

(本文)

目次

第1章	工場概要	
1-1	企業概要	1- 1
1-2	原材料の概要	1- 9
1-3	対象製品と製造フロー	1-11
1-4	生産実績と生産計画	1-19
第2章	生産工程の現状と問題点	
2-1	原材料の受入工程	2- 1
2-2	木型・鋳造工程	2-12
2-3	機械加工工程	2-27
2-4	組立工程	2-44
2-5	塗装工程	2-53
2-6	製品検査工程	2-55
2-7	生産工程の問題点	2-61
第3章	生産管理の現状と問題点	
3-1	設計管理	3- 1
3-2	調達管理	3-23
3-3	在庫管理	3-29
3-4	工程管理	3-39
3-5	品質管理	3-48
3-6	安全管理	3-62
3-7	設備管理	3-66
3-8	教育・訓練	3-72
3-9	環境対策	3-75
3-10	生産管理の問題点	3-77
第4章	財務管理の現状と問題点	
4-1	財務概要	4- 1
4-2	財務部門の組織および人員	4- 2
4-3	財務諸表	4- 3
4-4	予算管理	4-14
4-5	原価管理	4-21
4-6	資金管理	4-26
4-7	原価分析	4-30
4-8	財務管理の問題点	4-37
第5章	販売先調査	
5-1	訪問内容	5- 1
5-2	見学内容	5- 1
5-3	問題点	5- 2
5-4	ポンプ設置状況	5- 2

第6章	工場近代化計画	
6-1	近代化基本方針	6- 2
6-2	近代化の課題と目標	6- 6
第7章	生産工程の近代化	
7-1	原材料受入工程	7- 1
7-2	木型・鋳造工程	7-23
7-3	機械加工工程	7-38
7-4	組立工程	7-73
7-5	塗装工程	7-85
7-6	製品検査工程	7-90
7-7	生産機種 of 改善	7-95
第8章	生産管理の近代化	
8-1	設計管理	8- 1
8-2	調達管理	8-15
8-3	在庫管理	8-23
8-4	工程管理	8-35
8-5	品質管理	8-46
8-6	安全管理	8-61
8-7	設備管理	8-64
8-8	教育・訓練	8-70
8-9	環境対策	8-75
第9章	財務管理の近代化	
9-1	財務管理の近代化の骨子と進め方	9- 1
9-2	財務管理	9- 2
9-3	原価管理	9-13
9-4	財務管理・原価管理の近代化総括	9-22
第10章	設備の近代化計画	
10-1	近代化設備計画	10- 1
10-2	設備の近代化に要する経費	10- 4
10-3	設備の近代化スケジュール	10- 5
10-4	総合効果	10- 6
第11章	近代化計画実施上の留意点	11- 1
第12章	結論と勧告	
12-1	結論	12- 1
12-2	勧告	12- 4
付属資料		
付属資料Ⅰ	受領・提供資料	付- 1
付属資料Ⅱ	参考文献	付- 7

表リスト

表1-1-1	売上高、生産台数、利潤の推移	1- 3
表1-1-2	販売先別売上高（割合）の推移	1- 3
表1-1-3	1998年企業販売収入および輸出額上位10社	1- 4
表1-1-4	長春ポンプ製造有限公司在職人員の推移	1- 6
表1-1-5	離職者内訳（1999年10月現在）	1- 6
表1-1-6	営業地域と営業所名	1- 6
表1-2-1	原材料と購入品の種類と調達量	1-10
表1-3-1	化学工業用ポンプの構造と種類	1-11
表1-3-2	化学工業用ポンプの特徴と仕様範囲	1-12
表1-3-3	石油精製用ポンプの構造と種類	1-13
表1-3-4	石油精製用ポンプの特徴と仕様範囲	1-14
表1-3-5	水用ポンプの構造と種類	1-15
表1-3-6	水用ポンプの特徴と仕様範囲	1-15
表1-3-7	特殊ポンプの構造と種類	1-16
表1-3-8	特殊ポンプの特徴と仕様範囲	1-16
表1-4-1	生産実績	1-19
表2-1-1	鋳造品の調達実績とポンプ生産実績	2- 2
表2-1-2	生産計画に必要な鋳物部品調達量	2- 2
表2-1-3	原材料の調達量実績と鋳造生産実績	2- 4
表2-1-4	生産計画に必要な原材料の調達量	2- 4
表2-1-5	メカニカルシールの調達実績とプロセスポンプ生産実績	2- 6
表2-1-6	生産計画に必要なメカニカルシール調達個数	2- 6
表2-1-7	鋼材の調達実績とポンプ生産実績	2- 7
表2-1-8	生産計画に必要な鋼材調達量	2- 7
表2-1-9	電動機の調達実績とポンプ生産台数	2- 8
表2-1-10	生産計画に必要な電動機調達量	2- 8
表2-1-11	玉軸受の調達実績とポンプ生産台数	2- 9
表2-1-12	生産計画に必要な玉軸受調達量	2- 9
表2-2-1	木型製作標準時間	2-13
表2-2-2	木型工場の設備機械	2-15
表2-2-3	鋳造品の種類と年間生産量実績	2-17
表2-2-4	鋳造品の種類と予想年間生産量	2-17
表2-2-5	鋳鉄工場の設備機器	2-18
表2-2-6	小物部品鋳鋼工場の設備機器	2-18
表2-2-7	大物部品鋳鋼工場の設備機器	2-20
表2-3-1	第1機械工場の設備機械	2-28
表2-3-2	第2機械工場の設備機械	2-30
表2-3-3	ZAI-150-2200A ポンプの機械加工標準工数	2-32
表2-3-4	150AY150x2 ポンプの機械加工標準工数	2-32
表2-3-5	2004年までの生産計画に必要な機械加工工数	2-33
表2-3-6	工具工場の設備機械	2-38
表2-4-1	組立工場の設備機器	2-45
表2-4-2	ポンプ組立作業時間	2-47
表2-4-3	2004年までの生産計画に必要な組立作業時間	2-48
表2-6-1	材料試験室・計量器室の設備機器	2-56
表2-6-2	ポンプ試験室の設備機器	2-58
表3-1-1	新製品開発に関する管理制度	3- 7
表3-1-2	設計開発計画書	3- 8
表3-1-3	図面配布規定一覧表	3-10

表 3-1-4	機械加工の標準時間カード	3-18
表 3-1-5	ワークステーション設備計画一覧表	3-21
表 3-2-1	() 月 購入計画部品表	3-24
表 3-2-2	工業・鉱業製品注文契約書	3-25
表 3-2-3	原材料・副資材・購入品の調達金額	3-26
表 3-3-1	在庫の推移	3-31
表 3-3-2	鋳造品・半製品の在庫票	3-32
表 3-3-3	組立工場への払い出し票	3-33
表 3-3-4	アフターサービスのための部品払い出し票	3-33
表 3-3-5	顧客に販売する部品の払い出し票	3-34
表 3-3-6	棚卸量・額の推移	3-35
表 3-4-1	生産実績と台数単価	3-40
表 3-4-2	受注通知書	3-42
表 3-4-3	機械加工の生産指令票	3-43
表 3-5-1	内部不良(廃品率)年度別推移	3-55
表 3-6-1	1999年の安全および教育成績	3-63
表 3-6-2	安全成績の推移	3-63
表 3-6-3	兆し事故記録	3-65
表 3-7-1	主要設備内訳表	3-68
表 3-7-2	主要設備の取得年代分布	3-69
表 3-7-3	1999年の設備大修理計画と実際	3-70
表 3-8-1	1999年従業員教育計画	3-73
表 4-3-1	比較貸借対照表(1996~1999年度)(借方)	4-4
表 4-3-2	比較貸借対照表(1996~1999年度)(貸方)	4-5
表 4-3-3	資産の効率性指標推移	4-6
表 4-3-4	資産の流動性指標推移	4-7
表 4-3-5	比較損益計算書(1996~1999年度)	4-9
表 4-3-6	企業の収益力指標推移	4-10
表 4-3-7	長春ポンプ廠 貸借対照表	4-11
表 4-3-8	子会社6社の業績	4-12
表 4-3-9	子会社6社の資産負債状況	4-13
表 4-4-1	予・決算対比 総括表	4-17
表 4-4-2	予・決算対比表(売上高内訳)	4-18
表 4-4-3	予・決算対比表(管理費用内訳)	4-19
表 4-4-4	2000年度予算	4-20
表 4-5-1	予・決算対比表(原価内訳)	4-23
表 4-5-2	予・決算対比表(製品原価内訳)	4-24
表 4-5-3	標準原価と実際原価との比較	4-25
表 4-6-1	資金運用表	4-26
表 4-6-2	主要顧客別売上高推移	4-27
表 4-6-3	資金繰り表(2000年5月分)	4-29
表 4-7-1	原価要素別内訳推移	4-31
表 4-7-2	原価要素別内訳推移(百分比)	4-33
表 4-7-3	損益分岐点算出表	4-34
表 4-7-4	生産性指標	4-35
表 6-1-1	生産計画	6-3
表 6-2-1	委員会の設置状況	6-11
表 7-1-1	受注台帳と製造番号採取要領	7-5
表 7-1-2	仕込台帳と仕込番号採取要領	7-6
表 7-1-3	鋳造品注文仕様書	7-8
表 7-1-4	メカニカルシール注文仕様書	7-11

表 7-1-5	メカニカルシール個別仕様リスト	7-12
表 7-1-6	鋼材注文仕様書	7-14
表 7-1-7	電動機注文仕様書	7-16
表 7-1-8	電動機個別仕様リスト	7-17
表 7-1-9	玉軸受注文仕様書	7-19
表 7-1-10	カップリング注文仕様書	7-21
表 7-1-11	カップリング個別仕様リスト	7-22
表 7-2-1	木型台帳と木型番号採取要領	7-26
表 7-2-2	木型カード	7-27
表 7-2-3	鋳物台帳の様式とチャージ No. の採取要領	7-29
表 7-2-4	鋳鉄「工程作業確認カード」	7-32
表 7-2-5	鋳鋼「工程作業確認カード」	7-33
表 7-3-1	鋳鉄ポンプケーシング「工程作業確認カード」	7-41
表 7-3-2	鋳鉄ポンプケースカバー「工程作業確認カード」	7-42
表 7-3-3	鋳鉄ポンプ羽根車「工程作業確認カード」	7-43
表 7-3-4	鋳鉄ポンプ軸受ハウジング「工程作業確認カード」	7-44
表 7-3-5	鋳鉄ポンプシャフト「工程作業確認カード」	7-45
表 7-3-6	鋳鉄多段ポンプ吸込ケーシング「工程作業確認カード」	7-46
表 7-3-7	鋳鉄多段ポンプ吐出ケーシング「工程作業確認カード」	7-47
表 7-3-8	鋳鉄多段ポンプケースカバー「工程作業確認カード」	7-48
表 7-3-9	鋳鉄多段ポンプ中間ケース「工程作業確認カード」	7-49
表 7-3-10	鋳鉄多段ポンプ羽根車「工程作業確認カード」	7-50
表 7-3-11	鋳鉄多段ポンプ軸受ハウジング「工程作業確認カード」	7-51
表 7-3-12	鋳鉄多段ポンプシャフト「工程作業確認カード」	7-52
表 7-3-13	鋳鋼ポンプケーシング「工程作業確認カード」	7-53
表 7-3-14	鋳鋼ポンプケースカバー「工程作業確認カード」	7-54
表 7-3-15	鋳鋼ポンプ羽根車「工程作業確認カード」	7-55
表 7-3-16	鋳鋼ポンプ軸受ハウジング「工程作業確認カード」	7-56
表 7-3-17	鋳鋼ポンプシャフト「工程作業確認カード」	7-57
表 7-3-18	鋳鋼多段ポンプ吸込ケーシング「工程作業確認カード」	7-58
表 7-3-19	鋳鋼多段ポンプ吐出ケーシング「工程作業確認カード」	7-59
表 7-3-20	鋳鋼多段ポンプケースカバー「工程作業確認カード」	7-60
表 7-3-21	鋳鋼多段ポンプ中間ケース「工程作業確認カード」	7-61
表 7-3-22	鋳鋼多段ポンプ羽根車「工程作業確認カード」	7-62
表 7-3-23	鋳鋼多段ポンプ軸受ハウジング「工程作業確認カード」	7-63
表 7-3-24	鋳鋼多段ポンプシャフト「工程作業確認カード」	7-64
表 7-3-25	熱処理台帳とヒート No. の採取要領	7-72
表 7-4-1	生産台帳および機械番号の採取要領	7-75
表 7-4-2	鋳鉄オーバハング型ポンプ組立作業「工程作業確認カード」	7-79
表 7-4-3	鋳鉄多段輪切型ポンプ組立作業「工程作業確認カード」	7-80
表 7-4-4	鋳鋼オーバハング型ポンプ組立作業「工程作業確認カード」	7-81
表 7-4-5	鋳鋼多段輪切型ポンプ組立作業「工程作業確認カード」	7-82
表 7-5-1	塗装作業「工程作業確認カード」	7-87
表 8-2-1	() 月 コストダウン状況報告書	8-19
表 8-3-1	在庫の種類と定義	8-26
表 8-3-2	デッドストック・スリーピングストック処分・削減計画	8-27
表 8-3-3	長期滞留在庫部品リスト	8-28
表 8-4-1	2000 年受注高・受注台数・売上回収額	8-37
表 8-4-2	機械工場負荷時間	8-44
表 8-4-3	加工機械別の負荷時間	8-44
表 8-5-1	1999 年顧客クレーム原因別分析表	8-48

表 8-5-2	顧客クレーム対策措置	8-49
表 8-7-1	設備格付け評価ランクと保全方式	8-66
表 8-7-2	保全方式の分類と考え方	8-67
表 9-2-1	予・決算管理表	9- 5
表 9-2-2	対前年比較管理表	9- 6
表 9-2-3	中期利益計画 [試算]	9-12
表 9-3-1	予・決算対比表 (製品原価内訳)	9-14
表 9-3-2	目標原価 (標準原価) フォローシート	9-18
表 9-3-3	各種費用の具体的配賦方法	9-21
表 9-4-1	財務管理・原価管理の近代化総括 (1/2, 2/2)	9-22, 23
表 10-2-1	設備近代化経費	10- 4
表 10-3-1	設備近代化スケジュール	10- 5
表 10-4-1	設備投資の期待効果	10- 6
表 10-4-2	年度別投資期待値	10- 7

図リスト

図1-1-1	工場配置図	1-2
図1-1-2	長春ポンプ製造有限公司組織図	1-5
図1-3-1	製造フロー	1-18
図1-4-1	売上高・利潤の推移と計画	1-20
図2-2-1	木型工場の組織と役割	2-12
図2-2-2	木型工場設備機器の配置	2-15
図2-2-3	鑄造工場の組織と役割	2-16
図2-3-1	機械工場の組織と役割	2-27
図2-3-2	第1機械工場の機械配置	2-29
図2-3-3	第2機械工場の機械配置	2-31
図2-3-4	設備処の組織と役割	2-37
図2-3-5	工具工場の機械配置	2-39
図2-4-1	組立工場の組織と役割	2-44
図2-4-2	組立工場設備機器の配置	2-46
図2-6-1	品質処の組織と役割	2-55
図2-6-2	ポンプ試験室と性能試験用水槽	2-59
図3-1-1	研究所の組織と役割	3-1
図3-1-2	AY型石油精製用ポンプの型式表示	3-2
図3-1-3	開発の手順	3-6
図3-1-4	機械加工工芸プロセスカード	3-12
図3-1-5	機械加工工程順序カード	3-13
図3-1-6	工芸付属図	3-14
図3-1-7	企業標準体系	3-19
図3-2-1	資材処の組織および役割	3-23
図3-3-1	ポンプケースの運搬距離	3-29
図3-3-2	倉庫配置図	3-30
図3-4-1	生産処の組織	3-39
図3-5-1	品質保証管理体制	3-48
図3-5-2	品質検査処の組織	3-49
図3-5-3	顧客サービスフィードバック票	3-58
図3-5-4	改善および予防措置計画	3-59
図3-5-5	検証記録	3-60
図3-5-6	1999年の顧客クレームの原因別ABC分析	3-61
図3-6-1	安全管理の組織	3-62
図3-6-2	安全生産委員会の組織	3-64
図3-7-1	設備管理の組織および役割	3-66
図3-7-2	設備の年代別分布	3-69
図3-8-1	教育・訓練の組織	3-72
図3-9-1	環境対策の組織	3-75
図4-4-1	総合予算関連図	4-15
図4-7-1	原価要素別内訳推移	4-32
図4-7-2	原価要素別内訳割合推移	4-33
図6-1-1	ポンプ種類別売上高	6-5
図6-1-2	売上高・経常利益	6-5
図6-2-1	5Sの目的と5S活動状況	6-12
図7-2-1	鑄鉄工場鑄物仕上場配置	7-34
図7-2-2	鑄鋼工場鑄物仕上場配置	7-35
図7-2-3	鑄鋼工場配置	7-37
図7-3-1	第1機械工場	7-67

図7-3-2	第2機械工場	7-68
図7-3-3	第1機械工場(第2次)	7-69
図7-3-4	第2機械工場(第2次)	7-70
図7-4-1	組立工場	7-83
図7-5-1	塗装場	7-88
図7-6-1	ポンプ試験場	7-93
図7-7-1	ZA1 および ZAH1 型オーバハングポンプ構造図	7-100
図7-7-2	DG 型多段輪切ポンプ構造図	7-100
図7-7-3	CZ1 型オーバハングポンプ構造図	7-101
図7-7-4	Sh 型ケース水平分割ポンプ構造図	7-101
図7-7-5	AY 型多段輪切ポンプ構造図	7-102
図7-7-6	AY 型両軸受片吸込2段ポンプ構造図	7-102
図7-7-7	AY 型両軸受両吸込1段ポンプ構造図	7-103
図7-7-8	AY 型両軸受両吸込2段ポンプ構造図	7-103
図8-1-1	新製品開発委員会運営要領	8-5
図8-1-2	設計審査(DR)の段階と審査内容	8-6
図8-1-3	ポンプ部品の分類	8-10
図8-1-4	技術連絡カード	8-13
図8-1-5	標準時間の定義	8-14
図8-2-1	調達先の評価管理表	8-16
図8-2-2	コストダウン推進委員会運営要領	8-18
図8-3-1	過大在庫による問題点の潜在化と削減による問題点の顕在化	8-25
図8-3-2	デッドストック伝票(赤色)	8-26
図8-3-3	スリーピングストック伝票(黄色)	8-26
図8-3-4	ランニングストック伝票(白色)	8-27
図8-3-5	在庫削減委員会運営要領	8-29
図8-3-6	A B C分析による在庫品品目の分類	8-30
図8-3-7	定期発注方式による在庫管理	8-32
図8-3-8	定量発注方式による在庫管理	8-32
図8-3-9	ダブル・ビン方式による在庫管理	8-33
図8-4-1	受注促進委員会の運営要領	8-38
図8-4-2	概略の生産計画のプロセス	8-40
図8-4-3	加工時間と実工程	8-41
図8-4-4	負荷管理委員会運営要領	8-45
図8-5-1	廃品率の年度別推移	8-53
図8-5-2	異常内容および異常対策表(例)	8-54
図8-5-3	「工程作業確認カード」の機械加工例	8-59
図8-5-4	品質保証委員会運営要領	8-60
図8-6-1	各月の安全テーマ(例)	8-62
図8-6-2	5S推進委員会の運営要領	8-63
図8-7-1	重点設備格付け表の事例	8-65
図8-7-2	設備総合効率とロス	8-68
図9-2-1	総合予算関連図	9-4
図9-2-2	原価計算システムと周辺システム	9-9
図9-2-3	財務会計・管理会計システムと原価計算システム	9-10
図9-3-1	標準原価システムのマネジメント・サイクル	9-16
図9-3-2	標準原価に基づく原価管理フロー	9-17

写真リスト

写真 2-1-1	仕上不良の羽根車	2-10
写真 2-1-2	鋳物完成品の素材在庫状況	2-10
写真 2-1-3	機械工場に搬入された鋳物素材	2-11
写真 2-1-4	銑鉄、スクラップ置場	2-11
写真 2-2-1	木工用ミーリング	2-22
写真 2-2-2	木工用電気鉋	2-22
写真 2-2-3	型枠バラシ作業場	2-23
写真 2-2-4	小物部品鋳鋼工場の中周波炉	2-23
写真 2-2-5	大物部品鋳鋼工場のアーク炉	2-24
写真 2-2-6	大物部品鋳鋼工場の中周波炉	2-24
写真 2-2-7	大物部品鋳鋼工場の砂自動供給機式造型機	2-25
写真 2-2-8	大物部品鋳鋼工場の砂回収装置	2-25
写真 2-2-9	大物部品鋳鋼工場の熱処理炉	2-26
写真 2-2-10	大物部品鋳鋼工場のサンドブラスト	2-26
写真 2-3-1	ケース加工専用中ぐり盤	2-40
写真 2-3-2	門型立フライス盤	2-40
写真 2-3-3	キー溝加工用ブローチ盤	2-41
写真 2-3-4	搬入された素材にゴミが付着した状況	2-41
写真 2-3-5	機械加工後の切粉が残った状況で次工程に移動	2-42
写真 2-3-6	切粉が通路にはみ出している状況	2-42
写真 2-3-7	工具工場のシャフト用熱処理炉	2-43
写真 2-3-8	工具工場の熱処理炉温度自動記録計付き操作盤	2-43
写真 2-4-1	組立工場の水圧テスト用水圧プレス	2-51
写真 2-4-2	組立品の保管状況	2-51
写真 2-4-3	組立工場に搬入の機械加工部品	2-52
写真 2-4-4	玉軸受の組付	2-52
写真 2-5-1	ポンプ塗装状況	2-54
写真 2-6-1	万能引張試験機	2-60
写真 2-6-2	羽根回転式流量計（矢印）取付状況	2-60
写真 3-3-1	鋳造完成品の屋外倉庫	3-36
写真 3-3-2	機械加工半製品倉庫	3-37
写真 3-3-3	製品倉庫	3-37
写真 3-3-4	電動機倉庫	3-38
写真 3-3-5	木型倉庫	3-38
写真 5-4-1	冷却水用 S I ポンプ設置状況	5-3
写真 5-4-2	ボイラー給水用水処理ポンプ設置状況	5-3
写真 7-4-1	回転体チェック用定盤	7-84
写真 7-4-2	組立用ジブクレーン	7-84
写真 7-5-1	洗浄槽	7-89
写真 7-6-1	テストスタンド	7-94
写真 7-6-2	真空タンク	7-94

第 1 章 工場概要

第1章 工場概要

1-1 企業概要

長春ポンプ製造有限公司は吉林省の省都である長春市の東北部に位置する。

長春市は総面積約 18,800 平方キロメートル、人口は約 643 万人を有する。長春市の機械工業は計画経済から市場経済への転換に伴い、急速な発展期に入っている。現在すでに自動車、農機具、石油化学汎用機器、電気計器類、工作機械工具、機械基礎部品、建設機械、大型鉱山機械などの各種産業が形成され、機械工業は本市の国民経済における主幹工業となっている。

1-1-1 工場沿革

長春ポンプ製造有限公司の前身であった長春ポンプ廠は、1928 年に設立され、建国後に機械工業部から各種ポンプの専門メーカーとして指定された。1998 年 4 月に元長春市機械工業局であった長春機電国有資産経営会社の管轄のもとで、長春ポンプ製造有限公司として発足した。1990 年に国家二級企業に昇格し、現在ポンプ工業セクターの吉林省セクターのセクター長を務めている。1996 年にはポンプ業界で省内初めて、且つ国内でも数少ない ISO9001 の認証取得を果たした。

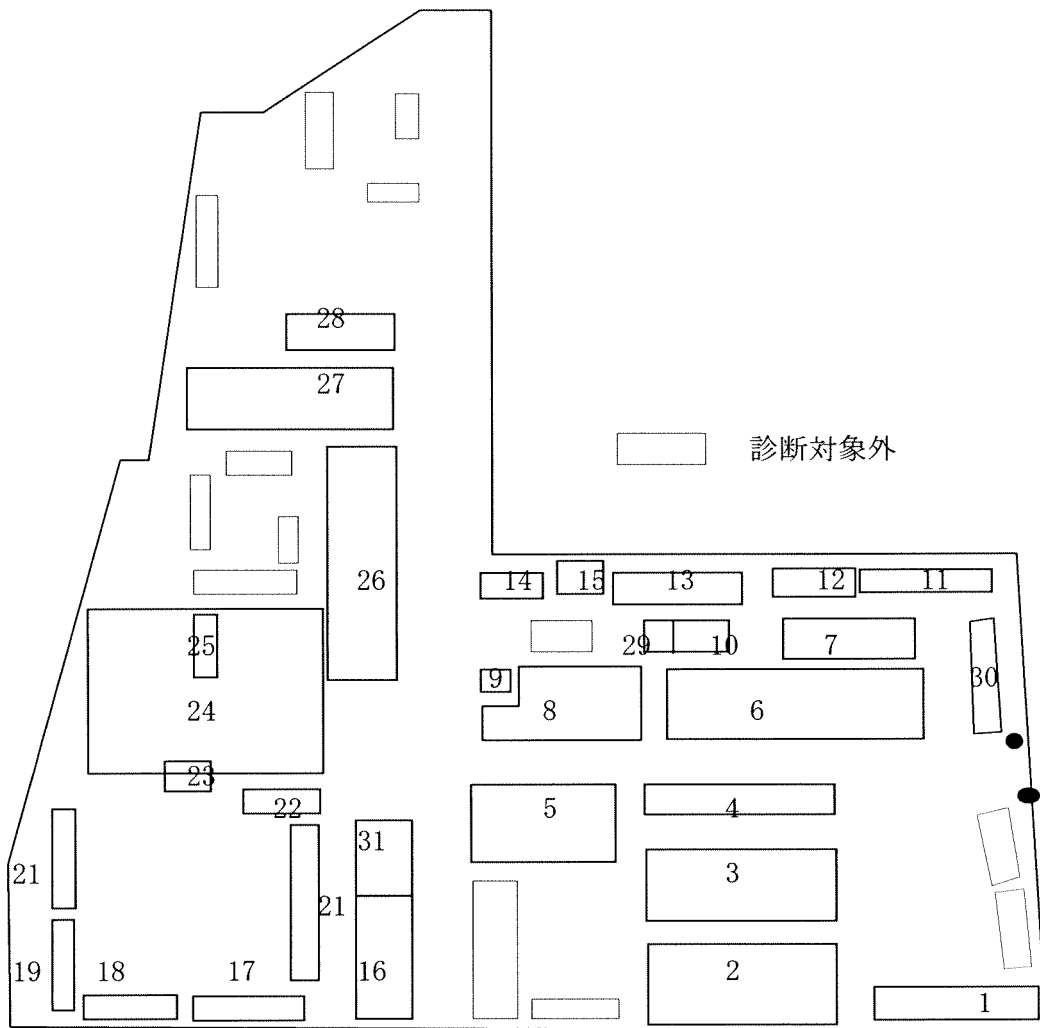
本公司の工場敷地内には、直接傘下の子会社である鑄鉄会社のほか、3 つの子会社が存在する。これら会社を含めた工場敷地面積は 12 万 m²、建屋面積 3.7 万 m²（内事務管理棟 0.3 万 m²）である。会社の工場配置図を図 1-1-1 に示す。

本公司は石油化学向けのプロセスポンプの生産を主として、32 型式・1,950 機種に及ぶ種類を生産し、なかでも今回診断の対象になった AY 型遠心オイルポンプ、ZA1 型石油化学プロセスポンプは会社を代表する優秀機種と位置付けられる。

本公司はハルピン、長春、吉林、瀋陽、盤錦、北京、天津、山西、南京、山東、鄭州、蘭州など全国 13 の主要な地域に販売店を設置しており、顧客は全国 29 の省・市・自治区に及んでいる。

1-1-2 売上高推移

1995 年以降の売上高、生産台数、利潤の推移を表 1-1-1 に示す。この 2~3 年は、市場の低迷に加え、民間の企業の新規参入による競争の激化によって、国有企業である



(単位：m²)

(単位：m²)

番号	名 称	建屋面積	番号	名 称	建屋面積
1	総合事務所	2,891	17	購入品倉庫	400
2	組立工場	3,705	18	購入品倉庫	400
3	第2機械工場	2,818	19	購入品倉庫	280
4	木型工場	1,302	20	モーター倉庫	450
5	第1機械工場	3,374	21	完成品倉庫	1,050
6	鑄鉄工場	3,150	22	倉庫事務所	240
7	小物鑄鋼工場	1,160	23	変電所	
8	大物鑄鋼工場	3,445	24	鑄物素材置き場	9,850
9	ボイラー室		25	梱包工場	
10	鑄造工場事務所		26	半製品倉庫・木型倉庫	3,025
11	鑄物砂・樹脂倉庫	160	27	ポンプ試験場	2,995
12	コークス倉庫	300	28	工具工場	960
13	古鉄・スラップ置き場	1,270	29	木型倉庫	200
14	コンプレッサー室		30	工場事務所（営業）	
15	鍛造室		31	修理工場	
16	購入品倉庫	4,971			

図1-1-1 工場配置図

本公司は、多くの負担を抱えざるを得ないため、苦戦を強いられ、物量が急激に減少して、経営の悪化が憂慮される状況になっている。

表 1-1-1 売上高、生産台数、利潤の推移

	1995年	1996年	1997年	*1998年	1999年
売上高(万元)	4,033	3,116	3,175	1,727	1,144
税引後利潤(万元)	0.3	△999	0.5	△356	△644
生産台数(台)	3,528	2,747	2,355	1,424	1,800

*：長春ポンプ廠および長春ポンプ製造有限公司の合算値

販売先は石油精製、石油化学工業メーカーが主体であり、主要販売先別の売上高(割合)推移を表 1-1-2 に示す。

表 1-1-2 販売先別売上高(割合)の推移 (単位：%)

販売先	1996年	1997年	1998年
蘭州製油所	17	13	16
大慶石油管理局	12	14	22
大港油田	9	4	2
楊子石油化学	5	2	3
その他	57	67	57
合計	100	100	100

1-1-3 市場状況と同業他社の状況

中国汎用機械ポンプ協会加盟の会員企業は 198 社であり本公司も中堅企業として加盟している。この協会の情報によると、1998 年の国内ポンプ市場の特長は、供給が市場を上回り、競争が激化して買い手市場の状況を呈したが、国際市場全体の状況は良く、また輸出製品の品種の増大への努力によって、輸出量は昨年より増加し、中堅重点企業 25 社の販売収入は、1997 年比し 1~2%減少に留まったと報じている。販売収入および輸出額の上位 10 社を表 1-1-3 に示す。

表 1-1-3 1998 年企業販売収入および輸出額上位 10 社 (単位：万元)

順位	企業名	販売収入	順位	企業名	輸出額
1	上海大隆機械廠	32,912	1	上海大隆機械廠	23,735
2	瀋陽水ポンプ有限公司	26,458	2	浙江豊球集团公司	8,436
3	天津天工建設機械有限公司	22,104	3	山東亜竜ポンプ業集团公司	4,505
4	上海 KCB ポンプ有限公司	20,669	4	瀋陽水ポンプ有限公司	3,564
5	山東維坊生建集團	19,335	5	仏山水ポンプ廠	2,906
6	浙江豊球集团公司	17,269	6	上海 KCB ポンプ有限公司	2,617
7	天津ポンプ業機械集团公司	16,832	7	安徽三聯ポンプ業有限公司	1,537
8	長沙通大集團水ポンプ廠	16,434	8	南京古櫛往制ポンプ有限公司	1,252
9	大連耐酸ポンプ廠	12,716	9	山東双輪集團有限公司	1,248
10	石家荘ポンプ廠	12,503	10	博山水ポンプ廠	1,231

1-1-4 組織および人員

本公司は、直接傘下で独立採算制を採っている鑄鉄公司を有し、そのほか本公司の敷地内には密封部品公司、耐酸ポンプ公司、工業ポンプ公司が存在する。本公司は登録人員 1,342 名、うち現在公司において在職している従業員は、鑄鉄公司を含め 689 名である。1999 年 10 月時点の従業員内訳は、管理者 123 名、技術者 30 名、間接人員 210 名、現場作業員 326 名であり、1995 年以降漸減しているが、生産高減に見合う減少にはなっていない。1998 年 10 月末現在の組織図を図 1-1-2 に示す。1995 年から現在までの在職人員の推移を表 1-1-4 に、1999 年 10 月末時点の登録人員中で在職人員以外の人員（離職者）の内訳を表 1-1-5 に示す。

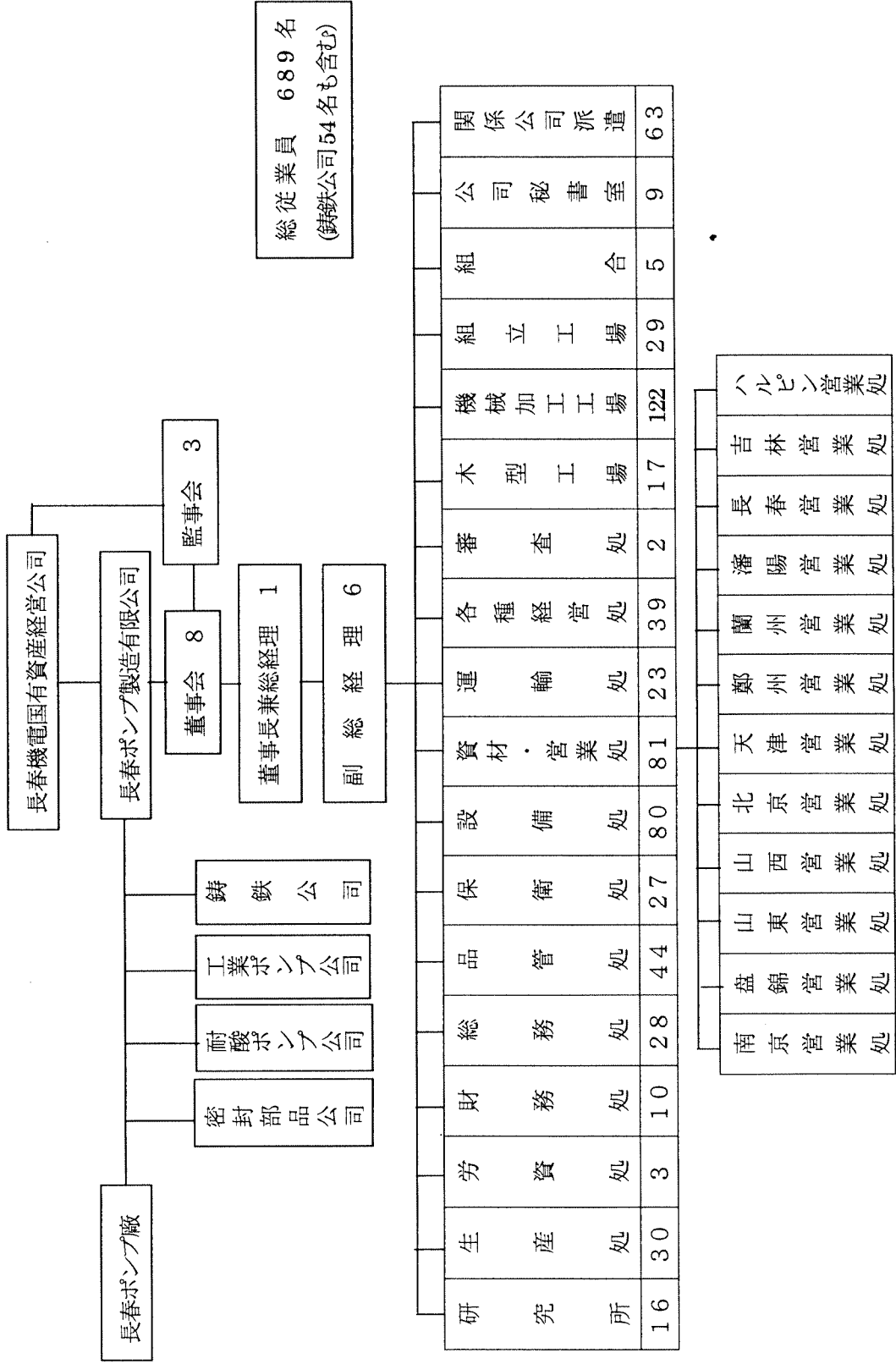


図 1—1—2 長春ポンプ製造有限公司組織図

表 1-1-4 長春ポンプ製造有限公司在職人員の推移

	1996年	1997年	1998年	1999年
合計人員	1211	959	801	689
(管理者)	(186)	(170)	(131)	(123)
(技術者)	(77)	(66)	(56)	(30)
(間接人員)	(371)	(328)	(241)	(210)
(現場作業者)	(517)	(395)	(373)	(326)

就業時間は冬期（10月～3月）は7：30から16：00、夏期（4月～9月）は7：30～16：30であり、90年より交代制は取っていない。

表 1-1-5 離職者内訳（1999年10月現在）

内容	員数	内容	員数
定年退職者（高級幹部）	7	産休者	20
定年退職者（一般）	149	留職者	3
内部退職者	101	解職者	330
長期病欠者	24	その他	19
		合計	653

1-1-5 営業所の組織

営業処には13の営業所が組織されており表1-1-6に営業地域と営業処名を示す。

表 1-1-6 営業地域と営業所名

営業地域	営業所名	営業地域	営業所名
黒竜江	ハルビン営業処	華北（2）	天津営業処
吉林（1）	長春営業処	華北（3）	山西営業処
吉林（2）	吉林営業処	華東（1）	南京営業処
吉林（3）	各種経営処	華東（2）	山東営業処
遼寧（1）	瀋陽営業処	中南	鄭州営業処
遼寧（2）	徒助営業処	西北	蘭州営業処
華北（1）	北京営業処		

1-1-6 主要設備

本公司の設備は総数 363 台であり、内訳は、機械加工設備 142 台（うち汎用機械 130 台、専用機械 2 台）、鍛圧設備 9 台、鑄造設備 22 台、溶解炉 26 台、起重機設備 39 台、運輸設備 26 台、動力電気設備 26 台、ボイラー設備 10 台、溶接設備 9 台、コンプレッサー 7 台、その他 47 台である。

本設備には鑄鉄会社の分は含まれているが、密封部品会社、耐酸ポンプ会社、工業ポンプ会社の分は含まれていない。

主要設備の平均使用年限は 13 年で老朽化が進行しており、特に機械加工設備の老朽化が激しいと判断される。

1-1-7 当工場の発展目標と施策

当工場の発展目標は、第十次五ヵ年計画（2000 年～2004 年）に基づいている。

1) 発展目標

(1) 指標

2004 年度に 生産高 5,000 万元
利潤 50 万元
一人当たり平均年収 1 万元 を達成する。

(2) 製品品種

高層ビルの給水、都市汚水処理設備において 30～50 種類の新製品を完成させる。

(3) 品質

(a) 機械加工の廃品率 0.3%以下
(b) 鑄鉄総合廃品率 12%以下
(c) 鑄鋼総合廃品率 10%以下
(d) 総合組立 1 次検査合格率 99%以上

(4) 主要製品の生産台数

(a) AY シリーズポンプ 1,000 台/年
(b) 鑄鋼、ステンレス材質ポンプ 500 台/年

(5) 技術改造

(a) 2,200kVA 測定試験用電力増強のための改造

- (b) 自動データ処理システム
- (c) 工場内コンピューターLANの構築
- (d) マシニングセンターの導入（2台）
- (e) 試験検査機器の完備
- (f) 国家重点技術改造項目（汚水処理設備）の補助金申請

2) 発展施策

(1) 企業改革

- (a) 合弁、合作、提携投資の誘致による企業発展加速
- (b) 株式合作制企業への発展と加速
- (c) 親会社・子会社構造に基づく集团公司体制の構築

(2) 内部改革

- (a) 規定制度に基づく管理の強化
- (b) 従業員の多能化教育の実施
- (c) 熱加工工場および機械加工工場に歩合制の導入

1-2 原材料の概要

ポンプの主要部品はケーシング、インペラー、シャフト、軸受、軸受ハウジング、軸封、台板、付属配管により構成される。

1-2-1 鋳造品

1) ケーシング、インペラー

当工場で作成しているポンプのケーシング、インペラー材料は、鋳鉄、鋳鋼、ステンレス鋼の鋳造品で、分社された鋳造会社の鋳鉄工場と鋳鋼工場で作成される。

2) 軸受ハウジング、台板

軸受ハウジング、台板の材料は鋳鉄で、分社された鋳造会社の鋳鉄工場で作成される。

3) 鋳造会社で必要な原材料

鋳造に必要な原材料は銑鉄、故鉄、鋼屑(スクラップ)、ステンレス鋼屑、ニッケル、クロムである。またその副資材である鋳物砂、フラン樹脂、フェノール樹脂、コークス、石灰石が外部から調達される。

1-2-2 購入品

1) シャフト

シャフトの材料は炭素鋼、ステンレス鋼の鋼材で外部から調達される。

2) 軸封

機械軸封は分社された機械密封会社で作成される。軸封製作に必要な炭素、超硬合金、ステンレス鋼材は外部から調達される。またグランドパッキンは外部から調達される。

3) 軸受

軸受は玉軸受、ローラー軸受が使用され外部から調達される。

1-2-3 原材料・購入品の種類と調達量

1997年、1998年と1999年の調達量はおおよそ表1-2-1の通りである。

表1-2-1 原材料と購入品の調達量

品名		1997年		1998年		1999年	
		金額 (万元)	数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)	数量
銑鉄	t	154.8	1,032	65.4	436	59.4	410
コークス	t	33.8	450	19.9	265	16.1	215
石灰石	t	1.0	110	0.5	50	0.32	40
フラン樹脂	t	5.4	4.0	3.0	2.0	2.25	1.5
フェノール樹脂	t	6.0	4.0	1.9	1.4	1.3	1.0
炭素鋼(丸棒)	t	34.8	290	21.6	180	16.8	140
鋼材	t	75.2	402	44.3	237	37.0	198
電動機	台	2,100	3,000	960	1,300	830	1,100
メカニカルシール	組	130	1,800	56	960	48	803
転がり軸受	個	45	5,000	21	2,500	18	2,100

1-3 対象製品と製造フロー

主要製品は化学工業、石油精製工場用のポンプである。その他耐摩耗用等の特殊ポンプ、一般工業用の水ポンプを製作し、95%は受注生産であるが、小ロットの仕込み生産で部品、購入品を在庫し、受注後部品を出庫し、組付け、テストし、出荷している。

1-3-1 主要製品の種類

化学工業用ポンプは6型式・490機種、石油精製用ポンプは10型式・550機種、水用ポンプは11型式・748機種、特殊用途のポンプは5型式・162機種、合計32型式・1950機種の遠心式ポンプを製作している。

今回の診断対象機種は化学工業用のZA1型・73機種と石油精製のAY型・75機種およびZAH1型・73機種である。

1) 化学工業用ポンプ

化学工業用ポンプの構造と種類を表1-3-1に示す。

表1-3-1 化学工業用ポンプの構造と種類

型式	ポンプ構造	吸込方式	段数	ポンプ支持	吸込方向	吐出方向	機種数
AF	横オーバハング型	片吸込	1	ブラケット	エンド	上	10
IH	横オーバハング型	片吸込	1	フート	エンド	上	109
JH	横両軸受型	片吸込	2	センター	上	上	15
CZ1	横オーバハング型	片吸込	1	フート	エンド	上	260
ZA1	横オーバハング型	片吸込	1	フート	エンド	上	73
GQ	立型増速機付き	片吸込	1	フート	サイド	サイド	23

注1：ブラケット支持は軸受けに取付脚を設ける構造を示す。

注2：フート支持はポンプケースの下部に、取付脚を設ける構造を示す。

注3：センター支持はポンプケースの軸中心線上に、取付脚を設ける構造を示す。

注4：吸込方向のエンドは軸方向から吸込む構造を示す。

注5：吸込および吐出方向のサイドは軸に直角水平方向から吸込または吐出する構造を示す。

化学工業用ポンプの特徴と仕様範囲を表 1-3-2 に示す。

表 1-3-2 化学工業用ポンプの特徴と仕様範囲

型式	特徴	流量範囲 (m ³ /h)	揚程範囲 (m)	温度範囲 (°C)	潤滑	シール 注 1	回転方向 注 2
AF	耐腐蝕用	3.6~ 28.8	25~100	-20~105	オイル	G, M	反時計
IH	16bar ケミカル 用	6.3~400	5~125	-20~105	オイル	G, M	時計
JH	有機化学工業 用	15.8~ 175	100~ 260	-45~400	オイル	G, M	反時計
CZ1	IS02586 標準ケ ミカルポンプ	6~2000	3~160	-80~300	オイル	G, M	時計
ZA1	化学工業用プ ロセスポンプ	3~2600	3~250	-80~300	オイル	G, M	時計
GQ	高速遠心式渦 巻きポンプ	1~90	10~ 1800	-130~ 260	オイル	M	反時計

注 1. G: グランドパッキン、M: メカニカルシール

注 2. 駆動機側から見たポンプ回転方向

2) 石油精製用ポンプ

石油精製用ポンプの構造と種類を表 1-3-3 に示す。

表 1-3-3 石油精製用ポンプの構造と種類

型式	ポンプ構造	吸込方式	段数	ポンプ支持	吸込方向	吐出方向	機種数
AY	横オーバハング型	片吸込	1	センター	上	上	36
	横オーバハング型	片吸込	2	センター	上	上	20
	横オーバハング型	両吸込	1	センター	上	上	3
	横垂直分割両軸受型	片吸込	2	センター	上	上	8
	横垂直分割両軸受型	両吸込	1	センター	上	上	4
	横垂直分割両軸受型	両吸込	2	センター	上	上	4
ZAH1	横オーバハング型	片吸込	1	センター	エンド	上	73
Y	横オーバハング型	片吸込	1	センター	上	上	33
		片吸込	2	センター	上	上	20
AY	横輪切式両軸受型	片吸込	3~12	センター	上	上	44
DY	横輪切式両軸受型	片吸込	2~14	センター	上	上	91
SDY	横輪切式両軸受型	片吸込	2~14	フート	サイド	上	71
YG	立インライン型	片吸込	1	フート	サイド	サイド	72
		片吸込	2	フート	サイド	サイド	8
IG	立インライン型	片吸込	1	フート	サイド	サイド	51
YJS	横水平分割両軸受型	片吸込	2	フート	サイド	サイド	10
PY	横オーバハング型	片吸込	1	センター	エンド	上	2

注 1 : ブラケット支持は軸受けに取付脚を設ける構造を示す。

注 2 : フート支持はポンプケースの下部に、取付脚を設ける構造を示す。

注 3 : センター支持はポンプケースの軸中心線上に、取付脚を設ける構造を示す。

注 4 : 吸込方向のエンドは軸方向から吸込む構造を示す。

注 5 : 吸込および吐出方向のサイドは軸に直角水平方向から吸込または吐出す構造を示す。

石油精製用ポンプの特徴と仕様範囲を表 1-3-4 に示す。

表 1-3-4 石油精製用ポンプの特徴と仕様範囲

型式	特 徴	流量範囲 (m ³ /h)	揚程範囲 (m)	温度範囲 (°C)	潤滑	シール 注 1	回転方向 注 2
AY	API 610 石油精製用	6.25~500	60~300	-45~400	オイル	G, M	反時計
ZAH1	API 610 石油精製用	3~2600	3~250	-80~450	オイル	G, M	時計
Y	石油精製用	6.25~500	60~300	-45~400	オイル	G, M	反時計
AY	石油精製用	6.25~150	105~600	-45~400	オイル	G, M	反時計
DY	石油精製用	6.25~85	32~600	-45~400	オイル	G, M	時計
SDY	石油精製用	6.25~85	25~600	-45~400	オイル	G, M	時計
YG	石油精製用	6.25~450	24~150	-45~250		G, M	反時計
IG	石油精製用	6.3~400	5~125	-45~250		G, M	時計
YJS	石油精製用	25~250	50~260	80 以下	オイル	G, M	時計
PY	石油精製用	300~600	135~167	375~400	オイル	G, M	反時計

注 1 : G : グランドパッキン、M : メカニカルシール

注 2 : 駆動機側から見たポンプ回転方向

3) 水用ポンプ

水用ポンプの構造と種類を表1-3-5に示す。

表1-3-5 水用ポンプの構造と種類

型式	ポンプ構造	吸込方式	段数	ポンプ支持	吸込方向	吐出方向	機種数
D	横輪切式両軸受型	片吸込	2~14	フート	サイド	上	106
DL	立輪切式	片吸込	2~10	フート	サイド	サイド	36
GC	横輪切式両軸受型	片吸込	2~9	フート	上	上	24
DG	横輪切式両軸受型	片吸込	2~14	フート	上	上	75
DG	横輪切式両軸受型	片吸込	6~12	センター	上	上	18
IS	横オーバハング型	片吸込	1	フート	エンド	上	145
IT	横オーバハング型	片吸込	1	ブラケット	エンド	上	99
IR	横オーバハング型	片吸込	1	フート	エンド	上	120
BJ	横オーバハング型	片吸込	1	ブラケット	エンド	上	37
S/Sh	横水平分割両軸受型	両吸込	1	フート	サイド	サイド	61
GS	立インライン型	片吸込	1	フート	サイド	サイド	27

水道用ポンプの特徴と仕様範囲を表1-3-6に示す。

表1-3-6 水用ポンプの特徴と仕様範囲

型式	特徴	流量範囲 (m ³ /h)	揚程範囲 (m)	温度範囲 (℃)	潤滑	シール 注1	回転方向 注2
D	一般水高揚程用	6.25~155	50~600	80以下	グリース	G	時計
DL	生活水高揚程用	12.5~100	24~200	-20~80	グリース	G	時計
GC	ボイラー給水用	6~20	46~288	110以下	グリース	G	時計
DG	ボイラー給水用	6.25~155	50~600	150以下	グリース	G	時計
DG	高圧ボイラー 給水用	6.25~155	50~600	150以下	オイル	G,M	時計
IS	一般水用	6.3~400	5~125	-20~80	オイル	G,M	時計
IT	一般水用	6.3~400	5~80	80以下	オイル	G	時計
IR	熱水用	6.3~400	5~80	150以下	オイル	G,M	時計
BJ	一般水用	6~360	8~98	80以下	オイル	G,M	時計
S/Sh	工業用水	111~12500	9~140	80以下	グリース	G,M	時計
GS	一般水用	6.3~400	5~125	-20~150		M	時計

注1 : G : グランドパッキン、M : メカニカルシール

注2 : 駆動機側から見たポンプ回転方向

4) 特殊用途ポンプ

特殊用途ポンプの構造と機種を表1-3-7に示す。

表1-3-7 特殊ポンプの構造と種類

型式	ポンプ構造	吸込方式	段数	ポンプ支持	吸込方向	吐出方向	機種数
NKA	横オーバハング型	片吸込	1	フート	エンド	上	60
TA1	立吊り下げ型	片吸込	1	フート	水没	サイド	40
PN	横オーバハング型	片吸込	1	フート	エンド	上	6
MD	横輪切式両軸受型	片吸込	2~10	フート	サイド	上	34
スラリー	横オーバハング型	片吸込	1	ブラケット	エンド	上	22

特殊用途ポンプの特徴と仕様範囲を表1-3-8に示す。

表1-3-8 特殊ポンプの特徴と仕様範囲

型式	特徴	流量範囲 (m ³ /h)	揚程範囲 (m)	温度範囲 (°C)	潤滑	シール 注1	回転方向 注2
NKA	加工穀物輸送用	5.5~2600	4~250	-45~300	オイル	M	時計
TA1	排水汲み出し用	7~400	2~110	-20~125	自液	リップ	時計
PN	スラリー用	833~1043	59~92	150以下	オイル	G	反時計
MD	高揚程スラリー用	155~450	86~650	80以下	オイル	G,M	時計
スラリー	スラリー用	12.6~ 5400	6~97		オイル	G	時計

注1：G：グランドパッキン、M：メカニカルシール

注2：駆動機側から見たポンプ回転方向

1-3-2 製造フロー

ポンプの製造フローは図1-3-1に示す。

- (a) ポンプは鋳造品から機械加工を行うケーシング、ケーシングカバー、インペラー、軸受囲、台板と、鋼材から機械加工を行うシャフト、スリーブ、カップリングによって構成される。
- (b) 鋳造品は鋳鉄工場、鋳鋼工場で鋳造し、素材倉庫に入庫される。
- (c) 丸棒等の鋼材は外部から購入し、資材倉庫に入庫される。
- (d) 鋼材から加工されるシャフト、スリーブは第一機械工場で機械加工される。鋳造品から加工されるケース、インペラー、軸受囲いは第2機械工場加工される。機械加工完了後、半製品倉庫に入庫される。
- (e) ケーシング、ケーシングカバーは半製品倉庫から出庫され、水圧試験を経て組立工場に搬入される。
- (f) インペラーは釣り合い試験を終えて半製品倉庫に入庫される。
- (g) 台板は組立前に半製品倉庫に搬入し、ポンプ、電動機の取付面が機械加工される。
- (h) 半製品倉庫から必要部品を組立工場に搬入し、組付けが行われる。
- (i) ポンプ本体組付け後、電動機と台板上でセッティングを行い、取付ボルトネジ穴のマーキングが行われる。
- (j) 台板は組立工場ボルトネジ穴を加工し、ポンプと電動機の取付が行われる。
- (k) 完成されたポンプは、ポンプ試験場に搬入され、性能試験が行われる。
- (l) 性能試験に合格したポンプは、組立工場に持帰り分解、清掃、防錆を行った後、再組付けが行われる。
- (m) ポンプと電動機が台板上に取り付けられ、塗装が行われる。
- (n) 塗装は組立工場刷毛塗りで行われる。
- (o) 完成検査を行い、製品倉庫に入庫される。
- (p) 梱包工場に梱包され、梱包検査を行い出荷される。

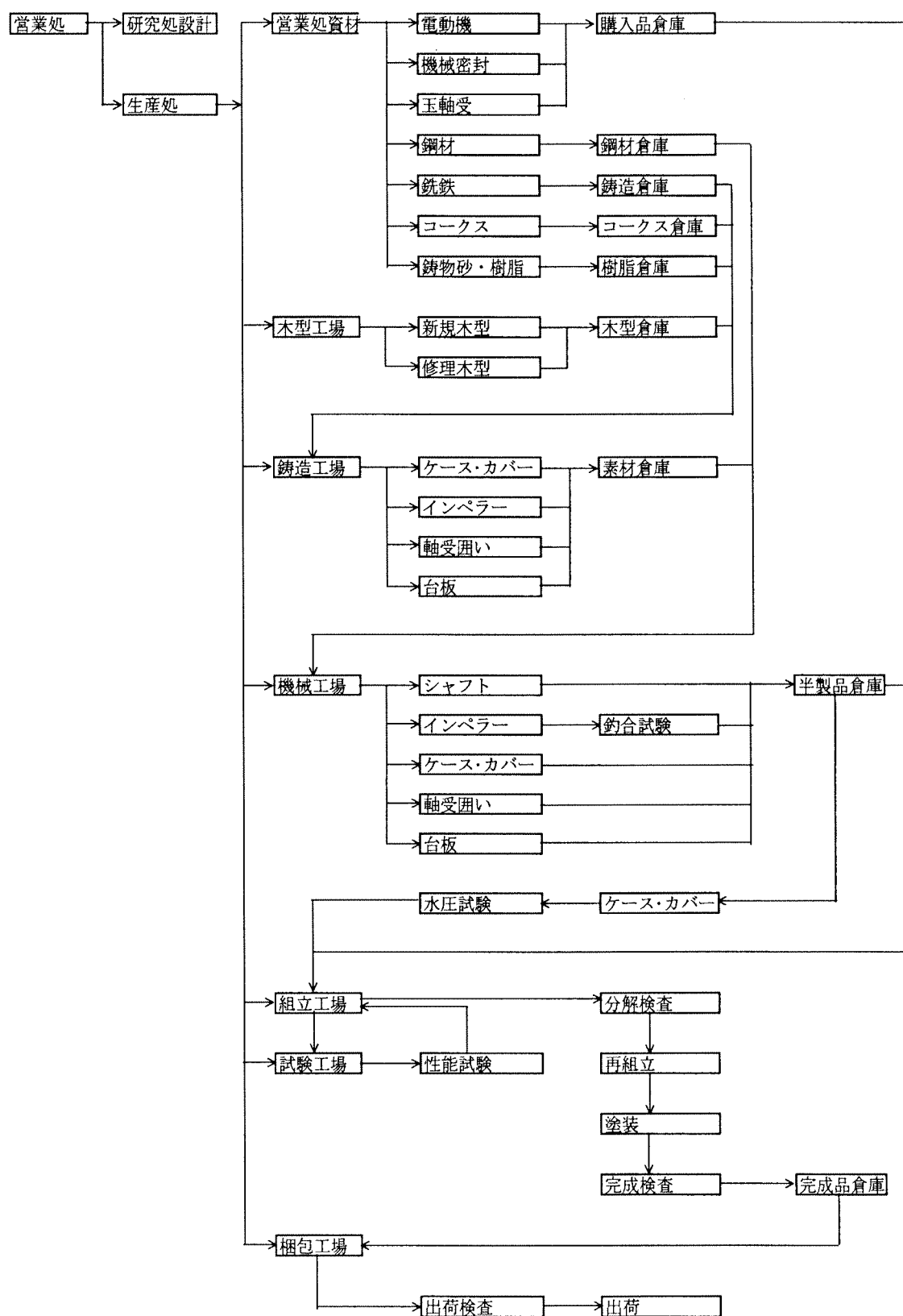


図 1-3-1 製造フロー

1-4 生産実績と生産計画

1-4-1 生産実績

生産実績についての統計資料は型式別の資料がなく、鋳鉄製単段ポンプ、鋳鉄製多段ポンプ、鋳鋼製単段ポンプ、鋳鋼製多段ポンプに分類されている。

1996年～1999年の生産実績を表1-4-1に示す。

営業処提出の生産実績台数による生産金額のデータは合計金額のみ。したがって過去の受注データからポンプ分類毎の1台当たり単価から生産金額を推定した。合計金額は営業処の提出データに基づいている。

診断対象機種 of AY型、ZA1型の実績データは営業処提出のデータに基づいており、合計台数に対し内数で示す。

表1-4-1 生産実績

ポンプ分類	生産	1996年	1997年	1998年	1999年
鋳鉄単段ポンプ	台数	1,435	1191	970	954
	金額(万円)	922.8	1,347.0	918.5	416.2
鋳鉄多段ポンプ	台数	513	361	274	294
	金額(万円)	256.5	180.5	137.0	147.0
冷油ポンプ (鋳鉄プロセスポンプ)	台数	255	215	99	110
	金額(万円)	153.0	129.0	59.4	66.0
熱油ポンプ (鋳鋼プロセスポンプ)	台数	465	415	196	143
	金額(万円)	1,674.0	1,494.0	705.6	514.8
合計	台数	2,688	2,182	1,539	1,501
	金額(万円)	3,006.3	3,150.5	1,820.5	1,144.0
AY型ポンプ	台数	203	177	88	43
	金額(万円)	913.5	790.5	410.0	235.0
ZA1型ポンプ	台数	0	19	2	7
	金額(万円)	0	49.3	11.0	16.0

注：AY型ポンプ、ZA1型ポンプは鋳鉄および鋳鋼プロセスポンプの内数

1-4-2 生産計画

長春ポンプ製造有限公司の将来生産計画に対する具体的に示されたデータは1-1-7の第十次五カ年計画に示された以外は策定されていない。

これまでの生産実績と2000年予算、2001年から2004年までの目標値を図1-4-1に示す。

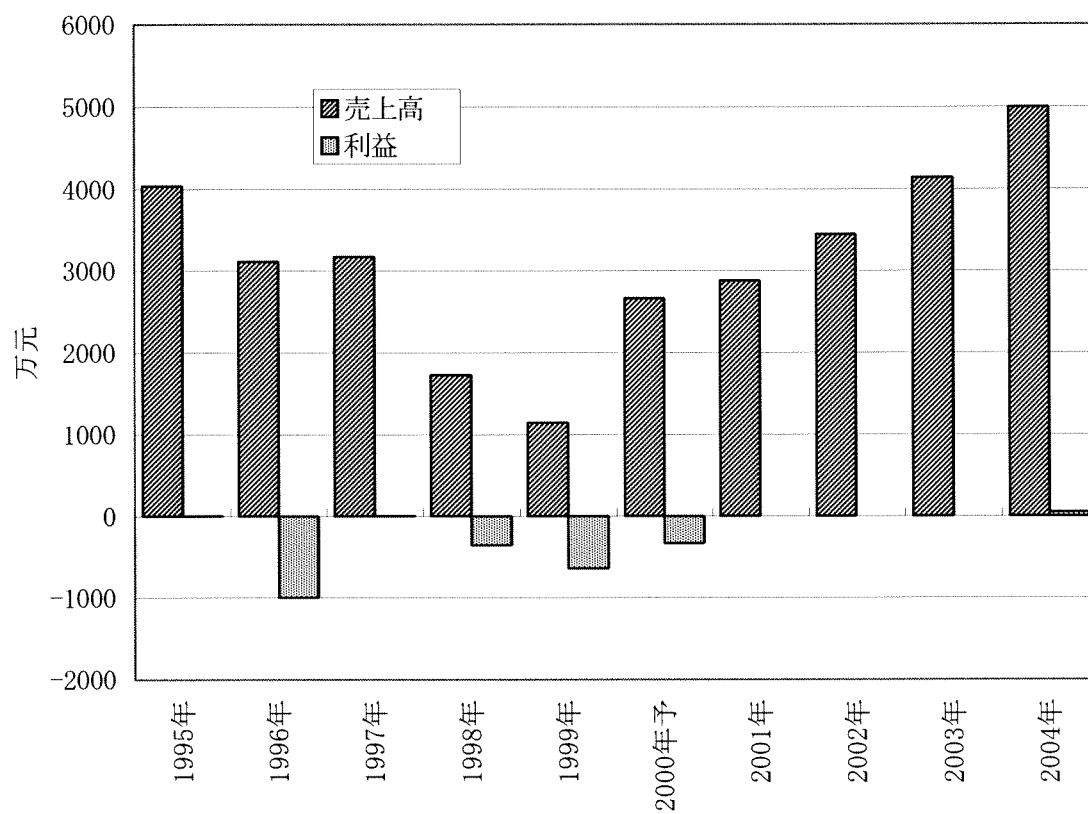


図1-4-1 売上高・利潤の推移と計画

第2章 生産工程の現状と問題点

第2章 生産工程の現状と問題点

本工場の生産方式や製品構造には、以下のような重要な基本的問題や課題がある。

- (a) 95%は受注生産と言いながら、顧客の要求する納期に応じられないため、仕込生産方式によって製品を在庫することにより、短納期に対応している。しかも特殊用途のポンプを除いても製品の機種数は1788にもなり、これらの部品をロット生産している。その結果1年の生産額を超える在庫額を持つことになっている。
- (b) 主要顧客である石油精製工場、石油化学工場で使用されるポンプの材質は、大半が鋳鋼またはステンレス鋼であり、高度の品質が要求される。しかし当工場は鋳鉄製ポンプの生産台数が1998年の実績で87%を占めているように、生産する機種構成が鋳鉄ポンプ主体になっており、主要顧客の要求する品質を満足できる生産体制になっていない。
- (c) 今回の診断対象型式、AY型、ZAH1型ポンプは石油精製用、石油化学用のポンプに関する規格であるところの、米国石油協会規格API 610によって設計されているが、現在の製品は1981年発行の6次改訂版の構造である。市場では最新版である1995年発行の8次改訂版を、顧客が要求するようになっているので、この要求にあった構造にするための設計変更を必要とする。
- (d) AY型、ZAH1型ポンプの主な顧客である石油精製プラント、石油化学プラントのプランターは、もしもポンプが事故を発生した時、プラントの火災、爆発の大災害を引き起こすことになるので、高い品質と同種の製作実績のあることを要求する。これに応えられる設計技術、検査設備および品質保証システムを構築する必要がある。

2-1 原材料の受入工程

ポンプの主要部品である、ケース、羽根車、軸受ハウジング、台板は鋳造品である。鋳造品は分社された鋳造会社から調達している。ポンプの重要部品であるメカニカルシールは、分社された機械密封会社から調達している。その他ポンプ駆動機である電動機、玉軸受、シャフト用丸棒、一般鋼材を外部から調達している。

2-1-1 鋳造部品

1) 調達量

- (a) 鋳造部品の調達実績とポンプ生産実績台数の関連を表 2-1-1 に示す。
- (b) 実績 1 台当たりの鋳造部品の調達重量から、推定した 2004 年までの生産計画に必要な鋳物部品調達量を表 2-1-2 に示す。
- (c) 2004 年までの生産計画に必要な鋳鉄の調達量は、従来と変化はないが、鋳鋼の調達量は、従来の約 150% 増を必要とする。

表 2-1-1 鋳造品の調達実績とポンプ生産実績

品名	単位	1996年	1997年	1998年	1999年	平均	ポンプ 1 台当(kg)
鋳鉄調達量	t	1092.7	636.4	335.2	362.8	606.8	363.8
鋳鋼調達量	t	176.9	145.7	82.4	50.4	113.8	473.4
調達量合計	t	1387.6	878.8	472.5	446.8	796.4	403.8
鋳鉄ポンプ	台	2223	1767	1343	1358	1668	
鋳鋼ポンプ	台	465	415	196	143	305	
ポンプ合計	台	2688	2182	1539	1501	1973	

表 2-1-2 生産計画に必要な鋳物部品調達量

品名	単位	ポンプ 1 台当(kg)	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
鋳鉄調達量	t	363.8	854.2	617.7	577.4	683.9	796.7
鋳鋼調達量	t	373.4	112.0	149.3	186.7	224.0	261.4
調達量合計	t	403.8	1040.9	866.7	888.5	1057.3	1232.3
鋳鉄ポンプ	台		2348	1698	1587	1880	2190
鋳鋼ポンプ	台		300	400	500	600	700
ポンプ合計	台		2648	2098	2087	2480	2890

2) 受入検査

- (a) 受け入れ検査は品質処により施行されているが、検査記録は鋳造工場の保管になっているだけで、品質処の管理におかれていない。
- (b) 個々の部品に対する検査記録との照合ができるシステムがない。
- (c) 鋳鋼プロセスポンプの顧客は、ポンプ受入検査時に鋳造部品と材料検査記録の照合を要求し、更に材料証明の提出を要求するが、これに応じることができない。

- (d) 鋳物部品にたいする識別管理と検査記録の保管について見直す必要がある。
- (e) 鋳物部品の仕上げ状態は極めて荒っぽく、湯口、押し湯、鋳バリを除去しただけの状態、素材倉庫に入庫されている。
- (f) さらにこの状態で機械工場に払い出され、加工されるので寸法不足や形状不良が発生し、手直しの後戻り作業が発生している。
- (g) 写真2-1-1に示す様に、羽根先端の形状不規則や液通過面の不良の状態、組立られ、ポンプ性能不足や振動発生の要因を残したまま発送される状況にある。
- (h) 受入検査基準を設けて厳しく検査し、良品を受け取る方式にするか、在庫から払い出すとき、鋳物仕上げを行い、鋳物検査を行う方式にするための、鋳物仕上げ工場を設ける必要がある。
- (i) 2004年までの生産計画では、鋳鋼、ステンレス鋼の素材が増加し、鋳鉄材料と異なり鋳物溶接補修が多くなるので、溶接作業を行う工場が必要になる。

3) 在庫状況

- (a) 鋳物完成品の在庫状況を写真2-1-2に示す。
- (b) 屋外倉庫に放置されているため、赤錆が発生し鋳物部品の識別が困難な状況である。
- (c) 屋外に置かれた素材をそのままの状態、機械工場に持ち込むため、機械工場に錆と付着した泥土、ゴミを持ち込み機械工場を汚す原因になっている。
- (d) 機械工場に素材倉庫から搬入された材料を写真2-1-3に示す。
- (e) 在庫から払い出すとき、錆落しのためのサンドブラストを掛ける工程が必要である。
- (f) 短期改善計画で、鋳物仕上げ工場を設け、組立工場の手で仕上げを行うことを提案した。

4) 鋳造工場の原材料受入

- (a) 鋳造工場の原材料である銑鉄、コークス、石灰石、フラン樹脂、フェノール樹脂の調達実績と、鋳鉄、鋳鋼の生産量との関連を表2-1-3に示す。
- (b) 実績鋳造生産量1トン当たり原材料から、推定した2004年までの生産計画に必要な、鋳物工場原材料調達量を表2-1-4に示す。
- (c) 銑鉄は鋳造品合計の生産量にリンクする。
- (d) コークス、石灰石は鋳鉄の生産量にリンクする。

(e) フラン樹脂、フェノール樹脂は鋳鋼の生産量にリンクする。

(f) 2004年までの生産計画に必要な原材料は、従来の調達量とほとんど変化がない。

表 2-1-3 原材料の調達量実績と鋳造生産実績

品名	数量 単位	1996年	1997年	1998年	1999年	年平均	鋳造生産 1t当
銑鉄	t	1256	1032	436	480	801	1.006
コークス	t	560	450	265	246	380	0.626
石灰石	t	135	110	50	36	83	0.137
フラン樹脂	t	8.0	4.0	2.0	1.8	4.0	0.021
フェノール樹脂	t	7.0	4.0	1.4	1.8	3.6	0.019
鋳鉄生産量	t	1092.7	636.2	335.2	362.8	606.8	
鋳鋼生産量	t	294.9	242.4	137.3	84.0	189.7	
鋳造合計生産量	t	1387.6	878.8	472.5	446.8	796.5	

表 2-1-4 生産計画に必要な原材料の調達量

品名	数量 単位	鋳造生産 1t当	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
銑鉄	t	1.006	1047.1	871.9	893.8	1063.6	1239.7
コークス	t	0.626	534.7	386.7	361.5	428.1	498.8
石灰石	t	0.137	117.0	84.6	79.1	93.7	109.2
フラン樹脂	t	0.021	3.9	5.2	6.5	7.8	9.2
フェノール樹脂	t	0.019	3.6	4.7	5.9	7.1	8.3
鋳鉄生産量	t		854.2	617.7	577.4	683.9	796.7
鋳鋼生産量	t		186.7	248.9	311.2	373.4	435.6
鋳造合計生産量	t		1040.9	866.7	888.5	1057.3	1232.3

5) 鋳造工場の原材料受入管理

(a) 原材料受入時に品質処が材料検査を行っている。

(b) 銑鉄および故鉄の倉庫は、写真 2-1-4 に示すように屋外である。

(c) 故鉄の材質別管理が不十分であり銑鉄と混在しているので、湯成分の安定性に欠け、鋳造製品の品質上の問題が生じる。

(d) 2004年までの生産計画では鋳鋼、ステンレス鋼の生産が増加することもあり、材

質別に仕切られた置場を設ける必要がある。

2-1-2 メカニカルシール

1) 調達量

- (a) メカニカルシールを装着するポンプは、鋳鉄プロセスポンプと鋳鋼プロセスポンプが大半を占める。
- (b) メカニカルシールの調達実績とプロセスポンプの生産実績の関連を表 2-1-5 に示す。
- (c) 実績 1 台当たりのメカニカルシールの調達個数から、推定した 2004 年までの生産計画に必要なメカニカル調達個数を表 2-1-6 に示す。
- (d) 2004 年までの生産計画に必要なメカニカルシールの調達量は、従来の約 190% 増が必要となる。
- (e) 現在は分社した機械密封会社から調達している。
- (f) 顧客の要求があるときは、機械密封会社以外のメーカーから調達する。
- (g) 機械密封会社以外のメーカーから調達するとき、メカニカルシールの構造図、材料表は営業処から直接顧客に提出され、控図面を管理するシステムがない。
- (h) 機械密封会社は石油精製工場、石油化学工場が要求するメカニカルシールの規格、API 682 に対応する試験設備をもっていない。
- (i) 石油精製工場、石油化学工場の顧客は、取替予備部品の互換性をもたせ、経費削減目的から、従来の使用実績のあるメーカーに統一する傾向にあるので、機械密封会社からの調達量が増えることにはならない、設備投資は当面見合わせる方がよい。

表 2-1-5 メカニカルシールの調達実績とプロセスポンプ生産実績

品名	単位	1996年	1997年	1998年	1999年	平均	ポンプ 1 台当個数
メカシール 調達量	個	2000	1800	960	600	1340	2.82
鋳鉄プロセ スポンプ	台	255	215	99	110	170	
鋳鋼プロセ スポンプ	台	465	415	196	143	305	
プロセスポ ンプ合計	台	720	630	295	258	475	

表 2-1-6 生産計画に必要なメカニカルシール調達個数

品名	単位	ポンプ 1 台当個数	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
メカシール 調達量	個	2.82	1551	2115	2679	3243	3807
鋳鉄プロセ スポンプ	台		250	350	450	550	650
鋳鋼プロセ スポンプ	台		300	400	500	600	700
プロセスポ ンプ合計	台		550	750	950	1150	1350

2) 受入検査

現状は注文書による数量チェックのみであるが、石油精製用、石油化学用のメカニカルシールに関する規格であるところの米国石油協会規格 API 682 規格においては、構造および材料、付属品が多種多様にあるので、注文仕様書を発行し、注文仕様書および図面による受入検査が必要になる。

2-1-3 鋼材

1) 調達量

- (a) シャフト用の丸棒、フランジ・基礎ボルト用の鍛造材の鋼材購入実績とポンプ生産実績の関連を表 2-1-7 に示す。
- (b) ポンプ 1 台当たりの鋼材調達実績から、推定した 2004 年までの生産計画に必要な鋼材調達量を表 2-1-8 に示す。
- (c) 2004 年までの生産計画に必要な鋼材は、現状の調達量と変化はない。

表 2-1-7 鋼材の調達実績とポンプ生産実績

品名	数量 単位	1996年	1997年	1998年	1999年	平均	ポンプ 1台当
丸棒調達量	t	340	290	180	120	233	0.118
鍛造調達量	t	205	132	72	60	117	0.059
調達量合計	t	545	412	252	180	350	0.177
鋳鉄ポンプ	台	2203	1767	1343	1358	1668	
鋳鋼ポンプ	台	465	415	196	143	305	
ポンプ合計	台	2668	2182	1539	1501	1973	

表 2-1-8 生産計画に必要な鋼材調達量

品名	数量 単位	ポンプ 1台当	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
丸棒調達量	t	0.118	312.5	247.6	246.3	292.6	341.0
鍛造調達量	t	0.059	156.2	123.8	123.1	146.3	170.5
調達量合計	t	0.177	468.7	371.4	369.4	439.0	511.5
鋳鉄ポンプ	台		2348	1698	1587	1880	2190
鋳鋼ポンプ	台		300	400	500	600	700
ポンプ合計	台		2648	2098	2087	2480	2890

2) 受入検査

- (a) 材料証明のない材料の受け入れ検査は品質処により材料試験が施行されている。
- (b) 鋼材,配管材の材料証明は 1t 以上を調達するとき、入手可能であるが、1t 以下の場合にはメーカーから直接購入とならないため入手できない。
- (c) 検査記録は鋳造工場の保管になっているだけで、品質処の管理におかれていないので、個々の部品に対する検査記録との照合ができるシステムがない。
- (d) 鋳鋼プロセスポンプの顧客は、ポンプ受入検査時に鋼材部品と材料検査記録の照合を要求し、更に材料証明の提出を要求する。
- (e) 鋼材部品にたいする識別管理と検査記録の保管について見直す必要がある。

2-1-4 電動機

1) 調達量

- (a) 電動機の調達実績とポンプの生産実績の関連を表 2-1-9 に示す。

- (b) 本来ポンプと電動機の生産台数は同一となるので、電動機の調達が約1ヶ月分、余分に手配されていることになる。これは仕込み生産によるデッドストックの可能性はある。
- (c) 電動機の調達量は、ポンプの生産台数と同数になる。
- (d) 鋳鋼プロセスポンプの電動機は防爆構造が要求される。
- (e) 2004年までの生産計画に必要な電動機調達量を表2-1-10に示す。
- (f) 電動機合計の調達量は従来と変化はない。
- (g) 鋳鋼プロセスポンプの生産が増加するので、防爆構造の電動機の調達量が約50%増となる。

表2-1-9 電動機の調達実績とポンプ生産台数

品名	単位	1996年	1997年	1998年	1999年	合計	余剰台数
電動機調達量	台	3000	3000	1300	840	8140	250
鋳鉄ポンプ	台	2203	1767	1343	1358	6671	
鋳鋼ポンプ	台	465	415	196	143	1219	
ポンプ合計	台	2668	2182	1539	1501	7890	

表2-1-10 生産計画に必要な電動機調達量

品名	単位	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
普通電動機	台	2348	1698	1587	1880	2190
防爆型電動機	台	300	400	500	600	700
電動機合計	台	2648	2098	2087	2480	2890
鋳鉄ポンプ	台	2348	1698	1587	1880	2190
鋳鋼ポンプ	台	300	400	500	600	700
ポンプ合計	台	2648	2098	2087	2480	2890

2) 受入検査

- (a) 現状は注文書による数量チェックのみである。
- (b) 防爆構造の電動機に関しては、防爆形式、絶縁種類、接続端子など複雑な仕様が要求されるので、注文仕様書を発行し、注文仕様書および図面による受入検査が必要であるが、現状は行われていない。

2-1-5 玉軸受

1) 調達量

- (a) 玉軸受の調達実績とポンプの生産実績との関連を表2-1-11に示す。
- (b) 実績1台当たりのメカニカルシールの調達個数から、推定した2004年までの生産計画に必要な玉軸受調達量を表2-1-12に示す。

表2-1-11 玉軸受けの調達実績とポンプ生産台数

品名	単位	1996年	1997年	1998年	1999年	平均	ポンプ1台当個数
玉軸受	セット	7000	5000	2500	1800	4075	2.065
鋳鉄ポンプ	台	2203	1767	1343	1358	1668	
鋳鋼ポンプ	台	465	415	196	143	305	
ポンプ合計	台	2668	2182	1539	1501	1973	

表2-1-12 生産計画に必要な玉軸受調達量

品名	単位	ポンプ1台当個数	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
玉軸受	個数	2.065	5468	4332	4310	5121	5968
鋳鉄ポンプ	台		2348	1698	1587	1880	2190
鋳鋼ポンプ	台		300	400	500	600	700
ポンプ合計	台		2648	2098	2087	2480	2890

2) 受入検査

- (a) 鋳鋼プロセスポンプの玉軸受けは同じ型式でも、特殊仕様の玉軸受を使用することを顧客が要求する。
- (b) 受入検査で玉軸受けが特殊仕様になっていることをチェックし、保管方法を含めて鋳鉄ポンプの玉軸受と混同しないようにする必要がある。



写真 2-1-1 仕上不良の羽根車



写真 2-1-2 鋳物完成品の素材在庫状況



写真2-1-3 機械工場に搬入された鋳物素材



写真2-1-4 銑鉄、スクラップ置場

2-2 木型・鑄造工程

木型工場、鑄鉄工場、鑄鋼工場があり、鑄鋼工場は小物部品鑄鋼工場と大物部品鑄鋼工場に分かれている。

2-2-1 木型工場

木型工場は鑄造工場で鑄造される鑄物部品の木型の製作と修理を行っている。

1) 組織と役割

組織と役割を図2-2-1に示す。

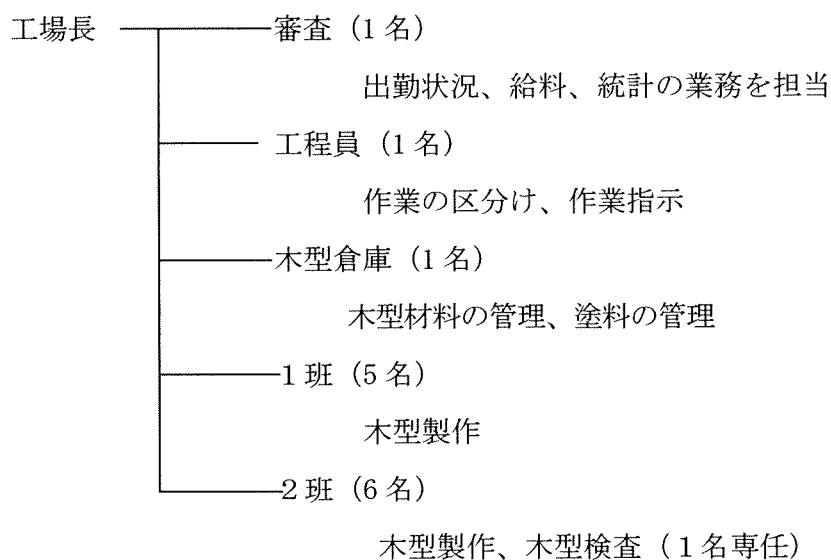


図2-2-1 木型工場の組織と役割

2) 木型製作の基準時間

- (a) 代表的なポンプ、横片吸込オーバハング型、サイズ ZA1-150-2200A の木型製作標準時間を表2-3-3に示す。
- (b) 大型ポンプの横片吸込2段両軸受型、サイズ 150AY150x2 の木型製作標準時間を表2-3-4に示す。
- (c) ポンプの新規開発1機種に必要な木型製作時間は、平均して800時間である。
- (d) 新規開発ポンプの製作は、木型製作のために、1週40時間を1班(5名)で取りかかるとして、正味4週間を見込む必要がある。
- (e) 木型工場の1班と2班(10名)の新規開発対応能力は年間約25機種である。

(f) 一方現状の様に開発が低調な期間は修理のみとなるので、現状の稼働率は30%より低い。

(g) 鑄造会社に含めるか、独立して外販を増加させ、稼働率を上げる必要がある。

表 2-2-1 木型製作標準時間

部 品 名 称	鑄物 材質	150AY150x2 (時間)	ZA1-150-2200 (時間)
ポンプケース	鑄鋼	288	192
羽 根 車	鑄鋼	184	84
ケース蓋	鑄鋼	200	120
軸受ハウジング	鑄鉄	192	144
軸受カバー	鑄鉄	8	8
台 板	鑄鉄	240	144
合 計		1076	692

3) 木型管理

- (a) 木型はポンプ型式、機械加工の図面番号で管理されている。
- (b) 保管期限は決めていない。
- (c) 鑄造する材質に関係なく、同一の木型が使用される。
- (d) 木型が同じでも、機械加工図が異なるケースがあり、現状は添付の変更図面で対応している。
- (e) 鑄鋼、ステンレス鋼の鑄造が増えてくると、鑄鉄と異なる形状や寸法が必要となるので、添付変更図も増加するようになり、鑄物誤作、加工誤作が増加する可能性が高くなる。
- (f) 木型は木型番号で管理する方法を採用し、添付変更図方式を廃止すべきである。
- (g) 機械加工が変更されたときは機械加工の図面番号を変更し、木型を変更したときは木型番号を変更する必要がある。
- (h) 木型工場が木型の管理を担当しているが、開発機種の木型管理は生産処が管理し、開発が完了した後木型工場に移管される。

4) 木型の種類

- (a) 木型の材料は一般に赤松を使用、羽根車の羽根はアルミニウムを使用してい

る。

- (b) 永久木型が基本となっている。
- (c) 本来の受注生産であるなら、一回限りの受注機種もあり得るので、一時木型、と永久木型（標準機種の木型）に分類し、それぞれに対し最適な木型の材質、種類を選択しコスト切り下げを行うべきである。
- (d) 台板は鋳鉄で製造されており、その木型が永久木型で製作されている。
- (e) 台板は電動機との組み合わせになるので、製作個数が限られ木型費用の負担割合が高い、特に大型の台板は溶接構造を検討すべきである。

5) 木型の品質

- (a) 木型の修理は、鋳造工場から要求され、生産処の指示書により、修理が実行される。
- (b) 木型の検査は木型工場の1名が専任で行なっている。
- (c) 記録は木型工場で保管しているが、品質管理資料として活用されていない。

6) 木型方案の技術者

- (a) 木型方案は工場長が立案し、図面に朱書きしたもので、作業者に指示している。
- (b) 鋳造品の品質に関する木型へのフォローアップは、口頭でなされているが、書類によるものはない。
- (c) 後継技術者の養成、鋳造方案の基準書、品質向上のため、フォローアップシステムの構築が課題である。

7) 木型工場の設備

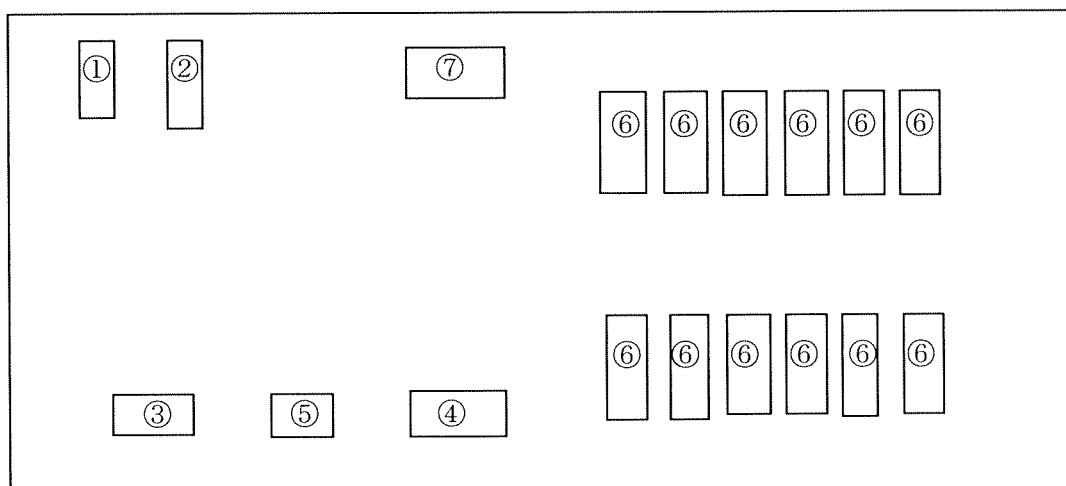
- (a) 木型工場の設備を表2-2-2に示す。
- (b) 木工用ミーリングを除き、木型工場に必要な最低限の設備で、手作業に頼る製作方法である。
- (c) 作業台は12台あり作業面積は十分な広さがある。
- (d) 木工用ミーリングを写真2-2-1に示す。
- (e) 木工用電動鉋を写真2-2-2に示す。

表 2-2-2 木型工場の設備機械

番号	設備・機械の種類	数量	精度不良設備数	工場面積 (m ²)
①	木工旋盤 (250 φ x2300mm)	1	0	1,302
②	木工旋盤 (500 φ x2500mm)	1	0	
③	手動送り電動鉋盤	1	0	
④	自動送り電動鉋盤	1	0	
⑤	電動鋸	1	0	
⑥	工作台	12	0	
⑦	木工用ミーリング	1	0	

8) 設備機器の配置

木型工場設備機器の配置を図 2-2-2 に示す。



(図面の○番号は表 2-2-2 と同じ番号の設備機器を示す)

図 2-2-2 木型工場設備機器の配置

2-2-2 鑄造工場

鑄造工場は、分社された鑄造会社に所属し、鑄鉄工場、大物部品鑄鋼工場と、小物部品鑄鋼工場がある。長春ポンプ有限公司に必要な鑄造部品の総てを生産し、納入している。鑄鋼工場は外部からの受注部品を生産している。

1) 組織と役割

- (a) 組織と役割を図 2-2-3 に示す。
- (b) 切断・溶接・補修は 3 工場の鑄造品を処理している。
- (c) 大物部品鑄鋼工場は仕事量不足で、ほとんど稼働していない。

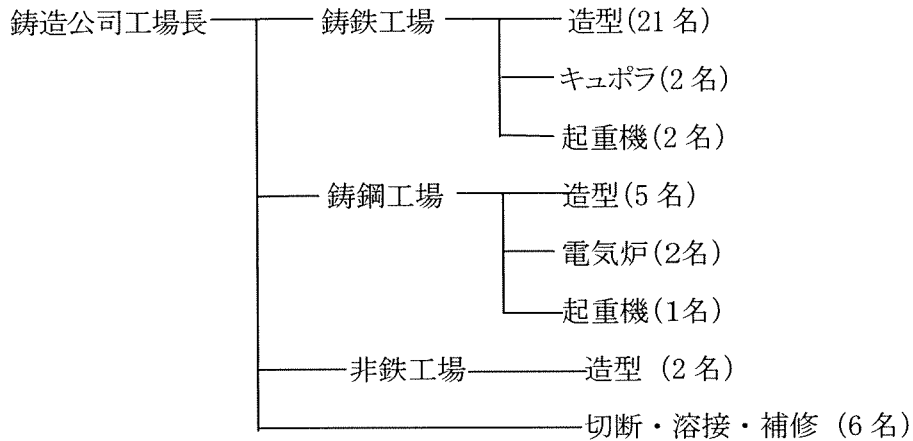


図 2-2-3 鑄造工場の組織と役割

2) 鑄造能力

- (a) 鑄造品の年間生産量を表 2-2-3 に示す。
- (b) ポンプ 1 台当たりの必要生産量は、鑄鉄が約 360 kg、鑄鋼は鑄鉄とほぼ同じ約 370Kg である。
- (c) 2004 年までの生産計画から、推定した鑄造品に必要な生産量を表 2-2-4 に示す。
- (d) 鑄鉄の鑄造能力は毎時 3t のキュポラ 2 基で稼働し、製品重量で年間約 1000t である。
- (e) 鑄鋼の鑄造能力は小物部品鑄鋼工場の 1t 中周波炉 2 基で稼働し、製品重量で年間約 250t、および大物部品鑄鋼工場の 4t アーク炉と、中周波炉 500kg2 基で稼働し、製品重量で年間約 750t である。
- (f) 小物部品工場での最大製品重量は 150kg である。
- (g) 造型作業床面積から製品重量で年間約 150t の生産能力である。
- (h) 両工場で合計 900t の生産能力である。
- (i) 2004 年までの生産計画に対し、鑄鉄工場は若干余裕のある状況であるが、鑄鋼工場はまだ 30%の負荷である。

- (j) 小物部品鋳鋼工場だけで全鋳鋼を消化しようとする、170%の負荷となる。
- (k) 鋳鋼工場の稼働率を上げるためには、外部から年間約 650t の受注を獲得する必要がある。

表 2-2-3 鋳造品の種類と年間生産量実績

種 類	単位	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年
普通鋳鉄	t	1251.7	1092.7	636.4	335.2	362.8
鋳鋼	t	290.5	294.9	242.4	137.3	84.0

表 2-2-4 鋳造品の種類と予想年間生産量

種 類	単位	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
普通鋳鉄	t	854	618	577	684	797
鋳鋼	t	112	149	187	244	261

3) 鋳鉄工場の設備

- (a) 鋳鉄工場の設備を表 2-2-5 に示す。
- (b) 現在は 1 週 2 回程度の溶解で、キュポラでの作業効率は悪く、品質の安定性に欠ける。
- (c) 生産計画 2004 年以降はフル稼働に近くなるので、作業効率は上がる見込みである。
- (d) 環境汚染防止の面から電気炉の検討が必要になる。
- (e) 造型作業場の照明が悪く作業能率に影響する。
- (f) 型ばらし作業場は、床に型枠と砂、製品が堆積し足場が悪い。定期的に整理、整頓、清掃が必要である。
- (g) 型ばらし作業場を写真 2-2-3 に示す。

表 2-2-5 鑄鉄工場の設備機器

設備・機械の種類	数量	精度不良設備数	工場面積 (㎡)
キュポラ(毎時 3t)	1	0	3,150
キュポラ(毎時 3t)	1	0	
鑄型乾燥炉	2	0	
鑄物混練機	3	0	
型ばらし機	1	0	
砂回収装置	1	0	
バレル回転式砂おとし機	1	0	
サンドブラスト	1	0	

4) 小物部品鑄鋼工場の設備

- (a) 小物部品鑄鋼工場の設備を表 2-2-6 に示す。
- (b) 羽根車、多段ポンプの案内翼、および中間ケースの製品重量 150kg 以下の部品をフラン樹脂、またはフェノール樹脂を混連した砂を使用して鑄造し、比較的精度の良い製品を生産している。
- (c) 鑄造する部品の平均重量を 60kg とすると、年間生産重量 150t に対し 2500 個の部品を生産する能力がある。
- (d) これを鑄鋼のポンプ台数にすると年間 2000 台のポンプが生産できる。
- (e) 2004 年までの生産計画に対し、約 3 倍の生産能力がある。
- (f) 鑄鋼、ステンレスの溶解に使用している中周波炉を写真 2-2-4 に示す。

表 2-2-6 小物部品鑄鋼工場の設備機器

設備・機械の種類	数量	精度不良設備数	工場面積 (㎡)
中周波炉(1t)	2	0	1,160
鑄型乾燥炉	3	0	
鑄物混練機	3	0	
試験炉(50kg)	1	0	
試験炉(10kg)	1	0	

5) 大物部品鋳鋼工場の設備

- (a) 大物部品鋳鋼工場設備機器を表 2-2-7 に示す。
- (b) ポンプケース、ケースカバーの 100kg 以上の部品を対象とした工場である。
- (c) 現状は工事量の減少でほとんど稼動していない。
- (d) フラン樹脂、またはフェノール樹脂と混練した砂を自動供給する型込め機を採用し、小物部品工場に比べ能率的な設備であり、作業面積も十分余裕がある。
- (e) ポンプケース、ケースカバーの平均重量を 150kg とすると、年間生産能力 750 トンに対し部品生産能力は 5000 個である。
- (f) これをポンプ台数にすると 2500 台となる。
- (g) 2004 年までの生産計画 700 台に対し 3~4 倍の生産能力がある。
- (h) 設備は総て比較的新しく、近代化した設備である。
- (i) 作業環境も良く、作業面積は広いので、外部からの受注を増やし、稼働率を上げる必要がある。
- (j) 大物部品鋳鋼の溶解に使用するアーク炉を写真 2-2-5 に示す。
- (k) 小物部品鋳鋼の溶解に使用する中周波炉を写真 2-2-6 に示す。
- (l) フラン樹脂、またはフェノール樹脂を混練した砂で、型込めする造型機を写真 2-2-7 に示す。
- (m) 型ばらし後の砂を回収し、その回収率が約 90%になっている。砂回収装置を写真 2-2-8 に示す。
- (n) 鋳造品の焼き鈍し、焼き入れ、焼き戻しに使用する熱処理炉を写真 2-2-9 に示す。
- (o) 鋳造品の砂落としに、使用するサンドブラストを写真 2-2-10 に示す。

表 2-2-7 大物部品鋳鋼工場の設備機器

設備・機械の種類	数量	精度不良 設備数	工場面積 (m ²)
電気アーク炉 (3t・最大 4t)	1	0	3,445
中周波炉 (500kg)	2	0	
樹脂・砂自動供給型込め機	2	0	
鋳物砂混練機	2	0	
型ばらし機	1	0	
砂回収装置	1	0	
サンドブラスト	1	0	
熱処理炉	1	0	

6) 品質管理

- (a) 鋳バリが多く、鋳肌の状況も良くない、造型作業を行っている工場内の照明が極めて悪く、足場も悪いのでこれらの改善を実行し、丁寧な作業ができる職場環境が必要である。
- (b) 製品ごとの識別管理が可能なシステムがない。
- (c) 鋳鋼プロセスポンプには、部品ごとに材料照明書と照合が可能な識別管理が必要である。鋳物部品に材質、チャージ No. を鋳出すか、刻印を打つ方法がある。
- (d) 鋳物注湯するときの湯前管理が行われていない。
- (e) 将来の生産計画では、鋳鋼、ステンレス鋼の材料が増加する。鋳鋼プロセスポンプで提出を要求される材料証明を作成するには、短時間に材料成分を確認できる設備が必要である。
- (f) 鋳鉄の原材料置き場は銑鉄、スクラップ、石灰石、コークスが雑に山積みされており、銑鉄、スクラップの種別ごとに、置場を隔離して、化学成分のバラツキのない鋳造品を生産できる環境にする必要がある。

7) 鋳造品の作業工程

鋳造品の作業は以下の手順で行われる、各々の工程の問題を併せて記述する。

- (a) 木型の検査 (木型整理カードで来歴が容易に判るシステムがない)

- (b) 混砂(圧力試験、通気性試験が設備故障のため、実施できず品質が低下している)
- (c) 造型(照明が悪く、整理整頓が悪いため作業が雑で鋳バリが多い)
- (d) 乾燥(砂の種類によって工程カードに要・不要が規定されているが作業指示書などで指定するシステムではない)
- (e) 原料計量(計量は正確に行われているが、原材料の品質が悪く不良率が高くなっている)
- (f) 原材料の投入
- (g) 溶解(炉前試験ができないので品質に安定性がない)
- (h) 化学試験、引張試験片の採取(結果が出るまで3日~5日必要)
- (i) 注湯
- (j) 型枠バラシ(整理整頓が悪い)
- (k) 砂落とし(整理整頓が悪い)
- (l) 鋳張りとり(整理整頓が悪い)
- (m) グラインダー仕上げ(整理整頓が悪い)
- (n) サンドブラスト
- (o) 熱処理
- (p) 検査(目視検査のみ。鋳鋼・ステンレス鋼は探傷検査が必要であるが設備がない)



写真2-2-1 木工用ミーリング

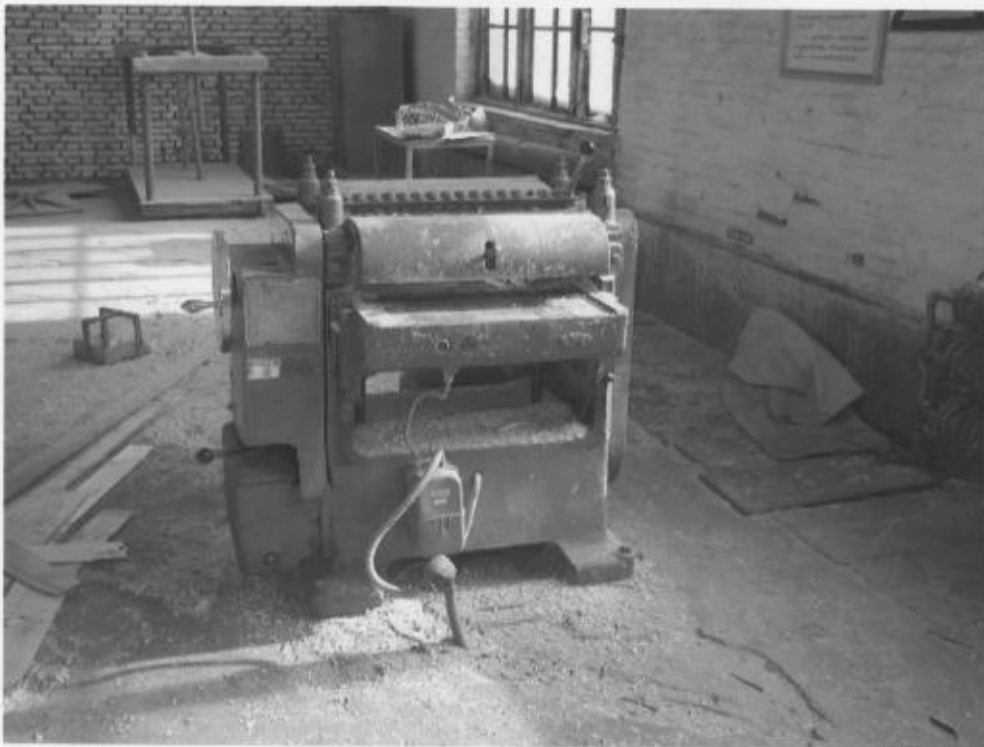


写真2-2-2 木工用電気鉋



写真 2-2-3 型枠バラシ作業場



写真 2-2-4 小物部品鑄鋼工場の中周波炉

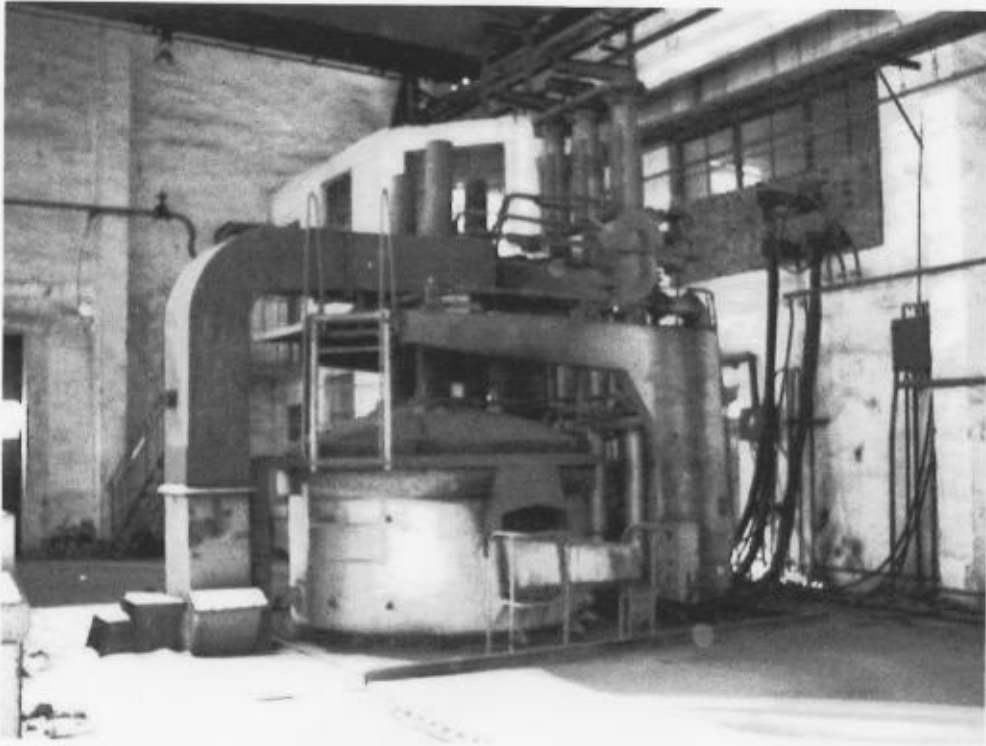


写真 2-2-5 大物部品鑄鋼工場のアーク炉

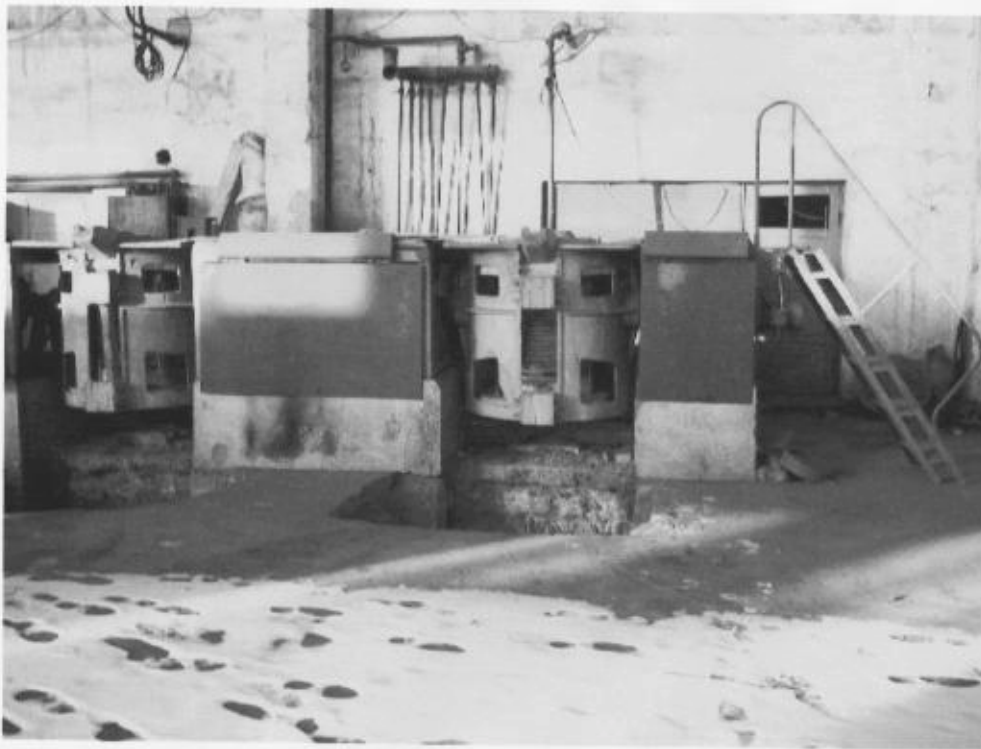


写真 2-2-6 大物部品鑄鋼工場の中周波炉

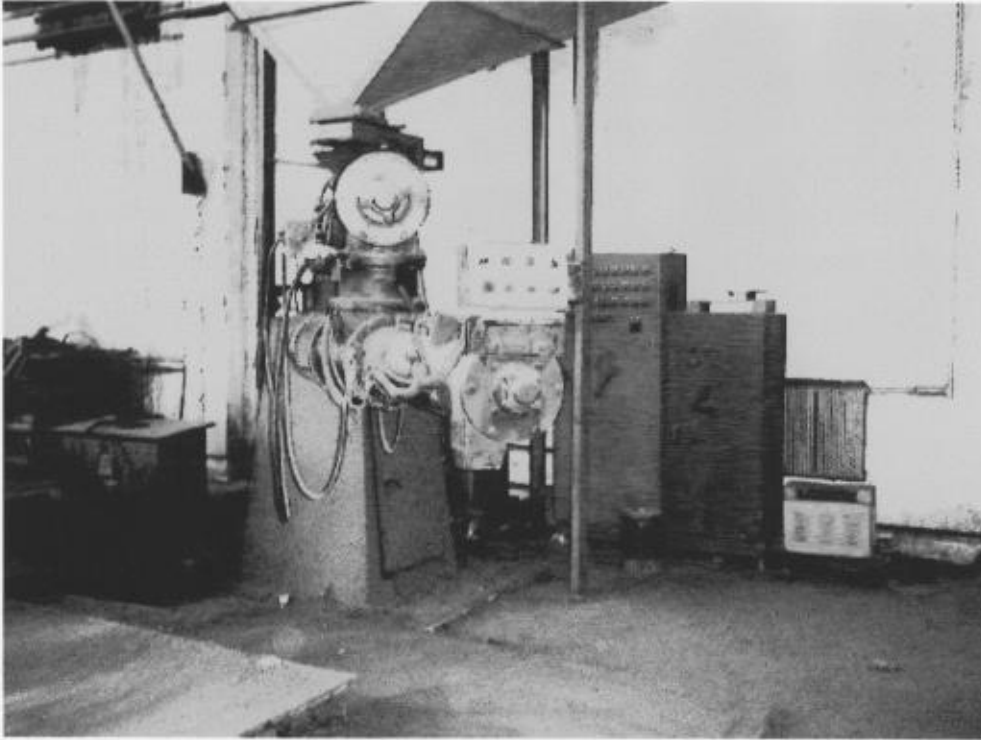


写真 2-2-7 大物部品鑄鋼工場の砂自動供給機式造型機

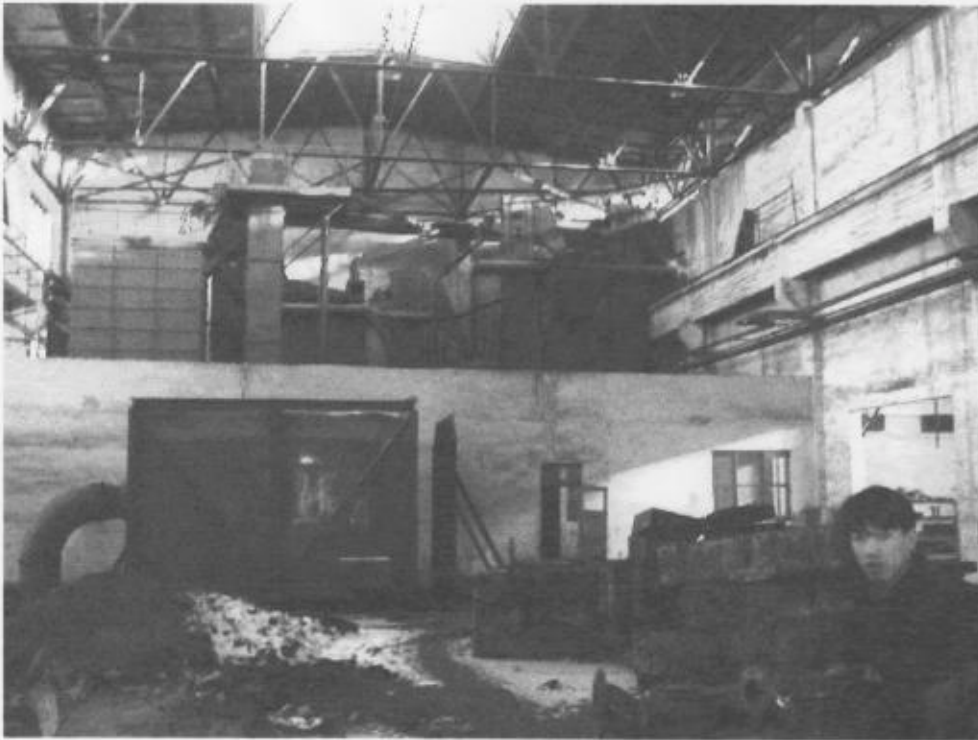


写真 2-2-8 大物部品鑄鋼工場の砂回収装置



写真 2-2-9 大物部品鋳鋼工場の熱処理炉



写真 2-2-10 大物部品鋳鋼工場のサンドブラスト

2-3 機械加工工程

機械加工工程は第1機械工場、第2機械工場、工具工場があり、ポンプに必要な部品は購入品を除き総て加工できる体制をもっている。

2-3-1 機械工場の組織と役割

第1機械工場と第2機械工場の組織は一本化されており、加工部品別にグループ分けされている。ただし機械配置は加工機械別配置になっている。機械工場の組織と役割を図2-3-1に示す。

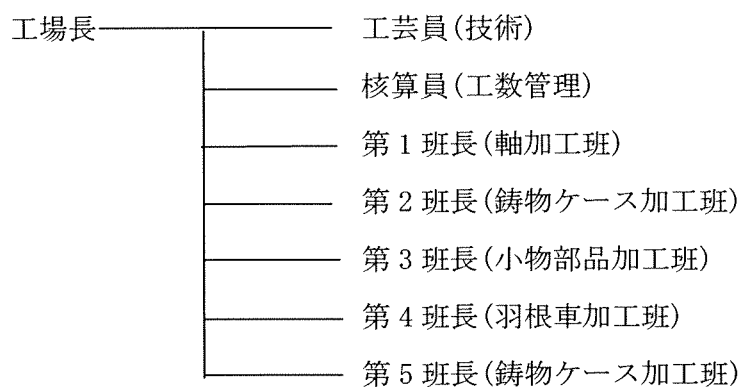


図2-3-1 機械工場の組織と役割

2-3-2 第1機械工場

第1機械工場はシャフト、スリーブの小物部品、羽根車、水平分割型ポンプのケース、およびオーバハングポンプのケース、ケースカバーの一部を機械加工している。

1) 機械設備

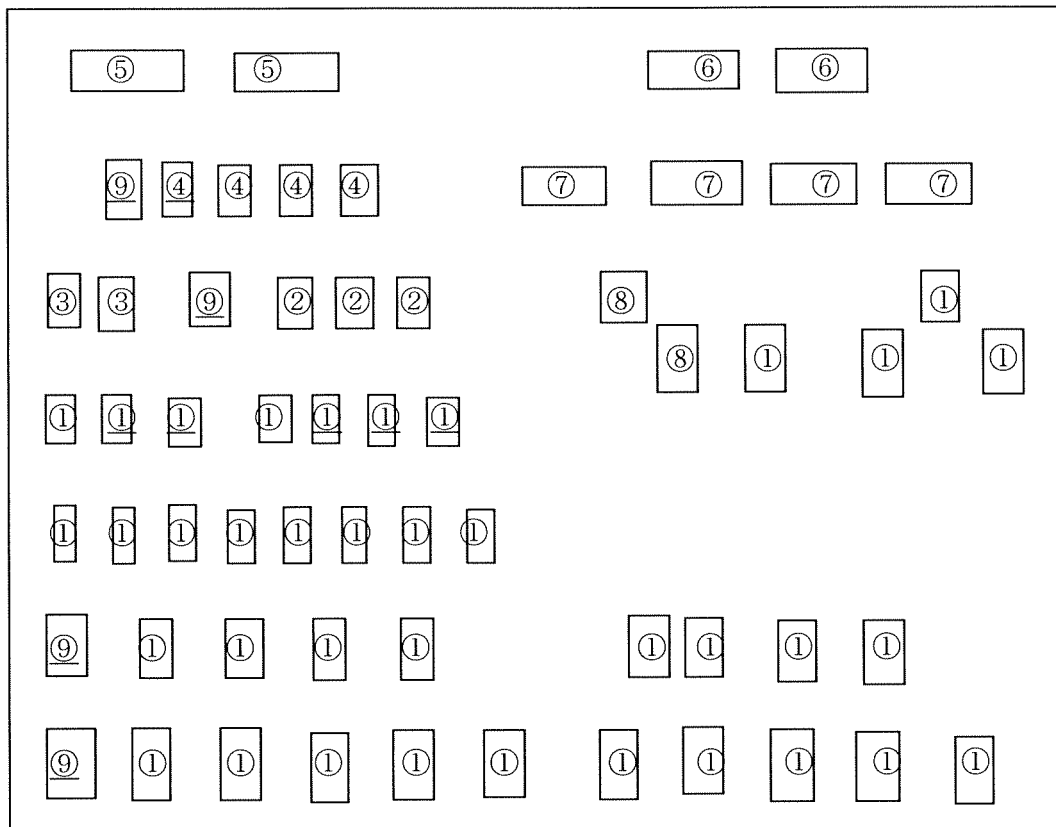
- (a) 第1機械工場の設備機械を表2-3-1に示す。
- (b) 中間ケース加工専用機が3台あるが、修理が必要な状況で休止中。
- (c) 旋盤は普通旋盤の汎用機であり、休止中が約10台ある。
- (d) 外形研磨機はシャフトの重要部を研磨し寸法精度と、表面粗さを確保している。
- (e) ミーリングマシンはシャフトのキー溝加工用に使用している
- (f) 横中ぐり盤は、大型ポンプの水平分割ケーシングで、立旋盤が使用できない機械加工に使用している。
- (g) 横中繰り盤の1台は、水平分割ケース内径加工用に、両側から機械加工可能な専用機である。その構造を写真2-3-1に示す。
- (h) ボール盤はケース類のボルト孔、ネジ孔の加工に使用している。
- (i) 立旋盤は立分割のケース加工用に使用する。
- (j) 正面旋盤は外径の大きなケースカバー、羽根車の加工に使用している。
- (k) 型削り盤はシャフトスリーブの内径側キー溝の加工に使用している。

表2-3-1 第1機械工場の設備機械

番号	設備・機械の種類	数量	精度不良設備数	工場面積 (m ²)
①	普通旋盤	37	5	3,374
②	外形研磨機	3	0	
③	形削り盤	2	0	
④	ミーリングマシン	4	1	
⑤	横中繰り盤	2	0	
⑥	ボール盤	2	0	
⑦	立旋盤	4	0	
⑧	正面旋盤	2	0	
⑨	専用機械	4	4	

2) 機械配置

第1機械工場の機械配置を図2-3-2に示す。



(図面の○番号は表2-3-1と同じ番号の設備機器を示す)

(図面の○番号にアンダーラインのある機械は精度不良機械を示す)

図2-3-2 第1機械工場の機械配置

2-3-3 第2機械工場

第2機械工場はケース、ケースカバーの大物鋳鉄部品、および軸受ハウジング、羽根車の機械加工を担当している。

1) 設備機械

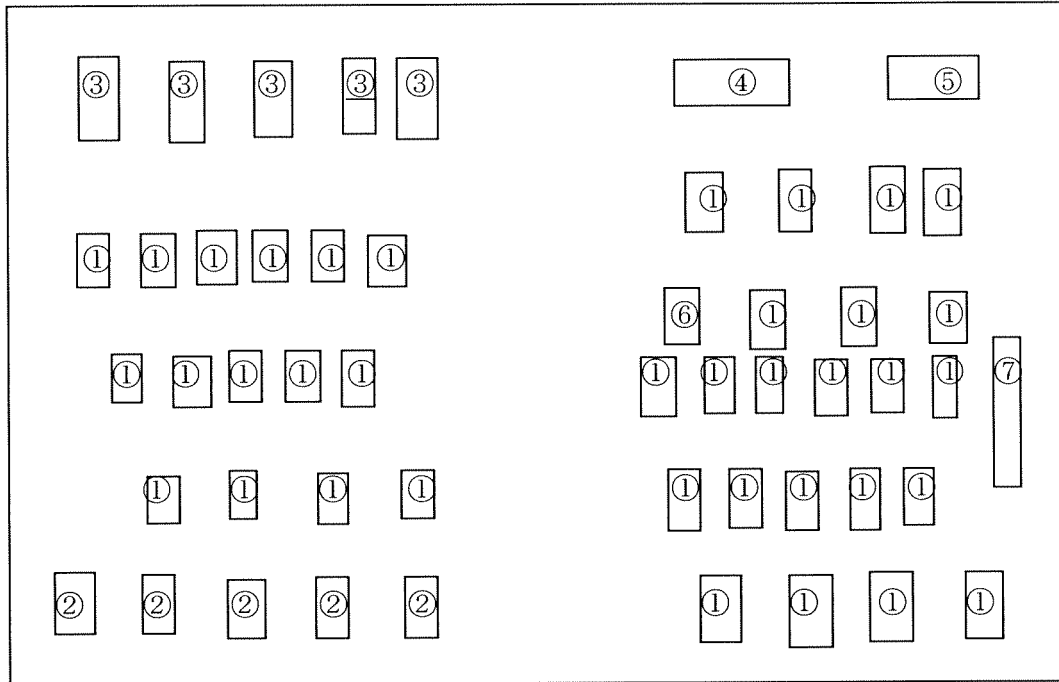
- (a) 第2機械工場の設備機械を表2-3-2に示す。
- (b) 水平分割ケース接面加工用の、門型立フライス盤を写真2-3-2に示す。
- (c) 羽根車、スリーブ、軸継手の内径側キー溝加工用の専用ブローチを写真2-3-3に示す。

表2-3-2 第2機械工場の設備機械

番号	設備・機械の種類	数量	精度不良設備数	工場面積 (㎡)
①	普通旋盤	37	0	2,818
②	ボール盤	5	0	
③	立旋盤	5	1	
④	門型立フライス盤	1	0	
⑤	横中繰り盤	1	0	
⑥	型削り盤	1	0	
⑦	キー溝加工専用ブローチ	1	0	

2) 機械配置図

第2機械工場の機械配置を図2-3-3に示す。



(図面の○番号は表2-3-2と同じ番号の設備機器を示す)

(図面の○番号にアンダーラインのある機械は精度不良機械を示す)

図2-3-3 第2機械工場の機械配置

2-3-4 機械工場の生産能力

1) ポンプ機械加工時間

- (a) 代表的なポンプ、横片吸込オーバハング型、サイズ ZA1-150-2200A の機械加工標準時間を表2-3-3に示す。
- (b) 大型ポンプの横片吸込2段両軸受型、サイズ 150AY150x2 の機械加工標準時間を表2-3-4に示す。
- (c) 鋳鋼ポンプの機械加工時間は不良、廃却率が高いので再加工を含め標準時間の2倍を採用している。不良、廃却が発生したときは、その都度必要時間を指示または集計して、やり直し時間の削減の資料に活用すべきである。
- (d) 鋳鋼ポンプの廃却率が高い原因は、溶接技術が確立していないことにある。

表 2-3-3 ZA1-150-2200A ポンプの機械加工標準工数 (単位：時間)

部品名称	旋盤	立旋盤	ボール盤	横中繰盤	形削り盤	ミーリング	スロッター	研磨	仕上	合計
ポンプケース		7.2	1.0						5.5	13.7
羽根車	5.5		0.3				0.1			5.9
ケースカバー	9.3		1.5						4.7	15.5
軸受ハウジング	4.8		1.3						1.7	7.8
軸受ふた	1.2		0.2			0.3			0.2	1.9
台板			1.1		1.8					2.9
シャフト	2.4					0.4		0.8		3.6
合計	23.2	7.2	5.4		1.8	0.7	0.1	0.8	12.1	51.3

表 2-3-4 150AY150x2 ポンプの機械加工標準工数 (単位：時間)

部品名称	旋盤	立旋盤	ボール盤	横中繰盤	形削り盤	ミーリング	スロッター	研磨	仕上	合計
ポンプケース		21.2	6.0	4.0		0.8			12.8	44.8
羽根車	12.1		0.3				0.1		0.4	12.7
ケースカバー	17.7		2.1						5.4	25.1
軸受ハウジング	1.3		1.3							2.5
軸受ふた	0.5		0.1							0.6
台板			1.0		5.0					6.0
シャフト	31.7			1.5		1.7		8.7		43.5
合計	63.2	21.2	10.6	5.5	5.0	2.5	0.1	8.7	18.5	135.3

2) 2004年までの生産計画に必要な設備台数

- (a) 2004年までの生産計画で、年間ポンプ生産台数を機械加工するときの各機械の必要時間を表2-3-4に示す。
- (b) 1年間の機械稼働時間を2000時間と仮定して、2004年の計画数である2980台を生産するときに必要な機械台数を表2-3-5に示す。
- (c) 中繰り盤は大型のポンプのケース内径機械加工用であるので、生産台数を全体の20%と仮定している。
- (d) スロッターはキー溝加工機械専用としている。
- (e) 旋盤、ミーリングにはリストに記載されていない小物部品(ウエアリング、ス

リーブ、ブッシュ)の機械加工を行う必要があるので50%増しとしている。

表2-3-5 2004年までの生産計画に必要な機械加工工数 (単位:時間)

	1台の必要時間	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	必要機械台数	現有設備
ポンプ生産台数		2648	2098	2087	2480	2890	2890	
旋盤	23.2	92151	73011	72627	86304	100626	51	69
立旋盤	7.2	19066	15106	15026	17856	20808	11	8
ボール盤	5.4	14299	11329	11270	13392	15606	8	7
横中線盤	5.5	2913	2309	2296	2728	3179	2	3
形削り盤	1.8	4766	3776	3757	4464	5202	3	4
ミリング	0.7	2781	2204	2192	2604	3035	2	5
スロッター	0.4	1059	839	835	992	1156	1	1
研磨	0.8	2118	1678	1670	1984	2312	2	3
仕上	12.1	32040	25386	25253	30008	34969	18	
合計	51.3	135842	107627	107063	127224	148257	74	

3) 生産性の問題点

- (a) 現有設備で2004年までの生産計画には問題ない。
- (b) 旋盤の工数が、全工数の約70%を占めているので、生産性をあげるためには、旋盤の自動化を優先的に計画することが必要である。
- (c) 立旋盤、ボール盤が表2-3-4では2003年以降台数不足になる。
- (d) 立旋盤、ボール盤が、受注状況によってはネックマシンになる可能性がある。
- (e) 立旋盤については半自動式に改造し作業効率を上げることが必要である。
- (f) ボール盤についてはボルトネジ孔加工用の治具を製作、活用し作業効率を上げることで対応可能である。
- (g) 作業量が計画通り増加して、立旋盤または、ボール盤の増設が必要になる時期には、MCセンターの導入を検討する必要がある。
- (h) 内径側のキー溝加工はブローチ加工を行っているが、キーシーターの採用を検討すべきである。
- (i) 起重機は機上操作になっているが、生産性向上のため、通路および機械周りの整理、整頓を徹底し、床上操作にすべきである。

- (j) 重要個所の寸法は、機械加工後検査員による検査が施行されている。
- (k) 機械加工者の責任を明確にし、自主検査に切り替える必要がある。
- (l) シャフトは総て研磨機にかけて重要寸法の精度と、表面粗さを確保しているが、旋盤加工の機械精度を高くし、また加工バイトの研究をして、オーバハンク型ポンプシャフトは研磨を省略する方法を検討する必要がある。
- (m) 機械の配置は加工機械の機種別配置になっている。
- (n) 鋳鋼プロセスポンプは、その他のポンプの品質グレードより高い管理を要求されるが、総ての部品に適用することは、生産性を悪くし、その他のポンプのコストアップになる。
- (o) 鋳鋼プロセスポンプの品質は、その他のポンプと品質を分けた生産体制がとれるようにするために、機械の配置を部品加工別の配置にする必要がある。

2-3-5 品質管理

- (a) 主要部品の識別管理がされていない。
- (b) 鋳鋼、ステンレス鋼、合金鋼が増加したとき材料間違いを起こす可能性が高い。
- (c) 鋳鋼プロセスポンプに関しては、加工部品の識別管理ができる方法を検討すべきである。
- (d) 加工途中に刻印あるいはマーキングが削り取られたときの対策も検討すべきである。
- (e) シャフトの機械加工後防錆油は塗布されているが、打ち傷防止用の対策がなされていない。
- (f) 重要寸法個所の保護対策を検討すべきである。
- (g) 鋳造品素材は屋外保管されており、サビ、泥、ゴミが付着した状態で、機械工場に搬入される。その状況を写真2-3-4に示す。
- (h) 埃、砂、錆により機械工場内が汚れ、機械の寿命にも影響するほど汚い。
- (i) 鋳造品素材を屋内保管に変更するか、機械工場に持ち込む前に、再度サンドブラスト処理をするなどの対策が必要である。
- (j) 機械加工後ケースに切粉がたまった状態で、次工程に移動している、切粉が残留した状態で組立られる可能性が高い。その状況を写真2-3-5に示す。
- (k) 切り粉は発生した部署で除去することが必要である。
- (l) 通路側に切粉飛散防止用衝立がない、鋳鋼、ステンレス鋼の材料は切粉が絡ま

るので安全上の問題が発生する。その状況を写真2-3-6に示す。

2-3-6 主要部品の作業工程

1) ポンプケース

- (a) 素材検査(目視検査、材料チェック) (検査が行われていない)
- (b) 立旋盤(内径、フランジ加工)
- (c) 中ぐり盤(吐き出しフランジ、脚加工)
- (d) ドリル(ケースボルト、フランジボルト孔・座ぐり、ネジ孔加工)
- (e) 耐圧準備(通路など仕上グラインダー掛けを含む) (仕上作業が施行されていない)
- (g) 耐圧試験(プレスを使って行われているので、ケーシングボルトの強度やケーシング強度の試験になっていない)
- (h) 水圧試験圧力、機械番号刻印(刻印が行われていない)
- (i) 防錆処理

2) ケースカバー

- (a) 素材検査(目視検査、材料チェック) (検査が行われていない)
- (b) 普通旋盤(全面加工)
- (c) ドリル(フランジボルト孔・座ぐり、ネジ孔加工)
- (j) 耐圧準備(通路など仕上グラインダー掛けを含む) (仕上作業が施行されていない)
- (k) 耐圧試験(プレスを使い行われているので、ケーシングボルトの強度やケーシング強度の試験になっていない)
- (l) 水圧試験圧力、機械番号刻印(刻印が行われていない)
- (m) 防錆処理

3) ポンプシャフト

- (a) 素材検査(目視検査、材料チェック) (検査が行われていない)
- (b) 普通旋盤(全面粗加工、端面ネジ加工)
- (c) 研磨(0.1mm 仕上代残し)
- (d) 罫書き(キー溝)

- (e) ミーリング(キー溝加工)
- (f) 最終研磨(全面研磨仕上)
- (g) 普通旋盤(ネジ加工、段付面加工)
- (h) 防錆(機械番号刻印)(刻印がおこなわれていない)

4) 羽根車

- (a) 素材検査(目視検査、材料チェック)(検査が行われていない)
- (b) 普通旋盤(粗加工、仕上加工)
- (c) 罫書き(羽根先端、バランス孔)
- (d) ドリル(バランス孔加工)
- (e) 静的バランス
- (f) スロッター(キー溝加工)
- (g) 最終仕上(内面手仕上、羽根先端ヤスリ仕上げ、目視検査)(最終仕上げが行われていない)
- (h) 動的バランス(バランス施行後機械番号刻印)(動的バランス、刻印が行われていない)

5) 軸受ハウジング

- (a) 素材検査(目視検査、材料チェック)(検査が行われていない)
- (b) 立旋盤(全面粗加工、仕上加工)
- (c) 罫書き(孔加工部、ネジ孔加工部)
- (d) ボール盤(ボルトネジ孔、フランジ孔、ネジ孔、座ぐり)
- (e) 仕上(内外面手仕上、内面耐油性塗料塗布)(内外面手仕上、内面耐油性塗料塗布が行われていない)

2-3-7 工具工場

工具工場は機械工場で使用する工具、治具の製作と、合フランジ、基礎ボルトなどの鍛造部品の製作、およびシャフト他の熱処理が必要な部品の熱処理を担当している。

1) 組織と役割

工具工場は設備処に所属する。設備処の組織と役割を図2-3-4に示す。

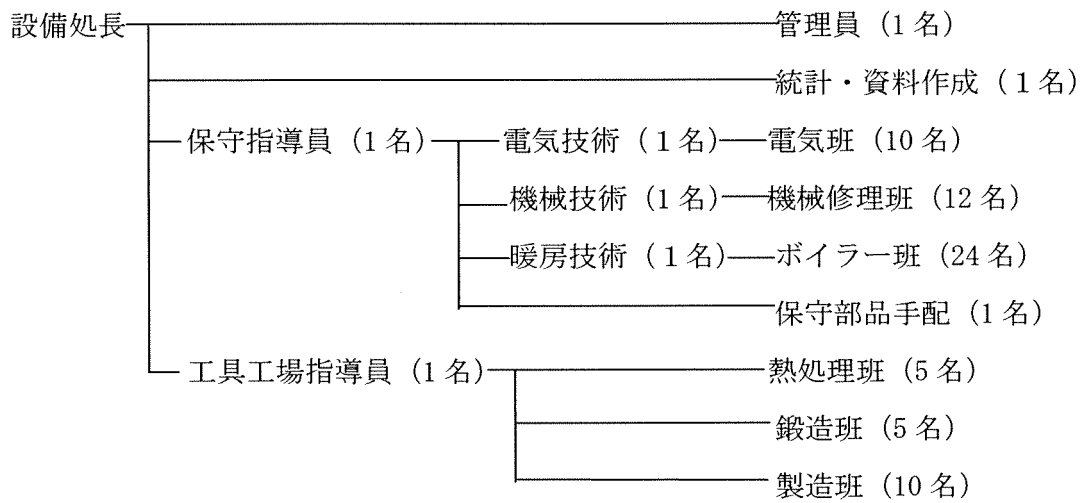


図2-3-4 設備処の組織と役割

2) 設備機械

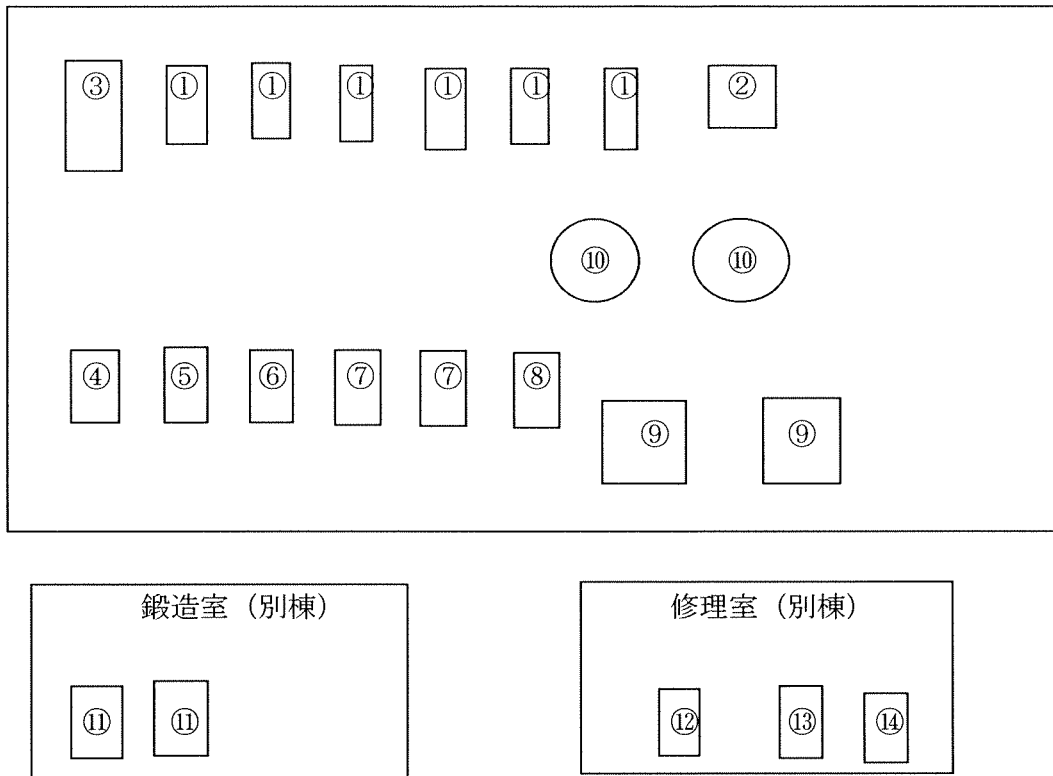
- (a) 工具工場の設備機械を表 2-3-6 に示す。
- (b) シャフト用の熱処理炉は、シャフトが曲がりを生じないように、シャフトを縦において熱処理を行うために立井戸型となっている。
- (c) シャフト用熱処理炉を写真 2-3-7 に示す。
- (d) 熱処理炉は熱処理チャートが記録できる温度記録盤がある。
- (e) 熱処理炉温度自動記録計付操作盤を写真 2-3-8 に示す。

表 2-3-6 工具工場の設備機械

番号	設備・機械の種類	数量	精度不良設備数	工場面積 (m ²)
①	普通旋盤	6	0	960
②	ドリル	1	0	
③	横中繰り盤	1	0	
④	外形研磨機	1	0	
⑤	平面研摩盤	1	0	
⑥	スロッター	1	0	
⑦	ミーリングマシン	1	0	
⑧	形削り盤	1	0	
⑨	箱型熱処理炉	2	0	温度自動記録
⑩	立井戸型熱処理炉	2	0	シャフト専用
⑪	空気ハンマー鍛造機	2	0	鍛造工場に設置
⑫	歯切り盤	1	0	修理工場に設置
⑬	形削り盤	1	0	
⑭	複合フライス盤	1	0	

3) 機械配置

工具工場の機械配置を図2-3-5に示す。



(図面の○番号は表2-3-6と同じ番号の設備機器を示す)

図2-3-5 工具工場の機械配置

4) 工具工場の品質管理

シャフトの熱処理炉と実態の温度差を校正する手順が確立していないので、熱処理効果が不安定で、機械加工中の軸曲がりが発生したり、軸折損の事故が発生する恐れがある。

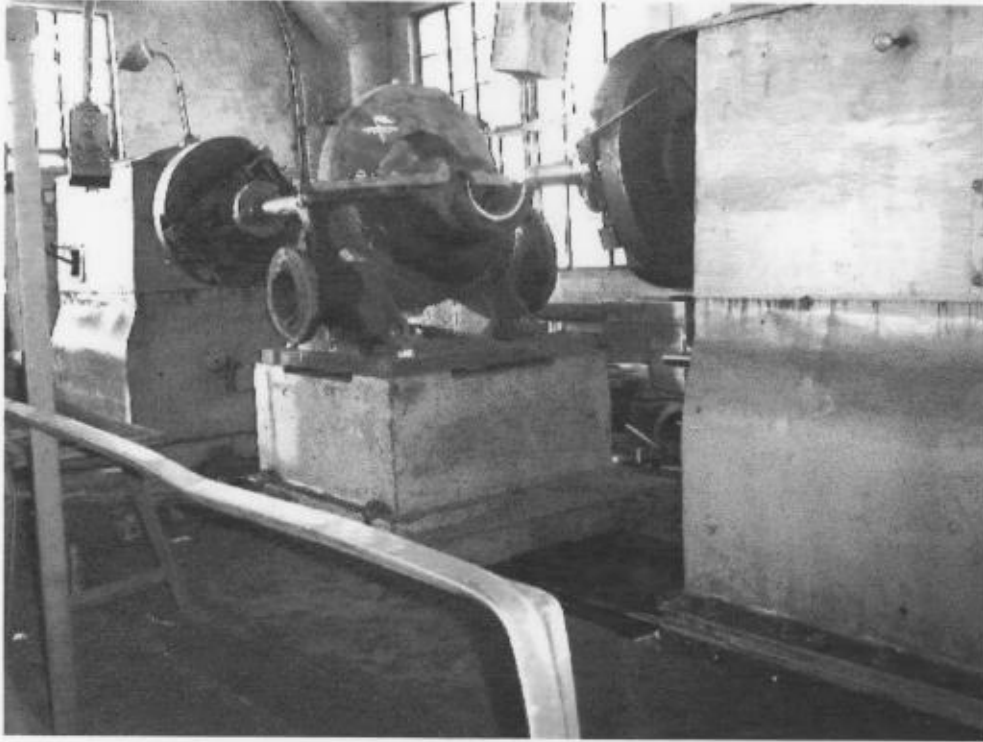


写真2-3-1 ケース加工専用中ぐり盤

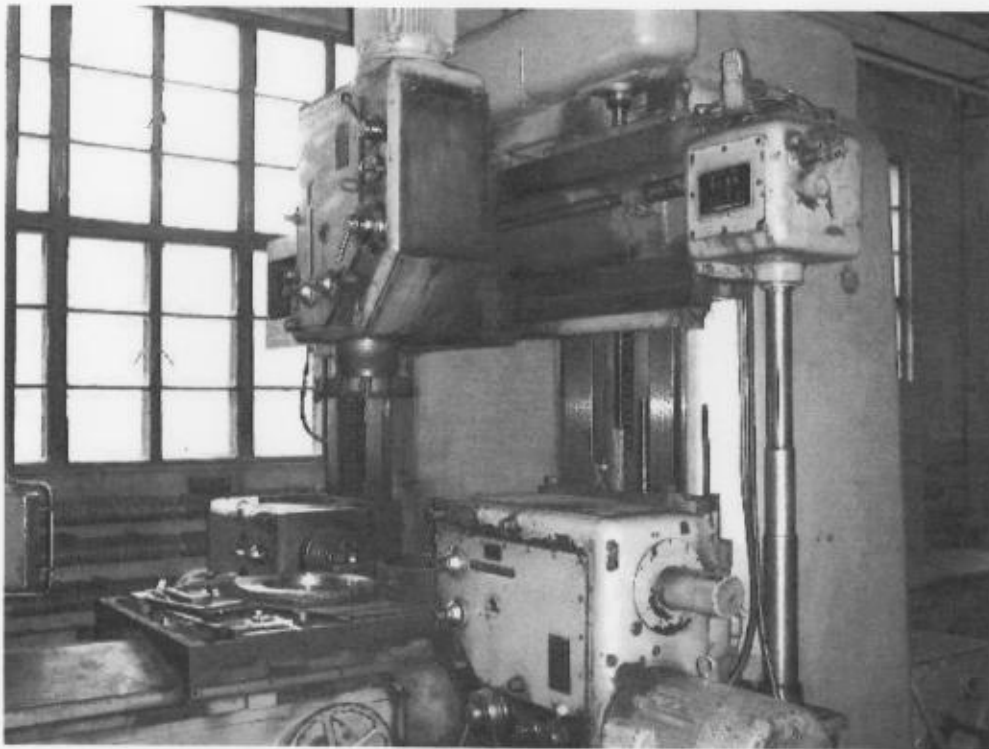


写真2-3-2 門型立フライス盤



写真 2-3-3 キー溝加工用ブローチ盤



写真 2-3-4 搬入された素材にゴミが付着した状況

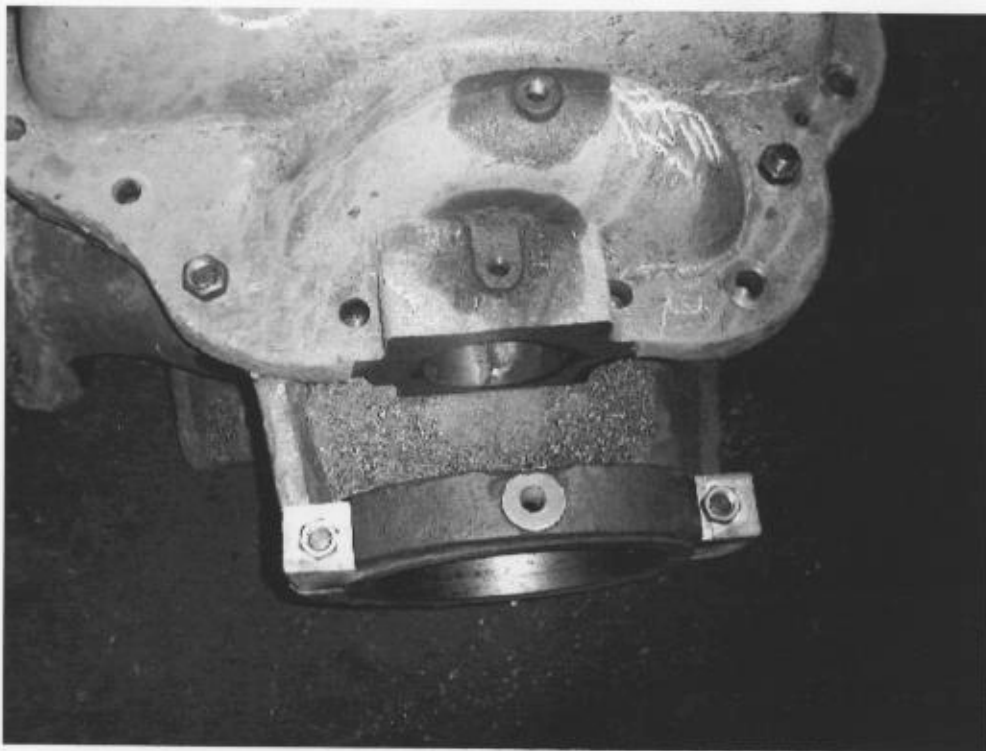


写真 2-3-5 機械加工後の切粉が残った状況で次工程に移動

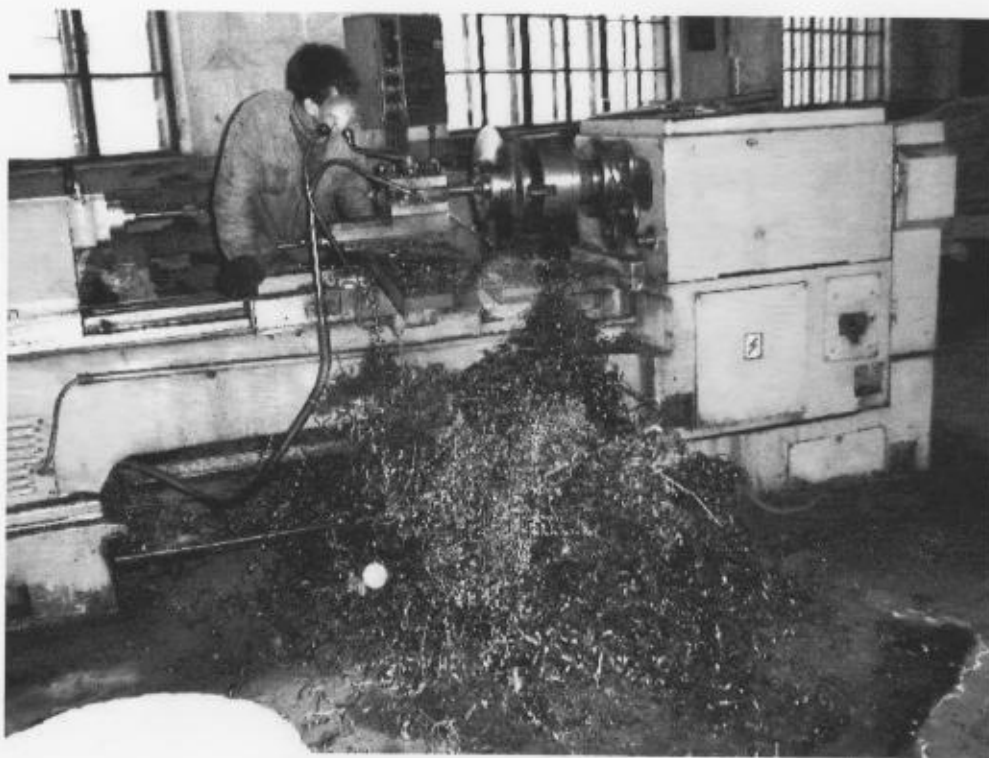


写真 2-3-6 切粉が通路にはみ出している状況



写真 2-3-7 工具工場のシャフト用熱処理炉

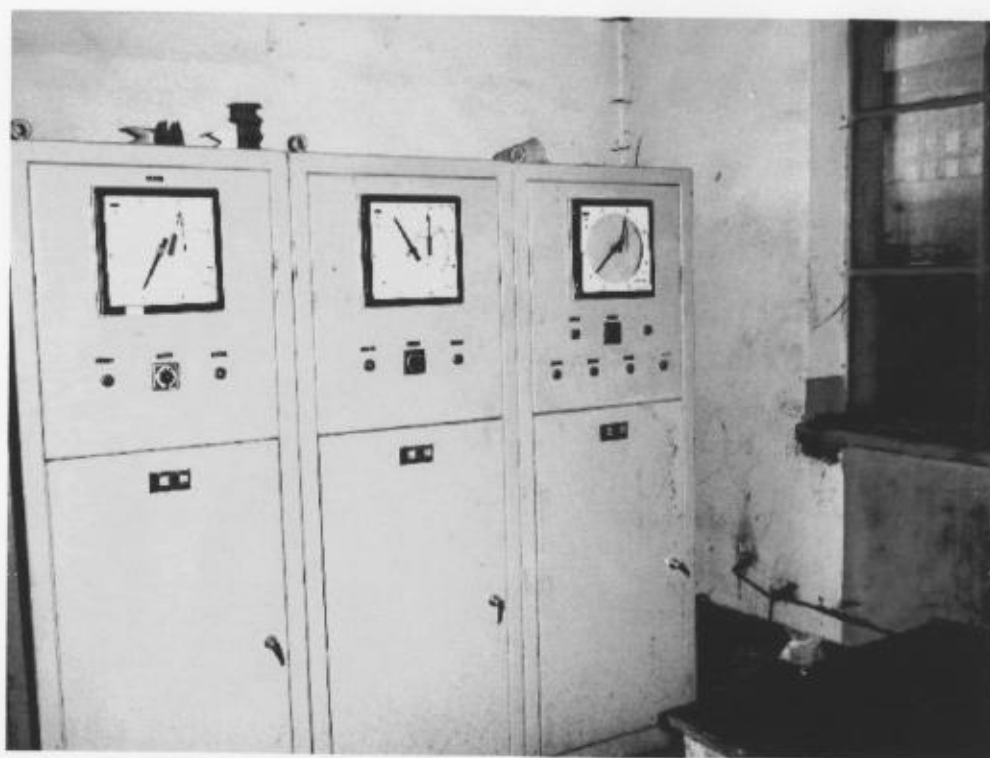


写真 2-3-8 工具工場の熱処理炉温度自動記録計付き操作盤

2-4 組立工程

組立工場はケースの水圧テスト、台板の加工を含め回転部の動的釣合い試験、ポンプの組付け、テスト後の分解、再組付け、台板にポンプと電動機の取付、塗装を行っている。

2-4-1 組立工場の組織と役割

組立工場の組織と役割を図2-4-1に示す。



図2-4-1 組立工場の組織と役割

2-4-2 機械設備

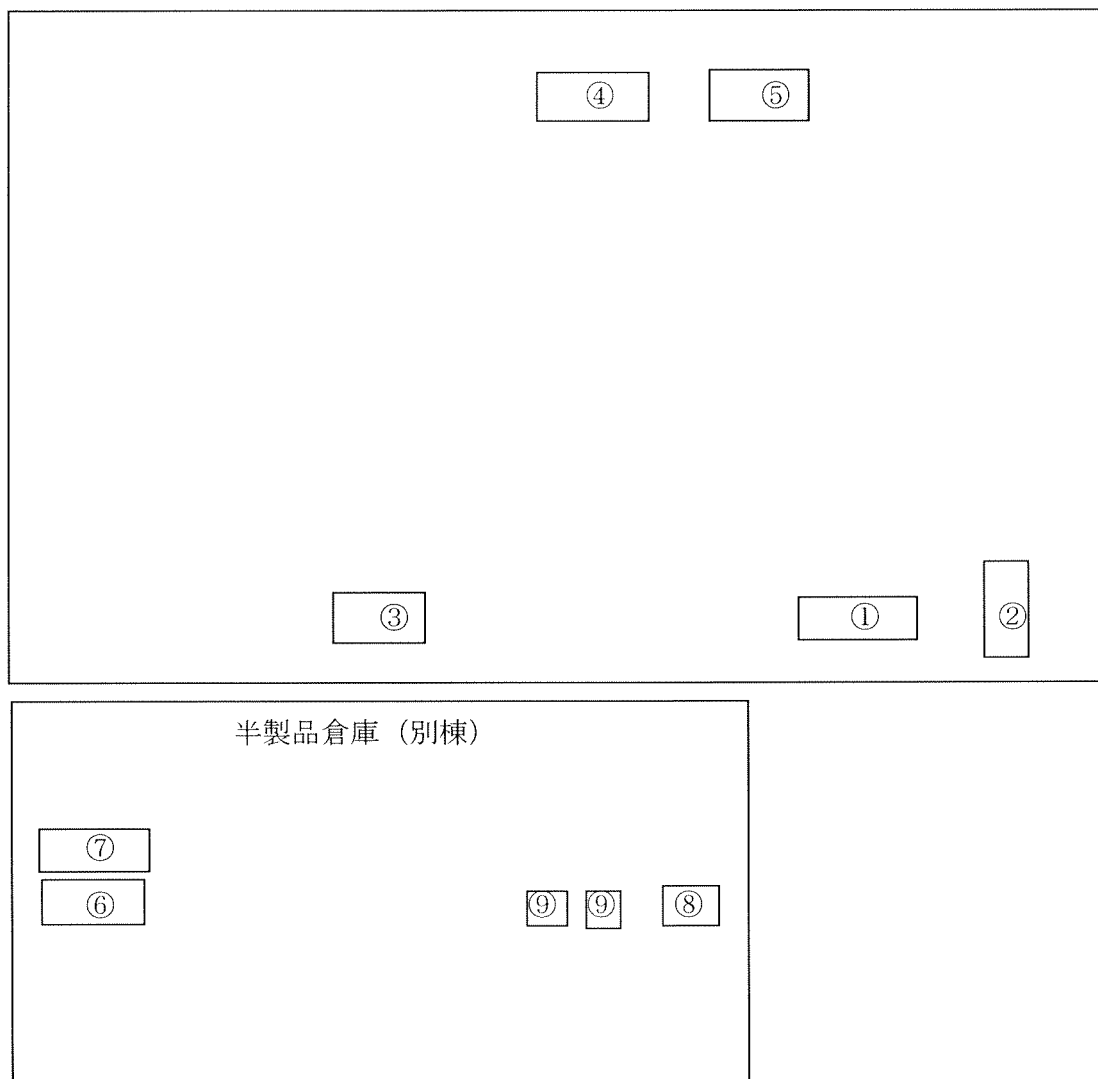
- (a) 組立工場の設備機器を表2-4-1に示す。
- (b) 羽根車など回転部品の釣合試験は機械工場での静的釣合試験を施行している。
- (c) 組立工場での釣合試験は多段ポンプの場合と、客先が要求したときのみ施行されている。
- (d) 旋盤はバランス不良部の削り取り用に使用する。
- (e) ドリルは台板のポンプおよび電動機取付用ネジ孔の加工用である。
- (f) 門型プレーナーは、台板のポンプおよび電動機取付面の機械加工用で、半製品倉庫に設置されている。
- (g) 耐圧部品は半製品倉庫を出庫するとき、水圧プレスで蓋を押しえつけて、水圧を掛け、水圧試験に合格した良品を組立工場に搬入している。
- (h) 水圧試験に使用する、水圧プレスを写真2-4-1に示す。
- (i) 組立前の部品洗浄装置は設置されていない。
- (j) 立旋盤、横中ぐり盤は組立作業に無関係な設備で仮置きの状態である。

表2-4-1 組立工場の設備機器

番号	設備・機械の種類	数量	精度不良設備数	工場面積 (m ²)
①	動的釣合い試験機	1	0	3,750
②	普通旋盤	1	0	
③	ドリル	1	0	
④	立旋盤	1	0	
⑤	横中ぐり盤	1	0	
⑥	門型プレーナー (4 m)	1	0	台板加工用として半製品倉庫の奥に設置されている
⑦	門型プレーナー (6 m)	1	0	
⑧	水圧試験用ポンプ	1	0	ケース・ケースカバーの水圧試験用として半製品倉庫に設置されている
⑨	水圧試験用プレス	2	0	

2-4-3 設備機器の配置

組立工場設備機器の配置を図2-4-2に示す。



(図面の○番号は表2-4-1と同じ番号の設備機器を示す)

図2-4-2 組立工場設備機器の配置

2-4-4 組立工場の生産能力

1) ポンプ組立作業時間

(a) 代表的なポンプ、横片吸込オーバハング型、サイズ ZA1-150-2200A および大型ポンプ、横片吸込2段両軸受型、サイズ 150AY150x2 の標準組立作業時間を表2-4-2に示す。

(b) 工数計算に採用する作業時間は、大型ポンプの生産台数が全生産台数の20%

あると仮定したときの1台あたりに必要な作業時間である。

表2-4-2 ポンプ組立作業工数 (単位：時間)

組立作業	ZA1 150-2200	150AY150x2	工数計算に採用する作業時間
水圧準備	1.00	1.00	1.0
水圧試験	0.50	0.50	0.5
羽根車釣合試験	0.25	0.50	0.3
回転体組付け	1.08	1.33	1.1
ポンプ組付け	2.25	4.00	2.6
電動機取付	0.67	0.67	0.7
配管取付	1.00	1.00	1.0
分解点検・清掃	2.25	4.00	2,6
再組付け	2,25	4,00	2.6
塗装	0.50	0.67	0.6
合計	11.75	17.67	13.0

2) 2004年までの生産計画に必要な人員配置

- (a) 2004年までの生産計画で、各作業に必要な作業時間を表2-4-3に示す。
- (b) 1年間一人の作業時間を2000時間と仮定して、生産台数2890台のときの必要人員を表2-4-3に示す。
- (c) 1年間の稼働日数を250日と仮定すると、生産台数2890台のとき、1日の生産台数は12台である、ポンプ1台あたりに必要な作業面積を50㎡とすると600㎡必要である。組立工場の滞留時間3日として組立工場の必要面積は1800㎡となり100%の余裕がある。
- (d) 水圧試験準備の時間は、鋳鋼プロセスポンプの場合、適用される規格の関係で、現状使用しているプレスが使用できないので、プレスを使用するときの約2倍の時間がかかるようになる。
- (e) 鋳鋼プロセスポンプの塗装時間は、指定された下地処理と塗装を要求されるので、その他ポンプの塗装時間の約3倍は必要になる。
- (f) 以上のことを考慮にいれても、2004年の生産計画に対して、組立に必要な人員は、現状の体制で問題ない。

- (g) 鋳鋼プロセスポンプは、水圧テストに購入者による立会い検査が多くなるので、作業面積の拡張が必要である。

表 2-4-3 2004 年までの生産計画に必要な組立作業工数 (単位：時間)

組立作業	1台の作業時間	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	必要人員	現有人員
ポンプ生産台数		2648	2098	2087	2480	2890	2890	
水圧準備	1.0	2648	2098	2087	2480	2890	1.45	3
水圧試験	0.5	1324	1049	1044	1240	1445	0.72	
羽根車釣合試験	0.3	794	629	626	744	867	0.43	1
回転体組付け	1.1	2913	2308	2296	2728	3179	1.59	11
ポンプ組付け	2.6	6885	5455	5426	6448	7514	3.76	
電動機取付	0.7	1854	1469	1461	1736	2023	1.01	
配管取付	1.0	2648	2098	2087	2480	2890	1.45	
分解点検・清掃	2.6	6885	5455	5426	6448	7514	3.76	
再組付け	2.6	6885	5455	5426	6448	7514	3.76	
塗装	0.6	1589	1259	1252	1488	1734	0.69	5
合計	13.0	34424	27274	27131	32240	37570	18.78	20

2-4-5 生産性の問題

- (a) ポンプ性能試験場が組立工場からはなれている。
- (b) 鋳鋼プロセスポンプの場合は性能判定基準の余裕度が狭く、羽根車の修正を必要とするケースが多くなる。
- (c) 起重機は機上操作型になっているが、生産性を向上させるため、通路の整理整頓を徹底し、床上操作にすべきである。
- (d) 鋳鋼材料の増加により鋳バリ取り、溶接補修の工数が増加するので、鋳物仕上げ工場を別棟にして、工場内の清潔を保つことが必要になる。
- (e) 鋳鋼プロセスポンプは水圧試験の保持時間が30分以上必要である、また購入者のテスト立会いが増加するので、作業面積の拡張が必要になる。
- (f) 鋳鋼プロセスポンプの顧客は長期防錆を要求するが、ポンプ試験終了後の再組付け時に長期防錆をするための洗浄設備が無い。

- (g) 鋳鋼プロセスポンプのシール用配管は溶接接続を要求されるので、配管溶接の設備が必要になる。またそれにたずさわる技術者、技能者の養成が必要になる。

2-4-6 品質管理の問題

- (a) 組付け前の隙間検査、回転部振れ検査を行っても、記録が管理されていないので、現地で事故が発生した時、ポンプに問題が無かった証明ができない。
- (b) 組付け中にグラインダーがけを行っている。粉塵がポンプの中に入り、納入後のトラブルの原因になる。
- (c) 玉軸受をシャフトに組付けるとき、銅ハンマーを使って玉軸受けを叩き込んでいるが、玉に傷が発生する、焼ばめ用の軸受加熱装置が必要である。
- (d) ケース、ケースカバーの水圧試験をプレスで締め付けを行っているが、締め付けボルトの設計が水圧に耐えることの証明ができていない。
- (e) 組立前の部品洗浄は、倉庫からきれいな部品が出庫されるということで施行されていないが実情は問題がある。
- (f) 性能試験後の洗浄はウエスで拭きとる程度で、防錆にグリスを塗布しているが、鋳鋼プロセスポンプに要求される、長期防錆に問題がある。
- (g) 現状の塗装は下地処理なしで、刷毛塗りをを行っている。
- (h) 羽根車の釣合試験は静的釣合としているが、鋳鋼プロセスポンプは動的釣合試験が必要である。
- (i) ローターのバランスは多段ポンプおよび高速ポンプについて施行している。
- (j) 鋳鋼プロセスポンプの釣合試験は、測定誤差を修正する方法を指定しているが、現状の釣合試験機では対応できないので、新しい設備が必要である。
- (k) ポンプ組立後、フランジ面を下に、コンクリート床に直接置いている。
- (l) ポンプ組立品の保管状況を写真2-4-2に示す。
- (m) 組立工場に搬入された、機械加工部品の下に保護板、またはゴム板が使用されていない。
- (n) 組立工場に組み立て用部品の搬入状況を写真2-4-3に示す。
- (o) コンクリートの床上で、玉軸受をシャフトにハンマーで叩き込んだ状況を写真2-4-4に示す。

2-4-7 組立の作業工程

- (a) 部品検査(洗浄、防錆状況、仕上状況、機械番号の確認) (検査が行われていない)
- (b) 回転部組立(回転部振れチェックし記録を残す) (記録されていない)
- (c) ウェアリング、ブッシュ部の隙間計測(記録を残す) (記録されていない)
- (d) ポンプ本体組立
- (e) 駆動機とポンプを台板場に取り付け芯だし
- (f) 補助配管製作
- (g) 補助配管耐圧検査
- (h) 補助配管取付
- (i) ポンプ運転準備(ポンプ試験省略の場合は配管、メカニカルシールの気密テスト準備) (ポンプ試験省略の場合漏れチェックされていない)
- (j) ポンプ性能試験(ポンプ性能試験、振動、各部に漏れのないことをチェックする)(ポンプ試験省略の場合は配管、メカニカルシールの気密テスト)
- (k) ポンプ分解
- (l) ポンプ分解検査
- (m) 部品洗浄、防錆
- (n) ポンプ再組立
- (o) ポンプを台板上にセット、配管取り付け
- (p) 塗装前検査



写真2-4-1 組立工場の水圧テスト用水圧プレス



写真2-4-2 組立品の保管状況



写真 2-4-3 組立工場に搬入の機械加工部品

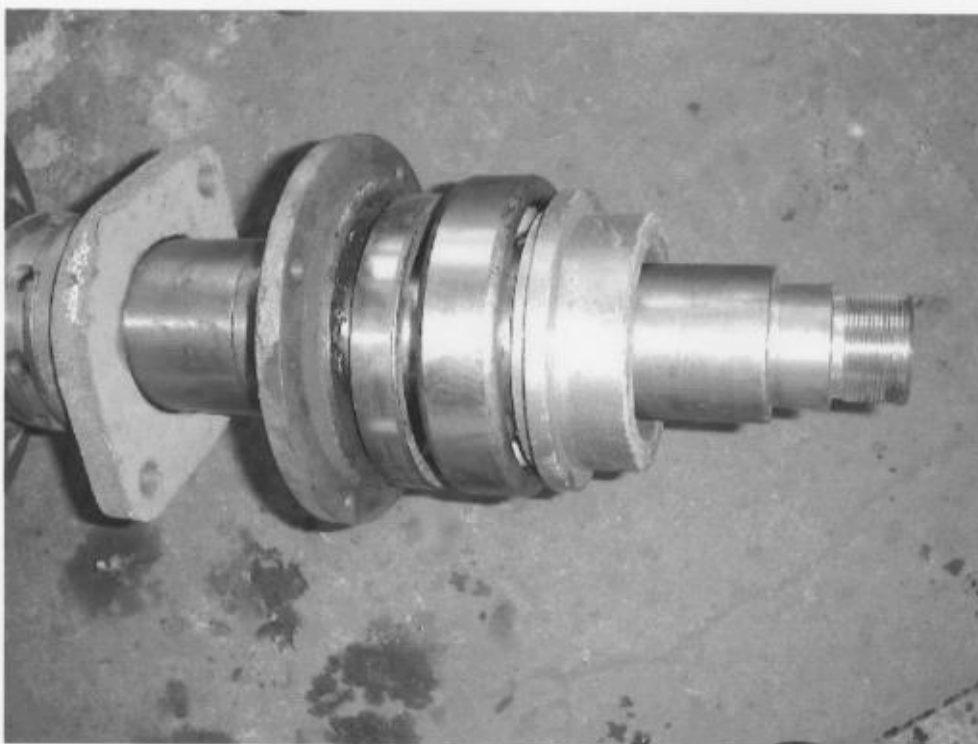


写真 2-4-4 玉軸受の組付

2-5 塗装工程

塗装は組立工場の中で、刷毛塗りで施行している。

2-5-1 組織

組立工場に属する5人が塗装を担当している。

2-5-2 設備

- (a) 下地処理なしで、刷毛塗りでやっているの、作業能率が悪い。
- (b) 環境、衛生の問題もあるので、作業場を仕切り、スプレー塗装ができるようにする必要がある。
- (c) 鋳鋼プロセスポンプの顧客は、エポキシ樹脂塗料の要求をすることが多いので、塗装前に塗料塗布面にショットブラストをかける装置が必要になる。

2-5-3 品質管理の問題点

- (a) 鋳鋼プロセスポンプの顧客が要求する長期防錆、耐候性防錆塗装を行うことはできない。
- (b) 膜厚検査は行っていない。
- (c) 膜厚測定器を保有していない。
- (d) 油、錆、ごみの付着した状態で塗装している。
- (e) 塗装状況を写真2-5-1に示す。

2-5-4 塗装の作業工程

- (a) 塗装準備(塗装箇所と塗装要領の確認)
- (b) 洗浄(下地処理の確認と洗浄) (洗浄が行われていない)
- (c) 塗装(下塗り作業・塗料名、塗回数、膜圧)
- (d) 検査(下塗り膜圧検査) (検査が行われていない)
- (e) 塗装(中塗り作業・塗料名、塗回数、膜圧)
- (f) 検査(中塗り膜圧検査) (検査が行われていない)
- (g) 塗装(上塗り作業・塗料名、塗回数、膜圧)
- (h) 検査(上塗り膜圧検査) (検査が行われていない)
- (i) 検査(検査員による最終膜圧検査、塗装色検査)

- (j) 梱包(梱包要領による)
- (k) 梱包検査(梱包要領の確認、完成検査)
- (l) 発送

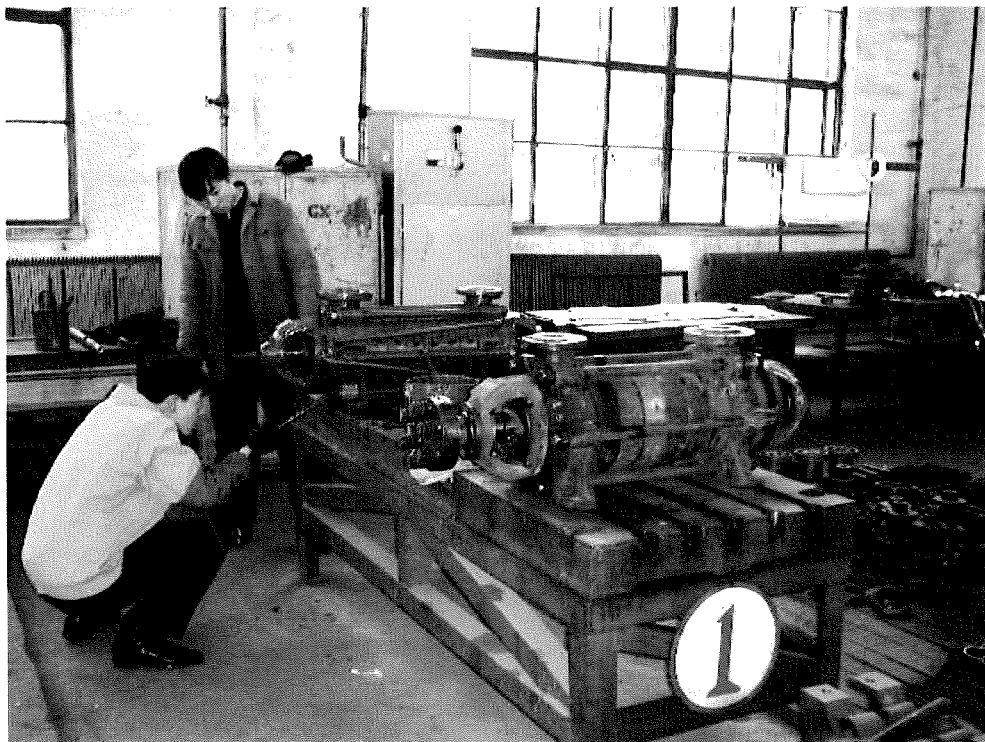


写真 2-5-1 ポンプ塗装状況

2-6 製品検査工程

原材料、購入品の受入検査、機械加工中の工程間検査、耐圧部品の水圧検査、組付け作業中の工程間検査、ポンプ性能検査、完成品検査を品質処で行い、管理している。

2-6-1 品質処の組織と役割

1) 品質処の組織と役割を図2-6-1に示す。

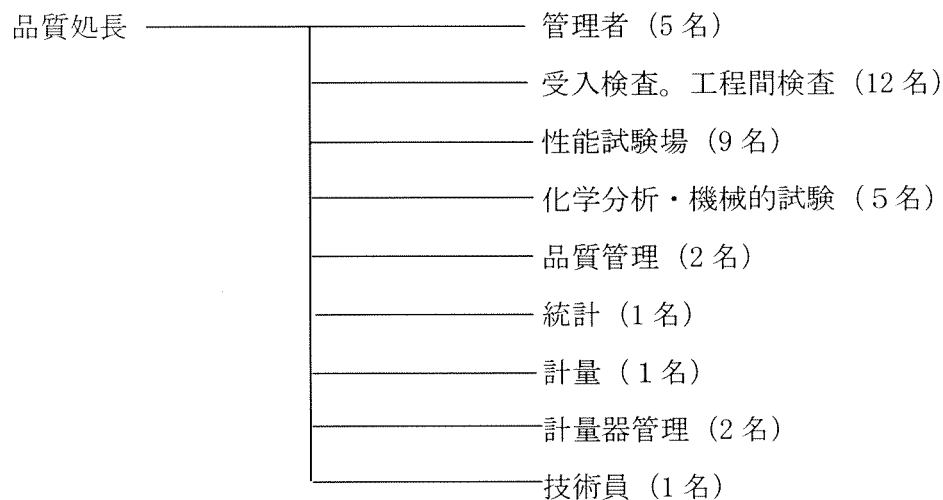


図2-6-1 品質処の組織と役割

2) 検査工程の問題点

- (a) 材料の受入検査は材料試験を行っている。
- (b) 材料試験の結果は購入品については調達部門が、鋳造品は鋳造工場が保管とすることになっている。
- (c) 試験結果と現品が照合できるような、識別管理が現品になされていない。
- (d) 機械加工、組立作業中の工程間検査は、作業者が検査した結果を、工程間検査員がチェックしている。
- (e) 作業者の責任による自主検査で品質保証ができる、保証システムを構築する必要がある。
- (f) 試験結果、検査結果の記録は品質処の管理になっていないので、統計的手法による品質計画が立てられていない。
- (g) 廃却率については ISO 9001 の品質目標に組み込まれているが、不良品、廃却品を処理した、やり直し作業時間の統計資料がとられていない。総合的な不良

時間が把握されていない。

- (h) 鋳鋼プロセスポンプは、品質に関する書類を、20年間保管することが要求される。

2-6-2 品質処の設備機器

1) 材料試験用および計量器室の設備機器

- (a) 購入した鋼材の受入検査、鋳造品の材料検査用として、材料の化学分析、機械的試験の設備を有する。
- (b) 計量器の検定用基準器類を計量器室で保管管理している。
- (c) その設備機器を表2-6-1に示す。
- (d) 万能引張試験器を写真2-6-1に示す。
- (e) 材料の化学分析に必要な機器類は完備している。
- (f) 計量器の管理に必要な基準器類は完備している。

表2-6-1 材料試験室・計量器室の設備機器

設備・機械の種類	数量	精度不良設備数	備考
化学分析用アーク炉	1	0	第1機械工場の事務所3階
乾燥炉	1	0	
炭素・硫黄分析器	1	0	
3元素分析器	1	0	
精密天秤式秤	2	0	
検定用測長器	2	0	第1機械工場の事務所2階
標準測長模範	1	0	
オプチグラス	2	0	
表面粗さ標本	1	0	
平面定盤	1		
万能引張り試験機	1	0	試験室
ロックウエル硬度計	2	0	工具工場の検査室

2) 試験・検査設備の問題点

- (a) 鋳鋼、ステンレス鋼、合金鋼の化学分析が、短時間に行える設備が必要である。
- (b) 鋳鋼、溶接部の欠陥を検査する設備がない。
- (c) 磁粉探傷試験設備、カラーチェック、超音波探傷検査装置が最低必要である。
またその機器を操作と判定ができる資格者の養成が必要になる。
- (d) 合金鋼に対して衝撃試験機が必要である。
- (e) -20°C 以下に採用する材料は低温衝撃試験ができる設備が必要。
- (f) トラブル処理に材料組織を検査し、原因追求ができる体制が必要になるので、
設備と技術者の養成が必要になる。

3) ポンプ試験場の設備機器

- (a) ポンプ水槽が地下にあり、ポンプを定盤に据付け、その都度配管を取付、テストする。
- (b) その設備機器を表 2-6-2 に示す。
- (c) ポンプの流量を計測している羽根回転式流量計の取付状態を写真 2-6-1 に示す。
- (d) 1年間の稼働日数を 250 日と仮定すると、生産台数 2890 台のとき、1日の生産台数は 12 台である、ポンプ 1 台あたりに必要な据え付け面積を 60 m^2 とすると 720 m^2 必要である。ポンプ試験工場の滞留時間 2 日としてポンプ試験工場の必要面積は 1440 m^2 となり 100%の余裕がある。

表 2-6-2 ポンプ試験工場の設備機器

設備・機械の種類	数量	精度不良 設備数	工場面積 (m ²)
地下水槽 (深さ 6 m)	1	0	2,995
羽根回転式流量計	19	0	
捻りトルクメーター	2	0	
電圧計	4	0	
電流計	8	0	
ワットメーター	8	0	
圧力計	30	0	
圧力変換機	10	0	
大気圧計	1	0	
周波数計	1	0	
真空ポンプ	1	0	
テスト用電動機	34	0	

4) ポンプ試験場の問題点

- (a) 石油製品を取扱うポンプは、NPSH テストを要求されるので、NPSH テストをするための真空タンクの設備が必要である。
- (b) 流量計を校正する手段を持っていない。年 1 回メーカーに送り返して精度検査を行っている。
- (c) ポンプ試験のテストが 100%必要になるので、テスト用の配管が能率良くできる配管設備と電気設備が必要である。
- (d) ポンプの試験に客先の立会い検査が増加するので、試験場に取り付けたままの待機時間が多くなり試験場の拡張が必要になるが、現状は、30%しか使っていないので、今回は必要ない。
- (e) トルクメーターの校正ができる設備がない。
- (f) ポンプ試験用電動機を使用することが多くなるので、ポンプテストスタンドを準備する必要がある。
- (g) 採取した記録を迅速に処理しテスト記録を顧客に提出するために、ポンプ性能曲線を自動記録できる電算化が必要になる。

5) 性能試験水槽

- (a) ポンプ試験場の地下に水槽を設け、水槽の上は定盤で覆い、その上にポンプを据付ける。
- (b) 地下水槽から吸上げた水を、流量計を通し流量計測する。
- (c) 計測したあと水を地下水槽に戻す。
- (d) 以上に必要な配管を製作し、その都度ポンプに取り付けポンプ性能試験をする。
- (e) ポンプ試験場と性能試験用水槽を図2-6-2に示す。
- (f) 水槽容積は約2150立方メートルあり、ポンプ流量毎時15000立方メートルのポンプ性能試験ができる。

(単位 : m)

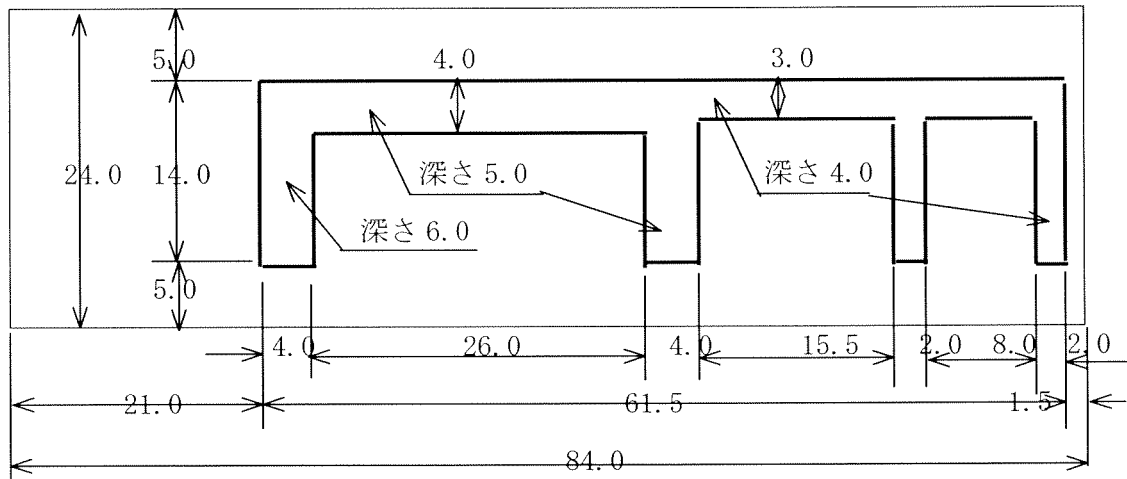


図2-6-2 ポンプ試験場と性能試験用水槽

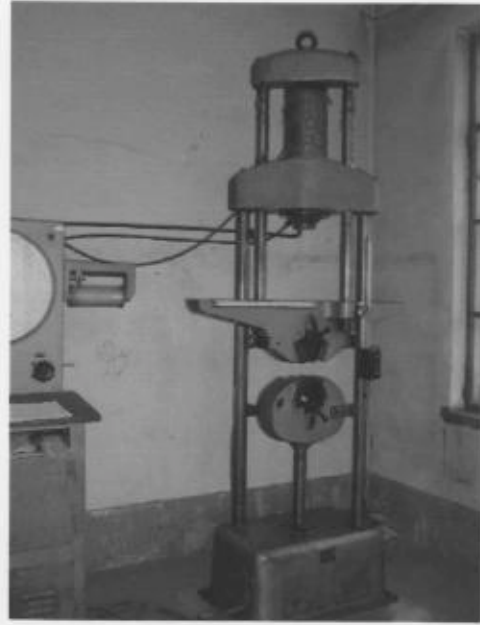


写真 2-6-1 万能引張試験機



写真 2-6-2 羽根回転式流量計(矢印)取付状況

2-7 生産工程の問題点

2-7-1 AY型、ZAH1型の現状と問題点

長春ポンプ製造有限公司は石油化学工業用ポンプをメインとし、石油、冶金、化学工業、電力、食品、石炭、製紙の各工場で使用される産業用のポンプを生産している。さらに現在下水処理用汚水ポンプの開発が進行中である。

今回の近代化計画調査対象になっているAY型およびZAH1型は、API 610規格に準拠して設計された製品であり、石油精製工場、石油化学工場で使用されるポンプである。

石油精製工場、石油化学工場で使用するポンプは、外部に漏れたとき可燃性または危険性のある液を取り扱うものが大半を占める。

可燃性または危険性のある液を取り扱うポンプは、国際的にAPI 610規格に指示された設計と品質に従って製作されていることが要求される。

石油精製工場、石油化学工場で採用されるプラントは、年々規模が大型化し、新しいプロセスが開発され、環境汚染対策も必要となり、ポンプに課せられる条件が厳しくなっている。

このように変化する条件に対応するため、API 610規格も逐次改訂され、現在は1995年に発行された8次改訂版が一般的に適用されている。

AY型、ZAH1型のカタログに示された構造はAPI 610規格6次版に準拠したもので、次のような問題があり石油精製工場、石油化学工場の顧客に受け入れられない原因になる。

1) AY型がAPI 610 8次版の規格に違反する項目

- (a) 横オーバーハング型片吸込2段ポンプの構造は、採用しない規定になっている。
- (b) 横オーバーハング型両吸込1段ポンプの構造は、採用しない規定になっている。
- (c) 横輪切式両軸受型多段ポンプの構造は、採用しない規定になっている。
- (d) 圧縮量を調整したガスケットを使用し、フランジ接面はメタルタッチになることを規定している。(現状は圧縮量を調整しないガスケットを使用しているので、フランジ接面に隙間がある)
- (e) 軸封はメカニカルシールが標準となり、シールボックスの寸法は軸径に対し二重メカニカルシールが、カートリッジ方式で取り付けられる大きさを指定している。(現状はグラントパッキンと併用できる寸法になっているので、標準二

重シールを取付けることができない)

- (f) ポンプの口径は 1.25, 2.5, 3.5, 5, 7, 9 インチの配管サイズは使用しないことを規定している。(現状は 65、125 の口径を持ったポンプがある)
- (g) 両軸受型ポンプの玉軸受けとシャフトの間に、アダプタースリーブを設けてはならないと規定されている。(現状はシャフトカップリング側の玉軸受けにアダプタースリーブを設けている。)
- (h) 両軸受けポンプの軸径が 60mm 以上の軸継ぎ手はテーパにすることが規定されている。(現状は円筒はめ込みである)

2) ZA1 型が API 610 8 次版の規格に違反する項目

- (a) 横オーバーハング型片吸込 1 段フート支持ポンプの構造は、採用しない規定になっている。(センター支持型の ZAH 1 以外の型式は採用されない)
- (b) 立分割ケースのポンプは最低 ANSI-300 フランジ規格の圧力、または 4 Mpa の圧力に耐えられる設計をすることが規定されている。(現状は ANSI-150 フランジ規格の圧力で設計されている)
- (c) 圧縮量を調整したガスケットを使用し、フランジ界面はメタルタッチになることを規定している。(現状は圧縮量を調整しないガスケットを使用しているので、フランジ界面に隙間がある)
- (d) 軸封はメカニカルシールが標準となり、シールボックスの寸法は軸径に対し二重メカニカルシールが、カートリッジ方式で取り付けられる大きさを指定している。(現状はグラントパッキンと併用できる寸法になっているので、標準二重シールを取付けることができない)
- (e) ケースに取り付ける補助配管接続はソケット溶接、突合せ溶接、フランジ溶接のいずれかによること。(現場はネジ接続になっている)

2-7-2 API 610 8 次版に対する、生産工程の問題点

1) 製造に関する問題点

- (a) シャフトは全長に亘って、ダイヤルゲージの読みで 25 ミクロン以下の振れにすることが規定されている。(組立前にチェックし記録を採取し、顧客に報告する必要がある)

- (b) ウェアリングの最小隙間が規定され、その隙間に合わせる事が規定されている。(組立途中で隙間を計測し、隙間が規定値以上あることを確認する。もしも規定値に合わないときは修正の機械加工を行い、最終隙間を計測、顧客に報告する必要がある)
- (c) メカニカルシールカバーの取付面は、シャフトに直角な面を計測し、ダイヤルゲージの読みで、孔径 20mm あたり 10 ミクロン以下の傾きにすることが規定されている。(組立途中で傾きを計測する。もしも規定値にないときは機械加工で修正し、最終測定値を顧客に報告する必要がある)
- (d) 回転部品は動的釣合試験を行い、ISO 1940 G 1.0 に合格することが規定されている。(現状は機械工場では静的釣合試験のみを行っている、動的釣合試験を行い、最終不釣り合い量を顧客に報告する必要がある)
- (e) 軸受ハウジングは鋼製にすることが規定されている。(現状は鋳鉄が標準になっているので木型の修正が必要になる)
- (f) 鋳造品は有害な欠陥がないこと、鋳造表面はサンドブラスト、ショットブラスト、化学的洗浄によって、MSS-SP-55 の目視検査基準に合った仕上げを行うことが規定されている。(現状は仕上げ検査が不十分、検査結果を顧客に報告する)
- (g) ポンプの一連番号を、ケースに恒久的なマークをつけることが規定されている。(ポンプ毎に一連番号を決め、ケースの水圧試験合格後に刻印を行うことになる)
- (h) 補助配管は溶接と曲げで製作し、フィッティング、フランジを最少にすることが規定されている。(現状はネジ接続が多く採用されている)
- (i) 性能試験が終了した後、もしもメカニカルシールを分解したときはポンプ組立後気密試験を行うことが規定されている。(気密試験の設備が必要になる)

2) 検査、試験に関する問題点

- (a) 耐圧部は ASME-Section VIII Div.1 により設計、製作することが規定されている。(鋳鋼、ステンレス鋼は鋳物完成後、磁粉探傷試験あるいはカラーチェックを行い、結果を顧客に報告する。現状は試験設備がない)
- (b) ポンプ性能試験中に振動と周波数を計測し、規定値に合格することが規定されている。(記録を採取し、もしも合格しないときは回転部の再バランス、水力

的なバランスを修正し、再テストを行い、合格した記録を顧客に提出する。現状は計測設備がない)

- (c) 圧力ケース、羽根車、シャフトは熱処理後の機械的性質および化学成分を提出することが規定されている。(現状は提出できる体制にない)
- (d) 溶接補修は ASME Section-IX、および Section-VIII Div.1 の要求事項に沿って認証された溶接手順書に従って行うことが規定されている。(溶接手順書を作製し、それに従って試験片を溶接、溶接部の強度試験を行って、合格した手順書を品質処が認定する。その溶接手順書と認定書を溶接補修前に顧客に提出し承認をとる)
- (e) 購入者はポンプ製造者の品質プログラムを審査することができると規定されている。(顧客の要求があったときは、品質マニュアルを提出できるように準備しておく。現状は総工程師の承認が必要で即応できる体制でない)
- (f) 材料証明、部品の材料明細表、検査記録、試験成績表、最終組立時の保全状況(釣合試験結果、間隙表、シャフトの振れ)は 20 年保存することが規定されている。(現状は現場保管で顧客に提出できる状況にない)
- (g) ポンプのランニングテスト、性能試験、メカニカルチェックは購入者の検査立会前に完了しておくことが規定されている。(普通全数検査が要求され、購入者の立会はその都度決定される)

3) 生産管理に関する問題点

- (a) 現在主力として生産されている鋳鉄ポンプに対して、API 610 8 次版が要求する製作手順と品質管理を適応することは、鋳鉄ポンプのコストアップの要因になる。
- (b) 現在認証されている ISO 9001 の品質プログラムは、鋳鉄ポンプの品質が基準になっている。
- (c) API 610 8 次版に適応した、鋳鋼プロセスポンプの品質プログラムは、基本部分は共通にすることができるが、具体的な部分で異なった品質プログラムにすることが必要である。
- (d) 2004 年の生産計画による、鋳鋼プロセスポンプの生産高が、達成されるときは機械工場、組立工場、ポンプ試験場を完全に別ラインにすべきである。

2-7-3 生産機種 of 整理

32 型式・1950 機種 of 生産を行っているが、構造および仕様範囲が重複している。また材料 of 適応範囲が広いこともあって、在庫量が増加する原因となっている。

このことは図面管理、木型管理、治工具 of 管理、在庫管理など色々な面で生産性を阻害し、コストアップ of 要因になっている。

用途別に、一般工業用水ポンプ of 鋳鉄単段ポンプ、一般工業用水ポンプ of 鋳鉄多段ポンプ、化学工業用単段ポンプ、API プロセスポンプ、ボイラー給水ポンプに分類して、機種 of 整理・統合を行うべきである。

1) 一般工業用水ポンプ of 鋳鉄単段ポンプ

(1) CZ 型

標準材料は鋳鉄とする。

2) 一般工業用水ポンプ of 鋳鉄多段ポンプ

(1) DG 型フート支持多段ポンプ

標準材料は鋳鉄とする。

3) 化学工業用ポンプ

(1) ZA1 型フート支持ポンプ

(a) ケース以外は ZAH1 型と共通部品にする。

(b) ケース耐圧は従来通り 1.6 Mpa 設計とする。

(c) 材料は 18-8 ステンレス鋼とし、特殊合金鋼にも対応する。

4) API プロセスポンプ

(1) AY 型

(a) 両軸受型を残し API 610 8 次版 of 規格にあわせ設計変更を行う、最近 of 要求仕様範囲に合わせ、新しいサイズを開発する。

(b) 材料は鋳鋼、ステンレス鋼を標準とする。

(c) オーバーハング型は廃止機種とする。

(2) ZAH1 型センター支持ポンプ

- (a) センター支持型を残し API 610 8 次版の規格にあわせ設計変更を行う。
- (b) 耐圧設計を ANSI-300 フランジ規格にあわせ設計変更する。
- (c) 材料は鋳鋼、ステンレス鋼を標準とする。
- (d) ケース以外は ZA1 型と共通部品にする。

5) ボイラー給水ポンプ

(1) AY 型多段ポンプ

- (a) 標準材料を 13Cr ステンレス鋼とし、ケース耐圧 6Mpa で設計見直しをする。
- (b) 品質管理、生産管理は API プロセスポンプに合わせる。

(2) DY 型少流量多段ポンプ

- (a) 標準材料を 13Cr ステンレス鋼とし、ケース耐圧 6Mpa で設計見直しをする。
- (b) 品質管理、生産管理は API プロセスポンプに合わせる。

6) 特殊ポンプ

(1) PN 型スラリーポンプ

耐摩耗鋼の開発ができれば将来性がある。

(2) 下水処理用の汚水ポンプ

- (a) ノンクログのポンプが成功すれば将来性がある。
- (b) 日本マーケットではブレードレスポンプ、とスクリーュー渦巻きポンプが主流である。

7) 他の型式ポンプ

(1) 従来の顧客の関係で消極的に生産する型式

在庫量が多い機種で、現状の在庫を消化する必要のある型式で、在庫を計画するときは制限をする。

(2) 上記以外の型式

在庫をストップし、在庫が消化された時点で廃止機種とする。

2-7-4 生産工程の問題点まとめ

1) 原材料の受入工程

- (a) 鋳造品、鋼材の受入検査は、品質処で材料試験を行っているが、関連先が記録を保管し、品質管理資料として活用していない。
- (b) 調達品の識別管理ができるシステムがないので、鋳鋼プロセスポンプ用の受入工程としては問題がある。
- (c) 鋳鋼、ステンレス鋼、合金鋼の材料が増加するので、迅速で、精度の高い材料試験ができる設備機器が必要になる。
- (d) メカニカルシールの調達が増加するが、現状の機械密封会社の技術、設備では顧客の要求する品質を満足することが困難である。

2) 木型・鋳造工場

- (a) 木型・鋳鋼工場は2004年までの生産計画に対し、約30%の稼働率にしかない。
- (b) 木型工場は分社し、外部からの受注を得ることで稼働率を上げることが必要である。
- (c) 鋳鉄工場の生産能力は、2004年の生産計画で約100%の稼働率である。
- (d) 設備、技術的には問題ないが、製品の品質、能率を上げる仕組み（統計資料の収集、活用）が必要である。
- (e) 作業標準、基準がないので、技術後継者育成に問題がある。

3) 機械加工工程

- (a) 屋外の素材倉庫から鋳造品を搬入するとき、錆、ゴミ、砂を持ち込み機械工場を汚している。
- (b) 機械の配置は仕込み生産に適した、機械加工機種別配置になっている。
- (c) 機械加工途中の工程間検査は、検査員による検査が施行されている。
- (d) 工程間検査を自主検査に切り替えて、品質保証できるシステムを構築する事による生産性向上が期待できる。
- (e) 加工部品の識別管理が行われていないので、鋳鋼プロセスポンプが要求する品質に満足することが困難である。

- (f) 2004年までの生産計画に対して、約100%の生産能力である。
- (g) 旋盤の必要工数が全工数の70%を占めるが、普通旋盤しか設備されていない。
- (h) 旋盤作業を自動化することによる、生産性向上が期待できる。
- (i) 通路と機械周辺の整理整頓を徹底し、起重機を床上操作にすることによる生産性向上が期待できる。(機乗者の削減と、起重機待時間の解消)
- (j) 機械加工面の保護と防錆処理が不十分である。

4) 組立工程

- (a) 半製品倉庫から搬入される鋳造品の鋳物仕上げ状態が良くない。鋳物仕上げ状態の品質を上げるか、組立工場に搬入する前に鋳物仕上げを行うかの対策が必要である。
- (b) 組立途中の中間検査は検査員が施行しているが、検査記録は品質管理記録として活用されていない。
- (c) ポンプ試験後の最終組み付け前の洗浄が施行されていない。発送前の防錆、塗装に問題が残る。
- (d) 2004年までの生産計画の生産台数に対し、組立工場広さは50%の使用率である。
- (e) 水圧試験場は半製品倉庫の1部で施行しているが、鋳鋼プロセスポンプの顧客立会テストが増加する。現在の場所では狭くなるので組立工場への移設が必要になる。
- (f) 作業員は約100%の稼働になる。
- (g) 塗装工は塗装標準作業時間に対し、余裕のある人員配置になっているが、刷毛塗りにしているので能率が悪くなっていることが予想される。
- (h) 釣合試験機は鋳鋼プロセスポンプに要求される、回転体のバランスが測定できる設備を新設する必要がある。

5) 塗装工程

- (a) 刷毛塗りで行っているので、作業能率は悪い。
- (b) 組立工場の1部分を仕切り、換気扇を設けて、スプレー塗装ができるようにすべきである。
- (c) 鋳鋼プロセスポンプの塗装では膜厚の指定があるので、膜厚測定器が必要である。

6) 製品検査工程

- (a) 鋳鋼プロセスポンプの顧客は検査記録、試験データの提出と 20 年の保管を要求するので、品質管理方式を変更する必要がある。
- (b) 鋳鋼プロセスポンプの顧客は、鋳鋼、ステンレス鋳鋼、合金鋼の材料欠陥検査として磁粉検査またはカラーチェックを要求するので、試験設備の新設が必要である。
- (c) 合金鋼、低温用材料は衝撃値の確認試験を要するので、設備の新設が必要である。
- (d) 鋳鋼プロセスポンプの顧客は、ポンプの性能試験の間に、振動値と振動周波数分析を行うことを、要求するので設備機器が必要である。
- (e) 鋳鋼プロセスポンプの顧客は、ポンプの性能試験のときに、NPSH テストを要求するので、真空タンクの設備が必要である。
- (f) ポンプ性能試験に実機電動機を使用できないケースが増加するので、テスト用電動機と、テストスタンドを準備する必要がある。
- (g) 鋳鋼プロセスポンプの顧客は品質プログラムの審査を要求することがあるので、現在の ISO 9001 で認証された品質保証システムは、鋳鋼プロセスポンプの顧客が要求する品質基準を満足させるシステムに追加あるいは変更する必要がある。
- (h) 2004 年までの生産計画の生産台数にたいし、ポンプ試験場広さは 50%の使用率である。