

4-8 安全管理

4-8-1 組織と機能

1) 蘇州紡績器材廠安全管理組織

全工場の安全管理は図4-8-1に示すとおり、後勤副工場長の管轄下にある安全・保衛課が統轄している。また衛生管理は同じく後勤副工場長の管轄下にある公共事業課が統轄している。日本の会社では安全と衛生とは何時も併記して用いられ不離不即の機能として統轄部門もおなじである場合が多いが、当工場では

安全・保衛課： 安全、消防、警備

公共事業課： 食堂、風呂、建屋の補修

と公共事業課がより衛生面に直結した仕事をしているので衛生管理を独立機能として重要視しているものと思われる。

また衛生管理に関係の深い衛生所（医務室）も同じく後勤副工場長の管轄下にある。

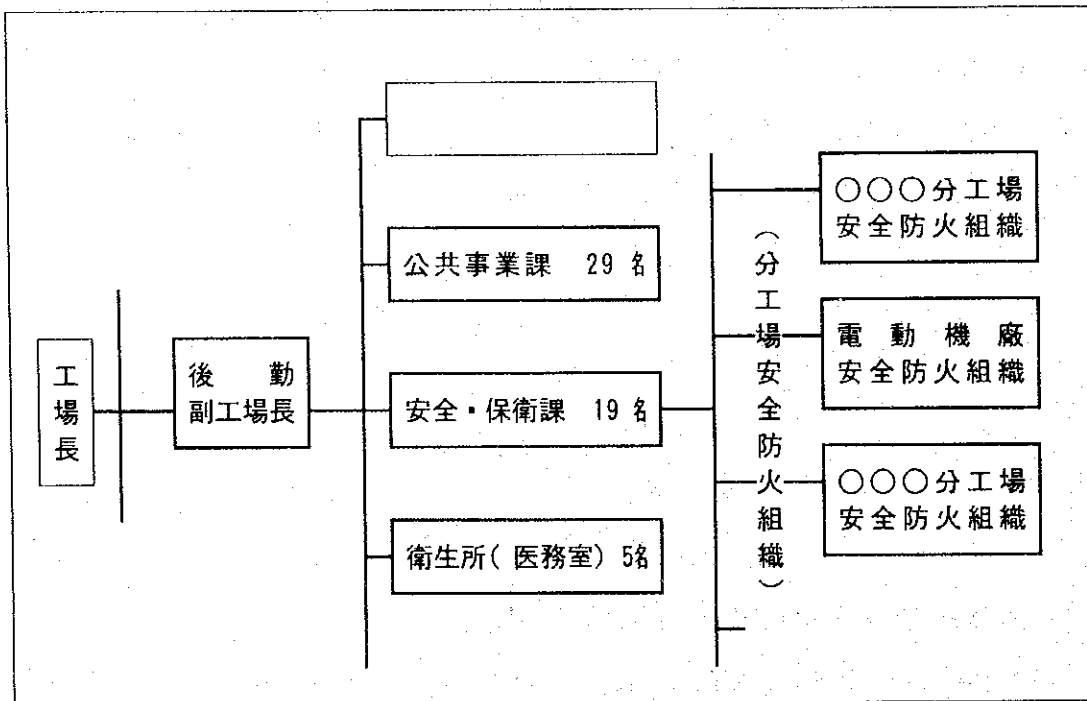


図4-8-1 蘇州紡績器材廠安全管理組織

1990年来安全治安获奖表

年份	获奖内容	颁发部门
1990	安全生产“三无”企业	江苏省丝绸总公司
1991	安全生产“三无”企业	江苏省丝绸总公司
1992	安全生产“三无”企业	江苏省丝绸总公司
1992	治安安全单位	苏州市人民政府
1992	“百安”竞赛优胜单位	苏州市丝绸工业局
1992	治安保卫先进集体	苏州市公安局平江分局
1993	安全生产“三无”先进单位	江苏省丝绸总公司
1993	治安安全单位	苏州市人民政府
1993	治安保卫先进集体	苏州市公安局平江区分局
1993	综合治理先进集体	综合治理联合会
1994	百日治安安全竞赛先进集体	苏州市公安局
1994	消防重点保卫单位检查验收合格	苏州市公安局
1994	安全生产“三无”企业	江苏省丝绸总公司

图4-8-3 1990年以降安全治安表彰

b) 安全成績の指標

中国では安全成績の指標としてつぎのような指標が用いられている。

$$\text{傷害嚴重率} = \frac{\text{労働損失日数}}{\text{延労働時間}} \times 10^5 \quad \text{100万工時傷害率} = \frac{\text{死傷者数}}{\text{延労働時間}} \times 10^6$$

$$\text{千人重(軽)傷率} = \frac{\text{重(軽)傷者数}}{\text{全部職工平均数}} \times 10^3$$

c) 中国の安全月間

中国では毎年5月に1カ月間「全国安全月間」が開催される。

d) 安全心得、手引き

蘇州紡績器材廠では、従業員の安全を守りかつ安全意識を高揚するため、全従業員に安全手帳「安全生産 労働保護（文件、制度摘編）」を交付している。

その内容は重要な国家、市の規定・通達、蘇州紡績器材廠制度など従業員が遵守すべき安全事項を収録したもので、つぎの3章からなっている。

I. 文件摘録、 II. 安全生産規定、 III. 安全生産制度

图4-8-4にその内容（I. III. の1部とII.）を示す。

<p>企业生产中安全工作的几项规定》等劳动保护法规的通知……………6</p> <p>七、国务院批转国家劳动总局、卫生部关于加强厂矿企业防尘防毒工作的报告（三同时内容）……………7</p> <p>八、国务院关于发布《国务院关于加强企业生产中安全工作的几项规定》的通知（五同时内容）……………8</p> <p>九、中共中央批转劳动部、全国总工会、全国妇联党组关于女工劳动保护工作的报告……………9</p> <p>附：有关安全卫生基本规定……………10</p> <p>Ⅰ 安全生产规定</p> <p>防止高处坠落事故的安全注意事项……………13</p> <p>关于建立高空作业审批制度的通知……………18</p> <p>关于载货升降机安全管理规定（试行稿）……………22</p> <p>接用临时电气线路安全规定（试行）……………27</p> <p>2</p>	<p>移动电具安全管理使用规定（试行）……………30</p> <p>关于防暑降温设备安全使用规定……………34</p> <p>关于印发《苏州市冲床设备安全管理办法》的通知……………36</p> <p>Ⅱ 安全生产管理制度</p> <p>第一 各级安全生产责任制……………43</p> <p>第二 安全生产教育制度……………60</p> <p>第三 安全生产检查制度……………65</p> <p>第四 锅炉、电气、压力容器检查保养管理制度……………69</p> <p>第五 劳动保护技术措施编制制度……………82</p> <p>第六 伤亡事故报告及调查处理制度……………86</p> <p>第七 消防、明火管理制度……………92</p> <p>第八 安全技术操作规程……………98</p> <p>一、全厂安全生产共同守则……………98</p> <p>二、机床工安全操作规程……………104</p> <p>（一）机床工基本安全规程……………104</p> <p>（二）普通车工……………105</p> <p>3</p>
--	---

图 4-8-4 安全手帳「安全生産 労働保護」

e) 企業内安全表彰

年間安全目標を達成した職場、責任者、作業者は表彰される。

4-8-3 安全管理の年度契約制度

蘇州紡績器材廠では年頭にあたり工場長と安全・保衛課長との間で安全契約“七無” 承包合同（七無請負契約）が交わされる。

“七無”：死亡無 重傷無 火災無 重大設備事故無 爆裂事故無
交通事故無 中毒事故無

この契約は各組織の年間安全衛生活動の自覚と達成責任を促す特徴のある制度である。“七無”を達成した部門には獎金が、達成出来なかった部門はボーナスが差し引かれるという方式である。

4-8-4 安全作業の基本

a) 安全教育

安全教育の制度は確立されている。特に新入社員に対しては徹底して行われている。

すなわち“三級安全教育制度”があり、新入社員は廠級（工場レベル）・車間級（分工場レベル）・班組級（班組レベル）の3段階の安全教育を受けなければならない。また仕事が変わるとその仕事に関する安全教育を再度受けなければならない。規則違反や傷害事故を起こすと記録される。

図4-8-5に「三級安全教育カード」の様式を示す。

b) 安全作業手順

個々の作業における安全確保は作業標準書・作業手順書等に安全上の注意事項を記入し作業者に遵守させることが最も確実な方法である。当工場にはいわゆる作業標準書・作業手順書といったものが使われていないので、これによる効果は期待できない

c) 保護具・安全装置等

- ① 江蘇省労働局「職工労働防護用品發放標準」に規定があるが、いわゆる我々が考えている保護具ではないようである。
- ② 一般的に中国における保護具の着用規制はゆるいようである。保護具の普及率も低いようである。
- ③ 機械の安全装置もあまり厳しい規制がなく普及していない。

三级安全教育卡

表3

姓名	性别	文化程度	党团员	进厂日期
出生年月日	核定车间		工种	
教育日期	教育内容			教育者 (签名)
厂 级 教 育	1. 工厂概况。 2. 国家与上级机关的劳动保护法规指示和重要意义。 3. 本厂安全生产的规章制度。 4. 一般安全知识和注意事项。 5. 厂内外典型事故的原因和教训。 6. 防火安全知识。			
	1. 车间概况、安全制度和注意事项。 2. 车间电气设施、机械设备、工具器材的一般安全知识。 3. 车间的危险部位、典型事故的原因和教训，消防设施和一般 火灾扑救方法。			
	1. 本班组生产品种，使用设备工具的性能和安全装置的作用、 个人防护用品的使用和管理要求。 2. 本工种的操作规程和注意事项，劳动纪律和安全制度。 3. 紧急情况的急救措施与方法。			
班 组 教 育	车 间 教 育	安 全 教 育	意 见	意 见
备注				

调换工种计划外用工久假复工安全教育登记表

原工种	调换日期	新工种	教育日期	教育内容摘要	教育者 (签名)	受教育者 (签名)

违章作业及发生工伤事故记录

日期	违章具工伤事故情况	职工奖惩	处理意见	伤害程度	备注

图 4-8-5 三级安全教育卡

4-8-5 職場の安全活動

a) 全員参加の5S活動

5S活動は全工場で行われていたようであるが、職場を見るかぎり徹底されていないようである。今後の第一の課題として取り組む必要がある。

b) 職場ミーティング

日本の職場のように朝礼（朝の5分間ミーティングなど）も行われていないので安全・品質・規律の遵守申合せなどの機会もあまりないようである。

4-8-6 安全管理の問題点

蘇州紡績器材廠の安全成績は江蘇省シルク総公司、蘇州市公安局などから多くの表彰を受けており千人軽傷率もシルク工業局要求値をはるかに下回っており、問題がないように見えるけれども、専門家の立場として観察するとなおかつ問題が潜んでいるように思われる。

以下一般的な安全の基本活動に照らして問題点を提起する。

1) 5S活動の不徹底

全員参加の5S活動は今までにやられたようであるが、成果が現れていない。5S活動は安全のみでなく、すべての活動の基本となるものである。5S活動は作業者の意識改革からはじまる。上級管理者と作業者が共通の価値観を持つようにし、共に推進しないと成功しない。新たに挑戦して行くに十分値する活動分野である。

2) 作業標準書と安全作業手順

通常個々の作業には作業標準書（作業指導書、作業手順書等色々な呼び名のものがある）が準備されているが、その中に安全注意事項が記入されている。これは作業者の不安全作業を防止するのに効果がある。当工場ではこれらのものが使われていないが、重要な作業については是非これら作業標準書に準拠して、生産活動を行う必要がある。

3) 保護具の着用、機械の安全装置

工場巡回中に一般に義務づけられている保護具の着用をしている作業者はいなかった。また機械の安全装置も全般的に十分とは言えなかった。これらについての規制は工業先進

国に比較してゆるいように思われる。

4) 職場の安全点検

安全が工場全体としてどのような水準にあるのか、どこに欠陥があるのかを総合的に調査し改善しなければならない。

5) 職場の安全活動

工業先進国の工場では色々な形で“職場の安全活動”が定着しているが、この工場では見られない。朝礼・TBM (Tool Box Meeting) ・KYM (危険予知活動) ・ヒヤリハット活動などの日常的な活動が災害率の低減に大きく貢献している。

職場の朝礼は安全と品質の改善・維持と作業グループの連帯感に有効である。またその他の活動も長年の経験をとおして開発されたものであり参考になる安全活動である。

4-9 環境管理

4-9-1 組織と機能

蘇州紡績器材廠の環境管理は図4-9-1に示すとおり、経営副工場長の管轄下にある総合管理課が統括している。従って全工場管理責任者は経営副工場長である。

環境管理は公害対策の計画と実行が設備の改善を伴うことが多いので設備管理課長の所管業務が多い。

しかし環境問題は“国際規格 ISO 9000”でも社会的要求事項としてとらえられており国際規格への対応、環境の測定など総合管理課全体として、また的確な経営判断が要求されることから考えると工場全体で取り組むべき課題である。

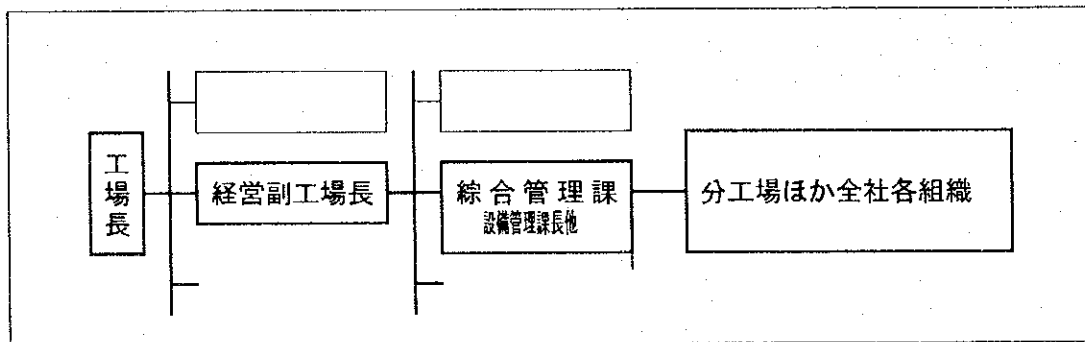


図4-9-1 蘇州紡績器材廠環境管理組織

4-9-2 蘇州市の環境保全機関

特に蘇州市環保局（環境保護局）との関係が深い。

4-9-3 中国の環境規制に関する法規

中国の環境保護法では次のような項目について規制されている。

・大気汚染・水質汚濁・騒音・振動・地下水利用・放射線等

急速な工業化、建設ラッシュなどによる公害の防止、人の健康・生活環境の保護を目的として、個々の法律で厳しい規制がしかれ、環境基準が制定されている。

企業は 環境を測定し記録すること

環境基準値が守られない場合は直ちに改善すること

が要求されている。

4-9-4 蘇州紡績器材廠における環境保護管理

a) 環境保護管理の基本

環境保護管理は“環境保護は基本的国策である”との要求に基づいていること、当工場の生産過程における産業廃棄物による環境汚染を防止すること及び従業員の安全と健康を守ることを目的としている。

b) 当工場の環境保護管理

① 紡績器材生産工場の酸洗い工程・廃液処理

酸洗い排気装置は完全な状態を維持し、浄化塔の煙突は屋根より3m高くする。酸廃液はアルカリで中和してから排出する。中和液はPH<8として排出する。

② 電動機の塗装・含浸工程

塗装場の排気には吸気装置をつけ排出は屋根より高い位置でおこなう。

③ 電機子・部品の錫メッキ工程

配合する錫メッキ溶剤の管理を強化する。廃液は中和してから排出する。吸気装置の排出は屋根より高い位置でおこなう。

④ ボイラー

蘇州市の厳しい環境要求に準拠した管理が行われている。

排 煙： 高濃度排煙物質の燃焼の厳禁、煙塵黒度1以下の維持。

除塵効率： 除塵器の除塵効率70%以上。

図4-9-2に蘇州市平江区環境管理所の「煙塵測試報告」を示す。測定値はいずれも管理基準を満足している。

⑤ 食堂ボイラー

毎月定期点検し、黒煙排出を厳禁する。

⑥ 騒音

工場周辺4カ所の測定値が昼間60dB、夜間50dB以下になるように管理する。

苏州市平江区环境监测管理站

烟尘测试报告

No. 1

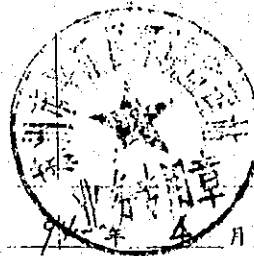
被测单位	纺织器材厂 所属区 平江区 街道 平江路				
锅炉型号	DZL2-10-A	除尘器型号	X28-II	烟囱高度	25米
燃料种类	徐州煤	燃烧方式	链条炉排	额定负荷	2T/H
劳动局编号	D22-003-003			运行负荷	53%

监测结果

烟气温度(°C)	150	
烟气流速(米/秒)	18.76	
烟气流量 米 ³ /小时	工作状态	6870.84
	标准状态	4143.74
实测烟尘浓度 毫克/米 ³	范围	81.07 ~ 139.91
	平均值	107.33
折算到=1.8 时烟尘浓度毫克/米 ³	范围	185.56 ~ 320.24
	平均值	245.67
过剩空气系数	4.12	
烟尘排放量(公斤/时)	1.02	
烟尘黑度(林格曼图)	<1	

备注
除尘效率: >7%

测试人员 黄陈郁 李
审核 范



测试日期 1981年4月6日

图4-9-2 烟尘测试报告

4-9-5 環境管理の問題点

環境問題は今や世界的関心事となってきた。

このことは既に中国および世界の多くの国で採用されている国際規格 ISO 9000 においても“社会的品質”として採り上げられている。また最近にいたり環境管理に関する国際規格が制定されようとしている。環境問題は“産業と人および社会との共存”の問題である。当工場の環境管理の問題も2つの視点で考えることができる。

1) 工場外部に対する環境問題（社会的品質）

当工場は市街地に位置しており、かつ民家が隣接しているなど環境保護の点ではまことに厳しい状況にある。国・市の環境基準に準拠した管理と改善が要求される。

特に悪臭などは環境基準値を決めることが難しく近隣住民との話し合いが必要である。

a) 工場排出物

- ① 塗装場・含浸場よりの排気（空気汚染・悪臭）
- ② 酸洗い廃液の処理

b) 騒音・振動

夜間操業時に注意する必要がある。（プレス工程）

2) 工場内部における環境問題

職場の環境改善で第一に考慮しなければならないのは、従業員と品質への影響である。このような視点で職場を点検し、改善点を見つけて対策すべきである。

a) 従業員の作業環境の改善

作業環境の改善は企業の経営者が常に考えなければならないテーマであるが、また永遠の課題でもある。

作業者の健康・安全・働きやすさに関係する改善として次のような項目が考えられる。

- ① 電動機の塗装場の作業環境の改善（塗料による空気汚染・悪臭）
- ② 含浸工程の作業環境の改善（樹脂・溶剤による空気汚染・悪臭）
- ③ 作業場の環境（温度・採光・照明・騒音等への配慮）

b) 製品の品質に影響をあたえる環境の改善

- ① 塵埃（捲線、コイル入れ、ワニス含浸）
- ② 湿度・雨水（コイルの吸湿、製品・半製品の発錆、絶縁低下）

- ③ 塵埃・湿度・温度・日射（半硬化樹脂絶縁テープ類）
- ④ 外部騒音遮断（電動機試験場の暗騒音）

第 5 章 工場近代化計画

第5章 工場近代化計画

5-1 工場近代化の方針

蘇州紡績器材工場の直流電動機出力基準の年産16,500kWの生産能力を1997年に60,000kW生産体制にするためには、現在の生産工程、生産管理体制、生産設備では対処出来ない。現地調査に基づく工場の生産工程、生産管理、生産設備の現状調査・分析及び工場側との協議を踏まえ、以下に工場近代化の方針を決定した。生産設備の近代化については多岐に亘るため、第6章に纏めて報告する。

5-1-1 生産工程の近代化

1) 生産工程全般

直流電動機製造の生産フローを検討し、現在の生産の流れを変更してより一元化された生産フローにする事により、加工部品、仕掛かり品、半製品の次工程への移動、建て屋間の運搬の回数が少なく、距離が短くなるように生産工程に合わせた既存の設備の配置替えと新規に導入する設備機械の設置場所を決定した。詳細は「5-2 生産工程の近代化」の項の主要工程表に記載した通りである。

2) 原材料受入れ

原材料納入業者の協力を得て材料の品質保証につき取り決めをして、原材料の特性改善と不良発生を低減せしめ、受け入れ検査項目を明確にし徹底する。材料の品質均一化が生産工程の自動化に対する基本的な条件である事を認識し、原材料の供給を効率化して、将来の60,000kW生産体制に備える。

3) プレス加工工程

手動のブランピングプレスを半自動化装置のものに取り替える。自動供給・自動取り出し装置付きのノッチングプレスを新規に導入する。これらの半自動・自動式機械の導入により、珪素鋼板の打ち抜き作業能力が増大し、増産体制に備える。更に、将来の巻材料（フープ材）の使用によるより完成度の高い生産の自動化への下準備に備える。

4) 積層作業工程

積層作業が前工程のプレス工程と後工程の巻線工程の中間作業工程である事に鑑み、仕掛かり品の置き台と運搬用具を整備する事により、品質の向上と生産の増大を計画する。更に、固定子鉄心の半自動溶接装置の導入を検討する。

5) 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て数量の増加する加工部品、仕掛かり品の運搬移動を容易に且つ損傷無く行う事を検討する。切削工具の集中研磨・集中管理を実施し、切削工具の品質を向上させそれを使用して切削加工された部品の品質を高める事を検討する。スロウアウェイバイトを採用し、機械加工の生産性を高める。回転子の軸の機械加工のため、NC旋盤の導入を検討する。機械加工工場に圧縮空気配管を敷設し、機械加工の切削切粉、プレス打ち抜き残り粕等の排出の効率を上げる事を検討する。

6) 巻線作業工程

巻線作業は手作業の比率が高く、使用する設備は比較的簡単な構造と機構から構成されており、日常の補修点検管理が重要である。次に近代化への工程改良、それを受けての新しい設備の導入という段階を踏む事となる。Z₁系列の増産に対応するため、主極コイルの巻作業時間を低減し、巻回数の数え間違いを回避する事を目的として、図5-2-8に示すような分割機械巻コイル挿入・接続方式の採用を検討する。更に、固定子内の限られた空間での自動巻き線作業が行える機械装置の段階的な導入を考える。

7) 絶縁・樹脂処理工程

増産体制における鉄心用硅素鋼板の表面ワニス絶縁処理の為に、フェルト布巻き付けローラーにワニスの自動供給装置を備えた設備の導入を検討する。Z₁系列の回転子・固定子の巻線の絶縁用に真空含浸装置の導入を検討する。この装置はかなり複雑であるので、仕様の設定に留意し、被絶縁物の挿入・取り出し空間、運転管理等も考慮し、装置納入会社と協議し導入する事を検討する。EPC粉体塗装装置は現有設備を改良し、有効利用する方針を採る。

8) 整流子製作工程

整流子片の打ち抜きバリの除去作業は現在手作業で行われているが、バレル研磨機の導入を検討する。整流子の製作では、スリット内の錫メッキ省略とクリップ形接続構造の廃止を提案し、また作業段階では定圧、定寸管理の強化方針を採る。整流子の短絡防止の為、モールド金型の修正が必要である。参考図5-2-9に基づく金型への変更を検討する。

9) 治工具・金型製作工程

抜き金型の隙間寸法が図面指定値の2倍以上であり、その原因が金型製作に使用されているワイヤーカット機の加工精度によると考えられている。工場側も新装置の導入を検討している。ワイヤーカット機の導入を検討する。

10) 組立工程

組立工程の大部分の作業は手作業である。従ってまず第一に5Sを中心とした作業管理・環境管理に重点を置いた改良が必要である。組立工程で必要になる近代化のための設備は細かい道具や安価な設備であるので、早急にこれらの必要備品・設備は導入する方針で進める。

11) 検査・試験工程

検査試験工程は近代化計画の目標である増産に対して、大きな障害となる部署である。外段取りの思想のもと、試験検査の前に据え付け定盤と運転盤で構成される慣らし運転用設備を新設する。絶縁抵抗、直流抵抗、耐圧試験等直流電動機の停止状態で測定できる電気検査用設備の新設を検討する。

12) 塗装・梱包出荷工程

生産量の増大と顧客からの短納期要求に応えるため、現在の手作業ロット処理方式を半自動連続処理方式に改造する方針で検討する。具体的には、ウオーターブース設備の導入、赤外線乾燥炉、トロリーコンベア-の導入を検討する。

5-1-2 生産管理の近代化

1) 設計管理

設計審査を定着させ、設計品質・製品品質を高める。機種固有の技術力を高め、設計の標準化を目指す。

2) 調達管理

調達業務の合理化とコストダウンを行う。

3) 在庫管理

在庫の実態調査（製品、仕掛かり品、材料部品）を行い、在庫理由をより明確にし、在庫削減に対して工場全体で取り組む方針を打ち出す。

4) 工程管理

現状の管理を見直し、基本業務を充実させる。計画機能・統制機能を充実させ、将来の生産量増大に備える。管理の基本データの整備を行い、標準化に進む。

5) 品質管理

生産管理の近代化における最優先事項とする。検査主体の品質管理から脱皮し、予防の品質管理を目指す事を方針とする。

6) 設備管理

設備の稼働率を記録し、停止原因を解析分析し、対策をたてる。工場全体で予防保全（Preventive Maintenance）活動を推進する。

7) 教育・訓練

近代化を推進するために、技能、営業、購買、技術等の職能別教育及び改善活動教育を行う事を方針とする。

8) 安全管理

安全管理の目標値を設定し、災害ゼロ（零）の継続を目指す。職場安全活動を推進し、安全装置・保護具の使用を徹底する。

9) 環境対策

国・省・市の環境規制に合致する工場施策を推進する。職場環境の改善を図る方針を徹底する。

5-1-3 生産設備の近代化

- 1) 珪素鋼板の打ち抜きプレス、高速ノッチングプレス等の設備を新しく導入し、生産量の増大に対処する。
- 2) 機械加工工程には、工場側が既に発注しているマシニングセンターに加え、NC制御の旋盤を導入し生産量の増加に対処する。
- 3) 絶縁処理設備として、真空含浸装置の導入し生産量の増産と絶縁品質の向上を目指す。
- 4) 検査・試験工程のラインを複数に増やし、処理能力を高める。
- 5) 塗装工程を手作業のロット処理方式から半自動連続処理方式に改造する様提案する。

5-2 生産工程の近代化

5-2-1 原材料受入れ

1) 組織と担当業務

絶縁電線の受入れ、保管、残品活用、払出しの業務は、作業場所に近い現場中間倉庫に集約することが望ましい。絶縁電線は購入部品倉庫と巻線中間倉庫の2か所で保管、管理されている。絶縁電線では必ず使用後残品が発生してその保管と有効活用が必要であり、また保管場所と作業場所との間の運搬距離も配慮を要する重要項目の一つである。

2) 保管

a) 大径軸鋼材の保管

将来、大径軸鋼材は保管倉庫内の運搬能力に合わせた長さでの購入か、あるいは必要軸寸法に切断された材料の購入によって、運搬の簡略化や保管の省略を図る必要が生じてくるであろう。計画されている生産台数の95%強を占める型式Z₁-200までは軸径がφ65mm以下と比較的小さいので、軸鋼材の保管方法は現状と略同様で良いであろう。しかし、計画されている最大型式Z₁-355では軸径が約φ120mmに達するので、重量的に運搬が困難になってくる。

b) 絶縁電線の防塵保管

標準部品倉庫、巻線中間倉庫の両者とも十分な防塵建屋になっていない。窓構造を可能な範囲で修理することも必要であるが、その前に、個々の絶縁電線ドラム（エナメル電線）や電線束（ガラス被覆電線）を紙や布で巻いて覆い、防塵処置を施して保管することが先決である。

c) ガラス被覆電線の保護巻欠如部の補修

3) 品質

a) 材料製造者と協力した品質改善

原材料の品質上の主要な問題点を3-1-5の3)品質の項に記してあるが、これらは材料製造者の協力を得て初めて解決できるものが殆どである。不良や不具合の内容、程度、発生頻度、使用者が希望する品質レベル等を、出来るだけ定量的に、また具体的に製造

者側に伝え、これらの改善や問題解決が市場経済に臨む製造者、使用者の両者にとって不可避で、しかも有利な事であるとの相互理解を得て、順次、品質改善を図って行かなければならない。使用者側から見ると、原材料の特性バラツキの改善は製品の不良発生を低減させ、曲がり変形や硬さの改善は作業性を大きく向上させるし、将来の作業自動化に対する基本的な必須条件であることを充分認識して、困難で重要なこの問題の解決を根気強く続けることが必要である。

b) 受入検査の充実

上述のように、材料製造者と協力して品質改善の促進を図るためには、不具合情報を具体的に把握し、提供しなければならない。原材料の品質問題解決のために充実を要する代表的な受入検査項目は下記の通りである。

- ① 棒鋼材と棒銅材（梯銅排）：曲がり、振じれ、外傷、摺み代等
- ② 棒銅材（梯銅排）：勾配角度と厚さ寸法
- ③ エナメル絶縁電線：外観、ピンホール、可撓性 密着性、耐溶剤性等
- ④ ガラス被覆電線：外観、絶縁厚さ、絶縁破壊電圧、耐曲げ性、耐磨耗性等

上記の受入検査は抜取り方式で行い、検査段階あるいは使用段階で不良が発見されたときは抜取り比率を高めて対処することが望ましい。

3) 構内運搬と切断

工場内の材料、部品、製品には乱暴な取扱による表面損傷や変形が多く認められる。原材料についても同様で、受入れ・払出しの際の構内運搬には下記のような注意が必要である。

- (1) 長尺材を吊り上げる際の曲がり防止：吊り位置の調整と、軟らかい棒銅材（梯銅排）の場合は副え板吊り具の使用
- (2) 吊り上げ、吊り下ろしの際の損傷防止：緩衝材（やわら）の確実な使用
- (3) 運搬手段の改善

払出しのために切断された鋼材は、使用職場への運搬に備えて直接パレット上に置くか、あるいは運搬台車に乗せるかして運搬の活性指数を高め、乗せ替えの手間を省略することが望ましい。また、このパレットや運搬台車は、建屋の奥の方でなく、出来るだけ搬出し易い位置に置くのが便利である。

現在、鋼材の切断は金切り弓鋸盤だけによっているが、将来、生産管理面から作業時間

の短縮と払出しの迅速化が必要になった場合には、メタルソーや研削式高速切断機の導入を検討する必要がある。

これらの切断機の切断速度は、次の順序である。

- ①金切り弓鋸盤
- ②メタルソー
- ③研削式高速切断機

5-2-2 プレス加工工程

1) 組織と担当業務

関係組織相互間の協力が肝要である。

最大の問題である抜き金型に関する複数職制間の連携は、少人数の工場の中で組織を変えて片付けるような問題ではない。職務分掌の中で、相互の情報交換と問題解決のための協力を明確にし、さらに、解決のための取纏めと推進の責任と権限を電機分廠・技術に持たせることである。

2) 設備の近代化

回転電機の生産設備近代化に際して、普通、最初に採用されるのが鉄心打ち抜きプレス工程の自動化、高速化、高精度化設備である。これは、一般に設備投資効率が高く、設備実績も多くて危険度が低いためでもある。しかし、このような新鋭設備を導入する前提条件として、設備の高稼働率を保証する生産量、標準化、自由な幅寸法の巻材料（表面絶縁処理済のフープ材）調達性等が不可欠である事を充分認識して、以下の設備近代化手段を参考に検討する必要がある。必要な前提条件を定量的に、しかも、各プロセス、設備の相互関係を充分検討した上で、それらの採否優先度を判断しなければならない。

a) 剪断機（シャー）の調整

(1) 現有機の切断幅調整ストッパーを、正確に調整する

これにより、幅寸法の切断精度を上げ、また送り込み速度も上げることが出来る。因みに、金属板（厚さ 1.6mm以下）剪断加工品の普通公差（JIS B 0410）は、切断幅400 mm以下に対しB級で±0.8 mmである。

- (2) 上記のストッパーに適当なリミットスイッチを取付
材料がストッパーに当たるとリミットスイッチが動作するので、定尺原材料を送り込むだけで、自動的に短冊切り作業を進行させることが可能になる。
- (3) 短冊板の受け台に、板幅に合わせて調整可能な案内板機構を設置
この案内板機構によって、切断された短冊板は自然に幅寸法を揃えて落下・積層される。長手方向も、同様な方法で揃える事が可能である。短冊板が揃えばプレス機械への自動挿入の道も開けるし、側面に磁石を装着すれば、板が若干浮き上がって、手で引き寄せる動作も容易になる。

b) コア表面ワニス処理装置の改造

3-6節の絶縁・樹脂処理作業工程の項で詳述する。

c) ブランキングプレス

下記順序での半自動化検討を提案する。

(1) 取り出し作業の装置化

短冊材の挿入方向と直角に直線運動する取り出しロボットを設置する。ロボットをプレスと連動させて打ち抜かれたブランク板を取り出させ、1枚ずつの回転子の場合には1段動作で、固定子と回転子の2枚構成のZ₁の場合には2段動作で、固定子と回転子の板をそれぞれの位置に別々に、揃えて置かせることが出来る。自動的に鉄心板を揃えて置くことは、次工程の自動化と連結出来ることを意味する。

抜き金型の構造は、ブランク板と外周部残端材以外の軸穴、風穴等の端材（スクラップ）を、出来るだけ下に抜き落とすものとする。

(2) 送り込み作業の装置化

短冊材供給装置とグリッパー（或いはエアー）フィード送り装置を併用して装置化出来る。往復運動の送り装置のため、低速（送り速度：15m/min.以下）では高い送り精度が得られる。供給される短冊材は a) で提案した設備によって、揃えられている必要がある。

(3) 全自動プレスラインの案（アイデア）

打合せの段階で、継鉄と磁極が1体構造のZ₁-132以下の鉄心に対する全自動プレスライン案が工場側から出された。それは、ほぼ、次のようなプロセスである。

① 外形（8角形）のブランキング

② ノッチング方式による磁極間空間部の打抜きと回転子切り離し

- ③ ノッチング方式による回転子コイル溝と空隙部の同時打ち抜き
- ④ 各ノッチング作業間の移動搬送は、多腕回転式ロボットによる
- ⑤ 打ち抜かれた鉄心板は、可能な限り1台分ずつを自動秤量し、自動積層する。

検討結果を、第6章で紹介する。

d) ノッチングプレス

(1) 自動供給・取り出し装置

自動供給・取り出し装置だけの増設であれば、複数本腕を持つ回転式のロボットが普通使われる。本格的な装置では位置決めステーションが設けられる。供給されるブランクは良く揃えられている必要がある。現有のノッチングプレス機は打ち抜き速度が比較的遅く、ブランクの装着・回転部分に自動のための抑え機構等が無いので、ノッチング作業の自動化を図るためには、プレス機本体と自動供給・取り出し装置とを一組として計画したものが望ましい。

(2) ブランキング作業と連動したノッチングライン案

上項の c)-(3) に記されている案で、検討結果は第6章で紹介する。

e) コア揃え

上項のc)とd)で述べたように、ブランクとノッチング装置の自動供給・取り出し装置によって、鉄心板が自動的に揃えられるのが普通である。

ブランク抜き方式の磁極やZ₄の一体型固定子鉄心は、自動供給取り出し装置に頼ることになる。材料の出し入れが手作業で行われている場合には、鉄心板受け台の案内軸外径を鉄心板軸穴内径に合わせ、案内用のキーも取り付けて、ノッチングの完了した鉄心板を取り出してこの受け台に投入すれば、自然に鉄心板の位置が揃う様にするのが普通である。当工場ではこの方式を未だ部分的にしか採用していないので、受け台の種類を整備して全般的に適用することが望ましい。軸穴寸法は当然標準化されている筈であるし、この種の受け台は自動ノッチング装置でも必要になるので、現有のノッチング機械との併用も考慮した構造で整備すれば、二重投資にはならない。

f) 金型、治工具

問題点の項で述べた様に、金型、治工具には構造、精度、整備と標準化に改善の余地が多く、3-8節に記述した。

g) 運搬用具

パレット、スキッド、簡易リフター等の利用による運搬の簡易化が可能である。

2) 加工工程の近代化

プレス加工工程はプレス機械を使っての作業が主体であるので、その近代化も上述した設備関連の近代化が中心になる。これらの設備を効果的に稼働させるための、加工工程面での近代化項目を下記する。

a) 巻材料（フープ材）の使用

既に繰り返し述べたように、プレス加工近代化の最重要条件の一つが巻材料（フープ材）の使用である。

巻材料そのものの調達問題は、中国産と輸入品の両面からそれほど遠くない将来に解決すると推定される。残る問題は必要幅の巻材料の調達で、価格と納期の問題がどの様に解決して来るかであろうから、市場の動向に常に注目している必要がある。

当工場製品のブランク外側寸法は殆ど標準化されているので、整理をすれば、必要な巻材料の幅寸法種類はそれほど多数にならないと思われる。小型の測速発電機への残材転用を考慮すれば、更に整理できるかもしれない。出来るだけ早い機会にこの幅寸法を整理して、巻材料（フープ材）使用の下準備をしておくことが、材料調達だけでなく、設備計画の為にも必要である。

b) 段取り替え時間の短縮

抜き金型関連の標準化と、外段取りの活用が中心である。

当工場の製品は、将来とも多品種・小ロット生産の形態が続くと考えられる。よって、金型の交換頻度は高いであろうし、導入されるであろう高価な自動装置の稼働率を高める為にも、段取り替え時間の短縮は重要な課題である。プレス作業段取り替え時間の主体を占める金型交換時間の短縮には、位置決め機構を持った金型や、締めつけ工具の標準化、金型の搬出・入設備の利用、あるいは交換のための外（事前）段取り方法の活用などの手法が採られるのが普通である。しかし、最も重要な事は、現在の段取り替え作業時間の実態を調査、分析して、最も効果的な対策を、順次、重点的に実施することである。現在は、製品がZ₂からZ₄へ移行する時期であって、当然ながら新しい金型に切り替えられる時でもある。事前に良く計画を立てて、この機会を、上記の様な金型近代化にも大いに利用しなければならない。

c) 潤滑油の利用

鉄心は後で樹脂処理されるので、油の使用は慎重でなければならないが、潤滑効果は金型の切刃の磨耗を防ぎ寿命を延ばすことに役立つので、適度の利用を試みることを提

案する。普通は、マシン油や軽油などが使われる。

d) 5 Sの徹底

5 Sが徹底できない職場では、新鋭の自動化設備を効果的に使いこなすことも出来ない。幹部が先頭に立って、根気よく実現、徹底を図ることが望まれる。

5-2-3 積層作業工程

1) 設備上の近代化

a) 置き台と運搬用具の整備

部品や半製品を直接床上に置くのを禁止して品質と作業性の向上を図るためには、そのための置き台と運搬用具の整備が必要である。積層作業工程は未だ中間の作業工程であるので、前工程のプレス職場と後工程の巻線職場との関連を考慮して置き台と運搬用具を整備することが肝要であり、その一案を下記する。

- ① 鉄心板は、プレス完了後の受け台を共用する。
- ② 軸は、仮置き台や専用運搬箱を整備して機械加工職場との運搬に共用する。
- ③ 整流子、コイル支持環、焼嵌めリング等の部品は、共通の収納運搬箱を使用する。
- ④ 積層作業を完了した回転子は、現在、巻線職場で利用されている置き台と類似構造のものを整備する。これは積層職場、巻線職場、ワニス処理場、組立職場相互間の運搬にも共用する物として、積載性、可搬性等の工夫も必要である。回転子は軸部分を仮受けするのを原則とし、安定性が許す場合には、緩衝材を介して鉄心部分を受けることが望ましい。
- ⑤ 積層されたZ₁の固定子鉄心は、その形状、寸法、重量から、安定した構造の台車で次工程へ運搬する。
- ⑥ 法や工場規定で許される重量以下の品物は手で持ち上げるのが便利であるが、それを超える重量物を吊り上げるために、専用の吊り用具の整備が必要である。取り扱う製品の形状は、回転子の軸物とZ₁固定子の角物に代表されるので、必要な種類は少なく済む筈である。

b) 治具・工具類の整理、整頓、整備

5 Sで学習した整理、整頓の考え方を積層職場の治具・工具類に適用して見れば、作

業性と効率は必ず向上する。特に、磁極鉄心の締付け・リベット金型は、各部寸法と緩みの点検、補修、整備が必要である。

c) 鉄心板位置揃え装置の導入

位置揃えは、プレス工程で自動的に処理するのが最も望ましい。暫定措置として回転子鉄心板については、比較的低速で回転する水平な軸に適当枚数の鉄心板を挿入すると、軸外径と板内径との摩擦で鉄心板が回転し、キー溝あるいは位置合わせノッチが最上位位置に達すると軸の一部が溝に落ち込んで鉄心板の回転が拘束される原理を利用した揃え装置が良く使われている。板揃えの作業効率を良くするためには、軸外径と板内径との関係や、軸の回転数を最適に選ぶことが重要である。

d) 回転子鉄心板嵌込み用具の利用

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、数枚ずつを手で叩き込んでいるのが現状である。手作業だけでは大変であるし、嵌め合い部の締まりも不十分になり易いので、次のような対策を講ずることを推奨する。

① 把手の付いた2つ割り開閉式リングハンマーの使用

② 鉄心板を予熱することによる、作業時締代の低減

e) Z₁ 固定子鉄心の半自動溶接装置導入

鉄心側は、現用の溶接用治具に支持台と割り出し回転機構を付加すれば足りる。溶接装置側は、市販のCO₂ 半自動溶接装置に案内機構を加え、鉄心側の溶接用治具との連動を図れば完成する。自動設備を実際に順調に運転するためには、一般に微妙な調整が必要であるし、運転のための沢山のノウハウも必要である。またCO₂ 半自動溶接装置も使い慣れておくことが望ましい。その上で、順次自動化に必要な機構を整備し、試行しながら作業性の優れた装置に纏めあげてゆくの望ましい。この方式では、溶接用治具を2組用意すれば、鉄心と端板枠を組合わせ締付けして副え板を仮止め溶接する作業と、CO₂ 半自動溶接装置で本溶接する作業とを同時に並行させることが出来る。

中国の雑誌”中小型電機”の第17巻(1990-4)に、Z₁ 固定子鉄心のMIG半自動溶接方法に関する研究結果が報告されている。

これは鉄心部をリベット止めしないで、鉄心板と端板枠を横型プレス装置内で直接組み上げ、加圧状態で副え板と端板枠をCO₂ 半自動溶接する方式で、2箇所同時溶接構造になっている。併せて、CO₂ 溶接の諸条件に関する事項も報告されているので参考になるであろう。更に、要改良点を指摘すれば、立型積層プレス方式と横型溶接方式とを併

用する構成の採用である。その内容は、第6章に記述する。

2) 作業と品質上の近代化

a) 5Sの徹底とQC再教育

この対策は工場全体で推進しなければならない対策である。

b) 作業前の部品点検実施

各部署が作業前の部品点検を確実に実施しなければならない。

積層職場で特に注目すべき部品不具合を下記する。

① 軸、整流子、その他の小部品の打ち傷と機械加工によるバリ

② 部品の汚れと異物の付着・・・油汚れ、埃汚れ、錆、切り屑など

(これらは綺麗に清掃し、この時点で、必要な部分の防錆・下塗り処理を済ませておかなければならない。)

③ 鉄心板の変形

スプリングバック効果のために、積層された後での変形鉄心板の修正は非常に困難である。つまり、後で直せば良いの考えは通用しない。積む前の修正が不可欠である。

積層職場へ送られて来た部品に不具合があれば、それは送り出し側の責任であって、不具合の発生責任元が手直しを行い、また発生原因を潰して再発防止を図るべきであらう。しかし、不具合のある部品を受け取って使ってしまうと、それは使った部署の責任でもある。不具合のある製品を次工程へ送らないための対策徹底は、職場責任者の大事な役目である。

c) 鉄心板間の残留面圧確保

下記の2つの対策を、特に提案する。

(1) コア-の止め処理

鉄心板を加圧した状態で、止め処理を行う。特に磁極やZ₁固定子のリベット止めに対する適用では、作業用金型を加圧締め付け用とリベットかしめ用の組合せ併用型に改造する必要がある。

(2) 端板の補強

リベット止めされない回転子鉄心では、軸に近い内径部分だけが焼嵌めリングで止

められるので、外径側が若干開いて長さ寸法が増し、特に鉄心端部の板は面圧を失ってしまう。これを少しでも防ぐために、一般に、次の対策が採られることが多く、出力の大きな高速機では、その採否を十分に検討する必要がある。

- (a) 端板 2～3 枚の歯部を点溶接して、この部分の剛性を増す。
- (b) 端板 2～3 枚の歯部を鉄心側に軽く折り曲げ、そのスプリングバック効果を利用して面圧の低下を防ぐ。

d) 焼嵌めリングの注水冷却廃止

電気機械を製作する段階で注水冷却を行うことは、極力避けなければならない。それに代わる冷却法を以下に例示する。副次的に生じる品質上の弊害と作業性とを勘案して、どれかの方法に変更することを推奨する。

(1) 焼嵌め温度の低減

加熱炉の設定温度を 400～500 °C 程度に下げて試してみることを提案する。

Z₄-112の焼嵌め代は max. 0.109 mm/min. 0.054mmである。径寸法がφ44につき、焼嵌めのためには少なくとも 250°Cの温度差を必要とする。実作業ではリングを赤熱しているので、600 °C以上にも加熱している訳である。

(2) 圧縮空気の使用

パイプリングの内径側に空気吹き出し穴を多数明けた冷却リングをセットするか、あるいはエアーストーンによって焼嵌め後、直ちに空冷する。

(3) 濡れ雑巾の使用

程よく水を含ませた布を焼嵌め直後のリングに巻き付ける。以前は石綿(アスベスト)布が良く使われたが、環境衛生上問題があろう。適度に水を含ませれば、綿布でも充分である。

e) 斜め溝回転子の鉄心板不揃い

要因として、次の2つが考えられる。

- ① ノッチング精度不良：プレス工場での問題解決による
- ② キー幅の遊び寸法過大：キー幅合わせ精度の向上か、溝芯金の利用で対処する。
溝芯金の幅寸法は、溝打抜き幅-(0.1～0.15mm)を、斜め溝の場合には更に0.1mm小さい値が採られるのが普通である。

f) Z₄ 固定子鉄心リベット止め不均一の是正

下記の対策を、同時に採ることを提案する。

(1) リベット長さの管理

少なくとも図面指定公差の(0~+1 mm) 内に収めなければならない。視察したZ₁-132では、潰し代が2×3 mmであるのに対し、8本のリベットの間で最大2.5mmの長さ差があった。

(2) リベット穴隙間の増加

リベットの自由な動きを拘束するこの固さが、リベットかしめ不均一の要因の一つであるので、リベット穴隙間の増加を検討されたい。例えばZ₁-112の場合、リベット外径と穴との隙間は図面上0.2mmである。しかし、冷間引き抜き丸鋼の実態外径は太い傾向にあり、穴寸法は積層誤差によって小さめになるので、実際隙間は0.2mmよりもずっと小さくなる。事実、積み作業を視察したZ₁-132では、リベットを穴にハンマーで叩き込んでいた。

(3) リベットかしめ治具のポンチ品質の改良

従来、外部購入していたポンチが欠損し易かったので、最近、自家製に切り換えたとのことであるが、それよりも、何故、ポンチ深さ程度の管理が出来ないのか、真の原因を究明して、真の解決を図ることが肝要である。Z₁-132の積み作業を視察した後、リベットかしめ治具を点検した。治具に埋め込まれているかしめ用のポンチには、取り付け深さに約2 mmの差があった。既に治具を取り外した後であったので、リベットかしめ不良の程度とポンチ取り付け深さとの関係を確認できなかったが、これもリベットかしめ不均一の要因の一つであるので至急修正が必要である。

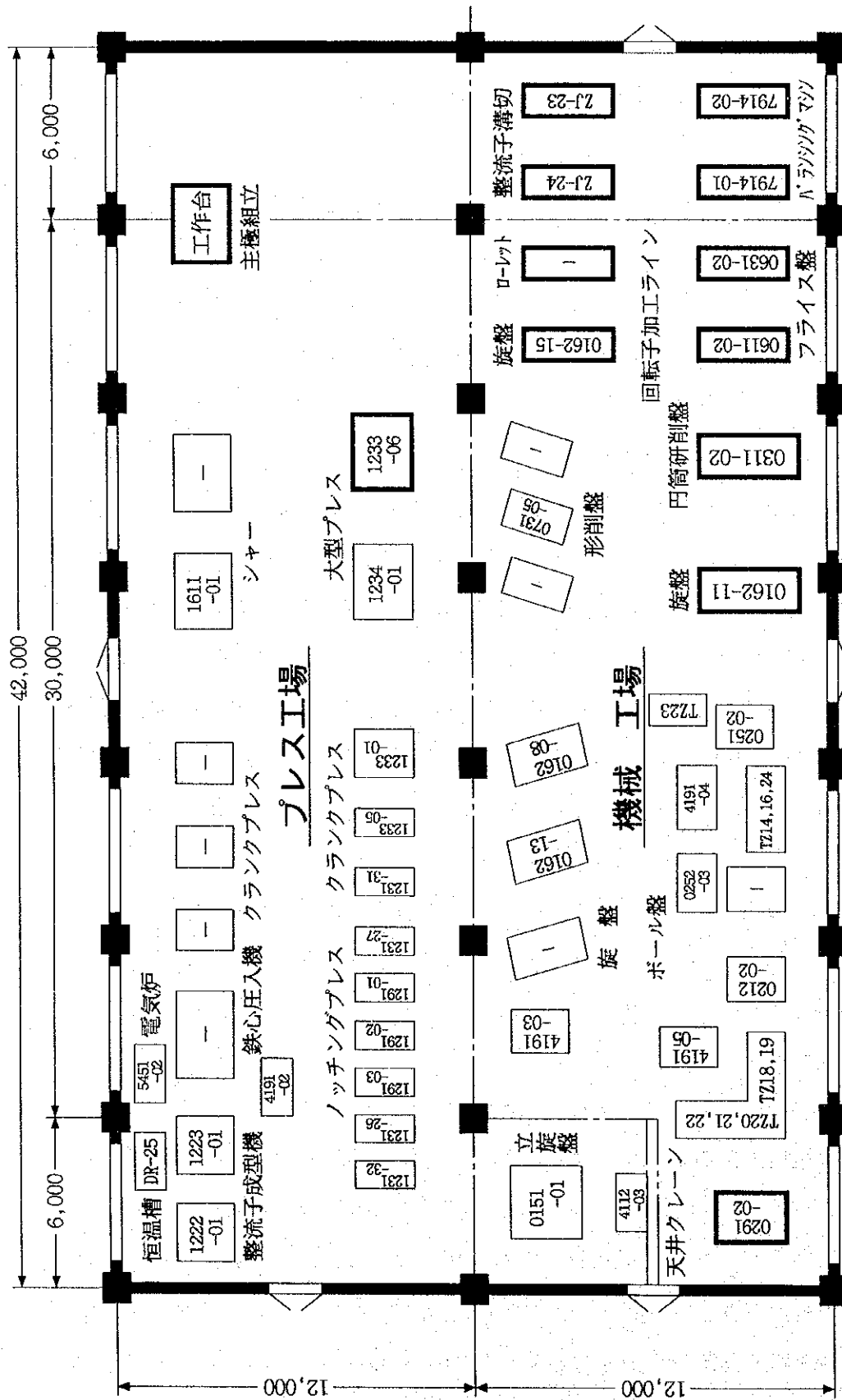
5-2-4 機械加工工程

1) レイアウト改善

回転子の一連の加工を行っている直流電動機工場（新）2階および一部3階の設備を機械工場に移設して、固定子と回転子の管理を一元化する。この構想は、すでに工場側で検討しており、具体的な機械の配置案を持っている。調査団はこの構想の内容を確認し、直流電動機の生産の合理化に効果が期待できると判断した。なお、この構想は機械加工の一元管理だけでなく、組立と半成品在庫の一元管理、工程のライン化、運搬合理化をも狙うもので、プレス・機械工場以外の移設も含めて全容を説明する。

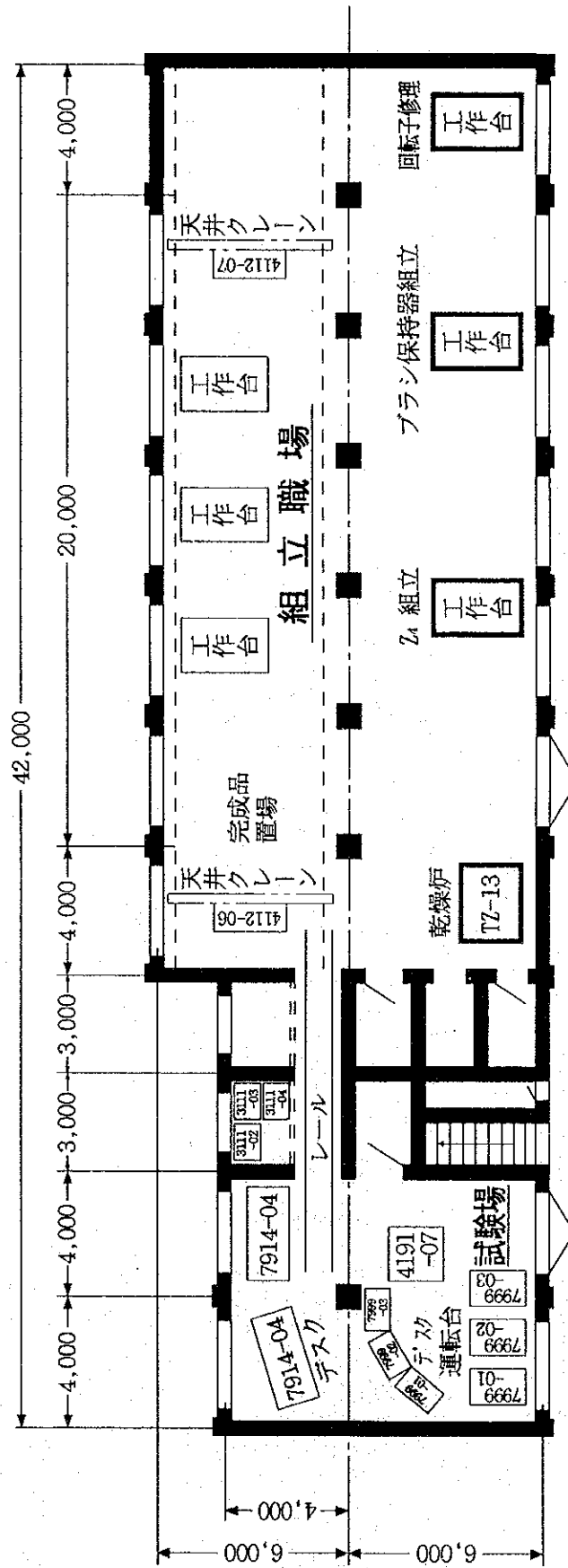
- a) 新レイアウトは現在のプレス・機械工場の東側にある半成品倉庫を、23棟金型置場とZ₄試作工場間の場所に移設して間仕切を撤去し、プレス工場側に主極の積層組立職場を、機械工場側に直流電動機工場（新）2階の回転子加工設備を移設する。これによって、現在2つの工段に別れている機械加工組を一元的に管理し、加工技術の向上、回転子と固定子の工程の同期化等に効果をもたらそうとするものである。図5-2-1にプレス・機械工場の新レイアウト案を示す。
- b) 直流電動機工場1階の半成品倉庫を23棟金型置場とZ₄試作工場間の場所に移設して間仕切を撤去し、ここにZ₄試作工場、ブラシ保持器組立職場、回転子修理職場を移設する。これによってZ₂とZ₄の組立職場と半成品倉庫を一元化する。図5-2-2に直流電動機工場1階の新レイアウト案を示す。
- c) 直流電動機工場（新）2階および3階の旋盤各1台を直流電動機工場2階のコイル入れ職場に移設し、回転子コイル入れ、整流子接続後の整流子旋削を一貫して行い、運搬合理化、工程のライン化を図る。図5-2-3に直流電動機工場2階の新レイアウト案を示す。
- d) 直流電動機工場（新）3階の電機金型用機械設備を23棟、金型置場に移設し、金型置場の金型は金型工場に隣接する31棟に移設する。
- e) 新規導入を予定しているマシニングセンターは現在の金型工場に設置する。

以上を纏めると、これら一連のレイアウト変更によって、直流電動機の主要部品である固定子と回転子の加工工程がプレス・機械工場に集約され、Z₂とZ₄の組立職場が直流電動機工場1階に集約され、半成品倉庫が23棟に集約され、生産管理の一元化が容易になると共に、建家間の運搬合理化に効果を期待できるものである。



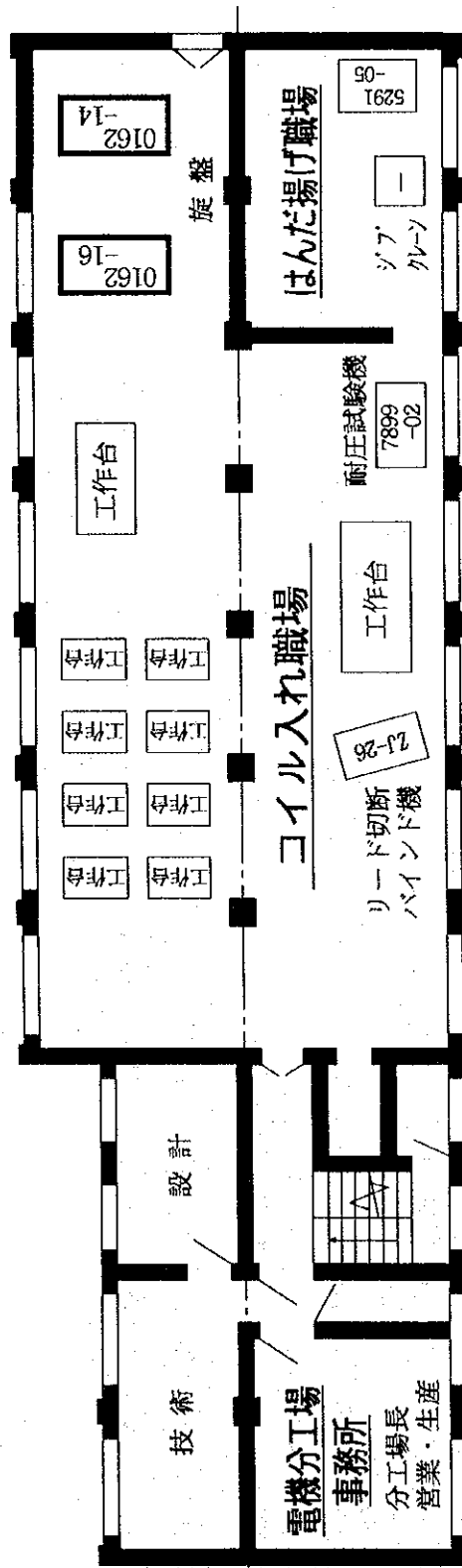
(注) 太枠の設備が移設予定のもの

図5-2-1 プレス・機械工場新レイアウト案



(注) 太枠の設備が移設予定のもの

図 5-2-2 直流電動機工場 1 階の新レイアウト案



(注) 太枠の設備が移設予定のもの

図 5-2-3 直流電動機工場 2 階の新レイアウト案

図5-2-4にZ₁-112型のレイアウト現状の主要工程表を、図5-2-5にZ₁-112型のレイアウト変更後の主要工程表を示す。

機械設備を配置する場合、機械の間隔や通路の幅等は必要最小限にすべきで、広過ぎても狭過ぎても作業能率や安全に影響がある。近代工場の機械設備は自動化や安全等のために、機械本体のほかに搬送装置や安全柵等種々の付帯設備が付属して、レイアウト基準を一義的に設定する事が困難になっており、模型による事前検討の方法が広く行われている。

機械設備を配置するとき、設備固有の面積の他に考慮すべきものとして、① 作業領域 ② 修理点検のための保全領域、③ 可動部や高温部から身を守るための安全領域などが基本的に必要である。更に製作方法や工程管理の条件から、④ 材料や完成品を置くための領域、⑤ 人やフォークリフトが移動するための領域、⑥ 治工具や測定器を置いたり、外段取りや検査を行うための領域などが必要である。

図5-2-6に機械設備配置の例を示す。

2) 運搬合理化

直流電動機の機械加工の大部分が機械工場に集約されるのを機会に、重量物である機械加工部品の工場内・工場間の運搬を出来るだけ道具化、動力化する。

a) 床面の整備と抜きかす・切粉処理

台車やフォークリフトを利用して運搬を行う場合に、床面に凹凸や段差があっては運搬が円滑でなく、困難であり危険である。また運搬中の部品、製品を損傷する。工作機械を正確に据え付け、精度を維持するためにも、平坦なしっかりした床面を確保することが必要である。床面を整備する場合に、プレスの抜きかすと機械加工の切粉を、自動的に排出処理するためのピットを設置することを推奨する。ピットにはベルトコンベアを通して、抜きかす・切粉を建家の外に運搬し処理する。

図5-2-7に切粉・抜きかす排出装置の概念図を示す。

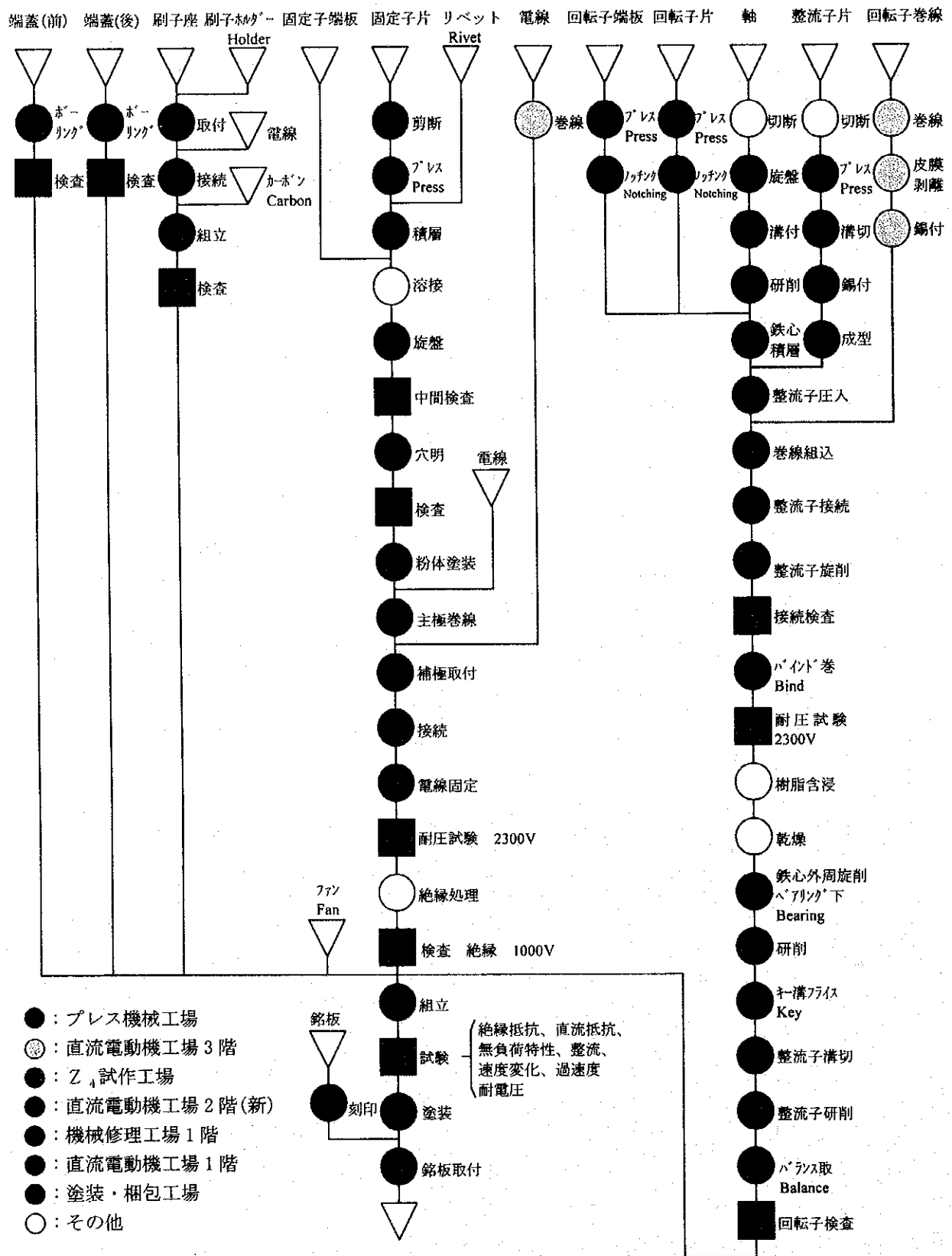


図 5-2-4 Z₄-112 型の現状レイアウトの主要工程表

端蓋(前) 端蓋(後) 刷子座 刷子ホルダー 固定子端板 固定子片 リベット 電線 回転子端板 回転子片 軸 整流子片 回転子巻線

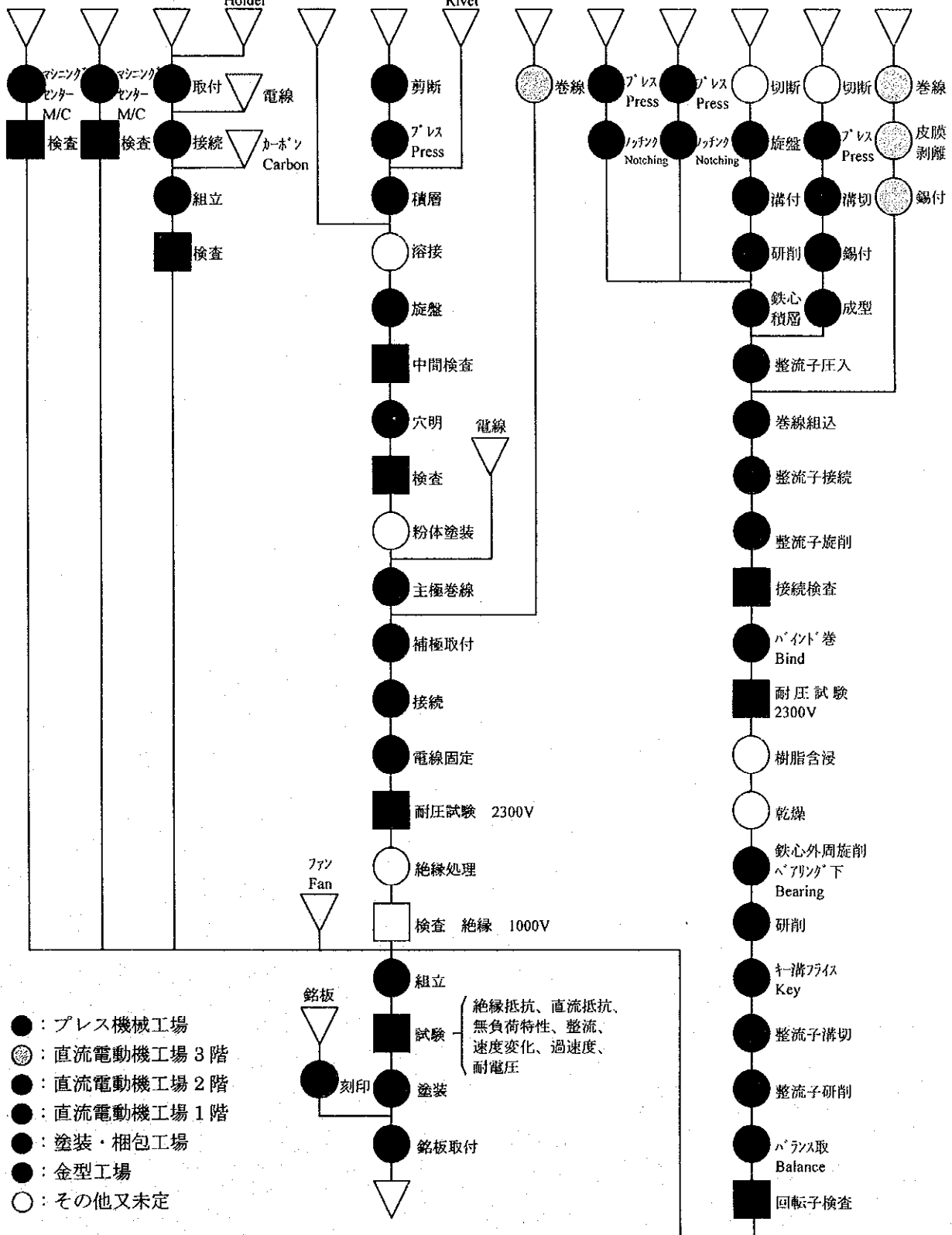


図 5-2-5 Z₄-112 のレイアウト変更後の主要工程表

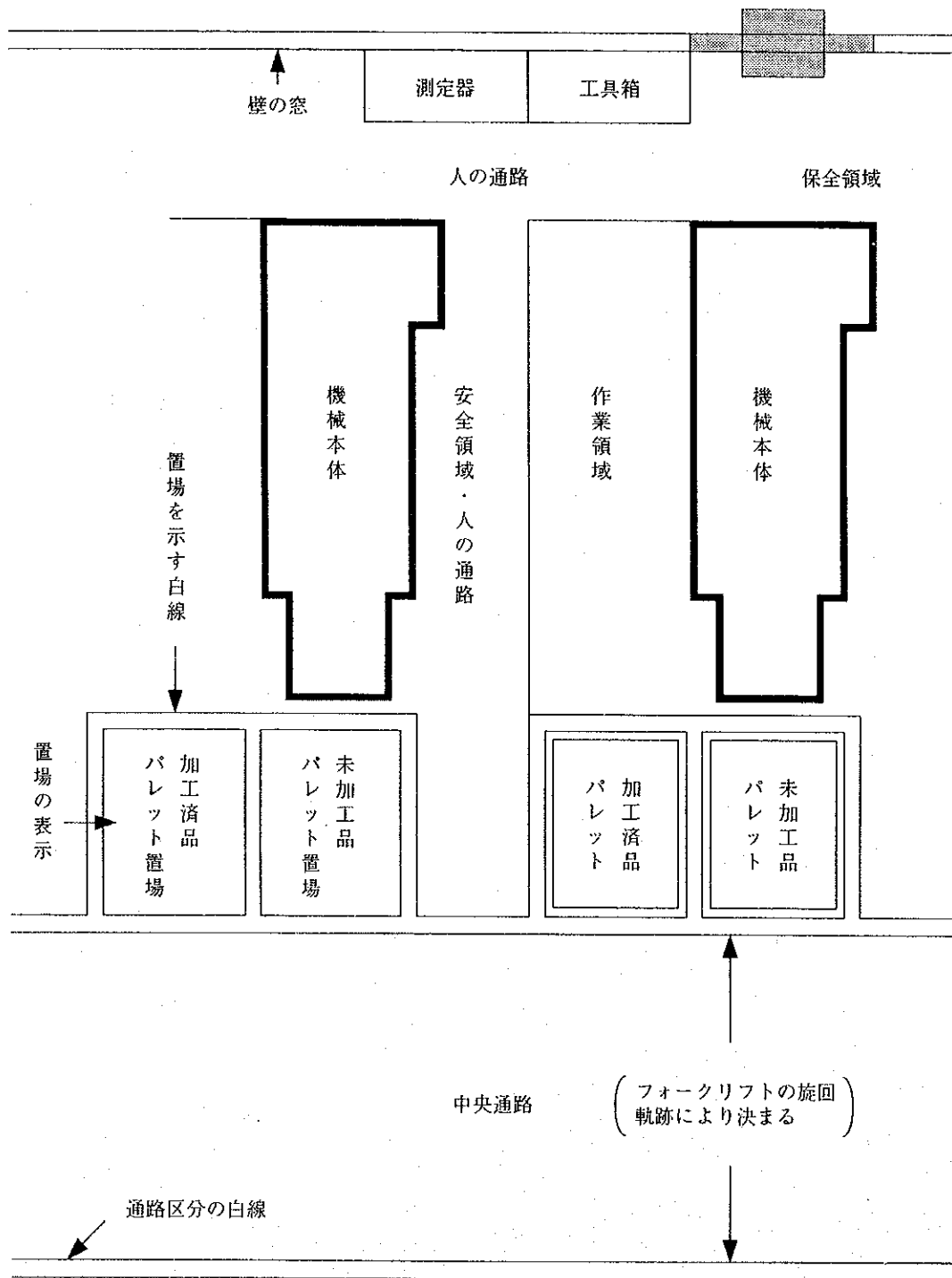
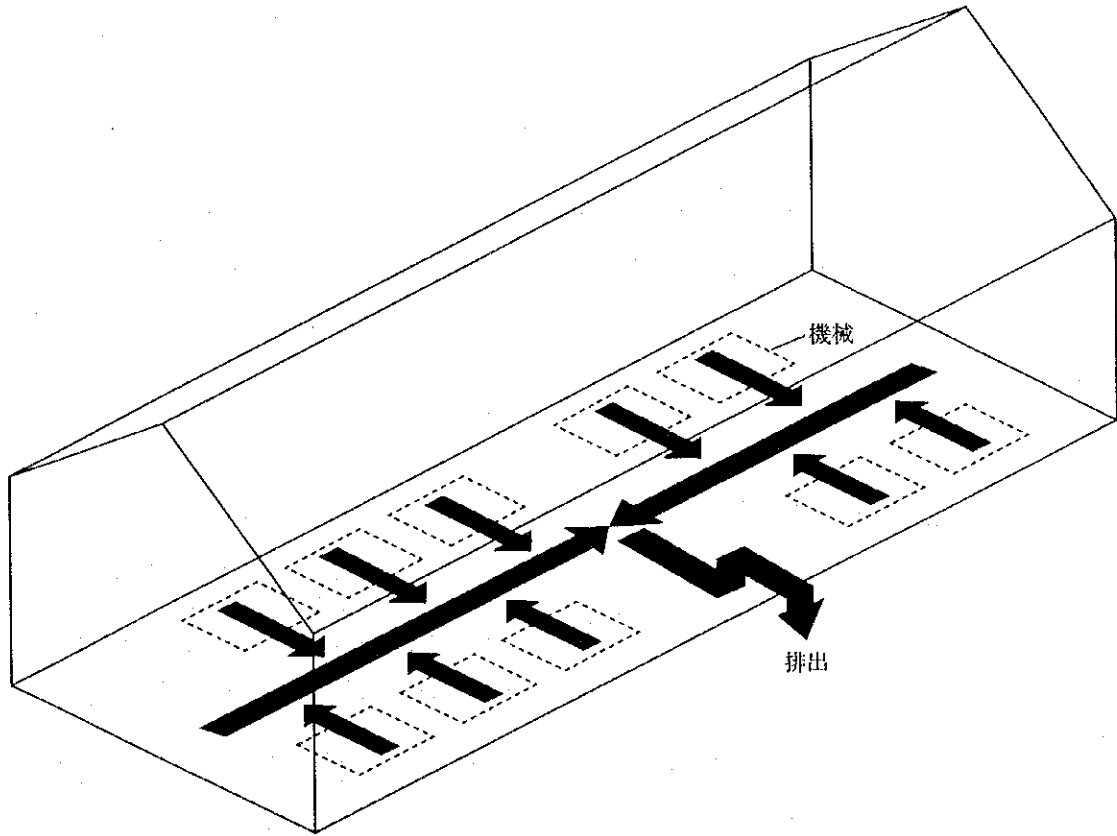


図 5 - 2 - 6 機械設備配置図の例



切粉・抜かす排出系統図

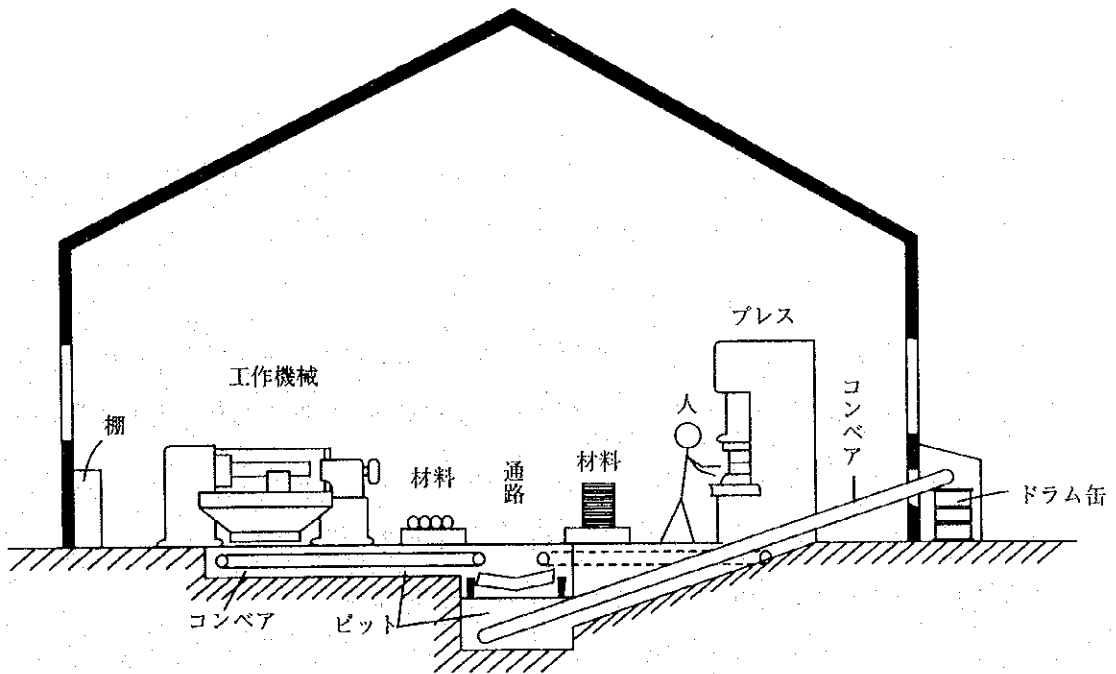


図5-2-7 切粉・抜かす排出装置概念図

b) 運搬機材の整備

小型でもロット数が纏まるもの又はロットが小さくても大型のものは、パレットに積載して、フォークリフトで一括運搬することを推奨する。特急品や小型小ロット品は例外的に台車による運搬を認める。全ての材料、部品、製品をパレットか台車上に置き、床面への直か置きを禁止することによって、運搬工数の削減と労力の軽減をはかり、ひいては製品のキズ、変形、サビ等の不良、損傷を減少させる。

運搬設備については第6章で説明する。

3) 仕掛品、在庫品の圧縮

工程中の仕掛品や半成品在庫が異常に多い現状は、機械加工工程のみの問題ではなく、工場全体に言えることである。前項のパレットとフォークリフトによる運搬を工場全体で採用しようとしても、膨大な枚数のパレットが必要となり、無駄な投資をすることになる。経営上から見ても、多くの仕掛品、在庫品を持つことは、高価な建家や敷地を多く必要とし、また品質劣化や設計変更に伴う廃棄損失を多く出すリスクを常に抱えている。先ず工場幹部がこのことを強く認識し、工場を挙げて「仕掛品、在庫品を減らす運動」等を、部門ごとに目標を立てて取り組むことを提案したい。

4) 切削技術の改善

a) 切削工具の集中研磨

機械加工工程では切削工具として、旋盤、形削盤などで使用する各種のバイトのほかボール盤、フライス盤などで使用するドリル、タップ、エンドミル、フライスカッター（メタルソー）など各種のものがある。

切削工具は被削材の材質等によって推奨する掬い角や逃げ角が微妙に異なるが、将来自動化設備を積極的に導入する場合、作業者の勘や目見当で研磨された、出来栄えが均一でない切削工具は適当ではない。一定品質の切削工具を常に使用するために、専用の工具研削盤と専門者により、集中研磨する体制を作る必要がある。

切削工具の集中研磨用設備については、第6章で説明する。

b) スローアウェイバイトの普及

スローアウェイバイトは既に金型工場で試験的に導入されているが、工場全体には未だ普及していない。スローアウェイバイトは形状が一定で取付・取外しが迅速にでき、

向きを変えて何回も使える便利なものである。スローアウェイバイトを採用すれば、前項の集中研磨の対象工具も大幅に減少させることができる。スローアウェイバイトは材質が超合金のため、切刃の寿命が長く切削速度も高速度鋼バイトの数倍も高くでき、生産性を著しく高めることが出来る。但し、切削速度を上げるには工作機械の性能、精度、剛性が十分でなければならない。中国製の工作機械は剛性は十分あるようであるが、性能、精度の点で不安があるように見受けられた。

スローアウェイバイトは近代的な機械工場においては必須のものであるので、工作機械の条件を整えながら、早急に導入出来るよう推進することを提案する。

スローアウェイバイトの詳細は第6章で説明する。

c) NC旋盤の導入

近代的な機械工場においてはNC工作機械の比率がだんだん大きくなって来ているが、当工場においては、一部特殊な機械を除いて、すべて伝統的なマニュアル式の工作機械である。NC工作機械が如何に優れていても、営利を目的とする会社なら、採算検討して有利な結果が出なければ、導入出来ないことは言うまでもないが、モーターを生産する工場の場合、最も早く採算点に達するのが、回転子軸を加工するNC旋盤である。

今後の増産に備えて旋盤を増設する場合、或は老朽化した旋盤を更新する場合、NC旋盤で採算検討し、導入することを推奨する。

NC旋盤については第6章で説明する。

d) マシニングセンターの稼働

現在計画されているマシニングセンターの加工対象は横型が固定子、縦型が端蓋で、その工数負荷はそれぞれ150H/月しかない。マシニングセンターは高価な機械であり、交代勤務で300H位は稼働させることを考えたい。当工場としても外部から仕事を受注することを考えているので、具体的な営業活動を期待する。

このマシニングセンターのオペレーターの訓練はメーカーによって行われるが、今後各種のNC工作機械導入を円滑に進めるためには、これを機会にプログラマー、保守要員等の養成を幅広く行うと良い。またこのマシニングセンターについては上海にサービスセンターがあると聞いたが、ある程度のスペアパーツを保有することも必要である。

突然の停電等、電力供給事情があまり良くない状態では、場合によっては無停電電源装置の設置を検討する必要がある。

e) 圧縮空気の供給

機械加工工程では材料取り付け時にチャック等に付着した切粉を圧縮空気で吹き飛ばし、異物の介在による障害を防ぐ。プレス加工工程でも加工した部品を圧縮空気で吹き飛ばす方法がある。自動機械の中には圧縮空気を動力として必要とするものがある。

近代的な工場においては、このような目的のために工場の中に空気圧縮機を設置し、配管を通じて圧縮空気を必要な機械に供給することが一般的に行われている。当工場に於ても、各種自動化設備を積極的に導入するために、空気圧縮機を設置する必要がある。

空気圧縮機については第6章で説明する。

5) 品質上の改善

a) 製品の取り扱い

外観不良を重点とした品質向上対策を進めなければならない。良否判定基準が甘いのでこれを見直さなければならないが、その必要性についてのコンセンサスを徹底させることから始めなければならない。

企業の目的は、顧客を満足させる良い製品を、継続的に供給することによって、市場を確保し、拡大することである。企業が繁栄すれば、仕事に誇りをもてるし、ひいては個人も満足できる。大きなサイクルで物事を考えないと、意識や行動を改革することはできない。意識改革ができたなら、行動するために道具や環境を整えることである。不具合の原因の多くは、運搬取り扱いにある。釣具、やわら、台、台車、パレット等を整備し、材料、部品の露天放置、床へ直か置き禁止、防塵のためのシート掛け励行など取り扱い改善を3現主義（現場で、現物を見て、現実的に）で繰り返し根気よく教育、徹底しなければならない。

管理面からは、仕掛品を多く持たないという対策を進める必要がある。

b) 外観良否判定基準

次に当然の事として外観良否判定基準を明確にして、周知徹底させる必要がある。買う立場に立った基準の設定が必要である。具体的には、見本や写真で良品限度、不良限度をはっきりさせる。限度見本は更新の期限を決めて定期的に見直す必要がある。

不良の再発防止のため、フィードバックが重要である。発生元から原因分析と対策の解答を提出させ、確認フォローする。これは管理者の重要な仕事である。朝礼、不良品展示会等、手を変え、品を替え繰り返し徹底させる工夫と創意が必要である。

6) 安全・環境改善

a) 安全に対する配慮

(1) 機械に対する配慮

切粉飛散防止装置を取り付ける。回転部分にカバーを取り付け、危険な部分には接触出来ないようにする保護装置の取り付け等が必要である。

(2) 保護具の着用

機械工場はヘルメット、安全靴、保護メガネ等の着用を制度として決め、実行する。

(3) 作業方法

重量物取り扱いを重点とした、安全作業標準を制定し、周知徹底させる。

b) 照明基準

全体照明と局部照明に別れるが、機械加工工程に限定した問題ではなく、工場全体のあらゆる作業について適正な照度を設定し、定期的な環境測定と照明器具の保守点検を制度として決める必要がある。

表5-2-1に電気機器製造会社の照明基準の例を示す。

表5-2-1 電気機器製造会社の照明基準の例

	電気機器製造	法の基準
照度 (Lux)	500 ~2000 (人が常駐しない場所は除く)	精密作業 300 以上 普通作業 150 " 粗な作業 70 "

出典：「労働安全衛生法 事務所衛生基準規則第2章第10条事務室の環境基準」

5-2-5 巻線作業工程

1) 設備の近代化

巻線作業で使用する設備は、比較的簡単な構造と機能を持つものが多いので、日常の管理や補修が不十分になり易い。以下に述べる設備以外に、問題点の項で指摘してある細かい事例も含めた工具類と作業環境全般の再点検と整備が必要である。

a) 矯正用レベラーの整備

コイル巻きされた状態での線の揃いを目処に、整備、調整が必要である。現状では、レベラーから電線が外れたり、ローラー間隔の調整不適のために、矯正は必ずしも充分でない。回転子コイル関連の不良の大部分が平角電線で発生しており、その主因の一つが電線の細かい曲がりである。本来であれば、曲がりの少ない高品質電線の入荷が望ましいが、それに至るまでは、自衛的にレベラーで矯正せざるを得ない。

b) 引っ張り成形機の更新

平角線用の設備である。当面、全体的な清掃と注油、ネジ緩みやまくれ等の補修、整備が必要であるが、さらに、下記の事項を提案する。

(1) 機能の追加

曲げ作業時のコイルエンド形状を揃えるために、コイルの溝直線部を強く締付け得る機構と、コイル頭(鼻)部を啜え締めして拘束する機構を追加する。引っ張り成形機では、標準的に備えている機能である。

(2) 動力化

コイルの引っ張り開き動作を、現在人力で行っている。此の動作を動力化して、作業者を、コイルの確実な取りつけと引っ張り開き後の形状修正に専念させる事が望ましい。

(3) 設備の更新

上記の機能追加と動力化を同時に実施するのであれば、設備更新が早道である。

c) 電線ドラム用回転台

作業中に電線が粗い床面を擦る際に、被覆絶縁に傷を付けてしまうので、下記の改善策を提案する。

(1) 床面を滑らかにする

床面上に表面が滑らかで比較的柔らかいシートを敷く方法と、床自体を例えばリノ

リウム張りに改装する方法とがある。

(2) 電線ドラム台の新設

現在は複数の電線ドラムを平置きしているが、ドラムを横軸姿勢で上下に並べる専用台を採用、新設する方法がある。床面積は少なくて済むし、ドラム位置が高くなるので、案内ローラーの位置を適切に決めれば、電線が床を擦ることもない。

d) バインド用ブレーキの整備

鋼線用、ガラスバインド用とも帯ブレーキを設備することを提案する。機械的、熱的、及び運転の条件が益々厳しくなるに伴い、それらの条件に相応した確実なバインド張力の管理が必要になるが、現状は、鋼線用に簡単な挟み型ブレーキがあるのみで、ガラスバインド用は全く装備されていない。

2) 作業工程と品質の近代化

問題点の冒頭に述べた共通的問題点、即ち汚損、損傷、変形の撲滅と、寸法、配置の揃いを確実に実現するのが、作業工程と品質の近代化の為に必須な基本条件であることを充分認識する必要がある。具体的には、5Sの徹底から入るのが実際的と考える。

a) 材料の取扱い

絶縁材料の防塵対策、作業現場への払い出し管理、或いは材料棚での管理実態も、5Sが徹底すれば、全て改善されるものである。

b) 手工具や製品の取扱い

この問題も、材料と同様に5Sの徹底で改善することが望ましい。

c) 磁極コイルの整形

太くて硬い角線のコイル巻き作業に際しては、巻き棒の角部に来る度ごとに、当て板を介してこの部分を確実に叩き、整形する事が肝要である。曲がり部分には浮き上がりが無い様に、電線相互間は隙間無く揃っているように整形しなければならない。現在の出来栄は、上記の様でないものが少なくない。

d) 磁極コイルのテープ巻きは緩みなく確実に

緩みの発生を防ぐための第1対策は、巻き始めと巻き終わりのテープ端を固定することである。巻き始めは電線の間挟み込み、巻き終わりは前のテープの下に挟み込むのが普通である。しかし、最近よく使われる、ポリエステルやガラス繊維のテープは滑りやすいので、糊で留めることが望ましい。製品と同等な耐熱性の糊を使うのが望ましい

が、極く一部の使用なので、高粘度のフェノール系樹脂（ベークライト）が使われることもある。第2の対策はテープを強く締め巻きすることで、しごき（扱き）巻き方法が一般に採られている。特に、口出し線近辺は開口部を作り易いので、必要ある場合はフェルト材が挿入されることも多い。テープとコイル電線との間に形成された空間はコイルの熱放散を著しく妨げるので、極力避けなければならない。

e) 回転子口出し線の長さ余裕は1～2 cm以内に

型式毎の実績値を調査して、以降の製作に対して指示すれば簡単に片付く問題である。即日の調査と指示の実施を期待する。

f) 口出し線の絶縁剝離対策

(1) エナメル絶縁の希硫酸法廃止

市販の剝離剤への切替えを提案する。剝離剤の使用に当たっては、飛沫付着と滴下液付着を避けた注意深い作業方法の実施が肝要である。F種絶縁のエナメル電線では、耐熱性だけでなく耐薬品性も高くなるので、剝離が困難になることが多い。このような場合には、ガスバーナーによる加熱が有効である。また、小さな切刃を回転させる方式の電動エナメル絶縁剝離工具も有効である。希硫酸汚損による絶縁表面の電気特性低下は、特に厳しい環境条件下での長期間運転に対し、信頼性を著しく低下させることを認識すべきである。

(2) ガラス被覆除去の回転ブラシ法

ガラス被覆電線の絶縁剝離は、現在と同様な加熱法で充分であろう。但し、加熱後のガラス繊維除去作業を、手仕事から回転ブラシ機の利用に切り替えることが望ましい。さらに、除去の境界部にガラス繊維の大きなほつれが残ると、後の作業中にほつれが拡大するので、鋏で短く切断する必要がある。絶縁チューブ挿入前の現状を観察すれば、この提案が理解できる筈である。

g) 平角線回転子コイルのエンドテーピング緩み

磁極コイルの対策をd)で記したが、平角線回転子コイルの場合も同様で、テープの巻き始めと終わりを確実に留めなければならない。また、ガラステープは摩擦に弱くて切れ易いので、積み重ねや移動等の際に、特に、電線の角部が擦り合わないような注意が必要である。さらに、テープの耐摩擦性を高める為に、希釈したコイルワニスに浸して常温乾燥する処理が良く採用される。

h) 亀甲形コイルの引っ張り成形

現在、平角線亀甲形コイルの電線揃いとコイルエンドの形状揃いは良くない。以下に幾つかの改善案を提示するので、最良の揃いと考えられるコイルを試作してみて、各製作過程の内のどれが揃いのために有効であり、また余り効果的でないかを判別し、今後の作業標準を確定されたい。

(1) 溝直線部の固定

引っ張り成形機のクランプ溝寸法を調整して、コイル直線部を強く固定する。更に望ましいのは、水雷形状時にコイル直線部に樹脂を軽く塗布して、規定寸法に接着固めしておくことであるが、次善の策として、溝直線部端を耐熱性粘着テープで結束する事を提案する。

(2) コイルエンド頭(鼻)部の拘束

本件は、1)-b)-(1)の項で機構追加を提案した。

従来、電線の剛性に従って自由な曲げ変形をしていたコイルエンドが、頭部を指定位置に拘束されることにより、設計寸法に近い形に曲げられる様になる。

(3) コイルエンド形状の修正

溝直線部からエンドへの移行部分とエンドから頭部への移行部分をゴムハンマーで叩いて曲げ半径を設計指定値に修正する。また、エンド部のひねりと電線の揃いも修正する。成形機で拘束した溝直線部とエンド頭部以外は、電線の剛性に従って自由な曲げ変形をするので、引っ張り成形後の修正が必要である。

(4) エンドの湾曲整形

現在と同様に小型ハンドプレスで型押しするか、或いは、上記のハンマリング修正によるかである。後者は、熟練度が高まれば作業時間が短くて済む方法である。コイルエンドの揃いが最も重要なので、常に、標準コイルと比較しての確認と、修正が大切である。

i) 回転子コイルの組み込み

コイル入れは一種の組立作業であるので、下記の項目に関する職場内だけの努力で全ての問題が片付く訳ではない。前作業の不具合を問題解決的に取り上げ、両者協力して迅速な解決が行われる職場関係が必要である。

(1) 鉄心の点検と修正

下記の点に注目し、主に鉄心の点検と修正を確実にを行う。特に溝内は、明るいハン

ドランプを使った丁寧な点検が必要である。

- ① 端部鉄心板の開き、曲がり、打ち傷
- ② 溝内の突起、バリ、混入異物

溝絶縁層は、0.27～0.42mmと必ずしも厚くないので、特にこの点検と修正の徹底が大切である。

- ③ 溝端部と開口部鋭角部の面取り、丸め
- ④ 軸、コイルエンド支えリング、整流子等の突起、バリ、傷など
- ⑤ 回転子全体の清掃、塗装など

現在、回転子捲線の耐圧不良率は異常に高い。これを低減させるために、上記の点検と修正は、コイル入れ作業者の重要な責務と心得るべきである。

(2) 使用材料の事前点検

コイルの組み込み作業で使用する部品や絶縁材料の寸法、数量等を、作業開始前に確認し、取り出し易い様に整頓して材料容器に入れる。

(3) 絶縁とコイル電線の位置揃え

各材料や部品を、指定の位置に、寸法正しく、しかも良く揃えてコイルの組み込み作業を行わなければならない。そのためには、注意力と共に、技能の習熟・上達が必要である。溝内・外の電線とコイルの並びや揃い、絶縁挿入の位置と大きさ、コイルの軸方向位置等が注目すべき主要な点である。現在の出来栄は、決して外に対して誇れるレベルではない。上記内容の達成が、結局は全体の作業時間を短縮させ、製品の信頼性を向上させる為に不可欠な条件であることを、良く認識されたい。

(4) 溝楔の打込み

打込み用の鞘を補助工具に使う、溝楔を軸方向に打込む作業方法に変更されたい。この方法によれば、楔の損傷も無くなるし、打込まれた楔の向きも周方向に揃って、安定した並びになる。コイル電線を溝内で良く揃えて指定深さに沈め、打込まれる楔の先端下面に軽い面取り勾配を付ければ、軸方向の楔打込み作業に過大な時間は要しない。

(5) 半田揚げ

異常に高い線間短絡の発生率を低減させるために、下記の半田揚げ方法を試行してみ、最良の作業方法を開発することを期待する。

- ① 半田揚げ時に、整流子側を更に低くして、軸勾配を現在より大きくする。

- ② 立軸姿勢での半田揚げ方法を再検討する。但し、迅速な作業が必要条件である。昔使ったと言うこの方式の古い設備が現存していたし、縦軸方式を採用している企業も多いので、再挑戦を提案する
- ③ モデル回転子を使い、作業時の特に、整流子裏側の半田の流れ状況を観察して、最適な作業条件を選定する。
- ④ クリップ構造整流子の廃止
- ⑤ 接続部内への、コイル電線の緊密で揃った挿入と固定

線間短絡発生位置の殆どが整流子の裏側である事を認識して、上記の試行と検討に臨む必要がある。しかし、半田揚げの問題点には接続不良もあり、解体品を整流子の裏側から観察した結果では、特に接続部の内径寄りの半田溜まりが悪いことも留意の必要がある。

(6) バインド巻き

問題点の項で幾つかの要改善点を指摘し、また設備の項でブレーキの整備を提案したので、それらの実現を希望する。現状では、張力調整が不完全なために巻き始め側のバインド束が緩んでいたり、鋼線バインドの端留めが、材質や寸法面で必ずしも指定通りでない製品もある実態を指摘しておきたい。また、鋼線バインドを全面的にガラスバインドに切り替えることを推奨する。

j) Z4の磁極巻線

(1) 主極絶縁

現状の耐圧不良を撲滅するために、下記の実施を提案する。

(a) EPC 方法の改善

絶縁・樹脂処理の項に詳述してあるが、主要な改善点を下記する。

- ① 角部面取りと表面処理の実施
- ② 確実なマスキング法の採用
- ③ 適正な温度管理と粉体材料の管理
- ④ 1回漬け流動浸漬方法の採用
- ⑤ 局部補修とピンホール検査の実施

(b) Ad, M, Ad シート絶縁の補強

下記の改善を提案する。

- ① シート絶縁取り付け作業の習熟

② Ad, M, Ad 粘着シートの使用、或いは両面粘着テープの上手な使用

Z、絶縁規範には、塗料 914粘着剤とポリエステル粘着テープの併用を注記してある。

③ 鉄心角部を、Ad, M, Ad 粘着テープなどで絶縁補強

(2) 主極コイル巻き (図 5-2-8 参照)

巻き作業時間を低減し、巻き回数誤りを避けるために、下記の作業方法を提案する。習熟度を必要とする作業なので、試行を繰り返しながら、独自の方法を開発、確立する必要がある。

(a) 分割巻きの採用

長く張り出したポールシュー内側のコイル群と外側のコイル群とを分割して作業する方式を採用し、両コイル群を事後に接続する。分巻コイルと直巻コイルの 2 群で構成される複巻の主極コイルと類似である。

(b) ポールシュー内側コイルの巻き

手巻きと機械巻きの 2 方法がある。巻線機のヘッドは、主極・補極間の隙間を軸方向に往復運動し、併せて、鉄心端部では周方向移動（鉄心側の振り子運動でもよい）を繰り返す構造を基本とする。

(c) ポールシュー外側コイルの巻き

巻棒と電動巻線機によって製作されたコイルを、内側コイルの外側に手作業で落とし込み、嵌め込む。この方式では、コイルの崩れを防ぐために、内側コイルは樹脂を軽く塗布して整形固めし、外側コイルは複数のコイル群に分割結束して挿入作業を行い、テープで崩れ止めを施すと共に、更に若干の樹脂固めをするのが良いであろう。案内具や整形型の利用も工夫を要する点である。

(3) 補極コイルの前固め

鉄心へ挿入する際の型崩れを防ぐために、予め樹脂で指定寸法に固めておくことを推奨する。目的が崩れ防止であるので、充填度を考慮しない簡易な作業が良い。

(4) 補極コイルの取付けと口出し端子

下記事項にも注意をはらう必要がある。

① コイルの幅広側が外周に来る様に口出し線位置を決めること

現状では、幅広側が内周に来ていて、主極との間隙を小さくしている。

② ポリエステルフェルト補極絶縁の沿面距離は、指定値を厳守のこと

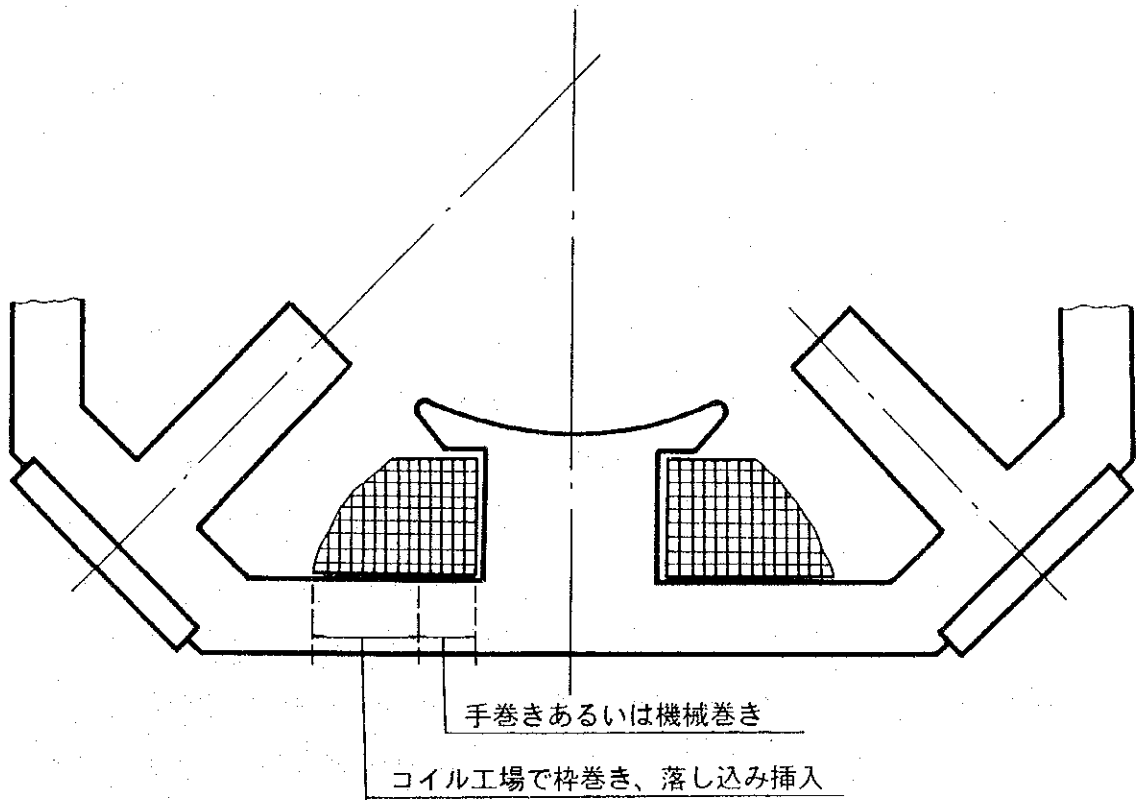


図5-2-8 Z, 主極コイルの巻線

現状では、特に外周部に短い所がある。

- ③ 口出し端子を、現在の半田揚げ端子から圧着端子へ切替えることを推奨する。作業性と信頼性の点から、これが大勢である。但し、電線との正しい組み合わせと、圧着工具の確実な保守が必要条件である。

5-2-6 絶縁・樹脂処理工程

1) 鉄心板表面ワニス絶縁処理

a) 設備の近代化

(1) 材料運搬用具

材料の積み替え、取り揃えなどの作業を省略することを目的に、運搬台車や置き台の整備が必要である。仕事の流れの前後に位置するプレス工場と連携した検討が不可欠である。

(2) 塗布ローラーの構造

金属ローラーの外周に、綿布か薄手のフェルトを、回転と逆方向に巻き付ける構造を推奨する。耐溶剤性で長持ちするゴム材料の入手は、一般に困難である。また、固体のローラー間隙寸法を加減して塗膜厚さを調節することも、至極難しい。軟らかい布やフェルトでワニスを塗布すると、塗膜厚さは一様性に富むし、必要による膜厚さの調整も比較的容易である。フェルトや布の巻き付けは、ローラー幅が狭いので、皺寄りなどの問題は殆ど生じない。布の取り替え頻度はそれ程高くない。熱硬化性のワニスでは、作業前の準備運転時に、ワニス中の溶剤によって布にしみ込んだ古いワニス容易に軟化する。むしろ、塗り厚さを確保出来る長所を高く評価し、出来るだけ連続して塗布作業を行うことが望ましい。

(2) ワニスの供給

固形のゴムローラーを止めて布巻きに切り替えれば、ワニスの自動供給が必要となる。小型ポンプを使って、ローラー上部に配置したノズルからワニスを連続供給し、受け皿を経てタンクに集める循環構造方法が通常採用されている。

この方式では、途中に漉し網を設置して異物を除去している。

(3) 加熱炉の熱効率と電熱器配置

この内容は、問題点の項で詳述した。ワニスを発泡させないで十分に乾燥・硬化さ

せるには、炉長が短か過ぎる。長さ不足を補うには下記の様な手段が考えられる。

- ① コンベアの送り速度を落して乾燥時間を延ばす。但し、生産性は低下する。
- ② 電熱器容量を増して、乾燥温度を高める。但し、発泡する危険があるし、取り出される鉄板の温度が高すぎると、塗膜硬度や取扱い上の難点を伴い易い。
- ③ 速乾性のワニスを使用する。但し、この条件に適合したワニスが無価、容易に調達できるかどうかの問題がある。乾燥性だけでなく、塗膜形成性、圧縮耐力、熱収縮率、電気絶縁特性などの比較検討も必要である。
- ④ 加熱処理を、2回繰り返す。

どれも長所・欠点を伴うが、どれが効果的で、しかも実現性が高いか追求し、問題点の項で述べた下記の方法を具体的に検討するよう提案する。

- ① 長手方向中央部の温度が更に高くなるように温度分布を変更する。
- ② 電熱器容量を増して加熱温度を高め、送り速度を極力落とさない。
- ③ 開口部を小さくして、熱効率を高める。
- ④ 温度センサーを複数取り付けて、精度の高い温度管理をする。

当面は、電熱器の状態を点検して加熱温度を高め、コンベアの送り速度を若干落としてでも乾燥不十分の無い作業に戻すことを急がなければならない。また、鉄心板に熱電対を取付け、その送り条件での温度変化を実測して、次の改善の資料にすることが肝要である。

b) 作業上の近代化

(1) 作業条件の再検討

加熱炉の熱効率や電熱器配置の項で説明した内容を勘案して、作業の最適条件を確認し、管理値を設定し、それを厳守させる事が肝要である。作業の最適条件は、使用するワニスと設備の条件と密接に関係することを充分理解する必要がある。

(2) コンベア送り速度の適正化

上述の様な調査、検討結果に基づく作業条件の適正化を設備の近代化と関連させて、初めて、この問題の解決を図ることができる。

規定された管理値を守るためには、夏・冬など、状況の変化に応じた注意深い観察と調整も必要である。

(3) 5Sについて

設備も、材料の取扱いも、5Sの徹底を図る必要がある。

c) 品質面の近代化

- (1) 設備と作業の近代化で述べた事項が対策できれば、現在発生している品質上の問題点は解消する。
- (2) 只、目標とする品質レベルが具体的に明確になっている場合にのみ、品質の合否を評価出来るので、鉄心板表面にワニス絶縁を処理した製品に関する、例えば、下記事項の絶縁特性を規定し、抜き取りで実測、確認することが望ましい。これらの試験方法は、中国の JB/GBにも規定されている事項である。
 - ① 塗膜の厚さ
 - ② 加圧時の絶縁抵抗
- (3) 将来対策
 - (a) 表面絶縁処理済み硅素鋼板の利用
卷材（フープ材）の調達と前後して、標記の可能性も出てくるであろう。作業の自動化、高速化、高精度化を図るための必須条件である。
 - (b) 表面絶縁処理適用範囲の再検討
 - ① 例えば、Z₄-160以上の固定子は、継鉄・磁極鉄心分離構造である。
この分離構造では、固定子鉄心に表面絶縁処理の無い冷間圧延鋼板を使い、回転子鉄心に表面絶縁処理のある硅素鋼板を使うメーカーが多い。
 - ② 現在の、鉄心板の表面絶縁処理は必ずしも十分なものではない。既に、生産実績を重ねているZ₄-132以下の試験成績から、現状の不徹底な表面絶縁処理を徹底すべきか、或いは廃止すべきか二者択一の検討が必要である。

2) 巻線のワニス含浸処理

a) 設備の近代化

(1) 含浸槽の改造

(a) 槽に縁枠追加

ワニス中への塵埃、異物の混入を避けるために、床面上に10cm以上の高さを持つ縁枠を追加して取り付ける事を提案する。縁枠の追加によって上蓋の密閉性は向上し、防塵効果や安全性も増す。クレーンの吊り代は、ワイヤー用吊金具の取付け位置変更で対処できる。

(b) 上蓋開閉機構の取付け

現在、開けられた上蓋は、槽の横に立掛けられている。縁枠の追加に合わせて、上蓋に開閉用の蝶番と簡単な吊上げ機構を取付ければ、上蓋の開閉は一人作業で可能になる。入口が狭いために、閉じた蓋の上が乾燥籠の置場になることもある様だが、蓋か籠をそれに相応しく改造すれば足りる。

(c) 槽の底部に仕切枠取付

異物混入処置を施しても、槽の底部にはゲル化したワニス等の沈殿物が溜まって来る。これらの沈殿物が含浸の際に浮き上がって来ないように、槽の底部に井桁の仕切枠を沈めることを提案する。

(2) 転置用具の整備

回転子は立軸姿勢で専用籠に搭載される。この作業を容易にするために、簡単な倒立用具と吊り用具の整備が望ましい。さらに、工芸守則で規定している2回目含浸時の転置を考慮して、倒立と転置の両作業が可能な構造が望ましい。

b) 作業と品質の近代化

(1) 目に見えるワニスの管理

- ① 粘度と温度の測定結果、ワニスの補充や希釈の経歴を管理表に記入し、見やすい場所に掲示して置く事が、管理を徹底させる有効な手段である。
- ② 測定に必要な粘度カップと温度計は職場に備え付けることが望ましい。粘度カップは、計量室のオリジナルをスケッチして自製したもので充分である。

(2) コイル積み重ね用間隔片

問題点の項で述べた様に、直接積み重ねた磁極コイルの相互接着を極力減らすために、間に細い間隔片を挿入すると良い。溝楔や積層板の残材に簡単な離形処理を施して、繰り返し使う例が多い。

(3) 含浸回数の再検討

この内容も問題点の項で詳述した。運転条件や使用環境が益々厳しくなる中で、十分な信頼性を確保するために必要な品質レベルを判断基準とすべきであろう。

例えば耐湿試験を現在の製品について行い、ワニス処理回数と耐湿特性との関係を把握すれば、必要な含浸回数が決めるであろう。耐湿特性は、電線の種類や絶縁方法、或いはワニスの粘度や不揮発分%にも影響されるので、代表的な条件を選んで実験する事が大切である。特に、平角電線を使った回転子巻線では、ワニスの

浸透が不完全な場合があるので、ワニス処理後の不良発生で解体する回転子が出た場合には、コイルを細かく分解しながら、ワニスの浸透状態を目視調査すると参考になる。また、長手方向のワニス付着密度を比較すれば、2回目含浸時の転置の必要性も、ある程度判断できるであろう。

因みに、2回のワニス含浸を標準にしているメーカーが多く、中型以上の直流機では、さらにワニスの吹きつけ処理を加えることが少なくない。

3) EPC粉体塗装の近代化

a) 設備の近代化

現在の仮設備に関する、当面の設備近代化を以下に述べる。

(1) 空気圧縮機の増設

粉体を十分な深さに流動させ得る空気圧縮機の増設が必要である。十分な深さの粉体流動層を構成させて、1回の浸漬で塗装処理を終えることが肝要である。必要条件是圧力と空気供給量であって、空気圧は普通4 kg/cm²程度で作業されることが多いので、最大6 kg/cm²の能力があれば充分であろう。必要な空気供給量は粉体と浸漬槽の条件に左右されるので、実測値に従うことになる。

(2) 流動浸漬槽の改造

矩形の平面形状を持つ現在の流動浸漬槽に仕切り板を追加して、実用部分を正方形に改造する。

粉体の使用量と圧縮空気の消費量を削減するのが直接目的であり、また、前者は粉体樹脂の貯蔵寿命対策であり、後者は空気圧縮機の設備容量削減対策である。尚、静電気放電による粉体爆発を防ぐために、装置の完全接地が必要である。

(3) 脱湿装置の増設

現在の油水分離装置に加えて、圧縮空気配管途中に脱湿装置を増設する。一般にコンデンサー式が採用されていて、粉体樹脂の変質と塗装性能の低下を防止するのが目的である。

(4) 熱風循環式加熱炉の使用

塗装される製品を均一な温度に加熱出来る熱風循環式加熱炉を使用する。流動浸漬塗装法の重要な管理項目の一つが、製品の温度である。現在使用中の仮加熱炉は、熱輻射式で加熱均一性に劣り、また収容寸法が小さすぎて必要生産量の消化と運搬

に不便である。

(5) 専用吊り上げ装置の設置

壁クレーン、或いは柱クレーンを設置して、製品の温度が低下しない短時間に浸漬塗装作業を完了させるのが肝要である。

b) 作業と品質の近代化

(1) 加熱温度と塗装処理温度の再確認

温度条件が塗装の出来栄を大きく左右する。

加熱温度に関して入手した値は、下記のように若干の相違があった。

- ① 第2次工場回答書・・・・・・・・・・約 220℃
- ② 工芸守則・・・・・・・・・・160 ± 5℃
- ③ 現用加熱炉の設定温度・・・・・・・・200 ℃
- ④ Scotchcast-260の推奨値・・・・・・・・200 ~ 230℃

加熱炉の設定温度、固定子鉄心の温度、出炉温度、流動浸漬時の温度など明確に規定すべき内容が多い。

下記の特性を確認の上、処理温度の再確認をする必要がある。

(a) 鉄心温度と塗膜厚さの関係

使用している EPC材料の場合に、塗膜厚さが、被塗装物の温度にどの程度影響されるかを実測、確認し、最適な塗装処理温度範囲を再確認する事が必要である。

(b) 鉄心の加熱・温度上昇特性

加熱過程での鉄心各部温度の上昇具合と温度分布を把握し、更に塗装処理過程での各部温度の降下具合と温度分布を把握して、最適加熱条件、即ち、最適な塗装処理温度条件を再確認する。当然、外気温度による影響度も含めて確認する必要がある。

(c) 表面温度計の購入

上記の調査の為だけでなく、実作業時の温度確認のためにも、短時間に測定できる例えば熱電対式表面温度計か、非接触型の赤外線放射温度計の購入が必要である。

(2) 鉄心表面の清掃

鉄心板段階での溶剤による清掃と積層後の噴射（ブラスト）装置を使った清掃方式

が、普通採用されている。後者の場合、鉄心板の短絡を招いてはならないので、具体的に、どの様な媒体を使うのが最適か、装置条件を勘案して試行、検討を要する問題である。鉄心表面の油污損や発錆は、粉体樹脂の溶融付着を妨げ、また接着力を著しく低下させることに充分留意しなければならない。

(3) マスキング材料の選定

耐熱性のあるマスキング用粘着テープの採用を推奨する。テープは高価な材料ではないし、塗装後の補修作業を考えると総合的に経済的である。マスキング面積が広い場合は、粘着剤が残るのを避けるために、中央部に例えばポリエステルフィルムを当て、周囲だけを粘着テープで固定する方法が良く採用されている。

(4) 粉体深さの増加

浸漬塗装処理が1回で済むように、流動浸漬槽内の粉体深さを増加させることが必要である。塗装される製品の長さは500mm以下であろうから、普通は4 kg/cm²以下の空気圧で十分な深さの粉体流動層が形成出来る。尚、無圧時の粉体深さに対して流動層の深さは30~40%増加するので、この分が作業代になる。

(5) 粉体樹脂材料の保管

樹脂と硬化剤の混合体である材料は、冷暗所での貯蔵、保管の実施が必要である。材料メーカーの推奨する貯蔵安定期間は、普通、30℃で3 カ月である。従って、使用者は、使用休止中の材料や購入保管中の材料を、10℃以下の低温室に貯蔵、保管するのが普通である。

(6) 専用吊り設備の使用

品質上、短時間に仕事を完了することが極めて重要である。専用の吊り設備を活用した、迅速な作業が必要である。

(7) EPC 塗膜の補修

(a) 局部補修の実施

均一な膜厚が得られる EPC粉体塗装技術を確立する事が最良であるが、Z₁ 系列機の複雑な内側構造を考えると、常に無欠陥な塗膜が得られるとは限らない。従って、EPC 粉体塗装後の補修方法の開発は現実に必要である。

(b) 補修方法

- ① 流動層から引き上げて、余剰粉体を圧縮空気で軽く除去した直後の点検時に付着不充分部に粉体を追加散布する方法

② 後加熱硬化処理の前後の検査で発見された不充部分に、高粘度樹脂を追加塗布する方法

(c) 塗膜の検査方法

① 目視検査

② 耐圧試験：工芸守則は AC 5KV 以上の耐圧を規定しているが、電極条件は明示していない。

③ ピンホールテスト：簡易なピンホール試験器の使用が便利である。

c) 静電粉体流動浸漬塗装の採否

静電方式の併用は、Z₁ 固定子内径部の絶縁塗装に対しては実験確認が必要である。流動浸漬法と静電流動浸漬法との最大の相違点は塗膜厚さであって、実質的に静電流動浸漬法は0.08~0.15mmが、流動浸漬法は0.5~2.0mmが最適範囲と言われている。因みに、幾つかの資料に記載されている塗膜厚さを次表に纏めてみた。

参考資料	静電流動浸漬	流動浸漬
図面指定の絶縁規範	—	0.35mm
工芸守則	—	0.4 ~ 0.55mm
第2次回答書	—	0.5 ~ 2mm
太倉県静電設備廠(中国)	0.03 ~ 0.2mm	—
三菱化成(エポサーム EPC-350)	~ 0.5mm	0.3 ~ 3mm
大矢化学工業(表面処理業者)	~ 0.3mm	0.3 ~ 3mm (0.5 ~ 2mm)

絶縁耐力を安全側に選んで目標塗膜厚さを 0.5mm とすると、静電流動浸漬は不適當であって、流動浸漬法によるべきと考える。流動浸漬法は、温度管理、材料の保管管理、マスキング方法等が改善され、サンドブラストと1回浸漬処理が採用されれば、問題のない良質の絶縁塗膜を生み出すことが出来る。

d) EPC 粉体塗装の必要性再検討

現在の固定子磁極絶縁は、EPC 粉体塗膜とNomex 411 などのシート絶縁の二重構造になっている。定格電圧が比較的低いにも拘わらず、何故に、このような二重構造が必要なのかを再検討してみる必要があると考える。Z₁ 系列と類似構造の直流機でも、EPC 粉体塗装を施さずに、シート絶縁だけの構造を採用しているメーカーは少なくない。

E P C新設備の検討結果は、第6章の生産設備の近代化で報告する。

5-2-7 整流子製作工程

1) 設備の近代化

a) 研磨設備の設置

現在、整流子片は、打ち抜きバリとスリット部の加工バリを除去するために、手作業で仕上げが行われている。これを、下記の設備による動力作業に変えることを提案する。

(1) 打ち抜きバリの除去：バレル研磨機

大きな抜きバリは、U溝から内径寄りの角部に多く発生しており、特に大きいバリは、高さが0.5mm近くにも達している。打ち抜きバリの発生は、金型の改善で軽減させることは可能であっても、絶無にすることは不可能であるので、特に問題である整流子片間の短絡を避けるために、量産的なバレル研磨装置の導入を提案する。バレル研磨には、回転式と振動式とがあるが、回転式の方が取扱い易いであろう。バレル内で整流子片と混合する研磨材とコンパウンド水溶液には、形状、材質など多種類があるので、何回か試行してみてバレル構造と整流子片に適合したものを選択する必要がある。バレル研磨には、バリ取りの他、剪断面に軽い丸みを付けたり、表面を綺麗にする効果もある。

(2) 加工バリの除去：ベルト研磨機

錫メッキやリベット潰し部の仕上げには、小型のベルト研磨機の導入を推奨する。エンドレスの研磨ベルトを回転させ、これに被研磨部品を当ててバリを取る方式で、研磨ベルトには、研磨材（種類、粒度、塗装密度、塗装方法）、基材材料（布、紙、接着部の有無）、接着剤の種類、用途（乾式用、湿式用）などの違いがあるので、これも試行の上で最適なものを選択する必要がある。

(3) 温度測定器

対象物自体の温度を、作業途中に、簡便に測るには表面温度計が便利である。表面温度計には、接触式の熱電対温度計や非接触式の赤外線放射温度計等があるので、測定対象や測定範囲を決めた上で、選択する必要がある。

(4) 金型、治工具の整備

作業効率を高めるために、締め金型、モールド金型、補助具などを、要/不要を明

確にし、寸法・構造別に分類し、清掃・手入れをし、棚置きし、表示をすること、即ち、5 Sを徹底することが必要である。

2) 加工工程の近代化

a) スリット部の錫メッキ処理省略

前述のように、中・小型直流機の業界では、ライザー・スリット部のメッキ処理を省略するのが大勢である。その手段は、主に次の2つである。

(1) 待ち時間の短縮

メッキの目的は、コイル巻線後の錫ハンダ揚げ時に、スリット部でのハンダの濡れを良くして、コイルとの接続を確実にすることにある。しかし、スリット内の銅表面が汚損も、酸化もしないで新鮮であれば、ハンダの濡れ性は低下しないので、メッキ処理をしないでも充分確実なコイルとの接続が可能なのである。この条件を満足させるために、次の3つの対策が必要である。

- ① スリット加工時に油などで、またモールド時に充填樹脂でスリット内部を汚さない。
- ② 全体の工程を短縮し、スリット切りからハンダ揚げでコイルと接続する迄の期間を極力短縮する。
- ③ 一般には、整流子が完成した後でスリット加工を行う方法が普通である。

前者を達成するためには、5 Sとモールド樹脂の厳密な適量管理が必要であり、また後者の条件を満たすためには、工程管理の可成りの向上が必要である。短期間の達成は困難かも知れないが、市場経済で受け入れられるためには、品質・信頼性(Q)の向上と、価格(C)の低減と、更に納期(D)の短縮は避けては通れない問題である。因みに、当工場でもZ₁の回転子では既に、錫メッキ無しを実施している。

(2) TIG溶接方式の採用

ハンダを使わない溶接方式では、当然のことながら錫メッキの必要はない。具体的には、TIG(タングステン非消耗電極式不活性ガスシールドアーク溶接)溶接方式が使われている。特にF種絶縁の採用で運転温度が高くなり、接続部の信頼性要求も高くなって、中型機ではTIG溶接が標準方式になって来ている。

当工場の生産計画では最大の軸中心高さを355mmとしているので、近い将来、一部

分の製品からTIG 溶接を採用することになるであろう。

b) クリップ形ライザー構造の廃止

この工場の製品では、例外は別とし、普通、この構造を採用する必要は殆どない。問題点の項で記述したように、この構造には欠点が多いが、以前、銅材の調達が困難であった時代に、代替案としてこの構造が採用された説明を受けた。

旧型の Z₂ 系列のみに使われている構造で、近い将来、この構造を使わない新型の Z₁ 系列に切り替わるので、それまでは設計変更することなしに、現状のまま進める方針である。工藝守則の付表によれば、クリップ形ライザー構造は Z₂ - 4 ~ 9 で主に採用されているので、生産台数比率は凡そ次のようになる。

項目	1993 年生産台数	1997 年生産計画
① Z ₂ - 4 ~ 9	1,683台	1,200台
② Z ₂ の合計	5,142台	3,400台
③ Z ₁ の合計	-	4,400台
①/②+③	32.73 %	15.38 %
①1997/①1993		71.30 %

即ち、1997年になっても、この構造は1993年に比べ台数で約30%しか減らず、更に暫くは生産が続くと予測される。限られた設計能力を Z₁ 系列の開発に重点を置いて使うのは当然として、せめてコイルに丸線を使う回転子だけでも、早期にクリップ形ライザー構造を廃止して、Q, C, D の損失を減らすことを追求すべきと考える。

c) 締付けの管理：定寸管理から定圧管理へ

(1) 定寸・定圧両方の管理

問題点の項で述べたように、整流子の品質改善のためには即ち、整流子片の平行度、垂直度、倒れの不良や、ハイパー不良を撲滅するために定寸管理から定圧管理への切替えが、絶対に必要である。同時に、現在のモールド金型に組み込むためには、定寸管理も行わなければならない。

(2) 径寸法のためのマイカ厚管理・調整

定寸管理と定圧管理を両立させる為には、整流子の外径管理、具体的には片間マイカ板の厚さ管理と厚さ調整が必要である。例えば、Z₂ - 1の場合、押しリングの分割リングに対する相対位置を 5mm 移動させるためには、整流子の外径寸法を 0.87mm

変える必要があり、これには、片間マイカ板の合計厚さを 2.75mm、即ち、56枚の片間マイカ板の1枚当たりでは約 0.05mm の厚さ調整が必要であることを意味する。小型のモールド整流子を大量生産している工場では、この厚さ調整を巧妙に実施することが、一つのノウハウになっている。

(3) 外径寸法のライナー調整

整流子外径が、指定寸法よりも小さく出来上がった場合は、整流子外径と分割リングとの間に薄いガラス積層板の様な耐熱性ライナーを挿入して、簡単に径寸法、即ち、押しリングと分割リングの相対位置を調整する事が出来る。この簡便な方法が適用できるのは、整流子外径がマイナスになった場合だけであるが、“工芸及質量標準”では、外径寸法許容値をすべて $+1/-0$ に規定しているので、規定に従えば、面倒なマイカ板の厚さ調整が正規の作業と言うことになる。

“工芸守則”には、この調整作業に関する記載は無い。

(4) 径寸法調整作業基準の作成

上記の根拠より、径調整、即ち、マイカ板厚さの調整に関連する具体的な方策を至急検討し、関係者に指示、徹底しなければならない。専門メーカーでは、この調整を正規作業にしている工場が多い。

d) モールド樹脂材料の選択

(1) 長寸ガラス繊維入り材料

現在使用されている材料は、“351-2 型フェノール・ガラス繊維圧縮料”であって、モールド整流子用に中国では普通に使われている銘柄とのことである。この材料に使われているガラス繊維長さは約 30 ~ 40cm と、かなり長い。整流子のモールド材料には、次の3つの特性が特に要求されるが、①と②の特性は、ガラス繊維長さを選択するに当たって、相矛盾する。

- ① 機械的強度（引っ張り強さ）
- ② モールド時の流動性
- ③ 作業性と重量の微細調整

(2) 短寸ガラス繊維入り材料

最近では、エンジニアリングプラスチックに属する機械的強度に優れたフェノール樹脂が得られるので、モールド時の流動性と充填性を更に高めた短いガラス繊維を使うのが、業界の大勢になっている。短繊維を使った材料は、秤量時に、極少量まで

正確に調整出来るので、材料過剰バリの発生防止と材料費の低減を可能にする。

e) ヒートプレスモールド作業と後硬化処理

(1) 作業条件の実態調査

必要な作業条件を確定し、併せて管理項目である温度と圧力と時間を、相応の計測器によって正確に把握して作業を進めることが肝要である。

(2) 作業条件の重点項目

このための前提条件として、下記項目の充実が必要である。

- ① 作業手順の再検討、決定、末端徹底
- ② 管理値の再検討、決定、末端徹底、実施
- ③ モールド樹脂使用量の精密な調整と樹脂塑性の再検討
- ④ 上記を正確に実施するための、温度、重量、圧力、時間測定器具の整備

f) モールド材料の保管

指定条件に準じた保管と、期間内の使用が重要である。ガラス繊維に付着しているフェノール樹脂には硬化剤が含まれているので、有効保存期間がある。”351-2型フェノール・ガラス繊維圧縮プラスチック”のカタログでは、室温25℃以下の風通しの良い冷暗所に保管することを求めており、有効保存期間を生産から3か月と記している。硬化の進行した材料では、十分な特性の製品は生まれない。

3) 品質の近代化

3-7-4 品質の項に記した整流子自体の品質不具合を、原因別に次表に纏めてみた。

現 象	原 因
整流子片の過大傾斜など	締付け加圧力不足
部分的なマイカ板の押し出され	締付け加圧力不足
運転試験時のハイパー発生	加圧力不足、モールド条件の不適切
整流子片間の短絡	バリ、異物混入、加圧力不足
モールド材過剰バリの付着	材料の秤量、調整不充分
整流子片等の枚数不足	作業不注意
スリット、クリップの不具合	作業不注意

以下の各項目の実施、活用で品質 具合問題を解決する事ができる。

a) 加圧締め の 定圧管理

具体的な対策は、加工工程の近代化の2)-c) に記した下記事項の実施である。

- ① 加圧力値の再確認と末端徹底
- ② 押しリングを直接加圧する定圧管理の実施
- ③ 定寸条件を満たすための径寸法調整（マイカ板厚調整か外径ライナー挿入）
- ④ 可能であれば、複数回締め（冷締めと温締め）の採用

問題点の項で詳述したように現在の作業方法は定寸管理であって、明らかに締め付け加圧力が不足する場合があって、整流子片相互間には十分な側面圧が生じない場合がある。

(1) 整流子片の過大傾斜など

締め付けが緩い状態でモールド処理が行われると、長尺のモールド材料はスパイラルに巻かれてモールド金型の中に押し込まれているので、ヒートプレスで材料が流動する際に旋回力が生じ、緩い整流子片を斜めに倒し、垂直度を崩してしまう。また、加圧されたモールド材料の一部が、緩くて隙間のある整流子片間に楔状に押し込まれてきて、両側の整流子片を開き離してしまう現象も生じている。問題点の項で記した傾き量が 1.4mm の例は前者の原因によるものであり、また傾き量が 3.4mm と 4.5mm の例は後者の原因によるものである。後者の場合、楔状に材料が押し込まれる方向は当然加圧方向と一致し、結果としての整流子片の開き離れは、加圧側の反ライザー側に生じていた。

(2) 部分的なマイカ板の押し出され

締め付けが緩い状態でプレスモールド処理が行われると、整流子片とマイカ板は内径側からの圧力も受ける。側面圧が不十分である上に、外径側に分割リングの隙間部が位置して受け座が失われたマイカ板は、座屈して外に押し出される。ガラス繊維を含む材料の故に内圧に差があるのか、マイカ板の押し出されは、加圧側の反ライザー側に斜めに生じていた。

b) 運転試験時のハイパー発生削減対策

(1) 十分な側面圧の確保

対策として、前述の定圧管理と冷締め・温締めの併用が有効である。モールドのための予熱後に、温締めを追加することを提案する。この際の定寸管理は、マイカの加熱圧縮率のデータを集めれば問題なく対処できる。整流子片間の側面圧は、運転

時の遠心力条件を考慮して、普通、250～350kg/cm²が採られ、この面圧が得られる締め加圧力を決定する。遠心力に対して整流子片を拘束しているのは、内径側の機械的構造部分の剛性と整流子片間の摩擦力である。締め付け不足、即ち側面圧が不足すると摩擦力が不足して、一部の整流子片が外径側にずれ出して来て、ハイパー現象を起こす。この時には、内径側拘束構造部に、充填不足などの部分欠陥を伴っていることが多い。この現象が、整流子全体の歪みの形で現れると、真円度の崩れとなり、整流不良を惹き起こす。

(2) 樹脂充填状況の確認と改善

モールド樹脂の充填度向上を目的に、モールド処理条件の確実な実施と、可能な限り、現用の長寸ガラス繊維入り材料を短寸ガラス繊維入り材料に切り替えることを提案する。整流子片U溝内へのモールド材料充填が不十分であると、ハイパーが発生する。

(a) 現在の充填状況

1個の見本整流子について、樹脂流入経路の3か所から採取した試料のガラス含有率測定結果は、下記の通りであった。

- ① 採取位置：入口・・・・・・ガラス含有率：64.92%
- ② 採取位置：中間・・・・・・ガラス含有率：60.20%
- ③ 採取位置：奥・・・・・・ガラス含有率：64.63%

即ち、長寸ガラス繊維入り材料であってもモールド時の流動性に大きな支障は生じていない。しかし、これは巨視的な結果であって、微視的にはガラス繊維層と整流子片銅材との境界面に0.5mm程度の樹脂層が構成されている部分が多い。この薄い樹脂層が充填不十分であれば、ハイパー発生に至る可能性が潜在する。この細部充填性の向上と、使用樹脂量秤量時の精密調整を狙いに材料切替えを提案している。

(b) モールド処理の不適切

1個の見本整流子のモールド部分を切開したところ、ガラス繊維群に沿った大きな層割れが生じた。正常にモールドされた場合には、ガラス繊維の破断面が現れるのが普通であって、層割れは樹脂硬化の不適切を意味する。推定される原因は、保存期間が過ぎて硬化の進行した材料の使用か、或いは、モールド処理時の温度、圧力、時間等の不適切である。このような不適切が、ハイパーを生み出す原因の

一つかもしれない。処理条件の実態と製品の出来栄を、定量的に調査する必要がある。

(c) 不良品の調査

発生した不良品についての実態を調査をする必要がある。報告によれば、ハイパーの発生率は2～3%である。よって、たまたま抜き取った見本を調査しても、原因究明は困難である。

(3) ハイパーの事前検出方法

製造過程の最後である運転試験時にハイパーが発見されたのでは、損失が余りにも大きいので、早期に発見する検査方法を要望された。対策は、次の2つである。

① 製造基準を厳守して、良い製品を作る。

基本は、初めから良い製品を作ることが重要であって、後から不良品を取り除くことではない。

上述の各提案事項にも留意して、検討、実施することが望まれる。

② 整流子単体完成直後に、過速度試験を実施する。

モールド整流子の専門メーカーでは、抜取りで実施しているところが多く、中型以上のVリング型整流子では、枯らし運転（シーズニング）を行うのが普通である。

因みに、当工場の”工芸及質量標準(OSF-E-07)”には、モールド整流子の大部分は周速が15m/sであるから、サンプルテストで良いと記されているが、反面、”工芸守則”では120～130℃で、定格速度の1.5倍の過速度試験を実施し、実施前後の外径振れが0.03mm以下であることと規定している。

c) 整流子片間の短絡防止対策

品質の問題点の項で紹介したように、単体製作直後の不良、約1.4%の大半が整流子片間の短絡で占められている。短絡の要因として、次のものが挙げられる。

- ① 整流子片のバリ
- ② 金属異物の混入
- ③ 加圧力不足
- ④ モールド時の局部圧潰・・・整流子片長さ、モールド金型の寸法不適と偏芯

代表的な解決策を下記する。

(1) バリの除去

バリには打ち抜きバリ、打ち傷バリなどがある。前者は研磨設備の導入で解決できるし、後者は運搬用具等の整備や、仮組前の部品点検で取り除くことが出来る。

(2) 整流子片間マイカ板の確実な挿入

マイカ板の入れ忘れは論外とし、部分欠損を生じ易い端部の点検が肝要である。特に、内径側の突出部は最も注意を要する部位である。組合わせ作業前の単体時と組合わせ作業時の2回に、確実な点検が肝要である。下記の(4)を参照のこと。

(3) 金属異物混入の防止

関連する全ての作業環境を清潔に保つよう、清掃を徹底する事が必要である。スリットの切り粉除去、部品運搬用具の清掃、保管時の防塵、組立作業用の台や工具のまくれ除去など、気になる事が少なくない。

(4) 確実な締付け

前述のように、締付け不十分のためにモールド時に整流子片やマイカ板がずれて、接触短絡を起こす可能性がある。

今回調査したZ₂-1の短絡整流子は、品質の問題点で紹介した整流子片の傾き量が1.4mmのもので、分解の結果、短絡が接続側の内径寄り突出部先端で生じていたことが判明した。この部分のマイカ板が欠損していて、此处に隣の整流子片が倒れ込んできて短絡を生じていた。整流子片倒れ込みの原因は、締付け不十分と推定される。

(5) 正確な組み込みとモールド金型の修正 (図5-2-9参照)

上記のZ₂-1短絡整流子は、組み込みに際して、モールド金型の中心と整流子中心とがずれていたために、円弧状に、整流子片の端部・内径寄りに圧痕があった。

(1)～(3)が内部短絡であるのに対して、これは表面短絡で修正が容易であるが、芯ずれが背面のスリット側で生じやすいので、見逃される懸念があり、コイルを入れた後は、発見も、修正も困難である。また、整流子片かモールド金型の寸法誤差のためと推定される約0.5mm深さの圧潰痕跡が、整流子片の両側端面に生じている製品も散見された。これも短絡発生の可能性があるので原因の再点検と、金型の修正が必要である。

d) 樹脂バリの発生量削減

対策は、相互に関連する次の3つの事項である。

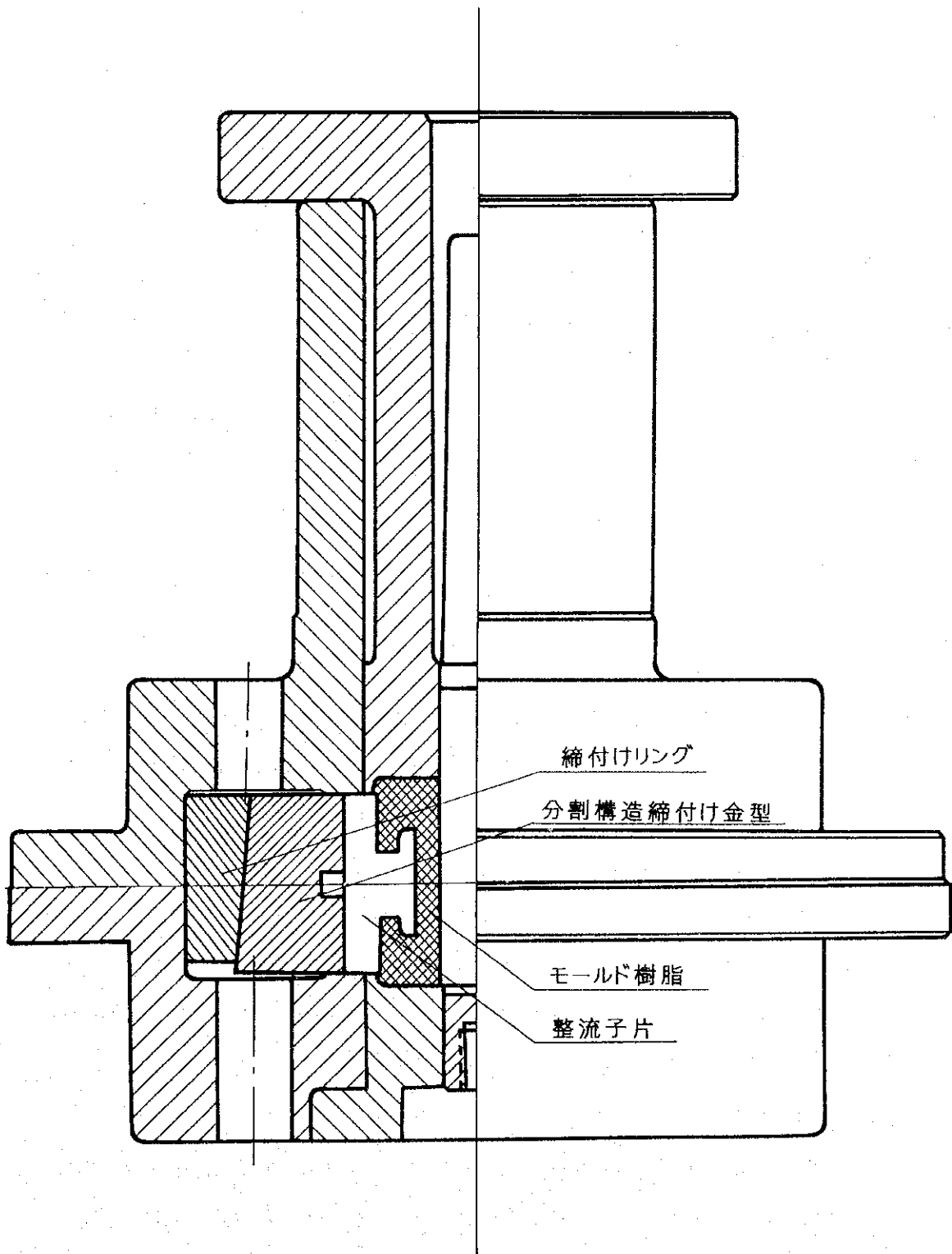


図 5 - 2 - 9 整流子モールド金型

- ① 適切な必要樹脂量の指定・・・実績データの集積が基本
- ② 正確な秤量・・・適正な秤の設置
- ③ 樹脂の、微小量までの調整・・・短繊維入りのフェノール・ガラス繊維モールド樹脂の使用

樹脂の使用

4) 内外製の問題

現在、新型のZ₁系列用整流子は専門メーカーから購入し、旧型のZ₂系列用整流子は内製を基本にしている。また、工場側は将来Z₂系列用整流子のうち小型のZ₂-3以下は順次外部購入に切り替え、クリップ形ライザーを持つZ₂-4以上の物だけを内製する計画を持っている。外製品購入の方針を選んだ根拠には、技術的面と価格的面とがあるが、多分、以上に述べて来たいくつの技術面の不確実性と、これが惹き起こす損失費用の負担が判断の決め手になったものと推定される。

ただ、当工場で使用する整流子に関しては、今後、下記の事項も充分考慮して、諸々の方針検討をされることを希望する。

a) 管理レベルの向上

発生している不良・不具合の殆どは、技術面の管理不十分から生じている。管理不十分は、技術面だけでなく、工場すべての管理面の問題と共通する基本的な背景を持つもので、整流子分野の問題を避けて通って済む事ではない。

b) モールド整流子適用範囲の拡大

Z₁系列でのモールド整流子の適用は軸高さで160mmまでであるが、将来は、必ず適用拡大して、軸中心高さ280mm位までは切り替わるであろう。現在、Vリング形で対応しているこの範囲のモールド整流子を、自前の技術力と資金で開発するか、或いは購入するかを決めなければならない。

c) クリップ形ライザーへの対応

この問題は、加工工程の近代化の項に廃止の方向で提案してある。問題を後送りしないで、出来るだけ早期に妥当な対応策を決定することが、Z₂系列機からZ₁系列機へ効果的に移行するために必要である。

1) 抜き金型

a) 切刃材料

現在 Cr12 が使われており（図面上は CrWMn も指定）、妥当な材料選択である。日本の電機メーカーでは、SKD-11 や SKD-1 が使われることが多い。これら合金工具鋼鋼材の化学成分(%) を次に示す。

記号	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	P	S
Cr12	2.00	≦	≦	11.50	-	-	-	≦	≦
	2.30	0.40	0.40	13.00				0.030	0.030
CrWMn	0.90	≦	0.80	0.90	1.20	-	-	≦	≦
	1.05	0.40	1.10	1.20	1.60			0.030	0.030
SKD-11	1.40	≦	≦	11.00	-	0.80	0.20	≦	≦
(JIS)	1.60	0.40	0.60	13.00		1.20	0.50	0.030	0.030
SKD-1	1.80	≦	≦	12.00	-	-	-	≦	≦
(JIS)	2.40	0.40	0.60	15.00				0.030	0.030

b) 隙間寸法（クリアランス）の適正化

(1) 隙間寸法の過大

限られた数の測定であったが、隙間寸法は図面指定値や一般公表値の2倍以上と、明らかに過大であった。その原因が、ワイヤーカット機の加工精度にあると説明されたが、数値的な検査記録を得られなかったので、精度不良の具体的な原因が装置のどの部分にあるのか、或いは加工条件や手順に不備は無いのかは判明しなかった。近日中に、新しい装置が導入されるので、それを使って、真の原因究明と問題解決に対処するよう期待されている。

問題解決に際しては、ワイヤーカット作業を行う片綜分廠・模具組との協調が必要であるし、また加工精度は装置の精度だけでなく、加工方法にも影響されることを充分念頭に置く必要がある。

温度変化に伴う歪み影響を極力減らすために、複数回の切断で結果的に高い加工精度を得る方法が良く採用されている。

(2) 隙間寸法の指定値

0.5 mm厚硅素鋼板用抜き金型図面で当工場が指定している隙間寸法値は、下記のように必ずしも統一されていない。

- ① Z₁-100/2 固定子 (ワスタンプ) ・0.06~0.08mm (双) ・製図73-8-8
- ② Z₂-7-9 回転子溝ノッチング・・・0.04~0.07mm (双) ・製図93-4
- ③ Z₂-51/52 回転子溝ノッチング・・・0.035 mm・・・・・・製図73-1-15
- ④ Z₂-62 回転子溝ノッチング・・・0.035 mm・・・・・・製図73-1-15

隙間寸法の加工精度向上と併せて、合理的に図面指定値の統一を図ることが必要である。磁極鉄心には、普通1 mm厚の冷間圧延鋼板が使われる。日本では冷間圧延鋼板第1種(SPC-1)が多く使われ、打ち抜き金型の隙間は普通、板厚に対して6~9% (精機学会資料)と言われ、7%程度に採ることが多い。

整流子片 (梯銅排) の打ち抜き金型の隙間寸法は、当工場図面で下記の値が指定されている。

- ① Z₂-41 材寸法:1.4×3.26×24・・・隙間 0.2mm・・・・・・製図80-6-6
- ② Z₂-51 材寸法:1.76×3.58×27・・・隙間 0.05 mm・・・・・・製図74-11-22

シャア角は、何故か、それぞれ① 4.26°、② 7.0°と異なる値をとっている。

説明によれば、この隙間指定値は誤りであったので、訂正伝票で下記の値に訂正指示したとのことであった。

- ① Z₂-41 材寸法:1.4×3.26×24・・・隙間 0.2mm ⇔ 0.08 ~0.10mm
- ② Z₂-51 材寸法:1.76×3.58×27・・・隙間 0.05mm ⇔ 0.10 ~0.12mm

薄い方の板厚に対する訂正隙間%は両者とも6%強で、銅材に関して普通言われている6~10%にシャア角付き雄切刃構造を考慮すれば、ほぼ妥当な隙間と考えられる。面指示寸法の変更は、現場に対する処置だけでなく、原図と設計基準の変更も徹底しなければならない。

ただ、打ち抜かれた整流子片 (梯銅排) や片間マイカ板でもバリが大きいので、金型の実態隙間寸法を確認して、適切な値に修正する必要があるだろう。

c) 切刃の硬度

実測した切刃の硬度は、HRC 66~68と指定値に対して約15%高かった。

- ① 熱処理の温度経過と硬度測定の結果が無いので、現用の金型硬度を、抜取的に実測確認してみる必要がある。
- ② 新たに熱処理する切刃について、熱処理の温度時間経過と硬度を実測し、作業と処理条件の妥当性を検討、再確認する必要がある。
- ③ 自動温度記録計を設置して正確な熱処理を行うことが肝要で、温度制御に不具合があれば、熱処理炉の補修か更新が必要である。
- ④ 最後の硬度測定値の結果は、熱処理された切刃の現品に添付されて組み立て職場に送られてくるよう、事務処理規定を変更する必要がある。
- ⑤ 硬度の測定結果は、組立前に、職場の責任者が確認しなければならない。

d) 抜き金型の構造

ブランク抜き作業時の、金型に関する問題点として、次の2点を指摘した。

- * 多数の端材（スクラップ）が金型上に残って、高速化が困難
- * 板が型から抜けて来ない

いずれもが金型構造に関する問題であって、下記の対策検討が必要である。

- ① 端材（スクラップ）の抜き落としを多くする金型構造の検討
- ② 必要により、順送抜きの採用
- ③ スプリング式可動ストリッパの採用

また、溝ノッチング用金型では、次の対策が必要である。

- ① 打ち抜き高速化のための、スプリング式可動ストリッパの検討
- ② 中型機平行スキュー溝用金型構造の研究

さらに、金型取り替えの段取り時間短縮でも金型構造の工夫で解決できる事が少なくな
いので、構造の標準化方針を事前に検討しておくことが望ましい。

e) 治工具の品質管理

前節で述べたように、品質上の保全、補修が不完全な治工具類が、現在沢山使用されている。

f) 5Sの徹底

全工場の問題であるけれども、製品品質の核心を握る金型職場は、特に先鋭的に5S
に挑戦し、徹底しなければならない。

5-2-9 組立工程

1) 設備の近代化

問題点の項に、設置、整備の遅れているものを列記してある。どれも、それ程高価な設備ではないし、自製出来るものも多い。組立職場で、自主的に自製・設置する程の積極性が期待される。

2) 品質と作業の近代化

a) QC意識と5Sの徹底

当工場製品の組立では、技術的、技能的にそれ程難しいものは無い。解決すべきは、品質に関する意識と、高品質製品を実現するための基盤である5Sの徹底である。いかなる近代的設備を導入しても、QC意識と5Sの徹底が欠けていれば、宝の持ち腐れになるだけである。

b) 電磁気部品の床置き厳禁

回転子、磁極、刷子部品がこの対象部品である。置き場所が無ければ、中間倉庫へ仮置きするか、或いは搬入を待ってもらう方策を取る必要がある。

c) 組立前の部品点検

部品の使用前に、まくれ、打ち傷、錆、汚れの点検を行い、不十分な物は修正する。不十分な部品を使用した責任は、組立した作業者にありと認識する事が肝要である。

d) 軸受けの防塵管理

- ① 転がり軸受けは、使用する直前まで開封しない。
- ② グリースは、使う量だけを小出しにし、使用时以外は缶の蓋を必ず密閉する。
- ③ 使用する篋（へら）は、缶に納まる寸法に止める。
- ④ 軸に嵌め込んだ軸受けには、直ちに、必ず防塵覆いを被せる。
- ⑤ 焼嵌め用の油加熱槽は、定期的に点検・清掃する。

e) 組立作業の自主検査

点検表を作成して、自主検査を実施する。

類似構造の標準製品が大部分であるから、点検表の作成は容易であるし、判定値の記入や、評価・判定結果の確認もそれほどの時間を必要としない。

f) 動力工具の使いこなし

道具の使用には、必ずある程度の熟練を必要とする。導入する動力工具を、出来るだけ早期に使いこなすように努めることが必要である。

g) 多能で、柔軟な作業配分

組立作業は、部品の揃い具合との関係でロット作業になることが多い。つまり、仕事に繁閑が生じやすい。これを調整して行くための多能で、柔軟な作業配分が、管理者に要求される大事な仕事である。運転試験待ちの完成品が多すぎるのを、組立職場の才覚で若干でも解決出来る余地があると考ええる。

5-2-10 検査・試験工程

1) 設備の近代化

a) 運転試験自動化設備

参考事例の概要は、第6章、生産設備の近代化の項で報告する。

b) ならし運転設備の増設

問題点の項で説明したように、1997年の生産計画台数を達成するために必要な、1日当たり約66時間の運転試験時間を消化する対策として、次の案を提示する。

(1) 試験手順構成の再検討

試験手順の再検討の最大の狙いは、隘路となる運転・計測盤の使用効率を高めることである。約66時間の運転試験時間の内、本当に運転・計測盤に頼らざるをえない試験内容に計測盤の使用を限定し、残余のならし運転等は別の段取りで補う方法を検討する。

(2) ならし運転用の設備

ならし運転用設備は据え付け定盤と簡単な運転盤で構成される。この運転盤は高精度の計器や制御機器を必要としない代わりに、ならし運転後の運転・計測盤への切り替え機能が必要である。

(3) 電気検査設備

絶縁抵抗、直流抵抗、耐圧試験、レヤーテスト等、停止状態で行える電気検査用の設備を1か所に取り纏め、製品の搬入時、又は運転試験完了後に、簡単に検査できるように設備する事を検討する必要がある。この際、例えば絶縁抵抗計は自動測定可能な電子式を選択するなど、検査と記録の簡便さに配慮する事が大切である。

c) 電源容量の確保

上記の運転試験手順と設備の近代化を前提にした場合に十分な、電源容量の確認、確保が肝要である。これは工場の設備増設だけで片づく問題ではないので、状況によっては、稼働時間の延長で対処せざるをえないことも想定して置くべきであると考え。

d) 設備増設と時間延長の選択

計画生産台数の消化に対し、設備増設と時間延長のどちらに重点を置いて選択するかは、置かれている状態の厳しさの程度によって決定される。つまり、絶対的な判断基準は無く、当工場の資金調達、採算、販売、労務等の優先度に関する経営判断で決まるものである。

2) 試験工程と品質の近代化

a) 製品台数の消化能力

設備の近代化の項で提案した内容を検討して実現すれば、1997年に計画している生産台数は消化できる。

b) 試験員の育成

試験計画を立案し、結果を判定する試験員、補助的に試験作業を実施する試験員、及び試験のための準備をする段取り作業員など、業務内容とそのレベルを考慮した人材育成が必要である。自動化が高度になればそれに相応した試験員が、また時間延長の必要が生ずればまた別な人材構成が必要になる。

c) 5Sの徹底

製品台数の消化能力を向上させるためにも、5Sは有効である。

d) 品質保証意識

試験の目的が製品の品質保証にあつて、そのための手段の一つとして試験が行われるのは衆知のことである。この品質保証重視の観点に立って、次の実行提案をする。

(1) 判定基準値と測定値との対比

判定基準は、常に明確にしておくことが必要であり、また、測定値と容易に比較可能でなければならない。従って、工場内部の試験成績表は、個々に、判定基準値と測定値とが容易に対比、判定出来る書式になっていることが望ましい。

当工場の電動機試験場で使われている記録用紙はそのような書式になっていない。

(2) 試験成績を信頼性の向上に活用

品質管理の代表的な手段の一つが、特性値を許容範囲内に収めることである。

試験成績を製品々質と信頼性の向上に役立たせるように努力することが望まれる。

5-2-11 塗装・梱包出荷工程

1) 作業区画の設定

生産台数の増加と顧客の短納期要求に対応するためには、現在のロット処理方式を流れを重視した連続生産方式に改めることが必要であり、そのためには作業場内での完成組立て、塗装および梱包の作業区画を明確に設定する必要がある。

作業区画の設定は、各作業に必要な設備とスペースを勘案して行う。

2) 運搬設備の導入

① 作業場への搬入と搬出は、現在と同様なフォークリフトか運搬台車によって行う。

② 作業区画相互間と区画内の運搬用にトロリーコンベアーかローラーコンベアーを導入する。

このコンベアーの設置位置は、作業性を考慮して現在の作業用架台よりも高くすることが望ましい。

過渡的な段階では簡単なリフト台車の利用が有効である。

③ 搬出入場所、塗装場および梱包場には、簡易な吊り上げ設備が必要である。

計画されている最大の製品、即ちZ₁-355の重量は3トン弱であるが、1トン容量の設備で生産計画台数の殆どが吊り上げ可能であり、また0.5トン容量の設備で生産計画台数の95%以上が吊り上げ可能であるので、小型の設備で充分である。

3) 塗装設備の導入

顧客要求が次第に厳しくなるであろう塗膜厚さの均一性、塗料消費量の低減および作業環境改善のために、下記の塗装設備を順次導入することを推奨する。

a) エアーレス・スプレー装置の採用

これは特殊ポンプで塗料に高圧を加えてノズルから噴射させ、塗料を微粒霧化する方式である。エアーの吹き付けが無いのでミストの飛散やね返りが少なく、塗着効率が優れていて、通常のエアースプレーの塗着効率が20～30%であるのに対し、エアーレス・スプレーの塗着効率は50～60%であり、塗料消費量の大幅な低減が期待できる。エアーレス方式は、同時に作業環境の改善にも効果的である。

b) ウォーターブース設備の導入

製品に塗着しないで飛散した塗料ミストを流下する水で集める装置で、作業環境の改善に非常に有効である。

c) 静電塗装設備の導入

前述のエアーレス・スプレー装置に静電方式を付加した装置で、量産工場で一般的に採用されている。

静電塗装法とは、被塗物を陽極、塗装装置を陰極としてその間に直流高電圧を印加して被塗物と塗装装置との間に電界を形成させ、塗料粒子を電界に従って被塗物に塗着させる方式である。

静電方式の付加によってエアーレス静電塗装の塗着効率は更に向上する。

投資効果から見た導入順序は a) ⇒ b) ⇒ c) である。

4) 加熱乾燥設備の導入

電動機の使用環境が厳しくなるのに伴って、高級塗料の使用や2層塗りの要求が強まる傾向がある。乾燥時間を短縮してこの問題に対処するために、加熱乾燥設備の導入を検討しておく必要がある。

5) 品質

a) 塗装の品質管理

電動機では、従来から塗装品質が余り重要視されていなかった。しかし、4) で述べた様に次第に厳しくなる傾向にあるので、使用環境に応じた塗装規格の見直しと実態との乖離是正が必要である。特に、下塗り条件、塗料の種類、塗膜厚さに関する具体的な規定が必要で、塗膜厚さについては測定方法の規定が重要である。尚、現在の塗膜厚さ

を測定調査して、厚さの値とそのバラツキ実態を把握して将来の準備を行うことが望ましい。

b) 梱包の品質管理

梱包箱の材質に規格との相違があるとすれば、それには必ず理由が存在するはずである。相違を黙認するのではなく、設計が納得し、しかも実情に合った実行可能な規格に改定すべきである。