

第 8 章 結論と勧告

8-1 結論

蘇州紡績器材工場電動機廠は現在順調に直流電動機を製作して、中国全土の顧客にその製品を供給している。調査団は、本近代化計画の目標である直流電動機の現状の生産量 16,500kW を 1997 年には 60,000kW に増産するという計画を実行する潜在能力を工場は十分に有していると判断している。従って、本調査で提案した近代化計画を確実に実施する事により、大きく飛躍できると確信する。それには、先ず第一に作業員に作業の基本を守らせる事、基礎を充実させる事を徹底し、それにより作業員の資質向上を図る事が最重要事項である。

生産設備の近代化については、生産フローの簡素化一元化を念頭に機械・プレス工場のレイアウトを変更し、各生産工程の設備の導入を検討し、実現可能な具体的近代化の基本案を作成した。近代化計画の実施に当たってはこれを基礎に更に詳細を詰める事が望まれる。生産工程と生産管理に付いて述べた改善・改良を踏まえ、本近代化計画を完遂する事により、蘇州紡績器材工場電動機廠が必ずや中国における直流電動機の模範工場と成り得る事を確信する。

8-1-1 生産工程

1) 原材料受け入れ

購入原材料の品質保証の取決めを原材料納入会社との間で纏め、材料の特性改善と不良率の低減を図る。取決めが出来たものは社内検査を省略し、受入れ検査を簡素化する。

2) プレス加工工程

増産計画に対処するために、150Ton のブランキングプレスを導入する。回転子コアのノッチング打ち抜き作業を自動高速ノッチングプレスで行うよう新設備を導入する。更に、材料の自動供給装置の導入を考え、将来コイル材（フープ材）が入手可能になる時期に備え、プレス作業の自動化、高速化、高精度化及び材料歩留まり向上を目的とする。

3) 積層作業工程

仕掛かり品の置き台と運搬用具を整備する事により、品質の向上を図り且つ生産量の増大に対処する。固定子積層鉄心と端板の溶接を TIG（タングステン不活性ガス）半自動溶接装置に

よる高効率作業で行う。

4) 機械加工工程

機械加工工程ではパレットとフォークリフトを導入し増産の為の部品点数の増加に備え、且つ部品の損傷防止、作業員の重量物運搬からの解放を図る。NC旋盤を導入し、回転子の軸の機械加工精度の向上と増産のための加工工数増加に対処する。機械工場のインフラストラクチャーとも云える切削工具の集中研磨・スローアウェイバイトの採用・工場内圧縮空気システムの設置等を計画し、工場の近代化を達成する。

5) 巻線作業工程

巻線作業は手作業の比率が多く、全てを自動化して高能率高性能化する事は困難であるが、主極コイル巻の巻線作業時間を短縮し、巻回数の数え間違いを少なくする為に分割機械巻コイル挿入・接続方式の採用を検討する。更に固定子内の限定された空間内での自動巻線作業が行える機械装置の導入も計画する。

6) 絶縁・樹脂処理工程

巻線の絶縁用に真空加圧含浸装置の導入を検討する。本装置は工場側の近代化計画に盛り込まれており、調査団の見解も本装置はZ₁系列機の増産体制に向かって導入する必要のある装置である。導入に当たっては、設備の仕様の検討・操業条件の設定・使用溶剤の適用・運転管理等十分な検討を必要とする。EPC粉体塗装用設備は現有装置を改造利用する。

7) 整流子製作工程

整流子の締付け管理を定圧、定寸締め法に改めることにより、整流子不良の大幅な低減を図る。

8) 治工具・金型製作工程

現有設備では所定の金型の寸法精度を達成できない。スロットのポンチ・ダイの加工も充分可能なワイヤーカット機の導入を考える。

9) 組立工程

組立工程には、特別な新規設備の導入の計画は無い。組立工程は手作業が大部分であり、5Sを中心とした作業管理の早期確立と決められた作業管理基準の遵守が工場の近代化及び製品の増産に重要である。本工程において必要とされる設備は高額ではないので、近代化の全体計画との整合性とは別途に早急に導入実施する必要がある。

10) 検査・試験工程

現状の検査・試験工程設備では、近代化計画達成後の増産には対応できない。特に試験工程では、試験準備段階と実際の試験工程を分けて考え、直流電動機を無回転停止状態で試験できる項目と規定の回転まで加速して調べる試験をそれぞれ別系列の試験台で仕分けし、自動的に試験検査を行える設備を導入する。

11) 塗装・梱包出荷工程

蘇州紡績器材工場電動機廠の生産活動で環境状況の面から改良の検討が必要な職場は塗装工場である。工場が市街地に位置しているため、現状でも付近の住民からの苦情もあり又塗装職場の作業環境の改善も必要である。更に増産に備えての設備も考える必要がある。結論として、水洗ブースを設け浮遊塗料をブース内で水に捕捉させ水中の塗料の粒子を濾過紙で回収する。塗装された製品は赤外線乾燥炉の中を通過する間に急速乾燥される。水洗ブース、赤外線乾燥炉、トロリーコンベアーより構成される半自動式連続塗装設備を導入する事により 周辺住民への環境配慮 作業環境の改善 増産に伴う製品塗装能力の強化に対処する。

8-1-2 生産管理

1) 設計管理

設計審査制度を作り、その活動を定着させる。実施例を集積し直流電動機に関する技術力を強化し、設計の標準化を早急に実現する。

2) 調達管理

調達先・外注先の再評価を行い、品質・価格・納期・供給安定性の観点より有利購買を徹底する。購買業務の合理化によるコストダウンを目指す。

3) 在庫管理

関係部門全員参加による在庫一斉調査を行い、在庫理由をより明確化し適正在庫量を定める。目で見える在庫管理運動を推進する。これらの活動を評価し、効果を持続し標準化に結び付ける。

4) 工程管理

工程管理上の問題点を抽出し、近代化のための施策を討議の上、工程管理機能を強化し、標準化への基礎を固める。整理手順を見直し、帳票の整備・データの蓄積を行い近代的工程管理の条件整備を進め目で見える管理を定着させ、標準化を推進する。

5) 品質管理

品質管理の近代化は、生産管理の近代化の最優先事項とする。検査主体の品質管理から品質を作り込む体制に変革して行く。不良の実態を調査し、調査結果をデータ化し、社内不良社外不良の処理規定を制度化し、運用を徹底する。

6) 設備管理

設備の稼働率調査を行い、稼働率向上対策を実施し、稼働率グラフ提示による目で見える設備管理を徹底する。体系的設備保全を全従業員の意識改革を通じ、点検方式・保全方式の確立と相俟って予防保全活動を定着・徹底する。

7) 教育・訓練

近代化推進導入教育を行い5Sに関する教育、改善の手法に関する教育を進めると共に特殊工程等重要技能教育・訓練体系を確立し各自の専門部門の水準を高める。

8) 安全管理

安全・衛生委員会活動を推進し、全員参加の5S活動を展開し、安全成績の目標値を設定し災害ゼロを目指す。

9) 環境対策

企業の社会的責任履行の意識を全員に徹底する。周辺住民及び作業者の環境を改善する。具体的には、大気汚染、騒音、振動、工場排水、産業廃棄物それぞれの管理を徹底する。

8-1-3 生産設備の近代化

設計部門と生産管理部門のソフト関連2部門と10の生産工程に付き合計37設備を検討した結果、調査団としてはこのうち大小併せて27の設備を導入する考えのもと本工場の近代化計画を策定した。

1) 設計部門

電気設計能力として鉄心仕様、巻線仕様、ターン回数等の計算処理可能なパソコンを導入する。構造・部品設計、プレスモールド金型設計等のCADソフトを導入し、設計処理能力を向上する。ドラフタープリンター関連設備も導入し部品図面作成作業の能率化を計り、図面の出来映えを高める。

2) 生産管理部門

生産管理システムのパソコン版のコンピューター化を計り、本工場の業務規模に適応したソフトウェアを導入する。受注管理、生産計画、所要資材部品計画、購買管理、工程管

理等の業務のコンピューター処理により生産管理部門の近代化を計り、生産性を向上する。

3) プレス加工部門

プレス加工工程では、150トンプレス、ブランク取りだし装置、回転子ノッチング用プレス本体・搬送設備・スキュウNC装置を含む回転子ノッチング装置等の設備を導入する。今回の近代化計画の新規設備費用の3分の1に当たる主要改善工程である。

4) 積層作業工程部門

積層工程では、固定子の溶接の為の割り出し装置とCO₂半自動溶接設備を導入する。これにより積層作業と引き続き行われる固定子の溶接が円滑に行われ作業性が改善される。

5) 機械加工工程

機械加工工程においての大型の新設備はNC制御の旋盤である。本設備を導入することにより、増産体制に多く必要となる回転子の軸加工の作業能率を向上させる。機械加工職場には、職場の能率向上と品質改良の基盤とも云えるパレット・フォークリフト・スローアウェイバイト・工具集中研磨方式・所内空気配管施設等を導入する。設備費用は全費用の約10%である。

6) 巻線作業工程

巻線工程には固定子用巻き線機を導入する。固定子内の限られた空間内で行う自動巻き線作業は工夫を要する。分割機械巻きコイル挿入接続方式と更に進んだ自動巻き線機の2段階の導入方式を取る。設備費用は全費用の約12%である。

7) 絶縁・樹脂処理工程

Z₄系列の回転子及び固定子の巻き線の絶縁用に真空加圧含浸装置を新たに設置する。この装置は今回の近代化計画の中では大型設備である。絶縁性能は直流電動機に要求される性能でも極めて重要な項目であるので総費用の20%を占める大型設備ではあるが導入すべき設備である。

8) 整流子製作工程

バレル研磨機、TIG(Tungsten Inert Gas)溶接設備を導入する。これにより品質の向上と増産体制との双方に備える。

9) 治工具・金型製作工程

金型の製作上の加工精度を向上させる為ワイヤーカット設備を導入する。設備費用は総費用の10%近くに昇るが、これによりプレス作業の生産性が大幅に改良される。

10) 検査・試験工程

静的試験検査と動的試験検査を仕分けして、試験検査作業の能率化高速化を図る。

11) 塗装・梱包出荷工程

現在の手作業による塗装を水洗ブース内塗装半自動式連続移動赤外線乾燥装置方式の塗装設備に改善する。設備費用は総費用の5%ほどかかるが、これにより住民への環境配慮、作業環境の改良、増産による塗装量の増加に対処する。

8-2 勧告

蘇州紡績器材工場の直流電動機の生産能力を現状の16,500kWから60,000kWに増加させるためには、現有設備では困難であり、本近代化計画調査で提案した設備の導入を実施すべきである。新規設備の導入に伴う生産工程の能力増強および一部自動化などによる生産量の増加および品質の向上という本近代化の目標を達成するためには、以下の事項に充分留意して近代化計画を遂行すべきである。

- 1) 工場では、製品を製造する生産現場と、物と情報の流れを管理する生産管理部門の両部門が車の両輪となって機能して初めて良い製品が生まれる。生産工程部門に技術部門、管理部門が助言、協力をを行い、着実に生産性の向上を図る必要がある。
- 2) 「少しでもより良い製品を作ろうとする気持ち」を「品質を作り込む」と表現している。受け持ち工程毎に、必ず作業・点検、作業・点検の自主点検を繰り返し、更に中間工程で検査担当が検査をし、「品質の作り込み」を行うことが肝要である。
- 3) 「品質の作り込み意識」が高くなると、工程毎の不良品が少なくなり、全体として生産性が高まる。生産速度を上げて、ひたすら数多く作り、不良品を作りそれを手直しするより、たとえ生産速度を遅くしても「確実に良品を作り込む」ことの方が遥かに効率が良く利益につながる。
- 4) 技術とノウハウの蓄積に設計部門だけでなく、全従業員が心掛ける。新しい技術や新しい設備を導入した場合、導入した技術をそのまま使うだけでなく、徹底究明し元の技術の原理原則を理解し、そこから一つでも二つでも派生技術を産みだし、全く別の工程或いは製品への応用を図ることを心掛けることが重要である。

- 5) この技術の蓄積が有って製品の改良をし、市場の要望に応じた新しい製品を供給出来る設計力が養はれる。
- 6) 技術資料の整備が望まれる。資料室を充実し、国内外の技術資料、文献、カタログ類を収集し、誰もが閲覧出来、貸出が自由に出きるような制度を作る。
- 7) 増産に対応する技術的能力は本報告書に述べた通り充分達成可能であるが、販売体制・販売方法・販売要員・販売網の改善、整備、拡充等の販売力の強化を図ることが今後の企業の存亡を左右するほどの重要課題である。

中華人民共和國
工場(蘇州紡績器材)近代化計画
調査報告書
本文

目 次

第1章 序 論

1-1	調査の背景	1-1
1-2	調査の目的	1-1
1-3	調査の範囲	1-2
1-4	現地調査団の構成及び調査工程	1-4

第2章 工場の概要

2-1	工場立地	2-1
2-2	工場概要	2-4
2-3	工場配置	2-12
2-4	直流電動機の生産量	2-15
2-5	近代化計画の目標	2-16

第3章 生産工程に関する現状と問題点

3-1	原材料受入れ	3-1
3-2	プレス加工工程	3-3
3-3	積層作業工程	3-14
3-4	機械加工工程	3-20
3-5	巻線作業工程	3-29
3-6	絶縁・樹脂処理工程	3-44
3-7	整流子製作工程	3-57
3-8	治工具、金型製作工程	3-67
3-9	組立作業工程	3-73
3-10	検査・試験工程	3-78
3-11	塗装・梱包出荷工程	3-82

第4章 生産管理に関する現状と問題点

4-1	開発・設計管理	4-1
4-2	調達管理	4-9
4-3	在庫管理	4-17

4 - 4	工程管理	4 - 23
4 - 5	品質管理	4 - 32
4 - 6	設備管理	4 - 42
4 - 7	教育・訓練	4 - 51
4 - 8	安全管理	4 - 58
4 - 9	環境管理	4 - 66

第5章 工場近代化計画

5 - 1	工場近代化の方針	5 - 1
5 - 2	生産工程の近代化	5 - 6
5 - 3	生産管理の近代化	5 - 66
5 - 4	近代化計画実施上の留意点	5 - 139

第6章 生産設備の近代化

6 - 1	近代化の対象	6 - 1
6 - 2	生産工程	6 - 3
6 - 3	生産管理	6 - 52
6 - 4	実施スケジュール	6 - 57
6 - 5	生産設備近代化に要する経費	6 - 61

第7章 財務管理

7 - 1	財務管理	7 - 1
7 - 2	企業の収益性	7 - 8
7 - 3	企業の健全性	7 - 13
7 - 4	財務分析結果	7 - 18
7 - 5	原価分析	7 - 19
7 - 6	財務管理の近代化	7 - 25

第8章 結論と勧告

8 - 1	結論	8 - 1
8 - 2	勧告	8 - 7

図 表 リ ス ト

【表 番 号】

2-2-1	工場概要	2-5
2-3-1	機械設備一覧表	2-14
2-4-1	蘇州紡績器材工場直流電動機の生産量	2-15
2-4-2	1994年度直流電動機 (Z ₂) の生産台数内訳 (実績)	2-15
2-5-1	中国の主要直流電動機生産工場 (順位) - 1994 -	2-16
2-5-2	蘇州電動機廠の販売予測量	2-17
2-5-3	蘇州電動機廠の1997年度の直流電動機 (Z ₂ 及び Z ₄) の生産台数内訳 (予測)	2-18
3-2-1	プレス職場の主要設備	3-4
3-4-1	機械職場の主要設備	3-20
3-5-1	巻線職場の主要設備	3-29
3-6-1	絶縁・樹脂処理の主要設備	3-44
3-7-1	ヒートプレス条件の比較表	3-64
3-8-1	電動機廠模具組の主要設備	3-67
4-3-1	調達課在庫品の数量・金額	4-18
4-3-2	電機) 外注品・半製品の数量・金額	4-19
5-2-1	電気機器製造会社の照明基準の例	5-29
5-3-1	製品企画書 (商品企画書) の内容の例	5-69
5-3-2	技術情報の種類	5-73
5-3-3	QCDによる点数評価方式	5-79
5-3-4	材料費低減項目の一例	5-80
5-3-5	在庫の分類方法	5-84
5-3-6	品質方針の例	5-101
5-3-7	経営者による見直しチェック項目	5-102
5-3-8	設備に関する教育・訓練	5-115
5-3-9	自主保全展開の7ステップ	5-116
5-3-10	生き活きとした職場作り	5-124

5 - 3 - 11	5 S の推進の手順	5 - 127
5 - 3 - 12	蘇州電動機廠 近代化計画骨子 (生産管理)	5 - 137
6 - 1 - 1	生産設備近代化の対象設備	6 - 1
6 - 4 - 1	生産設備近代化の実施スケジュール	6 - 57
6 - 5 - 1	生産工程別の設備投資金額	6 - 61
6 - 5 - 2	近代化設備の調達見込み価格	6 - 62
7 - 1 - 1	貸借対照表	7 - 2
7 - 1 - 2	損益計算書	7 - 3
7 - 1 - 3	経営分析表	7 - 4
7 - 1 - 4	経営分析表計算用元数値	7 - 5
7 - 1 - 5	指標計算式	7 - 6
7 - 5 - 1	原価計算書	7 - 21
7 - 5 - 2	原価分析表	7 - 22
7 - 5 - 3	製品原価集計表	7 - 23
7 - 5 - 4	製品原価計算表	7 - 24

【図番号】

2-1-1	蘇州市の位置図	2-3
2-2-1	蘇州紡績器材工場の組織	2-6
2-2-2	蘇州紡績器材工場 電動機廠の組織	2-7
2-3-1	工場配置図	2-13
3-2-1	プレス・機械工場主要設備配置図	3-6
3-4-1	直流電機工場（新）2階の主要設備配置	3-22
3-4-2	直流電機工場（新）3階の主要設備配置	3-23
3-5-1	直流電機工場3階の主要設備配置	3-31
3-5-2	直流電機工場2階の主要設備配置	3-32
3-9-1	直流電機工場1階の主要設備配置	3-74
4-1-1	開発・設計管理組織図	4-1
4-2-1	調達管理組織図	4-9
4-2-2	調達業務の流れと帳票	4-12
4-2-3	外注業務の流れと帳票	4-13
4-3-1	在庫管理組織図	4-17
4-4-1	工程管理組織図	4-23
4-4-2	直流電機生産管理部門和各部門関係	4-24
4-4-3	原始データ表（基準製品数）	4-26
4-4-4	各部品分配表	4-27
4-4-5	作業指示で使用される帳票の種類	4-29
4-5-1	蘇州紡績器材廠品質管理組織図	4-33
4-5-2	製品証明書	4-37
4-6-1	蘇州紡績器材廠設備管理組織	4-42
4-6-2	電動機廠設備管理組織	4-42
4-6-3	旋盤日常点検カード	4-45
4-6-4	設備日常保全評価表	4-44
4-6-5	主要設備運転率月報表	4-47
4-6-6	設備管理工作月報表	4-48
4-7-1	蘇州紡績器材廠教育・訓練組織	4-51

4-7-2	蘇州紡績器材廠教育・訓練機構	4-52
4-7-3	電動機廠管理教育の例	4-52
4-7-4	電動機廠一般技術教育の例	4-53
4-7-5	電動機廠専門技術教育の例	4-53
4-7-6	全面質量管理講座合格証	4-54
4-7-7	社内報“紡器情報”	4-56
4-8-1	蘇州紡績器材廠安全管理組織	4-58
4-8-2	電動機廠安全管理組織	4-59
4-8-3	1990年以降安全治安表彰	4-60
4-8-4	安全手帳「安全生産 労働保護」	4-61
4-8-5	三級安全教育カード	4-63
4-9-1	蘇州紡績器材廠環境管理組織	4-66
4-9-2	煙塵測試報告	4-68
5-2-1	プレス・機械工場新レイアウト案	5-18
5-2-2	直流電動機工場1階の新レイアウト案	5-19
5-2-3	直流電動機工場2階の新レイアウト案	5-20
5-2-4	Z ₄ -112 型の現状レイアウトの主要工程表	5-22
5-2-5	Z ₄ -112 のレイアウト変更後の主要工程表	5-23
5-2-6	機械設備配置図の例	5-24
5-2-7	切粉・抜かず排出装置概念図	5-25
5-2-8	Z ₄ 主極コイルの巻線	5-37
5-2-9	整流子モールド金型	5-55
5-3-1	新製品の分類	5-67
5-3-2	新製品開発システムの例	5-68
5-3-3	DRの審査内容の例	5-70
5-3-4	DRチェックシートの例	5-71
5-3-5	顧客クレーム処理の流れ	5-74
5-3-6	再発防止対策書の一例	5-75
5-3-7	現在の調達管理機能組織図	5-76
5-3-8	電動機廠の調達管理機能組織図(案)	5-76

5-3-9	電動機廠の在庫管理機能組織図(案).....	5-81
5-3-10	現物棚卸し集計表の例.....	5-85
5-3-11	デッドストック・スリーピングストック処分・削減計画集計表.....	5-86
5-3-12	ランニングストック在庫削減計画集計表.....	5-86
5-3-13	生産管理機能と関連部門との関係.....	5-89
5-3-14	電動機廠の工程管理機能組織図(案).....	5-90
5-3-15	工程管理の基本業務と要点.....	5-91
5-3-16	工程計画図の例.....	5-93
5-3-17	手順表・手順書の例.....	5-94
5-3-18	生産期間の内容.....	5-95
5-3-19	基準日程の一例.....	5-96
5-3-20	差立管理の一例.....	5-98
5-3-21	生産管理のコンピューターシステム.....	5-99
5-3-22	QC工程図作成手順と標準様式.....	5-105
5-3-23	作業標準の様式例.....	5-107
5-3-24	操業時間とロス時間の関係.....	5-113
5-3-25	目で見る稼働率管理.....	5-114
5-3-26	目で見る自主保全.....	5-117
5-3-27	教育訓練体系の一例.....	5-118
5-3-28	QCストーリーのポイント.....	5-121
5-3-29	生き生きとした職場作り.....	5-123
5-3-30	管理のピラミッド.....	5-125
5-3-31	5Sと生産の5大任務との関係.....	5-126
5-3-32	作業標準書と安全のポイント.....	5-128
5-3-33	正しい服装と保護具.....	5-129
5-3-34	機械の安全装置.....	5-129
5-3-35	ISO環境管理システムの構成.....	5-132
5-3-36	環境管理のPDCAサイクル.....	5-133
5-4-1	Z ₂ ・Z ₄ 型式の出力比較図.....	5-142
5-4-2	Z ₂ ・Z ₄ 型の軸高さ別生産台数比較.....	5-143

5-4-3	Z ₂ ・Z ₁ 型の軸高さ別生産面積係数比較	5-144
6-2-1	150トンプレスの外形	6-4
6-2-2	短冊材料供給装置	6-6
6-2-3	コイル材供給装置	6-8
6-2-4	双腕ロボットの外形	6-10
6-2-5	ノッチング装置の配置図	6-12
6-2-6	固定子自動溶接装置	6-14
6-2-7	NC旋盤の外形	6-16
6-2-8	スローアウェイバイトのホルダーと各種チップ	6-18
6-2-9	万能工具研削盤の外形	6-20
6-2-10	パッケージ型空気圧縮機の外形	6-22
6-2-11	フォークリフトの外形	6-24
6-2-12	パレットの外観図	6-25
6-2-13	絶縁皮膜剝離機	6-27
6-2-14	固定子巻線機の概要図	6-29
6-2-15	ショットブラスト装置の外形	6-31
6-2-16	粉体塗装装置の外形	6-33
6-2-17	赤外線放射温度計の外形	6-35
6-2-18	真空加圧含浸装置	6-37
6-2-20	TIG溶接装置の概念図	6-40
6-2-21	整流子シーズニング装置	6-42
6-2-22	ワイヤーカット機の外形	6-44
6-2-23	電動機自動化試験装置	6-46
6-2-24	塗装ラインの外形	6-49
6-2-25	銘板刻印機の外形	6-50
6-3-1	CADシステムの構成	6-53
6-3-2	パーソナルコンピュータによる生産管理システムの構成	6-55
6-4-1	生産設備近代化の実施スケジュール	6-59

第1章 序論

第 1 章 序論

本計画調査は1994年10月4日に日本国国際協力事業団と中華人民共和国国家経済貿易委員会との間で合意された「中華人民共和国工場（蘇州紡績器材）近代化計画調査実施細則」に基づき実施された。

1-1 調査の背景

中華人民共和国は、1992年10月の第14回中国共産党大会での社会主義市場経済への移行と云う1990年代改革の方針提起を経て、市場経済への変遷・適合を目指して経済活動、産業活動のあらゆる分野で経済改革が急速に進行している。製品、資金、資本、労働力に関しては、社会主義国家が経済を大枠では支配制御する統率力を保持しつつ、市場の経済機能を基礎として、より一層の市場化を計っている。また、国家の行政機構の枠内で商業活動を営んでいる国営企業の生産効率を向上し、市場経済の中で国営企業が競争力を付け将来に亘って存続していく活力を備えて行く事を目指している。中華人民共和国政府は上記の政策の一環として日本政府に対して複数の国営工場の近代化計画策定を要請してきた。日本国国際協力事業団による中国の工場近代化計画事業は既に10年に亘り実施されており、本年度は対象工場の一つとして、中規模国営工場の直流電動機製造工場である蘇州紡績器材工場の近代化計画調査の実施が両政府間で合意された。以上が本調査の背景である。

1-2 調査の目的

中国江蘇省蘇州市にある蘇州紡績器材工場は1958年に紡織機械の器材部品の製作のために設立され、順調に発展し中国の繊維産業に貢献してきた。同工場は事業の拡大及び多角化を目指し、1970年に入り紡績機械にも多く使用されている直流電動機の製造分野に進出し、中国の直流電動機製造では上海市南洋電機廠、西安市西安電機廠に次いで中国全土の第3位の地位を占めるまでに成長発展してきた。直流電動機製造工場は操業以来、既に20年が経過し、この間漸次設備の更新を行ってきたはいるが、製造設備の一部は老朽化してきている。また、近い将来、中国の直流電動機の需要が確実に延びるであろうと予測されている。上記の状況をふまえ、工場の現状を詳しく調査し、既存の設備の利用に重点を置いた蘇州電動機廠の生産工程、生産設備、製造技術、生産管理及び財務管理に関する近代化計画を作成する事が、本計画調査の目的である。

工場側が希望している近代化の目標は以下の通りである。

直流電動機の年間生産能力を1993年の16,500kWより1997年には60,000kWに増産する。

製造技術を改良して製品の品質を高める。このために、マシン・セッター、珪素鋼板打ち抜き高速プレス、絶縁用真空含浸装置等の設備機械の導入を計画している。

生産管理方式を近代化し、製品の品質と生産性の向上を図る。

1-3 調査の範囲

本調査の範囲は以下の項目である。

1-3-1 現地調査

(1) 工場概要調査

建物、敷地

製品

製造設備

組織及び人員

材料、部品

販売

生産計画及び生産実績

(2) 生産工程

原材料受入

機械加工工程

絶縁処理工程

組立工程

表面処理工程

検査工程

包装出荷工程

(3) 生産管理

設計管理

調達管理

在庫管理

工程管理

品質管理

安全管理

設備管理

教育・訓練

環境対策

(4) 財務管理

財務管理状況

製造原価分析

(5) 中国側の工場近代化計画に係わる確認調査

1-3-2 国内業務

現地調査を踏まえ、以下の項目により構成される報告書を取りまとめる。

(1) 工場の概要

(2) 工場近代化計画の目標

(3) 生産工程の現状と問題点

(4) 生産管理の現状と問題点

(5) 財務管理の現状と問題点

(6) 工場近代化計画

生産工程の近代化計画

生産管理の近代化計画

財務管理の近代化計画

近代化計画実施スケジュール

近代化に要する経費

近代化計画実施上の留意点（環境配慮を含む）

(7) 結論と勧告

1-4 現地調査団の構成及び調査工程

1-4-1 調査団構成

本計画調査は、以下の専門家により実施された。

氏名	担当	会社名
石井 暢夫	団長・総括	テクノコンサルタンツ株式会社
太田 定平	生産工程	富士テクノサーベイ株式会社
奥野 幸導	生産管理	富士テクノサーベイ株式会社
後藤 志郎	設備積算	テクノコンサルタンツ株式会社
加藤 洋子	通訳	財団法人日本国際協力センター

1-4-2 調査工程

(1) 現地調査

第1次現地調査 : 1995年1月12日～1月21日

第2次現地調査 : 1995年2月26日～3月18日

(2) 国内作業 : 1995年3月下旬～8月中旬

(3) 報告書の現地説明 : 1995年8月24日～9月1日

(4) 最終報告書提出 : 1995年9月末

第2章 工場の概要

第2章 工場の概要

2-1 工場立地

蘇州紡績器材工場は江蘇省蘇州市に位置する。以下に江蘇省および蘇州市の概要を述べる。

2-1-1 江蘇省

江蘇省は、中国大陸の東部沿岸地区に位置し、省の南部には揚子江の下流沿いに肥沃な農地が開けている。省の東は黄海、西は安徽省、南は上海市・浙江省、北は山東省に接している。全省の面積は、10.26万km²、1992年の人口は6,911万人で1km²当たりの人口は674人で、中国全土の中でも最も人口密度の高い省である。江蘇省の省都は、南京市であり、全省の直轄市は11都市、主要な都市は蘇州市、無錫市、常州市、鎮江市等殆ど上海市と南京市の約400kmの間に存在しており、一つのメガロポリスを形成している。省全体は亜熱帯性の温暖な気候に属し、年間平均気温は13~16℃で、地勢は平坦で平地は広く、川湖が多く運河が発達しており、鉱物・農産物・建築資材等の輸送に利用されている。

鉱物資源は広く省内に分布しており鉱物品種も多種であるが、重要資源である鉄・石炭・石油等の資源は少ない。徐州市の石炭、連雲港市の隣、沿海地区の塩、宣興市の陶土は全国的に知られている。省南西部の丘陵地区には鉄・マンガ・非鉄金属が賦存している。

江蘇省は中国の主要な農業地区の一つであり、米・綿花・繭・煙草・麻類・ハッカ等の農作物の生産が盛んであり、農業生産額は全国第3位、穀物生産額は全国第1位、その他綿花・食料油・豚肉・牛肉・羊肉・水産物等の生産量は全国上位を占めている。

江蘇省は中国東部の交通の要衝であり、鉄道・道路・水路・空路の輸送交通網が存在し、夫々整備されつつある。鉄道の省内の延長距離は1,250kmで、南京市と徐州市は幹線鉄道の要衝である。幹線道路は200路線以上、総延長距離は約25,000kmに及ぶ。現在、上海市~南京市高速道路、南京市~連雲港市・南京市~南通市一級道路、張家港自動車専用道路等が建設中であり、1996年迄には完成予定である。これらの道路建設が完了すれば、省内の経済活動は更に活発になり、中国経済への貢献度も益々高まる。

近年の江蘇省の経済発展は極めて目ざましく、1992年の社会生産総額は6,070億元で、前年比42.0%の伸びを示した。工業生産額は4,674億元で、前年比47.8%の極めて高い上昇率で伸びており、社会生産総額の77%を占めている。この様に、工業が経済の中心的役

割を担っている省であり、めばしい資源は少ないが加工業、特に石油化学、紡績、食品、軽工業が大きな発展を示している。蘇州紡績器材工場のある蘇州市は、江蘇省の工業生産額の24.7%を占めている工業都市である。

2-1-2 蘇州市

蘇州市は江蘇省の南端にあり、国際都市上海市の西方約100kmに位置し、歴代周辺地域の政治的中心であり、清代には江蘇省の省都にもなった歴史と伝統を誇る都市である。水の蘇州と言われるように、市内にはクリークが発達しており、水郷としても知られている。農村部では、水稲・小麦を始め綿花・菜種等の現金化作物の栽培が盛んである。古くから養蚕業も営まれ、地元の織物業に原料を供給している。この繭の提供を受け、工業としては、絹織物業を始め製糸・綿紡織等の軽工業が先鞭をつけ、その後鉄鋼・機械・化学・電機・ガラス等の重工業が導入され、農業地域の中での工業化が進められてきた。蘇州紡績器材工場はこの様な、蘇州市の社会的・産業的背景のもとに設立された。

蘇州市の面積は約8,500km²、1992年の人口は570万人、その年の社会総生産額は1,385億元、その内工業生産額は1,153億元で83.3%を占めている。

蘇州市の教育レベルは高く、2つの全日制総合大学と各種の中等专业学校、中等技術学校があり、小学校の入学率はほぼ100%で極めて教育に熱心な都市である。蘇州市には化学工業、電子工業、機械工業、紡績工業、農業、水利、建築、医学等の分野の研究・技術開発所もあり、市当局は科学技術と産業との結びつきを計画した布陣を敷いている。現在、建設中の蘇州市国家高新技术産業開発区は先端技術を吸収・普及する手段であり、高度新技術の産業化の進展に貢献すべく計画されている。

この様に、蘇州市は工業の発達した都市であり、更に先端技術の吸収にも積極的で、高度の技術と有能な技術者・技能者を必要とする電気機械産業の発展する素地のある都市である。図2-1-1に蘇州市の位置図を示す。

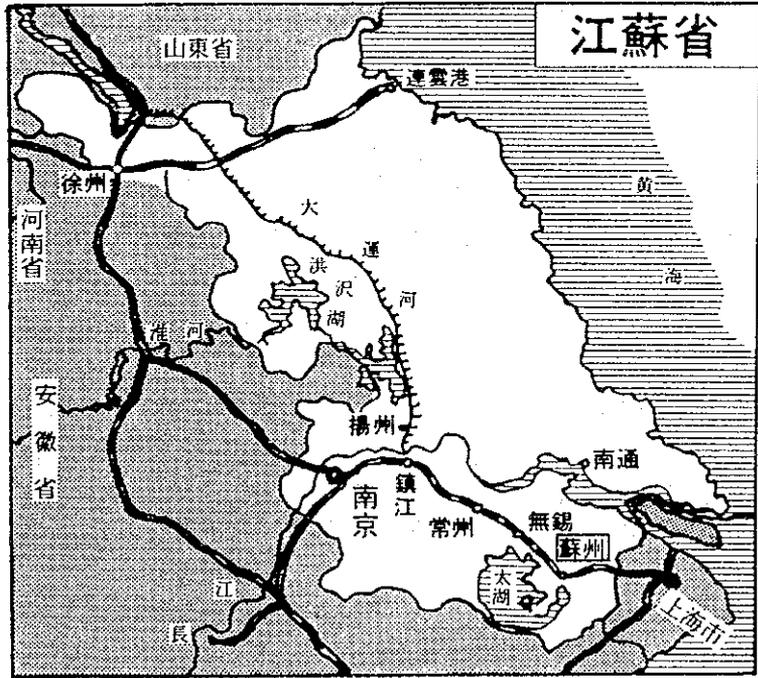


図 2 - 1 - 1 蘇州市の位置図

2-2 工場概要

2-2-1 工場の沿革と概要

江蘇省の河南地域は歴史的に養蚕業、繊維工業が発達しており、紡績機械及びその構成部品に関する需要は強く、江蘇省政府と蘇州市当局は中央政府紡績部の支援のもと、蘇州市内に1958年蘇州紡績器材工場を設立した。以来、紡績機械の部品であるステンレス鋼製の綜(ワイヤヘッド)、綜眼(ヘッドアイ)、綜耳(ヘッドルーフ)、鋼箴(ステールード)を中心に種々の紡績機械用部品を製作してきた。紡績機械工業は、機械部品のほか種々の動力用・駆動用に直流電動機を必要とする。顧客からの要請、事業の発展を目指し蘇州紡績器材工場は1970年直流電動機の生産を開始した。これが今回工場近代化計画調査の対象となった蘇州紡績器材工場電動機廠の沿革である。

蘇州紡績器材工場の概要を表2-2-1に示した。工場全体の総従業員数は586名、その内管理者は139名、技術者は77名である。電動機廠の従業員数は123名である。全工場敷地面積は21,144m²、工場全体の建屋面積は28,610m²、電動機廠用の建屋面積は6,881m²である。

電動機廠の年間生産能力は、過去6年間の平均で、14,640kW、4,688台で、最大生産実績は、1992年の17,500kW、6,300台であった。

2-2-2 工場の組織

蘇州紡績器材工場の組織図を図2-2-1に示した。製造部門は紡績器材・部品を製作する4つの分工場と電動機廠より構成されている。電動機廠の組織図を図2-2-2に示した。

蘇州紡績器材工場は、1人の工場長と3人の副工場長により運営されている。3人の副工場長は、夫々経営、技術、後勤を担当している。

工場長の直轄下に工場弁公室、技術開発室、労工人事組織課の3つの課がある。

表 2 - 2 - 1 工場概要

住所：江蘇省蘇州市職員労働者大橋巷 7 号

電話：001-86-0512-72-71676

F A X：001-86-0512-72-75420

工場設立：1958年3月

企業所属先：蘇州市

工場敷地面積：21,144 m²

建屋面積：28,610 m²

直流電動機分工場建屋面積：6,881 m²

主管部門：中央国家—紡績総会

江蘇省—江蘇省絹工業庁

蘇州市—蘇州紡績絹工業局

固定資産原価：1,868 万元

流動資産：1,318 万元

工場長：耿 祥頤 工場改造責任者：蔡 志良・藩 增斤

総従業員数：586 名

電動機廠従業員数：123 名

直流電動機販売台数及び販売額：

	販売台数 (台)	販売金額 (万元)
1989	6,007 (18,000kW)	806.76
1990	3,881 (11,204kW)	480.32
1991	5,166 (13,054kW)	649.15
1992	7,581 (17,508kW)	972.68
1993	6,268 (16,500kW)	1,082.02
1994	3,488 (10,930kW)	778.24

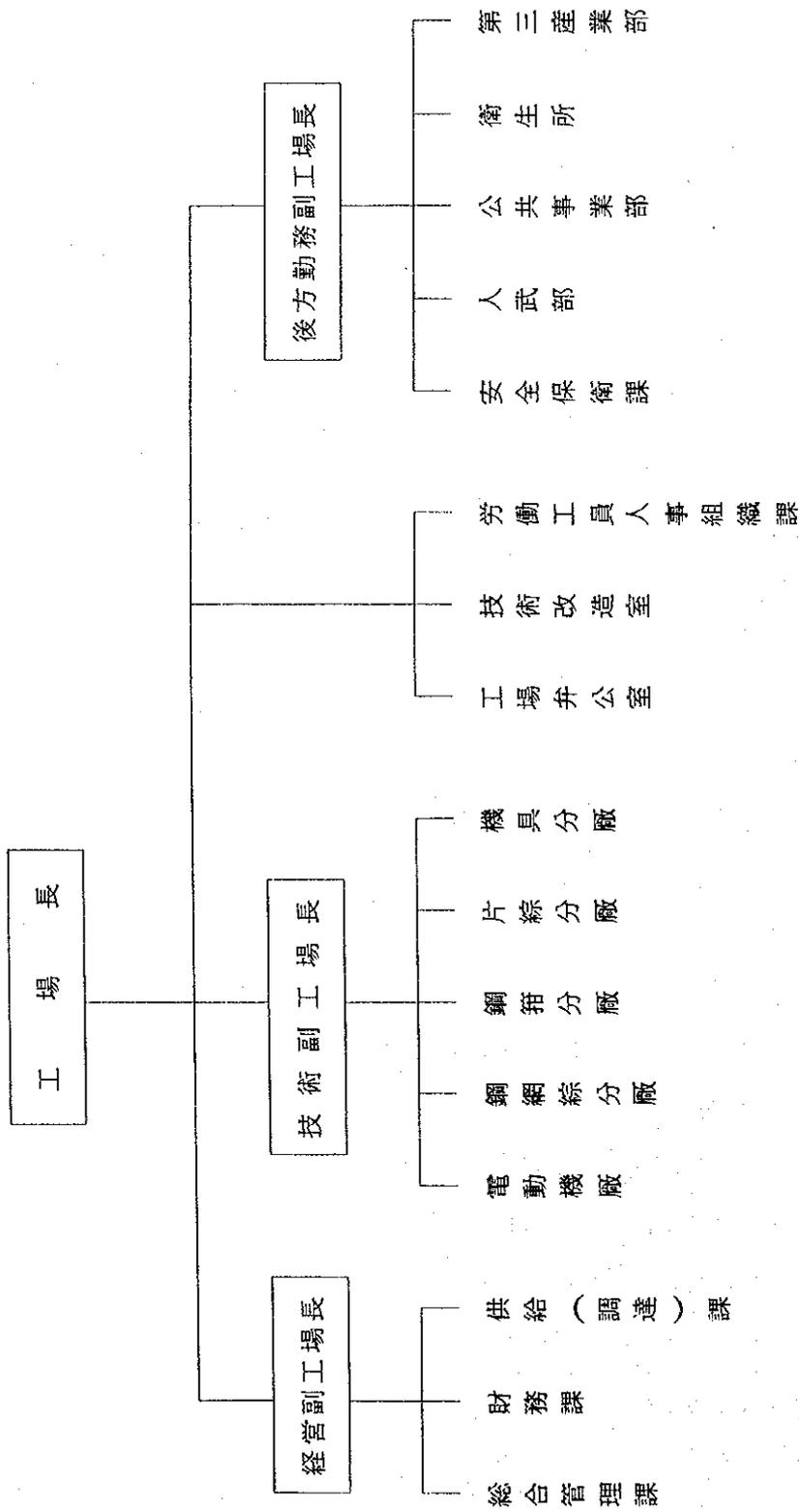


図 2 - 2 - 1 蘇州紡績器材工場の組織

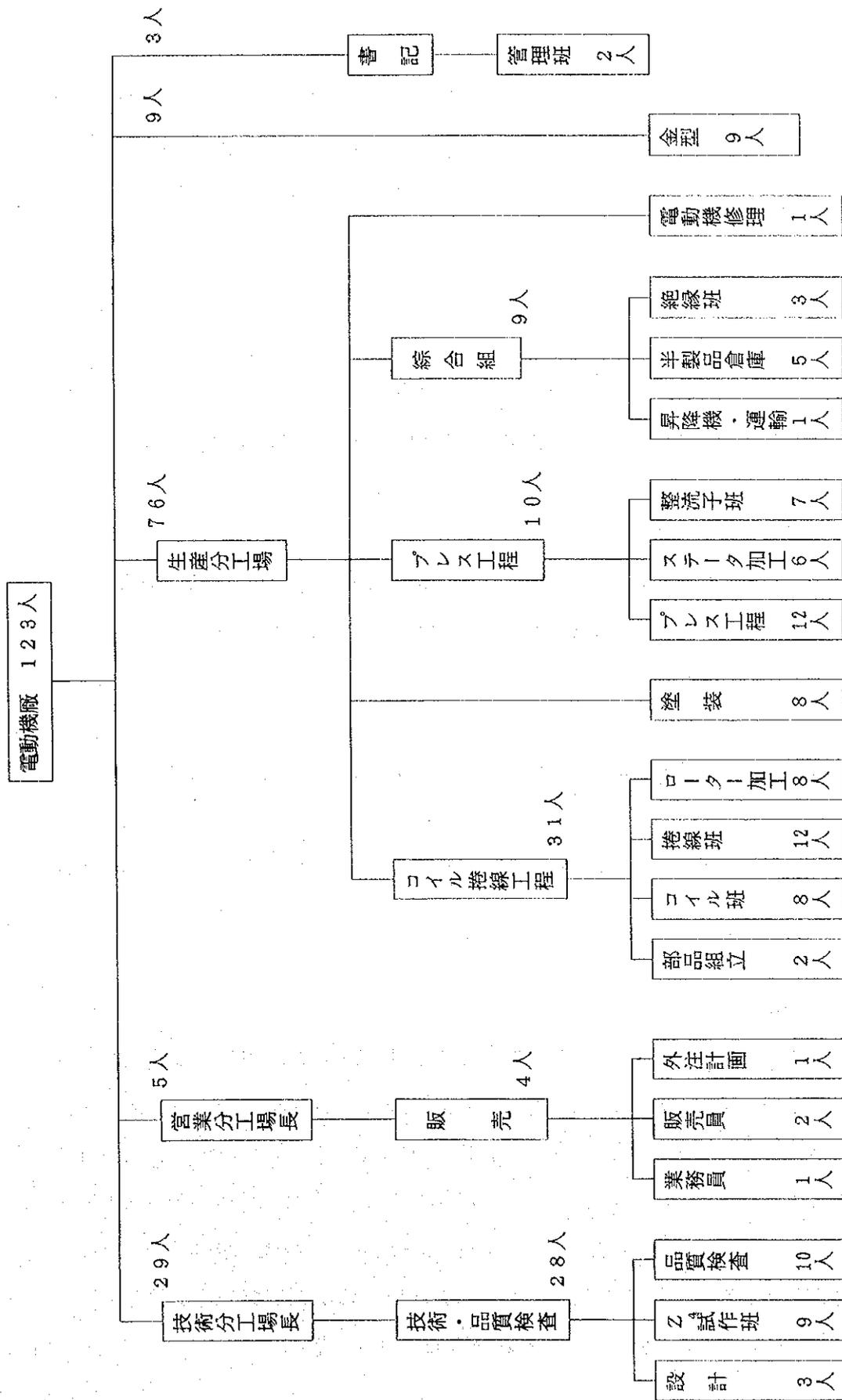


図 2-2-2 蘇州紡績器材工場 電動機廠の組織

1) 工場弁公室

工場弁公室は7名で構成されている。職務は工場全体の調整、工場長の秘書業務、資料文書の管理、パソコン担当である。主任は2名：1人は資料文書の管理責任者であり、1人は渉外責任者である。係員は5名：文書ファイル担当、パソコン・ワープロ担当、電話交換を5名で分担している。

2) 技術開発室

技術開発室は2名で構成されている。担当業務は紡績器材工場の改造、電動機廠の改造の調整、省及び市の上部機関への申請業務、全工場に関連する技術改造の提案等である。

3) 労働工員人事組織課

労働工員人事組織課は4名により構成されている。課長が2名、係員が2名である。この課は工場全体の給与と人事移動を主業務としている。その他、新入社員のオリエンテーション・教育・訓練を担当している。

以上が工場長直轄の業務を担当しているが、実際の工場運営は3人の副工場長が責任を持って工場長に報告している。

経営担当副工場長のもとに、総合管理課、財務課、供給（調達）課の3課がある。3つの課の人員は全員で47名である。

4) 総合管理課

総合管理課は21名で構成されており、その業務は工場全体の指導管理、統計業務及び工場の用役の管理運転である。管理者は課長が3名、係員が1名の4名である。この管理者のもと、計量室、製品倉庫、電気設備、ボイラー室がある。計量室は4名で、試料の測定計量、日常工場で使用している測定器（ノギス、マイクロメータ、重量秤等）の校正等を担当している。製品倉庫は4名で、完成試験の終わった製品の保管管理を担当している。電気設備係りは4名で、受電変圧器・工場内配電設備・構内電灯設備等の管理運転を担当している。ボイラー室は3名、ボイラーの運転管理を担当している。

5) 財務課

財務課は課長2名、係員7名の9名で構成されている。工場の財務計画管理、資金計画管理、原価管理等を担当している班と給与計算を担当する班に分かれている。

6) 供給(調達)課

供給(調達)課は17名より構成され、このうち管理者は課長を含めて4名である。供給(調達)課は、原材料、購入品の購入と保管が主たる業務である。この他、車両・トラックの手配運転管理も担当している。

技術担当副工場長は紡績器材関連の4つの分工場と電動機廠を統括している。

紡績器材関連四分工場の従業員数は291名、電動機廠の従業員数は123名であり、総勢414名である。

後方勤務担当副工場長は安全衛生課、人民武装部、公共事業部、衛生所、第三産業部の5課を統括している。

7) 安全衛生課

安全衛生課は工場内の安全、消防、警備に責任を負う。課員数は19名である。

蘇州紡績器材工場は市街地の繁華街に位置し、銅線・錫材・アルミ等の高価な原材料が在庫品として保管されているため、2～3名は24時間勤務で警備に当たっている。

8) 人民武装部

人民武装部は工場の生産活動及び会社の経営に関係なく、民兵に相当する部門である。

人員数は2名である。日常の定まった業務は特に無く、修理不能な古いモータのスクラップ処理、自動車練習所の自動車の運転の教師をして経費を稼いでいる。

9) 公共事業部

公共事業部は従業員へのサービス業務を担当している。管理者の4名を含めて29名で構成されている。職員食堂担当が12名、風呂場担当が7名、工場建て屋の修理担当が6名である。

10) 衛生所

衛生所は工場の診療所である。所長1名と看護婦4名で構成されている。従業員の怪我、急病の処置にあっている。

11) 第三産業部

第三産業部は第3次産業で外部に対するサービスを担当している。人員数は管理者5名と従業員49名より成る。工場として、一旦雇用した従業員は最後まで面倒を見る事になっているため、この部署が設けられている。

工場の従業員と外部の一般の人を対象とした小売り店舗、レストラン、招待所の運営を担当している。各事業所は独立採算を目指して運営されている。

2-2-3 電動機廠の組織

電動機廠は図2-2-2 電動機廠の組織に示す様に、営業分工場、技術分工場、生産分工場の3つの分工場と金型班及び書記より構成されている。電動機廠の従業員数は123名である。

電動機廠は独立採算制度を採用しており、経理部門も各分工場別に分かれている。電動機廠は独自に受注活動を行い、注文を受けて設計、製作、検査、製品納入迄直流電動機に関しては一貫した責任体制を敷いて顧客に対応している。

蘇州紡績器材工場は江蘇省及び蘇州市の絹工業局からの生産指標を毎年通達の形で指示を受ける。工場はこの通達に基づき大生産計画を年度計画としてたてる。年度計画は各工場毎に割り振られ、月別計画に細分され各工場の実行計画となり、実際の生産活動が実施される。各分工場に割り当てられた指標の達成度は工場幹部が検査管理している。各分工場の製造原価の精度は高い。

1) 営業分工場

営業分工場は営業部の事で、部長と4名の担当者の5名で構成されている。営業分工場の業務は、顧客を訪問しての営業活動、納入品のアフターサービス、受注品の生産計画の作成等である。営業分工場の下で作成された生産計画に基づき、原材料・購入部品の手当を計画し、調達申請を行う。この申請に基づき実際の調達は、蘇州紡績器材工場の供給課が行う。

2) 技術分工場

技術分工場は技術・品質検査課のもと、設計、治工具設計、Z₄試作班、品質検査を担当している。分工場長以下合計28名である。

設計班は3名で、新型機・新製品の開発設計を行っている。新型製品を受注した場合は、設計班が工程製作表を作成し、これに技術的パラメータを記入し、製作上の具体的要求・指示を盛り込み生産分工場に回す。

治工具金型設計班は3名で、直流電動機製作上必要な治工具の設計と硅素鋼板打ち抜き用金型の改良の設計等を担当している。

技術改造室は2名で、主としてZ₄型直流電動機の製作技術の改善・改良を担当し、Z₄型直流電動機試作班に指示を出す。

Z₄型試作班は9名で構成され、量産体制に入る前のZ₄型直流電動機の製作を担当している。この班の9名は機械加工、巻き線作業、絶縁作業、組立作業等それぞれの職種の中堅作業員で将来Z₄型直流電動機が量産体制に入ったとき、当該職場に置いて指導的立場に立つ技能者である。

品質検査班は10名で構成され、部品・中間製品・完成品の品質の検査を担当している。

3) 生産分工場

生産分工場はプレス・機械加工工段、コイル・巻き線加工工段、総合組、塗装班、電動機修理組より構成され、直流電動機製作の中心製造工場である。生産分工場は分工場長と工段長2名以下総勢75名の体制である。プレス・機械加工工段は工段長以下26名で構成され、硅素鋼板のプレス加工、ステータの機械加工、整流子の機械加工を担当している。

コイル・巻き線加工工段は工段長以下31名で構成され、巻き線加工、コイル加工、ローターの機械加工作業を担当している。総合組は組長以下9名で構成され、含浸作業を主要業務とした絶縁作業、半製品・仕掛かり品の職場内の運搬及び半製品倉庫の管理を担当している。塗装班は班長以下8名で構成され、性能試験検査の完了した直流電動機製品の塗装を担当している。電動機修理係りは1名で、修理手直しを受け持っている。

4) 金型組及び書記

電動機廠長の直轄下に、金型組の3名と分工場書記の3名が配置されている。

金型組は研削機械4台を所有し、抜き金型の加工と熱処理の管理を担当している。金型

の製作に必要なワイヤーカット設備は、蘇州紡績器材工場全体で管理している。

分工場書記は2名の車間管理者を部下に持ち、電動機廠の工数統計、材料・部品の統計、製品統計を取っており、分工場の原価計算及び荒利益の計算等を担当している。

2-3 工場配置

蘇州紡績器材工場の工場配置を図2-3-1に示した。工場敷地面積は、約2万1千平方メートルで、建屋面積は約2万8千6百平方メートルである。工場は蘇州市の繁華街にあり、従業員の通勤には極めて好都合である。工場は細い一般道路（幅約3メートルで自動車の通行は不可）により南北に2分割されている。電動機廠は南側工場に配置されている。

現在直流電動機のプレス・機械工場（建屋番号28）の約5分の1を占める購入品倉庫を取り壊し、建屋番号34の2階の直流電動機用工作機械を移転する計画である。又、Z₁型機試作工場のある建屋番号23にも直流電動機用工作機械が移転される計画があり、本近代化計画調査に必要な機械設備の配置と併せて概略検討する事となる。

2-3-1 生産設備

蘇州紡績器材工場全体の機械設備は383台である。電動機廠の専用機械設備は74台である。直流電動機製作用の機械設備は電動機専用であり、紡績機械部品の製作が多忙を極めていときでも紡績機械用部品の加工には使用していない。直流電動機製作用の現有機械設備を表2-3-1 機械設備一覧表に示す。

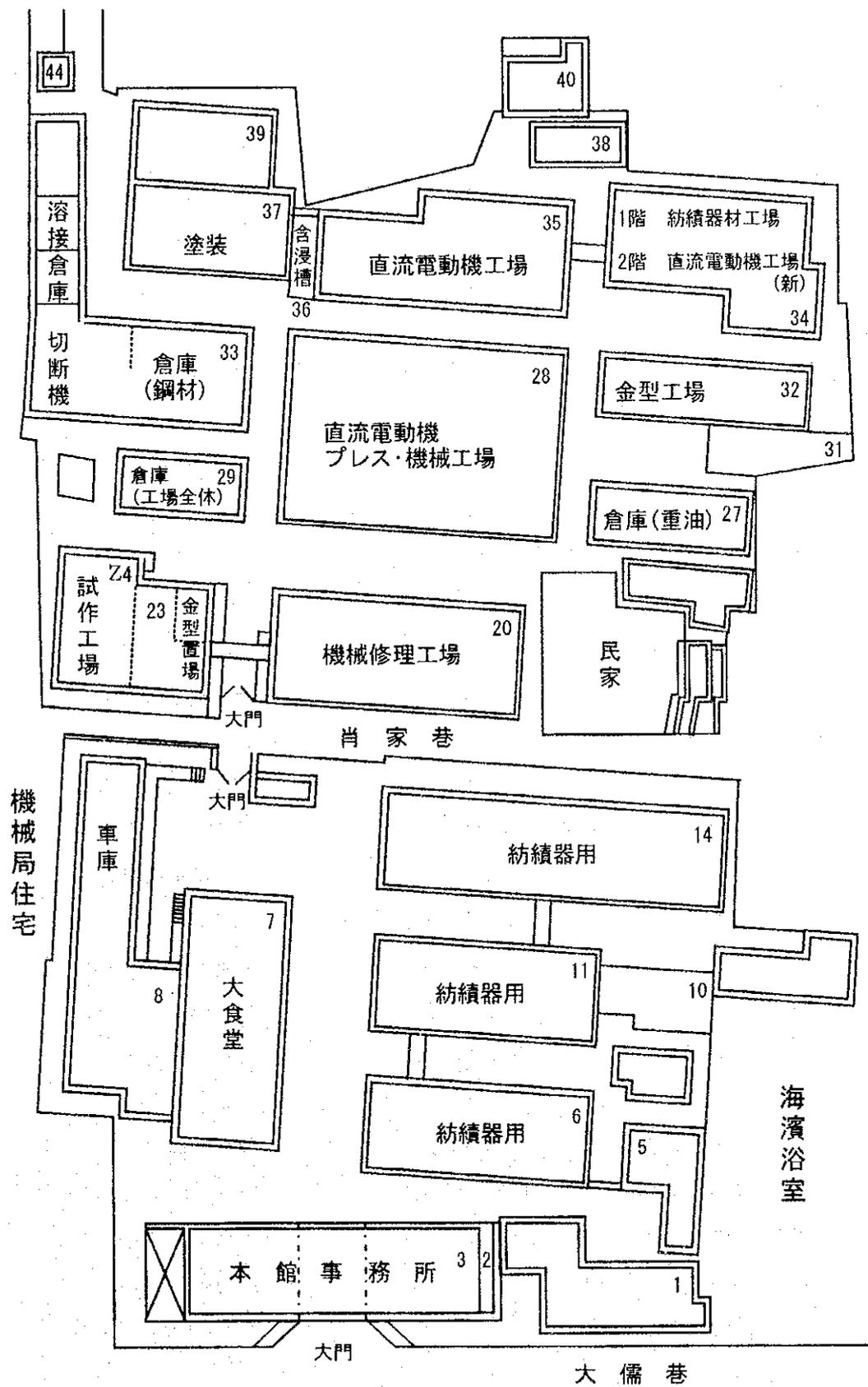


図 2 - 3 - 1 工場配置図

表 2 - 3 - 1 機械設備一覧表

設備番号	名称	台数	機番・規格	使用用途
1	015101 立型旋盤	1	C512A1250	電動機機械加工
2	016208~16 旋盤	6	C630615 CA6140	金属機械加工
3	021202 立型ボール盤	2	ZA125A	金属機械加工
4	025102 フリールボール盤	2	ZA35A50.1000	金属機械加工
5	029101 8等分約リソ	1		電動機機械加工
6	037201 研削盤	3	MB1332A320 1000	電動機機械加工
7	063101 フライス盤	4	X8126270 700	電動機機械加工
8	073102 形削り盤	2	B665650	電動機機械工
9	122201 油圧プレス	2	BY3263	金属加工用
10	123109 プレス機械	12	J2331D5 JB21160	コク- 打ち抜き用
11	161101 剪断機	2	Q113 1200	プレス加工用
12	291104 空気圧縮機	1	3W1.6 103T	電動機第3工場用
13	311102 調圧機	2	TSJA63KVA	電動機試験工場
14	311104 変圧器	1	YDJ3/10	電動機試験工場
15	361101 アーク溶接器	2	BX3/AX4	電動機組立工場
16	411206 簡易クレーン	4	1000KC	電動機工場用
17	413205 フォークリフト	2	CPQ1 1T	電動機工場用
18	415108 エレベータ	2	HT20XPM 500KC	電動機工場用
19	419102 フリクレーン	7	PHD100	電動機機械加工用
20	531103 電気炉	1	NLX251325KW	電動機組立職場用
21	545102 電気乾燥器	1	2024 1300C	コク- 組立用
22	761804 硬度計	1	DZ0250	電動機組立用
23	789902 耐圧試験器	2	4KVA/1000W	電動機試験場用
24	791401 動釣合試験機	3	DS100B100KC	電動機機械加工職場用
25	790404 試験設備	1		電動機試験場用
26	799901 試験台	3		電動機試験場用
27	その他設備	7		直流電動機工場用
	合計	77		

2-4 直流電動機の生産量

蘇州紡績器材工場の電動機廠は1970年に直流電動機を生産を開始して以来、順調に生産量を延ばし、現在の年間生産能力は合計出力で20,000kW、モーターの生産台数で約6,300台である。この生産能力は、中国の主要直流電動機生産工場8社のうち第3位である。

電動機は交流・直流を問わず景気動向に敏感に反応する工業製品であるので、年度により需要は変動する。この需要変動を受けて、当工場の生産実績も変化するが、過去6年の平均生産量は出力ベースで14,640kW、モーター台数で4,700台であった。1989年から1994年の蘇州紡績器材工場の生産量を表2-4-1に示す。

表2-4-1 蘇州紡績器材工場直流電動機を生産量

	1989	1990	1991	1992	1993	1994.....	1997
生産台数(台)	6,007	3,881	5,166	7,581	5,543	3,488	7,840
生産量(kW)	18,000	11,204	13,054	17,508	16,986	10,930	60,000
売上高(万元)	807	480	649	973	1,082	778	4,710
単価(元/kW)	448	428	497	556	656	712	785

1997年の直流電動機を生産台数7,840台とKWベースの生産能力の60,000kWは本近代化計画調査の目標値である。

1994年の電動機の出別を生産実績を表2-4-2に示す。

表2-4-2 1994年度直流電動機(Z₂)の生産台数内訳(実績)

出力(kW)	規格	センターハイト(mm)	生産台数
0.4~1.1	1	112	581
0.4~2.2	2	140	624
0.4~4.0	3	150	1,245
1.5~7.5	4	160	329
1.0~15	5	180	249
4.0~22	6	225	253
7.5~22	7	250	174
15~40	8	280	27
30~55	9	315	6
合計			3,488台

2-5 近代化計画の目標

1) 市場の規模

1993年の中国の直流電動機の需要は130,000kW と報告されている。商品としての市場規模は総額約1億元余りの為、工業製品の統計には「直流電動機」の項目は無いが、中国の中小型モーター協会の直流電動機会社部会の会員である当工場は関係者間の資料としてこの数字を使用している。

1997年には中国の直流電動機の需要は約2倍の250,000kW に達すると予想されている。その根拠は以下の通りである。

- a) 1997年迄には中国経済の実効が上がり、産業は大きく発展し、香港の返還が実質的にも或いはムード的にも中国経済の成長を促すものと予測されている。工業の「米」とも云われるモーターは産業の発展とともに飛躍的な伸びを示し、需要も確実に拡大するものと見込まれている。
- b) 回転速度を容易に変える事が出来、負荷に対する適応性が極めて高いという長所を持っている直流電動機の需要は、半導体を利用した交流電動機の技術的進歩にも拘らず、中国では当分の間確実に伸展するものと考えられている。

中国の主要直流電動機生産工場の順位を表2-5-1に示す。

表2-5-1 中国の主要直流電動機生産工場(順位) --1994--

	センチメートル	出力範囲(kW)
1. 上海南洋電機廠	1~11	0.4~130
2. 西安電機廠	3~10	1.5~100
3. 蘇州紡績器材廠	1~9	0.4~75
4. 重慶電機廠	3~6	1.5~13
5. 湖北電機廠	3~6	1.5~13
6. 包頭電機廠	4~7	3.0~17
7. 瀋陽電機廠	1~5	0.4~7.5
8. 北京電機廠	1~6	0.4~13

2) 蘇州紡績器材工場の販売予測

蘇州電動機廠はその発祥から上部機関である紡績工業部・絹工業庁の支援を受け、紡績機械・紡績業界には極めて深い関連があり、過去20年に亘り営々と築き上げてきた強い販売ルートがある。歴史的には中国の紡績機械と染物機械の発展に連れて、当工場の直流電動機の需要も伸びてきたと云える。当工場は紡績機械・染物機械業界で必要とする直流電動機の80%の市場占有率を占めている。この紡績機械業界は出力0.4～10kWの中小型直流電動機を多く使用する。この出力の直流電動機の1997年の需要は、30,000kWと予測されている。この他、出力10～75kWの中型直流電動機の需要は5,000kWと見込まれている。次にゴム・プラスチック機械、化学繊維機械業界の直流電動機の需要は10～75kWの中型が多く、この需要は23,000kWと見込まれている。紡績機械業界、プラスチック機械業界の10～75kWの中型規模の直流電動機を製作できる工場は、中国では上海南洋電機廠と西安電機廠と当工場の3工場のみである。更に冶金業界では、5.5～37kWの直流電動機の需要が10000 kW以上見込まれている。この出力範囲の内15～37kWの直流電動機は上記の3工場のみが供給可能である。

直流電動機の市場としては、以上の業界のほか電鉄用直流電動機、荷役機械用直流電動機、工作機械用直流電動機、その他一般産業用のものがある。

これらを纏めて、表 2-5-2 蘇州電動機廠の販売予測量に示す。

表 2-5-2 蘇州電動機廠の販売予測量

市場業界	規模(kW)	当工場占有率(%)	販売予測量(kW)
紡績・染織機械	35,000	80	28,000
プラスチック機械	23,000	30	7,000
冶金・製鉄機械	100,000	20	20,000
電鉄・荷役等	100,000	5	5,000
合計	258,000	23.2	60,000

1997年における蘇州電動機廠の販売予測量は60,000kWである。

3) 近代化計画の生産量

本近代化計画調査の目的である1997年の生産量を、直流電動機の出カベースで60,000kWと設定し、Z₂系列機とZ₄系列機の夫々の規格(センチメートル)別のモーター台数に内訳した1997年の生産量の目標値を表2-5-3に示す。

表2-5-3 蘇州電動機廠の1997年度の
直流電動機(Z₂及びZ₄)の生産台数内訳(予測)

Z ₂ 型規格(センチメートル)			Z ₄ 型規格(センチメートル)		
	台数			台数	
#1	112(mm)	550	#1	100(mm)	1,800
#2	140	490	#2	112	1,400
#3	150	1,160	#3	132	600
#4	160	410	#4	160	340
#5	180	280	#5	180	170
#6	225	330	#6	200	70
#7	250	158	#7	225	40
#8	280	12	#8	250	11
#9	315	10	#9	280	9
合計		3,400台	合計		4,440台
1997年度直流電動機		台数合計	7,840台		
		KW合計	60,000KW		

この需要予測及び生産量目標値が、本近代化計画調査の基礎となる生産量である。

第3章 生産工程に関する現状と問題点

第3章 生産工程に関する現状と問題点

3-1 原材料受入れ

3-1-1 組織と担当業務

原材料と一般標準部品は紡績器材廠の供給（調達）課が、また購入部品は電動機廠が担当する。尚、ブラケット等の鋳造品は購入部品として扱われ、電動機廠が担当する。

受入れ保管業務もこの担当区分に準じており、原材料は6名で処理され、購入部品は5名により処理されている。

使用されている主要原材料は下記の品種で、使用量の多い種類の原材料は在庫される。

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| ① 珪素鋼板（0.5 mm厚さ） | : 1種類、都度調達、熱間圧延定尺材 |
| ② 普通鋼材（平角材、板材） | : 計15種類、平角材のみ在庫 |
| ③ 軸材（45# : JIS-S45C相当） | : 計14種類、内12種類在庫 |
| ④ 絶縁電線（エナメル電線、ガラス被覆電線） | : 計83種類、内25種類在庫 |
| ⑤ 整流子片用銅材（梯銅排 : 材長 ; 約4 m） | : 計8種類、内7種類在庫 |
| ⑥ 電気用銅板 | : 計2種類、在庫 |
| ⑦ 絶縁材料 | : 代表8種類、在庫 |

3-1-2 保管状況

上記の原材料の殆どは、鋼材倉庫と標準部品倉庫の2か所に在庫保管される。また珪素鋼板と使用量の比較的少ない都度調達の原材料は、使用される工場現場に直接搬入され、一時保管される。

鋼材倉庫では、大部分の長尺鋼材が材種・寸法別に分類されて棚置きされ、比較的取り出し易い状態で保管されている。即ち、人力で扱える小物材は5段の枠構造の棚の中に、また人力では扱えない重量材は2段あるいは3段のキ形架台に乗せて立体的に収納されている。保管中の鋼材は全般に塵埃で軽く表面汚損していた。また平角材では、材料端部に圧延加工時の摺り代がそのまま残されており、表面が粗く、曲がりの大きい材料も散見された。

絶縁電線、鋼材、絶縁材料は、標準部品倉庫に平積み保管されている。防塵環境は鋼材倉庫よりも良いが、個々の材料に対する防塵用の覆い処置は徹底していず、特に在庫期間の長いものは表面が塵埃で汚損していた。絶縁電線は巻線職場の奥にある中間倉庫にも保管されており、その量は標準部品倉庫よりも多い。

購入部品倉庫や、工場内の中間倉庫に保管されている半製品量の多さに比べ、原材料関係倉庫の在庫量は特別に多いとは認められなかった。また工場現場に直接搬入された都度調達の原材料も特に滞留している状態は見受けなかった。寸法の大きなブラケット等の鋳造品は屋外保管されていて、その半数以上が下塗りされること無く全面に発錆して積み置きされていた。

3-1-3 加工工程

鋼材は、3台の金切り弓鋸盤で必要長さに切断して払い出される。鋼材は断面寸法に応じて複数本が同時切断され、切断後、直接床面上に並べられていた。切断された鋼材の長さは良く揃っていた。

3-1-4 品質

受入検査は全量に対しては行われていない。大半の調達先は長い付き合いの特定なメーカーであり、実際的に品質、納期的な問題は少ないと言う説明であった。

ただ、エナメル電線（特にF種のSBEB電線）ではエナメル絶縁層での異物付着や樹脂の粒付き、或いは部分的なエナメル層の剥離が時々発見され、このような不良電線は製造者に返却されるとのことであるが、受入検査の仕組みと検査設備の不備のために、不良は受入れ時ではなく製造現場で作業中に発見されているのが実態である。

3-1-5 原材料受入れの問題点

1) 組織と担当業務

原材料の調達は紡績器材廠の供給（調達）課の担当であるが、その調達必要量は電動機廠の営業課から連絡され、調達期間も全般的に支障無く、また在庫量管理も月1度の棚卸しで確実にフォローされていて格別の問題は無いと報告された。

しかし、絶縁電線の在庫管理については標準部品倉庫と巻線中間倉庫の2か所で別々に、

また中間倉庫では新しい電線と使用後残品の両方が保管されていて、担当と管理業務とも、その重複が問題である。

2) 保管状況

- ① 長尺平角鋼材の摺み代部の曲がり、材料の積み揃いを妨げている。
- ② 防塵処置が不十分である。特に、絶縁電線類の十分な配慮が必要である。
- ③ ガラス被覆電線束の保護巻きが部分的に欠如したまま保管されていて、摩擦に弱いガラス絶縁を損傷させる危険が高い。
- ④ 払出しのために切断された鋼材は床置きで、運搬の活性指数が低い。

3) 品質

- ① 鋼材の摺み代部分は不要な材料である。整流子片銅材（梯銅排）の摺み代部分も同様に不要な材料である。特に銅材の端部約10cm部の曲がり大きい。
- ② 平角鋼材の厚さ端面部に特に粗い表面が存在する。端面部をZ₁系列固定子鉄心の外部溶接に使用するには不適切である。
- ③ 整流子片銅材（梯銅排）の表面に好ましくない擦傷や打傷が見られる。
- ④ エナメル電線の異物付着や粒付き、あるいは部分的なエナメル層の剝離は好ましくない。また絶縁品質上しばしば問題になるピンホール数は検査・確認されていない。巻線間短絡や対地絶縁不良の発生率が高いので、確実な受入検査の実施が肝要である。
- ⑤ 平角ガラス被覆電線に細かい曲がりが多く、直線度が劣る。

3-2 プレス加工工程

3-2-1 組織と担当業務

プレス機械加工工段に属する12名より成るプレス組が本業務を担当し、プレス加工と積層作業を含めた下記の作業を行う。

- ① 定尺原材料（主に0.5 mm厚の硅素鋼板、あるいは1 mm厚の普通鋼板）を必要幅にシヤー切断
- ② 硅素鋼板は、コー表面をワニス処理

- ③ 回転子鉄心板のブランク抜き
- ④ 回転子コイル溝のノッチング抜き
- ⑤ 回転子鉄心の積層と整流子の圧入
- ⑥ 磁極鉄心板のプレス抜き
- ⑦ 磁極鉄心の仮積み、加圧、リベット止め
- ⑧ Z、固定子鉄心板のワンスタンプ抜き

註) Z、-160以上は、固定子の継鉄と磁極鉄心とが分離構造になるので、継鉄と磁極の鉄心板が別々にプレス抜きされ、積層、加圧される。

- ⑨ Z、固定子鉄心の積層、加圧、リベット止め
- ⑩ Z、回転子鉄心：上記の③～⑤に準ずる
- ⑪ 整流子部品、その他の小部品のプレス抜き

3-2-2 主要設備と配置

表3-2-1にプレス工場の主要設備を示す。

表3-2-1 プレス職場の主要設備

設備名称	設備番号	仕様	用途
剪断機 (シヤー)	1611-01/' 74	Q11-3X1000	原材料の短冊切り
剪断機 (シヤー)	—	QH-7X2000	原材料の短冊切り
クランクプレス	1234-01/' 93	JB21-160	Z、固定子のワンスタンプ
クランクプレス	1233-01/' 75	JB23-100A	回転子のブランキング
クランクプレス	1233-05/' 86	J23-80C	磁極鉄心板抜き
クランクプレス	1231-31/' 74	J23-16	各種
クランクプレス	1231-27/' 82	J23-16B	各種
クランクプレス	1291-01/' 82	J91-5A	溝ノッチング、小物部品抜き
クランクプレス	1291-02/' 82	J91-5A	溝ノッチング、小物部品抜き
クランクプレス	1291-03/' 92	J91-5A	溝ノッチング、小物部品抜き
クランクプレス	1231-26/' 82	J23-10A	溝ノッチング、小物部品抜き
クランクプレス	1231-32/' 81	J23-6.3	溝ノッチング、小物部品抜き
クランクプレス	—	J23-63	小型回転子鉄心、整流子片抜き

クランクプレス	—	J23-63	小型回転子鉄心、整流子片抜き
クランクプレス	—	J23-40	小型回転子鉄心、整流子片抜き
油圧プレス	—	A570-8	鉄心積層、加圧、リベット止め
電気抵抗加熱炉	5451-02/' --	202-4	回転子鉄心用止めリングの加熱
ジブクレーン	4191-02/' 82	PHD100	

上表の内、設備番号の欠けているものは、償却済で帳簿上は廃却処分されている筈の設備を意味する。また、設備番号の末尾に製造年を追記しておいたが、例えば / 93 は1993年製造の設備を意味する。160Tプレスと 5T ノッチングプレスが比較的新しく、その他の設備は殆ど1980年代初期の製造で、既に12年以上経過しているものが多い。

どのプレスにも、安全のための装置は付けられていない。

図3-2-1にプレス・機械工場主要設備の配置を示す。

定尺の原材料は工場搬入口近くに配置された剪断機で短冊状に切断された（Z₁系列の場合は、固定子、回転子ともコア表面をワニス処理する）のち、ブランキング抜きとコイル溝のノッチング抜き作業が行われ、プレス機械も略この仕事の流れに従って配置されている。

プレス工場の奥には鉄心積層と整流子の作業場があって、プレス抜きされた部品がここで組み立てられ、樹脂モールドされる。

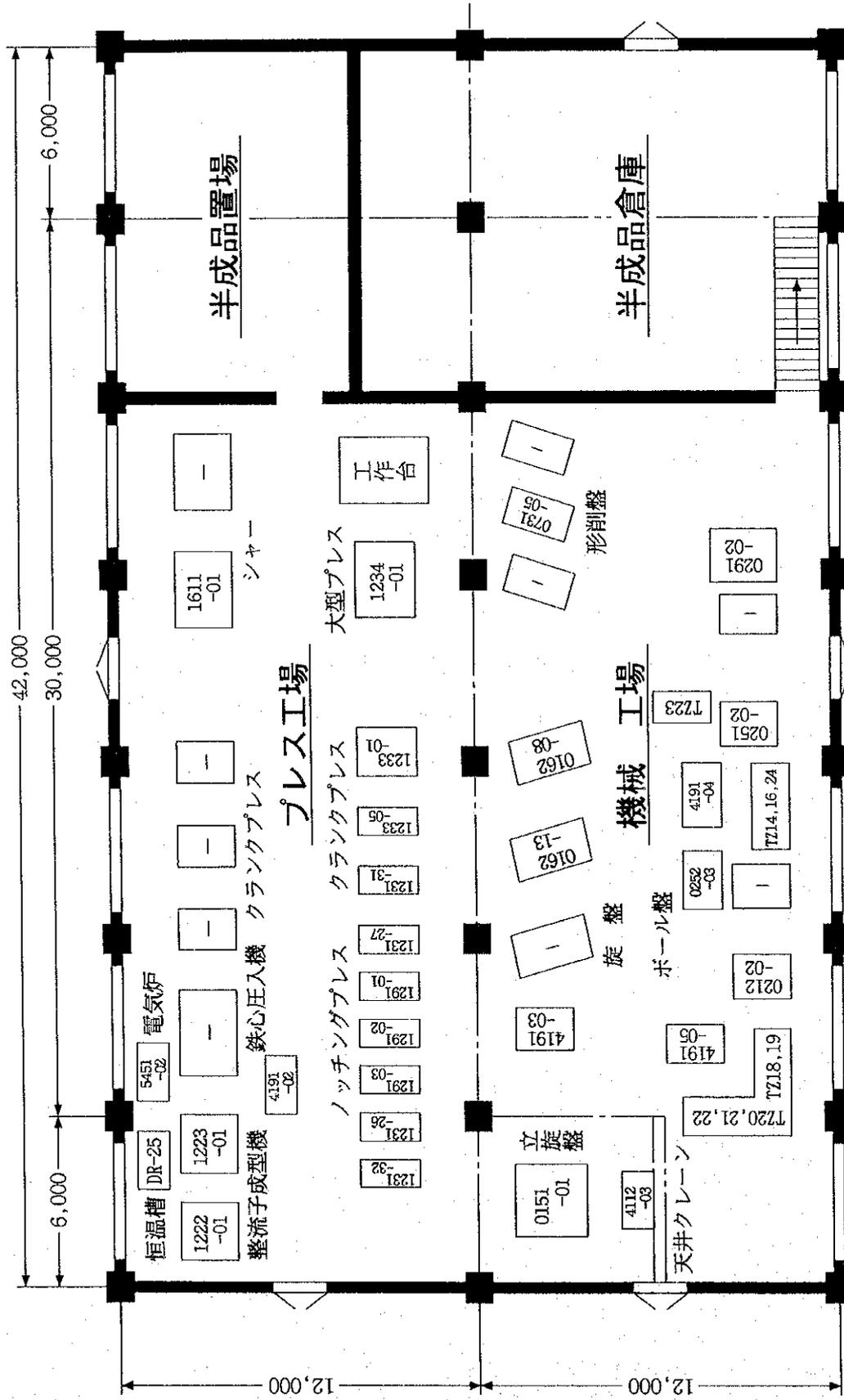


図 3-2-1 プレス・機械工場 主要設備の配置

3-2-3 プレス加工工程

1) 原材料の短冊切り

連続冷間圧延による硅素鋼板巻材料（フープ材）の入手難、調達可能な材料幅寸法の自由度不足、あるいは高速自動プレス抜きには未だ不適な生産規模などの理由から現段階では全て定尺の原材料が使われている。従って、工場に搬入された定尺原材料（主に0.5 mm厚の硅素鋼板、あるいは1 mm厚の普通鋼板）は、先ず指定幅にシヤー切断される。

シヤー切断機への材料差し込みと送り出しは、すべて手作業で行われる。切断された短冊板は脚付きの架台内に切り落とされ、乱雑に積み重ねられた状態で次工程へ、すなわち硅素鋼板はコアー表面のワニス処理場へ、普通鋼板はそのままブランクプレス機械へ送られる。切断された短冊板の幅精度は高くなく、受け台に切り落とされた短冊板は、乱雑に積み重なっている。

2) 回転子鉄心のブランク抜き

表面が絶縁処理された回転子用の短冊状硅素鋼板は、一般に外径と軸穴が、場合によっては冷却風穴も、ブランク抜きされる。この作業も、プレス機への材料差し込みと送り出しは、すべて手作業で行われ、短冊板の送り出し量は作業者の手加減による。

打ち抜かれたブランクは、作業者の手元に残った外周の端材で突つかれてプレス機の後ろへ押し出され、ここに置かれた網籠内へ落とし込まれる。軸穴や冷却風穴の端材（スクラップ）は主に下側に抜き落とされるが、抜き金型の構造によっては金型上部に残り、ブランクと同様に端材で突つかれてプレス機の後ろ側へ押し出される場合もある。

ブランクは網籠内へ自然落下するか、あるいは補助作業者によってプレス機のフレームの間から掻き出されて網籠に入れられるので、籠内では乱雑な並びになってしまう。

次工程のノッチング職場へ送るために、ブランクは補助作業者によって手で籠から取り出され、抜き方向が合わせられ、ある程度揃えて積み重ねられ、束にされる。

3) 回転子鉄心のノッチング作業

ノッチングプレスには抜き金型が取り付けられ、予め溝の径寸法とピッチが調整され、初回の鉄心板で試し抜きされ、寸法が確認される。ノッチングのためのブランク板は、単に積み重ねられた束で取り扱われ、キー溝位置は揃えられていない場合が多い。ブランク

の板は、キー溝を案内にしてノッチングプレスの回転軸に手作業で挿入され、コイル溝が約 120~200SPMでノッチング抜きされる。ノッチングで生じた溝穴の端材は金型の下側に抜き落とされ、プレス機のフレーム間を滑り落ちて、機械の後ろ側に用意された布袋に収納され、棄却処分される。ノッチングの終わったコア板は、下板に垂直に軸やパイプが取り付けられた専用工具に軸穴を貫通させて縦に積み重ねられ、次工程の鉄心積み作業場に送られる。この専用工具には2種類あって、一つはコア内径に相応した径とキー溝を持つ軸を備えているために、積み重ねられたコア板はキー溝位置が揃えられる。しかし、いま一つの専用工具のパイプ径はコアの軸穴径に比べて非常に小さく、また、キー溝に対する案内機構も無いので、キー溝位置は揃えられない。

工程上の待ちがある場合は、ノッチング機械の後ろ側に一列に並べられた仮置き場に、縦積みで一時保管される。また、上記構造の専用工具を複数個備えた車輪付きのコア板運搬車に収納される場合もある。

回転子鉄心の端部に取付けられる絶縁積層板も、コア板と同じ方法で打ち抜かれる。

4) 回転子鉄心板のワンスタンプ抜き

生産量の多い標準の回転子鉄心板は、ブランクとノッチングの2段階を経ないでワンスタンプ抜きされる。特に寸法の小さい製品の場合はブランク作業の残端材が利用され、1枚ずつ手差しでプレス機に挿入して打ち抜かれる。

現在の金型構造では、打ち抜かれた回転子鉄心板、軸穴端材、外周残端材の3つが共に金型上に残り、手で払われ、掻き集められている。従って、打ち抜かれた回転子鉄心板の向きは乱雑なままで、揃えられていない。(写真3-2-1参照)

5) 磁極鉄心板の打ち抜き

磁極鉄心板には1mm厚の普通鋼板が使われ、コア表面のワニス処理は行われない。従って、シャーによる短冊切りとワンスタンプ抜きは回転子鉄心板の場合と同様に作業され、続いて仮積み、加圧・リベット止めの順序で作業が進められる。

6) Z₄系列機のブランク抜き

Z₄-132以下は固定子継鉄と磁極鉄心が一体の構造で、材料も、回転子と同じ0.5mm厚の珪素鋼板が使われるので、短冊切りと表面ワニス処理を終えた材料がブランク抜きされ

る。Z₁系列機のブランク抜きでは、上記2)の回転子鉄心のブランク抜きとは若干異な
って、短冊材は次の5つの部分に分割される。

- ① 固定子の継鉄と磁極の一体部分
- ② 回転子鉄心となる丸ブランク
- ③ 軸穴部の端材
- ④ リベット穴の端材
- ⑤ 外周側の残端材

現在の金型構造では、この内のリベット穴端材（スクラップ）だけが下に抜き落とされ、
残余の4つの部品が金型上に残り、手持ちされた外周側の残端材で突つかれてプレス機の
後ろ側へ押し出され、ここに置かれた網籠内へ落とし込まれる。（写真3-2-2参照）

鉄心板は手作業で固定子と回転子に仕分けられ、固定子鉄心板は積層・リベット止め作
業に、また回転子鉄心板はノッチング作業に送られる。

7) 整流子部品の打ち抜き

下記の3種類の整流子部品が打ち抜きされる。

- ① 整流子片（梯銅排）
- ② 整流子片間のマイカ板
- ③ クリップ形ライザー部品

長尺で入荷する梯銅排を打ち抜いて整流子片を製作する。作業場に搬入された長尺の原
材料は一旦床上に直に置かれ、次に、支え台を利用して作業に必要な本数だけがプレス機
のテーブル（ボルスタ）高さに持ち上げられ、手作業で材料が順次送り込まれてプレス抜
きされる。整流子片は機械の下側に抜き落とされ、テーブル面には端材が残され、適当に
手で集められて除去される。

整流子片間のマイカ板も、整流子片と同様にして打ち抜かれる。但し、絶縁沿面距離の
ために整流子片とは若干寸法が異なり、別の金型を使う場合もある。

クリップ形ライザー部品は0.5mm厚の材料から必要な形に長さ切断された後、成形プレ
スされる。

3-2-4 品質

加工に関連して鉄心に要求される品質の内、主に下記の問題が生じている。

- ① 鉄心板の表面絶縁ワニス処理が不確実
- ② 打ち抜きバリ（毛刺）が大きい
- ③ 溝ノッチングでピッチ誤差が生じることがある
- ④ 鉄心板の打ち傷、変形など

それぞれについては、問題点の項で詳述する。

3-2-5 設備保全、安全、5S

設備管理規定に従った日常点検、定期点検、修理が行われ、精度検査は年1回実施され、ノッチングプレスについては毎年2～3月頃に行われている由である。

プレス機械の精度管理に関し、下記のノッチングプレス機械3台の例を調べてみた。

*クランクプレス 1291-01 ～03 J91-5A 溝ノッチング、小物部品抜き用

記録用紙”設備完好精度、機能検査単”に記されている精度記録値は、いずれも、検査規格”開式可傾圧力機、精度検査記録単”に規定されている精度に合格していた。

しかし、整備状況については、代表項目毎の評価点が記されているだけで、減点内容に関するコメントが記されていないので、具体的には判らない。尚、検査の実施日が記されていないので、何時の時点の状態かも不明である。検査実施日付の記録紙への記入は、必ず実行する必要がある。

安全装置は、全く設置されていない。保護具に類するものでは、綿手袋が使用されているだけである。作業職場内での5S実施状況は、非常に不完全である。

3-2-6 プレス加工工程の問題点

1) 組織と担当業務

プレス加工工程と特に密接に関係する他職制に、次の3つがある。

- ① 電動機廠、技術・工装模具：抜き金型と積み金型、治工具の設計
- ② 電動機廠、模具組：金型・治工具の製作、補修、保管

③ 片綜分廠、模具組：抜き金型のワイヤーカット加工を担当

例えば、プレス加工工程の当面の大問題である抜き金型の隙間（クリアランス）精度と寿命の問題を検討すると、隙間精度が規定通りでないのは片綜分廠のワイヤーカットが原因であると考えられ、切れ刃の硬度は電動機廠、模具組に原因があると考えられる。しかし、電動機廠、技術・工装模具は、必要な定量的情報を必ずしも的確には掴んでいない。

これらの関係職制間を有機的に結び付け、効果的に機能させ、早期の問題解決を図る業務の活動が、現在、必ずしも充分でない。

2) 主要設備の問題点

a) 剪断機（シヤー）

切断幅寸法精度を向上させ、切断された短冊材の揃いを良くする補助具の整備が望ましい。

b) コアー表面ワニス処理装置

絶縁処理の節で詳細に記述するが、コアー表面ワニス絶縁の品質を改善するためには、処理装置の構造改良と保全・補修が緊急に必要である。

c) ブランキング

材料の挿入と打ち抜かれたブランクの取り出しは全て手作業で行われている。これを装置化すれば、作業の高速化、省力化、或いは自動揃え等が期待できる。

d) ノッチングプレス

既に10年以上を経過した、打ち抜き速度の余り早くない(120~200SPM) ノッチングプレスが主体を成しているのが現状である。しかも、ブランク板の挿入・取り出し作業は手作業であって、総合的な自動化、高速化が遅れている。

e) コアー揃え

前述のように、打ち抜き作業後のコアー揃えはまだ人力に頼っている所が多い。即ち、ノッチング後の一部の製品は、不揃いのまま積層職場に送られているし、ワンスタンプ抜き磁極やZ₄の鉄心板は、全て打ち抜き後手作業で揃えられている。治工具や取り出し装置の整備で、手作業による揃え作業を装置化する必要がある。

f) 金型、治工具

抜き金型、リベット潰し用金型の構造、精度、整備と標準化に問題があるため、製品品質の低下と作業時間の増加を招いている。作業用の補助具の整備不足も、作業効率の

向上を妨げている。

g) 運搬用具

職場内での積み替え、置き直し等の作業があり、これらも人力によっている。パレット、置き台、運搬用具、簡易リフター等の整備による、運搬の簡略化の余地が多い。

3) 加工工程の問題点

a) 定尺材の使用継続

調達上の問題から、現在、定尺材が使われており、当面の近代化目標である 1997 年時点でも、巻材料（フープ材）への切替えを予定していない。プレス加工近代化の最大の対策、即ち自動化、高速化、および高精度化は全て巻材料の使用が前提条件になっているので、材料の切替え遅れは、そのまま近代化推進の障害となってしまう。

b) 抜き端材（抜き滓：スクラップ）の処理

プレスされて複数の部分に分かれた板の内、或るものは下に抜き落とされ、また別の部分は、抜き金型の上に残される。現在使われている抜き金型の大部分では、後で再利用されることのない風穴やリベット穴等の抜き端材までが金型の上に残されていて、製品の取り出しを非常に困難にし、またこのために、連続に抜くべき作業が時々中断している。

c) 金型の再研磨寿命

0.5 mm厚の珪素鋼板での抜き金型再研磨寿命は、一般に 5 万回以上と言われている。これに対し、当工場での金型寿命は 4,000~7,000 回と、普通の寿命の 1/10 程度である。これでは、作業者の 1 直勤務中に金型交換が必要になるので、バリ（毛刺）が許容値以上に大きくなるのを承知で打ち抜きを続けているのが実態である。その結果、一部のものはバリの高さが 0.20~0.60mm にもなっている。

d) 金型の交換時間

上記の様に、短い再研磨寿命のために金型交換の頻度は増えてくる。しかし、金型や締めつけ治具が、金型交換時間を短縮できる様に検討、標準化されていないので、品質上の無理を承知で交換することなく、抜き作業が続けられている。

e) 5 S の不徹底

職場内の 5 S が徹底していない。これが、QCD（Q:Quality 品質、C:Cost 価格、D:Delivery 納期）すべての向上を妨げている。

4) 品質上の問題点

a) 鉄心板の表面絶縁ワニス処理が不確実

短冊切りされたコア板は表面がワニス処理されるが、確実には塗られていない部分もあり、また塗膜厚さの確認もなされていない。特性上必要であれば確実に塗布・絶縁しなければならないし、不確実でも良いのならその管理値を決めるべきであり、むしろ廃止を検討すべきであろう。曖昧なまま作業が続けられていることこそ、問題である。

b) 打ち抜きバリ（毛刺）が大きい

電気機器に使われる硅素鋼板のバリ許容値は、一般に 0.05 mmと言われている。当工場では 0.10 ~0.15mmを狙っているが、実態は、前述のように平均で0.20~0.60mmになってしまっている。整流子片でも、0.2 ~0.5 mm程度のバリが局部的に発生している。

c) 溝ノッチングでピッチ誤差が生じることがある

再研磨のために抜き金型を取り替えると、ノッチングでピッチ誤差が生じることがあるという。つまり、金型取替え前後で抜かれたコアの溝に位置ずれが存在するのが現実である。但し、今回の調査期間中には、その実例を見ることが出来なかったし、過去の具体的な誤差測定データも提示されなかった。

d) 鉄心板の打ち傷、変形など

打抜かれた鉄心板を詳細に点検すると、小さな打ち傷や、場合によっては曲がり変形が認められた。例えば、このような打ち傷で生じた小さな突起が、回転子巻線の耐電圧不良発生の要因になる可能性もある。

5) 設備保全、安全、5 Sの問題点

a) 設備保全

“プレス機械の精度規格” 開式可傾圧力機、精度検査記録単” には、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの3等級を置いている。どのプレス機械をどの等級に保全するのかが、記録では明確にされていない。

b) 安全と5 S

安全装置は、材料投入と取出しには装備されていない。作業職場内での5 S実施状況は、不十分である。

3-3 積層作業工程

3-3-1 作業工程

主要な積層作業工程を以下に記す。

1) 回転子の鉄心積みと整流子の圧入

構造による若干の違いはあるが、この作業は、およそ次の手順で行われる。

- a) 鉄心板のキー溝位置合わせ
- b) 鉄心板を指定重量ごとに仕分け
- c) 鉄心板の仮積み
- d) 軸を鉄心に圧入
- e) 鉄心止めリングの焼嵌めと、整流子の圧入

揃えられずに送られて来た鉄心板のキー溝位置合わせは、現在手作業で行われている。

コイル溝が軸に平行な場合は、積み工具に軸を立てて鉄心板を直か積みし、油圧プレスで加圧して積み厚さを調整し、鉄心止めリングを焼嵌めし、最後に整流子を圧入する。

コイル溝が軸に斜めで、軸にキー溝が無く筋目ローレット（直紋）が切られている場合は、積み案内治具を使って鉄心板を斜めに仮積みし、加圧・厚さ調整をし、その後、油圧プレスを使って上記と同じ手順で作業を行う。コイル溝が軸に斜めで、キー溝が軸に斜めに切られている場合は、軸に鉄心板を直か積みする方法で作業される。

鉄心止めリングは、電気抵抗式加熱炉で赤くなるまで熱せられてから軸に挿入され、油圧プレスでリングのみを加圧（コアのコイル溝部分は加圧されない）した状態で冷却される。鉄心端部の絶縁積層板の焼損を避けるために、注水冷却法が採られている。

整流子の嵌め込まれる軸部分には筋目ローレット（直紋）が切られているので、整流子はキー無しで圧入される。この際、コイル溝と整流子片の周方向相対位置は調整されていない。

2) 磁極鉄心の積層

磁極鉄心の積層作業は、およそ次の手順で行われる。（写真3-3-1参照）

- a) 鉄心板の位置揃え（位置合わせノッチによる）

- b) 重さ測定による鉄心分量（磁極1個分）の仕分け
- c) 鉄心板の仮積み、リベット挿入、ハンマーによる仮かしめ
- d) 締め金型と油圧プレスを使った加圧、厚さ調整、リベット止め

（かしめ作業時はリベット部分のみが加圧され、コア一部分は加圧されない）

仮かしめ後の厚さ調整は、特に余剰鉄心板の取り外しがやや困難な様に見受けられた。

積層作業の終わった磁極鉄心は、取り付け用のネジ穴加工のために、機械加工工場へ送られる。

3) Z₄ 系列機の固定子鉄心積み

位置合わせノッチを基準にして鉄心板を位置揃えした後、およそ次の手順で鉄心積み作業が行われる。

- a) 積み治具の段取りと鉄心板の積み上げ
- b) 油圧プレスによる加圧と積み厚調整
- c) リベットかしめ治具の取り付け
- d) リベット棒の挿入（必要によりハンマーで打ち込み）
- e) 油圧プレスによる加圧、リベットかしめ止め

リベット径寸法の不適とかしめ治具の不具合のために、リベットのかしめ部は必ずしも均一に潰されていないのが現状である。積みとリベットかしめ作業の終わったZ₄ 固定子鉄心は、端板枠との溶接固定のために溶接職場へ送られる。

4) Z₄ 固定子鉄心の溶接

Z₄ 固定子鉄心は両側の端板枠と組み合わせた後、平鉄を介して溶接固定される。

次の作業手順で実施される。

- a) 組み合わされた固定子鉄心と端板枠を、両側抑え板とスタッドより成る溶接用治具で締めつけ、固定する。” 工芸守則” では、この際の締圧を鉄心締付け時と同圧と指定しているが、溶接用治具の構造から見て、締圧管理は行われていない。
- b) 鉄心の肩勾配部4か所に平鉄副え板を位置合わせし、順次仮止め溶接する。
- c) 平鉄と端板枠とを連続アーク溶接する。

d) 溶接用治具の取外し。

(この治具の締めつけスタッド両端部は長く突き出ているので、本来は受け台に乗せられ、回転させながら溶接作業が進められるものであろう。)

Z₄-160以上の固定子は継鉄・磁極分離構造であるので、積層、加圧、溶接方法が上記と若干相違する。

3-3-2 品質と作業状況

鉄心の品質上、主に下記事項を避けなければならない。

- a) 積み厚寸法の許容値外れ
- b) 鉄心板の不揃い・・・曲がり、飛び出し、ずれ等
- c) 鉄心板間の面圧不足・・・鉄心板間の緩み、空隙等
- d) 表面傷や端板の変形・・・打ち傷、まくれ、曲がり等
- e) 異物混入・・・バリ(毛刺)、切り屑、溶接スパッター、その他の塵埃等
- f) 発錆、汚損

工場内にあった製品では、上記のような不具合が少なからず見受けられた。それらの原因には、原材料、プレス加工、運搬など他職場の原因によるものもあろうが、鉄心板の不揃い、表面傷や端板の変形等、鉄心積み職場で発生させたものもあると推定される。特に、治工具、軸、鉄心板、整流子などの部品、あるいは積層された製品を、汚れて粗い床面や運搬台車に直に、しかも乱雑に置くのが普通の作業習慣では、これら不具合の発生を避けることは出来ないであろう。

職場内の5S、即ち設備、治工具、部品、製品等の整理、整頓、清潔などが徹底しているとは言い難いのが実態である。

3-3-3 積層作業工程の問題点

1) 設備と作業上の問題点

- a) 運搬用具の不足

45%強の台数増産計画に対処し、床置き廃止による品質の向上を図るためには、置き

台を兼ねた運搬用具の不足が大きな問題である。

b) 治具、工具類の整備、整頓

鉄心積層職場で日常使われる治工具類が整備されていず、また職場近くに取り出し易い形で整頓されていないのが問題である。整備されていない磁極鉄心締型やリベットかしめ型、握り柄の付いていないヤスリなどを使用しては、良い仕事と良い製品は生まれて来ない。

c) 鉄心板の位置不揃い

現在のプレス工場では、打ち抜かれた鉄心板の位置を自動的に揃える設備は充分でない。これは鉄心積層工場では大きな問題であり、プレス工場での新設備導入が行われるまでは、積層工場で解決するしかない。回転子鉄心板については、簡単なキー位置揃え装置が他の電動機製造工場では良く使われている。

d) 直か積みの場合の鉄心板嵌め込み困難

軸外形と鉄心板内径との嵌め合いは普通締まり嵌めであるので、軸に鉄心板を直か積みする場合は嵌め込みが困難で、数枚ずつを手で叩き込んでいるのが現状である。手作業は大変であるし、また、この叩き込みが不十分であると、後で油圧プレスで加圧しても、嵌め合い部は仲々締まらない。

e) Z、固定子鉄心溶接の半自動化

視察した溶接作業は全て手作業であったが、3-3-1-4)に記したように、現用の溶接用治具は回転式で計画されていると思われる。CO₂溶接による半自動化はそれほど困難ではないので、出来るだけ早く試行して必要なノウハウを掴み、実用化することが必要である。

2) 品質上の問題点

品質上の問題点は、職場に共通する問題と個別技術の問題とに分けられる。

a) 共通的な問題点

(1) 5Sが徹底していない。例えば;

① 古い積層済みの回転子が網籠や木箱の中に、沢山、しかも雑然と投げ込まれたまま職場の隅に放置されている。当面必要な物と不要な物とを分けて、不用品を撤去しなければならない。

② 製品や治工具などは、職場の片隅や、床面上や、設備上に非常に乱雑に置かれ

ている。次工程への運搬に便利のように、あるいは仕事で使い易いように整頓する必要がある。

- ③ 床や運搬台車の上には切り屑が沢山散らばっているし、治工具は黄色く錆びたり大きなまくれ傷の付いているものも珍しくない。磁極鉄心の仕分けに使われていた秤の台座には厚く埃が積もっていた。

清掃と品質は、密接に関係する。

(2) 製品の損傷や変形に関心がうすい。

- ① 軸は、切り屑が沢山散らばった台車に直接乗せられて運ばれて来る。
- ② 軸を挿入された仮積みの回転子は、軸端を床面に、或いは軸面を鋭い角を持つた作業台に直接当てて置いてある。
- ③ 積み終わった回転子は、そのまま作業場の床上に、乱雑に転がして置く。

(3) 作業前の部品点検が不十分である。

- ① 軸、鉄心板、あるいはコイルエンド支持リングなどの部品は、汚れ、打ち傷、変形が事前点検も、修正もされずに使われている。後工程で修正するのではなく、初めから良いものを作ることが肝要である。
- ② 整流子片が大きく倒れたり、振じれたりして、一見して不良品であることが判るのに、そのまま圧入された例を複数見受けた。

b) 個別技術面の問題点

(1) 鉄心板間の残留面圧が不十分

現在の作業方法では、鉄心板が加圧され寸法調整された後、圧力が開放された状態で改めて焼嵌リングやリベットで鉄心が止められるので、鉄心板間に残される面圧は必ずしも十分な値とは限らない。機械が小型で鉄心の受ける振動力が比較的小さく、またワニスの接着力で補強されているので今まで実害の経験がないのであろうが、新型機は従来製品よりも運転温度が高く、さらに大きな出力分野への進出も計画されているので、将来、検討を要する問題の一つである。

鉄心板は、固定子で10kg/cm²、回転子で20kg/cm²で加圧されるのが普通である。

これは、加圧によって鉄心板を圧着させると共に、鉄心板相互間に面圧を与えるためでもある。鉄心、特に回転子鉄心は運転中に機械振動や電磁振動を伴うので、これらの振動力に耐えて磨耗や疲労切断を生じないように鉄心板相互間の緩みを防がなければならない。

” 工芸守則” 付表の加圧力の欄は、回転子、固定子共、Z₄-180、200 以外は空欄のままである。

(2) 回転子焼嵌リングの注水冷却作業変更

鉄心端部にある絶縁積層板の過熱劣化を避ける目的が注水冷却を採用した理由と思われるが、注水された水は絶縁積層板や他の隙間にもしみ込むし、たまたま遭遇した作業では、次の圧入のために油圧プレスのテーブル面に置かれていた整流子も冷却水で濡れていた。絶縁積層板の過熱劣化を避けるためには、幾つかの別の方法もある。” 工芸守則” では、扇風機での冷却を規定している。

(3) 斜め溝回転子の鉄心板不揃い

第2次回答書では、矩形溝での不揃い発生率が約30%と報告されている。不良状態を確認する機会が無かったので詳細は不明である。

(4) 回転子鉄心の積厚拡がり

第2次回答書では、鉄心弾開度が比較的大きく約10~25%に達すると報告されている。これも、現物を見る機会が無くて具体的には不詳であるが、数値が一桁間違っているのではなかろうか。工場では、打抜きバリを主因と推定しているようであるが、弾開度が異常に大きい鉄心を一度解体し、バリ除去後に再積層してみればその原因が確定できるし、対策も決まる。

因みに、一般の鉄心弾開度許容値は、2%以下である。

(5) Z₄ 固定子鉄心のリベットかしめが不均一、不確実

作業中のZ₄-132固定子鉄心のリベットかしめは不均一、不確実であった。しかも、リベット8本の内の3本はかしめ潰れの過不足が著しく、いま1本はかしめ潰れが不十分であった。

リベットの長さ精度、リベット穴との隙間寸法、ならびにリベットかしめ治具のポンチ品質に原因があると判断される。

3-4 機械加工工程

3-4-1 組織と担当業務

コイル入れ・巻線工段に属する機械加工一組 8 名とプレス工段に属する機械加工二組 6 名が主として本業務を担当して次の作業を行う。

- ① 回転子軸、回転子の加工
- ② 固定子枠、固定子の加工
- ③ 出力側および整流子側ブラケット（端蓋）の加工
- ④ その他部品の機械加工

回転子軸材の切断は鋼材倉庫で行われ、機械職場に払い出される。

出力側および整流子側端蓋の加工は、Z₂ 系列は外注であるが、Z₄ 系列は社内で製作されている。

3-4-2 主要設備

表 3-4-1 に機械職場の主要設備を示す。

表 3-4-1 機械職場の主要設備

設備名称	設備番号	仕様	用途
普通旋盤	0162-16	CA614 400*1000	回転子軸の端面加工
普通旋盤	0162-11	CA6140 400*1000	回転子軸の外形加工
普通旋盤	0162-12	CA6140 400*1000	回転子軸の外形加工
ローレット専用機	—	—	回転子軸のスジ溝加工
普通旋盤	0162-14	SK360 360*750	回転子の仕上げ
普通旋盤	0162-15	C6208 1 400*1000	回転子の仕上げ
円筒研削盤	0311-02	MB1332A 320*1000	回転子軸の仕上げ
縦フライス盤	0611-02	X52K 320*1250	回転子軸のキー溝加工
万能フライス盤	0631-02	X8126 270*700	回転子軸のキー溝加工
整流子溝切専用機	ZJ23	(小)	整流子溝切
整流子溝切専用機	ZJ24	(大)	整流子溝切
バランスマシン	7914-01	DS100B 100KG	回転子のバランス取り

バランスマシン	7914-02	YYW 300A 300KG	回転子のバランス取り
普通旋盤	0162-08	C630 615*1400	固定子枠の端面・内径
普通旋盤	0162-13	C630 615*750	固定子枠の端面・内径
ジブクレーン	4191-03	PHD100 100KG	固定子枠の旋盤加工
形削盤	0731-05	B665 650	固定子枠の足加工
その他形削盤 2 台	—	—	固定子枠の足加工
直立ボール盤	0252-03	Z32K 25*815	固定子枠の穴明け
ラジアルボール盤	0251-02	Z35A 50*1000	固定子枠の穴明け
その他ラジアルボール盤	—	—	
卓上ボール盤数台	TZ	—	固定子枠の穴明け
ネジ立て盤数台	TZ	—	固定子枠のネジ立て
ジブクレーン	4191-04	PHD100 100KG	固定子枠の加工
ジブクレーン	4191-05	PHD100 100KG	固定子枠の加工
縦旋盤	0151-01	C512A 1250	固定子枠の加工
天井クレーン	4112-03		固定子枠の加工

以上は機械職場に設置されている設備であるが、このほか鋼材倉庫に設置されている鋸盤 3 台が軸材の切断に使用される。また Z₄ 系列の出力側および整流子側端蓋の加工のため、機械修理工場に設置されている横中グリ盤等が使用される。

3-4-3 設備配置

回転子の機械加工を行う設備は直流電動機工場（新）の 2 階および一部 3 階に配置され、機械加工一組が担当する。固定子の機械加工を行う設備はプレス工場と隣接した機械工場に配置され、機械加工二組が担当する。

図 3-4-1 に直流電動機工場（新）2 階の主要設備の配置を、図 3-4-2 に直流電動機工場（新）3 階の主要設備の配置を示す。

機械工場の主要設備の配置は前述の図 3-2-1 プレス・機械工場主要設備配置を参照のこと。

直流電動機工場（新）2 階の設備は、完全ではないがほぼ回転子製作工程順に配置され、機械加工だけでなくバランス取りなど回転子の製作に必要なすべての設備を包含した一貫

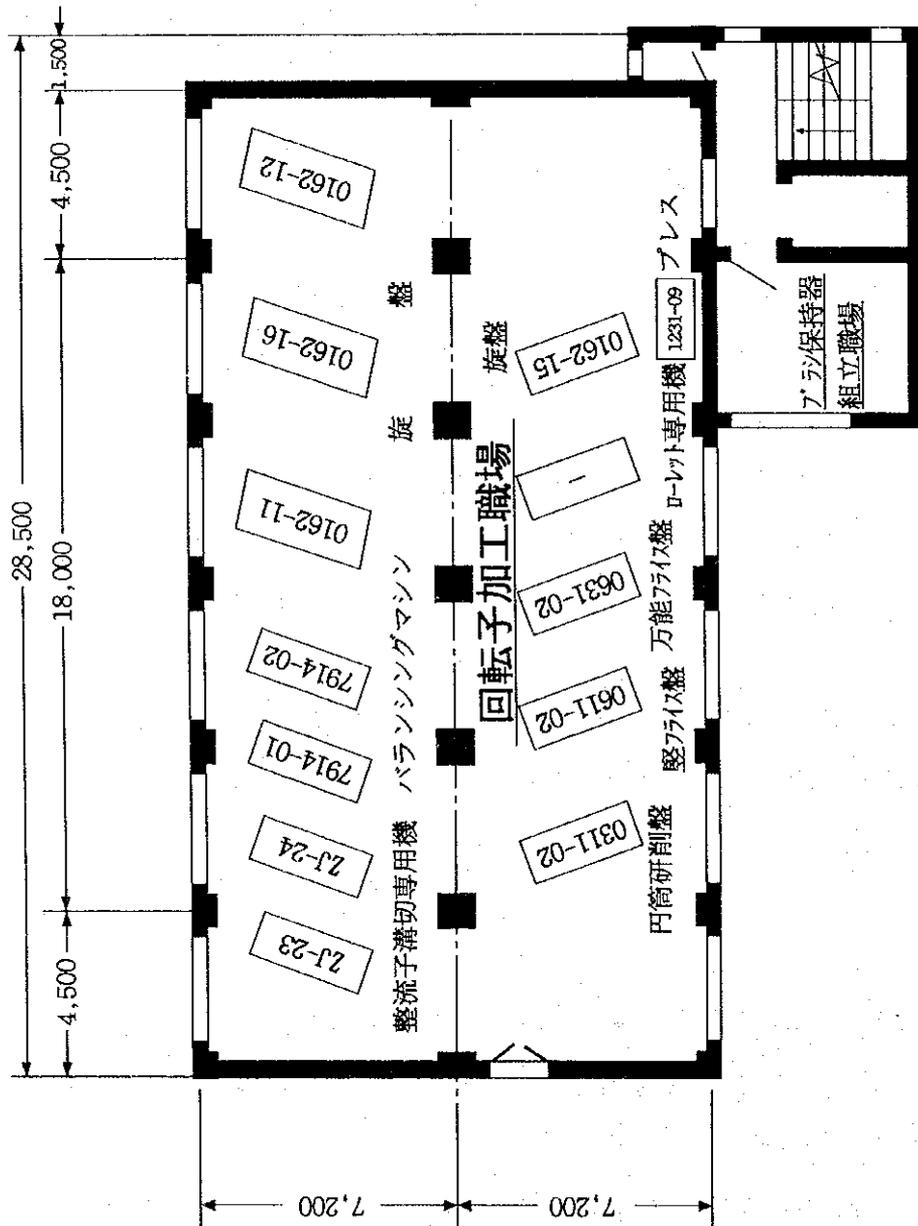


図 3-4-1 直流電機工場 (新) 2 階の主要設備配置

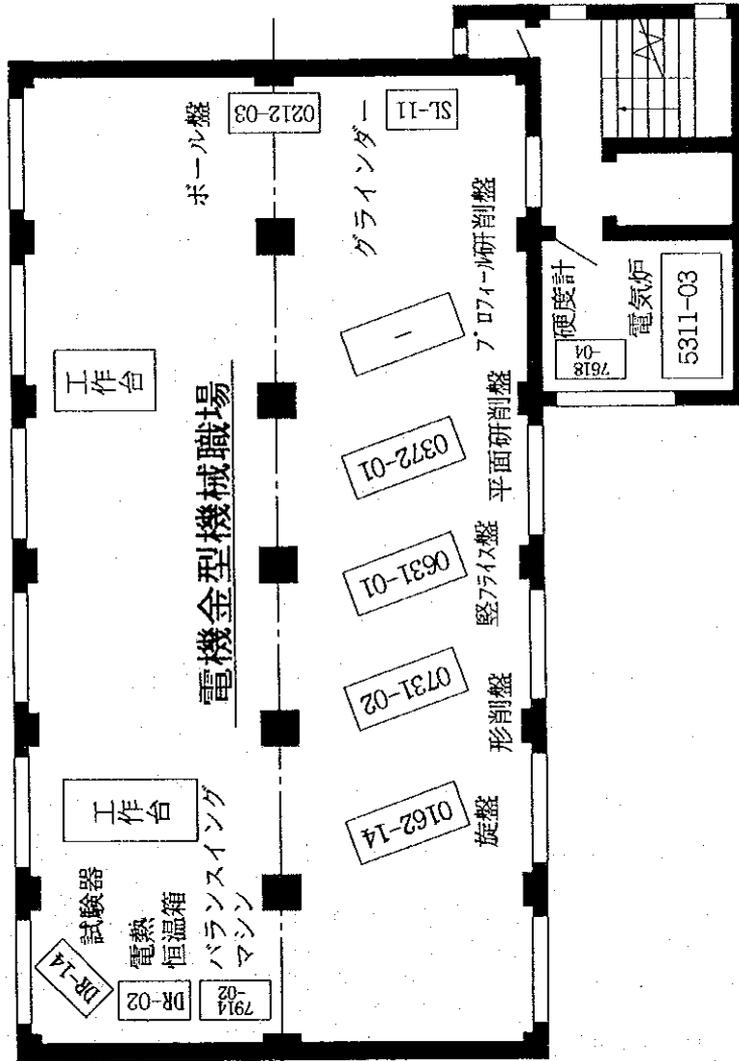


図 3-4-2 直流電機工場 (新) 3 階の主要設備配置

生産ラインを構成している。一方、固定子を加工する機械工場の設備は、旋盤、ボール盤、形削盤等の機械機種群別の伝統的な配置になっている。設備の配置に関して、機械と機械の間隔や通路の幅、材料置き場の取り方等に関する基準は整備されていない。

3-4-4 加工工程

1) 回転子の加工工程

鋼材倉庫で切断された軸材は、台車とエレベーターによって直流電動機工場（新）2階へ運搬され、旋削、ローレット、研削加工の後、一旦プレス工場へ降ろして、鉄心積層、整流子の圧入を行う。更に、直流電動機工場2階で巻線組込み、整流子接続の後、再び直流電動機工場（新）2階および一部3階で、鉄心外径仕上げ、研削、キー溝加工、整流子溝切り、整流子研削、バランス取り、回転子検査等の一連の加工を行い、回転子が完成する。直流電動機工場2階と直流電動機工場（新）2階とは渡り廊下で繋がっているが、回転子が完成するまでの工程は、距離も長く複雑である。

2) 固定子の加工工程

固定子の材料である溶接品や端蓋の材料である鋳造品は、外注から入荷したら、検査の後、機械工場と直流電動機工場との露天に保管される。Z₂の固定子枠の加工は機械工場内で旋盤、形削盤、ボール盤、ネジ立て盤等によって端面・内径加工、足削り、穴明け、ネジ立て等が行われ、隣接する直流電動機工場1階の半成品倉庫または組立職場へ送られる。Z₁の固定子は鉄心と一体であるため、前工程のプレス工場および溶接職場で鉄心積層、端板溶接の後、機械工場に持ち込まれて旋盤、ボール盤、ネジ立て盤等で端面加工、穴明け、ネジ立て等の加工が行われ、Z₁試作工場内の巻線職場へ送られる。

現在、工場ではマシニングセンターの導入計画がある。内訳は縦型、横型各1台でこれが導入されると、固定子は横型マシニングセンターにより機械加工される。

3) ブラケット（端蓋）の加工工程

出力側（前）および整流子側（後）の端蓋の加工は、機械修理工場の横中グリ盤で行われる。前述のマシニングセンターが導入されると、端蓋は縦型マシニングセンターにより機械加工される。

3-4-5 品質

機械加工品の品質は、寸法と外観が主であるが、製造上の不良率は5%程度であり、少ないとは言えない。検査は検査員によって行われ、寸法検査は適正に行われているが、外観検査は、普通の基準では不良と判断されるものが、良品として次工程へ流れている。

3-4-6 加工状況と作業状況

1) 回転子の加工

回転子軸の切削に使用されている旋盤はすべて普通旋盤で、NC旋盤等はない。切削工具は高速度鋼のロー付けバイトが主体である。バイトは手研ぎで、掬い角度を大きく取っているため、長く連続した切粉が機械の周りに散乱している。回転子軸は、最終的に両センター仕上げを行うため、最初の工程でセンター揉みが行われる。旋盤のセンターは回転センターではない。回転センターは所有しているが、精度が悪いため使用出来ないという事であった。

回転子軸の鉄心圧入部のローレット加工（筋目状）は、古い旋盤を利用した専用機で行われる。回転子軸の研削は、円筒研削盤で水溶性切削油を使用して行われる。

軸端のキー溝はフライス盤で行われる。また鉄心圧入部は仕様によってキー溝が必要なものもあり、そのキー溝がスキュウしているものもある。何れもフライス盤で加工が行われる。整流子の溝切り（マイカカット）は専用機で行われる。割出しやカッターの送りは手動である。吸塵装置は設置されている。

2) 固定子の加工

固定子枠の端面、内径加工は機械工場の普通旋盤で行われる。取付け脚の平面加工は旋盤加工後、形削盤で行われる。切削工具や切粉の状況は、回転子軸の場合と同様である。

穴明け、ネジ立てはボール盤、ネジ立て盤で行われるが、穴明けには製品毎、工程毎にいろいろな穴明治具が用意されている。ドリルは手研ぎで、先端の仕上げは微妙な差があり一様ではない。材料を機械に取り付け、取り外しするために、ジブクレーンが必要な場所に設置されている。

これらの加工は前述の通り、近々横型マシニングセンターに変更される。オペレーターの養成は、メーカーによって行われる予定である。

3) 端蓋の加工

現状は機械修理工場の横中グリ盤で加工するが、固定子枠と同様に近いうちに堅型マシニングセンターに変更される。

3-4-7 設備保全

設備管理は総管理課の設備管理担当が行う。重要設備については規定に則り、定期的に精度検査が行われ、結果を記録し、異常があれば計画的に修理、保全されている。しかし、殆どの設備は1980年代前半に製造されたもので、既に10年以上経過しており、定期検査で不合格になるものが多い。また、日常の使用中でも故障するものが多いようであり、応急修理が行われている。設備リストに無い古い機械が使われているケースもあり、計画的な設備更新が望まれる。

機械工場の床面は平坦でなく、工作機械の据え付け状態もあまりよく検査点検されていないようで、水平度が正確に出ているかどうか疑問な機械もある。

3-4-8 安全と5S

切粉ヨケが殆ど使用されておらず、切粉を発生する機械の操作をする作業者も、保護メガネを掛けているものはいない。クレーンを使用する職場でもヘルメット等の保護具を使用しているものはいない。しかし、安全成績は良く、昨年度もケガで仕事を休んだり、治療を受けた人はいない。

機械職場には冷暖房は無く、冬は防寒のためか裾の長い上着を着用している人もいる。

職場の照明については基準が無く、局部照明はあるが、実際の明るさは十分ではない。

機械職場の5S（整理、整頓、清潔、清掃、躰）を積極的に進める必要がある。

3-4-9 機械加工工程の問題点

1) 品質

製品の取り扱いが粗雑なこと、運搬道具が整備されていないこと、床面が平坦でないことなどから、加工後、製品に錆が発生したり、鉄心や巻線が変形したり、キズがついたりしているものが多く見受けられる。

工業先進国の水準では不良でも、当工場では一部良品として前工程から送られてくる、

検査や前工程に苦情を申し入れるなどの行動が必要である。

品質、特に外観に関する基準が甘く、国際的に通用する水準にするには更なる努力が必要である。

2) 切削工具

切削工具は高速度鋼のロー付けバイトが主体であるため切削速度は遅い。超硬のスローアウェイバイトなどは、金型工場の一部で試験的に使用されているだけで、他の職場には普及していない。切削工具はドリル等も含めて、すべて手研ぎであるため、出来栄が均一でない。

マシニングセンターの導入も近く、将来の自動化を考えると、切削工具の集中研磨によって、均一な切削工具が供給できる体制を作る必要がある。

3) マシニングセンターの稼働

近く導入されるマシニングセンターは、計画では横型、縦型ともに1か月当たり150時間ぐらいの稼働を予定している。高価な機械であるので外部から仕事を引き入れるなどして、300時間位まで稼働させることを具体的に考える必要がある。

4) センター焼きつき現象

回転子軸の端部が青色に変色して、センター穴が焼きつき現象を起こしているものがある。センター穴の給油やセンターの押し方に問題があると思われる。

また、精度の高い回転センターが入手できないことも、問題解決を困難にしている。

5) 切粉処理

長く連続した切粉が機械の周りに散乱しており、切粉の処理にかなりの労力を必要としている。また安全上も好ましくない。

レイアウト面からも、切粉飛散防止装置をつけていない事と相まって、機械の間隔を広く取らなければならない原因になっている。例えば、現状、機械工場の3台の旋盤の間隔は2.8~3.0 mであり、全般的に機械の配置には、かなりの余裕がある。

また長く連続した切粉は、その処理が困難なため、将来自動化する場合の障害になる。

6) 安全、作業環境

切粉飛散防止装置等の安全保護装置が少ない事、安全靴、ヘルメット、保護メガネ等の保護具の着用が無い事、裾の長い上着を着用して機械に巻き込まれる恐れがある事など、安全に対する配慮が不十分である。

照明が暗く、夜間作業には照度が不足すると思われる。生産量が増大したときは交代勤務で対処する方針であるが、照明基準を定めて整備する必要がある。

7) 運搬、レイアウト、在庫品、仕掛品

作業領域内で材料を機械に取付け取外するために、要所毎にジブクレーンが設置されているのは良いが、建家内の工程間の運搬は、その都度台車から下ろしたり、台車に積んだりしている場合が多く、運搬の活性度が低い。

通路、材料置場、治工具置場、機械配置の間隔等に一貫性がなく、無駄な空間が多い。

機械工場の床面は平坦でなく台車による部品の運搬に支障がある。工作機械の据付けに支障があることは前述した通りである。

建家間の運搬は殆どが台車による人力運搬で、フォークリフトはあるがパレットが殆ど無いため、フォークリフトが有効に活用されていない。

台車やパレットに仕掛品を積んだまま機械の横に置いて加工し、運搬し、保管するには、現状の在庫品、仕掛品は生産台数に比べて多いので検討を要する。

3-5 巻線作業工程

3-5-1 組織と担当業務

コイル入れ・巻線工段が本業務を担当し、試作段階のZ₁の巻線は技術部門に所属するZ₁試作組が担当する。以下に、その組織と担当作業を示す。

組 織	担 当 作 業
巻線組（8名）	磁極コイル、回転子コイルの巻線
コイル入れ組（12名）	回転子鉄心にコイルの挿入、接続、バインド巻き
機械加工一組（8名）	軸加工、整流子外径加工、動釣合い、整流子仕上げ
刷子保持器組立（2名）	刷子保持器の組立
Z ₁ 試作組（9名）	Z ₁ 回転子コイル入れ、磁極コイル巻、EPC処理

3-5-2 主要設備と配置

巻線作業関係の主要設備を、表3-5-1に示す。回転子の機械加工関係設備は、3-4の機械加工の節に記されている。

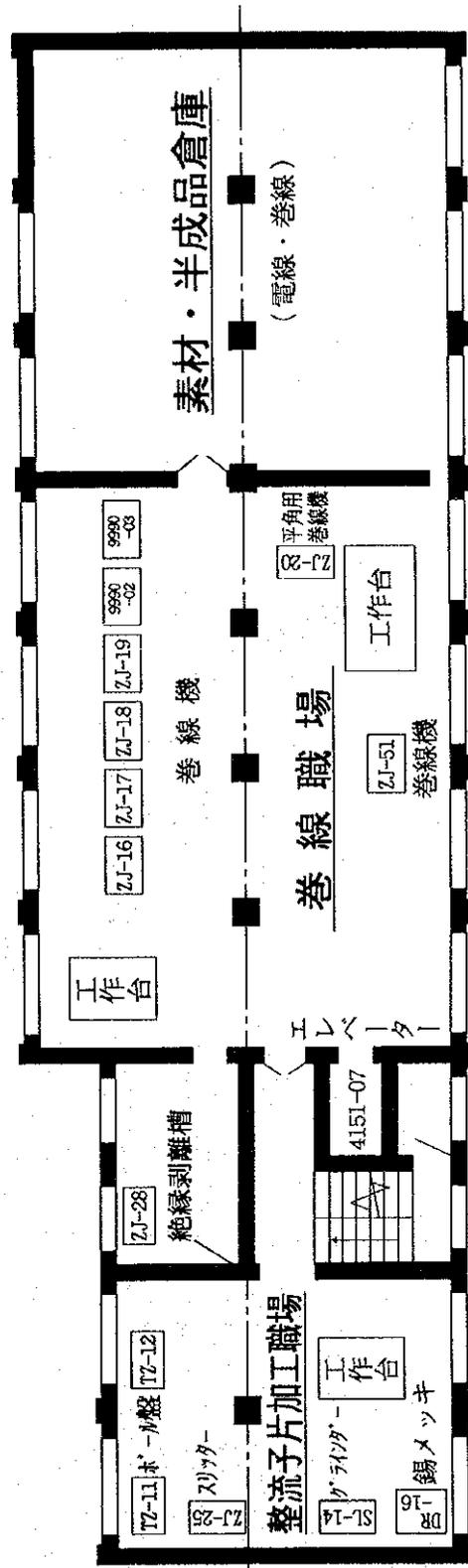
表3-5-1 巻線職場の主要設備

設備名称	設備番号	仕 様	用 途
半自動巻線機	9990-02/ 79	東風2A型300	コイル巻作業
半自動巻線機	9990-03/ 87	東風2A型300	コイル巻作業
電動巻線機	ZJ-16	—	コイル巻作業
電動巻線機	ZJ-17	—	コイル巻作業
電動巻線機	ZJ-18	—	コイル巻作業
電動巻線機	ZJ-19	—	コイル巻作業
電動巻線機	ZJ-20	—	平角電線のコイル巻作業
絶縁剥離設備	ZJ-28	—	丸・角線の絶縁皮膜剥離とメッキ
自排線機	ZJ-51	—	—
荷物用昇降機	4151-07/ 80	500kg 自製	材料、部品、製品の運搬
コイル入れ台	—	各種	回転子のコイル入れ作業
半田揚げ装置	5291-05/ 85	自製吹上式	コイル・整流子接続部の半田揚げ

ジブクレーン	—	—	半田揚げ作業用
耐圧試験機	7899-02/' 85	4kV/1000W	回転子巻線の絶縁試験
バインド巻機	ZJ-26	—	回転子巻線エンド部のバインド巻
自動巻線機	ZJ-29	—	Z, コイル巻き
耐圧試験機	7899-03/' 89	YDGT-3/5	Z, 巻線の耐圧試験

巻線職場は主要作業毎に区画されている。図 3-5-1 直線電動機工場 3 階の主要設備配置、図 3-5-2 直流電動機工場 2 階の主要設備配置を示す。およそ、次の様に配置されている。

職場位置	主要な作業項目
第 3 5 棟 3 階	コイル巻き、絶縁皮膜の剥離、メッキ
第 3 5 棟 2 階	回転子のコイル入れ、半田揚げ、バインド巻き
第 3 4 棟 2 階	整流子機械加工、整流子マイカカット、動釣合い調整
第 2 3 棟	Z, 回転子のコイル入れ、磁極捲線、EPC処理



(注) 建家の大きさは図3-9-1に示す

図 3 - 5 - 1 直流電動機工場 3 階の主要設備配置

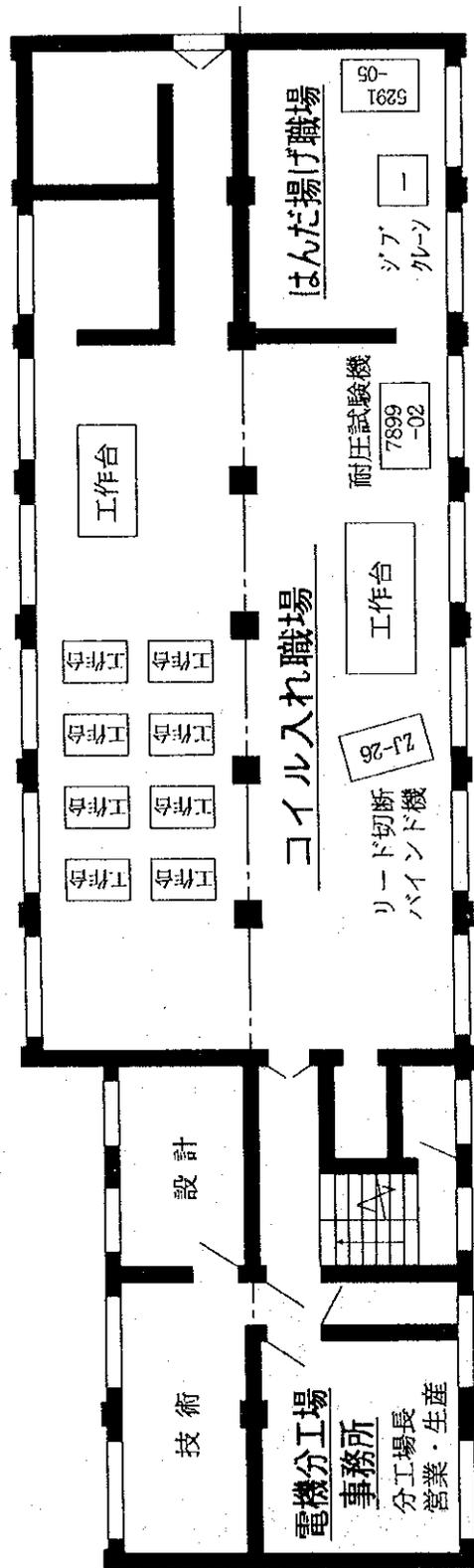


図 3-5-2 直流電動機工場 2 階の主要設備配置

3-5-3 作業工程

1) コイル用電線

エナメル絶縁された丸線と2重ガラス巻絶縁された平角線とが使われている。これらの絶縁電線は、標準材倉庫、中間倉庫、および当職場内の3か所に置かれている。

2) コイル巻き

a) コイルの種類

細い丸線で巻回数の多い小型のコイルは専ら半自動巻線機で、回転子用の角線型巻コイルは専用の中型巻線機で、その他の回転子用乱巻コイルや磁極コイルは普通の巻線機で巻かれる。コイルの巻き枠は、それぞれのコイル形状に応じて、単独構造や複数構造の丸形、小判形、角形等が使われている。特殊な例として、平角絶縁電線を縁方向に平曲げて製作する磁極コイルや、金型曲げ回転子も作られている。

b) コイル巻き方法

コイルは複数本の電線を使った並列巻が多く、複数個の電線ドラムが各回転テーブル上に縦置きされている。巻線機と電線ドラムとは向かい合って配置されていてドラムから横に引出された電線は、作業台下の案内ブレーキを経て上向きに転じ、巻枠に巻付けられる。比較的太い角線が多く使われる補極のコイル巻き作業も、同様な配置である。

普通の巻線機では、線の揃えは手作業によって行われ、指定回数の巻付けが終わると、口出し部に絶縁チューブが差し込まれ、縛りテープで束ねられて巻き枠から外される。回転子用の角線型巻コイルは、専用の中型巻線機で水雷形に捲かれた後、コイルエンド部に保護・補強テープが巻かれ、引っ張り成形機で亀甲形に拡張され、次いで、コイルエンド部が小型プレスで湾曲整形される。

Z₁-132以下の主磁極コイルは、継鉄と一体の主磁極鉄心に直接手巻きされている。

3) コイルの仕上げ

回転子コイルの口出し線部分は、絶縁を剝離して錫半田メッキされる。錫半田メッキに先立ち、エナメル絶縁の剝離は約90℃に温められた5%の硫酸液に浸す方法により、また2重ガラス巻絶縁は溶融した錫半田槽に浸して加熱した後、小道具を使った機械的方法により剝離される。普通重くて口出し線数が少ない磁極コイルは、エナメル剝離剤を塗布した

後、布で拭って取り除く化学的方法や、簡単な機械的方法で絶縁が除去され、口出し端子を付けた後に外周が仕上げテーピングされ、構造によっては、金属枠に嵌込んで固定されることが多い。

磁極コイルは、誘導法によって電磁特性が検査されている。

4) 回転子のコイル入れ

コイル入れはすべて手作業で、コイル電線の種類、整流子接続部の構造、或いはコイルエンド支え構造等に異なるところがあっても、その方法は殆ど同じである。概略の手順は下記の通りである。

a) 溝絶縁の挿入

絶縁層の構成は、次の通り。

① Z₂ 系列：ポリエステル薄膜(6020)+集成マイカ紙(2432)+ポリエステル薄膜

(丸線) (6020)×2層=0.27mm厚

② Z₂ 系列：ポリエステル薄膜(6020)+集成マイカ紙(2432)+マイカシート+

(角線) ポリエステル薄膜(6020)=0.42mm厚

③ Z₁ 系列：Ad-M-Ad(Nomex-410)×2層=0.40mm厚

b) コイル挿入 (写真3-5-1参照)

溝内へのコイル挿入を容易にし、また絶縁の損傷を防ぐために溝の外にまで突き出させた延長溝絶縁を案内に、コイルは溝内に落とし込まれ、整列される。溝内、溝外とも、コイル電線束の相互間には層間絶縁が挿入され、全部のコイルを溝に納めた後、口出し線が整列されて整流子の接続部に挿入される。主に使われている工具は、金ハンマーと2・3種類の篋(へら)である。

c) 溝楔の挿入

電線を溝内に固く納め、溝絶縁を折り返して重ねた後、溝楔を挿入して溝の開口部を閉じる。普通、溝楔は軸方向に打ち込まれるが、当工場では溝の深さ方向に叩き込む方法を採用している。

d) 接続部の錫半田揚げ

整流子がクリップ接続片構造の場合には、片相互間に木楔を打ち込んで固定し、口出し線の余剰分を切断し、錫半田揚げが行われる。半田揚げ装置は溶融した錫を吹き上げる方式で、当工場の自製設備である。半田揚げされる整流子側が少し下がる様に、斜め

に回転子を装置の回転ローラー上に乗せ、ゆっくり回転させながら接続部分に松脂溶液を塗布し、次いで錫溶湯をこの部分に当たるように吹き上げて半田揚げする。

e) 検査と補修

半田揚げ部分を含めた整流子外径部を仕上げ切削し、木楔を取り外した後、電気検査が行われる。接続については、整流子に直流低電圧を加え、片間の電圧降下を測定して接続部の短絡と接続不良が検査され、特に短絡は、その位置を探して出来るだけ修理される。

f) バインド巻き

コイルエンド部には、設計指定により鋼線かガラスバインドテープが巻かれる。巻付け時の張力調整は行われていない。バインド巻き作業が済み、電気検査に合格した回転子はワニス含浸に送られる。

g) 回転子の仕上げ作業

ワニス含浸処理の済んだ回転子は機械加工職場に送られ、軸を含めて仕上げ機械加工され、動釣り合い調整され、整流子片間マイカのアンダーカットが行われる。2台の動釣り合い試験機の駆動方式は、それぞれ軸の直結方式と外径ベルト掛け方式で、製品の寸法や重量により、どちらかの試験機を使って動釣り合い調整が行われる。不釣り合いの位置と量の検出機構はSCHENCK式の円グラフ表示で、左右の各軸受け毎の2個が装備されている。不釣り合い重量の調整は、構造に応じて(+)方式の次の4種類が採られている。

- ① 2液性常温硬化樹脂のパテ付け
- ② 鋼線バインドの場合の半田盛り上げ
- ③ 鳩尾形釣り合い錘の取り付け
- ④ バランスリングの錘取り付け

片間マイカのアンダーカット作業は、旋盤の鉋台上にメタルソー軸を直結した駆動電動機を取り付けた、標準的な構造の専用機を使い、送りとピッチを手作業で調整して行われている。アンダーカットで切り残された側面マイカの除去は行われていない。

3-5-4 品質

巻線には十分な電氣的、機械的、熱的等の特性と信頼性が要求されるが、出来栄えから見ても問題が多く、具体的には、問題点の項で詳述する。

1) 回転子巻線の品質

回転子巻線で発生している不良の代表は、溝絶縁の耐圧不良と整流子接続部の短絡を含む線間短絡で、およそ下記のように大きな発生状況である。

a) 耐圧不良

対地耐圧不合格率・・・・・・・・全回転子不良の約 5%

内、鉄心溝内の発生・・・・・・・・約 90 % (大部分が平角電線で発生)

b) 線間短絡

線間試験不合格率・・・・・・・・約 3%

内、整流子接続部背後で発生・・・・・・・・約 90 %

c) 不良発見の時期

巻線作業完了時点・・・・・・・・約 95 %

運転試験段階・・・・・・・・約 5%

2) Z₄ 系列固定子巻線の品質

新しいZ₄ 系列固定子巻線は、継鉄と一体構造の磁極鉄心に直接、手作業で巻かれている。今までの固定子巻線製作台数と、耐圧不良の発生状況は下記の如くである。

a) 生産台数

1993年・・・・・・・・Z₄-112=16台・・・・・・・・Z₄-132=20台・・・・・・・・36 台

1994年・・・・・・・・Z₄-112=45台・・・・・・・・Z₄-132=36台・・・・・・・・81 台

合計・・・・・・・・Z₄-112=61台・・・・・・・・Z₄-132=56台・・・・・・・・総計：117 台

b) 耐圧不良

不良発生台数・・Z₄-112=19台・・・・・・・・Z₄-132=17台・・・・・・・・総計：36台

不良発生率・・Z₄-112≒31 %・・・・・・・・Z₄-132≒30 %・・・・・・・・総計：全固定子
不良の30.8 %

発生位置・・・・・・・・ポールシュー角部・・・・・・・・24台・・・・・・・・比率≒67 %

磁極鉄心端部・・・・・・・・9台・・・・・・・・比率≒25 %

その他・・・・・・・・・・ 3台・・・・・・・・比率≒ 8%

Z₄ 系列機の磁極絶縁は、約0.35mm厚さの EPC塗布層と 0.25mm 厚さの Ad. M. Ad(Nomex-411) 1層の2重構造になっているが、両層とも欠陥部を伴っているのであろう。

3-5-5 設備保全

機械加工一組に所属する設備を除き、巻線職場の設備は構造が比較的簡単で、要求される精度もそれほど高くない。定期的な精度検査や分解補修の対象設備ではなくて、職場で日常的に点検、保全をするのが普通である。このような設備、工具とも、汚れ、発錆、まくれ、欠損等が目立つ状態であった。

3-5-6 5Sの状態

最も5Sに関心を持たなければならない職場であるにも拘わらず、例えば、絶縁材料の防塵、損傷防止、収納・保管など、多くの点で不徹底と無関心が見受けられた。作業分野も同様で、製品、部品、工具、材料等の配置、取扱い、揃えなど、多くの点で不徹底と無関心が少なくない。

3-5-7 巻線作業工程の問題点

1) 設備の問題点

a) 巻線機

小型で巻回数の多いコイルを巻く半自動巻線機を除き、中型コイルを対象にする一般の電動巻線機は現有機程度の巻速度が適当であろう。全般的に機械の手入れが悪く、汚れ、発錆、ネジの締め漏れ、小部品の緩み等が各巻線機で見られた。平角電線回転子コイル用の電動巻線機には、電線矯正用のローラーレベラーが付属しているが、整備不十分で有効に利用されていなかった。入荷した平角電線は特に曲がりが多く、コイルの出来栄と品質に悪影響を与えているので、至急整備を要する問題点である。また、この巻線機による水雷巻き作業に続いて使われる引っ張り成形機は構造が簡単過ぎ、また、ひどく発錆し、クランクやストッパーの締めつけは緩み、コイルをクランプする部分には異常磨耗と角のまくれが存在するなど、全く整備されていない状態であった。

b) 電線用回転台と案内ローラー

小さな丸電線ドラムは、個別に、床置きされた回転台に乗せられ、また、平角電線の比較的大きな束は、専用の回転台に嵌め込まれて床上に配置されている。作業中、時折、緩んだ電線が粗い床面を擦って、絶縁被覆を損傷させる危険が存在しているのが共通的な問題点である。また、電線ドラムからコイル巻型に至る途中には、電線の案内ローラーが置かれているが、これには廃物ポビンや椅子等が利用されていた。しかし、これらの案内装置は不完全な構造で電線が外れ易く、全く役に立っていないか、ある場合には支障になっていた例もあった。

c) コイル巻職場の作業台

作業台や置き台には、表面に滑らかな板や柔らかい材料を敷いてあるものが多いが、必ずしも徹底していない。また、テープ材料、工具、あるいは製品の置き台に椅子が使われていたりする。臨機応変と管理不在とは同義語であることが少なくない。

d) バインド巻機

使用材料が鋼線、ガラスバインドのどちらでも、バインドを巻く際には張力を掛けることが必要である。現在でも、コイルエンドの内側にコイル支えリングを持つ構造の回転子が製作されているが、特に、製品の寸法が大きくなると此の構造が多くなり、この場合には合理的な張力管理が必要である。しかし、現在の設備には満足なブレーキ調整機構が無く、作業も張力調整が行われている状態ではない。

e) 運搬設備

現用の多くの運搬台車の床板中央部は大きく凹み、積まれた回転子は、損傷を防ぐべきコイルエンドや整流子の一部で支えられている状態が多かった。

2) 作業工程と品質の問題点

全ての巻線関係作業と品質に共通する主要な問題点は、以下の如くである。

- ① 汚損に対する配慮の不足
- ② 損傷、変形に対する注意不足
- ③ 寸法、配置、揃いの厳守意識の不足
- ④ 品質レベルに関する教育、指示の不徹底
- ⑤ 初めから良いものを作る意識の欠如

a) 材料

(1) 防塵対策

各所で保管されているエナメル電線には、防塵用の紙巻きや覆いも無く無造作に置かれているものが多い。ガラス被覆電線の束は、入荷時の布が外された後は、中間倉庫においても裸のまま保管されている。各種絶縁材料も入荷時は何らかの包装がなされているが、一旦包装から取出されてしまうと、後はバラバラに開放状態で置かれているものが殆どである。

(2) 払い出し

コイル巻き職場内に、納入包装のままの平角電線の束や絶縁材料の束が沢山置かれていて、倉庫と現場との区別が出来ていない。テープや紐類を除く絶縁材料は、必要寸法に切断して作業者に渡すべきであろうが、例えばチューブ類は定尺のまま作業者の脇の枠に掛けられていた。

(3) 絶縁材料棚

細長く切断された短冊状の絶縁材料が、現場の棚に大量に保管されている。何故これだけ大量の加工済み材料を、しかも、大部分は棚からはみ出して、バラバラに置く理由はない。

b) コイル巻き作業

(1) 合理的な材料、工具、製品の配置

IEの考え方では、出来るだけ手の運動距離が少なくて品物が取り扱える様な合理的な配置を勧めている。絶縁チューブやテープを箱内で区分し、整頓していた作業者もいれば、椅子の上にテープ、工具、手袋、製品と雑多に置いている作業者もいた。補助具の整備と合理的な作業の基本が未だ職場内に行き渡っていない。

(2) 手工具の選定と手入れ

例えば、コイル巻型の締付けナット寸法は決まっているので、モンキースパナーよりも、片口スパナーの方が使い易いし、叩き篋やハンマーのまくれは、電線絶縁を傷つけやすいので丸く仕上げで置くことが望ましい。日常使われる手工具の選定と手入れに細かい配慮が必要である。

(3) 磁極コイルの巻き固さと揃い

一般に角線は太くて硬いので、角線のコイルは寸法が大きくなり易い。当工場の磁極コイルでも、曲げ半径が指定よりも大きく、線の間大きな隙間が生じているも

のが少なくない。

(4) 磁極コイルのテープ巻き絶縁

幾つかの目的のために、磁極コイルに絶縁テープが巻かれることが多い。この絶縁テープの巻き状態は全般に緩く、電線との間に大きな隙間を持つものが多く、特に口出し端子近辺では、テープ巻きの口開きが目立つ。

(5) 回転子コイル口出し線長さ過剰

コイル入れの終わった状態で、口出し線は整流子接続部より平均10cmは出張っている。実際には作業用の余裕が1～2cmあれば充分で、材料を無駄にし、作業をやり難くしているに過ぎない。

(6) 口出し部の絶縁剝離

(a) エナメル絶縁の硫酸剝離法

約90℃に暖められた5%の希硫酸液中に30～60分間漬けるこの方法は、上昇する希硫酸蒸気がコイル表面を汚損させる欠点を持っている。エナメル被覆がピンホールを持つ前提に立つと、この汚損は大きな問題である。

(b) F種エナメル絶縁の剝離

現在の硫酸剝離法ではF種絶縁層が完全には除去出来なく、メッキ後の電線表面が荒れた状態になっている。

(c) コイルの土間置き

半田炉を利用するガラス被覆の剝離やメッキの作業では、コイルが床に直か置きされていた。絶縁の損傷、異物の混入などの観点から、絶対に避けるべき問題点である。

(7) 平角線回転子コイル (写真3-5-2参照)

(a) 電線の曲がり修正

平角電線は納入時から小さな曲がりが多く、これがコイル不揃いの大きな原因になっている。しかし、電線ドラムと巻線機の間にかかれた矯正用レベラーの活用が不確実で、曲がり修正は十分に出来ていない。

(b) コイルエンド部のテープ巻き

水雷巻きの終わったコイルは、頭部に補強絶縁片が挿入され、コイルエンド全体がテープで補強巻きされる。このテープの巻き始めと巻き終わりの止めが不確実であるため、以後の作業時に緩みが生じてしまっている。

(c) 引っ張り成形

上下コイルの溝直線部を掴んで左右に開く極く簡単な成形機を使っているので、亀甲形成と角度開きは出来ているものの、コイルエンドの形状は不揃いである。この不揃いが、コイル組み込み時の不揃いの大きな原因になっている。

c) 回転子コイルの組み込み作業 (写真 3-5-3 参照)

(1) 鉄心の点検と修正

コイル入れ職場に送られて来た回転子鉄心の中には、特にその積層端部に、鉄心板の開きや曲がり変形、或いは打ち傷を持つものが散見された。作業に先立つ鉄心の点検と、発見された異常部分の除去、修正作業が確実に実施されないで、そのままコイル入れ作業が行われている。鉄心溝内での耐圧不良の主因の一つが、鉄心点検と修正の不十分にあると推定される。

(2) 絶縁寸法の不揃い

コイル支えリング絶縁、溝内絶縁、コイルエンド層間絶縁、バインド下絶縁、溝楔など、回転子巻線に使われている全ての絶縁の切断長さが必ずしも指定値に対して正確でなく、不揃いも珍しくない。材料寸法の不揃いに、挿入位置の不揃いも加わることが多い。絶縁は大きければ良いと言うものではない。

(3) 電線の並び不揃い

丸線、角線とも、コイル電線の並び不揃いが多い。丸線乱巻きコイルのエンド部では、1~2本の電線がコイル束から大きく外れている場合が少なくないし、角線コイルでは、溝直線部を外れる辺りから線の並びが崩れ始め、頭部では電線同志が斜めに競り合っていて、絶縁を損傷し兼ねない例も多かった。尚、コイルを叩くハンマーは、弾力性のあるゴムハンマーが望ましい。

(4) 溝楔の打ち込みと損傷

溝楔は普通、軸方向に打ち込まれるが、当工場では溝の深さ方向に楔を斜めにして打ち込み、次いで後縁部を叩き込んで楔の斜めを修正する手順を採っている。この打ち込みが長手方向に向かって順次行われるので、楔には打ち込み具で強打された部分に縦横多数の微細割れが生じている。割れ深さは明らかでないが、遠心力を支える楔に対して最も望ましくない損傷を与えている。また、打ち込まれた楔は、周方向の安定した位置に対して斜めに傾いているものが少なくない。

(5) 整流子接続溝への挿入と空隙

クリップ形接続片を持つ整流子との接続は、特に丸線の場合に問題が多い。クリップは外径側が口開き構造で電線の挿入は容易であるが、クリップ高さに余裕があり過ぎて位置が定まり難い。位置が定まり難く、クリップ、電線相互間に大きな空間を生じさせ易いのは、半田揚げの品質確保に対して不適である。

(6) 余剰口出し線の切断

クリップ形接続部に木楔を打ち込んで固定した後、余剰口出し線は、バインド機に併設されたメタルソー或いは手作業で切断される。切断の際に銅切粉が巻線内に混入しないよう、確実な対策が必要である。

(7) 接続部の半田揚げと短絡・接続不良

結果的に、半田揚げ後の線間短絡は、殆ど接続部の背後で発生している。つまり、半田が整流子接続部の裏側にまで浸透し過ぎて、隣同志で繋がる程の量が入り込んでしまったわけである。反面、半田揚げ不良による接続不良も発生しており、平角線に多いのが問題である。また、クリップ形接続片の不揃いも目立つ。

(8) バインド巻き

(a) バインドと下絶縁の幅寸法

鋼線バインドの指定幅15mmに対し、実態巻き幅が25mmの例があった。鋼線バインドが巻かれる場合には、その下に絶縁シートが巻かれるが、シート幅とバインド幅との関係、即ち沿面寸法が製品ごとに、或いはバインドの前後で統一が取れていない例が少なくない。

(b) バインド巻き張力の調整

バインド巻きには、コイルエンドの径寸法を指定値に抑える目的もあるので、相応の張力調整が必要であるし、また、コイルに対して均一な加圧力を与えるためには、巻き始めと終わりで巻き張力を加減する必要がある。しかし、当工場の作業では、張力管理が行われていない。

(c) 鋼線バインドの止め作業

鋼線バインドは全体が半田付けされて固められるが、万一の分解事故の発生を防ぐために、線の巻き始めと終わりは板クリップで補強され、また、線は折り曲げられて確実に巻き止め処理する必要がある。しかし、当工場の止め作業は、材質、寸法、出来栄え共に十分なものではない。

(d) 紐巻き

整流子接続部寄りの口出し線端と、コイルエンド支えリング絶縁外周端を数回紐巻きする構造が多い。紐の揃い崩れと巻き位置のずれたものが見受けられた。

(9) 機械加工、動釣り合い、マイカアンダーカット

標記3種類の作業は、ワニス処理後の最終仕上げ段階で行われる。しかし、この段階でも、回転子は職場内の床面上に直接置かれていることが多い。この項の冒頭に述べた共通的な問題点の全てを指摘したい。

d) Z、磁極巻線（写真3-5-4参照）

(1) 主極鉄心絶縁

鉄心絶縁はEPC塗布層とAd, M, Ad(Nomex 410)の2重構成になっているが、現状では、次の弱点を持っている。

- ① EPC塗布層の厚さが均一でなく、特に積厚端面近辺の付着量が少ない。
- ② 絶縁規範によるAd, M, Adシートの貼合わせ方式では作業性が悪く、角に不完全部が生じる。
- ③ コイル巻き作業時に最も無理の生じる積層端面近くの絶縁が弱い。
- ④ Ad, M, Adシート端の沿面距離不十分(2~3mm)

現在の耐圧不良は、殆ど上記の絶縁弱点部で生じている。

(2) 主極コイル巻き

作業員2名が向かい合っただけの手巻きであって、下記の難点を持っている。

- ① 作業時間が掛かり過ぎる。
- ② 単調な作業で、巻き回数のおぼろげ間違いが生じ易い。
- ③ 電線の並びや揃いが崩れやすいし、事実、不揃いである。

(3) 補極コイル

補極コイルはコイル工場の電動巻線機で予め型巻きされる。補極鉄心はポリエステルフェルトで包んで絶縁され、先巻きされたコイルが挿入される。挿入に伴い、電線の軽い崩れや曲がり、或いは垂れ下がりの発生が問題になっている。