用	船舶の電気部品用。

(注1 ; 特に断らない限り「圧縮成形用」の材料であるが、以下の4銘柄は「移送成形～トランスファー成形」にも使用可能である。A1501、H161、U1501、S6802)

(注2 ; この表では、No.1が生産量としても最も多く、No.15に近づくほど量的に少ない。)

(注3 ; 黒の色調は六一工段で、それ以外は六三工段で生産)

熱硬化性成形材料の成形技法には、「圧縮成形」、「移送成形」及び「射出成形」の3種類の方法がある。成形技法として「圧縮成形」は最も歴史の長い手法であり、フェノール樹脂成形材料の成形技法として、日本では既に主流ではなくなっている。「移送成形」は、インサート金具がある場合には好まれる技法であるが、日本では「射出成形」が主流で全体の8割以上を占めている。中華人民共和国では、「圧縮成形」が主体の状況にあるため、生産品目は大部分が「圧縮成形」用の成形材料である。重慶合成化工廠でも今後、「射出成形用」成形材料の需要が急速に伸びるものと予想している。

4.5 生産能力

重慶合成化工廠からの説明によれば、成形材料工程の生産能力の設計値と実際値は表IV-29に示すとおりである。

表IV-29 成形材料の生産能力

① 原設計生産能力	1,500 T/Y
② 改造後の設計生産能力	4,235 T/Y
③ 実生産能力 (六一工段 2,500 T/Y、六三工段 500 T/Y)	3,000 T/Y

①の原設計での生産能力は1955年の設備改造前の状況であり、②は設備改造の結果とその後の設備改良の成果である。しかしながら、②は無事故、無故障、年間365日完全稼働の状態での能力であり、③に至って年間300日運転の実際状況であり、故障、定期点検、停電、などによるロスを見込んだ生産能力となっている。

成形材料の生産工程は、主流の「黒物」工程（六一工段）と副次的な「色物」工程（六三工段）から成り立っているが、上記の生産能力は主流の「黒物」のうち主力製品である「D141」ベースの生産能力（六一、六三両工段でD141を製造した場合の生産能力）である。

4.6 製品仕様

重慶合成化工廠の生産銘柄の製品仕様は、全て国家標準規格に準拠する。製品仕様として「フェノール樹脂成形材料に関する国家標準規格（GB 1404-87）」の分類コードを表Ⅳ-30に示す。

重慶合成化工廠の製品の銘柄名は、この国家標準規格の派生番号を織込んだ名称になっている。

なお、この国家標準規格では、「レゾール樹脂（一段法フェノール樹脂）系成形材料はPF1」「ノボラック樹脂（二段法フェノール樹脂）系成形材料はPF2」と分類されている。

表IV-30 フェノール樹脂成形材料・国家標準規格 (GB 1404-87)

・分類表 (抜粋)

用途分類	規格分類	用 途 内 容
一般用 (A)	PF2A1-131	一般用、日常生活用品の製造用。
	PF2A1-132	
	PF2A1-133	
	PF2A1-136	
	PF2A1-137	
	PF2A1-138	
	PF2A2-131	一般用で、電気特性が改良されたグレード。
	PF2A2-133	低電圧の電気絶縁部品或いは接続部品の製造に適する。
	PF2A2-141	
	PF2A2-151	
	PF2A3-1501	一般用で、電気性能はPF2A2 よりも高位にあり、代表的には
	PF2A3-165	交通機関々係等の電気絶縁・接続部品の製造に適する。
	PF2A4-161	PF2A2 に類似しているが、吸水性が改良されている。気温・湿度の高い地域で使用される、低電圧の電気用品に適する。
	PF2A5-5802	PF2A4 に類似しているが、耐酸性が改良されている。蓄電器等のような低電圧の機器の製造に適した絶縁材料。
	PF2A6-1503	一般用。シャルピー衝撃強度が改良されている。低電圧の電
PF2A6-9603	気用品の製造に適した、代表的な絶縁材料。	
PF1A2-1501	電気絶縁材料として代表的なグレード。アモニアフリー材である。	
耐熱用 (C)	PF2C3-431	耐熱グレードで、低電圧・電気絶縁機器の製造に適する。
	PF2C3-631	
	PF2C4-631	アスベストを含む耐熱グレード。低電圧・電気絶縁材料。
電気用 (E)	PF2E2-3301	誘電損失が低く吸水性が改良されており高位電気絶縁部品の製造に適す。
	PF2E3-7301	誘電損失が低くPF2E2 よりシャルピー衝撃に優れ、高位電気絶縁部品に適す。
	PF2E4-2304	誘電損失が低くPF2E3 より耐電圧強度に優れ、高位電気絶縁部品に適す。
	PF2E5-2301	誘電損失が低くPF2E3 よりシャルピー衝撃に優れ、高位電気絶縁部品に適す。

表IV-31 成形材料・国家標準規格 (GB 1404-87) ・技術指標

No	特性項目	技 術 指 標																	
		一 般 用 (A)					耐熱用 (C)					電 氣 用 (E)							
		PF2A1	PF2A2	PF2A3	PF2A4	PF2A5	PF2A6	PF1A2	PF2C3	PF2C4	PF2E2	PF2E3	PF2E4	PF2E5					
A	材料に関する性能	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1	比容積	≤ 3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
2	流動性	— 材料メーカーと顧客の間で協議して試験方法などを標準化する事。																	
B	試験片による材料物性	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1	曲げ強さ MPa	≥ 70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
2	シャルピ-衝撃強さ (ノッチ付) KJ/m ²	≥ 1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
3	熱変形温度 °C (18.5kg/cm ²)	≥ 140	140	120	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
4	耐灼熱性 (注1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	絶縁抵抗 Ω	≥ —	10 ⁶	10 ¹⁰	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁶	10 ¹⁰	10 ⁸	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ⁸	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	
6	耐電圧 (90°C) MV/m	≥ —	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	5.8	5.8	5.8	7.0	7.0	5.8	
7	誘電損失 (1M Hz)	≤ —	0.1	0.08	0.1	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
8	耐トラッキング (PTI) V	≥ —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	175	175	175	175	175	175	
9	逆離子イオン量 %	≤ —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	収縮率 %	—	材料メーカーと顧客で協議して決定する。																
11	吸水率 mg	≤ 60	50	50	40	40	50	50	40	40	50	50	30	15	15	10	15	15	
12	吸酸率 %	≤ —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

(注1: 3分間加熱して灼熱した棒を、試験片に30秒間接して火炎のない事。)

重慶合成化工廠の生産銘柄と国家標準規格との対照を表IV-32に示す。

表IV-32 生産銘柄の国家標準規格との対照 (一部推定)

銘柄名	国家規格	銘柄名	国家規格	銘柄名	国家規格	銘柄名	国家規格
D141	PF2A2-141	R131	PF2A1-131	H161(Z)	PF2A4-161	E631	PF2C3-631
D131	PF2A2-131	A1501	PF1A2-1501	U1501	PF2A3-1501	E441	PF2C3-431

4.7 品質管理の状況

4.7.1 品質合格率の概況

成形材料の主力生産銘柄である「D141」における品質合格率は表IV-33に示すとおりである。この合格率は、「D141」の全生産量に対する出荷量である。出荷量には、社内で再処理を行なった「2級品」も含まれている。

表IV-33 D141における品質検査合格率

1981年	100.00 %	1984年	100.00 %
1982	94.22	1985	100.00
1983	93.61	1986	100.00

1982年から1983年にかけて合格率の低下している原因は、①工場管理要因として、定められた運転規則を守らない未熟練労働者の影響や用役関係の不安定があった事、②原材料の問題として、鉍物質顔料の分散不十分による外観上の斑点、色ムラが発生した事が挙げられている。この顔料に関しては、材質的に成分の問題はなかったが、顔料の生産工場が遠隔地にあり、処置をとる事が遅れたとの説明があった。

いずれにしても、D141に関する限り検査合格率は極めて高く、問題を生じていない。

4.7.2 工程管理の方法

生産工程における「中間管理」は、一直あたり一人の検査専任の人員が勤務しており、生産状況を作業員が記入したものをこの専任者がチェックするシステムをとっている。成形材料の工程管理の明細を表IV-34に示す。

表IV-34 成形材料工程管理明細表

No.	管理点の名称	標準条件	管理方式	管理用機器	備考
1	諸原材料・計量器の 計量精度の確認	(台秤) 500 kg \Rightarrow \pm 0.1 kg 50 kg \Rightarrow \pm 0.05 kg 10 kg \Rightarrow \pm 0.01 kg	抜き取り		1/週
2	ヘキサミンの予備処理	ヘキサミン100/木粉20にて混合乾燥	分析	天秤	1/月
3	ヘキサミン粉砕	120メッシュ全通	検査	標準篩	1/月
4	ノギスの粗砕・粉砕	粗砕スクリーン 10~15 ϕ 粉砕スクリーン 2.5 ϕ			
5	混合時間	D141では75分/バッチ	検査	時計	3/日 中間検査組
6	ロール投入量	12~15 kg	抜き取り	台秤	1/週
7	ロール温度	高温測; 蒸気圧力 5~8.5kg/cm ² 低温測; 50~80 $^{\circ}$ C	計測器 "	圧力ゲージ 熱電対温度計	作業員
8	ロール間隔	1.8~2.5 mm	抜き取り	ノギス	1/直 中間検査組
9	ロール練合時間	製品による。 D141にて4~6分	抜き取り	時計	9/直 中間検査組
10	流動性測定	クラール法による。 D141で 100~180 mm	抜き取り	フルス、天秤 金型、物差	30~40/直 中間検査組
11	製品の粒度	1.8~2.5 ϕ の均一粉末	抜き取り	標準篩	1/直 中間検査組
12	ロット均一ブレンド	混合時間は約15分 製品の均一さ	検査	柱時計	3/直 中間検査組
13	包装・計量	25 kg \pm 0.1 kg (袋ごと)	抜き取り	台秤	1/週 作業員
14	鉄含有量測定	\leq 50 mg/kg	抜き取り		検査課
15	製品のサンプリング	製品袋数の10%から 200g/袋 ずつ取る。	随時	サンプリング・スコップ	3~4/直 中間検査組
16	製品検査の成形条件	国家標準規格で規定されている。	温度 \Rightarrow 時間 \Rightarrow 圧力 \Rightarrow 余熱 \Rightarrow	45t プレス	1/ロット 中間検査組
	製品検査用機器	130~150 $^{\circ}$ C			
		精度 \leq 0.1 g		天秤	
		160 \pm 2 $^{\circ}$ C		恒温装置	
		板 (120 \times 15 \times 10 mm) 円板 (100 ϕ \times 4 t)		金型 金型	
		(流動性測定用器具) 150 \pm 2 $^{\circ}$ C		温度計	
				熱電対温度計	
		時計			
		ノギス			
		比容量コップ			

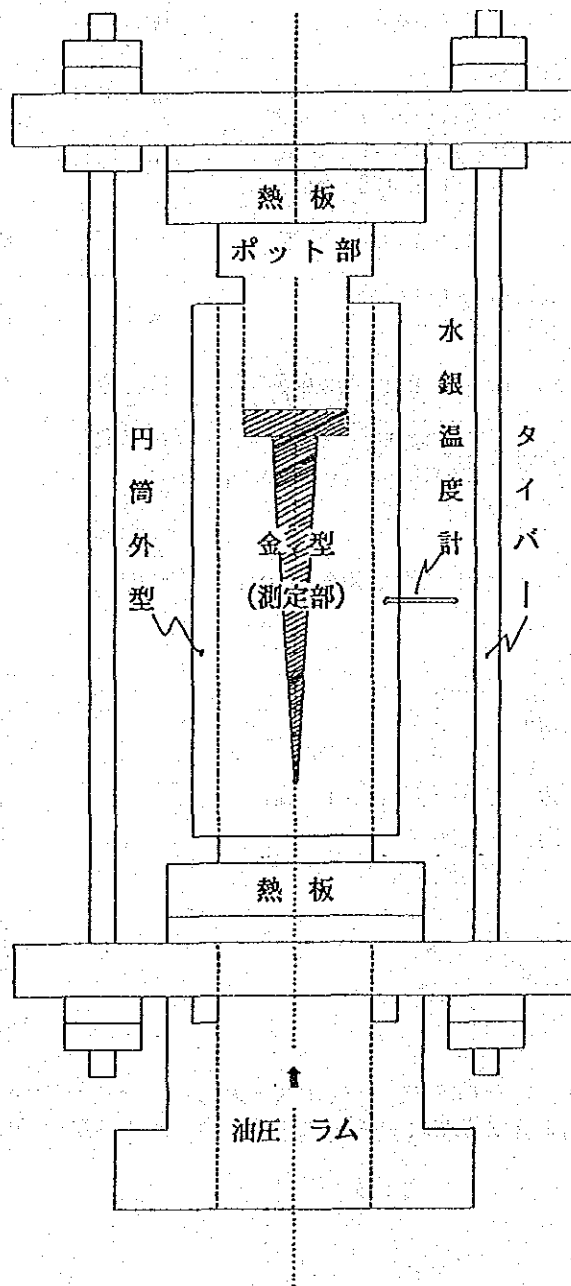
注: No.10の「流動性測定」は、ロールが3基あり(六一工段)、一直の勤務時間が8時間であるため、その間に30~40回の測定を行なう意味である。即ち、ロール1基については、1時間に1回強の測定頻度になる。

表IV-34のNo.10にある成形材料の「流動性」を測定する「クラール法・流動性試験機」の概要を述べる。

図IV-10と写真IV-25にクラール法流動性試験機を示す。

金型は、円筒状の外型が左右に二つ割りになりその中に内型が入っている。円筒型には金型の温度を測定する水銀温度計が入れられる孔が開けられている。試験に付する成形材料をポット部に投入し、金型をプレスに入れて、圧力をかけ、ポット部から斜線になって示した測定部に流入し、硬化した材料の長さをステンレス製の物差しで測定して、流動性の値とする。なお、金型温度は150°Cである。

図IV-10 クラール法流動性試験機



写真Ⅳ-25 クラール法流動性試験機の外観

