

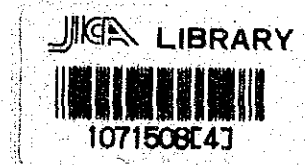
中華人民共和国  
南昌バルブ工場近代化計画  
調査報告書

1988年11月

国際協力事業団



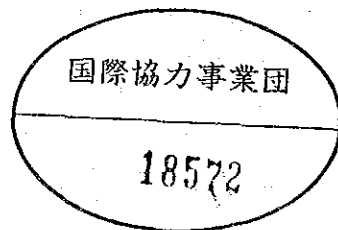
中華人民共和国  
南昌バルブ工場近代化計画  
調査報告書



18592-

1988年11月

国際協力事業団



国際協力事業団

18572

## 序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国江西省にある南昌バルブ工場の近代化計画に関する調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、岡野バルブ製造（株）山崎裕氏を団長とする調査団を編成し、1988年3月2日から同3月22日まで中華人民共和国に派遣した。

同調査団は、中華人民共和国政府および関係機関の協力を得て、工場の診断、関係資料の収集等を行った。本報告書は、この現地調査および収集した資料に基づき、帰国後国内で行った解析、検討作業を経て作成したものである。

本報告書が南昌バルブ工場の近代化計画の推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に貢献できれば誠に喜ばしいことである。

最後に、今回の調査に当って御協力いただいた中華人民共和国政府、在中華人民共和国日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

1988年11月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

柳谷謙介

---

中華人民共和國 南昌バルブ工場 近代化計画調査大要

1. 調査概要

- (1) 調査の背景：本調査は国際協力事業団と中華人民共和國国家経済委員会が、1988年1月19日付で署名した実施細則に基づき実施する。
- (2) 調査の目的：南昌バルブ工場の現状を調査し工場診断を行い、既存設備の利用をはかると共に品質改善、生産能力拡大、新製品開発などを旨とした工場近代化計画を策定する。
- (3) 調査対象工場および製品：南昌バルブ工場、鋳鋼バルブ
- (4) 現地調査：山崎裕を団長とする4名の調査団が、1988年3月2日から21日間現地調査を行った。

2. 工場概要

- (1) 所在地：江西省南昌市解放路
- (2) 設立：1913年
- (3) 固定資産：846.9 万元 (1987年末現在)
- (4) 売上：1,020 万元 (1987年)
- (5) 従業員：1,283名 (1987年末現在)
- (6) 敷地面積：148,125m<sup>2</sup> (内建物54,077m<sup>2</sup>)
- (7) 生産実績：中圧弁 1,632ton 計 (1987年) 高圧弁 5ton 計 23,680台

3. 工場診断

- (1) 生産工程
  - ① 鋳鋼工場：原材料、電弧炉の操業、鋳込、熱処理のそれぞれの工程に問題がある。電弧炉は工場側の計画どおり増設し、各工程を改善すれば増産に対応できるが、特に鋳鋼素材の品質向上に重点的に取り組む必要がある。
  - ② 機械加工工場：生産能力拡大のためには高効率の加工機械を導入する必要がある。NC機械を導入して、作業管理を強化することが必要である。
- (2) 生産管理：設計基準を国際的規格を満足するように改める必要がある。その他の管理項目についても管理基準を規定して、それを遵守することを徹底することが必要である。
- (3) 品質管理：現状は品質管理がなされている状況とはいえ、統計的品質管理を行う必要がある。

4. 工場近代化計画

(1) 生産規模

	生産台数	生産量	製品の種類
当面計画 (1990年目標)	40,920	4,000ton	中低圧バルブ
第一次将来計画 (1990年以降)	40,920	5,000ton	高級バルブ生産へ移行

(2) 近代化で導入する主要設備

工程	設備	数量	用途
鋳鋼工場	生型機械造型ライン	1	150 mm未満ボデー母型造型
	砂処理装置	1	造型砂混練
	中子造型ライン	1	CO <sub>2</sub> 中子造型
	鋳型硬度計	5	鋳型の品質管理
	大枠フランジ造型ライン	1	大枠造型
	金枠	230	造型用
	液体酸素瓶	1	溶解酸化精錬用
	酸素流量計	1	"
	酸素圧力計	1	"
	装入材料重量計	1	装入材料計測
	浸漬溶鋼温度計	1	溶鋼温度計測
	発光分光分析計	1	溶鋼成分分析
	綱くず重量計	1	綱くず計量
	リフティングマグネットホイスト	1	綱くず運搬
	取鋼乾燥炉	1	溶解用
	石灰石乾燥炉	1	"
	合金鉄加熱炉	1	"
	台車式熱処理炉	2	熱処理用、12ton、1,080℃
	ハンガーショットブラスト	4	砂おとし・スケールおとし
	直流アーク溶接機 (ガウジング)	1	補修溶接

鋳鋼工場	MAG自動溶接機 高周波グラインド 処理工場集塵機 ショベルローダ	3 1式 1 1	補修溶接 研磨 研磨、ガウジング、PT 鋳鋼工場内運搬
機械加工工場	スリット加工専用機 鋼材自動切断機 NC堅型旋盤 NC旋盤 " " NCドリリングマシン 堅型フライス盤 横型フライス盤 起重機 MAG自動溶接機 エアモータ ジスク自動摺合せ装置 シート自動摺合せ装置 塗装装置 スチームクリーナ 手動プレス 100ton油圧プレス水圧検査装置 フォークリフト リーチフォークリフト	2 1 2 9 2 2 1 3 3 3 5 2 2 1 1 2 2 2 2 2	ジスク加工 鋼材切断 ボデー、ボンネット、ジスク加工 " " ステム加工 ボデー、ボンネット加工 ステム加工 ボデー、ボンネット加工 加工品運搬 弁座の本体への溶接 摺合せ ジスク摺合せ、乾式大型、中型 シート摺合せ、乾式中型 バルブ製品塗装 部品、製品の洗浄 小型弁の水圧検査 水圧検査 工場内運搬 "
全般	パーソナルコンピュータ	1	資材在庫管理、生産管理

(3) 生産管理

- ① 設計管理においては、国際的規格を採用し、要領書を作成し各作業を管理する。
- ② 調達管理として、購入仕様書を作成すると共に受入検査を強化する。
- ③ 在庫管理として、鋼材の色別管理方法を改善し、部品置場を整備する。またパーソナルコンピュータを導入し管理することを奨める。
- ④ 工程・作業管理では、効果的な生産工程計画と作業標準の作成を行うことが必要である。
- ⑤ 製造、検査設備管理では予防保全体制の確立をはかり、老朽設備の廃却をシステム化する。
- ⑥ 運搬管理は機械化を中心とした改善を行うための設備計画を提案した。
- ⑦ 教育訓練は幹部教育を優先実施して、現場ではグループ別職場内教育を行う。

(4) 品質管理

- ① 品質管理を担当する工場長直轄の専門部門を、各現業部門を横断する形で設置する。
- ② 鋳鋼素材の品質改善のために工場実験の手法の導入を提案する。
- ③ 溶接、熱処理などの特殊工程は、要領書による標準化と作業者の教育訓練を徹底、実施する。

5. スケジュール：当面の目標として、1990年までの28カ月とする。

6. 近代化に要する経費：優先導入設備費としてFOB 横浜価格で19億 5,700万円 (内スーパーバイザー費7,700万円)。

7. 結論と勧告

(1) 結論

- ① 南昌バルブ工場は量産型工場であり、この量産効果に重点をおいた生産形態に改めることにより、生産性が大巾に改善されるものと期待できる。
- ② 科学的電弧炉操業への移行で、鋳鋼素材の品質が大巾に改善される。
- ③ 鋳造工程、熱処理工程の近代化により、鋳鋼素材の品質が安定する。
- ④ 機械造型による鋳鋼素材の寸法精度改善、NC加工機械の導入により増産体制が確立できる。
- ⑤ 各工程の近代化により、生産量の拡大と品質の向上という所期の目的が達成できるものと考えられる。

(2) 勧告

本報告書に述べた近代化計画を参考として、実情に合った修正を行った上で設備の近代化と経営努力により、南昌バルブ工場近代化の目的は十分に達成できるものと確信できる。



# 目 次

	頁
第1章 序 論 .....	1-1
1-1 調査の背景 .....	1-1
1-2 調査の目的 .....	1-2
1-3 調査の内容および範囲 .....	1-3
1-4 調査団の構成 .....	1-4
第2章 工場概要 .....	2-1
2-1 工場立地 .....	2-1
2-1-1 江西省 .....	2-1
2-1-2 南昌市 .....	2-2
2-1-3 工場所在地 .....	2-2
2-2 工場概要 .....	2-4
2-2-1 概 要 .....	2-4
2-2-2 製品と品種 .....	2-5
2-2-3 工場配置 .....	2-7
2-2-4 生産体制 .....	2-7
2-2-5 生産工程 .....	2-8
2-2-6 製造設備 .....	2-14
2-2-7 生産計画 .....	2-15
第3章 工場診断 .....	3-1
3-1 生産工程 .....	3-1
3-1-1 溶 解 .....	3-1
3-1-2 鑄造方案および木型 .....	3-15
3-1-3 造型および鑄型材料 .....	3-20
3-1-4 鑄 込 .....	3-29



3-1-5	解砕、砂おとし、切断、ガウジング	3-33
3-1-6	熱処理	3-38
3-1-7	鋳鋼素材の外観検査、寸法検査および非破壊検査	3-42
3-1-8	溶接補修および研磨	3-46
3-1-9	材料の受入照合検査	3-48
3-1-10	切削加工	3-52
3-1-11	溶接	3-81
3-1-12	熱処理	3-90
3-1-13	摺合せ、洗浄、組立	3-95
3-1-14	完成検査	3-100
3-1-15	装備検査	3-105
3-1-16	塗装、梱包	3-105
3-2	生産管理	3-109
3-2-1	設計管理	3-109
3-2-2	調達管理	3-113
3-2-3	在庫管理	3-118
3-2-4	工程・作業管理	3-122
3-2-5	製造・検査設備管理	3-127
3-2-6	運搬管理	3-130
3-2-7	安全衛生、作業環境、公害管理	3-133
3-2-8	教育訓練とモラルの高揚	3-145
3-2-9	計測器管理	3-146
3-3	品質管理	3-148
3-3-1	品質管理の現状	3-148
3-3-2	工場診断	3-154
第4章	工場近代化計画	4-1
4-1	近代化の方針	4-1
4-1-1	近代化の基本方針	4-1

4-1-2	近代化計画における生産規模	4-3
4-1-3	近代化設備導入方針	4-6
4-2	生産工程	4-7
4-2-1	溶解	4-7
4-2-2	鑄造方案および木型	4-16
4-2-3	造型および鑄型材料	4-26
4-2-4	鑄込	4-35
4-2-5	解枠、砂おとし、切断、ガウジング	4-37
4-2-6	熱処理およびショットブラスト	4-39
4-2-7	鑄鋼素材の外観検査、寸法検査、材料検査および非破壊検査	4-41
4-2-8	溶接補修および研磨	4-45
4-2-9	材料の受入照合検査	4-49
4-2-10	切削加工	4-51
4-2-11	溶接	4-60
4-2-12	熱処理	4-62
4-2-13	摺合せ、洗浄、組立	4-64
4-2-14	完成検査	4-69
4-2-15	装備検査	4-72
4-2-16	塗装、梱包	4-72
4-2-17	工場配置	4-74
4-3	生産管理	4-81
4-3-1	設計管理	4-81
4-3-2	調達管理	4-107
4-3-3	在庫管理	4-111
4-3-4	工程、作業管理	4-117
4-3-5	製造、検査設備管理	4-128
4-3-6	運搬管理	4-130
4-3-7	安全、作業環境および公害管理	4-135
4-3-8	教育訓練とモラルの高揚	4-139

4-3-9	計測器管理	4-143
4-4	品質管理	4-147
4-4-1	品質管理組織の改正	4-147
4-4-2	鋳鋼品の品質向上	4-151
4-4-3	鋳鋼の検査方法の改正	4-155
4-4-4	機械加工の品質向上	4-157
4-4-5	溶接の品質向上	4-158
4-4-6	熱処理の品質向上	4-161
4-4-7	摺合せ、洗浄、組立の品質向上	4-163
4-4-8	完成検査の品質向上	4-165
4-4-9	装備検査の品質向上	4-166
4-4-10	塗装、梱包の品質向上	4-166
4-4-11	購買、外注部品の品質向上	4-167
4-4-12	不具合品の再発防止対策	4-169
4-4-13	品質保証体制	4-171
4-4-14	QCサークル活動	4-180
4-4-15	近代化のための検査設備	4-183
第5章	実施スケジュール	5-1
第6章	近代化に要する経費	6-1
第7章	近代化計画実施上の留意点	7-1
第8章	結論と勧告	8-1
8-1	総論	8-1
8-2	結論	8-1
8-2-1	生産工程	8-1
8-2-2	生産管理	8-3

8-2-3	品質管理	8-5
8-2-4	近代化の実施スケジュール	8-5
8-2-5	近代化に要する経費	8-6
8-3	勸告	8-6

添付資料：中・米・日パルプ規格比較表



## 専門用語の説明

トップチャージ	: 電弧炉への材料装入方式の一つで、天井を開いて一挙に装入する方式（サイドチャージに対する方式）
GB	: 中国国家標準
オーバーチャージ	: 公称能力を超え、電弧炉に材料を装入すること
JIS	: 日本工業規格
ASTM	: 米国、試験および材料協会
高圧バルブ	: 圧力クラス900以上のバルブ
中圧バルブ	: 圧力クラス150～600のバルブ
低圧バルブ	: 圧力クラス150未満のバルブ
大口径バルブ	: 口径300mm以上のバルブ
高付加価値バルブ	: 価格（付加価値）の高いバルブ
高級バルブ	: 高品質・高機能を要求されるバルブ
モジュラス係数	: 鋳物の熱量を表わす係数で、体積を表面積で割った数値（商）
ワッパ、ジョウゴ（漏斗）	: 液をつぐ朝顔型（ラッパ型）のうつわ
ロット	: 一定量のまとまった数値。生産品の仕切り量
ANSI	: 米国国家標準協会
JB	: 中国機械工業委員会規格
デジタル	: 数値を桁に区切って表わす方法
モラル (morale)	: 仕事への意欲、士気。職場の風紀
作業の標準化	: 作業を合理的、効率的な方法に統一して、成文化すること
ビード跡	: 溶接による溶着金属のうね状の跡
呼び圧力	: バルブの使用温度と使用圧力に基づき、バルブを選択する時の圧力クラス
ノーゴーゲージ	: 寸法公差の最大と最小の限界寸法ゲージで、公差内・外を計る時に使用
タグ (tag)	: 値札。値札状の伝票のこと
ミルシート (mill sheet)	: 材料の成分・機械的性質を記入した報告書

呼び径	: 実口径に対し、通常使用されるバルブの口径を表わす寸法
チップロー付け	: パイトの先端に超硬材料をロー付け（二つの金属を溶かさず接着する方法）すること
パイト (beite)	: 切削用の刃物。刃具
ハイス	: 高速度鋼
鋳貫き	: 鋳型を組合せて、小さな貫通孔を鋳物にあけること
I S O	: 国際標準化機構
H B	: ブルネル硬度を表わす単位
切り粉	: 金属の切削屑
外段取り	: 段取りの中で、機械を停止することなく行う準備や後片付け
スローアウェイチップ	: 付け替え式超硬切削具
ビルドアップ型	: 部品を溶接などで組立てる加工方法
N C (Numerical Control)	: 数値制御
ガウジング	: 金属を電流で溶解し圧縮空気を利用して除去すること
アンダーカット	: 溶接欠陥の一つで、溶接ビードと母材の境界にできる溝
オーバーラップ	: 溶接ビードが母材に重なる溶接欠陥
キンク	: ワイヤロープがねじりとゆるみを同時にうけてもつれた鋭い曲げのことで、ロープの致命傷
スパッタ	: 溶接の溶着金属が球形となって飛んで他に付着する溶接欠陥
4 S	: 整理、整頓、清掃、清潔
クサビ効果	: 仕切弁の入口、出口弁座の間に、クサビ型のジスクを機械的に打ち込んで、流体を止める方法
ワークレスト	: 敷台
ビード	: 溶接の溶着金属でできたうね（畝）
バック	: 鉄箱
ワーク	: 被加工物、部品
ウィリアム・コア	: 鋳物に付ける盲押湯の中心部に大気圧を導入する小さい中子
すくわれ	: 鋳型の表面が熱膨張で剝離すること
ノックオフ (knock off)	: 打ち折り押湯、押湯の下部にくびれ部を作っておき、押湯をガ

	ス切断によらずに打ち折る押湯型式
MSS	: 米国、バルブおよび接続片協会
内段取り	: 機械を停止して行う段取り作業
マグネスケール	: 切削加工のバイト位置をXYZ軸でデジタル表示する機器
マスター (master)	: 原器
スポーリング	: 過熱、冷却の繰り返しで、煉瓦が崩壊すること
GOST規格	: ソビエト連邦、国家標準
API	: 米国石油協会
CVA	: 中国バルブ工業協会
ハードフェーシング材	: 硬化肉盛溶接する材料
トリム(trim)材	: ステム材料、またはステム廻りの重要部品の材料
レイティング (rating)	: 呼び圧力
E101規格	: 日本電気協会電力用規格
スケジュールNO	: 鋼管の圧力クラスの級別
ASME	: 米国機械学会
CPU	: 電子計算システムの中央処理装置
ST	: 標準作業に要する時間
クリティカルパス	: 製造工程の中で、最も長い時間を要する部品の工程
VT	: 目視検査
MT	: 磁粉探傷検査
PT	: 浸透探傷検査
RT	: 放射線透過検査
UT	: 超音波探傷検査









# 第 1 章 序 論

## 1-1 調査の背景

中華人民共和国政府は、第12回党大会において、経済近代化の長期構想を発表した。その目標は、西暦2000年までに1人当りの国民所得を1,200元に引き上げることであり、このために工業農業生産額を1980年の4倍とすることを目指すものである。そして、この構想の実現のための一環として、既存企業の活性化に取り組んでおり、中国全土の工場の近代化を推進している。

中華人民共和国政府は日本政府に対し、こうした工場近代化に対する協力を要請し、これを受けて国際協力事業団は1981年度から1986年度にかけて既存44工場の工場近代化調査に協力した。本調査は1987年度案件として要請されたものの一つであり、1988年1月19日付で国際協力事業団と中華人民共和国国家経済委員会が署名した「中華人民共和国工場（南昌バルブ工場）近代化計画調査実施細則」に基づき、江西省南昌市にある南昌バルブ工場の铸鋼バルブの生産設備、組織、管理方法を診断し、工場近代化計画を策定するものである。南昌バルブ工場は工場の近代化を実施することにより、その製品の品質改善、生産量の拡大、新製品の開発と生産などを達成することを目指している。一方、本年3月に中国バルブ工業協会が正式に発足したが、同工業協会には従来それぞれの国家部門に属していた全国のバルブ関連企業約1,000社のうち主要な93社が参加している。南昌バルブ工場もこの内の1社であり、同工場の近代化が中国のバルブ産業全体の近代化につながることも期待されている。

## 1-2 調査の目的

南昌バルブ工場は鋳・鍛鋼バルブ、鋳鉄管・ジョイントの生産を行っている中国の典型的バルブ工場である。本調査に対する南昌バルブ工場側の要望は、鋳鋼バルブ製造に関する工場診断および近代化計画に関するものである。

したがって、本調査の目的は、南昌バルブ工場における鋳鋼バルブの生産設備、組織、管理方法などを診断し、既存設備の利用をはかることを前提としたうえで、品質改善、生産能力の拡大、新製品の開発などを目指した工場近代化計画を策定することにある。

工場近代化の具体的目標は、以下のとおりである。

- 1) 1990年を目標にバルブ生産量を現在の2,000t/年から、3,450t/年に増加させると共に、工場近代化の基礎を固める。
- 2) 製品品質を国際水準まで向上させ、製品の輸出を拡大する。
- 3) 低合金鋼、ステンレス鋼の製品分野を拡大する。
- 4) 高性能専用工作機械、非破壊検査装置を導入し、製造ライン設備を近代化する。
- 5) 工程日数を短縮させ、また現行の製造コストを低下させる。
- 6) バルブの種類を開発拡大し、化学工業、石油精製、火力発電所の主要ユーザーの拡大をはかる。
- 7) 経営管理の水準を向上させ、先進技術の導入により生産力を向上させる。
- 8) 労働条件、作業環境を改善し、国家の環境保護基準を達成する。

### 1-3 調査の内容および範囲

本調査は南昌バルブ工場の工場診断を行い、同工場の鋳鋼バルブ製造設備に関し、既存設備の利用に重点をおいた製造技術と生産管理に関する現実的な工場近代化計画を策定するものである。

本調査は中国における現地調査とその後の日本での国内調査より構成される。

現地調査においては、下記項目につき調査を行い、工場診断を行った。

#### (1) 工場の概要

工場配置、製品、製造設備、組織および人員、生産計画および生産実績

#### (2) 生産工程

原材料受入、溶解、鋳造、機械加工、溶接、熱処理、組立、性能試験、検査、出荷

#### (3) 生産管理

設計管理、調達管理、在庫管理、工程管理、作業管理、品質管理、設備保全管理、検査、教育・訓練、安全衛生、環境管理

国内調査では、現地調査における工場診断に基づき工場近代化に関する検討を行い、工場近代化計画を作成し、報告書を取りまとめるものである。

なお、生産工程と生産管理の調査範囲は下記のとおりである。

#### (1) 生産工程

- ・溶解
- ・鋳造
- ・熱処理
- ・鋳鋼素材検査
- ・機械加工
- ・溶接、熱処理
- ・組立

- ・完成検査
- ・塗装、梱包

(2) 生産管理

- ・設計管理
- ・調達管理
- ・在庫管理
- ・工程管理
- ・設備管理
- ・運搬管理
- ・安全、作業環境および公害管理
- ・品質管理

1-4 調査団の構成

本調査実施のため、表1-4-1に示す4名の専門家で構成される調査団が編成され、1988年3月2日から3月22日までの期間、現地調査が実施された。その結果に基づき、調査団は国内調査を実施し、本報告書を取りまとめた。

表1-4-1 調査団の構成

氏 名	担 当
山 崎 裕	団長、生産工程（铸造）
岩 崎 邑 市	生産工程（バルブ）
江 副 重 幸	生産工程（設計）
粟 本 雅 昭	生産管理







## 第2章 工場概要

### 2-1 工場立地

南昌パルプ工場は江西省南昌市にある。江西省および南昌市の概要は以下のとおりである。

#### 2-1-1 江西省

江西省は長江（揚子江）の中流南岸にあり、東は浙江、福建、北は安徽、湖北、西は湖南、南は広東の各省と接している。地形は東西および南を山に囲まれた盆地状をなしており、山地と丘陵が全省面積の60%以上を占めている。

(1) 位置：東経 113～118 度

北緯 24～30 度

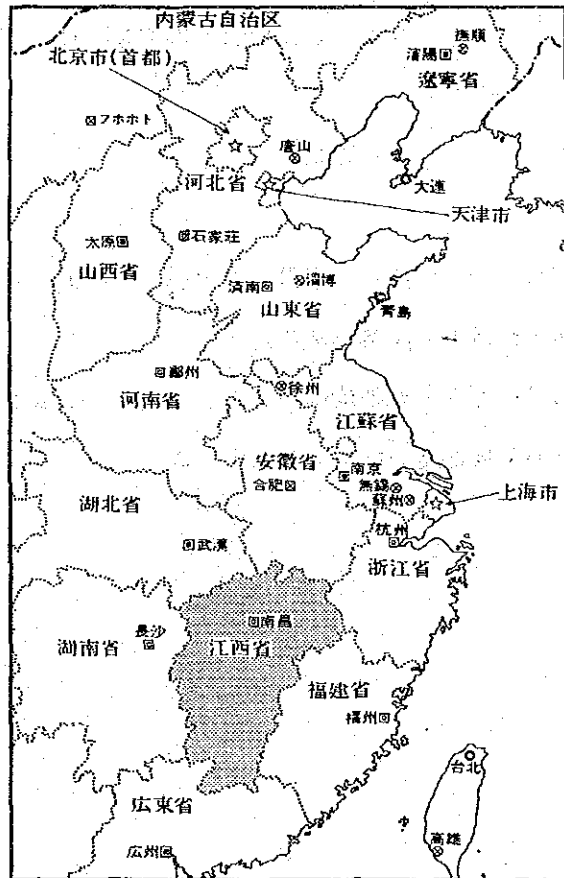
(2) 面積：16万7,000 km<sup>2</sup>

(3) 人口：3,460 万人（1985年現在）

(4) 省都：南昌

(5) 構成都市：6省轄市（南昌、景德镇、萍鄉、新余、九江、鷹潭）、5地区（贛州、宜春、上饒、吉安、撫州）、井岡山市などの県級市および79県からなる。

(6) 気候：亜熱帯性気候で夏の気温は30℃を越し暑く干ばつ、秋は乾燥、冬は曇りがちで寒く、春の気温も低い。



## 2-1-2 南昌市

南昌市は贛江の下流、鄱陽湖畔に位置し漢代に築城されて以来2,100年の古い歴史を有しており、現在は江西省の省都として省の政治、経済、文化、交通の中心地である。そして、鉄鋼、電子、機械、自動車、トラクター、化学、製紙、紡績などの工場があり、九江市とともに省の代表的工業都市である。

(1) 位置：東経 115.9 度

北緯 28.7 度

(2) 面積：175 km<sup>2</sup>

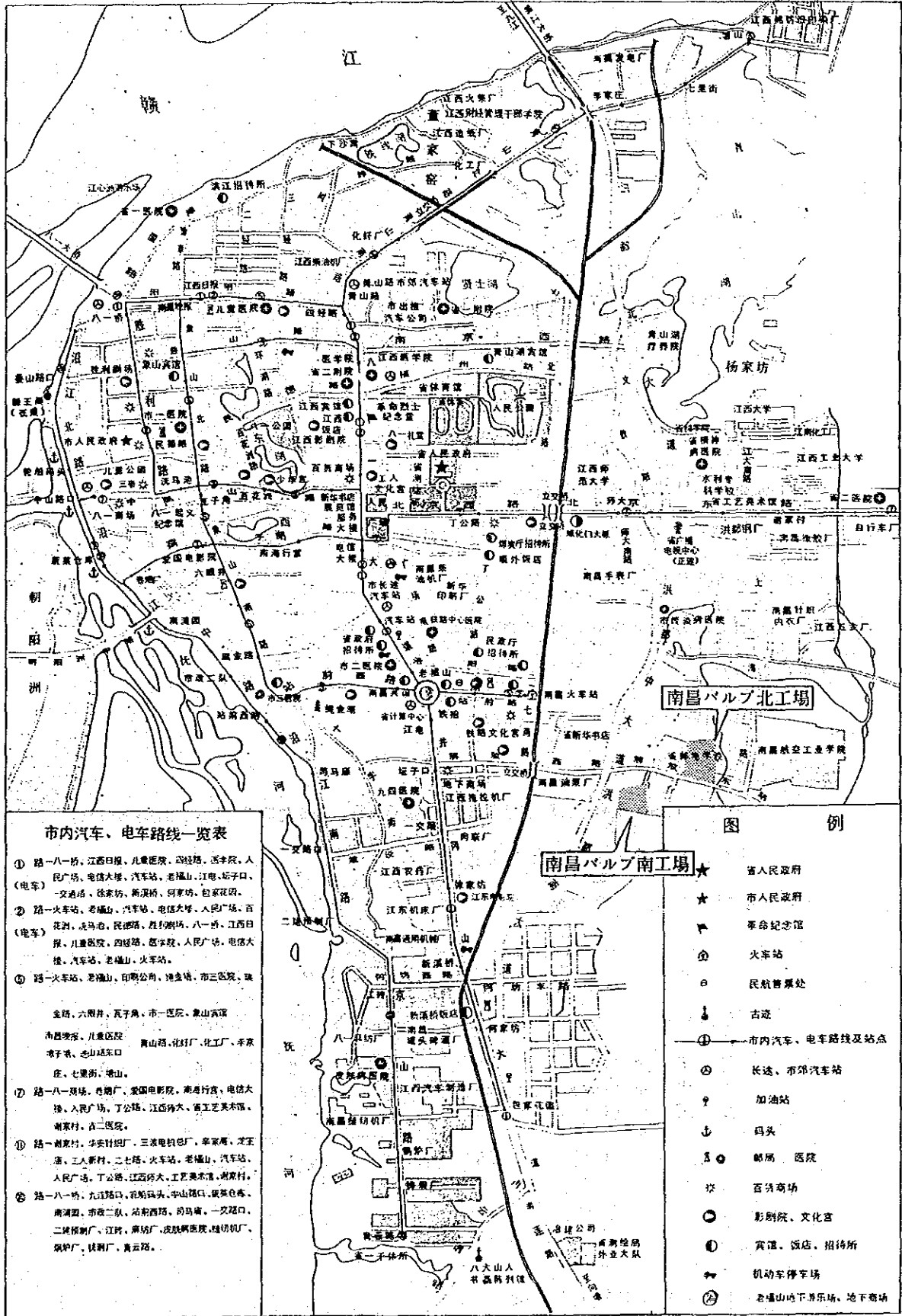
(3) 人口：91 万人 (1985年現在)

(4) 交通：北京、上海、広州などの主要都市との定期航空路があり、鉄道は南昌市を通過して東西と南北に延びている。省内の物資輸送は、主として鄱陽湖と河川水路が中心で、道路は水路交通を補う形となっている。

## 2-1-3 工場所在地

南昌パルプ工場は、南昌市の中心から南東方向4 kmに位置しており、住所は中華人民共和国江西省南昌市解放路である。

南昌市と本工場の位置図を図2-1-1に示す。図に示されるとおり、南昌パルプ工場の敷地は南工場と北工場に分かれている。



**市内汽车、电车路线一览表**

① 路一八一桥、江西日报、儿童医院、西学院、人民广场、电信大楼、汽车站、老福山、江电、坛子口、交通站、陈家坊、新溪桥、杨家坊、包家花园。

② 路一火车站、老福山、汽车站、电信大楼、人民广场、百花洲、虎马巷、民德路、胜利桥、八一桥、江西日报、儿童医院、西学院、西学院、人民广场、电信大楼、汽车站、老福山、印刷公司、德安坊、市三医院、珠金坊、六层井、瓦子角、市一医院、象山宾馆、市西医院、儿童医院、黄山路、花轿厂、化工厂、李家墩子巷、老山城东口。

③ 路一火车站、老福山、印刷公司、德安坊、市三医院、珠金坊、六层井、瓦子角、市一医院、象山宾馆、市西医院、儿童医院、黄山路、花轿厂、化工厂、李家墩子巷、老山城东口。

④ 路一八一桥、老福山、儿童医院、西学院、人民广场、电信大楼、汽车站、老福山、江电、坛子口、交通站、陈家坊、新溪桥、杨家坊、包家花园。

⑤ 路一火车站、老福山、印刷公司、德安坊、市三医院、珠金坊、六层井、瓦子角、市一医院、象山宾馆、市西医院、儿童医院、黄山路、花轿厂、化工厂、李家墩子巷、老山城东口。

**图例**

- ★ 市人民政府
- ☆ 市人民政府
- ☆ 革命纪念馆
- ☆ 火车站
- 民航售票处
- ↓ 古迹
- ① 市内汽车、电车路线及站点
- ② 长途、市郊汽车站
- ⊙ 加油站
- ⊙ 码头
- ⊙ 邮局 医院
- ⊙ 百货商场
- ⊙ 影剧院、文化宫
- ⊙ 宾馆、饭店、招待所
- ⊙ 机动车停车场
- ⊙ 老福山地下游乐场、地下商场

图 2-1-1 南昌パルプ工場の位置图

## 2-2 工場概要

南昌バルブ工場の概要は以下のとおりである。

### 2-2-1 概要

(1) 設立と経緯：1913年（農機具、汎用機、ポンプなどの生産工場として設立）

1964年（低圧バルブ製造開始）

1966年（南昌バルブ工場と名称を改める）

1975年（国家機械工業部バルブ工場認定）

(2) 従業員（1987年末現在）

1,283名（内 管理部門 125名、技術者54名、作業職 945名）

(3) 固定資産原価（1987年末現在）

846.9万元（設備、建屋で土地は含まない）

(4) 敷地面積

148,125 m<sup>2</sup>（内 建物54,077m<sup>2</sup>）

(5) 機械設備台数（1987年末現在）

338台（内 工作機械 123台、鍛造設備12台、鑄造設備31台、加熱炉11台、溶解炉  
3台、起重機・輸送設備31台）

(6) 主要製品および生産実績、計画

年	1983	1984	1985	1986	1987	1990
生産台数 (台)	16,514	24,682	22,797	25,520	23,680	
低圧弁 (ton)	25	8	8	6	0	
中圧弁 (ton)	1,125	1,514	1,885	2,055	1,632	
高圧弁 (ton)	10	5	6	6	5	
合計 (ton)	1,159	1,528	1,900	2,068	1,637	3,450

(7) 年間売上

1986年：1,205.8万元

1987年：1,020.0万元

(8) 組織

17課 6工場 (図2-2-1、南昌バルブ工場組織図参照)

(9) 勤務時間

定時勤務：8：00～17：00 (昼休み：12：00～13：00)

2 勤：17：00～24：00

3 勤：0：00～8：00

(定休日：毎木曜日)

(10) 主管部門

国务院関係部門 機械工業委員会

省市區あるいは公司 江西省機械工業廠

地方市局 南昌市機床鉅山通用機械工業公司

2-2-2 製品と品種 (調査対象品)

(1) 製品名：鑄鋼バルブ

(2) 品種およびバルブ形式：仕切弁、逆止弁、玉形弁

バルブ形式	使用圧力クラス	口 径
Z 41H	16～64 kg/cm <sup>2</sup>	49～300 mm
J 41H	16～40 "	25～100 "
H 44H	25～49 "	50～150 "

(3) 用途：石油化学、化学、火力発電、石油精製、ユーティリティ配管

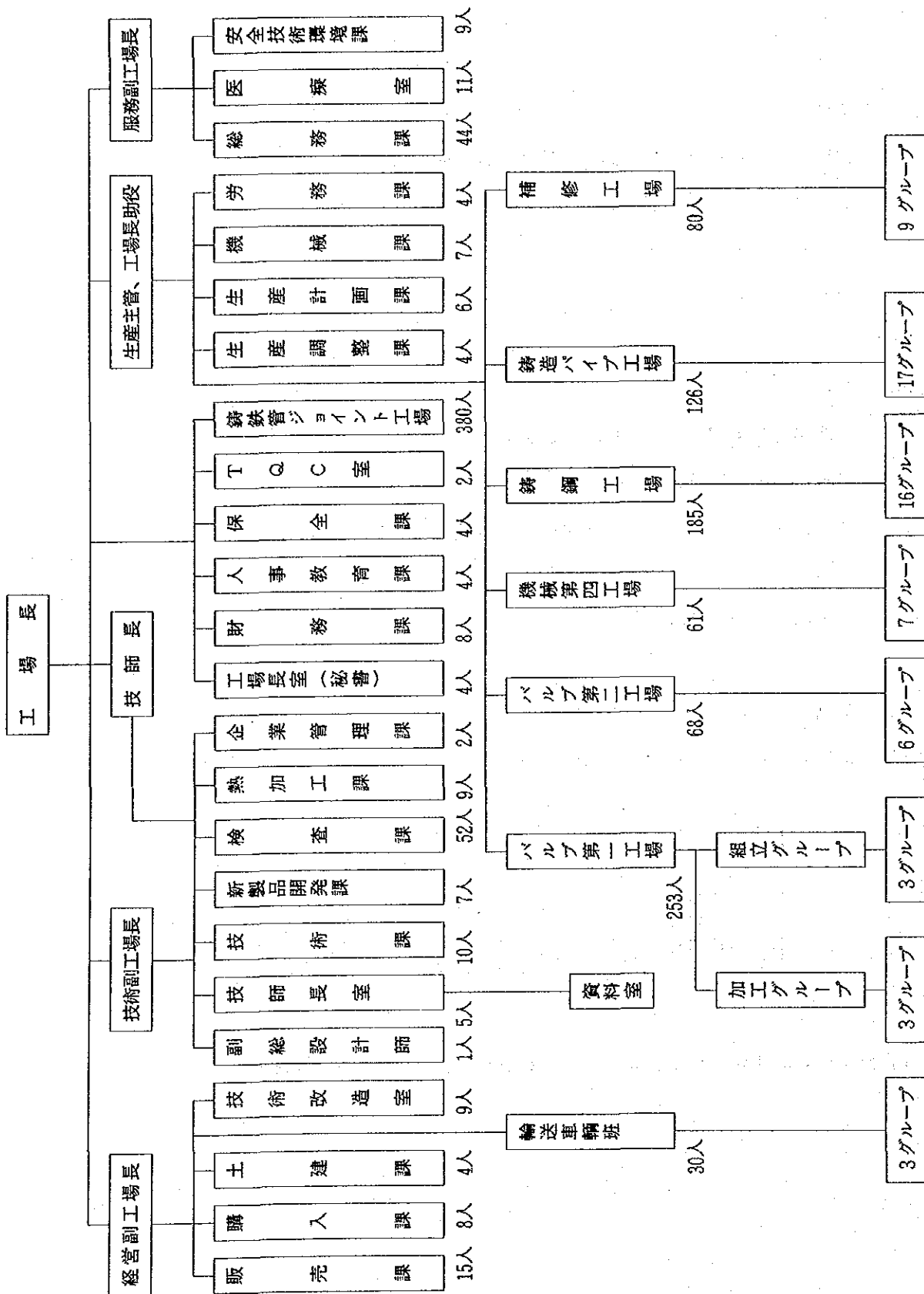


図2-2-1 南陽バルブ工場の組織図(1988年3月現在)

### 2-2-3 工場配置

南昌バルブ工場の工場（南工場）配置図は図2-2-2のとおりである。（北工場は鑄鉄管・ジョイントの製造を行っており、今回の調査対象外である）

工場は、鑄鋼工場、機械加工工場、組立・検査工場に大別され、配置されており、全工場の管理、運搬などの観点から見て合理的な工場配置となっている。

なお、工場近代化に当たっては、鑄鋼工場を北工場に新設し、南工場の鑄鋼工場を移転統合する計画である。北工場の配置図は図2-2-3のとおりである。

### 2-2-4 生産体制

バルブの生産は、江西省機械庁より指示される年間生産量と国家機械工業委員会より指示される弁種、圧力クラス、口径に基づき、これに社内の対応能力を勘案した年間生産計画に従って行われている。

#### 1) 生産体制

当工場のバルブの直接生産部門は、次のとおりである。

鑄造、熱処理：鑄鋼工場

機械加工：バルブ第1工場（旧名称；第1機械工場）、バルブ第2工場  
（旧名称；第2機械工場）

溶接、組立、塗装、梱包：同上

#### 2) 生産管理

生産管理はそれぞれ次の部署が担当している。

設計管理：技術課、新製品開発課、技師長室、熱管理課

調達管理：購入課、生産課（生産計画課、生産調整課）

在庫管理：購入課倉庫係、販売課

工程管理：生産課（生産計画課、生産調整課）

作業管理：企業管理課



## 2-2-5 生産工程

南昌バルブ工場における鋳鋼バルブの製造工程図は図2-2-4のとおりである。図に示されるとおり、鋳鋼バルブの生産工程は主として以下の工程で構成されている。

### 1) 原材料の受入

### 2) 鋳造

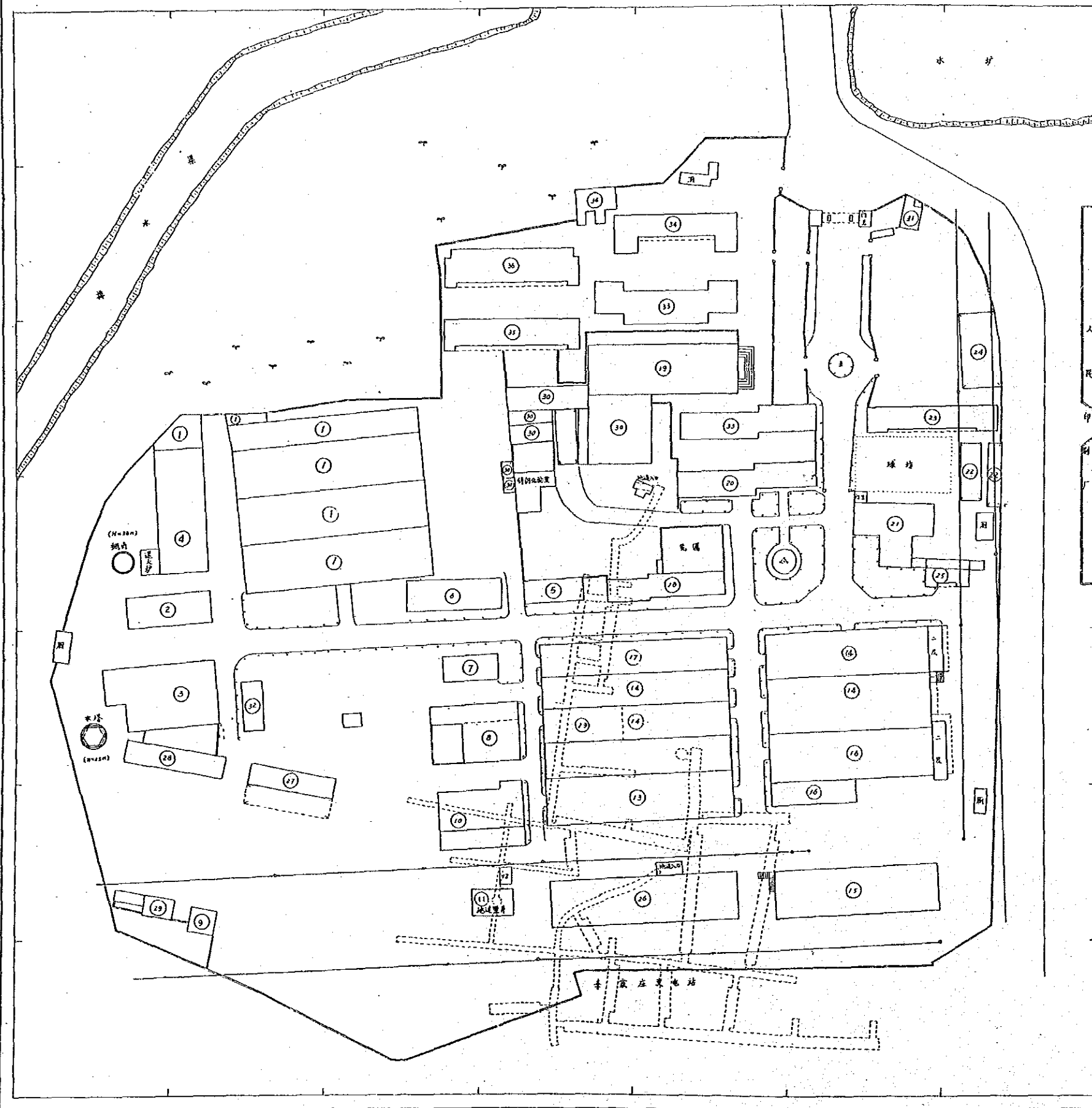
- ・ 溶 解
- ・ 造 型
- ・ 鋳 込
- ・ 解 粹、砂おとし
- ・ 熱 処 理
- ・ 検 査
- ・ 溶 接 補 修

### 3) 機械加工

- ・ 受入検査
- ・ 切削加工
- ・ 溶 接
- ・ 熱 処 理
- ・ 摺合せ、洗浄、組立

### 4) 完成検査

### 5) 塗装、梱包



说 明

1. 本图按南昌城市规划管理局1973年12月测图, 1974年7月补图绘制。
  2. 南厂区占地面积: 63500 m<sup>2</sup>  
其中 生产建筑面积: 17026 m<sup>2</sup>  
生活建筑面积: 4149 m<sup>2</sup>
- (○为测量队提供数字, 按详细规划图比例尺换算; 统计合计为19892m<sup>2</sup>, 包括厂区5.6m<sup>2</sup>在内。)

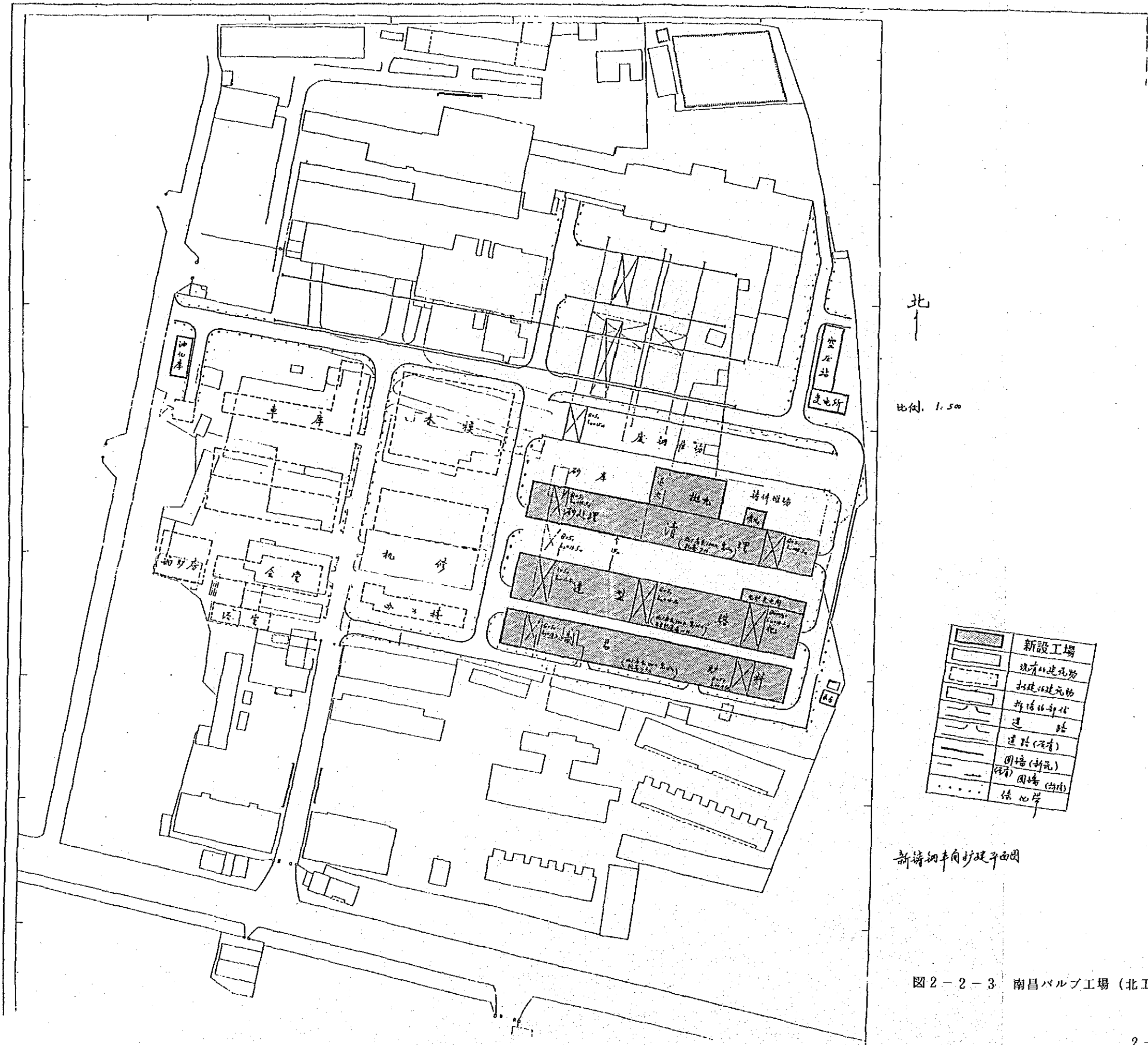
比例 1:500

图例	道路	柱状物
——	——	□
——	——	□
——	——	□
——	——	□

36	宿舍		
35	托儿所		
34	单身宿舍		
33	办公室		
32	修理间	106 (1973)	1973年
31	原料库		
30	食堂	1000	
29	更衣室	60 (1973)	
28	浴室	216 (1973)	
27	浴室	282 (1973)	浴室
26	工段办公室	300 (1973)	
25	浴室	117	
24	浴室	300	浴室
23	浴室	236 (1973)	1973年
22	浴室	281	浴室
21	浴室	328	浴室
20	浴室	240 (1973)	浴室
19	浴室	1000	1973年
18	浴室	285 (1973)	浴室
17	浴室	600 (1973)	1973年
16	浴室	800 (1973)	1973年
15	浴室	1800 (1973)	1973年
14	浴室	1222 + 3500 + 400 = 5122	1973年
13	浴室	300 (1973)	1973年
12	浴室	22 (1973)	
11	浴室	112 (1973)	
10	浴室	430 + 100 = 530	1973年
9	浴室	60 (1973)	
8	浴室	640 (1973)	浴室
7	浴室	270 (1973)	1973年
6	浴室	210 (1973)	浴室
5	浴室	143 (1973)	
4	浴室	400 (1973)	1973年
3	浴室	672	1973年
2	浴室	270 (1973)	1973年
1	浴室	2390 + 206 = 2596	1973-1974年
项号	名称	建筑面积 m <sup>2</sup>	备注
南厂区			
平面布置图			
南昌阀门厂			

图 2-2-2 南昌パルプ工場 (南工場) 配置図





北  
↑

比例 1:500

	新設工場
	現有建築物
	新建建築物
	拆遷的部份
	道路
	道路(原有)
	圍牆(新設)
	原有圍牆(原有)
	綠化帶

新鑄鋼車向扩建平面图

图 2-2-3 南昌パルプ工場(北工場)配置図



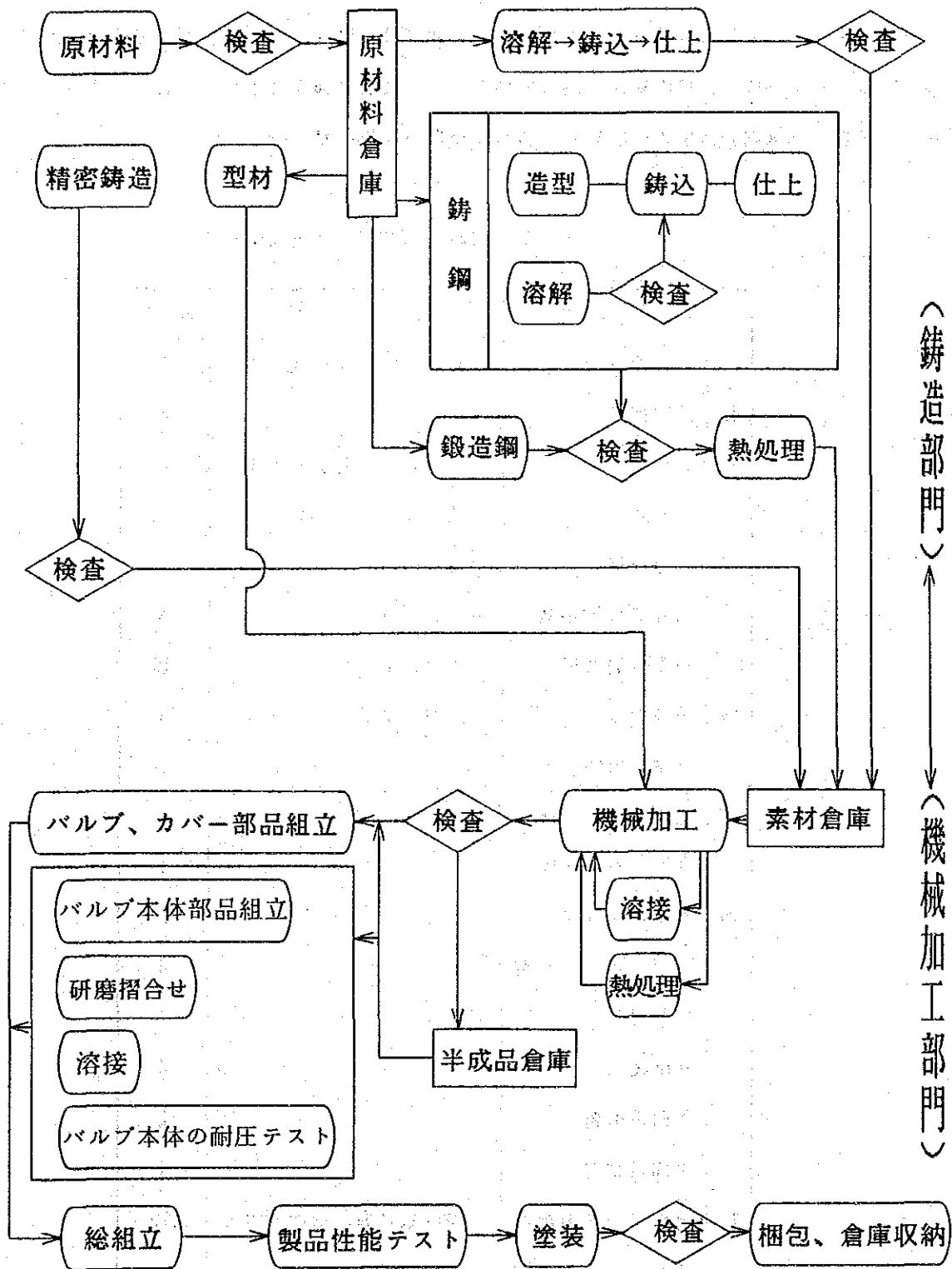


図 2 - 2 - 4 鑄鋼バルブ製造工程図

2-2-6 製造設備

南昌バルブ工場の製造設備は、大別すると、鑄鋼設備、機械加工設備、熱処理設備、溶接・組立設備、および機械修理設備から成っている。主な製造設備をまとめると表2-2-1のとおりである。(本調査対象外の鑄鉄管製造および鍛造設備を除く)

表2-2-1 南昌バルブ工場主要設備一覧

設備名称		仕様	台数
鑄 鋼 工 場	電弧溶解炉	0.5 ton、塩基性	1
	造型機		3
	混砂機	0.4 ton、0.1ton×1	3
	乾燥炉	120 m'×1、23m'×1	2
	熱処理炉	20 ton	1
	天井走行起重機	5 ton	4
機 械 加 工 工 場	横型普通旋盤	大型、小型	48
	縦型旋盤	大型、小型	4
	三軸専用機		6
	横型フライス盤		5
	立型フライス盤		1
	直立ボール盤		2
	ラジアルボール盤		4
	型削盤		1
	立削盤		4
	外面研磨盤		2
	平面研磨盤		1
	直流アーク溶接機	整流式×5、直流式×5	10
	プラズマ溶接装置	300 A×2	2
	天井走行起重機		4

2-2-7 生産計画

本近代化計画における1990年の中低圧バルブの生産計画値は以下のとおりである。

弁 種		生 産 量	
		(台)	(ton)
鑄 鋼	1. 仕切弁	36,700	2,469
	2. 止弁 (流量調整付)	7,020	250
	3. 逆止弁	1,600	64
	4. ボール弁	600	27
	5. 安全弁	800	40
	小 計	46,720	2,850
ステンレス鋼	1. 止弁 (流量調整付)	3,100	100
	小 計	3,100	100
鍛 造	1. 止弁 (流量調整付)	2,500	50
	2. 止弁	2,380	50
	小 計	4,880	100
鑄鉄低圧弁			400
中 底 圧 弁	合 計	54,700	3,450

注) 上記のton数はクラス150(圧力10~20kg/cm<sup>2</sup>)が基準になっており、圧力クラスが高くなると弁箱の肉厚が厚くなり、これよりton数が増えるものと考えられる。









## 第3章 工場診断

### 3-1 生産工程

南昌バルブ工場は、工場全体を総括・管理する部門と工場部門の2つに分けて考えられる。そして工場部門は上流工程の鋳鋼工場と下流工程の機械加工・組立工場に分けられる。

南昌バルブ工場は、1990年に向けて生産量を拡大し、品質を向上させ高付加価値バルブの製造を開始するに当たり、工場設備を大巾に改善することになるが、生産工程そのものについての基本的な変更はない。したがって、工場の現状を把握し、良く認識することは近代化計画を立案する上で特に重要なことである。

このような観点から、鋳鋼工場ならびに機械加工・組立工場の各生産工程について、その現状と工場診断を以下に述べることとする。

#### 3-1-1 溶解

##### (1) 現状

###### (a) 組織および勤務体制

1班8人体制で4班があり、4直3交替で24時間連続操業を行っている。下記の0.5ton電弧炉に1.5tonを標準装入として、1日8溶解が標準となっている。

###### (b) 生産設備

主たる生産設備は下記のとおりである。

- ① 電弧溶解炉 : 0.5ton塩基性、1974年製
- ② 電弧炉用変圧器 : 400kw、1974年製
- ③ 天井走行起重機 : 5ton、1974年製
- ④ 取鍋(ストッパー式) : 2ton

電弧炉は自社改造によってトップチャージとなっており、材料装入は合理化されている。また電弧炉の電流調整装置は比較的順調に作動しており、炉前作業の省力化は完成している。現在溶解している鋼種は殆どすべてが炭素鋼であり、特殊鋼はごく少ない。

電弧炉の耐火材料としては、炉床がマグネシヤ、天井はアルミナ、取鍋ストッパーは硅石であり、その純度は確認していないが、日本における耐火材料と大体同程度であるので、通常の操業には問題はない。

契約電力は電力不足から日中は抑えられており、午前8:00～午後9:00までは400kwであり、電力供給に比較的余裕のある深夜の操業に重点がおかれている。

電弧炉の過負荷に対しては、自家製強制水冷装置を変圧器に付加しているもので、標準の400kwに対して500～600kwの負荷に耐えられるものと考えられる。

### (c) 原材料事情

#### (i) 鋼くず鉄

くず鉄は屋外に保管され相当に錆が発生している。また、うすい肉厚のものが多く  
铸铁の混入も見られる。

#### (ii) 合金鉄

フェロマンガ、フェロシリコン、アルミニウムは、国家規格品を使用しているの  
で品質は良好である。

#### (iii) 造滓材（生石灰）

造滓材として生石灰が使用されている。生石灰は大気中から水分を吸収しやすいの  
で保存に十分注意しなければならないが、現場では吸湿対策がとられていない。

#### (iv) 螢石

よい品質のものが使用されている。

### (d) 電弧炉の操業

#### (i) 溶解期

通電によって溶鋼のプールができるが、スクラップを酸素でカッティングしている  
ことは、溶解時間を短縮し、電力を節約する上からも有効である。

溶解している鋼の種類は、中国国家標準GB 979-67「炭素鋼銑鋼の分類および技術  
条件」に規定されたZG25の炭素鋼である。出鋼の目標成分の炭素含有量は、C =  
0.10～0.30%である。しかしながら、現場では溶解期末の溶落炭素含有量の管理がな  
されておらず、溶落時の炭素含有量が低く酸素精錬が出来ない場合が多い。

## (ii) 酸化期

酸化期の脱炭反応では、酸素吹込みによって急激な酸化、沸騰反応を行う必要がある。しかし、実際は溶落炭素含有量が低いために酸化精錬が行われない場合が多い。溶鋼中のガス成分（水素、窒素）を除くために十分な酸化反応が必要である。

## (iii) 還元期

酸化完了後、スラグを完全に除き（除滓）、その後、新たに還元期の造滓材を投入して還元期に入るべきであるが、現状ではこの酸化期と還元期の区分が明確になっていない。すなわち、還元期においては石灰石、炭粉、螢石による弱還元スラグから段階的に還元（脱酸）を開始し、還元反応を強化すべきであるが、現状は還元期の脱酸が段階的、連続的に進められていない。

## (iv) 出鋼

出鋼にあたって、

- ・炉内の温度計測
- ・生型砂試験による溶鋼中のガス成分のチェック

が必要であるが、これらは実施されていない。そして、出鋼後の取鍋内温度は適正値（1,670℃～1,690℃）より相当低い温度となっており、铸鋼品の铸肌の悪化や铸造欠陥の原因となるなどの悪影響を及ぼしている。

## (v) 計量管理

上記の操業において、各種の計測が必要であるが、現場では計測が全く行われていないか、あるいは行われていても不十分なものが多い。

以下、各項目につきその現状を記す。

(1) 炉内温度計測：炉内反応を管理する目的から、酸素吹精前、還元期末期と出鋼後取鍋内で測温する必要がある。しかし、浸漬温度計はあるが使用されていない。

(2) 装入材料の計量：炉内に装入される材料はすべて重量を測定して管理されるべきであるが、計量器がなく、目測で装入されている。

(3) 酸素の計量管理：酸素による酸化はその圧力と流量によって促進されるが、適切な操業を実現させるための測定器が不十分であり、これを完備すべきである。

(4) 炉内分析：電弧炉内の溶鋼の成分は炉内反応によって常に変化している。したがって、溶解の進行に伴って溶鋼の分析を行い、操業の基準とすべきである。炉中分析として、溶落、酸素吹精後、還元期合金鉄投入前の3回については、炭素およびマンガンの分析を行うべきであるが、完全には実施されていない。また化学分析にこだわらず、グラインダを用いた火花試験による溶鋼の簡易炭素分析も必要であるが、その実施は不完全である。

(5) 溶鋼温度測定：出鋼時の適正温度を確保するために、脱酸剤投入後の溶鋼温度の測定が実施されるべきであるが、実施されていない。

#### (vi) 記録

各溶解作業ごとに、通電開始から出鋼にわたって炉内装入物と成分、温度の変化のすべてが時間単位で記録され、標準操業との対比と評価のために残されるべきであるが、それらの記録が不完全である。

## (2) 工場診断

### (a) 生産設備

溶解工程において中心となるべき設備は電弧溶解炉である。南昌バルブ工場では現在、公称0.5tonの炉に1.5tonのオーバーチャージを行っている。また近代化計画のために既に1.5tonの炉を購入しており、近代化計画の実施時には、この0.5tonと1.5tonの2基の並行操業を計画している。しかしながら、当面はこの組合せで操業するとしても、小容量炉の2基並行運転では熱損失も大きくなり、溶解工程の中で最も重要な要素である溶鋼の温度調節が迅速に行えない問題点が予想される。このため、日本の鋳鋼工場では、月産250ton～300tonの生産量の場合5ton炉1基で操業するのが一般的である。

したがって、鋳鋼工場の近代化に当たっては、将来電弧炉の大型化を検討することも必要である。

## (b) 原材料

### (i) 鋼くず鉄

鋼くずは、日本では J I S 規格 G 2401 で分類基準が制定されており、その品質と形状によって A 種から E 種までに分類されて市販されている。しかし、当铸鋼工場が購入している鋼くずはこれらの分類がなされておらず、きわめて低品位のものが購入され使用されている。特に錆の発生がひどく、薄肉の鋼くずが多いことは溶鋼の品質を悪くするので問題である。また、铸铁、銅合金などの非鉄金属、ステンレスなどの高合金のものは完全に選別し取り除かなければならない。

さらに、購入後の鋼スクラップは雨水による発錆を防止する目的から、屋外保管を避け屋内にて乾燥状態で保管すべきである。

### (ii) 合金鉄

現在使用されている合金鉄の品質は良好である。ただし、今後は入荷ごとに定期的に純度を分析するとともに、炭素 (C)、りん (P)、硫黄 (S) を分析して、品質の安定と供給量の確保に注意することが必要である。

### (iii) 造滓材

現在は造滓材として生石灰が使用されている。生石灰は石灰石を 950℃ 以上の温度で焼いたもので、昇熱、脱硫の点で石灰石より有利である。しかし、大気中から水分を吸収しやすく吸湿防止が極めて困難であるので、溶鋼中の水素含有量が問題になる場合は吸湿性の高い生石灰は使用すべきではない。したがって、日本では保存中の水分の吸収を防止する困難性から一般には生石灰を使用せず石灰石を使用している。

铸鋼工場では吸湿対策をとっておらず、また、铸鋼品の熱間亀裂が問題となっていることから、今後は生石灰の使用を中止し石灰石に切り換えるべきである。ただし、石灰石を使用する場合でも、400℃ 以上に加熱して付着水分を除きサイズを 50mm 程度にそろえ鉄板製の函内に保管して使用しなくてはならない。

### (iv) 螢石

螢石は、炉内の鋼滓の流動性を上げるために使用するものである。螢石に含まれる弗素の含有量とその他不純物の含有量が溶鋼の品質安定上重要な因子となる。現在使用中の螢石の成分は良好であるが、定期的に入荷製品を分析して、安定した铸鋼品の品質が得られるよう長期的な調達管理を行う必要がある。



### (c) 電弧炉の操業

電弧炉では、下記の溶解期、酸化期、還元期のそれぞれについて適切な操業を行わないと良質な铸鋼素材を製造することが出来ない。

#### (i) 溶解期

溶解期は、装入材料を迅速かつ短時間で溶解し、十分に昇温して、酸化期に引き継ぐ工程である。酸素による鋼くずのカッティングは、この時間を短縮するために有効である。

溶解期においては、次の酸化期の精錬を十分に行うために、炭素鋼の炭素含有量を0.30~0.40%に管理する必要がある。しかし、現状ではこの目標管理がなされてなく、炭素含有量は相当に低い状態で操業されているので、次の酸化期での脱炭反応を満足させるためにこれを改める必要がある。

#### (ii) 酸化期

酸化期の目的は酸化沸騰精錬によって脱炭反応を急速に行い溶鋼に溶存している水素ガスおよび窒素ガスを追いだすことと、酸化反応によって脱りん、脱硫を行うことである。

すなわち、溶鋼中に侵入する水素ガスによるガスホール、ピンホール、割れを防止するには、スクラップに侵入している水素ガスを脱炭反応による沸騰精錬によって脱ガスするしか方法がない。このためには、酸素吹精による脱炭量が0.20~0.40%でなければならず、さらに、この反応を行うためには鋼浴の温度が1,600℃以上あることが必要であり、このような溶落炭素含有量の確保、酸素による脱炭反応、溶鋼温度の確保などの管理を行うことが必要である。現在の操業では、溶解末期に脱炭されるべき炭素が十分に溶鋼に含まれておらず、その温度も測定されていない。したがって、本来の酸化期の目的に合致した操業が行われていない。

南昌バルブ工場の「炭素鋼溶解作業要領」には、酸素精錬法の場合脱炭量は0.2~0.25%と規定されているが、実際操業では、脱炭されるべき炭素量が加炭されていない。一方、酸素吹込による酸化反応では酸素の圧力と流量を測定する測定器の設置が必要条件であるが、現場では圧力計は壊れており流量計も見当たらない。また、過去の出鋼成分を統計的に検討した結果では、不純物のりん、硫黄の含有量が異常に高い値となっている。

以上の状況から酸化期の反応としては、次の点に留意することが肝要である。

- ① 溶解末期の低温の時期に石灰石と鉄鉍石で脱りん反応を十分に行う。
- ② その後、完全に除滓する。
- ③ 昇温後、酸素精錬を完全に行い、鉄鉍石は使用しない。溶鋼温度は1,600℃以上を確保する。
- ④ 酸素精錬後、完全に除滓する。

### (iii) 還元期

還元期の目的は、溶鋼中の酸素を還元反応によって取り除き、出鋼の目標成分に調整するとともに、鑄込に適正な温度に調節することである。そのためには、石灰石、炭粉および螢石によって還元鋼滓を作り、塩基度(CaO/SiO<sub>2</sub>)が2.5~3.0の白滓または、弱カーバイド滓をつくる必要がある。

現場の操業においては、還元期初期の造滓作業が正常に行われていないと考えられる。還元期中期以降はフェロマンガ、フェロシリコンの順で合金鉄を投入する。脱酸剤は酸素に対する親和力が、マンガ、シリコン、アルミニウムの順序で強いので、投入の順序はこの順に一定の時間的間隔を置いて行う必要がある。当工場の「炭素鋼溶解作業要領」の記述についても、実際操業においても、この点、投入順序の規定が不明確で疑問が残る。

### (iv) 出鋼

通常の電弧炉操業では、出鋼に先立ち取鍋の受鋼準備、出鋼口の開孔および出鋼といの清掃、取鍋内添加物の準備作業を行う必要がある。

さらに、出鋼前に炉内の温度の計測を行って、出鋼後の取鍋内の温度を推定する必要があるが、現状では温度が計測されていない。また出鋼に先立って生型砂試験によって、溶鋼中に吸蔵されたガス成分をチェックすることが必要であるが、実施されていない。

一般にバルブを鑄造する場合、取鍋内で1,670℃~1,690℃の溶鋼の温度が適正であると考えられるが、当鑄鋼工場の場合この適正温度に比べてその温度は相当に低いと考えられる。

(d) その他の改善項目

溶解作業におけるその他の改善すべき問題点として次の提案を行う。

(i) 計測器の導入

本来測定器によって計測されるべきものが、現状では目測または勘によって操業されている。今後の操業を科学的に行い鑄鋼の品質を向上させるには、次の計測器の導入が必要である。

- (1) 鋼くず重量計：溶解反応はすべて化学反応であるので、炉内に装入する材料の量が化学的に重要な因子となる。したがって、装入材料はすべて計量され、正確に記録され、評価されなければならない。炉前作業は時間的制約があるので、秤量機は全装入量を一度に測れるもので指示目盛の5 ton 自動秤が必要である。これを装入ピットの底に設置する。
- (2) 装入材料重量計：迅速計量が必要であるので自動秤(200kg)でなければならない。
- (3) 浸漬溶鋼温度計(イメージジョンパイロメータ)：炉内反応は温度が重要な因子となって進行しているが、その温度が測定されていない。1溶解につき少なくとも4回は温度測定を行うことが必要である。しかも他の計測器は誤差が大きいためイメージジョンパイロメータによる測定でなくてはならない。測温時期は、酸化精錬前後と、還元期末期と、出鋼時の取鍋内である。現在はこれが設置されているが使用されていない。
- (4) 酸素圧力計と酸素流量計：酸素は圧力と流量によって管理されるべきである。酸化期を適切に管理するために、酸素圧力計と酸素流量計が必要である。
- (5) 標準時計：記録類の時間を統一するために標準時計が必要である。

(ii) 溶解作業標準の見なおし

電弧炉による溶解作業標準は国際的に認められたいくつかの方法が既に発表されている。当工場の溶解作業標準はこれらに比べて大きく相違しており、これらの国際的に権威づけられた標準溶解法の導入を検討すべきである。

### (iii) 炉前における簡易炭素分析技術の確立

溶解作業中、溶落、酸素吹精後、合金鉄投入前の少なくとも3回は炉中分析を行い、操業の指針とすべきである。溶解職場近くに分析室はあるが、分析結果を得るには約10分の時間がかかっている。

溶解操業責任者は溶解作業の全期間を通じて炭素含有量の変化を常に知っておく必要があるが、これを分析報告で知るのみではなく、炉前でのグラインダによる火花試験を行って炭素含有量を推定し、直ちに炉の操業を修正し、その後の正式分析によって前回の火花試験の推定値を確認することが必要である。火花試験による炭素含有量の推定は熟練することによって±0.02%の範囲で決定することが可能である。これに使用するグラインダは電弧炉の炉前の近い所に設置し、暗くなるように遮光する必要がある。

さらに分析室から分析結果を炉前作業者に迅速に伝えるために、専用電話を設置した方が能率的でよい。

### (iv) 炉前溶鋼試験

溶鋼の成分、温度、ガス吸収量の判定を行うために、円錐型の砂型に少量の溶鋼を注入し、その凝固状況を観察してこれを判定する方法を採用することを提案する。

これを炉前の砂型試験というが、これによって溶解工程中のガスの吸収または残存状況が推定できピンホール、ガスホールなどの鑄鋼の欠陥の発生傾向を予想することができる。

### (v) 溶解操業記録

電弧炉の操業を標準通りに行うには、炉の操業者全員が、溶解操業の現在の状況をよく認識し標準操業との差異を知る必要がある。このためには炉前に黒板を置き、時間の経過に従って、溶鋼の成分、装入材料の種類と量、温度などを記入する。出鋼後、このすべての記録を電弧炉操業日誌として清書し、将来の問題分析のための証拠資料として長期間保存すべきである。

### (vi) 炉内装入物の加熱設備

電弧炉に装入する材料は、付着水分の除去と電力節減のために材料を予熱する必要がある。

加熱の有効性に関する資料を図3-1-1および図3-1-2に示す。生石灰を使用する場合には、吸湿を防止する目的から密閉容器を使用する必要がある。

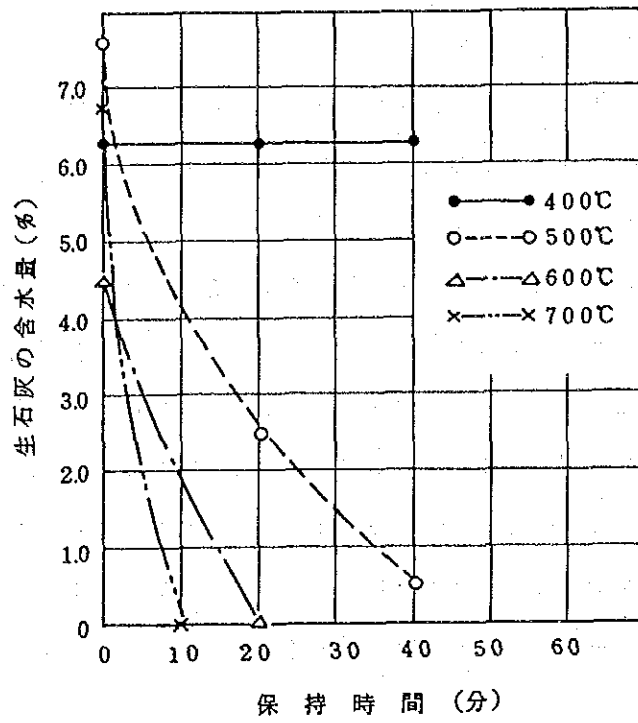


図3-1-1 生石灰の含水量に及ぼす加熱温度の影響

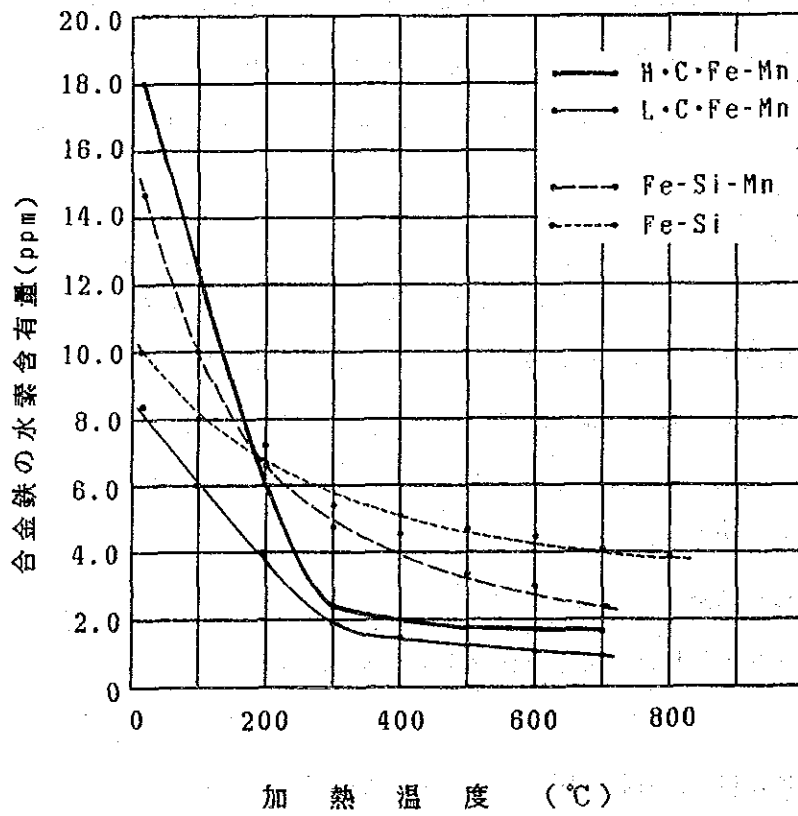


図3-1-2 合金鉄の水素含有量に及ぼす加熱温度の影響

(e) 出鋼成分

中国国家標準 GB 979-67「炭素鋼鑄鋼の分類および技術条件」の規定による鑄鋼の化学成分を、標準級別 ZG 25 II を例にとって表 3-1-1 に示す。

また、参考までに、炭素鋼鑄鋼品の米国規格 (ASTM) と日本規格 (JIS) も合わせて表示する。

表 3-1-1 炭素鋼鑄鋼品の規格

規格名		GB 979-67	ASTM A216-WBC	JIS G5151 SCPH2
内容		ZG 25 II		
化学的 成分	炭素 (%)	0.22 ~ 0.32	≤ 0.30	≤ 0.30
	マンガン (%)	0.50 ~ 0.80	≤ 1.00	≤ 1.00
	硅素 (%)	0.20 ~ 0.45	≤ 0.60	≤ 0.60
	りん (%)	≤ 0.05	≤ 0.04	≤ 0.04
	硫黄 (%)	≤ 0.05	≤ 0.045	≤ 0.04
機械的 性質	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	45	49.2 ~ 66.8	49
	降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	24	25.3	25
	伸び (%)	20	22	19
	しぼり (%)	32	35	35

当工場の電弧炉で精錬されて出鋼される溶鋼の化学成分は、この国家標準に合致して  
なくてはならない。

鑄鋼の成分に関する問題は以下のとおりである。

- (i) 鋼の成分元素は、規格の範囲に納めることは当然であるが、さらに熱処理後の機械的性質が規格に合格することも条件の1つである。したがって、工場の下流工程での機械的性質に及ぼす影響を十分に検討した上で、各成分元素の上限と下限を国家標準の範囲内で社内規格として制定する必要がある。

(ii) バルブ用鋳鋼品の場合は、一般鋳鋼品と異なり、加工の途中でバルブボデーに弁座を溶接する工程がある。また高圧バルブにおいては、バルブの出入口を配管側パイプに溶接する工程が入るものである。したがって、溶解における目標成分は溶接性を加味して、決定する必要がある。一般には炭素含有量を最大0.26%位に押える必要があり、この炭素量で機械的性質は十分に満足される。逆に、これ以上の強度は切削加工の能率を低下させる。また強度面からの炭素含有量の最低値は0.24%である。

(iii) 当工場の過去25溶解の5元素の分析結果を棒グラフで次の図3-1-3に示す。参考までに、日本における高温高圧バルブメーカーの実績値と規格を同図に合わせて表示する。これらの図に示されるように、南昌バルブ工場の鋳鋼の実績成分は国家標準から外れており、強度から見た炭素含有量の下限と溶接の亀裂防止のために制限すべき炭素含有量の上限が考慮されていない。

(iv) 国家標準GB 979-67に規定されている硅素含有量は圧延用炭素鋼材の規格から引用されたものと考えられるが、鋳鋼品の規格としては硅素含有量が低すぎることによる欠陥が出て不適當である。早急にこれを改正することが必要である。

すなわち、溶解工程では、脱酸剤として溶鋼に添加されたフェロシリコンが溶鋼中に溶存している酸素を脱酸し、溶鋼中の硅素自身は酸化されて酸化硅素となって鋼滓に移動する。溶鋼に残存する硅素はこの溶鋼の脱酸反応の化学平衡反応の結果として決定されるものである。したがって、溶鋼中の酸素量を少なく押さえようとするならば、硅素の含有率を高くしなければならない。特に、鋳鋼品は圧延用鋼材と異なって金型でなく砂型に鋳込まれるためにガスホールおよびピンホール欠陥が発生し易いので、溶鋼中の酸素または水素のガス含有量を少なくすることが必要である。これらの結果、鋳鋼品では硅素は一般に0.45~0.55%に維持することが必要であると考えられている。

米国および日本の規格はこの点を考慮して最大硅素含有量を0.60%としているが、中国の規格は0.20~0.45%と低く規定している。この硅素量は圧延鋼材では許容されるが、鋳鋼品では上記のようにガスホール、ピンホール欠陥が発生して良質の鋳鋼品の製造が非常に困難となる値である。したがって、硅素含有量は日本および米国の規格と同様に最大0.60%に改めるべきであると考えられる。

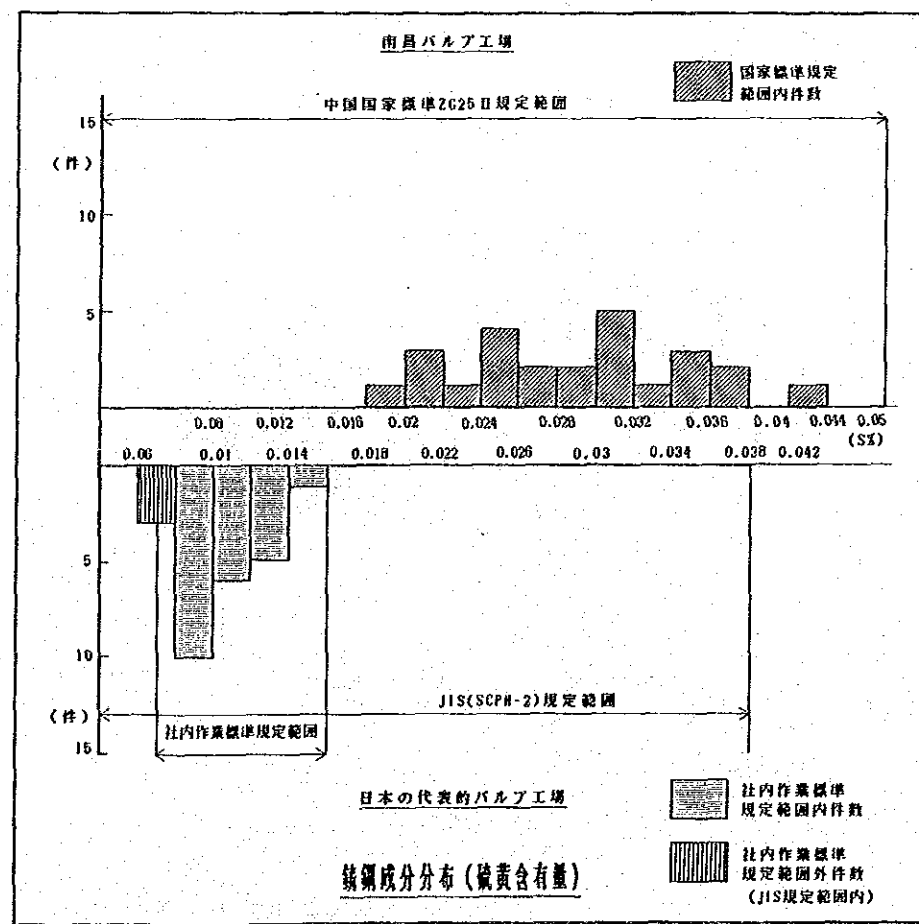
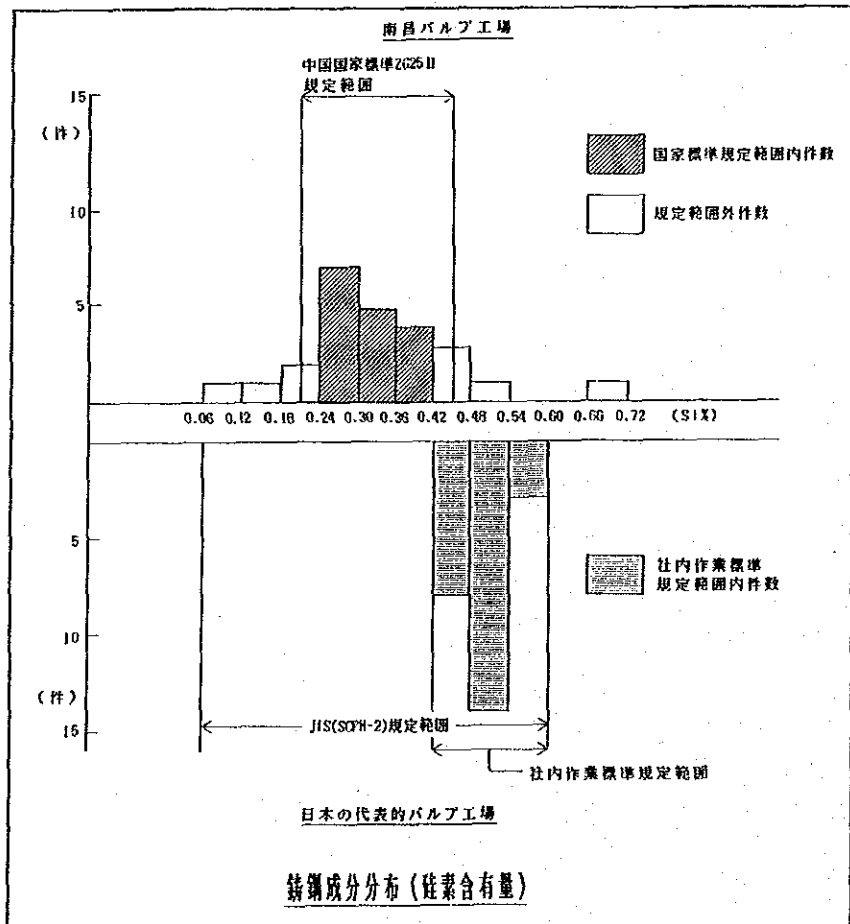
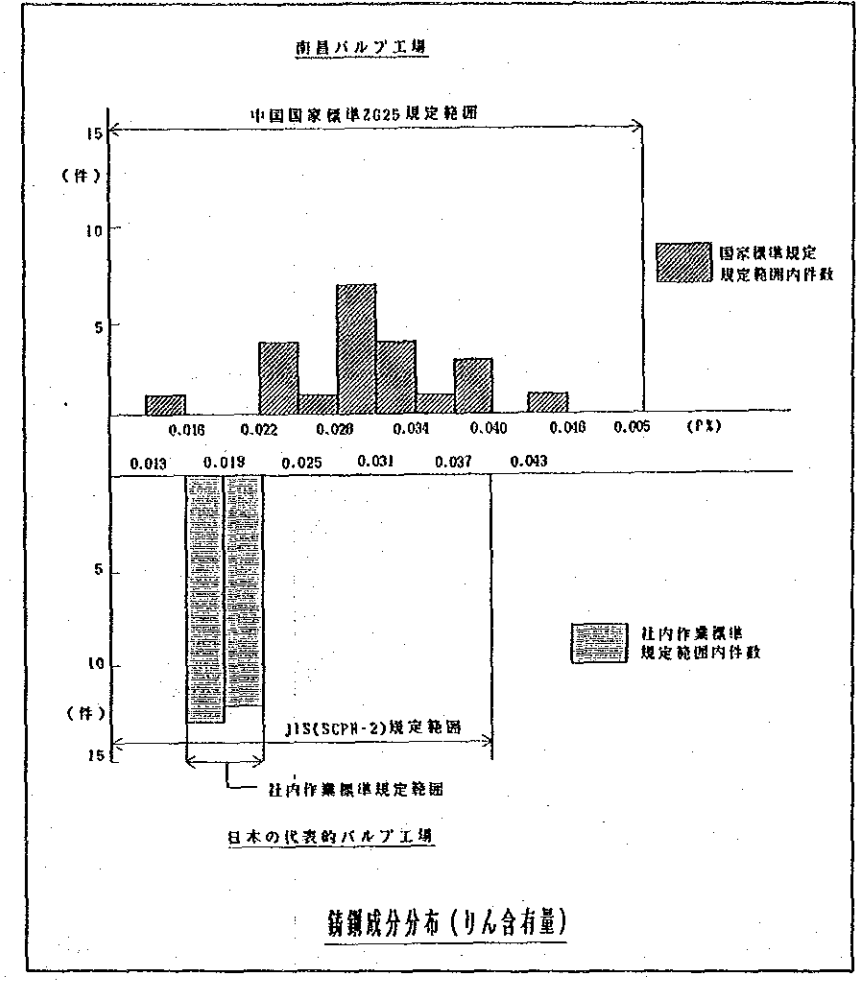
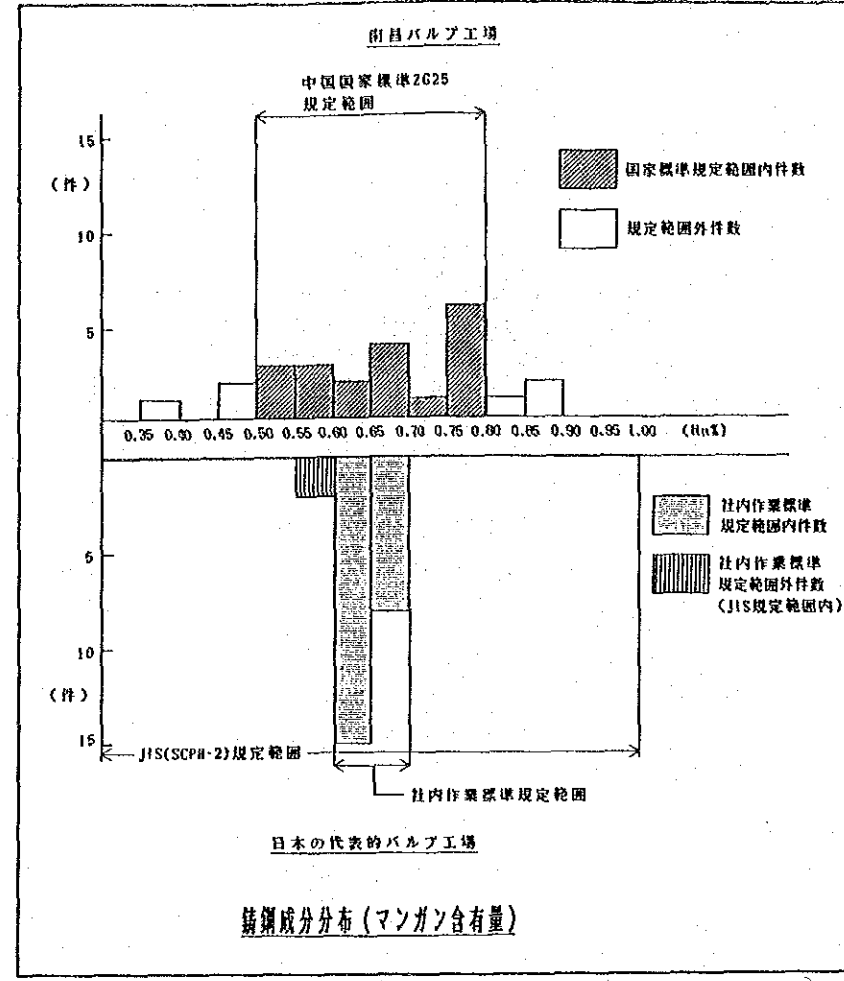
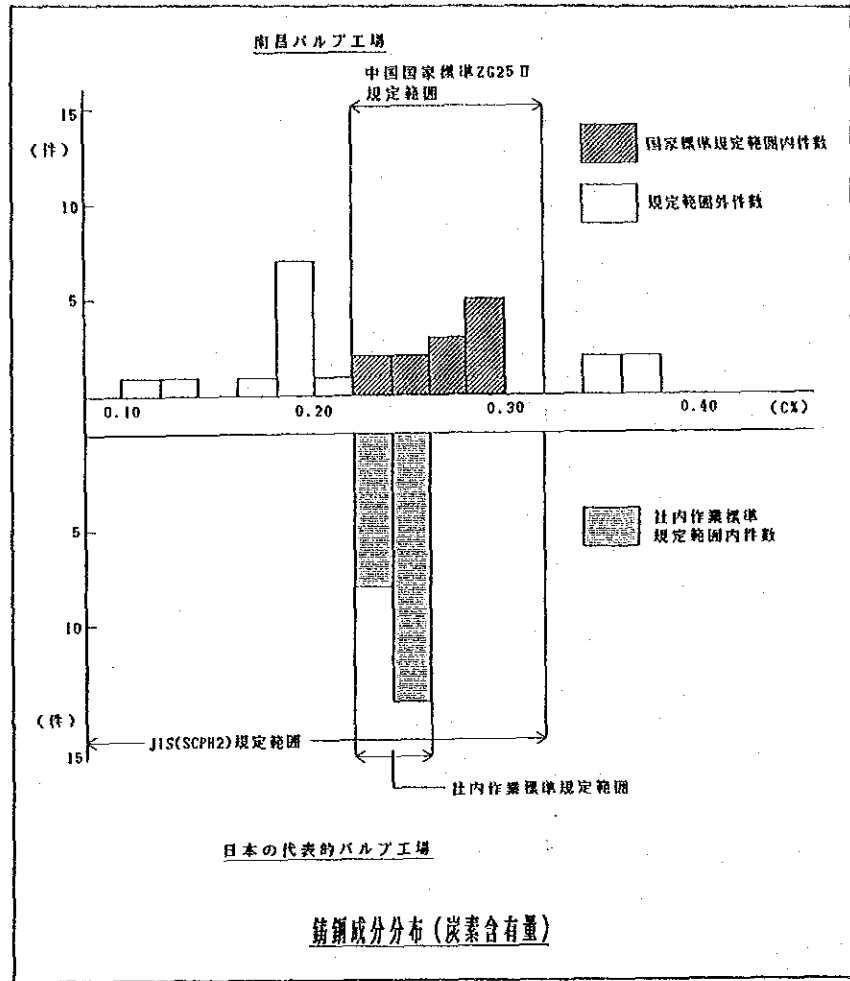


図3-1-3 鑄鋼成分の5元素の分析結果





### 3-1-2 鑄造方案および木型

#### (1) 現 状

##### (a) 組 織

熱加工課に3名の鑄造方案担当者がおり、鑄造方案設計基準によって作図、立案し課長の承認を得て工場に指示している。木型工場には7名の作業者がおり、木型はすべて社内で製造している。

##### (b) 鑄造方案

(i) 押湯の大きさについては、モジュラス係数を使用して計算する方法を採用している  
ので、その大きさは適正と考えられる。

(ii) 押湯の型式は、下図に示すようにほとんどすべてが、フランジなどの上方に押湯をつける開放型押湯である。一部盲押湯（鑄型の中央部に球状にもぐって付く押湯）が使用されているが、これと鑄鋼製品との接続部の寸法が長く、押湯からの溶鋼供給が不完全と考えられる。

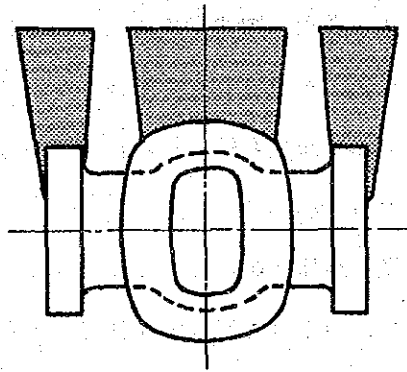


図 3-1-4 南昌バルブ工場の押湯型式

(iii) 湯道は次図のように矩形形で、上型または下型のいずれかで標準のアルミ型または木型で作られている。

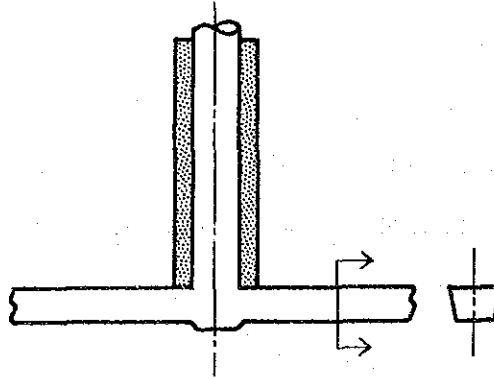


図 3 - 1 - 5 湯道の形状

(iv) 冷し金は全く使用されていない。

(c) 木 型

(i) 木型は、加工図に仕上げ代、押湯などが記入指示されて、これに基づいて製造されている。木型は正確に作られており、本体をアルミ型と木型の組合せで作っており、量産工場の模型製造要領としては適切である。

(ii) 模型の本体はアルミ金型、補強プラスチックまたは杉材が組み合わされて使用されている。このように、造型によって摩耗しやすい部分については局部的に金属を使っていることは経済性面からも好ましい。また補強プラスチックを活用していることも望ましいことである。

押湯はバルブ木型と別体となっており、アルミ金型または杉材で作られている。

(iii) 量産品であるので、殆どの木型は定盤付であるが、定盤による型抜きには使用されていない。

(iv) 兼用模型（左右対象のバルブを半分の模型で造型）を使用している。

## (2) 工場診断

### (a) 鑄造方案

#### (i) 鑄造方案の立案方針の基礎

バルブは鑄鋼品としては形状が複雑であるので、鑄造品の各部所の凝固が遅れて収縮孔が発生する傾向が大きい。この収縮孔は耐圧洩れの原因、または強度不足の原因となる。この収縮孔の分布を調査するには、日本では一般に放射線検査によっているが、南昌バルブ工場にはその設備が無いために推定によって対策が立てられている。今後は、代表的鑄造方案について主要個所の切断テストを行うことが必要である。

#### (ii) 押湯の型式

バルブ本体の最終凝固個所（収縮孔の発生個所）は一般にバルブの中央線の平面上にある。したがって、押湯型式は上方の開放型押湯ではなく、鑄型の中にもぐって付く盲押湯に改めるべきである。

(iii) 湯道は矩形形で鑄型の上型または下型に作られているが、この型式は鑄型が溶湯の物理的衝撃と熱膨張によって壊れ、この砂が鑄型内に流れ込み、砂かみ欠陥の源となる可能性が大きい。これを防止するために、タテ湯道は耐火煉瓦を用い、ヨコ湯道は上下型にまたがった船底形の形状に改める必要がある。

#### (iv) 冷し金の使用

冷し金を使用されていない。押湯からの溶鋼を供給する場合、凝固の進行に伴って供給が困難になる個所がでてくる。これを改善するために、溶鋼供給の終点には、冷し金を使用して溶鋼の供給範囲の拡大を計画すべきである。特に当工場の場合フランジ付バルブが多いので、冷し金の使用によって押湯の供給範囲を拡大することは可能で、かつ有効である。

#### (v) 鑄造方案との相違

鑄造方案が立案部門で出された計画と実際に鑄型を造型している現場とで相違している。これは、木型が製品の木型と押湯と湯道などの木型に分割して作られているため、作業者の作業の仕方によって鑄型に方法上の差が出ている。また開放型押湯を多く使用しているので、木型を鑄型から抜く時に、製品は下方向に、押湯は上方向に抜くことになり、木型を分割せざるを得ない。したがって、鑄造方案の安定化のため

に押湯の型式を開放型を減らして盲押湯方式に変更し、さらに、木型は製品木型と押湯木型が一体となった形に改める必要がある。

#### (b) 木 型

(i) 量産型木型は定盤につけられて作られているが、造型後は模型と定盤が離れる。その結果、手作業で模型を型抜きをしているが、これは作業能率と品質の両面から考えて不合理である。また押湯も本体模型と同様に個別に型抜きしているが、これも一体で同時に型抜きできるように改善しなければならない。

結局、量産用模型は本体のみならず、押湯、湯道、さらに押湯と製品との接続部も一体として定盤に接着すべきである。さらに、これらの接続部と定盤の接続部には十分なR(丸み)をつけて、鑄型の角部の管理をする必要がある。ここまでする模型の担当範囲と考えるべきである。このようにすると造型後、型抜きをすれば、鑄型は完成しており、鑄物へで修理や手入れは必要がなくなり、品質の向上と造型作業能率が同時に改善できる。(ただし、この問題解決には単に木型および鑄造方案での対応だけでなく、造型の機械化と鑄型材料の改善も同時に実施しなくてはならない)

#### (ii) 押湯、湯道の模型

押湯と湯道の木型は杉材などを使用して比較的荒く作られている。鑄型は模型の良否によってその良さが決定されるが、押湯および湯道形状が鑄鋼品の品質決定上の重要な要素である。

模型の製造に当たっては、押湯、湯道の模型は製品と同等かそれ以上に良い材料と高い精度をもって作る必要がある。(日本では、製品の模型は木材で作っても、押湯、湯道の模型はアルミニウムの金型で作る、さらに表面に硬質クローム鍍金を行っている工場もある。)品質上の重要個所は、模型についても重点的に管理することを提案する。

#### (iii) 鑄出文字

現状の鑄出文字は大きすぎる。これは造型材料と造型方法に関連するが、半分位に小さくすべきである。また鑄出文字は個々に木型またはアルミ型で作るのではなく、プラスチックの射出成形品が市販されていないかどうか、中国市場を調査すべきである。

(iv) 木型の寸法検査

木型を定期的に寸法検査して、記録を残すべきである。木型は使用に伴って損耗するものであるが、当工場ではこのような定期検査が行われていない。ある一定の造型個数後、または定期的に、寸法および表面状態を検査すべきである。そして検査に合格したならば、次に示すような合格証を木型自体に添付すること。この合格証には検査者、年月日および使用する工事番号を表示すること。

木型 検査 合格 証	JO
	年 月 日
	検査者

(v) 兼用模型

兼用模型の使用は廃止すべきである。バルブの場合、中心線から左右が対称であるので、その片側の模型を使用すれば半分の模型で上下の鑄型の造型が可能であり、当工場ではこの造型方法を実施している。しかし、今後鑄鋼品の品質を改善し、能率を向上させるには、抜型後直ちに鑄型が完成するようにする必要があり、結果的には上型、下型専用の模型を使用するように改善すべきである。これに伴って鑄出文字を造型作業者が着脱する作業も無用となる。

また、鑄鋼工場の廃却品の統計によると偏芯によるものが約10%発生しているが、これは模型および造型法の改善による対策をとる必要がある。

要は、造型作業現場で細かいやりくりをすると木型の費用は節減できても肝心の鑄型の寸法、形状が不安定となり結果的には品質が低下する。したがって、兼用木型の使用は得策とは考えられない。特に南昌バルブ工場は量産型工場であるので、徹底的な木型管理と鑄型の品質安定を計画して実行すべきである。

### 3-1-3 造型および鑄型材料

#### (1) 現 状

##### (a) 組織および勤務体制

造型工程の従業員は54名で午前7:00から午後7:00まで二交替で作業を行っている。

造型工程の作業範囲は母型(主型)造型、中子造型、母型手入れおよび砂処理である。

##### (b) 生産設備

造型工場の主要設備は次のとおりである。

① 造型機		3台	1974年製
② 混砂機	0.4ton	1台	1974年製
③ 混砂機	0.4ton	1台	1976年製
④ 混砂機	0.1ton	1台	1983年製
⑤ 乾燥炉(母型用)	120 m <sup>3</sup>	1台	1982年製
⑥ 乾燥炉(中子用)	23 m <sup>3</sup>	1台	
⑦ 天井走行起重機	5ton	4台	1974~1975年製

##### (c) 工場配置

工場配置は図3-1-6に示されるとおりである。

主建屋は巾45m×長さ60mで三棟に分かれており、その北側は電弧溶解炉、鑄込工場と解砕工場である。中央の棟は混砂および砂、溶解材料置場となっている。南側は母型、中子の造型工場、母型乾燥炉、中子乾燥炉を配置している。乾燥した母型と中子は母型乾燥炉の台車で中央の棟を通り越して北側棟に移動されて、鑄込場の天井走行起重機の下まで運搬される。

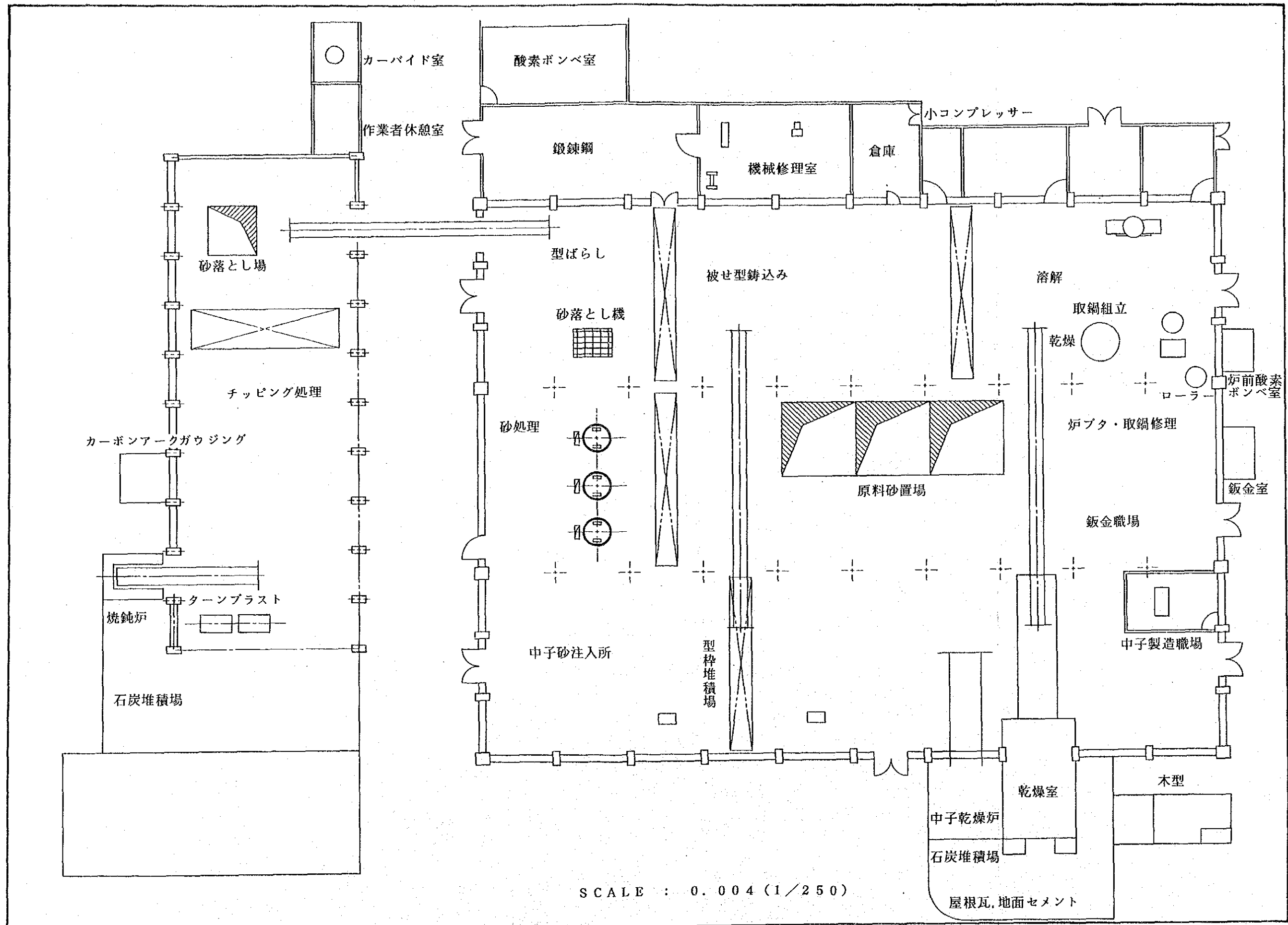


図3-1-6 鑄鋼工場配置図





(d) 混砂工程

(i) 母型造型

母型は粘土系の乾燥型で、ジョルタで造型し鑄型上面はサンドランマでつき固めている。

(ii) 砂配合

鑄型の砂配合基準は表3-1-2のとおりである。

表3-1-2 鑄鋼工場の鑄型の砂配合基準

(重量%)

	珪砂	ベントナイト	白色粘土	軽油	糖蜜	水ガラス	苛性ソーダ
乾燥型	100	9	3	0.5	0.5	—	—
CO <sub>2</sub> 型	100	1.5	1.5	0.25	—	6.0	0.2

砂は4~5号の珪砂で、砂の純度は97~98%と非常に高く高品質である。しかし、その粒度は4.5号(45メッシュ上80%)でバルブ鑄鋼を製造するには粒度が荒すぎる。この粒度では鑄鋼の鑄肌が荒れ、寸法精度が得られにくい。粒度を細かくするように改める必要がある。

(iii) 造型手入れ

型抜き後、型こわれ個所をヘラで修理し、珪砂系塗型を塗り乾燥炉に積込んでいる。

(iv) 中子造型

乾燥中子とCO<sub>2</sub>中子の2種類があり、バルブ本体は乾燥中子を用いる場合が多い。その乾燥保持時間は400℃で4時間で、その後徐冷される。

(v) 鑄型硬度

指圧で推定してAFSで65~75位はあると考えられるが、硬度計は使用していない。

(vi) 混砂

シン普森ミル3台によって混練しているが、重量計測が行われておらずすべて目測である。また混練砂は容器に入れられているが乾燥防止処置が行われていない。原料砂は床面にバラ置きされており、散乱している。また原料砂の運搬の機械化が行われていない。

(e) 金 棒

鑄鉄製であるが精度が悪く、合わせ面が機械加工されていない。上下棒の合わせは割面に4本のダボで合わせている。ピン合わせではない。

(f) 工場内運搬

工場間は台車、工場内はすべて天井走行起重機で運搬している。

(g) 中子芯金

粘土系中子を造型しているが、乾燥炉の出し入れに強度が不足するため、相当に複雑で丈夫な中子芯金を使用している。

(h) CO<sub>2</sub> 中子の崩壊性

砂おとしは相当に硬く困難である。中子崩壊材を使用すべきである。

(i) 炭酸ガス

現在ポンペで入荷しているが、今後、造型の効率化に多量に使用するので、その調達拡大の可能性と価格の変動に注意する必要がある。

(2) 工場診断

(a) 鑄型原料砂

原料砂の成分を分析した結果、SiO<sub>2</sub>分は 98.06%で非常に高純度で良い。(日本で使用されている砂は93~94%である。)

その他の分析結果は以下の通りである。

(i) 酸消費量

酸消費量の測定結果は 1.0CC/0.1N-HClで安定した原料砂であり、今後新しい粘結剤による造型法を採用しても砂に関しては問題はないと考えられる。

(ii) 強熱減量

強熱減量は0.24%と低い価であり良好な砂と考えられる。一般に日本で使用されて

いる原料砂は 0.2~0.3 %である。この数値は鋳物砂が強熱された場合、砂から放出されるガス量を示しており、南昌バルブ工場はこの砂の原因によるガスホールなどの危険性が非常に小さいことを示している。

(iii) 粒度分布

南昌バルブ工場より持ち帰った原料砂の粒度試験結果を次の表および図に示す。また、参考までに日本の代表的バルブ工場の標準粒度分布も合わせて示す。南昌バルブ工場の砂の粒度は相当に荒く、バルブを製造するには粒度を小さくする改善が必要である。

表 3-1-3 鑄砂粒度分析表

(%)

メッシュ	10	14	20	28	35	48	70	100	145	200	270	PAN
南昌バルブ工場	0.7	1.8	18.7	44.3	16.7	7.8	4.9	2.7	1.5	0.3	0.1	—
日本のバルブ工場	—	—	—	—	—	8.5	44.3	44.3	2.6	0.1	—	—

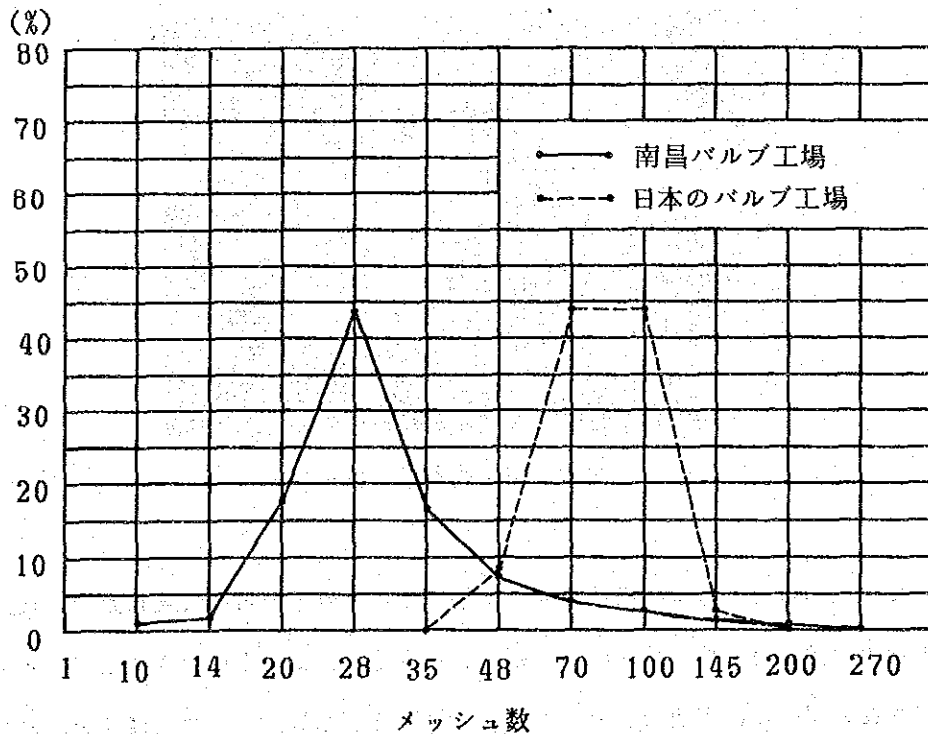


図 3-1-7 粒度分布曲線

(iv) 粒 形

南昌バルブ工場が使用している鑄砂の粒形の顕微鏡写真を次に示す。また、参考として日本の代表的バルブ工場が使用している鑄砂の顕微鏡写真も同様に示す。



南昌バルブ工場の鑄砂 (30倍)



日本の工場の鑄砂 (30倍)

写真に見られるように、南昌バルブ工場で使用されている砂は粒形がやや鋭角ではあるが実用的には問題ではない。しかし、粒度分布では非常に大きい粒子が多く、バルブ鑄鋼の場合には不適當と考えられる。鑄肌を美しくし、寸法精度を確保するには、日本の工場のように粒度を細かくする必要がある。

## (b) 鑄型の種類

一般に重量が 100kg ないし 150kg までの鑄鋼品の母型は、現行の乾燥型から生型に改正すべきである。ただし、生型に改めるには、次の事項を技術的に解決しなければならない。

- (1) 現在使用している 4.5 号の珪砂の粒度を小さくし、これを 6 号程度に細粒化する。  
この場合平均粒度だけでなく粒度分布についても合理的分布となっていることを確認して購入する必要がある。
- (2) 砂の配合は正確に行う必要がある。自動混砂装置のついた砂処理装置を導入すると安定した品質の砂が得られる。
- (3) 木型はすべて定盤付木型とし、押湯はすべて盲押湯として湯道、ガス抜きまですべての鑄型の形状を定盤につけた木型とする。このようにすると機械造型で造型後、型抜きをすると、そのまま中子を入れて鑄込むことができる。
- (4) 金枠は寸法精度のよいものを使用する。金枠の寸法の標準化については、現在の生産計画と、将来の生産見通しを予測して決定する必要がある。特に品質を改善するために、鑄造方案を変更して、この鑄造方案を基準として金枠の標準化を研究する必要がある。

金枠の上下型の合せはピン合わせを全面的に採用して精度を上げるとともに、くいちがいの品質不良を防止しなければならない。型の合わせ面は機械加工にて精度を維持する。

- (5) 造型工程の運搬は、次のとおりとする。

- ① 空枠はローラーコンベアで機械造型現場に運ぶ。
- ② 鑄物砂は砂処理装置からベルトコンベアで運搬され、造型機の上部に設置されたホッパに貯蔵される。
- ③ 造型時はホッパの下の口が開いて金枠の中に砂が自動的に入る型式とする。

- (6) 解枠された砂は自動的に砂処理装置に運搬され混練し、裏砂ホッパにベルトコンベアで自動的に供給される。

(c) 中子

中子は、小物についてはCO<sub>2</sub>中子を採用し、大物についてはフランの自硬性中子とする。

- (1) 砂の粒度は母型と同じく6号と細かくすると共に、ジルコン砂も局部的に採用する。
- (2) 中子にはジルコン系の塗型を使用して、表面の耐熱性を改善する。
- (3) 配合の計量を正確に行う。
- (4) 中子の芯金は丸鉄棒を使用し、解砕後そのまま再使用する。
- (5) 中子の乾燥は実施しない。

(d) 大物の母型造型

生型で造型が困難な大物の母型については、下記の造型方法があるが、これにはいくつかの技術的問題の解決が必要である。

(1) 自硬性鑄型

有効な硬化剤を入手できること、ジルコン系の塗型材が使用できることが必要。

(2) 乾燥型

砂粒度を細かくし、適性配合の研究を要す。

(3) フラン造型

硬化材の入手、ユニットサンドの砂回収装置が必要。

(e) 材料の調達

次の材料の市場調査を行う。場合によっては輸入も考える必要がある。

(1) 自硬性鑄型の硬化剤

母型肌砂に水ガラスを入れておき、この硬化剤を入れると約45分間で硬化する。

(2) 木型専用塗料

鑄物用木型専用塗料で、木型の表面を硬くすると砂の離型効果がよくなり、砂が木型につかない。

(3) 崩壊剤

炭酸ガス中子に崩壊剤を少量混入すると砂おとしが容易になる。

(4) ジルコン系鋳型塗料

イソプロピルアルコールに溶解しているジルコン粉を主成分とした鋳型用耐熱塗料で水は使っていない。母型および中子に塗装して点火すると数分間で乾燥し、鋳型表面の耐熱性が向上する。

(5) 炭酸ガス

安価で大量に入手する方法を研究する必要がある。量的に確保できれば液化炭酸ガスで購入し、ガスは工場内に固定配管する。

### 3-1-4 鋳込

(1) 現状

(a) 鋳込作業

鋳込作業は、溶解工程の要員によって実施されている。溶解作業完了の決定は、溶解工程の電弧炉操業の最終段階で、溶解炉長が行っている。炉長は溶解作業の完了にあたり、出鋼時点の溶鋼の化学成分が標準に適合する見通しであること、溶鋼の温度が鋳込工程の要求に対して適正であることを確認して出鋼作業を行い、鋳込作業を行うことを決定している。

(b) 鋳込温度

鋳込温度は浸漬型溶鋼温度計を使用していないので正確には判らない。しかし、その温度は日本で一般に行われている場合に比べて相当低く、1,580℃位と思われる。温度が低い証拠の一つとして、バルブのボデーを鋳込んだ場合、バルブの両側につけた押湯から溶鋼が上昇して来ていない。これは、本来押湯全体が流動性のある液体状として機能する必要があるのに、温度が低いため鋳込の途中で溶鋼が凝固してしまっていて、押湯上面まで上がって来ないことによる。



(c) 鑄込速度

鑄込速度は鑄込温度と相互に関連するものであるが、鑄込速度も相当に遅い。それは、鑄込温度が低いために溶鋼の流動性が出なくて結果的に遅くなるためである。

(d) 押湯保温材

鑄込作業の終了時に、押湯の凝固を遅らせるため日本では押湯の上面に保温材を撒布する。これによって押湯の凝固する時間を延ばして、鑄鋼製品に対する押湯からの溶鋼の供給条件を改善して、ひけ巣の少ない鑄鋼を製造することができる。しかし鑄込工程ではこの保温材が使用されていない。

(e) 凝固状況

鑄込温度が低く、鑄込速度も遅いために、鑄込の途中で溶鋼の上面に全面的に酸化膜が発生していることを観察することができる。このように、鑄鋼品は酸化膜によって湯じわが発生し、鑄肌が荒れた製品ができています。

(f) 溶解番号識別

同一の溶解番号の溶鋼から、多数の鑄型に鑄込まれる。したがって、どの溶鋼がどの鑄型に鑄込まれたか識別記号を付けることが必要であるが、これが付けられていない。

(g) 砂型ワッパ

鑄型へ溶鋼を鑄込む湯口にはジョウゴが必要である。日本ではこのワッパには耐火煉瓦のものが使用されているが、南昌パルプ工場では鑄物砂で作られたものが使われている。その結果、鑄込の途中でこの砂で作ったワッパが壊れて溶鋼の中に混入している。したがって、砂かみ欠陥のある鑄鋼ができることになる。

## (2) 工場診断

### (a) 鑄込作業

鑄込作業は鑄鋼の製造工程の中で最も重要な工程のひとつである。その理由および作業工程の要点を以下に述べる。

(i) 鑄鋼は鑄込の開始から鑄型内で溶鋼の凝固が完了するまで間に、そのすべての品質特性が決定される。そしてこの鑄込完了から凝固完了までの間、その品質特性を人為的に変更することは不可能であり、時間の経過と共に鑄鋼品の品質特性が決定されるのである。しかも、この時間は小物は数分とごく短く、また大物においても1時間程度である。

この間に決定される鑄鋼品の品質特性には次の項目がある。

- ① 化学的成分
- ② 鑄鋼品のすべての寸法と肉厚。
- ③ 鑄鋼品の表面の鑄肌と表面欠陥
- ④ 鑄鋼品の内部欠陥

(ii) しかしながら、鑄込直後の品質特性が自然現象として物理的に決定されるからといって、製造計画者がまったく対策が打てないという訳ではない。むしろ、これら鑄鋼の品質特性は製造計画者が鑄込完了までに実施した、作業計画の適否によって決定されるものである。

すなわち、鑄鋼の製造工程の中にあつて、鑄込工程は不可逆的に鑄鋼の品質を決定する重要工程であり、観点を変えれば鑄込以前の工程はその大半が可逆的に改善、または修正が可能な工程である。したがって、鑄鋼の製造工程の品質、原価を改善しようとする場合は、鑄込工程を最重要視して管理することが必要である。

(iii) 日本の代表的パルプメーカーの鑄鋼工場を例にとると、鑄鋼工場長の最優先業務は電弧炉の出鋼から鑄込完了まで鑄込工場内でその作業に立合うことである。この場には溶解工程責任者、鑄造方案立案担当責任者、鑄型製造工程責任者も各担当分野に問題が生じなかったことを確認するために工場長と共に立合い、鑄込立合記録の書類に署名する。

溶解記録、鑄造方案図、製造日報、砂処理日誌、鑄込日誌などにそれぞれの工程の記録は残されているが、これらの作業が鑄込作業によって完結することの確認が鑄込立合記録である。

- (iv) 一般に鑄込作業中は静かで、品質その他に関係する直接情報はその場では得られないものである。しかし、鑄込途中の溶湯からの音、鑄型からのガスの噴出状況、押湯上面の溶湯の色と形状、鑄込完了までの所要時間などは、間接的に凝固中の鑄鋼の品質と問題点の情報を呈示しているものであり、鑄鋼工場のすべての製造工程の責任者が1日に1～2回集合して相互の責任を確認することは重要な業務である。
- (v) 鑄鋼の品質を左右する因子は極めて多く、これらが相互に関連して最終的にその品質が決定される。この工程が鑄込作業であり、これが鑄造工程が切削加工その他の加工工程と本質的に異なる特性である。したがって、これにたずさわる関係者は協力して問題点を摘出し、検討する体制をつくる必要がある。
- (vi) このような観点から南昌バルブ工場の鑄鋼工場の鑄込工程を見ると、鑄込が鑄鋼の製造工程の中で最重要工程という位置づけがなされておらず、担当者間でごく機械的に処理されていることに疑問を感じる。

#### (b) 鑄込温度

鑄鋼工場の鑄込工程を技術面からみると、鑄込温度が低いことがあげられる。鑄込温度が低いと溶鋼の粘度が大きくなり、鑄肌が荒れると共に押湯への供給力が低下する。電弧炉製鋼と鑄型の耐熱度との関係をよく検討した上で、鑄込温度を上げるべきである。しかし、鑄型関係の条件を無視して一挙に温度を上げることは品質的に危険である。

#### (c) 鑄込速度

鑄込速度も相当に遅いが、これは鑄込温度が低いことと同じ原因によるものと考えられる。すなわち、鑄込温度が下がると溶鋼の粘度が大きくなり、結果的に鑄込速度が遅くなると考えられる。鑄込温度が低く鑄込速度が遅いことから、鑄込まれた溶鋼が鑄型内面の曲面になじめず、押湯が鑄込途中で半凝固の状態となっており、本来の押湯の機能を十分に果たしているとは考えられない。したがって、鑄込温度を上げて鑄込速度を早める方策を検討する必要がある。

(d) 断熱、保温材

鑄込の終了時に開放型押湯の上面に断熱および保温を目的とした保温材が投入されていない。これは押湯効果を大巾に低下させるので、保温材の使用を早急に検討する必要がある。押湯保温材は溶湯が押湯頂部まで上って来た時直ちにこれを投入する。

保温材としては発熱性のあるものが最適であるが、断熱性のみのもでも効果がある。例えば、もみがらでもよく、最小限度砂でも効果がある。これにより、押湯供給拡大効果と押湯中心への大気圧導入による溶鋼供給力発生効果がある。

(e) 鑄型は連続的に製造されるが、これ自体は製品ではない。この中に溶湯が鑄込まれ凝固して初めて1つの製品となる。溶湯は電弧炉によって不連続に溶製されて鑄込まれるので、その品質は溶解番号によって代表されるロットごとに異なる。したがって、各製品は溶解番号によって区別され品質の表示が行われるよう、溶解番号識別記号を付ける必要がある。

(f) 鑄込湯口のワッパ

鑄込湯口のワッパが砂型で作られているので、砂かみ欠陥の原因となっている。これを耐火煉瓦のワッパに改善する必要がある。

3-1-5 解棒、砂おとし、切断、ガウジング

(1) 現 状

解棒、砂おとし工程は、解棒6名、砂おとし25名、ガス切断9名、ガス管理22名で作業を行っている。これらの作業時間は、午前7:00から午後7:00で、2交替で作業を行っている。

(a) 解 棒

鑄込済の鑄型を起重機でつり上げ、ハンマを用いて人力で砂を落とした後、台車にのせて、人力で砂おとし場まで運搬している。

(b) 砂おとし

砂おとしは、ニューマチックハンマとタガネを用いて作業を行っている。広範囲に焼付があるので、この人力による作業には相当な工数がかけられている。

(c) 切 断

酸素アセチレンのガス切断によって、押湯、湯道などが丁寧に切断されている。

(d) ガウジング

ガス切断跡の処理は全く行われていない。本来アークエアガウジングによって、バルブの設計曲面にそって電気アークで処理されるべきであるが、これは行われていない。国家標準GB979-67の材料標準には、かかる押湯跡の余肉は取り除くよう規定されているが、実施されていない。

(e) 識別管理

溶解番号ごとの識別区分はまったく行われていない。

(f) 職場環境

解砕、砂おとし作業では相当な砂塵が発生しているが集塵装置はなく、作業者は防塵マスクも着用していない。当面は問題にならないとしても、将来の職業病対策として早急に除塵対策を講じる必要がある。

また、ガス切断と砂おとしの職場区分がなく、混在して作業している。火気を使用する職種であるので区分が必要である。

工場建屋にはドアが無く、吹き抜けとなっているが、冬期および雨天時の対策が必要であろう。

(g) 運 搬

解砕、砂おとし、切断、ガウジング工程での運搬は天井走行起重機が主体で、工場内には決められた通路がなく、砂の山の上で作業を行っている。

## (2) 工場診断

### (a) 砂おとし

#### (i) 鋳物砂の付着形態

鋳物には、鋳型の内表面の鋳物砂が付着している。このままでは完成したバルブの内外面に砂が混入する可能性があるため、付着砂は厳密に除去されなければならない。付着砂はバルブの品質を低下させる危険性があるため、国家標準GB979-67においても完全に除去することが規定されており、これは他の国際的規格においても同様である。

この鋳物砂の付着形態は次の2種類に分けられる。

- ① 物理的に鋳物砂の境界に溶鋼が入ったもので、機械構造的に砂が付着したもの。
- ② 溶鋼の表面が酸化鉄となり、これが砂の成分である酸化硅砂と化学的に反応して溶融したもの。

上記の①を「さしこみ」といい、②を「焼きつき」という。いずれにしても、これらの砂は機械的力を加えて分離しなければならず、これをすべて人力で行うとすると相当な重労働となるため、一般的にはタガネとニューマチックハンマで処理されているが、それでも鋳鋼の製造工程の中で最大の重労働となっている。

#### (ii) 砂おとし作業の機械化と職業病対策

日本などでは、粉塵と振動を伴う砂おとし作業の改善については、省力化、機械化が進められて、人力による砂おとし作業は殆どの工場では実施されていない。南昌バルブ工場では人力による砂おとしが行われており、本近代化計画の中で機械化すべき目標工程と考えられる。

この砂おとし作業を現在のまま継続すると、2つの重大な職業病の原因となる可能性を持っている。

職業病の一つは、硅砂の粉塵を吸引することによる塵肺病である。この病気は治療することが実質的に困難で、労働条件を改善しなければ悪化する一方である。日本では、防塵マスクの着用を法律によって規定すると共に、労働者の定期的健康診断を実施し、被害者については国家が法律によって保護する体制をとっている。

もうひとつの職業病は、振動障害病である。これは両手に振動と荷重が加わることによる血液の循環障害と機能障害で、鑄鋼工場では砂おとし以外に、サンドランマによる造型とグラインダによる表面の研磨にも同様な問題をもっている。

いずれにしても、砂おとし作業の機械化は技術的に完成された工業分野であるので、将来労働者の健康への障害が見込まれるような現在の作業システムは早急に改善すべきである。また、砂おとしの機械化は鑄物砂の回収装置と組み合わせることによって鑄物砂を回収できるので経済効果を高めることが出来る。

### (iii) 鑄形材料の耐熱性の改善

砂おとしの機械化は、上記の問題の他に、南昌バルブ工場が今後高圧バルブ、大口径バルブ、高付加価値バルブを製造する場合の鑄鋼の表面処理を行う上での必要条件でもあるので、将来の工場の発展の方向によって決定すべきである。

しかしながら、砂おとしの改善は単にこの工程の機械化による改善のみではなく、鑄型材料の耐熱性の改善と関係づけて、双方に対策を打つべきものである。特に高圧バルブ、大口径バルブになることにより鑄鋼の肉厚が厚くなり、前記のさしこみと焼きつきの傾向は一層大きくなるので、耐熱性の高い鑄型材料（ジルコンサンド等）と鑄型表面の耐熱塗型材（ジルコン塗型）の利用拡大などを併行して検討すべきである。

### (iv) ショットブラストの導入

以上に述べた問題点を改善するために、ニューマチックハンマによる砂おとしは、ショットブラストによる砂おとしへ変更することが適切である。これには設備投資と動力、ショットなどの消耗費用を要するが、労働条件の改善以外に次の利点もある。

- ① 労務費の節減
- ② 鑄物砂の回収
- ③ 鑄肌の改善

### (b) 切 断

現在、押湯、湯道の切断は酸素アセチレンガス切断機によって行われているが、バルブでは曲面に押湯などがついている場合が多く、多量生産であっても、機械化、ロボット化は困難であると考えられる。したがって、現状では人力によるガス切断による方法とならざるを得ない。

### (c) ガウジング

現状では、押湯、湯道のガス切断跡はそのまま処理されることなく次の工程に流されている。国家標準GB979-67においては、鋳鋼品に切断跡の余肉を残すことを禁止しており、代表的国際規格である米国のASTM、ANSIなどにおいても余肉の除去が規定されている。したがって、現在のような切断跡の未処理は、国内的にも国際的にも許されないことであり、これはバルブ本体の曲面にそって処理する必要がある。

押湯跡、湯道跡などは、いずれもその中心は鋼の凝固が最も遅れる個所であり、時としてその中心に収縮孔の小さいものが残り、耐圧試験で不合格になり易い個所である。したがって、この押湯、湯道の中心個所は、将来非破壊検査を適応する場合は必ず検査される所であるので、平滑に処理される必要がある。

### (d) 識別管理

鋳鋼品は、解棒によって始めて金属製品となり、以降の工程では、機械加工によって寸法、肉厚などが変化することはあっても、金属材料としての性質に変化はない。そこで、この金属製品を、全工程にわたって区別するために、解棒後製品に識別番号をつけることが国際的品質管理の原則となっている。国家標準GB979-67においても、この識別番号をつけることが決められているが、南昌バルブ工場ではこれはつけられていない。

識別番号の付与は、品質管理と品質保証の立場から、重要な工業製品についての必須条件となっている。通常、識別番号は製品番号と溶解番号から成り、このふたつの番号が組合わされて製品が識別される。この番号は、バルブの製造工程中の識別管理に使用されるのみでなく、製品がプラントに納入された後も、そのバルブの履歴の認識番号として永久に使用される。

### (e) 職場環境

当面機械による砂おとしが困難であるならば、下記の対策を早急に実施すべきである。

- ① 砂おとし場とガス切断場の職場の区分
- ② 防塵マスクの着用
- ③ 安全通路の設定



### 3-1-6 熱処理

#### (1) 現 状

##### (a) 勤務体制

担当者は2名で、熱処理炉に5日に1回の割合で17~18tonを装入して操業している。

##### (b) 設 備

鋳鋼品の高温焼鈍は、砂おとし職場に隣接した20ton熱処理炉によって行われている。熱処理炉は石炭たきの反射炉で、保持温度800~900℃を目標として操炉している。保持時間は4時間が標準である。

温度計測装置は本炉を設置後間もなく故障し、現在は使用されていない。したがって、温度不明、記録なしで操業しており、温度の管理は炉体の小窓から炉内を観察して、目測によって行っている。

##### (c) 材料試験

本来、溶解単位ごとに試験材を熱処理炉に入れ、熱処理完了後に試験片加工を行って、材料試験を行うべきであるが、このような試験材処理は行われていない。

##### (d) 有効加熱帯の管理

本来ならば、熱処理炉内を立体的に测温し、その温度分布が一定の範囲内にあるべく管理すべきであるが、現有の設備ではこうした管理は出来ない。

#### (2) 工場診断

鋳鋼の金属材料としての性質は、溶解で決定される化学成分と、熱処理によるこれら成分の拡散・均一化によって決定される。この材料の機械的性質は、耐圧容器として最も重要な品質特性のひとつである。しかしながら、鋳鋼工場の熱処理の現状からは、熱処理が鋳鋼の品質特性を左右する重要製造工程であるという認識が見受けられない。

以下に熱処理工程の問題点を述べる。

(a) 温度計測

(i) 熱処理温度と保持時間

鋼の拡散焼鈍を十分に行うには、A3変態点(870℃)上30~40℃に保持する必要がある。炭素鋼では880℃以上に全体が加熱される必要がある。しかし、940℃以上に加熱されると結晶の粗大化が発生し、鋼の靱性が失われる。したがって、一般に熱処理温度の精度要求は $910 \pm 25$ ℃で肉厚、1"につき1時間保持が原則である。

以上のように、熱処理において管理すべき最も重要な情報は、熱処理中の製品の温度であるが、熱処理工程では温度計測装置がなくその温度が測定されていない。

熱処理された製品の表面酸化膜の色から推定すると、低温部は650℃、高温部は900℃程度と考えられる。したがって、温度の変動巾は250℃、すなわち $\pm 125$ ℃となり、通常の国際規格で通用している $\pm 25$ ℃に比べると5倍の変動巾となっている。

(ii) 熱処理の重要性

このように、南昌バルブ工場の鋳鋼素材は、拡散焼鈍の規格温度範囲から大きく外れている。上記の推定温度から判断すると、南昌バルブ工場の鋳鋼品は拡散焼鈍が殆ど行われておらず、鋳造組織のまま製品が作られていると考えられる。鋳鋼品は一般鋳鉄と異なって、

- ① 抗張力が大きい
- ② 伸び、しぼりの靱性がある

ことが金属材料としての特徴であるが、不完全な熱処理の結果、この鋼としての靱性は殆ど無いものと考えざるを得ない。これではバルブに異常高圧などが発生した場合には破裂する可能性があり、安全上問題である。また鋳造組織のまま機械加工を行うことは、素材の硬度が高く、かつ硬度のバラツキが大きいものを切削することとなり、刃具の損傷、摩耗と切削効率の低下の原因となる。

(iii) 熱処理炉の設備条件

鋳鋼の機械的性質を確保するためには、これに応じた熱処理設備を完備することが必要である。熱処理炉の必要条件は以下のとおりである。

- ① ±25℃の自動温度調節ができる炉であること。
- ② 自記温度記録設備が付帯されていること。
- ③ 炉体が有効加熱帯の検定に合格すること。
- ④ 測温は6点測定であること。
- ⑤ 熱電対は定期的に校正すること。
- ⑥ 熱源は石油、ガスであることが望ましい。

#### (b) 材料試験との関連

南昌バルブ工場においては、各溶解ごとに材料試験材が鑄込まれておらず、結果的に材料試験が行われていない。熱処理が不完全であっても鑄鋼品の形状はできるし、材料の機械的強度は一般に規格値を十分に満たすものである。しかし事故などの異常事態が生じた場合に、鋼としての靱性が安全側に働いて事故の拡大を防止することができなくなる。

このような観点から、国家規格JB790-65では、バルブの材質を鑄鋼と指定し、その材料特性として、抗張力45kg/mm<sup>2</sup>以上、伸び20%以上、しぼり32%以上と指定している。この数値からは、このバルブを使用するプラントとプラント周辺の安全を確保するための配慮が感じられるが、南昌バルブ工場の熱処理の実態は国家標準による規定を満たしていないと判断される。

今後、これらの規定を満足するために、熱処理炉設備の改善と共に溶解単位ごとに材料試験を実施することが、品質を確保する上での必須条件である。試験材は製品と同一溶解、同一熱処理を行うことが必要であり、また不合格を予想して予備の試験材を用意しておくことも必要である。

#### (c) 時間計測

熱処理は、温度×時間で加工される工程である。したがって、時間の計測管理においても前述の温度と同様な管理が必要である。しかし、一般の熱処理管理では、温度と時間を同時に一つの計器で計測管理するために、時間管理という特別な問題点は発生しない。

当熱処理工場では、温度、時間について統合された管理・制御システムが無いために、時間が分離されて管理対象となってくるものと考えられる。いずれにしても、温度と時間は同次的にシステム化するべく近代化する必要がある。

#### (d) 均熱性と燃料

中国で最も入手しやすい燃料である石炭が、熱処理燃料として使用されている。しかし、熱処理を行う場合、その温度を細かく制御することが必要となるが、塊炭ではこうした微細な燃焼管理を行うことは技術的に困難である。石炭の微粉炭燃焼や石炭のガス化によって熱処理に利用可能な流体燃料への変換が可能であると考えられるが、いずれも相当な設備投資が必要となり、その導入は実質的に困難である。したがって、本計画では熱処理用燃料には重油または軽油を用いることを基本に考えることとする。

#### (e) ショットブラスト処理

高温拡散焼鈍を行うと、鑄鋼の内外表面には厚くて硬い酸化スケールが発生する。このスケールは剝離しやすいので、これがバルブのジスクとシートの間にはさまって、バルブの当たり面を損傷する危険性がある。バルブ鑄鋼の場合は、特にその残存付着を嫌い、国家標準GB 979-67においても、完全に除去するよう規定されている。

南昌バルブ工場にはショットブラストの設備が無く、熱処理後の酸化スケール除去のためのショットブラスト処理は行われていない。スケール除去の目的は、前記の弁座面の損傷防止のためだけでなく、バルブ鑄鋼の耐圧テストにおいて残存スケールが存在したまま合格し、将来のスケール脱落で耐圧保証が得られないなどの不安防止対策もその目的である。さらに、バルブのペンキによる塗装を完全に行うための前処理の意味もある。

現状では、このスケールが付着したまま耐圧テストを行って合格判定をし、さらにその上に塗装して出荷している。これは、一応実用的見地からは問題ないかも知れないが、国家標準GB 979-67の規定に反することでもあり、また国際的規定にも反するので、将来当工場が輸出などを指向するならば、ショットブラスト処理を行うことが必要である。

### 3-1-7 鋳鋼素材の外観検査、寸法検査、材料検査および非破壊検査

#### (1) 現 状

鋳鋼素材の検査は、検査課の鋳鋼素材検査員3名によって実施されている。主な検査項目は以下のとおりである。

##### (a) 外観検査

外観検査の専任担当者は1名である。鋳鋼素材の外観については、砂おとし場で検査を行っている。外観検査の結果、合格品は緑色または黄色、不合格品は赤のペンキで表示識別している。しかしながら、この外観検査による合否の判定基準が明確になっていない。また被検査物である鋳鋼品の表面肌が、殆ど全面にわたって砂の焼きつき、またはさしこみの状況を呈しているので、検査対象である鋳肌を検査員が直接目視することができないので、実質的には無検査で後工程に流されているのも同然である。

##### (b) 寸法検査

寸法検査は試作品に対してのみ実施し、通常は実施していない。肉厚検査は試作品および木型製作の段階で実施し、通常は実施しない。またこれらの検査結果の記録は残されていない。

##### (c) 非破壊検査

非破壊検査は設備が無く実施していない。

#### (2) 工場診断

##### (a) 外観検査

###### (i) 検査の意味

外観検査とは、一般に“表面検査”を意味しており、バルブ鋳鋼の場合は内面と外面の両面が対象となる。当鋳鋼工場の外観検査は、この両面共まったく実施されていないといわなければならない。

## (ii) 検査の目的

外観検査の目的は、鋳鋼の耐圧性を阻害する重大欠陥が無いことを保証するために行うものである。耐圧性を阻害する欠陥とは一般に肉厚を貫通している欠陥で、その重大度から述べると、ひけ巣、プロホール、亀裂、砂かみ、ピンホールなどが考えられる。これらの欠陥の寸法は1mm～5mmの大きさであるので、被検査対象面は鋳物砂や酸化スケールなどが付着せずに、滑らかで清浄であることが条件である。

## (iii) 前処理

素材表面の酸化スケール付着と砂の焼きつきで本来の鋳肌が出ていないので、外観検査の前処理としてショットブラスト処理が必要である。

さらに、外観検査で細かい欠陥を対象とする場合には、一切の非金属の付着が許されないので、グラインダで被検査面の全面を研磨する必要がある。これは、外観検査のためだけでなく、後で非破壊検査を実施する場合、被検査品の表面が非破壊検査に適した境界条件となるように、特に厳密に行われる場合が多い。

## (iv) 検査基準

外観検査を行う場合には、一般に合否判定の限界見本がないと、検査員の主観が入って品質を安定させることが非常に困難となる。国際的な鋳鋼品の鋳肌の基準としては米国の配管部品規格であるMSS-SP-55がある。しかし、この規格は許容基準がやや低いので、日本鋳鍛鋼会の「鋳鋼品鋳肌基準」を参考とするのが良いと考えられる。いずれにしても、肉眼検査は一種の感応検査であるので検査員の教育が重要である。

また肉眼目視検査では検査員の近距離視力を定期的に検査し管理することが必要であると共に、検査場の照度も重要であり、天候にかかわらず300ルクス以上の照度を確保する必要がある。

## (v) 職場環境

外観検査を行う場合は、上記のように被検査面を清浄にすると共に、職場環境を良くして検査面に粉塵がたまらないところで、十分な照明の下で検査することが必要条件である。しかし当工場では、鋳鋼の砂おとし場で検査をしており、粉塵も多くまた照度も暗い。このように、砂おとし場は鋳鋼素材の外観検査をする環境として不適切である。

## (b) 寸法検査・肉厚検査

### (i) 検査の目的

完成した鋳鋼品が、機械加工によって正規の製品の寸法がとれるか否かを機械加工に先立って確認するのが寸法検査である。さらに、寸法検査と同時に肉厚の検査も行われるが、バルブの品質保証の中で最も重要な耐圧性の強度保証となる肉厚の検査は、厳重な管理のもとで実施されなければならない。

この管理とは次の事項である。

- ① 寸法・肉厚検査基準の確立
- ② 検査員の教育と資格づけ
- ③ 検査用具の精度管理

当工場の場合、残念ながらこの3項目がすべての点において満足されていない。その結果耐圧性の保証業務も不完全なものになっているといわざると得ない。

鋳物寸法は、実際には、機械加工時に寸法が大きすぎれば取り代が多くなり、少なすぎれば寸法がとれないことで明確になる。したがって、機械加工工程の自己管理さえ十分に成されておれば、寸法検査は鋳鋼の製造工程の絶対必要条件ではない。しかしながら、肉厚検査は品質保証上の絶対必要条件であるので現状は改善されなくてはならない。

### (ii) 検査記録

寸法、肉厚検査を行い、それに合格した場合はその検査結果を記録することと、現物に表示することが必要であるが、当工場では、この記録と現物への表示が行われていない。現状では製品の製造番号が決定されていないので、記録を残すことが出来ない訳である。

### (iii) 測定機器

肉厚測定器の管理も不完全である。設計図面は肉厚についてはmm単位で指定されているので、その測定誤差は±0.5 mmと考えられる。したがって、これに使用する測定器はmm単位の物差しでよく、最近開発されている超音波によるデジタル肉厚計を使用する必要性はない。

#### (c) 材料検査

国家標準 GB 979-67には、各鋼種別にその化学成分と機械的性質が規定されている。また機械的性質を測定するための試験片の鑄造要領も規定されている。しかしながら、当鑄鋼工場では、この材料試験のための試験片を殆ど鑄造していない。したがって、熱処理工程で熱処理中の試験片も殆ど見かけない状況である。

南昌バルブ工場が、国家標準にもとづいてバルブを設計、製造している以上、各製造工程は国家標準に規定された事項を厳格に遵守する義務がある。

バルブの破損は周辺の人と設備に損傷を与える恐れが強いので、その品質の保証を顧客に提供することはバルブ製造工場の重大な責務である。そして、この思想を南昌バルブ工場の全従業員に徹底的に教育することがぜひとも必要である。材料検査の実施は、この品質保証の最低必要条件を満たすことである。

#### (d) 非破壊検査

非破壊検査は金属材料または溶接部の内蔵欠陥を非破壊の状態を検査するもので、各種材料・部品で構成されている機器および設備の安全性と信頼性を推定して品質保証を行う手段として有効である。機器の信頼性が高度に求められる場合には、通常の肉眼および材料検査に追加して非破壊検査が客先から要求される。しかし、非破壊検査は他の一般的な検査に比べて検査原価が相当に高価となるので、高度な品質保証が必要とされる場合にのみ実施されるものである。

現在の当工場の製品に関しては、非破壊検査の実施が要求されていない。しかし、バルブ工場における製品の品質保証と生産技術の改善のためには、非破壊検査設備が必要である。当工場が将来、国際市場に進出することを考えるならば、非破壊検査設備の導入は必要条件となる。



### 3-1-8 溶接補修および研磨

#### (1) 現 状

溶接補修は、砂おとし職場の中に2名の溶接士が配置されて、実施されている。溶接補修対象は、素材検査員が検出し指示した欠陥部位である。しかし、砂の焼きつきと酸化スケールの付着のために、大きな欠陥のみしか検出できず、結果的には約10mm以上のひげ、ノロかみ、砂かみ、押湯のひげ込みなどがその対象となっている。

#### (a) 欠陥除去

欠陥除去は、ハンマで欠陥の中に入っている砂またはノロを取り除き、周辺の酸化スケールを取り除いている。しかし、本来の鋳鋼品の欠陥除去では、砂などの鉄以外の異物を取り除き、その周辺の鋳鋼の母材の一部までを除去して、溶接するすべての面に異物および欠陥がないように、清浄にすることが原則である。

#### (b) 溶接補修

溶接補修に当たって、被溶接材の予熱は実施されていない。また溶接棒の予熱も実施しておらず、乾燥も行っていない。使用している溶接棒は、国家標準E4303に規定されている抗張力43kg/mm<sup>2</sup>のチタニヤ系、低水素溶接棒を使用している。

溶接作業者は溶接士の資格を持っていない。また溶接指示書および溶接作業標準は見当たらず、溶接後の検査は肉眼検査によっている。

#### (c) 研 磨

工場で作したスインググラインダによって研磨を行っているが、バリ、突起物など、大きい問題点のみを重点的に研磨している。

したがって、溶接補修跡の研磨処理は殆ど実施されていない。本来ならば、鋳鋼品の鋳肌の荒れた個所と溶接補修したビード跡は、研磨されて、美しい鋳肌と同等になるように処理されるべきであるが、まったく実施されていない。

## (2) 工場診断

肉眼検査で検出された欠陥に対しては溶接補修が行われているが、溶接作業が特殊工程であるという視点からの作業管理がまったく行われていない。すなわち、特殊工程とは作業自体を管理しないと品質の改善が行われず、作業完了後に検査しても品質の評価ができない工程をいう。

溶接補修の場合の特殊工程の管理とは、次のような事項である。

- (1) 溶接作業手順を明確に規定し、作業者が交代しても品質が変動しないように作業が標準化されて成文化されていること。
- (2) 教育訓練により作業者の技能が確立され、その技能水準が維持されるように管理されていること。
- (3) 溶接に使われる設備や材料が、正常な状態に維持管理されていること。

これらの観点から鋳鋼工場の溶接補修工程を見ると、作業管理と技能の資格づけが行われているとは考えられない。したがって、鋳鋼品の耐圧性を保証するための溶接補修としての管理はなされていないと考えられる。

以下に溶接補修工程の問題点を述べる。

### (a) 欠陥除去

欠陥除去は、ハツリまたはガウジングによって完全に行われなければならない。ハンマによる欠陥除去は、溶接条件の整備にはほど遠いものである。ショットブラスト処理によって、微細欠陥の検出が可能となった時点で、欠陥除去も同次元で検討すべきである。

### (b) 溶接条件

鋳鋼の補修溶接とバルブ製造工程の構造溶接とは、耐圧容器を構成するという溶接条件上からは基本的な相違はない筈である。しかるに、鋳鋼の補修溶接の管理は極めて貧弱であり、今後その技能および管理の水準を向上させる必要がある。

特に、溶接材料の吸湿防止のための保管管理は、溶接欠陥防止のための最も重要な処置であるが、この乾燥設備もなく、溶接欠陥の防止対策を早急に行う必要がある。

### (c) 研 磨

研磨は本来、局部的問題個所を周辺の部分と同一にする処理作業であるが、周辺が相  
当に荒れている現状では、局部的研磨の意味を成さない。したがって、研磨の問題は相  
対的に品質が向上した段階で、検討されるべきである。

研磨処理の方針としては、先ずショットブラストで酸化スケールを除いた後、局部的  
な錆肌荒れは手動グラインダによって研磨処理がなされるべきである。これには、最近  
は切削能率のよい高周波グラインダがよく使用される。

## 3-1-9 材料の受入照合検査

### (1) 現 状

#### (a) 組織および勤務体制

材料の受入照合検査業務は検査課が担当している。検査課の人員は課長以下57名で勤  
務は午前8:00~午後5:00の定時勤務である。

#### (b) 受入検査対象品

受入検査対象品は、鋳鋼工場で鋳造された鋳鋼品および工場外から購入する鋳鋼品と  
丸鋼材である。

#### (c) 搬入と搬入場所

それぞれトラックによってバラ積みで搬入されている。鋳鋼品は各加工機械の周辺の  
空き場所に山積状態で置かれており、鋳造素材、加工品、それに飛散した切り粉が混然  
山積している状態である。

丸鋼材は、別棟の鋼材倉庫に搬入受入され保管されている。

#### (d) 使用図書

受入照合検査に必要な図書類は、検査課として所有しているが、受入検査場には常備  
されておらず、検査員は適用図書類を使用していない。したがって、搬入されたものが、

適用指示図書の要求事項を満足しているか否かの判断は、まったくの経験と勘に頼っているものと推測される。

(e) 識別表示

鋳鋼工場で鋳造された鋳鋼品については、3-1-5項「解棒、砂おとし、切断、ガウジング」に記述したとおり、識別マークや番号は付与されていない。

それ以外にも、工場外から搬入される鋳鋼品および丸鋼材に、識別するためのマークや番号が付与されていない。したがって、加工現場ではこれら材料の生いたちがまったく判別できない上に、不具合が発生した場合も、追跡調査するための手掛りが見つめないのが現状である。

(f) 検査項目

現品に対しての内外面の目視検査、内作測定模範による外形寸法の確認、および数量検査が実施されている。

工場外からの購入鋳鋼品については、熱処理、非破壊検査などの前処理が実施されているかどうかを確認するための図書類もなく、材料に内蔵する欠陥を検査することができない。

(g) 計測機器

計測機器は、ノギス、内作のノーゴージを使用している。

ただし、これらのゲージの管理状態についての表示はない。(管理状態とは、各々のゲージ類の固有番号、校正年月日、有効期間を明示したラベルまたはタグをそれぞれの計測機器に貼付またはぶら下げるなどして、各計測機器の管理の状況が確認できる状態をいう。)

(h) 検査記録

検査記録用紙はなく、また現品に関する識別表示がないので、どの現品が良品か不良品かの記録が残せない。ただし、不良品が何個あったかの数量記録は残されている。

### (i) 良品、不良品の区別と保管

良品、不具合品、不良品は、次の色別によって一個一個筆ペンキマークが付けられている。

良品：黄色、あるいは緑色

不具合品：青色（補修手直しによって良品となる）

不良品：赤色

しかし、その保管場所には区画がなく、また不良品を隔離していない。

青色の不具合品に関しては、どのような処置をするか、その発動者、決定者が規定されていない。したがって、作業者の自主的行為にゆだねられている。

このような状況であるので、不具合品、不良品の色別が塗りがえられて加工され、組立工程まで流れていくことが頻繁にあるとのことで、バルブの重要性、機能性などについての工場従業員に対する教育が不足している。このようなことから、バルブ製造作業において、通常決して行ってはならない行為が定常化しているものと推察される。

## (2) 工場診断

### (a) 検査員の配置

受入検査業務および中間工程の検査業務を含め、当面の対策として、検査員を現場に常駐させ中間検査に当たらせるべきである。そして、自らの責任で不具合品、不良品を恒常的に次工程に流すことをなくすようにすることが必要である。こうして、自主検査が定着した時点で、中間検査員を徐々に縮小していくようにする。

### (b) 搬入と搬入場所

内作の鋳鋼品については、現在行っているように全数加工工場に搬入して受入検査をするのではなく、鋳鋼工場から搬出する前に検査をして、良品のみを出荷すべきである。このように、次工程へ不良品を流すことを自らの責任で排除することである。

また補修手直しを前提にした不具合品については、鋳鋼工場内で補修を行い、必要に応じて熱処理をした後、加工工場に搬入することが必要である。

購入鋳鋼品については、購入元からパレットまたはパレテーナの単位で搬入するよう

にする。

(c) 使用図書

現物、部品を検査する場合、図面、方案書（仕様書、基準書等）の図書類の規定に基づいて検査し判定することが必要条件となる。したがって、検査員は適用図書の規定に従って検査することを習慣化するように教育する必要がある。

(d) 識別表示

現物、部品には、それぞれを識別するために個々の履歴を示すマークまたは数字が必要である。したがって、識別マークは、生産、品質、工程などの工場管理に必要なものである。

識別表示を行うことは、現物、部品と図書類との照合および記録、報告書などの作成、不具合が発生した場合の原因の追跡調査などに必要不可欠の条件である。

(e) 検査方式

生産の初期では、原則として適用図書類に従って全数検査すべきである。しかし、既存部品で品質が安定している場合は、抜き取り検査によるほうが、能率的で好ましい。

ただし、全数検査を行うか抜き取り検査をするか、あるいは外注先にまかせて無検査にするかなどについては、部品の重要度や過去の実績などを考慮して決定しなければならない。

(f) 検査項目

検査項目として、まず内外面の外観目視検査に加え、内作模範や、計測機器によって主要寸法の検査をする必要がある。また化学成分、機械的性質および熱処理、非破壊検査などの実施に当たっては、ミルシート、記録報告書などによって事前に確認することが必要である。数量検査については、当然実施されなければならない。

(g) 計測機器

受入検査を行う時に使用する計測機器は、良く管理された治工具、模範、計測機器を用いなければならない。

### 3-1-10 切削加工

バルブの機械加工は、第1機械工場と第2機械工場で行われている。第1機械工場と第2機械工場の作業分担は以下のとおりである。(なお、1988年3月にそれぞれの名称がバルブ第1工場、バルブ第2工場に変更されたが、本報告書では旧来の第1機械工場、第2機械工場の名称に基づき、以下記述する。)

#### 第1機械工場

呼径 80, 100, 125, 150, 250, 300 の仕切弁、逆止弁、玉型弁を対象として、その機械加工から溶接、摺合せ、組立、検査および塗装梱包までを主任以下239人で実施している。その組織図は図3-1-8に示されるとおりである

#### 第2機械工場

呼径65以下の仕切弁、逆止弁、および玉型弁を対象として、その機械加工から溶接、摺合せ、組立、検査および塗装梱包までを主任以下72人で実施している。その組織図は図3-1-9に示されるとおりである。

以下に述べる工場の現状および工場診断においては、両工場に共通する事項は総合的に記述し、それぞれの工場に固有な事項に関しては第1機械工場、第2機械工場の区別をして記述する。

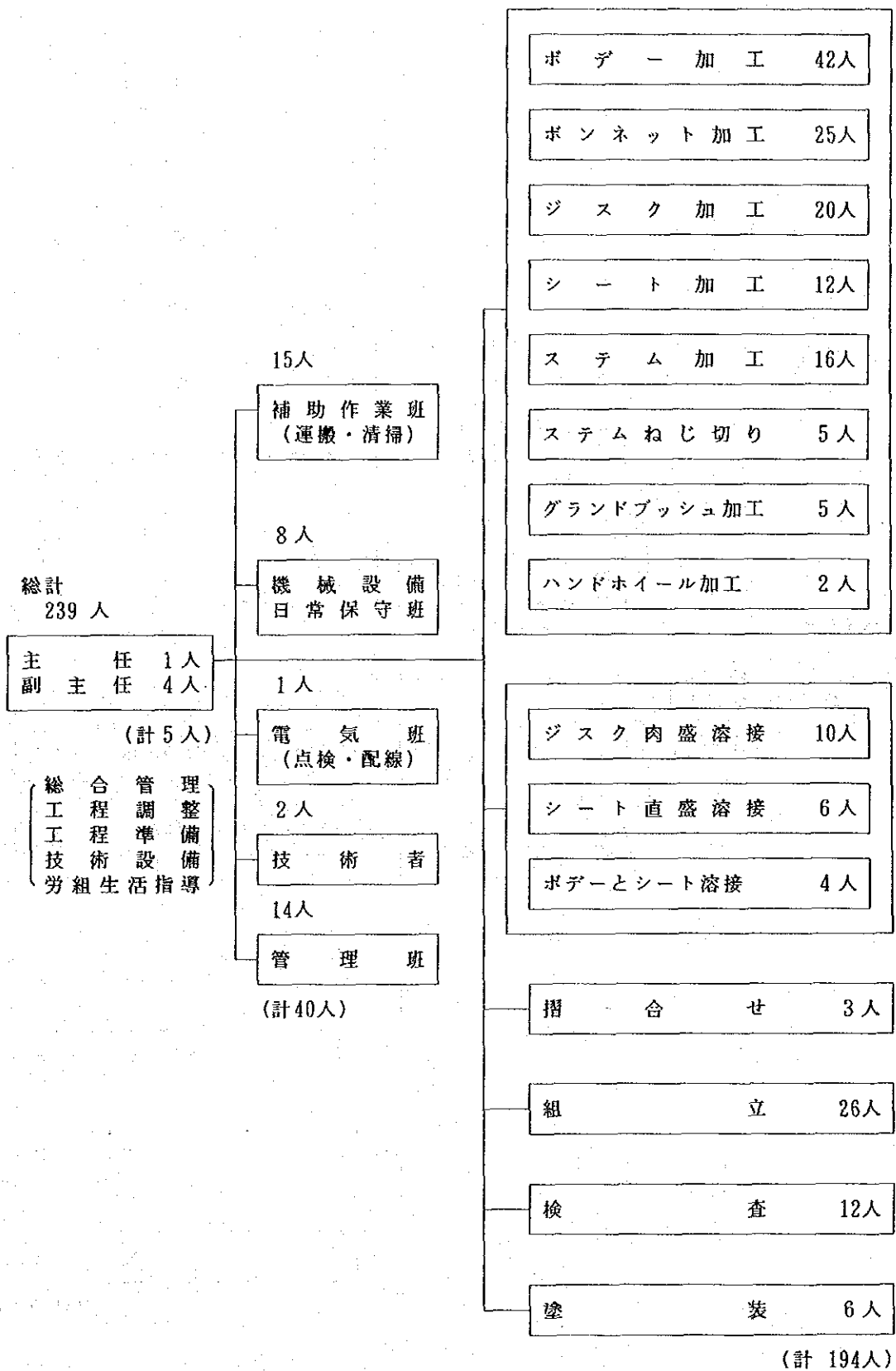


図 3-1-8 第 1 機械工場の組織および人員



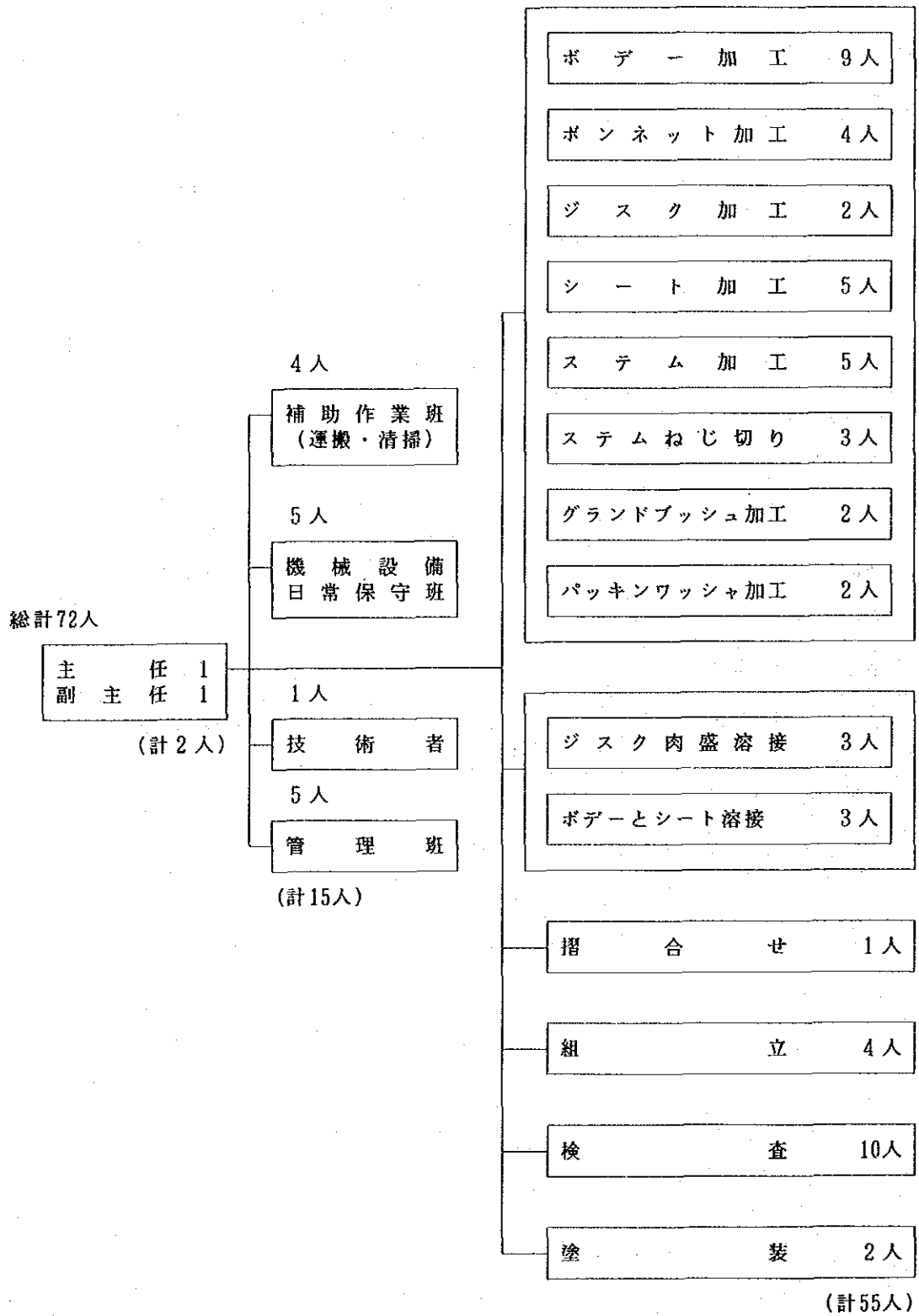


図3-1-9 第2機械工場の組織および人員

## (1) 現 状

### (a) 組織および勤務体制

#### 第1機械工場

主任は1名で工場の総合管理を行っており、この主任を補佐して副主任が4名配置され、それぞれ工程調整、工程準備、設備技術、労組による生活指導を担当している。間接作業としては、運搬、清掃の補助作業員15人、機械設備の日常保守作業員8人、電気関係の点検修理作業員1人、技術者2名、そしてそれぞれの直接加工作業グループを監督する者が14人となっている。

直接加工作業は、ボデー42人、ボンネット25人、ステム16人、シート12人、グランドブッシュ5人、ステムねじ切り5人、ハンドホイール2人、ジスク20人で行われている。

勤務は午前8:00～午後5:00の定時勤務と午後5:00～午前0:00の2交替勤務体制をとっている。

#### 第2機械工場

第1機械工場と同様、主任1名は工場の総合管理を担当し、補佐役として副主任1名が配置されている。間接作業として、運搬、清掃の補助作業員4名、機械設備の日常保守作業員5人、技術者1人、そして各直接加工作業グループの監督者が5人となっている。

直接加工作業は、ボデー9人、ボンネット4人、ステム5人、シート5人、グランドブッシュ2人、ステムねじ切り3人、パッキンワッシャ2人で行われている。

勤務時間および勤務体制は第1機械工場と同様である。

### (b) 機械設備の配置と台数

第1機械工場のA、B棟にボデーを加工する機械が、同じくC、D棟にボデー以外の部品（ボンネット、カバー、ジスク、シート、ステム、パッキンワッシャ、グランドブッシュ、ハンドホイール、ステムナット）を加工する機械設備が配置されている。またそれぞれの棟に天井走行起重機が設置されている。

第2機械工場は1棟で、ボデー他すべての部品を加工する機械設備が配置されている。主な加工機械設備と台数は表3-1-4のとおりであるが、別にその詳細を図3-1-10および表3-1-5に示す。

表3-1-4 主な加工機械設備

機械設備等	第1機械工場				第2機械工場
	ボデー加工		ボンネット他加工		
	A棟	B棟	C棟	D棟	
横型普通旋盤		1	22	12	13
縦型旋盤		4			
三軸専用機	6				
横型フライス盤			4		1
立型フライス盤			1		
直立ボール盤		1			1
ラジアルボール盤		3			1
型削盤		1			
立削盤	1	2			1
外面研磨盤			1		1
平面研磨盤				2	
(合計台数)	(7)	(12)	(28)	(14)	(18)
天井走行起重機	2	1	1	1	2

図3-1-10に示されたとおり、各機械設備は、概ね各部品ごと、そして加工手順に従って配置されている。一部に、廃却機械設備が処理にされずに放置されている。

(c) 機械設備の保守保全

5年ごとに1回の保守保全計画はあるが、実際には計画どおり実施されていない。したがって、各機械設備の故障が発生してからの事後処置となっている。また保守保全計画の内容は、機械的な調査点検処置の範囲内に留まり、精度点検には及んでない。





表3-1-5 南昌バルブ工場の加工機械設備一覧

第一機械工場設備一覧

No	名称	管理No	設備No	能力	加工部位	加工量 (個)/日入	備考
1	普通旋盤	016-075	C 630	300X1400	~200φ Bn 一次	8	2交替
2	"	001	"	"	" 二次	16	"
3	"	016	"	"	~150 一次	9	"
4	"	043	"	"	" 二次	18	"
5	"	016	"	"	~125 一次	11	"
6	"	071	"	"	" 二次	12	"
7	"	072	"	"	~100 一次	10	"
8	"	076	"	"	" (ヨウ, 特ト)	10	"
9	"	077	"	"	~100 Bn	15	"
10	"	002	C620	400X750	~200(ヨウ, 特ト) 一次	24	"
11	"	078	"	"	" 二次	11	"
12	"	110	CW6280/1500	800X1500	~200 Bo 出入口F ヲ	18	"
13	"	081	C618-1	180X600	~150(ヨウ, 特ト)	28	"
14	"	012	"	"	"	28	"
15	直立ボール盤	021-009	Z535	35φ	~200 Bo	6	"
16	ラジアル "	025-014	Z3040	40φ	"	6	"
17	"	-007	Z35	35φ	~200 Bn	18	"
18	"	001-	Z3080	80φ	~200 Bo	9	"
19	万能フライス盤	068-001	X62W	1250X320	~200 Bn	22	"
20	型削盤	073-012	B665	"	"	"	休止
21	立削盤	074-001	B5032	320	80 Bo	18	2交替
22	"	-003	"	"	"	18	"
23	"	-002	B5050X	500	150 "	10	"
24	三軸専用機	044-001	DU-823	80~150φ	~150 "	20	"
25	"	002	-824	"	80~200 " 二次	19	"
26	"	003	-825	"	"	"	休止
27	"	004	-826	"	"	40	常勤
28	"	005	-827	"	"	40	"
29	"	006	-828	"	"	40	"
30	縦型旋盤	015-003	C5116A	1600X1000	~200 Bo ヲト当り面出入口 F	5.5	2交替
31	"	002	C512A	1250X900	" Bo ヲト面外径	12	"
32	"	001	C5112A	1250X1000	"	12	"
33	"	004	C518A	800X800	125 " ヲト F 3面	18	"
34	普通旋盤	016-022	C630	300X1400	200 S 一次	32	"
35	"	-096	C620-1	400X750	" " 二次	33	"
36	"	-031	Q20G	"	" ST ヲト穴	28	"
37	"	-067	CA6140	"	" S 一次	31	"
38	"	016-068	"	"	80 ST	23	"
39	"	069	"	"	150 "	15	"
40	"	084	"	"	100 "	17	"
41	"	085	CW6140A	400X1000	200 " 三次	27	"
42	"	111	C630A/750	300X750	150 S	37	"
43	"	008	C618	180X600	ST-Bu ねじ切 一次	120	"
44	"	010	"	"	150 ヲトスラスト用 Bu	100	"
45	"	014	"	"	100 GI-PA-W	48	"
46	"	015	"	"	200 ヲト ヲト型 D	32	"
47	"	023	"	"	80 ヲト	48	"
48	"	025	"	"	150 ヲトスラスト用	60	"
49	"	027	"	"	65 GI-PA-W	54	"
50	"	029	"	"	ST-Bu 二次	48	"
51	"	019	"	"	125 " 一次	120	"
52	"	080	"	"	" " 二次	30	"
53	"	082	"	"	100 " 一次	120	"
54	"	065	C616	320X750	65 " "	120	"
55	外面研磨盤	031-002	M131W	315φ X1000	150 ST	32	"
56	主軸平面 "	073-003	M1475B	750φ X300	150 D	24	"
57	"	004	"	"	" S	54	"
58	万能フライス盤	067-005	X62W	1250X320	" ST	48	"
59	"	007	"	"	" D	27	"
60	"	009	"	"	" "	32	"
61	立型フライス盤	061-004	X5221	210X800	" ST-Bu	80	"
62	万能フライス盤	067-001	X62W	1250X320	" ST	48	"

注) Bo: ボデー, Bn: ボンネット, D: ジスク, F: フランジ, GI-PA-W: グランドパッキンワッシャ, S: シート, ST: ステム, ST-Bu: ステムブッシュ, 常勤: 交替勤務なし

第二機械工場設備一覧

No	名称	管理No	設備No	能力	加工部位	加工量 (個)/日入	備考
1	普通旋盤	016-074	C630	300X1400	Bo 入口 F 3面	30	2交替
2	"	106	C630A/1000	615X1000	" 出口 F "	35	"
3	"	109	CA630 CA630M	800X1400	" U-F "	30	"
4	"	064	C620-1	400X750	ST 外径	70	"
5	"	079	C620-1B	202X650	Bo ヲト ヲト 入口外	30	"
6	"	100	C620-3/1000	400X1000	S	30	常勤
7	"	107	C620-1	202X650	Bn-Yの孔	25	2交替
8	"	070	CA6140	400X750	スクリュー ヲト 弁 ストップ 弁 D	25	常勤
9	"	006	C618	180X600	D 当り面	30	2交替
10	"	046	"	"	ストップ 弁 D	50	"
11	"	011	C6127	270X800	ST ヲト 孔	70	常勤
12	"	102	C616	320X750	GI-PA-W	70	2交替
13	"	104	C616A	"	ST ねじ切	30	"
14	直立ボール盤	021-006	Z535	35φ	GI-B ヲト 孔	80	常勤
15	ラジアル "	025-012	Z3040	40φ	Bo F-3面、穴明	35	2交替
16	万能フライス盤	067-006	X62W	1250X320	スクリュー キ溝	100	"
17	立削盤	074-004	B5032	320	Bo ヲト	22	常勤
18	外面研磨盤	031-004	M1432A	320φ X1500	ST 研磨	100	常勤
19	型削盤	073-003	B665	"	"	"	休止

注) Bo: ボデー, Bn: ボンネット, D: ジスク, GI-PA-W: グランドパッキンワッシャ, GI-B: グランドボルト, S: シート, ST: ステム, U-F: アップーフランジ, Y: ヲト, 常勤: 交替勤務なし



(d) 機械設備の稼働状況

機械設備の稼働状況は各機械設備によって差異はあるが、平均的には40～50%である。

その状況としては、

- ・ 作業者不在で機械設備が稼働していない
- ・ 作業者は居るが運転されていない
- ・ 段取りをしている
- ・ 刃具の研磨・取替えをしている

などが稼働率の低下要因となっている。

(e) 治工具類の使用状況

治工具は、ボデーフランジの三面加工、ジスクの加工、フランジの穴開加工に使用されているが、その他には特に採用されていない。

一例として、フランジ三面加工ボデー取付治具を図3-1-11に示す。

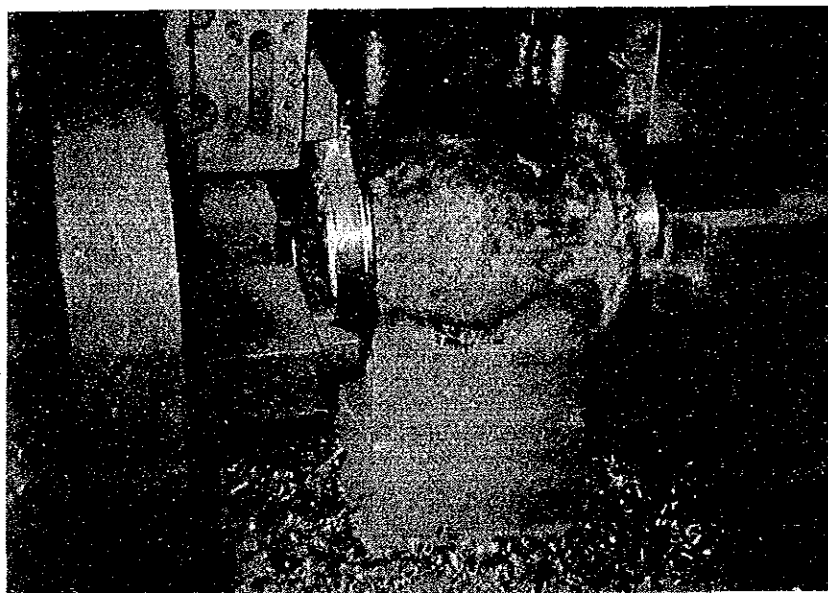


図3-1-11 フランジ三面加工ボデー取付治具



#### (f) 刃 具

刃具として、バイト、ドリル、カッタが使用されている。

##### (1) バイト

バイトはチップロー付で、ほぼ標準化されている。各作業者が図面、加工部品の部位、さらに各自の好みに応じてそれぞれ研磨成形している。この研磨作業には、1日当たり1～1.5時間を要している。

バイトは次の記号を使用した材質が使用されている。

- ・ YG 6、YG 8 (W, Co 合金)
- ・ YT 5 (W, Co, Ti 合金)
- ・ W 18 Cr V (W, Cr, V 合金)

##### (2) ドリル

ボール盤に使用し、材質としてはハイスを使用している

##### (3) カッタ

フライス盤、立削盤に使用し、材質としてはハイスを使用している。

#### (g) 計測機器、ゲージ (模範)

ゲージ (模範) は検査課計量室で設計製作されたノーゴージェージを使用して加工している

本ゲージは、加工図が出図された時点で検査課計量室で準備される。作業者は加工前に適用ゲージを借出し、使用后計量室へ返却する。計量室では、返却受領時、そのゲージの精度について基準値と比較し確認している。ただし、基準外れが発見された場合、そのゲージによって製作された加工物の再検査などの処置は行われてない。

ノギス、マイクロメータなどの計測器は、ステムの長さ計測、あるいはノーゴージェージの補助的測定器として使用する程度で、頻繁に使用はされてない。

#### (h) 加工部品

機械加工工場で加工されている部品類をまとめると以下のとおりである。

### 第1 機械工場

ボデー、ボンネット（カバー、ヨークサポート）、ジスク、シート、ステム、グラ  
ランドブッシュ、ハンドホイール、ステムナット。

### 第2 機械工場

ボデー、ボンネット（カバー、ヨークサポート）、ジスク、ステム、グラ  
ランドブッシュ、パッキンワッシャ。

ただし、口径80～100 mmのヨーク付ボンネットは外注による精密鋳造品であり、また  
フランジおよびグラントルト用ピンの穴は鋳貫きであり、加工不要な部品である。

#### (i) 図書類

機械工場で使用される図書類としては、加工図、加工手順表が作成されている。加工  
手順表は、加工図から具体的に物を造るための指示書で、図3-1-12に例示されるよ  
うに部品ごとに詳細に記述されている。

すなわち、基準線、寸法、平行度、垂直度、角度の許容値、基準線を出す時の姿、状  
態、工程途中の検査時期、チャッキングの方法とその場合の注意事項、加工仕上がり精  
度、使用治具、工具、測定具、面取り、かえり取りの時期などが工程順に説明されてい  
る。しかし、現場にはこの加工手順表は準備されていない。

図書類の利用としては、第1機械工場ではステム加工に加工図が使用されている程度  
であり、第2機械工場では、ボデー、ステムの加工図は使用されているが、第1、第2  
機械工場共に加工手順表は見当たらない。

