

4. 組織及び人員

4-1 工場組織

- (1) 瀋陽電機の組織は図1-(5)のとおり、工場長の下に仕入、販売、輸送を担当する部門、財務、総務人事等を所管する部門、研究開発、品質管理、検査等を担当する技術部門、生産総括および現業の大きな4部門に分かれている。 - (組織図参照)

4-2 就業人員

- (1) 調査時の回答による人員は間接部門と、直接作業人員1,100名、計3,724名である(93年末)。
- (2) 各部門の階層別人員は表1-(6)のとおりである。

表1-(6)

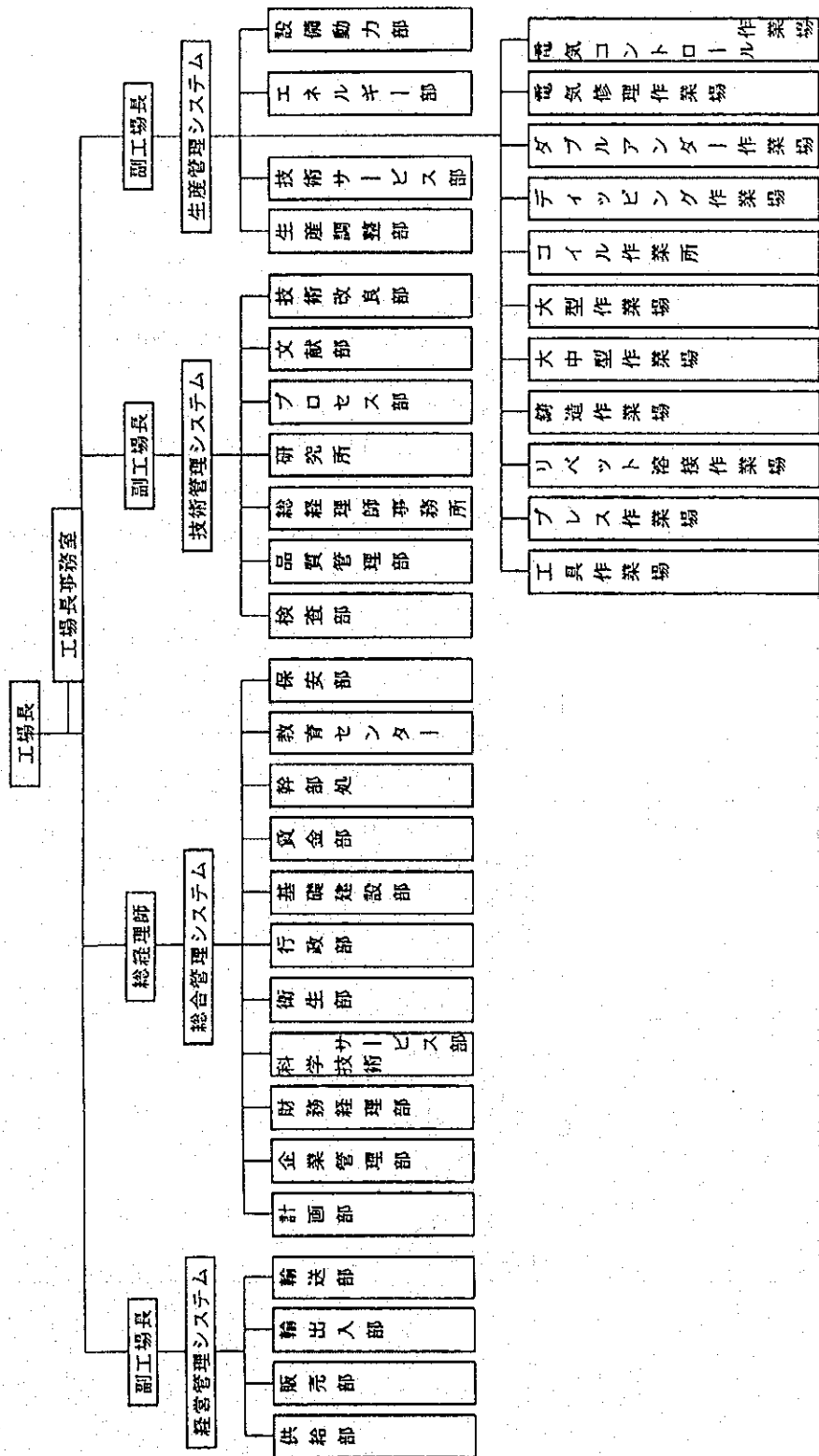
各部門作業員数統計表(1)

組 織 機 構		人員総数	中堅幹部数	一般幹部数	作業員数
経営管理システム	供給部門	76	3	26	47
	販売部門	53	4	25	24
	輸出入部門	10	2	6	2
	輸送部門	73	2	7	64
小 計		212	11	64	137
総合管理システム	工場事務所	38	17	5	16
	計画部	8	2	6	0
	企業管理部	17	3	14	0
	財務経理部	24	3	21	0
	科学技術サービス部	4	2	2	0
	衛生部	64	2	51	11
	行政部	174	2	10	162
	基本建設部	58	1	19	38
	賃金部	17	2	11	4
	幹部処	7	2	5	0
	教育センター	52	5	37	10
保安部	43	2	8	33	
小 計		506	43	189	274

(2)

組 織 機 構		人 員 総 数	中 堅 幹 部 数	一 般 幹 部 数	作 業 員 数
技 術 管 理 シ ス テ ム	検査部	173	4	40	129
	品質管理部	11	2	8	1
	不明	14	1	12	1
	研究所	85	4	75	6
	プロセス部	65	1	55	9
	文献部	41	1	21	19
	技術改良部	18	1	14	3
小 計		407	14	225	168
生 産 管 理 シ ス テ ム	生産調整部	29	3	13	13
	技術サービス部	23	3	11	9
	エネルギー部	20	2	14	4
	設備電動部	238	2	37	199
	工具室	107	2	12	93
	プレス作業場	214	2	16	196
	リベット接合作業場	117	3	12	102
	鋳造作業場	191	2	13	176
	大中型作業場	477	3	22	452
	大型作業場	280	3	20	257
	コイル作業場	222	2	12	208
	ダブルアンダー作業場	151	3	7	141
	ディッピング作業場	108	2	7	99
	電気修理作業場	195	5	25	165
電気コントロール作業場	27	1	8	18	
小 計		2398	38	229	2132
そ の 他		200			
総 計		3724	106	707	2711

図 1- (5)



4-3 各部署の職務分掌

(1) 組織分担毎の職務分掌範囲は表1-(7)のとおりである。

表1-(7)
各部署職務分掌

番号	部署名	職 責 範 囲
1	工場長事務室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調査研究、データ収集、状況把握補佐役 2. 工場生産、行政計画の作成、執行状況のチェック、定期的に報告をまとめる 3. 社内定例会議及び専門会議を準備する 4. 公文の受領/送付/配布及び管理保管 5. 接待、乗用車管理及び日常管理
2	企業管理部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 企業管理進級規格の作成、企業管理素質の全面改善を図る 2. 企業近代化管理方法の推進 3. 企業基礎管理の強化 4. 管理基準/業務基準及び各制度規定の作成及び改定 5. 企業発展及び工場長の指示に基づいて関係部署と共に組織変更の案の作成。同時に新機構の仕事範囲、職責と部署間の関係を文章化する 6. 企業管理統計報告の提出
3	計画部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 企業の中長期計画作成 2. 工場方針、目標の管理 3. 企業の生産経営総合計画の作成 4. 請負責任制の内容/指標値/査定細則の作成 5. 総合統計
4	販売部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 市場調査及び予測 2. 注文受付 3. 営業予算の作成及び実施 4. 契約書管理 5. 商品宣伝 6. 製品倉庫管理 7. 製品包装 8. 支払い状況の把握

番号	部署名	職 責 範 圍
5	総工師室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新製品管理及び開発業務管理 2. 新製品企画の作成 3. 総合管理 4. 技術対策管理 5. 科学情報管理 6. “創改建”“三新”促進管理 7. 科学情報及び成果管理 8. 科学技術管理 9. 技術改造計画の作成
6	品質管理部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全面品質管理体制と体系の樹立及び整備 2. T Q C 計画の作成及び徹底化 3. 製品品質進級企画の作成 4. 従業員の品質意識の向上及び強化 5. サークル活動及びキャンペーンの実施 6. 品質情報管理の強化 7. 品質評価 8. 全面品質管理業務の遂行
7	輸出入部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 海外向製品の生産計画の作成輸出増加/外貨の獲得目指す 2. 対外貿易業務の折衝 3. 海外市場と生産実態に基づき関係部署と共に輸出価格の設定 4. 契約書管理 5. TELEX/FAX の集中管理 6. 対外貿易の総合管理及び関係業務の遂行
8	科学技術 サービス部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 技術コンサルタント市場開拓 2. 契約履行の徹底チェック、実施運営 3. 技術コンサルタントの管理業務の遂行
9	経営管理シス テム	<ol style="list-style-type: none"> 1. 年度/四半期/月生産計画に基づき材料手配、供給業務の遂行 2. 資金管理、コストダウン管理 3. 倉庫管理 4. リサイクル物質管理 5. 材料手配、供給の統計報告書の作成
10	運送部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 各種車両集中管理及び定期的に輸送計画の作成 2. 生産業務の為の車両手配 3. 輸送安全管理、交通事故の予防処理 4. 車両点検、修理 5. 運営管理、輸送コストの削減

番号	部署名	職 責 範 囲
11	検査部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 国家/上級指導機関の品質に関する法規/規定/製作の厳守国家規格に基づき設計/製作/製品の品質に対し全面的に検査を行う 2. 原材料/部品加工/組立/梱包出荷に至るまで全工程での検査 3. 原材料/外注品/下請け品の受入 4. 主要製品/高品質製品の抜取検査に参加 5. 専用作業機器の検査及び検定検査基準に基づき定期的に抜取検査を行う 6. 新製品開発 7. 製品品質統計/報告/分析 8. 計測器の標準計量システムの樹立と整備 9. 計量管理/監督の強化 10. 分析試験の強化 11. 計測器の統一管理及び測定機器の購入
12	財務経理部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 製品価格管理 2. 資金管理 3. 税金/利息管理 4. 財務管理 5. 全面経済指標管理 6. “貯金所”の管理 7. 定期財務コスト予算の作成 8. 経費削減/コストダウン管理
13	研究所	<ol style="list-style-type: none"> 1. 製品技術発展計画の草案作成 2. 製品設計 3. 生産技術服務 4. コンピュータ応用/発展計画の作成 5. コンピュータシステムの導入 6. ソフト開発 7. ソフト管理 8. コンピュータシステムのメンテ
14	文献部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全の開発/製作基本建設/設備機器/経営/会計/人事/映像音声/党政文書等10種類の資料の集中保管 2. 技術文書/資料管理の強化 3. 技術文書/資料のコピー 4. 技術図書管理 5. 機密保持業務
15	生産調整部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生産作業計画の作成 2. 生産調度の強化 3. 生産調整の強化 4. 製造中の製品管理 5. 適時に生産作業の分析/統計

番号	部署名	職 責 範 囲
16	技術サービス部	<ol style="list-style-type: none"> 1. ユーザー来訪時の接待 2. アフターサービス 3. 品質情報フィードバック 4. 統計報告
17	エネルギー部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 安全対策計画の作成、安全教育及び安全検査 2. 労働保護、環境保護 3. エネルギー組織整備/計画作成 4. 死傷事故分析/報告 5. エネルギー計量/統計
18	労働人事部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 給与予算の作成 2. 労働力手配/調整 3. 労働規律管理/教育 4. 労働ノルマ管理 5. 給与基金の管理及び使用 6. 社員募集/退職/定年 7. 工員の技術認定 8. 給与分析/統計
19	幹部部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 幹部人選 2. 幹部教育 3. 専門技術の資格認定 4. “離/退休”幹部の管理
20	基本建設部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基本建設工事の管理 2. 建設の修繕/メンテ 3. 建設材料管理 4. 工事管理 5. 竣工管理 6. 住宅管理、住宅配分/調整及び日常業務管理
21	プロセス部	<ol style="list-style-type: none"> 1. プロセス発展企画の作成 2. プロセス試験研究及び開発 3. 新製品開発(旧製品改造)のプロセスの作成 4. 製造過程のプロセス管理 5. 新プロセス/新技術/新材料/新設備の応用及び発展
22	教育センター	<ol style="list-style-type: none"> 1. 従業員教育企画の作成 2. 従業員教育養成管理 3. 従業員教育基礎作り 4. 協同業務管理
23	保安部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 広報教育 2. 構内及び生産警備 3. 治安管理/総合保安管理 4. 防火意識の強化及び構内消防活動 5. 国家公安部門からの任務遂行

番号	部署名	職 責 範 囲
24	行政部	1. 消耗品／事務用品の供給及び管理 2. 工場内の印刷物の配布 3. 独身寮の管理 4. 食堂管理 5. 浴室／自転車駐車場／熱湯供給及び総務 6. 構内環境管理
25	衛生部	1. 愛国衛生教育 2. 各疾病の予防 3. 医療管理、医療水準及びサービスの質の改善 4. 医療／衛生監督の実施及び認定 5. 医療機材／薬品の管理、医療の不合理な支出の抑制及び医療衛生統計 6. 赤十字会の業務
26	動力部	1. 設備動力管理 2. 点検計画の作成及び実行 3. 設備動力管理の確実遂行 4. 設備部品／備品の管理 5. 設備潤滑養生 6. 設備図面／技術文書管理

(2) 委員会組織

職制とは別に下記の委員会組織で活動している。

名 称	機 械	内 容	開催頻度
科学技術予算委員会	エンジニアで組織	技術交流	不定期
工場管理委員会	処、室、技術者、従業員代表	経営、生産の検討	年2回
技術協会委員会	熟練作業員	技術課題の解決	随時
交通安全委員会	副工場長 各処	安全、交通の教育	月3回
安全生産管理委員会	〃 安全設備処	工場安全	月1回
品質管理委員会	工場長、副工場長QC処	品質向上	毎週6回
設備管理委員会	副工場長、設備処、生産処	設備管理	月1回
計画生産委員会	主管の副工場長組合	計画生産について	月2回

この他小集団活動についても実施している。 ……Ⅳ章 参照

5. 材料、部品

(1) 瀋陽電機で生産する製品に使用する材料部品など購入品と、外注加工品は合せて、延4,000品目に及ぶ、この外に金型、治工具、計測機などの調達仕入を含めると、延6,200品目に達する。

(2) この内主製品の電動機に用いる材料部品、外注は次のとおりである。

年度の推移をみると、10年間で約12倍強に増大している。

材料の仕入先は約120社あり月平均2,000種を調達している。

[主要材料費、部品代、下請／外注加工費]

単位：万元

材料名称	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
ケイ素鋼	277	352	672	928	1020	1315	1545	1514	1764	4728
銅線	150	172	230	294	417	759	899	1113	1463	2040
中板	87	104	133	164	239	311	353	399	520	1035
銅バー	62	73	93	117	221	378	383	438	535	940
小計	576	702	1128	1503	1897	2763	3180	3464	4282	8743
部品										
励磁機	60	76	101	128	155	182	231	279	274	256
冷却器	53	66	86	102	138	161	202	239	290	310
ベアリング	19	25	35	45	50	56	66	84	119	203
小計	132	167	222	275	343	399	499	602	683	769
外注										
軸受け	8	10	13	16	17	18	20	23	23	34
製缶物	11	13	17	20	22	24	27	30	31	45
パーツ	36	42	54	66	71	79	86	97	101	149
小計	55	65	84	102	110	121	133	150	155	228
合計	763	934	1434	1800	2350	3283	3812	4216	5120	9740

(3) なお、外注加工品は、30~40社の外注を利用し発注、入材管理は調達処ではなく生産処で担当している。

(4) 主要材料の主な購入先は次のとおりである。大部分が国内から調達しているが、一部の鉄心用珪素鋼板（コイル状のもの）はロシア、韓国製のものも使用している。

（注）中国製のコイル材は供給先が限定されており、コイル材を全製品に使用できない状況にある。

(5) 主な購入先

単位：元

購入先	国内／海外	主な材料と部品	価格	備考
鞍山鋼鉄公司 首都鋼鉄公司 舞陽鋼鉄公司	国内	中板	3,483	
鞍山鋼鉄公司 太原鋼鉄公司 首都鋼鉄公司 武漢鋼鉄公司	国内	ケイ素鋼	6,106	貿易商社に委託し ロシア、韓国より ケイ素鋼を2,000 トン輸入
瀋陽電纜工場	国内	電磁線	36,952	
哈爾濱電纜工場 大連電纜工場	国内	扁銅風	28,049	

(6) 調達状況

材料仕入	8,743万元	…	1993年実績
仕入部門	769万元	…	〃
外注加工品	228万元	…	〃
計	9,740万元		

を調達している。

6. 販売状況

- (1) 製品の販売先は、大型産業設備メーカー（コンプレッサー、その他）への供給が主力である。販売方法は引合による個別受注の外、見本市等も利用している。
- (2) 価格は、1990年迄は国家統制下にあったが、現在は市場価格にもとづいている。市況、材料価格等を勘案して6ヶ月毎に見直しを行っている。
- (3) 製品、種類別の販売実績は次のとおりである。
- (4) 売上実績

単位：万元

製品種類	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	
大型交流電動機	予想	1078	1676	1959	1870	2300	4380	3690	4200	5300	6500
	実績	1135	1765	1989	2517	3669	4843	3723	3886	5232	8323
中型交流電動機	予想	2200	2993	3303	3530	4200	3820	4000	5940	6700	11000
	実績	2316	3151	3757	5032	5153	5943	6052	6252	7839	15945
採油用電動機	予想	54	30	131	307	300	963	1300	1500	1000	0
	実績	50	31	138	323	491	1014	1585	1964	729	66
発電機	予想										
	実績						354	162	535	235	261
合計	予想	3332	4698	5394	5757	6800	9163	8990	11640	13009	17500
	実績	3508	4948	5881	7872	9313	12154	11522	12637	14035	24597

(注) 空白欄は数値の回答なし

(5) 販売状況

1993年度は

	計画	実績	達成率
大型交流電動機	6,500万元	8,323万元	128%
中型交流電動機	11,000万元	15,945万元	145%
採油電動機	—	66万元	—
修理	—	261万元	—
計	17,500万元	24,597万元	140%

の如く大幅に計画値を上回っている。

但しこの数値は製品価格の引上げと、生産数量の増加との双方の結果である。

(6) 同業他社について

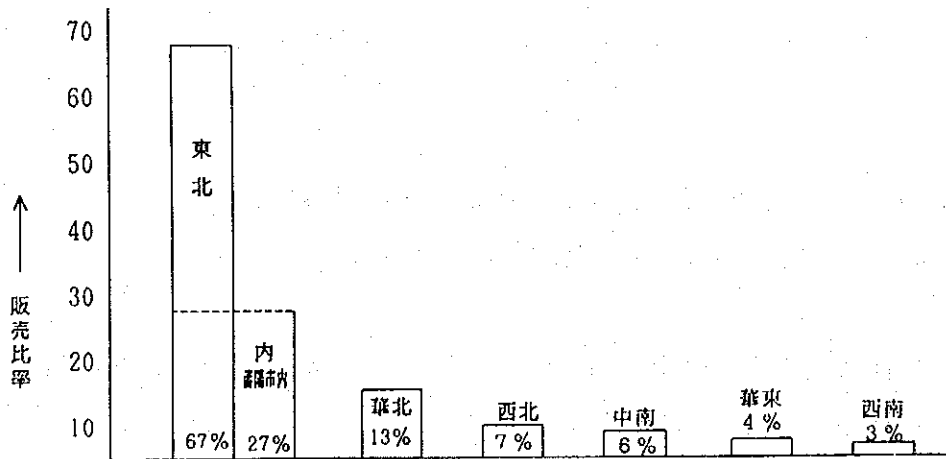
中国国内の同業他社についての概要は次のとおりである。

企業名	人員	生産量	市場占有率
上海電機廠	8,080人	164.5万KW	18.5%
瀋陽電機廠	3,727 "	149.3 "	16.8 "
湘澤 "	12,728 "	100.4 "	11.3 "
江西 "	1,938 "	48.5 "	5.4 "
蘭州 "	5,858 "	40.7 "	4.6 "

(注) 上記は1993年の大中型交流電動機(生産量)上位企業の数値
1993年の全国大中型交流電動機の総生産量は890万KW

(7) 地区別販売状況

地区別の販売状況は次の如く、周辺地区が過半数を占めており瀋陽市で全体の1/4超である。



(8) 受注形態別の状況

受注パターンで区分すると

直接受注	87%
注展会より	13%

の比率となっている。

7. 生産計画、および生産実績

7-1 生産計画立案の方式

- (1) 生産計画は生産処（呂盛斌副処長）の担当で、生産月の3ヶ月前の上旬に3ヶ月分の計画を作成する……（年4半期計画を作成）。
- (2) 4半期計画を基に生産月の前月末に翌月の月次計画を作成する。
(1)(2)共に計画の内容数値は完成品の種別、台数で示す。
- (3) 月次計画を各工場（プレス、機械加工、巻線……）に配布し仕掛、在庫を調整の上、部品、工程の展開を行ない生産計画を作成する。

（注）生産計画、展開方式の細部については、第IV章-4.工程管理の項、参照

7-2 生産実績

単位：台/万KW

製品種類	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	
大型交流電動機	予想	/15	/20	/27	/27	/38	/50	/30	/36	/39	/42
	実績	185 /21	236 /24	304 /27	292 /31	363 /39	423 /18	247 /31	287 /37	388 /45	462 /45
中型交流電動機	予想	/55	/60	/72	/86	/80	/65	/70	/66	/83	/98
	実績	2023 /52	2460 /61	3043 /76	3649 /95	3539 /88	2829 /74	2750 /75	2494 /67	3160 /87	2525 /103
採油用電動機	予想	/0.05	/0.03	/0.2	/0.33	/0.36	/1	/1.5	/2	/0.9	/2.13
	実績	8 /0.05	5 /0.03	25 /0.19	57 /0.35	59 /0.36	151 /0.86	151 /1.33	109 /1.14	43 /0.41	7 /0.03
発電機	予想				/2.4	/3.8	/3.5	/2.0	/7.8	/7.8	
	実績				6 /2.4	4 /1.5	6 /2.2	2 /1.5	3 /3.3	3 /2.14	
合計	予想	/70	/80	/99	/113	/120	/120	/105	/105	/130	/165
	実績	2216 /73	2701 /86	3372 /102	3978 /126	3967 /129	3407 /124	3154 /109	2892 /107	3594 /135	3997 /149

(注) 空白欄は数値の回答なし

7-3 生産状況 (1993年)

(1)

	生産能力	'93生産量	
①大型交流電動機 計	57万KW	44.6	中心高さ630以上
②中型交流電動機	97万KW	102.6	
③採油用電動機	1.2万KW	0.03	
④発電機	—	2.1	

以上合計で3,998台 149.3万KW の生産実績

(2) 本年度目標及状況

180万W、2億3,000万円の目標に対して、1月、2月とも目標を達成している。

8. 近代化の目標

8-1 瀋陽電機側の近代化計画目標及び内容

(事前調査質問書の回答より要約整理)

8-1-1 生産管理面の近代化

(1) 増産された品種と数量

- ・ 大型電動機
92年度完成 390台/47.9万KW
93年度完成 465台/46.7万KW・75台増産
- ・ 中型電動機
92年度完成 3,160台/86.5万KW
93年度完成 3,015台/93.3万KW・6.8万KWの増産
- ・ 採油用電動機
92年度完成 43台/4,085KW
93年度完成 7台/320KW
- ・ 発電機
92年度完成 2台/3万KW
93年度完成 3台/2.14万KW・1台増産

(2) 生産プロセス関連の近代化

工装設計はコスト、工程、優良設計、TQC、定置管理、計画管理、プロセス基準、材料の規定量化、コンピュータ管理、材料払い出し順序制。

(3) 生産管理関連の近代化

- 1) 生産作業計画(案)を編成する作業において、3か月を1期として計画を回転させる。

実施する1月分の計画を制定するとき、同時に2月分、3月分の予備計画も制定してしまふ。すなわち、計画を繰延べすることによって1～3月分の計画が出来あがることになる。2月分の実施計画を制定するとき、企業の供給、生産、販売、人材、財産、物資及び組合せが均衡を保っているという状況のもとで、元の2～3月の予備計画の基礎の上に修正、調整及び補充を加え、2月分予定を実施計画とすると共に、さらに先へと引き延ばして、4月分の予備計画を添加することによって2～4月の繰越計画が出来上がる、という方式である。3月分の実施計画を制定するときには5月分まで繰延べし、3～5月分の計画を形成する。以下順次繰り返せば良い。この種の計画のやり方は、市場経済の変化に適應し、企業内部に早い時期において、生産前の各種の準備事業を行うことが出来るし、それによって計画期間内に生産に対する組織作業の段取り、協調性、連続性及び各段階の生産指標の完成を保證することが出来る。

(注) 日本における自動車メーカーの6ヶ月内示、翌月分確定の方式に近いと言える。

2) 生産作業のコントロール及び人員配置統制作業のうち、パネル管理及び人員配置調整専用電話を設ける。

(注) 本格調査実施時既に施設してある。

人員を職場に配置する計画(人員計画)、部や室、作業現場及び機械作業班、検査作業、準備作業(原材料、粗材の準備、製図及びプロセス文書の準備、プロセス装備の準備、設備及び輸送手段の準備)及び生産作業計画の実施状況、生産動態を深く掌握し、実際の生産進捗と計画間の差を確認し、解決のための措置を行う。また、毎日の主要な作業工程の完成量を上部に報告し、生産進捗と周縁作業の状況が一目瞭然であることとする。

生産調整作業の内、配置統制用電話を利用して全工場の各作業現場及び機能部室が一つのネットワークを形成し、配置調整電話会議を行い、迅速に配置命令を発し、生産状況を報告、通知し、各種の調整との連絡を行う。

(注) 進捗情報の一元管理を狙ったものと云える。

3) コンピュータによる生産管理(EDPS)

- ・ 生産作業計画の制定(毎月の計画と立案)
- ・ 契約実施状況の総合分析
- ・ 製品収納庫の管理

以上の作業は1年余の編成調整テストを経て、間もなく完成する。

(注) 本格調査実施時、専任プログラマー2名でソフト作成中であった。

8-1-2 財務管理関連の近代化

- | |
|-------------|
| 1) コストの目標管理 |
| 2) 利益分析 |
| 3) コンピュータ管理 |

目標達成の日程

1994年度生産量180万KW、生産値23000万元(90年度と変化無し)、販売収入は31600万元。

2000年度生産量200万KW、生産値25300万元(90年度と変化無し)、販売収入は38400万元。

8-1-3 投資計画及び設備投資金額(投資額の単位: 人民元万元)

1. 外注品調達

(現状) 6200の品種、年間9740万元。

(J-Y) 調達量は増加するが、外注品は減少する。

(近代化2000年200万KW)

調達量の増加により、倉庫1カ月3000平方Mの増設が必要

(投資額) 300 (注) 1994年末着手済

2. 治工具金型

(現状) 150セット/月及び修理

(J-Y) 量的な変化は大きくない。構造的な変化はかなり大きい(金型)

(近代化と投資額)	(1) ワイヤカット	1台	320
	(2) ムーア型研削盤	1台	900
	(3) 外円研削盤	1台/1M	300
	(4) 光学投影機		500

3. プレス

(現 状) 250 t プレス 3 台
160 t プレス 2 台
400 t プレス 1 台
高速プレス 7 台

(J-Y) 製品構造の調整により、プレス工程全体を変革する。既存の設備ではすでに工程の要求を満たすことができなくなっている。

(近代化と投資額)	(1) 16 t 高速プレス 2 台	400
	(2) 300 t プレス 1 台	800
	(3) スポット溶接機 2 台	100
	(4) 圧力鋳造機 1 セット	
	(5) 光学投影装置 1 台	

4. 鋳造

(現 状) 金型と造型砂プロセスを採用。400-500 t / 月。不合格率 5 %

(J-Y) 鋳造品の構造は複雑で、J シリーズよりも高い精度を要求される。

(近代化と投資額)

鋳造職場を改造し、金型、造型砂プロセスを樹脂砂による造型プロセスに変える。

樹脂砂生産設備を増加。

1900

5. 溶接

(現 状) 切断精度、ヨーセツ、ビード不整などがある

(J-Y) 溶接精度の向上が必要

(近代化と投資額)

プラズマ切断機	1 式	200
ショットブラスト	1 式	200
焼鈍炉		300

6. 機械加工

(現 状) 基本的に汎用設備を加工に用いている。

(J-Y) 製品構造を調整した後、一部の部品の加工に既存設備を用いると、製品の技術的条件及び品質に合致するとは限らない。

(近代化と投資額)

増加 (1)	フレームの足用 NC 専用ドリルフライス盤	300
(2)	フレーム用 NC 中ぐり盤 3 台	900
(3)	フレーム両端面穴 NC ドリル 3 台	180
(4)	シャフト・キー溝専用 NC フライス 2 台	140
(5)	シャフト専用切削設備 2 台	240

7. コイル

(現 状) 既存では自家製設備 3 台

(J-Y) 製品性能を出すための能力がない。

(近代化と投資額)

引っ張り成型機 1 台	240
-------------	-----

8. 組み立て

(現 状) 基本的には手作業方式をとっている。

(J-Y) 積層鉄心の加圧組み立て設備の能力が不足しており、組み立てには適当な専用工具が必要。

(近代化と投資額)

増加 (1)	巻き線回転子の接続部を溶接する中周波溶接機 1 台	400
(2)	ダイナミックバランサー 1 台	400

9. 塗装

(現 状)	その他の作業と混在している。	
(J-Y)	その他の作業と分離しなければならない。	
(近代化と投資額)	(1) 塗装職場の新設△	100
	(2) 塗装ラインの新設	200

10. 梱包

(現 状)	その他の作業と混在している (現場での梱包)	
(J-Y)	独立した作業場を作らなければならない。	
(近代化と投資額)	増設が必要なもの	
	(1) 梱包職場 (作業場)	
	(2) 梱包用材料庫	50

11. 試験

(現 状)	試験場が狭く、設備も老朽化している。	
(J-Y)	Yシリーズ・モーターの試験に用いるには、すでに能力的に足りない設備が一部ある。	
(近代化と投資額)	(1) 容量の多い設備に更新する。	1000
	(2) 現場の振動測定機1台を購入	

合 計 11,170

△ 企業が自ら資金調達予定

表作成者： 工程処副所長 楊海力

計画処副所長 楽宝龍

94年7月26日

8-2 現地調査にもとづく近代化の目標要約

内容については、実施細則通りであるが中国、工場側の要請及び調査結果は次の通りである。
(詳細については改めて第II章で述べる)

(1) 製品の移行体制の円滑化

現在のJシリーズからYシリーズへの移行は既に国の指示で1978年に決まりタイムリミット(1990にJを中止)を過ぎているが実行されていない。理由は旧型のJシリーズへのユーザーのニーズがあること、技術力の不足によるものである。この点年内に全面切替えをすべきところ実際には93年でも大量のJシリーズが残ると言うのが工場側の認識であった。

但し本件の調査により、Yへの移行体制を繰り上げたいこと、その為、品質、技術の向上を計りたい。

次いで国際レベルの電動機生産に向けて先ずYシリーズの改良型を消化した上で先端技術を加えたより高度の製品を目指す。

(2) 設備関係

既存設備は旧型になりつつあり、専用機、精密機器の導入を計りたいのでこの点についての調査を期待する。

(3) 生産管理面/財務管理、原価管理

生産管理(広義)のレベルを上げ、経営管理面での中国のモデル企業を目指したい。

第Ⅱ章

近代化の目標

第II章 近代化の目標

1. 基本目標の概要

1.1 J系列機からY系列機への移行

1998年にY系列機へ完全移行する。

(J系列機の製造を停止する)

1.2 生産量の拡大

瀋陽電機廠全体：2000年に200万KW

うち、Y系列機：1998年に150万KW以上

1.3 Y系列製品の品質、特性レベルの向上

2000年までに、先進国メーカーと同等レベルに到達する。

1.4 工場全体の管理レベルの向上

2000年までに、先進国メーカーと同等レベルに到達する。

2. 目標達成のための背景と現状認識

2-1 企業運営に関する基本的認識

- (1) 企業の運営は経営者、責任者の責任感が鍵である。
- (2) 企業運営の良否が製品に現れる。
- (3) 良い製品を保証するには、相応の工具、設備が必要である。
- (4) 企業内部の色々な考え方の調整、管理が必要である。

2-2 J系列からY系列への移行

- (1) Y系列への移行は工場の至上課題である。

Y系列相当の電動機が先進国のレベルであり、Yへの切替えが国の方針でもある。
早期のY系列への切替えと量産の成功如何が工場の存亡や発展を左右する。

(2) Y系列は、2等級小型化する。

同容量のJ系列機に比べY系列機は中心高さで約2等級低減し電動機が小型化する。

(3) 移行済みのY系列品にも色々な問題を残す。

下記のような問題の解決なくして、JからYへの完全切替えは不可能である。

a) 品質、生産性の両方が立ち後れている。

b) 材料調達と機械加工精度の問題が、上記の立ち後れの一因をなしている。

たとえば、Y系列相当品質の珪素鋼板(DW465-50)は、国産品では30%程度しか調達できないし、2000年でも50%程度と推定される。

また、実用に耐える磁性楔は、未だ開発できていない。

固定子枠の鋼板熔接構造から、鋳鉄構造への移行も今後の課題である。

2-3 生産量の拡大

(1) 生産計画用の基礎資料(事前調査回答書より)

a) 年間生産能力：150万 kW

設備能力：155.2万 kW

人的能力：153.8万 kW

b) 基準日程

大型交流電動機：80～90日

中型交流電動機：30～40日

発電機：150～160日

採油用電動機：30～40日

但し、この日程は、製造へ手配してから電動機完成までの日数のようで、受註から発送までの全日程ではないと思われる。現実には負荷量や優先順位によって大幅の日程変化がある。

(2) 生産計画と目標値

・事前調査回答より (単位: 万KW)

	93実績	94計画	96計画	98目標	2000目標
工場全体	135	166	187	—	200
うちY系列	48.4	64.1	72.4	150~	

・94.8.12、付追加資料 (Y315~Y560)

	94	95	96	97	98	99	2000
合計台数	992	2670	4005	5040	5550	6255	6760
合計出力 (万KW)	30.2	80.8	120.2	150.0	165.2	185.2	200.3

(3) 生産能力拡大方策

- a) 技術の改造
- b) 設備の増強

国の資金状態から、できるだけ国産品でやりたい。しかし、精度、生産性で進んだ輸入設備の導入も必要と考えている。

- c) 生産プロセスの改編

(4) 関連する参考資料

- a) 生産実績と将来予測 (出力) ……図表 2-(1)
- b) 主要製品生産計画……………図表 2-(2)
- c) Y系列機の生産計画 (出力) ……図表 2-(3)
- d) 生産計画 (出力) 相互比較表……………図表 2-(4)

2-4 現Y系列機の品質と特性レベルの向上

(1) 先進国メーカーと比較した現状認識

- a) 価格: 1/3~2/3 程度と推定される。
- b) 品質、特性、耐久性: 先進国メーカーの1980年代レベルと判定できる。

出力: 同一中心高さで20~25%低い

重量: 同一仕様で……30~40%重い

効率： // ……2.5～3%低い

c) 保護構造：現状の構造は単一である。

(先進国メーカーは保護形式が多様化している。)

d) 具体的な目標モデル

Siemens : H-Compact 系列

東芝 : M-90(85) 系列

(2) 主なクレーム内容

ユーザーから寄せられている品質問題、問い合わせのうち主な内容は次のものが多い。

- a) 巻回間 (ターン間) 短絡
- b) 固定子巻線の絶縁破壊と接地
- c) 軸受異常音と軸受破損
- d) 軸受ブッシュの摩耗

(3) 関連する参考資料

- a) 軸高～出力関係図 (4極機、6極機) ……図表 2-(7) a、b
- b) Y 系列への移行に伴う枠番の減少予想 ……図表 2-(8)

(4) 技術改善は、管理と設備の両面が必要

- a) 現有設備をできるだけ生かし、作業方法の改良や、工場内の色々な管理レベルの向上で近代化を図る。
- b) 質的、量的な設備の導入を図る

(5) Y 系列への移行は、長・短期の2段階で推進する。

a) 短期計画：J 系列から Y 系列への移行！

但し、この段階では加工設備の自動化は不十分であろうし、効率や品質のレベルも先進国メーカーに対して若干のおくれが存在するであろう。

b) 長期計画：Y 系列製品をランクアップして、先進国メーカーのレベルに到達する。

目標モデルは、シーメンスの H-Compact 系列や東芝の M-90 系列である。

目標の達成時期は、2000 年である。

(6) 関連する参考資料

- a) J 系列から Y 系列への移行予定 ……図表 2-(5)

- b) Y系列への移行に伴う構造と工作方法の変化予想…図表2-6)

2-5 工場全体の管理レベルの向上

(1) 管理の重要性認識

重要性比較で、技術3、管理7の言葉がある。最近、松下幸之助の管理全集（全5巻）の中国語訳を導入した。工場内で、組織的に学習する積りである。

(2) 品質管理面での改善/ISO-9000取得へ挑戦

市場経済移行により需要状況に変化が生じている。

J系列からY系列への移行は、工場の生存と発展の鍵である。

管理手法や実施レベル、或いは従業員の躰などまだ不十分な点があるので、これらを改善、向上させる手段の1つとして、ISO-9000の取得を目指している。

(3) 生産プロセス面での改善

- a) 設備・工具設計へVEを導入する
- b) 最適化設計
- c) TQCの推進
- d) 定置管理
- e) 工程管理の最適化設計
- f) 材料計画の電算機管理
- g) 電算機の利用
- h) 材料払い出し順序制の普及と応用
- i) 四つの新技術の普及と応用

(4) 生産管理面での改善

- a) 3ヶ月四半期計画のローラー計画の完全な実行
- b) パネル管理、専用電話等採用による負荷調整・管理と指示
- c) 電算機支援による生産管理

毎月の生産計画

進捗状況の総合分析

製品収納庫の管理

(5) 財務管理での改善

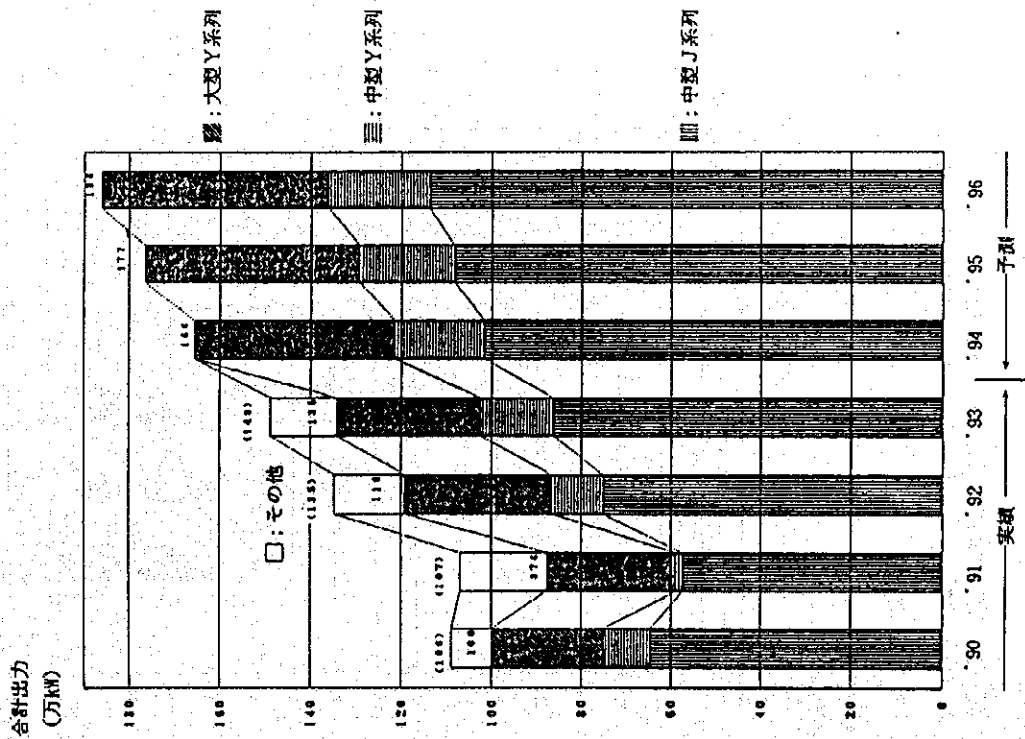
a) 電算機による目標原価管理

b) 電算機による生産量、原価利潤の分析と管理

図表 2 - (1)

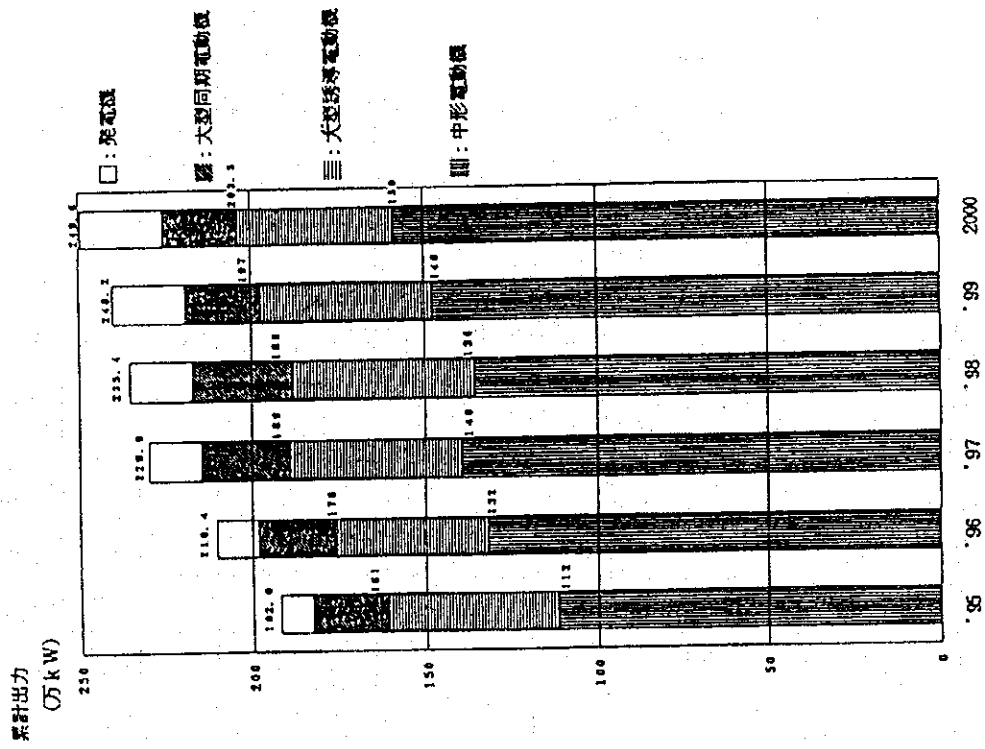
三菱電機株式会社の生産実績と経来予測(出力)

(回答書 P.14 及び P.63 のデータによる)



図表 2 - (2)

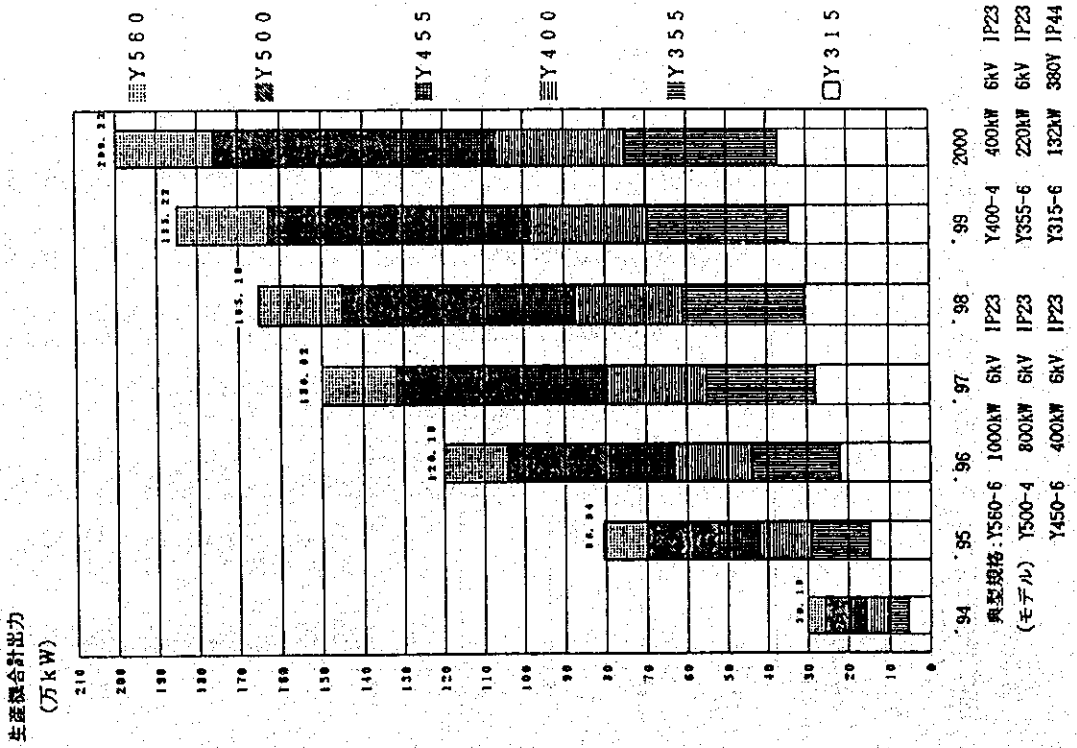
三菱電機株式会社の生産実績と経来予測(出力)



図表2 - (3)

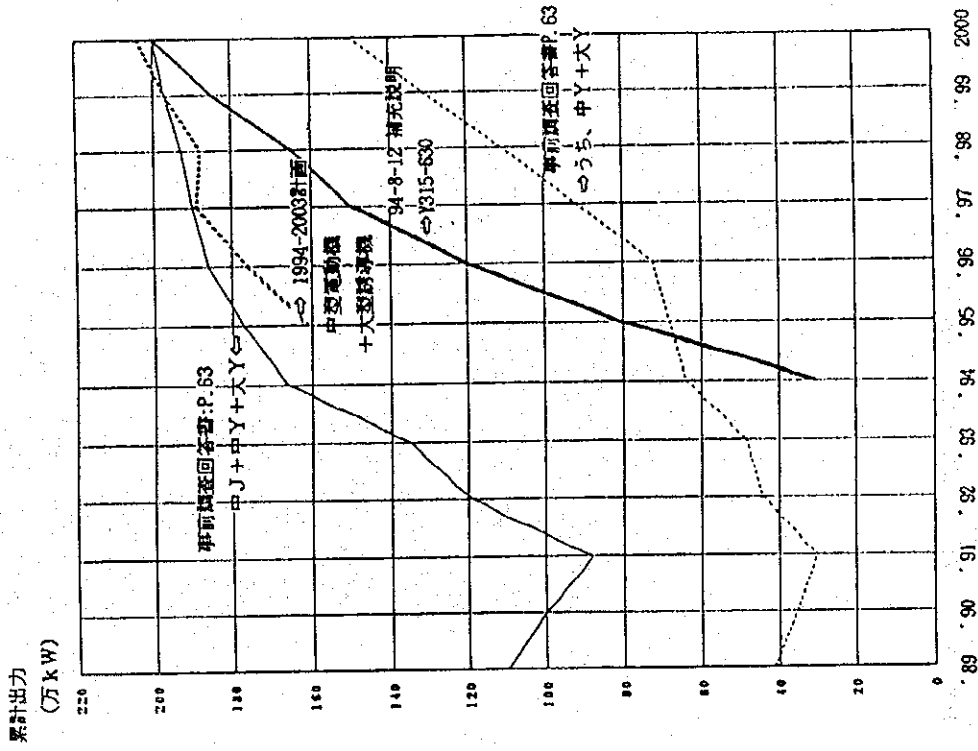
Y系列機の生産計画(出力)

(1994-8-12付け「産品近代化工程計画表・補充説明」による)



図表2 - (4)

透形電動機：生産計画(出力)相互比較表



図表 2 - (6)

Y 系列移行に伴う構造と工作方法の変化予想

	中心高さ	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000
固 定 子 枠	315							
	355 } 450							
	500 } 630							
固 定 子 鉄 芯	315							
	355 } 630							
固 定 子 巻 線 組 込	315							
	355 } 630							
V P I	315 } 630							
Al 鋳	315~ 630	遠心鋳造			(圧力鋳造) 遠心鋳造			

図表 2 - (5)

J 系列から Y 系列への移行予定

	' 9 3	' 9 4	' 9 5	' 9 6 ~ ' 9 7	' 9 8	' 9 9	2 0 0 0
J 系列	⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔→→→→→						
Y 系列 (1)	⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔第 1 段階→→→→→						
Y 系列 (2)	⇔⇔第 2 段階⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔日 標						

* Y 系列 (1): 溶接構造フレーム主体 * Y 系列 (2): 鋳造構造フレーム主体

図表 2 - (8)

Y 系列への移行に伴う枠番の減少予想
(J ・ Y 両系列のカタログからの予想)

——— 出力ランク ———→

	100 kW	200 kW	250 kW	350 kW	5/600k	750 kW	900 kW	1000~
固 定 子 枠 番 号	6 3 0				↓	↓	↓	↓
	5 6 0			↓	↓	↓	↓	* ₁ ↓
	5 0 0		↓	↓	↓	↓	* ₂ ↓	
	4 5 0		↓	↓	↓ * ₃ ↓			
	4 0 0		↓	↓	↓ * ₄			
	3 7 5	↓	↓	↓				
	3 5 5	↓	↓	* ₅ ↓				
	3 1 5	↓ * ₆						

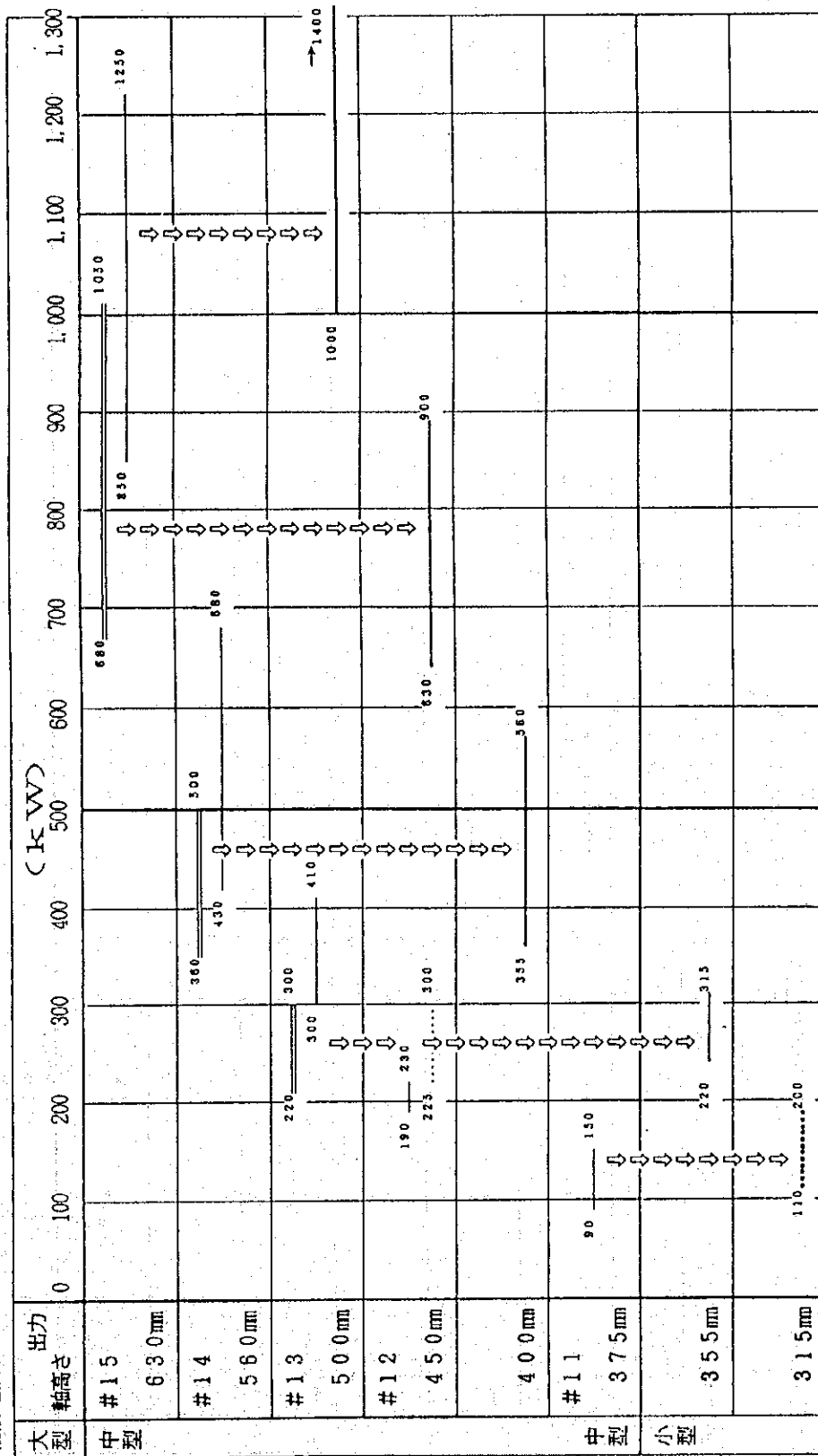
* 印 : 瀋陽電機廠、94-8-12 付け生産計画表による典型規格 (モデル)

- *₁: Y560-6 1000kw 6kV IP23 *₄: Y400-4 400kw 6kV IP23
- *₂: Y500-4 800kw 6kV IP23 *₅: Y355-6 220kw 6kV IP23
- *₃: Y450-6 400kw 6kV IP23 *₆: Y315-6 132kw 380V IP44

図表 2 - (7) a

かご型誘導電動機：軸高～出力関係図
(50 Hz 4 極機の場合)

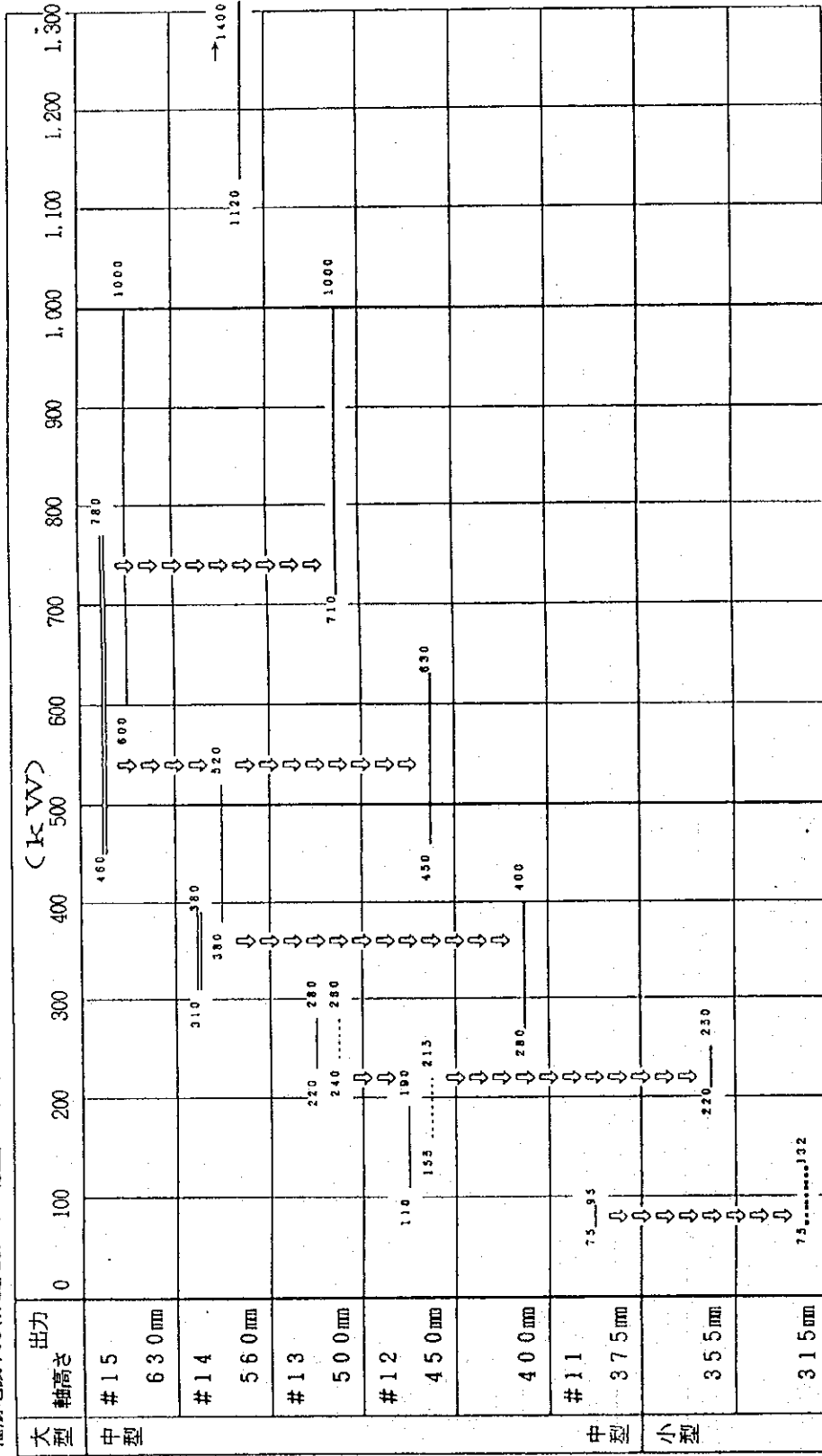
誘導電機：JS(IP22/23)：…低圧 3kV、6kV Y315(IP44)：…低圧 Y355-560(IP23)：…6kV



図表 2 - (7) b

かご型誘導電動機 : 軸高 ~ 出力関係図
(5 0 Hz, 6 極機の場合)

誘導電機 : JS (IP22/23) : ... 低圧 3kV, 6kV Y315 (IP44) : ... 低圧 Y355-560 (IP23) : ... 6kV



第 Ⅲ 章

生産工程の現状と問題点

第Ⅲ章 生産工程の現状と問題点

(1) 今回の本格調査で生産工程に関する調査を行ったのは下記の各工程である。

生産工程に関する調査	ア	1	材料受入工程		
	イ	2	工具製造工程		
	ウ	3	機械加工工程	プレス加工	
		4		鉄心製造	
		5		機械加工(切削)	
		6		熔接	
	エ	7	鋳造工程、鋳造部品 アルミニウム遠心鋳造		
	オ	8	コイル生産工程		
	カ	9	表面処理工程		
	キ	10	組立工程		
	ク	11	製品試験工程		
	ケ	12	包装出荷工程		

(2) 個々の対象工程ごとの現状、問題点はそれぞれの工程毎に述べるとおりであるが、生産工程全体を通じた現状と問題点として次の点が指摘できる。

- 1) 使用する原材料等の製品品質に与える影響の存在、生産技術面、設備等からの近代化の必要性、作業者の品質意識向上の必要性である。
- 2) これらを総合的に近代化して初めて目標を達成し得ると思われる。

1. 材料受入工程

1-1 材料受入工程の現状

中大型交流電動機を中心にみた現状は、以下のとおりである。

(1) 主要材料の種類、単位期間購入量

主要材料名称	単位期間購入量
ケイ素鋼	120T / 5.5日
中 板	280T / 26日
電 磁 線	46T / 30日
扁 銅 線	30T / 30日

(2) 入荷材料の検査方法

- 1) 入荷する原材料、下請加工、外注品は該当する標準契約書、協議書、検査規格等の記載内容に基づいて、重要度別にA、B、Cと分け、A 類物品に対し検査計画及び検査指導書を作成する。……第IV章-2. 調達管理のABC区分表参照
- 2) 初回ロットの受入検査は必ず検査成績書を作成する。
- 3) 検査に合格したものには合格マークを記す。不合格品の入庫は禁ずる。
- 4) 検査したものは必ず記録を残し、その結果を供給先に通知する。
- 5) 下請加工品には必ず合格マークが記入され、また検査成績書に記入の上、初めて搬入が認められる。

(3) 主な入荷材料の品質問題（購入材料の問題点）

- 1) 電磁線の寸法が合わない。絶縁バインド不良
- 2) 銅バーの外観不良
- 3) ケイ素鋼錆

(4) 主要購入部品の種類、単位期間購入量

主要材料名称	単位期間購入量
ベアリング	1,250組 / 60日
冷 却 器	75組 / 90日

(5) 購入部品の品質及びその他の問題

- 1) ベアリング品質不良
- 2) 温度測定エレメント品質不良
- 3) 下請け鋳物材質不合格

(6) 購入の組織及び人員構成

副部長	1人
機電セット計画	1人
導体計画	1人
三類計画	1人
黒色計画	1人
有色炉料計画	1人
機電セット購買	1人
標準品購買	1人
導体購買	1人
三類購買	1人
黒色購買	5人
有色炉料購買	1人

(7) 受入検査の状況受入品の品質等

1. 珪素鋼板

材料名称	規格	実質の品質
DW455-50	GB2521-88	コイル、受け入れ時の外観品質が国家規格の要求に到達していること。
DR510-50	GB5212-88	板材、受け入れ時の外観品質が国家規格の要求に到達していること。
DW470-50	GB2521-88	コイル、受け入れ時の外観品質が国家規格の要求に到達していること。

絶縁皮膜の絶縁等級はB級

表面絶縁被覆付の珪素鋼板は入手可能であるがその価格は200～300元/トン当り高い。

2. 鋼板

規格、Q235A、厚さ1.0、2.0、10、20、35、90、……等

3. 丸棒鋼

規格 35# 45# 140φ～210φ

4. 角型鋼

30×30、50×50

5. 軸材

調達した丸棒は140φ～210φ、外注鍛造するシャフト210φ～400φ

6. キー材

キー用鋼材は調達可能

上記は受入検査で外観、品質、材料特性、寸法精度が国家規格に合格するものを用いる。

7. 鋳造材

鋳鉄 Z14、GB718-82、FC、珪素75、YB58-65珪素鉄、マンガン MnG4、Y59-65

これらも外観、成分、機械特性は工場の受入検査で規格に合致したものを合格とする。

8. エナメル線

規格 GB6109-85 1.4φ、1.4Sφ、1.5φ

外観にスポット傷、接着剤の痕、気泡、塗装不均一があるエナメル線電線の不良率は3.6%

9. 銅帯

GB558、52-85

受入検査を経て品質は国家規格に達している。

10. 絶縁材料

雲母、絶縁板、絶縁テープ等はこの各々の規格にもとづいて購入し受入検査により品質規格と、国家規格に到達させている。

1-2 材料受入工程の問題点

(1) 入手資材の品質上の制約

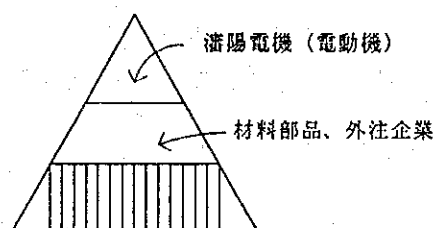
大部分の材料を中国、国内より受入している。したがって受入材料を生産する供給側の工場の技術力、品質管理水準を超えるものは当然入手できない。

加えて、市況はどちらかと云えば売手市場である。特に電動機品質に大きく関わる珪素鋼板は一部輸入品も受入しているものの先進工業国のそれと比較するとやや問題をかかえている。この解決には時間を要すると思われるが、当工場近代化の推進上1つの大きな制約と云える。

(2) 協力企業に対する指導

自工場に供給する協力企業（材料メーカー、外注工場）に対し個々に指導、連絡を行っているが協力会組織としての運営や指導はこれからである。

電動機生産を視点とした協力企業の組織化、運営も近代化の1つの課題として重要である。



(3) 受入材料も含めた全社的品質管理

QCの4M、 $\frac{\text{設備} \setminus \setminus \text{人}}{\text{方法} \setminus \setminus \text{材料}}$ の1つである材料についてはこれを含めて、全社的品質管理、品質保証の活動がより強化されれば材料受入工程における問題解決に役立つ筈である。この点QC、QA体制の再確立を希望したい。

2. 工具製造工程

2-1 工具製造の現状

(1) 工具製造工程職場

参考資料(平面図)に示すように工具製造職場はレイアウトされている。

年間120set(月10set)の製作および30set(月2.5set)の修理を計108名の人員で行っている。

(2) 生産量は

年間治具生産量(含修理)：	1,800組	
月間治具生産量(含修理)：	150組	
その内：	製造	修理
1類治具：	2組	5組
2類治具：	3組	7組
3類治具：	25組	9組
4類治具：	90組	9組
小計：	120組	30組

で、主にプレス用金型の新規設計製造、及び修理を行っており、新規型80%、修理20%の比率になっている。

(3) 保有する設備の種類及び数量：

名 称	型 番 及 び 仕 様		台 数
縦型旋盤	C512A	1250×900	2
	C5116	1600×1000	
普通旋盤	CA6250	500×2000	3
	CW6163C	630×1500	
縦型ボール盤	2A125	Φ25	2
	Z525		
ラジアルボール盤	Z3040	Φ40	2
	Z3063	Φ63	
横型中ぐり盤	T63	Φ80	1
双柱座標中ぐり盤	T42100	10201600	1
万能円筒研削盤	M1420A		1
ノコギリ研削盤	M6615	1500mm	1
内面研削盤	M2100C	100150	1
成型研削盤	CB-1 M8950		1
精密研削盤	MM9850		1
平面研削盤	3B722	360×1000	1
平面研削盤	M7120A	200×630	1
平面研削盤	M7130H	300×1000	

名 称	型 番 及 び 仕 様		台 数
専用平面研削盤	HZ011	200 × 630	2
専用平面研削盤	HZ-034	320 × 1600	1
縦軸平面研削盤	SAB-100W		1
専用研削盤	自社製		1
縦型フライス盤	X51	250 × 1000	4
	X50CS	900 × 200	
	X53K	400 × 1600	
	X5032A	320 × 1320	
万能フライス盤	X63K	1600 × 400	1
型削り盤	X665	60650	3
	X6090	900mm	
スロッター	B5032	320mm	1
ノコギリ盤	G7025	250mm	2
放電穴明けマシン	CHD300		4
	D6125	250 × 350	
	D6165	630 × 1000	
	D6132A	500 × 320	
NCワイヤカット機	D175B-CNC	180 × 250	4
	DK7732	320 × 500	
	DK7750	200MM	
空気ハンマー	560Kg		1
プレス	Y/TD41-1600B	160T	1
天井走行クレーン	13.5M	10T	2
		5T	
電動片梁クレーン	10.5M	3T	3
		5T	
電動フォークリフト	DK1.5-2	2T	1
トラックリフト	CPQ3-1	3T	1
交流溶接機	BX3-500		1
箱型電炉	RX3-4512		1
焼きなまし炉	RJ2-36-6		1
焼き戻し炉	自社製		1
合 計			57

(4) 治工具製造部署の人員：

工具工場の人数は108人。その内：技術者7人、管理者7人、金物細工15人、研削12人、機械29人、熱処理5人、鍛造7人、放電穴明13人、修理3人、補助工7人その他となっている。

(5) 治工具製造に必要な加工準備時間：

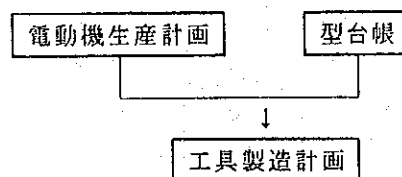
1類治具の製造前の準備時間は3ステップに分かれる：金物細工工が鍛造見本を作る。鍛造工が見本の通りに加工する。熱処理工が鍛造物の焼きなましを施す。準備時間は28時間である。

2類、3類、4類、5類治具の製造前の準備時間は2ステップに分かれている：図面通りに鍛造する。熱処理工が鍛造物の焼きなましを施す。準備時間は11時間。

測定場具の製造前の準備時間は3ステップに分かれる：まず、図面通りに裁断し、そしてヘッドを鍛造して最後に焼きつなぐ。準備時間は10時間。

(6) 工具製造工程の生産計画

生産計画（四半期計画3ヶ月分）を基準にして、保有型の使用度数、寿命等から判断して新規型の補充計画を立てる。



(7) 工具の設計業務

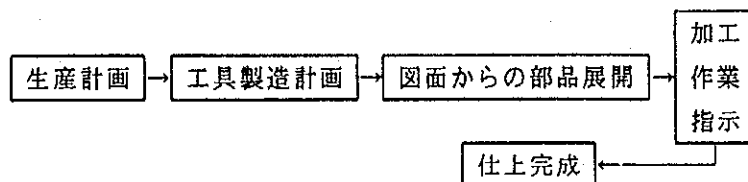
工具製造図面は工芸処で担当しており、設計担当者は12名である。——（大卒、短大卒業経験10年以上30代の技術者）プレス型の場合、1 setの金型の構成部品は約20点

(8) 製造工程

材料→部品加工→仕上組立→テスト、完成の順で行われており製品ではないが、部品展開、工程の進捗管理などは当社製品である電動機と同様の管理が必要である。

構成部品の機械加工、切削、放電加工、ワイヤカット、研磨——などの作業と、構成部品から金型に仕上げる所要人工の比率はおおよそ7：3の割合である。

(9) 工具製造の工程管理（生産計画～展開～統制）



のプロセスにおいて、製作図面に添付する作業伝票は月平均3,000～4,000枚に達し、この点からみると、製品製造職場とパターンが類似している。

部品加工、仕上完成の個々の工程毎に標準時間制度を適用している。

標準時間と実績時間の比較で求める作業能率は100%以上になっている。リードタイムは約2ヶ月強が平均である。

2-2 工具製造工程の問題点

(1) 電動機の品質特性に大きく影響する鉄心、珪素鋼板のプレス用金型についてみると、鉄心のプレス破断面の仕上り精度に向上の余地がある。

この点使用する鉄心材料の珪素鋼板自体の品質、プレス作業の方法からの影響もあるが、金型自体の品質向上も必要である。

(2) 特にプレス作業現場からの要望、クレームを金型に反映すべきであるが、これについての定期的協議も行なわれていない。材料、金型、プレス作業の関係者の協議と、技術情報のフィードバック体制が先づ重要である。

(3) 工作設備、検査計測設備の一部更新も工作品の精度向上のために検討すべきである。

(4) 金型、治工具、製造工程中の不良品の発生もあり、作業者の品質管理教育も必要である。

3. 鉄心板プレス工程

3-1 設 備

3-1-1 ブランキングプレス

- (1) 400トンプレス (J36-400B)×1台
- (2) 250トンプレス (JA36-250)×2台
- (3) 160トンプレス (JA36-160)×3台

3-1-2 ノッチングプレス

- (1) 新設高速ノッチングプレス×2台
- (2) 高速ノッチング(JD91-10T)×1台
- (3) 外径基準(固定子)10トンノッチング)×9台
- (4) 基準5トンノッチング(JGA5T)×3台

3-1-3 シャープレス

- (1) クランク式シャープレス×3台
- (2) シャー切断機(フープ材送り装置付き)×1台

3-1-4 部品加工用プレス

- (1) 100トンフリクションプレス×2台
- (2) 40トン機械プレス×9台
- (3) クリップ製造用自動プレス×2台

3-1-5 鉄心板バリ取り研磨機

- (1) 発電機用大型バリ取り機×1台
- (2) 修理用品小型バリ取り機×1台

3-1-6 金型用研削盤

- (1) ブランク金型用研削盤×2台
- (2) 平形研削盤×1台
- (3) 立形研削盤×1台

3-1-7 スポット溶接機

- (1) 220V15kVA×1台
- (2) 220V31kVA×2台

3-1-8 鉄心板表面絶縁処理装置

- (1) 連続式表面絶縁処理加熱炉×2基

3-1-9 設備レイアウト

レイアウトについては参考資料参照

3-2 作業人数：52名

3-3 作業方法の概要

3-3-1 材料

- (1) 板厚：0.5mm

- (2) 形状：冷間圧延によるコイル（巻）材は、主にY系列機に用い、全使用量の約25%を占めている。

熱間圧延による定尺板状材は、主にJ系列機に使われ約75%を占める。

- (3) 表面絶縁処理：コイル材、定尺材とも入荷時には表面絶縁処理が施されておらず、必要な短冊寸法に切断された後に表面絶縁処理を行い、次工程のブランキング、あるいは

シャー切断（定尺材料の場合）職場へ送られる。

3-3-2 ブランキング作業

ブランキング作業とパーティング作業は同時に行われる。すなわち、固定子鉄心板の外径と内径、および回転子鉄心板の内径とが同時に打抜き加工されて、ワンパンチ作業で固定子、回転子の2枚の鉄心板が同時に出来あがる。

材料の投入と取出しは、すべて手作業である。

3-3-3 ノッチング作業

ブランキングされた材料は固定子鉄心と回転子鉄心の2群に分かれ、それぞれ専用のノッチングプレス機によってコイル溝があげられ、次工程の鉄心積み、あるいはアルミ鋳造職場へ送られる。

この作業でも、材料の投入と取出しは、すべて手作業である。

3-3-4 間隔片の取付け作業

間隔片には鉄心端部に取付けられる「フィンガーピース」と、鉄心中間部に取付けられる「通風ダクトピース」とがある。いずれにもスポット溶接構造やカシメ構造の2種構造が採用されている。スポット溶接およびかしめ作業とも、間隔片の位置ぎめ、溶接、かしめなど全ての作業は手作業で行われている。

尚、アルミ鋳込み構造の回転子冷却ダクト部間隔片も、上記と同様なスポット溶接で取付け作業が行われている。

3-4 鉄心プレス工程の問題点

3-4-1 材料の取扱いと運搬時の問題点（材料変形）

この工程で製作される鉄心板は、最終的に必要厚さに積層され、加圧締めされて一体の固定子鉄心、あるいは回転子鉄心となる。完成した積層鉄心は、その「内外径寸法」および、「積み厚さ」、さらに鉄心板に打抜かれた「コイル溝」が精密に積み揃えられ設計指定の許容値内に収まっていることが必須条件である。

この必須条件を満たすためには、材料の取扱いと運搬に際し、鉄心板の平坦度を損う様な変形を与えないことが、または鉄心板の打抜き端部に傷や曲げ傷を与えないように十分な注意が必要である。

一度変形したり、打ち傷の生じた鉄心板はそのスプリングバック特性のために正しい状態に修正することが困難であり、また普通、複数枚の鉄心板に生じるこれらの変形修正には多大の時間を必要とするので、最初からこの種の変形や損傷を与えない様に心掛けなければならない。

然しながら、以降の各作業段階でも指摘するが、全般的には材料の運搬、保管段階での変形、損傷要因が多く、また日常的に発生している。事例を示すと、次の如くである。

(1) 材料入荷時の変形 (写真3-2 参照)

写真3-1は表面絶縁処理工場におけるもので、丸く巻かれたコイル材は既に余りにも大きく変形している。また、その手前に見える定尺板材料も、その表面の光の反射でわかるように可成りベコベコに曲っている。

このような変形は、たとえ輸送中や工場内運搬時に発生したものであっても、不良材料である。以降のプレス打抜き作業の精度を如何に向上させても、製品精度は必ず不十分なものになってしまう。

(2) 吊りワイヤーの絞りによる変形 (写真3-2 参照)

写真3-2は、定尺板材に生じた変形を示しており、板材の束に直接ワイヤーを掛けて吊った時の絞りで生じたものである。

定尺板材の端部は端材になって製品にはならないからと言うのは理屈で、事実はこの様な変形に対する無神経な材料の取扱いが、各所で製品の変形や損傷を生み出している。

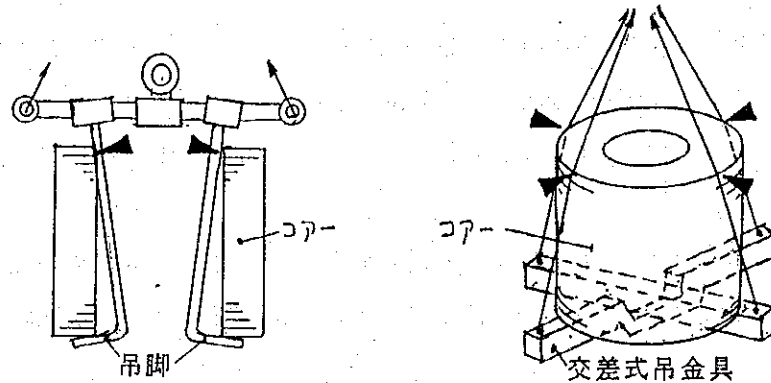
(3) 丸コア吊上げ時の変形 (写真3-3 参照)

ブランキング、あるいはノッチングされた丸コアの運搬方法には各種があろうが、工場内で見掛けた次の2つの吊り方は、コアを損傷させる危険をはらんでいる。

写真3-3は丸コア用の吊金具で、各種内径寸法に簡単に合せることのできる仲々便利な吊具である。然し写真でわかるように、その吊脚部は容易に斜になるような遊びがあるため、実際の使用時には次図(左)のように、丸コアの上側内径部を吊り脚が圧迫する様に作用していた。

他の一つの吊金具は次図(右)に示すように、互いに交差した2本の構成で、これを丸コア束の下に置き、端部にワイヤー掛けして吊上げる方法である。工場で実施して

いた事例では、ワイヤーの寸法調整が不適當で、吊上時に丸コア束の上側外径部をワイヤーが圧迫する様に作用していた。



3-4-2 ブランキング作業の検討

(1) ブランキング標準径寸法

鉄心のブランク内/外径標準寸法は次表のとおりである。

番 号	#11	#12	#13	#14	#15
固定子外径(mm)	560	650	740	850	990
固定子外径(mm)	300~423	350~493	400~560	460~650	650~770

(2) 使用設備：プレス機械はすべて旧式で自動材料処理装置は、備えていない。

(3) ブランキング作業方法

短冊切りされた材料は手作業でプレス機内へ投入され、打抜かれた丸コアと端材はプレス機の取出し側に位置する2名の作業員によって処理される。取出された丸コアは大小2枚構成になっていて、作業員はこれを大コア用の仮積芯金に向って投げ嵌めると、名人芸的に小コアが分離して、写真3-4に示すように、仮積芯金の周囲に散らばることになる。床上に散乱した小コアは各所が打ち傷で変形しているが、まさか廃材として捨てる筈のものでもなく、又拾い集め、積み揃える手間も必要になる。一時の名人芸が、全体的には品質の低下とコストの浪費を招いていると考えられる。

(4) ブランクコアのプレス抜き精度

本件についての実測データの提示がなかったので、その実態は不詳である。

(5) 金型の管理 (写真3-5 参照)

ブランク用の金型は、作業場に隣接した置場に、写真3-5に示すように整理して保管されている。

金型の再研磨基準をコア打抜きバリ5/100mm以下に置いていて、再研磨するまでの打抜き可能回数は、使用するブランク用プレスの精度によって左右され、比較的機械精度の悪い自家製プレスの場合、約10万回とのことで世間一般の平均値に近い(但し、回答書には3万回と記されている)。

打抜きバリは、検査員が1/1000mmのダイヤルゲージを使って測定し再研磨の要否を判定するとの説明であったが、その基準書と実績記録は確認できなかった。ただ、抜取的に指触感で打抜きバリをチェックした結果、バリ高さは大体5/100mm以下と判断される。金型用研削盤は、型置場の隣に位置し、而もプレス工場の管理下にあつて遅滞なく再研磨処理されていると思われる。

(6) 金型の交換、取付け

金型の取替え、調整段取りに要する標準時間は約3時間とのことである。シングル段取という言葉が生れてから久しい現在では、少くともその半分以下の時間で段取り替えできるように改善することが望ましい。

3-4-3 ノッチング作業の検討

- (1) 設備：内径基準の回転子用ノッチング機械は、高速ノッチング(JD91-10T)5台に加え、更に高速ノッチングプレス2台が新設されている。これに対し、外径基準の固定子用10トンノッチング機械9台は旧型でノッチング速度は180SPMとおそく、精度、機能とも劣るとのことである。

ノッチング加工精度から見れば、固定子溝の方が回転子溝よりも外径部に位置し、溝数は多く而も高電圧コイルが挿入されるので溝の積層精度は高いことが要求される。つまり、固定子ノッチング作業の方が高精度で高能率の新鋭機械の使用が求められるのが普通である。

- (2) 回転子ノッチング作業 (写真3-6 参照)

回転子鉄心板に生じている問題の一つがノッチングによる板の波打ち変形である。A ϕ 铸造構造かご形回転子では普通全閉溝が採用されているので、ノッチングによる加工歪の逃げ場がなくて板の波打ち変形となって現われるのである。写真3-6の右側に置

かれたノッチング済みコア板の山にも明かに波打ち発生が認められる。このような結果は、写真3-7に示すようにA ℓ 鋳込み前の積層鉄心にも残っている。この波打ちは、A ℓ 鋳込み時の上型、下型を介しての締付けで部分的には軽減する傾向はあるものの十分に解消するものではない。

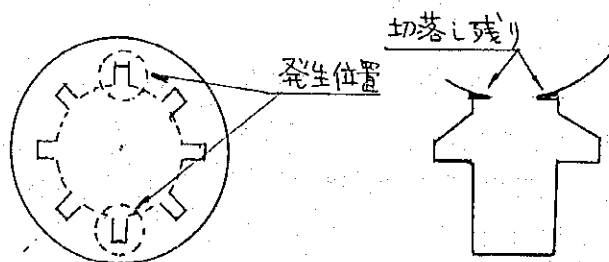
このような波打ちは、冷却効果、騒音、磁気推力、軸電圧など多くの特性を悪化させる。

また写真3-6にて、動作研究的な視点で、左側の台の上に置かれたブランク材の位置と積み状態、作業者の足下、右側の作業済コア受台の位置や高さなどを検討すると、幾つかの改善可能なことが見出せる筈である。

(3) 固定子ノッチング作業

固定子鉄心に生じている問題として工場側から提起された一つがコイル溝の積み不揃いであった。考えられる有力な要因がノッチング精度であり、これは3-4-3-(1)に記した設備に起因している可能性が高い。原因を明確に絞り込むためには、製品の各部寸法を精密に測定し、その記録を検討することが必要である。

今ひとつ散見されたのが、次図に示すような溝開口部の切落し残りの存在で、これは略180度離れた内径の対向位置に発生していることから、ノッチング機械の外径案内具か、あるいはブランク材そのものの楕円変形が原因であろう。



3-4-4 間隔片取付け作業の検討

3-3-4で記したように、フィンガピースやダクトピースはそれぞれの構造に応じて、点熔接やカシメ作業で端板に取り付けられる。

(1) 間隔片の構造

現在、間隔片材料としてI型材と平板とが使われている。平板材によるものは座りの安定性のためにZ形に曲げられているし、板厚も2mm以上と厚目である。

また、構造によっては間隔片の取付位置をきめ、その横ずれ防止のために端板に約3×5mm角の凸部をプレス加工しているものもあった。

間隔片の構造と取付け方法は、その受ける機械的条件に応じて最適なものを選ばれるが、中型、大型誘導電動機に通常要求される条件から見ると、現在の構造は簡略化の余地がある。

(2) スポット溶接作業 (写真3-8参照)

手作業で位置ぎめされたコア端板に対して、同じく手作業で置かれた間隔片が、1点つつスポット溶接される。

たとえば写真3-8において、端板の位置ぎめ移動を、また間隔片の取付けを少しでも装置化できないであろうか。作業者の左側に置かれた間隔片を整頓して置いたらもっと取り出し易くなるのではなかろうか。また、作業者の右床面上に置かれた丸端板材や、足下に散乱した部品は、損傷や変形や汚損を少くしたり、次への運搬準備のために、改善の余地が沢山発見できる筈である。

間隔片のスポット溶接作業の殆んどが手作業であるため、その品質レベルは作業者の技能と自主検査能力とに左右される。間隔片の周方向位置や径方向位置、電極の当て方、間隔片や端板などの部品の変形に、管理すべき項目が多い。写真3-9は固定子鉄心の例であるが、間隔片の取付ピッチ不均等、経方向位置のバラツキ、軸方向に対する斜倒れ、端板の変形などが認められる。

(3) カシメ作業

定盤の上に丸端板材を置き、その下に間隔片を挿入して、カシメ部分をハンマーで叩き潰す作業で、全て手作業で行われている。誰にでも容易に作業ができるが、その出来栄は熟練度によって、千差万別である。潰し過ぎのもの、潰し不足のもの、潰しが不均等なものなど出来栄のレベルは余り高くない。一度、詳細に点検、調査して実態を把握して改善を図ることが望ましい。

潰しの過不足は、間隔片取付けの機械的信頼性を低下させるし、また端板の変形や、実質的な板厚増加を招いて、鉄心板の積層作業にも悪影響を及ぼす。

3-4-5 鉄心板表面の絶縁処理

珪素鋼板材料の入荷場に併設された絶縁処理加熱炉2基によって、表面絶縁が施されている。装置は連続処理方式で、手作業によって投入された端冊材料が対ローラーの間を通

過する時に両面樹脂塗布され、続いて電熱式の加熱炉に送られている間に樹脂膜が硬化されて必要な特性を持った絶縁被膜が構成される。

尚、塗布樹脂は床面下に設置された樹脂タンクから循環式で対ローラー部に供給される。

塗布樹脂：1631号アルキッド系樹脂（硬化剤と溶剤を添加）

両面膜厚：0.015mm～0.025mm（実測値0.017mm）

絶縁抵抗：50Ω/m²（実測値60～100Ω/m²）

加熱温度：炉中心温度360°C～370°C

最高380°C最低340°C

実際の作業は、材料処理が手作業であるにも拘らず順調に流れており、加熱硬化処理の終わった絶縁塗膜は温状態でも粘性を残さず適切な機械強度を持っていると判断された。

反面、溶剤系樹脂を使用しているため、溶剤揮発によって刺激性を伴う悪循環を生み出している。

加熱温度は運転盤の温度計で制御される。然し、温度計の実際指示値は220°C～290°Cで、前述の基準値との差が100°C以上と非常に大きかった。運転盤の不具合故に、塗膜の出来栄によって作業条件を調整していたのであろう。

因みに隣接地に新設の表面絶縁処理工場が工事中であった。

3-4-6 部品作り

2台のクリップ製造自動プレスによって、Al 鋳造構造かご形回転子の通風ダクト部間隔クリップと、巻線形回転子コイルの接続用銅クリップが作られていた。

両クリップとも良い出来栄で製作されていたが、機械周辺に散乱していたクリップは不良品とのことであったので、機械が不調になることがあるらしい。不調の原因究明、修理と、発生した不良部品の片付けが迅速に行われることが望ましい。

また、接続用銅クリップは板厚1.5mmと可成り剛性の高い、特長のある構造であった。

3-4-7 設備の配置

長期間に亘る色々な変遷を経て現在の設備配置に至ったのであろうが、下記に例示するように製品の流れは必ずしも合理的ではない。

- 表面絶縁処理→ブランキング : 迂回
- シャー切断→ブランキング : 迂回
- ブランキング→ノッチング : 迂回と反転
- ノッチング→バリ取研磨機 : 反転

3-4-8 製品の滞溜と保管 (写真3-10、11参照)

写真3-10、11のいずれを見てもわかるように、職場内にも、中間倉庫にも常時多量の鉄心板の山が築かれている。半製品、完成品、保管品と様々である。夫々の山には、簡単な表記や帳票添付のされているものもあるが、それすらないものが大半である。誰が、責任を持って、これらを整理し、整頓し、効果的に処理しているのだろうか。半製品の滞溜は、コスト増加の大きな要因の1つであることを強く認識して、その解決を図らなければならない。

4. 鉄心製造工程

4-1 設備

- (1) 1本棒立型200トン油压机×1台
- (2) 4本柱立型油压机×3台

4-2 設備レイアウト (添付図面参照)

4-3 作業方法の概要

4-3-1 固定子鉄心積み作業

今回診断対象となっている軸中心高さ630mmまでの電動機は、すべて1枚ものの丸鉄心板(外径1060mm以下)の積層構造である。

現段階では、3種類の構造がある。

- (a) 固定子枠への直か積み構造。

旧型の J シリーズに使われる。

(b) 鉄心板を芯金で積層後、外径部に設けた梯形溝を鉄板でクランプ止めする構造
新型の Y シリーズのうち、中心高さ 315mm の電動機に適用される。

(c) 鉄心板を芯金で積層後、外径部に角鉄を当てて溶接止めする構造、固定子枠との嵌
合わせのために、角鉄の外径は機械加工される。

新型の Y シリーズのうち、中心高さ 315mm を超える電動機に適用される。

4-3-2 回転子鉄心積み

回転子鉄心は、その巻線構造に応じて、次の 2 種類の作業手順がとられる。

(a) A 型 鋳造構造のかご形回転子鉄心は、単独あるいはセンター上に積層された後に A
型 鋳込み作業が行われ、その後軸が圧入される。

(b) 銅条硬ろう付け構造のかご形と、巻線形の回転子鉄心は、軸あるいはセンターに直
接積層される。

軸を挿入するために、積層された回転子鉄心の内径を切削加工することは、一般に
行なわない。

(c) かご形回転子鉄心の外径は、最終段階で、軸のセンター穴を基準にして切削される。

4-4 鉄心製造工程の問題点

4-4-1 部品の取扱い (写真 3-12 参照)

写真 3-12 は、いずれも鉄心積み職場の日常的な状態を撮ったものである。部品に損傷
を与えないような、必要な部品を取り出し易いような、さらに職場内をできるだけ広く使
えるような部品の置き方、取扱い方を考えてみると、現状には余りにも問題が多いように
見受けられる。

各種部品の乱雑な配置や積重ね、床への直か置きなど容易に改善できることが多い。

4-4-2 固定子鉄心積み作業の問題点

(1) 間隔片の取扱い

写真3-9はY型固定子鉄心の仮積み状態であって、3-4-4-(2)で前述したように、間隔片の方向ピッチ不均等、径方向位置のバラツキ、軸方向に対する斜倒れ、端板の変形などが認められる。もちろんこれらの不具合は、プレス工場での製作時や鉄心積工場への運搬途中に発生したものもあろうが、例えば写真3-12、14のような取扱いをしているからには、鉄心積工場で損傷させたものが皆無とは言えないであろう。

それ以上の問題は、写真3-12に見られるように不良品がそのまま鉄心積職場で使われてしまっていることである。

すべての部品は次職場への送られる前に確実に点検され、使われる部品は使用前に、あるいは使用中に正常であることが点検されなければ、決して良質の製品は生れない。

(2) 溝（スロット）芯金

写真3-13には、それぞれ1本の溝（スロット）用の芯金が見える。鉄心板の打抜き精度が非常に高ければ1本の溝芯金の使用でも良く揃った溝幅精度が得られるのであろうけれども、普通は3～4本を周方向に均等配分して積層作業が行われる。写真3-13では陰になって見えないが、合計3本の溝芯金が使われていた。然しながら周方向に均等配分されていないために、1本しか見えないのである。

(3) 固定梁（角鉄）

写真3-13で、中央の積み芯金の鉛直線と、鉄心外径部に溶接されている角鉄の平行度を観察してみると、目視でも明かなように正面に位置する角鉄は鉛直軸に対して若干反時計まわり方向に傾いていることがわかる。鉄心の円筒外径に角鉄が斜に取付けられると云うことは、角鉄が直線状である限り、鉄心外径面と角鉄内側面との接触は鉄心の長さ方向中央部の1点でしか生じていず、その他の部分では角鉄がすべて鉄心外径面より若干つつ浮上っていて、溶接ビードを介して間接的に固定されていることを意味する。構造的に余りにも不自然で、非効果的な出来栄である。

さらに、この角鉄と鉄心外径とを継ぐ溶接ビードは、不均一で、ブローホールが非常に多い。

角鉄が鉄心の鉛直軸に対して傾いている程度と方向は全くランダムなもので、写真3-13に見られる固定子鉄心においてだけでなく、同一構造のものに、程度の差こそあれ、同様に認められる現象である。

(4) 鉄心溝の積み精度と仕上げ

積層作業の完了した鉄心溝は、通り/止りの限界ゲージで検査され、必要により修正仕上げ作業が行われるとの説明であった。溝幅検査用のゲージも確認できなかったし、仕上げ作業の実施も見ることがなかった。ただ指触感で調べた結果では、鉄心板の揃いが比較的良いものがあると思えば、積層ずれが比較的大きく、溝幅寸法の積後許容値が、打抜寸法に対し -0.2mm と言うことから明らかに限界を超えていると推定されるものも散見された。

3-4-3-(3)に記した切落し残りの存在する鉄心板がそのまま積層されていた。積層完了後にこの切落し残りを除去するのは仲々困難で隣接する鉄心板を傷つけ易いし、また、除去した微細片が機械内に混入して清掃することも難しい。作業の基本は初めから良い部品にして作業を進めることであって後で修正することではない。

また、切落とし残りの発生原因が鉄心板の楕円変形にあったとすれば、積層された上記の鉄心内径寸法は許容値の中に納まっていたのであろうか、あるいは電動機として組立した時の固定子鉄心～回転子鉄心間の空隙寸法は充分合格する精度になるのであろうか。

4-4-3 回転子鉄心積み作業の問題点

(1) 部品の取扱い (写真3-14、15参照)

回転子鉄心積み作業においても、4-4-1で述べたと同様な部品取扱い上の配慮が肝要である。その他、たとえば写真3-14と3-15において、プレスリングの鋳肌面、あるいはキーの表面をもっと清浄にして作業を進めた方が、その他の全部品を丁寧に取扱うことにも繋がるものである。

(2) 鉄心積み作業

写真3-14と3-15とは同一構造の回転子鉄心で、写真3-14は積み始めである。写真3-15は手積みが終わって油圧機による加圧締めを待っている状態である。

写真3-14では、積み始めからフィンガー端板は既に大きく波打っており、鉄心板は特にその歯部がランダムに、上方向に折れ曲っている。前者はフィンガー端板全体の曲りぐせであろうが、後者は積む前であれば、容易に修正可能な変形である。このように、事前に修正しないで積み上げた状態の鉄心が写真の3-15に相当し、「初めから良い品物を!!」の思想には適合しない。

もちろん、油圧機で加圧締めすれば写真3-15に見られる鉄心板面の隙間や波打ちは

見掛け上或る程度修正されるであろうが、鉄心板間に加わり、また残留する面圧力は周方向にも、軸方向にも均一性を欠くものになるであろうし、端部フィンガーピースや、中間のダクトピースの何個かには、鉄心板との間に若干の隙間を残すものさえ生じると推定とれる。

なぜならば、既に加圧締め作業の完了した回転子鉄心に、上記の推定を実証するものが散見されていたのであるから。

回答書に記されている鉄心積後の検査項目、即ち鉄心弾性度や鉄心緩みをたとえば金べらを使って厳密に検査して実態を把握し、改善を図ることが必要である。

A ℓ 鑄込み構造の回転子鉄心の場合、鉄心溝に全閉溝構造が採用されているので鉄心板に波打ちが生じ易いことは3-4-3-(2)に述べた。

ただ、不必要な変形と落下の危険を避けるために、写真3-16に示すような吊金具の使用方法は止めることが望ましい。

(3) 軸の圧入作業

A ℓ 鑄込構造の場合の軸圧入はA ℓ 鑄込職場で、センターに直か積みされる構造の場合の軸圧入作業は、回転子鉄心積職場の4本柱油圧機で行われる。穴と軸の嵌合寸法は機械加工後の寸法検査で確認されているので、寸法的には問題ないであろうが、圧入に先立って、嵌合せ部の小さい傷や、まくれの除去、あるいは表面に発生した錆や汚れの除去、清掃を確実に実施することが望ましい。また、圧入トン数の監視も、作業管理上の1つの要素となり得るものである。

4-4-4 設備上の問題点（芯金や油圧機の精度保持と数量確保）

鉄心の製造に際して確保しなければならない代表的な特性は次の3つであって、そのためには部品の精度に加えて、鉄心積関連の工具、設備の精度と適当な数量が必要である。

(1) 鉄心板面間圧と積厚の一様性

この特性が不適當であると、電磁振動による一部の鉄心の破損や脱落、異常に大きな軸推力、軸電圧、騒音の発生や、冷却能力の低下を招く。

(2) 鉄心内外径の寸法、真円度、円筒度

この特性は、鉄心の軸や固定子枠への嵌込み、熱伝達、軸電圧、回転空隙の確保に必

要である。

(3) コイル溝の幅寸法精度

電動機の小型化とコイル絶縁の高信頼性確保に必要である。

上記の(1)に関係の強い油圧機のうち、3台の4本柱油圧機はいずれも油圧ラムが上部に位置し、下側の受座は移動台車を兼ねている。段取り運搬の点では非常に効果的な構造であるが、反面加圧される製品に対する鉛直度に劣り、写真3-17と3-18で目視でもわかるように、油圧ラム軸と製品軸線とは可成り斜になっている。何らかの方法で修正を要する項目である。

上記の(2)に関係の強いのは積用芯金の精度である。設計部門からの情報によれば、鉄心の内径公差をH8に、積芯金の外径公差をh7に指定しているとのことであるので、定期的な寸法検査を行って、常に精度の高い芯金を使用する必要がある。積芯金は殆んど鋳鋼製で、外径面粗さが少し大きいように見受けられ、またAl鋳込構造に使われる積芯金は、繰返し予熱炉に入れられているので寸法変化は比較的大きいかも知れない。

上記の(3)に関係の強いのは溝（スロット）芯金である。工場で使用中のものは、工具鋼を使い表面研磨仕上げしたものを見受けたが、手持ち数量が少いようである。寸法と数量の確保がコイル溝の仕上り精度を向上させるために不可欠である。

5. 機械加工工程

5-1 工場概況

切削機械加工は大型機械工場、大中型機械工場、工具工場で操業されている。

いずれの工場も、仕掛品置き場を考慮してもスペースとしては充分である。併し、旧式機械の多いこと、使用されていない機械も散見されることなど作業工程の流れに最適なレイアウトになっているとは言えない。各設備を順次増設してきたためであると考えられる。

製品のYシリーズへの転換による加工内容の変化と加工機の自動化の導入に備えてレイアウトの最適化の検討が必要である。

5-2 設備内容

通常の工作機械の殆んどを網羅して設置している。いずれも旧式の機械であると言える。設備毎の詳細、仕様、精度の一覧表が無いので個々の機械について論ずることは出来ないが一般的な問題点について次項に述べる。

5-3 問題点

5-3-1 工場側が意識している問題点

- (1) 各機械の加工精度が悪い。特に縦旋盤の穴加工。
- (2) 各機械の切削能力が低い。旧式で力不足。
- (3) 生産性が低い。
- (4) 次のような新式機械を設置したい。

複数の機能(穿孔など)を持つプラノミラー(フレームの足用)	1基
フレーム端面加工用CNC機	3基
フレーム用NC中ぐり盤	3基
シャフトキー溝専用NCフライス	2基
ムーア式研磨盤(金型用部品)	1基
シャフト端部の複雑な加工用のNC盤	2基

(ラインカッター、光学投影機、ダイナミックバランサー引っ張り機、各種試験機、
铸造関係設備、溶接関係設備は他分野の項目で論じられる。)

5-3-2 調査団が気付いた問題点

- (1) 切粉の大きさと表面の酸化膜の色から判断して比較的重切削を行っていると思われる。各機械が比較的華奢に出来ている割には重切削であり、機械の剛性の弱さから精度の低下を来しているのではないかと考える。また、各機械を構成している主構造材が全て鋳鉄であり、鋳鉄の弾性係数は鋼材の半分しかないので、切削加工力による構造材の撓みが大きくなって精度を落としていると考えられる。

- (2) 切削油を殆ど使用していない。加工対象にもよるが切削抵抗を減らす工夫として、また精度を上げる方法の一つとして切削油の適用加工も考慮したい。
- (3) 縦旋盤で加工しているフレームのテーブルへの取り付けが弱弱しく見える。取り付けの金具が小さく華奢である。
- (4) 大型のベッドの底面を全面切削加工していたが無駄のように思われる。できるだけ熔接前の部品加工を多くし、熔接後の機械加工を減らすことが望ましい。
- (5) 大型のプレーナーで小さいストロークの加工を行っているのが目立った。大きな機械による無駄な往復運動の切削であり生産性の低下を来たす原因となっている。
- (6) 鋳物部品も、溶接部品も、切削されている駄肉が多過ぎるように見られた。
- (7) フレーム用中ぐり盤は特に剛性の高い機械を選定すること。床式の型がよい。しかし、固定子枠の内径加工だけを考えるのではなく、機械加工全体をみた加工時間の削減をはかるために、最近では、NC化された複合機械が採用されることが多い。

6. 溶接工程

6-1 工場概況

約10,000㎡の工場敷地に比較的余裕を持ってレイアウトされた溶接工場である。従業員111名（うち直接員62名）で、月間約300tonの生産を行っている。第2図（III-30頁）はこの溶接工場の全体平面図である。

主要製品：端蓋、モーターベッド、モーターフレーム

材 質：Q235A、45鋼、ZG25（軟鋼材）

溶接棒材質：J422、J507、A102、J506、H08Mn2SiA、直径3.2~4.0

（台湾の投資で建設された錦州の工場の製品）

加工内容：ガス切断、板曲げ、電弧溶接、ガス溶接（<1mm厚）

6-2 主要工場設備

詳細な設備表は無いが、回答書及びレイアウト図から読みとると

溶接機 CO₂ 18台、交流電弧溶接機 6台 計24台

自動(NC)ガス切断機 2セット

半自動ガス切断機 2セット

ローラー矯正機 1ライン

プレス 500t(油圧)・200t(フリクション) 各1台

ベンディングローラー 2台

ブレーキングマシーン 1台

溶接姿勢変位機 3台

溶接棒は乾燥剤入りの保管箱に収納

工作機械：ラヂアルボール盤 1台、旋盤 2台、型削盤 1台、ミリングマシン 1台、

ボール盤 1台、剪断機 2台、台車 16t・25t 各1台

その他：クレーン、各種工具等

6-3 生産の計画と実行

生産は本事務所の月次生産計画に対し、現場で在庫、仕掛りを勘案した実際的な生産計画に修正し実行している。第2-3-1表は草案、第2-3-2, 3, 4表は現場案である。第2-3-5表は検査表、第2-3-6表は改善提案賞金である。

6-4 ガス溶接・切断作業

1mm程度の部材は酸素-アセチレンによるガス溶接によっている。最大厚の切断は80mm厚の板である。

6-5 溶接技能工

技能レベルによって1~8級にクラス分けられている。5~8級は国家資格として認められている。

瀋陽電機工場としてはこのほかにA・B・C(=初・中・高)の3クラスの資格を設定中で

ある。

6-6 製品検査

溶接検査は目視、磁粉、ダイチェック、超音波の探傷法によっている。

不良率は	優等品72%
	合格品25%
	不良品3%

であるが、不良品は全て修復されて合格品となるので、最終的には不良品はゼロとなる。放射線テストを行う場合は外部機関に委託している。

6-7 溶接設計標準

GBJ17-88の基準によっている。

6-8 溶接工程の問題点

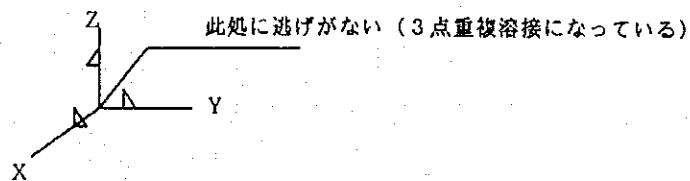
6-8-1 溶接工場として認識している問題点

- 1) 6mm以下の切断にレーザー切断機を導入したい。(6mm以下の板はガス切断が難しい)
(後日、6mmを8mmに訂正の連絡があった。)
- 2) 大型製品も収容出来る焼鈍炉が欲しい。
2000×500×500の部品を8個収容したい。月産200個目標
- 3) 管理関係の次ぎのようなソフトが欲しい。(現場側の要望)
生産計画、輸送計画、統計、返饋(=工場側の生産計画で上申用)
- 4) Yシリーズ専用の溶接機(現場側の要望)
- 5) 自動操作溶接機

6-8-2 本格調査中に気付いた問題点

- 1) 熔接ビートが不整であり、時にはビートの不連続部があった。
- 2) X-Y-Zの3点接合部が多いが逃げが全く無かった。

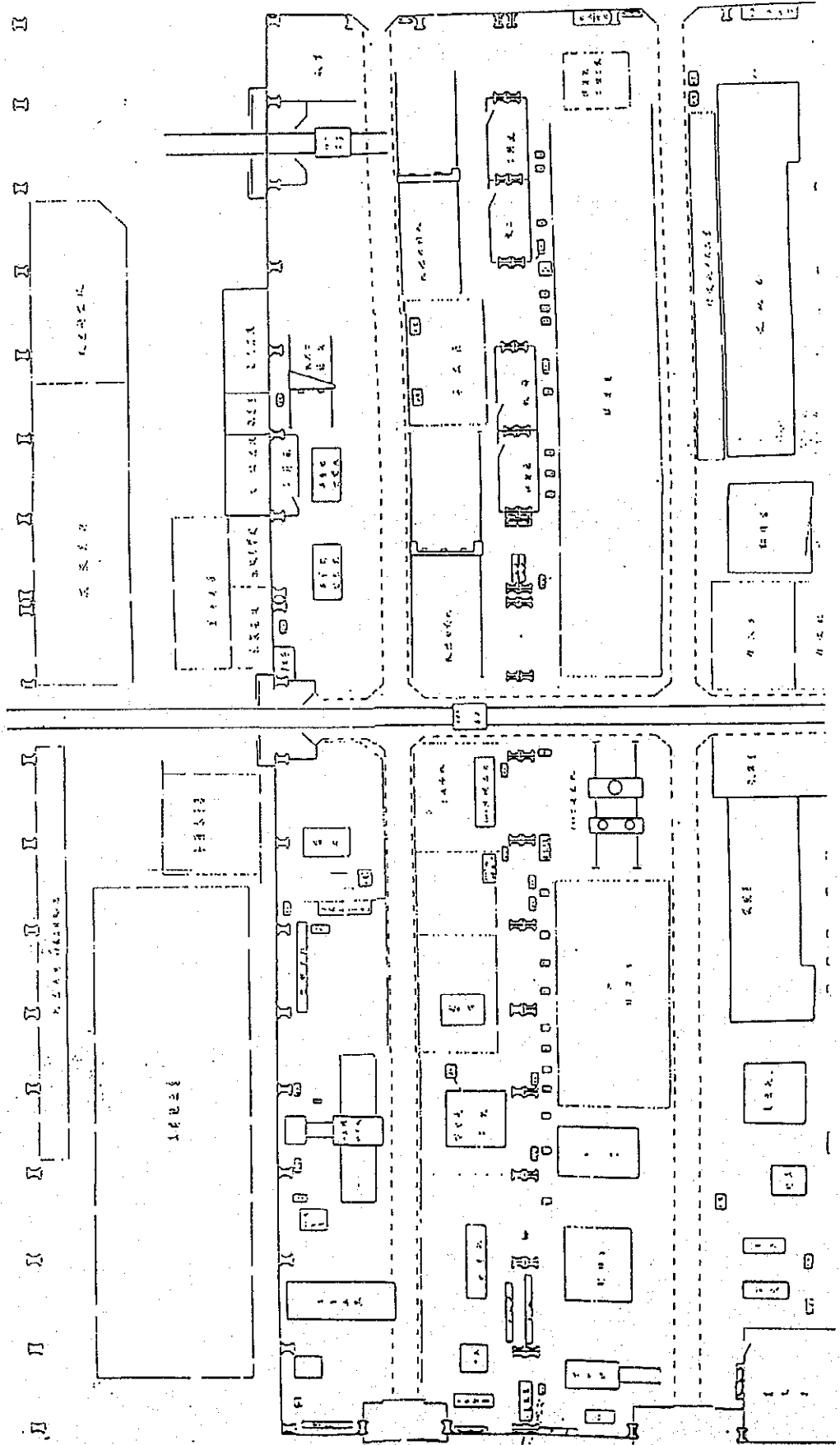
図示すると



- 3) 熔接時、切断時のフェューム吸収装置が不十分であった。

第 2 图

定 额 单 元 管 理 示 意 图



第 2-3-1 表
(入手資料)

漆 二 月 份 生 产 作 业 计 划 草 案 第 一 页

产号	型号	规格	电压	特殊要求	新投	累计投入	二月		三月		四月	
							产量	产值	产量	产值	产量	产值
G011	YK1000-2-990	1000	6KV	上水冷		4		3-3000	33			
G012	"	1000	6KV	下水冷		1		1-1000	11			
G014	"	1000	"	防护式		3	3-3000	33				
G041	1600-2-990	1600	"	上水冷	4	12			5-6000	71.5	4-6400	57.2
G051B	1800-2-990	1800	6.3KV	"	3	3	两部出线		1-1500	15.9	2-3600	31.8
G052A	"	"	6KV	下水冷N	2	2					2-3600	31.3
G061	2000-2-990	2000	"	上水冷		3	3-6000	54.6				
G081	2240-2-990	2240	"	"	3	3					3-6120	55.9
G061A	"	"	6.3KV	"	2	7	恢复生产		5-11300	93	2-4480	37.2
G121	3200-2-1120	3200	5KV	"		3			1-3200	22.3		
G151A	5000-2-1430	5000	6KV	"(G1510改)		2	2-10000	70	按联单生产			
G531A	2240-2-1120	2240	10KV			1	1-2240	16.9				
	YK 计						9-21240	176.5	16-29200	246.7	13-24800	212.8

第二-3-2 表

() 月份生产作业计划

机床制造部

年 月 日 共 页 第 页

序 号	产 号	名 称	规 格	电 压	电 流	材 质	单 位	合 计	进 度	计 划	
										在 制	新 装
	X66A	X450-2/180	1250KV	6KV	1			750"	9月18日		
	T228C	XK1250-16/170	1250KV	"	3		475"	1425"	8月18日		
	R06	XR620-2/180	630KV	"	1	开盾式		343"	9月18日		
	X13	X1250-8/180	1250KV	"	1			501"	9月18日		
	R23	XR11344-13	630KV	3/6	1	开盾式		474"	8月18日		
	S03	X1280-3-8/16	1250/630	6KV	1			720"	8月18日		
	G02P	XK1250-2/190	1250KV	6KV	1	下15分		539"	9月18日		
	G512	XK1000-3/190	1000KV	10KV	4	下15分	603"	282"	8月18日		
	G015	XK1000-2/190	1000KV	6KV	1	管通前15		510"	9月18日		
	R417	XRKS450-10	355KV	3.3KV	1	H		470"	8月18日		
	R5142	XRKS530-10	450KV	3.3KV	1	H		450"	8月18日		
	M203	XWR1620-6	355KV	6KV	5		820"	4000"	9月18日		
	R01A	XK1000-6/180	1000KV	6KV	2	单轴伸		200"	9月18日		
	T362	XK2000-18/110	2000	6KV	2		367"	234"	9月18日		
	3360	TSL177-8	210KV	380V	3			170"	8月18日		
	G154	XK5100-3/140	5000KV	6KV	1			470"	9月18日		
					29			11218"	9月18日		
								总计: 11218"			

部 批 8月18日

X200 X355A-2-8 160KV 1993KV

() 月份生产作业计划

此电机(组)

年 月 日 共 页 第 2 页

车间
设备

序号	产号	名称	规格	价格	计划	量		备注	日期	其他
						在制	新投			
		注意:								
			R472	YR165K50-10	10			355KW	3.3	1台
			R5742A	YR165K50-10	10			450KW	3.3	1台
			以上两种产品是重复加工	牙品						古班煤进苏和成
		T2282	3台	R231台	503	1台				370A 3台
		以上产品是在2610前完成								完规范
		G572	241100-2/30	205冷						青班探计划
		T200	TK180-18/120	1800KW				6KV		2台
		T201	TK550-14/200	500KW				6KV		2台
		T209	TK350-14/270	500KW				6KV		3台
		T260	TK370-14/170	300KW				4KV		2台
		以上4种产品是前加								负责鞋和编板下料

附表

附表

第 2-3-4 表
(入手资料)

() 月份生产作业计划

批号机生:01

年 月 日 共 页 第 3 页

车间

序号	产号	名称	规格	单位	在制	原单	下料		发		电焊		进度	备注
							日期	数量	日期	数量	日期	数量		
	X06A	X1250-6/180	1250x1200	1		1								8月同商品
		SE/020-722	盖板	1			13		14		14	19		
		SE/034-631	扣序	1			10		14		14	17		
		SE/090-052	转压板	2			10		10		10	13		
		SE/110-132	轴	1			15		15		15	15		60x80x70=6
		SE/1430-175	止逆轴	1					15		15	18		
		SE/334-01067	密封圈	4					15		15	17		
		SE/116-286-287	挡泥板	4					14		14	15		
		SE/114-323	端盖	2					15		15	17		
		SE/135-370	几脚	2					15		15	13		30x4 125 12x6 =1
		SE/190-648	瓦"卷"	1			10		15		15	13		40x46x70=1
		SE/110-688	盖板	2					15		15			4x46x70=1
		889	盖板	1					15		15			120x44 =2
		890	盖板	2					15		15			2 2x4
		SE/571-084	线盒	1					15		15	17		8月同商品
	7228	14250-16/15	14250x1600	3			115		104		104	122		
		SE/020-736	盖板	1			10		15		15	19		

附表

共 页

盖板检查

报检单位: 沈 报检及检查结果通知单 沈电机检验 1 表 图号:

序号	产品名称	规格	加工号	加工工序	报检数	合格品	一等品	不合格	返修	工废	料废
1	盖板	G7012 YK1800-2	20	20	20	20	0	0	0	0	0
2	盖板	G70413 YK1800-2	20	20	20	20	0	0	0	0	0
3		G70504 YK1800-2	20	20	20	20	0	0	0	0	0

不合格原因:
1
2
3

报检人: 张祖悦 检验人: 李 日期: 94年6月25日

品質改善提案 賞罰

月班组 (个人) 产品质量档案

沈电机质管20表

姓名: 王美 工序: _____ 班组: _____ 操作者标记: _____



日期	产品型号名称	功率电压	产品编号	数量	一等	合格	返修	检查员	奖励情况 奖金(元)
5/10/15	R15/R155-15	1/1500	标准	1					26
	G014 Y2000-2	2/1500	标准	1					21
	Y151 Y22150-8		标准	1					35
	Y553 Y22550-6		—	1					
	G614 Y2200-2	2/1500	标准	1					38
	Y405 Y2200-8		标准	2					32
	G021 Y22240-2	2/1500	标准	1					24
	Y335 标准		标准	2					40
	G041 Y21600-2	2/1500	标准	1					37
	Y21 Y355 标准		—	1					21

7. 鑄造工程

7-1 鑄造部品工程

7-1-1 工場概況

工場総面積約147,000㎡の内約10,000㎡(空き地を含む)の工場敷地に造形地・キューポラ・砂落とし場・砂処理装置など比較的要領よく配置された工場である。従業員は110名でその内10名が夜間のキューポラ熔製作業に従事している。

製品：FC15～20相当の材質の鑄物約500TON/月を生産している。製品の主なものは

第1-1-1表 (入手資料)

部品名	寸法(mm)	量(kg)	材質規格	最近1年の生産量と廃品率
11#-15# 機座	1280×1220×1012	1,500	HT200	5200TON, 5.4%
11#-15# 機座	1220×1220×270	220	HT200	
軸受座	1020×320×600	267	HT200	

である。

7-1-2 工場設備

キューポラ：5 T×2基 2基整備の1基稼働体制で500~600TON/月の生産は余裕がある。第1-2-1表はキューポラの夜間操業記録である。

第1-2-1表 (入手資料)

キューポラ夜間操業記録

夜班大炉化生産記録

夜班大炉熔化生産記録

沈电机铭32表

約

日期	自	1994年	5月	27日	生産值班人	白野
点火	18時	0分	实际化鉄	計	4時	45分
开风	18時	15分	化鉄总量	220000	公斤	风压 20.2MPa
第一次鉄	17時	5分	投炉批量	44	单位	500
停风	24時	0分	每小时化鉄			
大炉代班人	白野		用炉区分	东	流	代班人
				西	注	
<u>夜班記事</u>						

鍋容量は3 TONである。

その他：中子乾燥炉・焼鈍炉・砂落とし機・砂処理機・ショットブラス集塵設備など1式が揃っている。

型込：すべて手作業で鋳型は中子以外は生型である。機械込めは行っていない。

7-1-3 配合原料の割合

キューボラへの配合原料は下表の通りである。

第1-1-3-1表 (入手資料)

(鑄鉄 1ton 当たり)

熔製材	型 鉄	返り材	屑 鉄	コークス	そ の 他
HT200	58%	28%	14%	114kg	FeSi 1.2% FeMn 1 %

原料事情により構成は多少変動する。

原料成分の分析値は下表の通りである。

第1-1-3-2表(%) (入手資料)

装入材	C	Si	Mn	P	S	その他
Z22	>3.3	2.0-2.4		<0.15		
コークス	>75			<2		水分<5
屑 鉄	0.2	0.36	0.8	<0.06	<0.08	
低炭素鋼	<0.25	0.4-0.8	0.1	<0.1	<0.1	
中炭素鋼	0.25-0.6	0.4-0.8	0.1	<0.1	<0.1	
高炭素鋼	0.60-1.20	0.4-0.8	0.1	<0.1	<0.1	

Z22：鑄物用型鉄で規格品、小嶺・鞍山・本溪から購入する。

コークス：山西太原介休のコークス専門工場から購入する。

低・中・高炭素鋼：鞍山・武漢・烏陽（河南）から購入する。

熔湯分析値及び機械的性質は下表の通りである。

第1-1-3-3表 (入手資料)

製品規格	成 分 (%)				
	C	Si	Mn	S	P
HT200	3.2-3.5	1.6-2.0	0.8-0.9	0.15	<0.12
	強度(kg/mm ²)	伸 び	硬 度(HB)		
	16.3-22.4		192-236		

日本のJ I S規格のF C15~F C20に相当する材質と考えられる。

7-1-4 鋳物砂

鋳物砂は完全に単味で粘結剤も粘土1種類で下表の通りである。

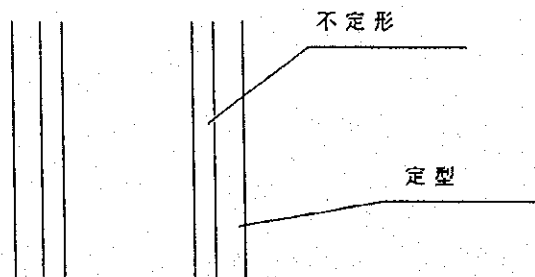
第1-4-1表 (鋳物砂構成)

重量% (入手資料)

新砂産地名	旧 砂	粘結剤	添加剤	水 分
七 棟 樹 三十里堡 内 豪 25%	75%	彫潤土(粘土) 5%		6%

7-1-5 耐火物

キューポラの内張りは定型耐火物をセットした上に不定形耐火物を上塗りしている。



定型耐火物は瀋陽耐火材料廠から購入、不定形材料は河南省鄭州の耐火材工場から購入している。

7-1-6 原材料の受け入れ検査

コークス、型銑、耐火物(不定形とも)、鑄物砂等、総て原則として受け入れ検査を行っていない。メーカーの当初データをそのまま使用している。

7-1-7 鑄込み温度管理

鑄込み温度は鑄造品によって若干の差があり1300~1350°Cの範囲である。温度測定はキューポラの出銑口部でサーモカプルを使用し1390~1420°Cを目安としている。鍋温度は1350°C、温口部で1310°Cを目標としている。

熔湯の分析

熔湯の分析は出湯毎に行っている。第1-7-1、1-7-2表は分析結果の例である。

溶湯分析 - 1

第 1-7-1 表

LD-513-3-1

溶湯時間: 1954年7月12日		報告時間: 1954年7月13日				
項 目 名	分 析 結 果					備 注
	炭 (C%)	硅 (Si%)	錳 (Mn%)	硫 (S%)	磷 (P%)	
347						
347	3.22	1.92	0.94	0.075		
348	3.28	1.96	0.93	0.072		
生鉄						
349	3.97	2.17	0.26	0.045		
350	3.97	1.88	0.26	0.030		
351						

主任

技 術 員

7/16 入

化 驗 員



7-1-8 乾燥炉

中子の乾燥に使用している。現状では十分な容量を持った電気抵抗加熱炉である。

7-1-9 焼鈍炉

大部分の鋳造品は枯らし (SEASONING) を行うために、野外に野積みをしている。野積み期間は3カ月であると言うが十分な枯らしを果たすためには3カ月と言う期間は時間不足と考える。全量を焼鈍炉に収容するには炉の容量が不足であると思われる。

7-1-10 砂落とし

タンブラー及び手作業で砂落としを行っているが、鋳物砂の焼き付きが強く十分な砂落としが困難である。

7-1-11 砂処理

砂処理機は十分な設備容量を有している。併し実作業では十分に活用されていない。単味の鋳物砂を使用し、特定の粘結剤、肌砂、樹脂砂などを使用していないために各砂の分離の必要性が無いことによると思われる。

7-1-12 鋳造品の検査

鋳造品の検査は目視検査(鋳放しとワニス塗りの後と2回行う)、磁気探傷法検査、ダイチェック検査、超音波探傷及び寸法検査によって実施される。放射線検査が行われていないので内部の欠陥は判定できていない。

第1-12-1表は目視検査の1例である。

7-1-13 木型

パタンは総てプラスチック型が使用されている。型は全品が屋外に野積みされている。

7-1-14 鑄造部品工程の問題点

7-1-14-1 瀋陽電機工場が申告している問題点

ノロの巻き込み、ガス抜き不良、型砂の巻き込み、寸法不良、パタンの変形、パタン構造の不合理的（特に大連近郊の郷鎮企業に外注した部品に関するものが多い。対策としては技術基準の遵守という定性的な意見だけを挙げている。

質問状に対する回答書及び現場調査時に各種資料の提供が求められた。これに対して現場で下記の資料を提供した。

J I S 2202	鑄物用銑鉄
J I S 5501	ねずみ鑄鉄品
J I S 5502	球状黒鉛鑄鉄品
鑄鉄解説	鉄鋼要覧 20、21頁
鑄鉄一般論	鑄物便覧 338～341頁
キューボラ資料	鑄物便覧 223～229頁
J I S G5901	鑄型材料
J I S G5902	鑄型用山砂
J I S K1408	けい酸ソーダ
J I S R2104	キューボラ用耐火レンガの形状及び寸法
J I S R2301	クロムレンガ
J I S R2701	黒鉛ルツボ及びその付属品
J I S K2101	コークス
J I S B0407	鑄鉄品普通許容差
J I S B0703	機械部品の丸み
鑄鉄の熱処理	鑄物便覧 534～539頁
鑄鉄鑄物の製造法と材質	鑄物便覧 53～76頁
鑄物工場の設備とレイアウト	鑄物便覧 37～51頁
造型材料と造型法	鑄物便覧 15～36頁

7-1-14-2 本格調査時に見出した問題点

- 1) 鑄肌への砂の焼き付きが強く、鑄肌も粗いこと
- 2) 故砂の破碎が不十分で大塊の故砂が造型に使用されていたこと

- 3) 原材料の受け入れ検査が全く行われていないこと
- 4) 機械的性質のテストにシャルピー値が外れていること
- 5) 鋳張りが多いこと
- 6) 肉厚の不同が多いこと
- 7) 寸法チェックに使用しているコンヴェックスルールが無規格品であった。
- 8) プラスチック模型が紫外線の強い屋外に山積みされている。紫外線による破損の恐れがある。屋内保管としたい。

7-2 アルミニウムの遠心鋳造

7-2-1 工場概要

本工場はプレス工場の一隅にあり、鉄心にアルミニウムを鋳入して回転子を製造している。工場見取り図を添付図面6に示す。

7-2-2 製品

製品は下記の第2-1表の通りである。

アルミニウム遠心鋳造製品 第2-1表 (入手資料)

部品名	サイズ(mm)	重量(kg)	材質規格	最近1年の生産と廃品率
アルミ回転子	Φ350/990 L250/1020	400/1500	電磁鋼 Al 99.7	2500台 1%

7-2-3 廃品の原因とその対策

(1) 廃品の原因と対策は次表のとおりである。

第3-1表

不良原因	表現順序	対 策
鑄込み温度の不適	3	操作と技術基準の遵守
材質不良	5	材質の厳格な検査と把握
部品設計の不良	6	合理的なエンドリング
鑄 巣	1	1) 三温(鉄心温度、金型温度、鑄造温度)、一速(回転数)の合理的な調整 2) 溶製を入念に 3) 金型表面に予め塗料を塗ること 4) 金型設計の合理化
突出部のクラック (エンドリング)	2	1) アルミ中の FeSi 比の調整 2) 溶融アルミ温度の厳格な管理 3) 厳格な作業規律 4) エンドリングの合理的な設計
操作ミス	4	1) オペレーターの質の向上 2) 真剣な技術規律の貫徹

7-2-4 アルミニウム溶解炉の仕様

アルミニウム溶解炉仕様は、次表のとおりである。

第4-1表 (入手資料)

溶接炉の型式と基数	容量(1ヒート ton)、KW、周波数	日溶解回数	炉の材質
OR270 2 基	270kg、75KW、50Hz	1	鋼板 耐火材 (FeNi抵抗線)
SDL900 1 基	270kg、75KW、50Hz	1	鋼板 耐火材 (カーボン線)

7-2-5 溶錬時の配合原料

配合原料 第5-1表 (入手資料)

材質規格	A1新	旧A1	A1屑その他
15kgインゴット	A199.7(95~99%)	0~5%

7-2-6 原料成分

原料アルミ、アルミ屑、その他添加剤の分析値を第4-6-1表 (入手資料) に示す。

第6-1表 (入手資料)

原料規格	化学成分 (%)					その他の成分
	Al>	Fe	Si	Fe+Si	Cu	
アルミインゴット	99.7	0.16	0.13	0.26	0.01	0.3
旧アルミ	99.5	0.45	<0.5	<0.5	0.01	<0.5

7-2-7 溶湯成分分析及び機械強度

溶湯の成分を7-1表に示す。

溶湯成分 第7-1表 (入手資料)

産品名称	成分
溶融アルミサンプル	Fe<0.45% Si<0.15% Fe+Si<0.5% Cu<0.0190% Al残

機械強度を7-2表に示す。

産品規格	強度 (kg/mm ²)	延伸率 (%)	硬度 Brinell(HB)
アルミ鋳物試片	5~12	10~25	30~35kg/mm ²

7-2-8 アルミニウム遠心鋳造仕様

アルミニウム遠心鋳造の型式とサイズを第8-1表に示す。

アルミニウム遠心鋳造の型式とサイズ 第8-1表 (入手資料)

設備名称	型番	サイズ
機械式装着型1基	自家製	中心高630mm以上鋳造可
油圧式 // 1基	//	// (故障)
手動式 // 1基	//	中心高315~630mm以上鋳造可

7-2-9 アルミニウム遠心鋳造回転数

ローター外形別の型式とサイズを第9-1表に示す。

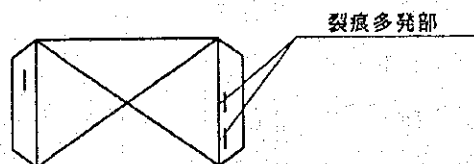
アルミニウム遠心鋳造機の回転数 第9-1表 (入手資料)

回転子外径	回転数 (rpm)
300~ 350	450~550
375~ 500	350~500
520~1,000	120~30

7-2-10 問題点

7-2-10-1 工場側が認識している問題点

- 1) 廃品の原因に述べている項目 (第3-1表)
- 2) 特にエンドリング部の裂痕発生



7-2-10-2 本格調査中に気付いた問題点

- 1) 遠心鋳造は旧式であり生産性も品質も向上させ難い。

2) 型の取り付けから製品の取り出しまで一貫して手作業であり、此の状態では生産性の向上は困難である。

8. コイル生産工程

8-1 設 備

設備の詳細は表8-1に示されているが、概要は以下のような構成である。

8-1-1 固定子コイル巻作業

- | | | | |
|-----|--------------|---|----|
| (1) | 水雷巻機械 | × | 1台 |
| (2) | 大型水雷巻機械 | × | 2台 |
| | (索線テーピング機付属) | | |
| (3) | コイル平開き機 | × | 3台 |
| (4) | 刷子式絶縁皮ムキ機 | × | 1台 |
| (5) | 引張成形機 | × | 3台 |

8-1-2 固定子コイル固め作業

- | | | | |
|-----|------------------|---|-----|
| (1) | スロット部ヒートプレス | × | 25台 |
| | (電動加熱式油圧/空気圧プレス) | | |

8-1-3 固定子コイルテーピング作業

- | | | | |
|-----|-------------|---|-----|
| (1) | 汎用手動テーピング機 | × | 9台 |
| (2) | 半自動小型テーピング機 | × | 10台 |
| (3) | 自動中型テーピング機 | × | 2台 |
| (4) | テーピング用作業台 | × | 13台 |
| (5) | コイル絶縁補助用作業台 | × | 14台 |

表 8 - 1

コイル工場；改造前主要生産設備（本格調査時の回答書による）

設備名称	型式	台数	略注
1) ラジアルボール盤	Z3025 × 1K	1	
2) 堅型フライス盤	X53T	1	
3) 万能フライス盤	X62W	1	
4) 4本柱プレス機	500T	1	
5) 油圧プレス機	250T	1	
6) セーパー盤	B60100	1	
7) 普通旋盤	C620G0	1	
8) シャー切断機	Q11-3 × 1200	2	
9) 天井クレーン	10.5M 5T	1	
10) 誘導電圧調整器-230	250KVA	1	
11) コイル捲線機	自家製 M8521	11	専用設備
12) 高圧用テーピング機	自家製	5	専用設備
13) ヒートプレス	自家製	24	専用設備
14) パーコイル用ロールヒーター	M9221	2	専用設備
15) 横型テーピング機	自家製	10	専用設備
16) コイル引っ張り成形機	自家製	3	専用設備
17) 水雷コイル拡張機	自家製	1	専用設備
18) レベラー付き平銅切断機	自家製	1	専用設備
19) 磁極コイル平打ち巻機	自家製	2	専用設備
20) 貨物用エレベーター	3T	1	
21) 銅バー用整形機	M913	1	
22) 平打ち捲線機	M9012	1	
23) ロールヒーター	M9221	2	
24) 捲線機	M054	1	
25) テーピング機	M9016	2	
26) 油圧プレス	YS71-500T	1	
27) ビーム型チェーンブロック	2T	2	
28) ジブクレーン	400KG	2	
29) 突き合わせ溶接機	25KW	2	
30) 突き合わせ溶接機	10KW	2	
31) 突き合わせ溶接機	5KW	1	
32) シリコン整流器盤		3	
33) 突き合わせ溶接機	3W	3	
34) コイル用冷蔵庫		1	
35) 平直シャー切断機	M913	1	
36) サイリスター式電源設備		1 セット	
37) 油貯蔵ドラム		1	
38) 油貯蔵タンク		1	
39) 大型両面加熱プレス		4	
40) 手動テーピング機	M906	10	
41) 転移用装置		2	
42) 巻線板		1	
43) 平打コイル成形装置		1	
44) コイル固化成形用ヒートプレス型		2	
45) 空調設備		1 セット	

8-1-4 回転子用バーコイル作り

- (1) レベラー付バー材切断機 × 2台
- (2) バー曲げ用プレス機 × 9台
- (3) スロット絶縁加熱巻付機 × 2台
- (4) コールドプレス機 × 2台
- (5) 絶縁用作業台 × 約10台

8-1-5 同期機磁極コイル製作

- (1) コイルエッジワイズ巻機 × 2台
- (2) コイル成形用油圧プレス × 2台
- (3) コイル用ヒータープレス × 1台
- (4) フリクションプレス × 1台
- (5) コイル部品用工作機械 × 4台

8-1-6 設備レイアウト：図8参照

8-2 作業方法の概要

8-2-1 低圧用固定子コイル

エナメル絶縁丸銅線を、巻線機に取付けられた木製の巻枠に巻付けて、亀甲形あるいは小判形の低圧コイルを製作する。

製作された低圧コイルは、数ヶ所をテープで束ね締められてコイル組込み職場へ送られる。

8-2-2 高圧用固定コイル (VPI 方式)

(1) 絶縁電線

二重ガラス、フィルム巻平角銅線が使われる。ガラス被覆部に塗布された絶縁ワニス
は半硬化状態で、木製ドラムに巻かれて入荷する。

(2) コイル巻きと成形

絶縁電線は、コイル巻機によって水雷形に巻かれた後、崩れ防止のために水雷コイルの全周が綿テープで手巻きされる。

コイルの口出線部分の絶縁被覆を、ワイヤ刷子式皮ムキ機で除去した後、引張成形機によって亀甲形に引張り開きされると共に、コイルエンド部が指定の湾曲線になるように成形される。両側のスロット部がヒートプレスに掛けられ、この部分の電線相互間を固着させる。

(3) 絶縁テーピングの準備

崩れ防止のために巻かれた綿テープを剥した後、口出線部分に補強のための絶縁テーピングを行う。

(4) 絶縁テーピング

若干のコイルエンド部を含むスロット部分に主絶縁用テープがテーピング機械によって、1/2 重ねで指定回数だけ巻付けられる。

次いで、コイルエンド部に同じ主絶縁テープが手巻き作業によって、1/2 重ねで指定回数だけ巻かれ、その上にコイル全周に亘って保護テープが巻かれる。

8-2-3 高圧用固定コイル(レジンリッチ・ヒートプレス方式)

(1) 寸法的に VPI 方式が不可能な場合や、特別な修理品の場合には、レジンリッチ方式が採用される。

(2) この方式は、頭部を除くコイルエンド部とスロット部に樹脂含有量の多いレジンリッチ絶縁テープを巻いた後、ヒートプレスに掛けてスロット絶縁部を加圧加熱成形する方式で、その作業状況を写真 3-19 に示す。但し、これは事前調査を行った 3 月時点のもので、本格調査実施の 7 月時点には、この方式の作業は行われていなかった。

8-2-4 回転子バーコイル

(1) バーコイル成形

コイル用材料の平角銅帯変形部が、レベラーでもって矯正された後、必要長さに切断される。

バー両端の接続部が、必要により、半田メッキされた後、専用のバー曲げプレスによってコイルエンド部と口出部が成形される。

(2) スロット部絶縁

スロット絶縁加熱巻付機を使って、半硬化状態のフィルムサマイカガラスクロスシートが指定回数巻付けられ、次いで、コールドプレスで加圧固化される。

(3) エンド部絶縁

コイル両側のコイルエンド部に絶縁テープが手巻きされ、更にその上に保護テープが手巻きされる。

8-3 コイル生産工程の問題点

8-3-1 電線材料の保管について

(1) ドラムに巻かれて入荷する絶縁電線は、コイル巻き職場の奥の材料庫内に、中小サイズのドラムは縦積みで、比較的大きなサイズのドラムは柱に近い空間部に横置きされている。

(2) 製品の主体をなす高圧コイル用の絶縁電線は、その表面処理ワニスが半硬化状態に止めてあるので、保管の際は防塵対策と保管期間の管理が特に必要であるが、実態は充分なものとは言い難い。

(3) つまり、ドラムの外周部に巻かれる防塵用のペーパーカバーは脱落したままのものが多く散見されたし、入庫期日や保管期限の表示は行われていない。

(4) また、絶縁被覆の色の濃さや硬さに、比較的差が認められた。作業時の絶縁被覆の損傷やコイルスロット部の固着性に差異が生じ易く、作業管理が難しいと思われる。

8-3-2 コイル巻き作業（写真3-20参照）

(1) この作業は全体的に良好である。作業速度は平均以上であるし、巻かれた水雷コイルの電線の並びも良い。

(2) また、写真3-20で知れる様に職場内は整理されているし、口出線も綺麗に揃って並べられている。

(3) 強いて言えば、コイル巻機と電線ドラムとの間に置かれたブレーキ兼案内具の周囲に電線被覆から剥れた半硬化樹脂の固着が見られたことと、写真3-20の中部部に、1台だけ車輪なしの完成コイル置台が使われていたことに改善の余地がある。

8-3-3 コイルの保護テーピングと被覆剥し (写真3-21参照)

(1) 写真3-21は、コイル成形作業に先立つ保護テーピング作業を示している。職場内は、全体的に整理され、清潔に保たれている。

(2) 然し、左側に見える水雷コイルの手前の群は交差して、中間の群は山積が崩れた状態で、また遠くの群は乱雑に積重ねられ、口出線も少々乱れて置かれている実態がわかる。

(3) 次に、口出し部分の絶縁被覆がワイヤ刷子式皮ムキ機で除去されるが、この作業での剥し長さ管理は雑である。

(4) 被覆剥し作業を終えたコイルは、写真3-22のように山積みされていた。コイルの山の崩れや口出し線の曲りなどは、コイル絶縁を傷つけ、変形させる原因になることが多い。

8-3-4 引張成形作業 (写真3-23参照)

コイルの引張り成形は、写真3-23に示すように専用の引張成形機によって行われる。この専用機は自家製であって、十分な機能を持っている設備と見受けたが、近代化計画表の註訳には、機能的に不十分と記されている。細部の機能や精度については詳かでない。

コイルの引張成形作業で注意を要する項目について順次検討を進めてみる。

(1) コイルエンドの曲りと揃い (写真3-24参照)

コイルエンドは設計図面上、円錐表面上で、インポリュート曲線を描くように計画されているが、これを3次元的に達成させることは仲々難しい。使用している引張成形機には、この曲線を描かせるための案内機構部が備えられておらず、作業者の熟練に期待

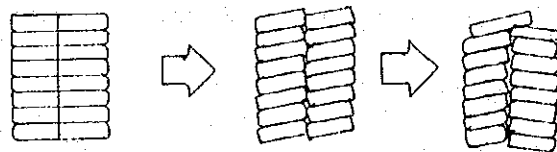
したハンマリング作業によっている。今ひとつの問題は、この曲線が幾何学的に厳密に正確であることよりも、むしろ1台分のコイルのエンド形状がすべて等しく揃っていることを要求することで、これも作業者の技能熟練度に期待しているのである。

写真3-24は完成した固定子巻線のコイルエンド部を示していて全体的には良く出来ているように見える。しかし細部を観察してみると、たとえば○付矢印部のコイルエンド間隔は異常に広く、×付矢印部のそれは異常にせまくなっている。また、その近辺のコイルエンドの湾曲状態を見てみると、結構不揃いであることに気付くであろう。

コイルエンド隙間の不揃いは、冷却効果の低下と電氣的ストレスの局部的上昇を招くもので、避けなければならない。

(2) コイルエンド部での電線束の崩れと交差

高圧コイルには普通平角銅線が使われる。引張成形の時、コイルエンド部の平角銅線は、曲りの容易なフラットワイズ方向よりも、むしろ曲りの困難なエッジのワイズ方向により大きく曲げなければならない。しかし、このエッジワイズ曲げが充分に行われないと、例えばコイルのスロット直線部からコイルエンドへ移行する湾曲部で、押さえが不充分であるとひねりを伴った立体的な曲りになって、次図のように、左右2列に並ぶべき平角銅線が斜にずれて強い角部当りを生じることが少くない。これがひどくなると、横に隣合う電線の上に乗り上げて、交差状態になり、電線束の崩れを生じることもある。



工場内で引張成形後のコイルを、上記の観点で調査した結果、多数のコイルにこの種の異常曲りや、電線交差の不具合が生じていたことを報告しておき度い。

また、この現象は、コイル頭部の曲り部でも発生し易いことに注意しなければならない。

このような電線束崩れや、交差が生じている場所では、表面のガラス被覆が簡単に破れ、内側のフィルム絶縁層で辛うじて電氣的耐力を維持している場合が珍しくない。上述のような電線変形と共に、表面ガラス被覆の破れは、容易に、而も多数のコイルで見えるのが実態であって、巻回間短絡の危険が潜在している。

ここでも、常に初めから良いものを作ると言う仕事の基本を徹底させる必要がある。

8-3-5 スロット部の加熱加圧硬化作業

(1) 引張成形の終わったコイルは、コイルのスロット直線部がヒートプレスで加熱加圧硬化される。使用されている2重ガラスフィルム巻電線は、被覆表面に塗布されたワニスがか半硬化に止まっているのを利用してそのままヒートプレスに掛けて硬化させる場合と、スロット部に樹脂を塗布した後に加熱加圧硬化させる場合とがあった。

尚、離型用には高価なテフロンシートが巻かれている。

(2) 次の工程の絶縁テーピング準備段階で、コイルスロット部の固着状況を調べた処、接着状況は充分、不充分とマチマチで管理されている状態ではなかった。強く固まっているもの、わずかな力で左右の電線列に剥れるもの、或いは、電線が2~3本ずつの群に部分的に剥れるものなど様々な状態であった。

8-3-6 絶縁テーピングの準備作業 (写真3-25参照)

(1) ここでの準備作業の主体は、崩れ防止用綿テープの取外しと、口出部絶縁補強のためのテーピングである。しかし、上述のような電線束の崩れや交差、電線絶縁の破れ、あるいはスロット部の電線接着剥れなどが多い現状では、併せてこれら不具合い部分の補修を行うことが必要である。

(2) 写真3-25は、スロット部の電線固めが終って、この職場に入って来たコイルである。口出し部の電線が勝手な方向に折れ曲り、からみ合っていて、絶縁を傷つけたり、あるいは作業をやり難くしている。

8-3-7 絶縁テーピング作業

(1) 主絶縁である集成マイカ両ガラステープが、汎用手動テーピング機でコイルに巻かれている。この機械はテープの2個同時巻で、コイルの保持と送りは手動であるけれども、別に縦軸方向の連動送りガイドを備えているので正確な1/2重ねの高速作業が実現している。

(2) 半自動小型テーピング機械はすべて休止中であつたが、中型用のテーピング機械より順調に活用されていた。

(3) 使用している VPI 用の主絶縁テープは、樹脂含有率が比較的高いようで非常に柔らかく、気温の高い季節のテーピング作業に適しているであろうが、気温の低い季節にはテープが硬くなって作業性が可成り低下し、テープの締め具合も悪化することが懸念される。

(4) 引続くコイルエンド絶縁と表面仕上げテープは手作業で巻かれる。後者の巻終り末端処理は丁寧に、綺麗に糸で縫い止めされていた。糸のほつれを生じ易い収縮性を持つポリエステル繊維混紡のガラステープを使っているためであろう。

8-3-8 絶縁構成

(1) 低圧固定子巻線

※乱巻コイル用丸電線：ポリエステル系エナメル丸銅線

($\phi 1.4, \phi 1.5$ 等) QZ-1/155 I or II
QZ-2/130or155

※型巻コイル用平角電線：2重ガラス繊維巻平角銅線

SBEB/130or155

※対地絶縁：複合絶縁シート：DMD 或いは NMN

(2) 高圧固定子巻線（3 KV、6 KV 用 VPI 方式）

※電線：2重ガラス繊維、フィルム巻平角銅線（自粘性）

SBEMB-50/130、絶縁厚（両側）0.5mm、絶縁耐力4500V、SBEMB-50/155、同上

前者はB種用ポリエステル系フィルムを使用し、後者はF種用でカプトン系フィルムを使用していて、電線絶縁自体がターン間絶縁を兼ねている。

※口出部、接続部絶縁：三成分集成マイカテープ、0.14厚×25幅

(3) 高圧固定子巻線（10KV 級用 VPI 方式）

※電線：2重ガラス繊維、フィルムマイカ巻平角銅線（自粘性）

SBEMB-2、絶縁厚（両側）0.9mm、絶縁耐力10KV、この絶縁電線は、6 KV のものに更にマイカ絶縁を加えて耐コロナ性を向上させ、絶縁厚の増加に伴い耐電圧値も大きくなっている。

絶縁の構成が複雑で厚くなっているためであろうが、電線には約1cmピッチの軽い波打ちと絶縁層の厚さムラが生じているので、占積率向上のために至急改善することが望ましい。

※対地絶縁と口出部補強絶縁：上記(2)と同じ

(4) 高圧固定子巻線（6KV、10KV級旧方式）

この方式は順次上記の(2)、或いは(3)の方式に切替えられて行くとのことであったが、調査段階では、2極機と思われる大型コイル2台分が水雷巻き作業中であった。

2重ガラス繊維巻平角銅線の2本並列束に、片ガラス片フィルム巻集成マイカテープが1/2重ねで機械巻きされてターン間絶縁を構成し、引続いてこれが水雷巻きされていた。旧来方式の典型的な構成で、特に占積率上の欠点を有している。

水雷巻きされたコイル頭部には、柔軟性とターン間絶縁補強のためにDMD、あるいは、NMNの複合材の端冊状ライナーの挿入作業が行われていたが、残念ながら次の3点で十分な品質状態ではなかった。

即ち、①ライナー長さ寸法は、図面指定が250mmであるのに対し、現品は殆んど200mmと短い。

②ライナー長さが200mmと同一でなく、寸法ムラがある。

③ライナー挿入位置が内径から外径に向って一様に均等でなく、乱雑、不揃いに挿入されていた。

指定通りに、正確にと言うのが、良い品質の機械を作る時の基本である。

(5) 高圧固定子巻線（模圧/レジソリッチ・ヒートプレス方式）

VPI方式が採用できない大型の機械や、修理品のコイルに使われている筈である。

※対地絶縁とコイルエンド絶縁：

5438-1：両面ガラス、集成マイカテープ

0.14厚×25幅で樹脂含有量が多いと見受ける。

絶縁耐力24kV/mm、 $\tan\delta$ 130°C 5%以下

硬化時間 (170±5°C) × (14~19分)

加熱加圧硬化されるスロット直線部に離型のために巻かれるテープに高価なテフロンテープが使われていたと記憶する。

コイルエンド部は、コイルを溝に組込む際に必要な柔軟性を残すために、加熱硬化されない。

(6) コロナ防止処理

3 KV、6 KVのコイルに対しても原則的には、コロナ防止処理を行わない。ただ、顧客からコロナ防止処理を行うよう要求があった場合と、使用場所の標高が1,000mを超える場合のみ処理を施す。10KV級に対する標準は確認していない。

コロナ防止処理層の抵抗値は、スロット直線部の低抵抗部が $10^{-3}\Omega$ 、コイル端部の高低拡部が $10^{-11}\Omega$ と標準的な値を採っている。

このようなコロナ防止処理の適用基準は、十分な技術的根拠と実績に基づいているのだろうけれども、我々の理解では、3 KV以上のコイルにはスロット部に、また6 KV以上のコイルにはその端部にもコロナ防止処理を施すのが標準になっている。運転電圧に対してだけでなく、耐圧（過電圧）試験を実施する際にも異常に高いコロナが発生しないように充分再検討することが必要である。

また、スロット部のコロナ防止対策として低抵抗ワニスを鉄心に吹付処理する方法を採用している。我々の理解では、理論的にも、また作業性からもこの方法の効果に疑念を抱くと共に、業界一般では実施されていないことを伝えておきたい。

(7) 回転子絶縁

平角銅線を使ったバーコイルが、1つの鉄心溝に1本ずつ入る構造が主体で、大型機の場合は1溝に複数コイルが挿入される場合もあろう。以上の構造では、普通対地絶縁がターン間絶縁を兼ねることになる。

※直線部対地絶縁

片ガラス、片フィルム集成マイカシート

複合材料 834-1、或いは841-1、0.15厚

※コイルエンド絶縁

ガラスアルキッド系ワニスクロステープ

8-3-9 固定子コイルの検査

完成した固定子コイルは、外観、寸法、絶縁構成、層間耐圧、対地耐圧、コロナ試験などが行われているとのことである。

※高圧コイル：(Uは定格電圧)

層間耐圧サージ電圧(ピーク値) : $(2U \times 2.5) \times 0.85KV$

耐圧試験：模圧(レジンリッチ)方式：2.75U+4500V/1分間

整浸(樹脂含浸)方式：7/3U+1KV/1分間

※低圧コイル

耐圧試験：2U+2500V10秒間

9. 表面処理(塗装)工程

9-1 工場の現状

1) 作業人員53名

モーターの外装は大中型工場の一隅で作業している。錆止め塗装の上に漆喰様の厚塗りを行っている。

2) 数mm位の厚さでその目的は判然としないが、錆肌のあらさをカバーしていると思われる。ベンゼン臭の強烈な此の塗料を左官塗りしている。

3) 製品物は屋外で銀砂でショットブラーストした後に噴霧塗装(スプレーガン使用)及び手塗りを行っている。

9-2 工場側の対策

塗装については環境安全の見地から工場自身で対策をとると言っている。ショット、塗装、乾燥、塗料等について対策を急ぐ必要がある。

塗料、塗装の参考として資料 33 を提出する。

提出資料 33 塗装

提出写真 67 左官的塗装作業(ベンゼン臭強し)

〃 68 漆喰のような厚化粧(数mm)

〃 69 同上

〃 70 仕上げ塗装

〃 71 漆喰(?) 待ちの部品