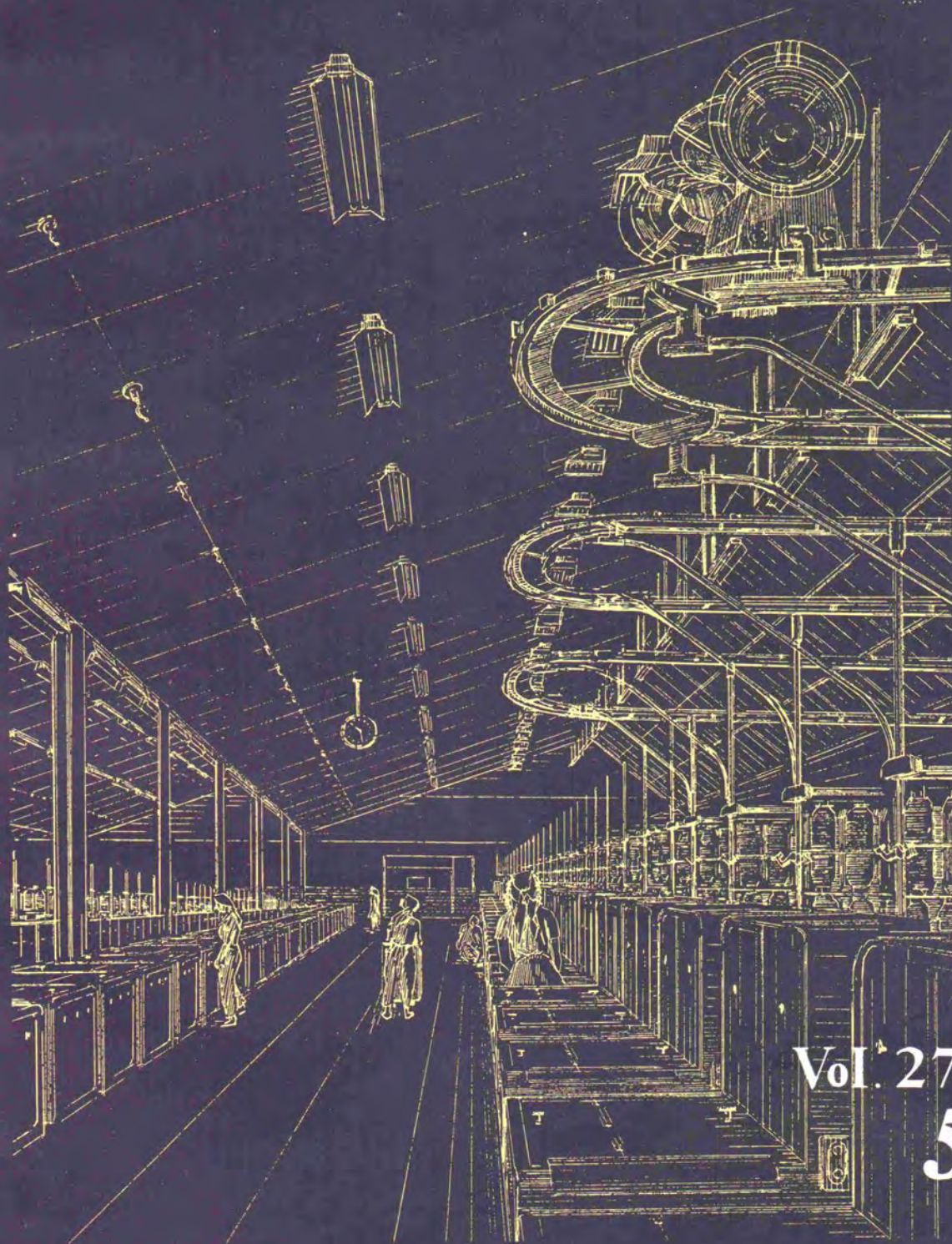


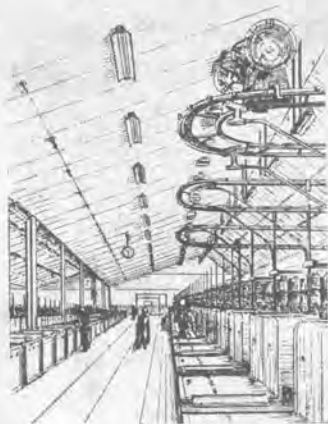
MITSUBISHI DENKI

三菱電機



Vol. 27 1953

5



MITSUBISHI DENKI

三菱電機

表紙説明

表紙のメイン画は近代化された某紡績工場の電気施設で三菱蛍光ランプにより工場内を非常に明るくし、作業時間は正確な三菱電磁時計を使用し、また綿塵が機械に付着して循環油の吸い取り、機械の汚れ、製品に付着するなどを防止するため三菱移動ファンによつて強風を送り、機械付近に綿塵を積らせないような装置になっております。

なお機械の駆動用電動機は振動なく能率高い当社製品が使用されています。

昭和 28 年 第 27 卷 第 5 号

目次

| | | |
|---------------------|-----------|----|
| 夏瀬発電所水車について | 永室 寛 | 2 |
| 夏瀬発電所の発電機および配電盤 | 鈴木正材・松尾潔 | 8 |
| 綿紡織工場における動力測定 | 白田長一 | 12 |
| 形式シキ 120 大物車について | 秋山元節 | 20 |
| 名古屋鉄道納カルダン・ドライブ電車 | 松田新市 | 23 |
| 鋳物砂型の高周波乾燥の基礎実験について | 馬場文夫・渡辺文明 | 26 |
| 高周波鋳型乾燥機 | 吉田武彦・東田孝彦 | 30 |
| (速報) 三菱テレビジョン受像機 | | 35 |

三菱電機株式会社

本社

東京都千代田区丸の内(東京ビル)
(電) 和田倉 (20) 代表 1631・2331

研究所 兵庫県尼崎市南清水

神戸製作所 神戸市兵庫区和田崎町

名古屋製作所 名古屋市東区矢田町

伊丹製作所 兵庫県尼崎市南清水

長崎製作所 長崎市平戸小屋町

大船工場 神奈川県鎌倉市大船

世田谷工場 東京都世田谷区池尻町

郡山工場 福島県郡山市宇境橋町

福山工場 福山市仲野上町

姫路工場 兵庫県姫路市千代田町

和歌山工場 和歌山市岡町

中津川工場 岐阜県中津市駒場安森

福岡工場 福岡市今宿青木

札幌修理工場 札幌市北二条東12

大阪営業所 大阪市北区堂島北町8番地1

(電) 福島 (45) 5251-9

名古屋営業所 名古屋市中区広小路通

(電) 本局 (23) 6231-5

福岡営業所 福岡市天神町(三菱ビル)

(電) 西 (2) 5821-5825

札幌営業所 札幌市南一条西5の14

(電) (2) 2378・3911

仙台事務所 仙台市東一番丁63

(電) 仙台 2573・8057

富山事務所 富山市安住町23の2

(電) 富山 4692・5273

広島事務所 広島市袋1町(明治生命ビル)

(電) 中 1069・4824

高松出張所 高松市南紺屋町34の3

(電) 高松 3178・3230

小倉出張所 小倉市博労町63(富士ビル)

(電) 小倉 3614

品質奉仕の三菱電機

夏瀬発電所水車について

新三菱重工業株式会社神戸造船所

氷 室 寛

Water Turbine of Natsuse Power Station

By Hiroshi HIMURO

Kobe Dockyard, Mitsubishi

Heavy Industry Reorganised Company

A Francis turbine delivered to Natsuse Power Station of the Tohoku Electric Power Company has been built to take the place of Kaplan Type machine which has monopolized relatively low head application. With its high efficiency as well as less building cost and maintenance, it is claimed to be more advantageous for a peak load power plant. High specific speed, welded casing at the site and many other features are worthy of report.

1. ま え が き

水力発電所の開発は、仏国、米国をはじめ世界各国において戦後再び活潑となつてきたが、その中には貯水式、低落差の計画が多いことは注目すべき現象である。したがってカプラン水車が、その発達に伴つて 30 m 以上にも使用されるようになり、ますますその使用限界が拡つて来た。しかし出力および落差の変動の少い、尖頭負荷発電所においては、製作費の低廉および運転保守の容易な点よりフランシス水車の方が有利な場合が少くない。この意味において、東北電力株式会社夏瀬発電所に納入した水車は、フランシス水車としては高い比回転数を有し、貴重な示唆を与えたものといえる。ことに本水車は模型試験の結果高効率を得ており、フランシス水車を選択した意義を充分価値づけている。またその外、不銹鋼製ランナー、全溶接スパイラルケーシング、キャビネット型アクチュエータ等の使用により、最も斬新、合理的な設計、工作および材料の採用の点において特筆すべき水車であるといえる。

2. 水 車 性 能

ア. 設 計 要 項

縦軸単輪単流渦巻フランシス水車

| | | | | |
|-------|--------|--------|--------|---------------------|
| 有効落差 | 26.5 | 26 | 25 | m |
| 最大出力 | 10,800 | 10,500 | 10,000 | kW |
| 流 量 | 48 | 47.6 | 46.6 | m ³ /sec |
| 回 転 数 | | 166.7 | | rpm |
| 比回転数 | 289 | 292 | 298 | kW-m |

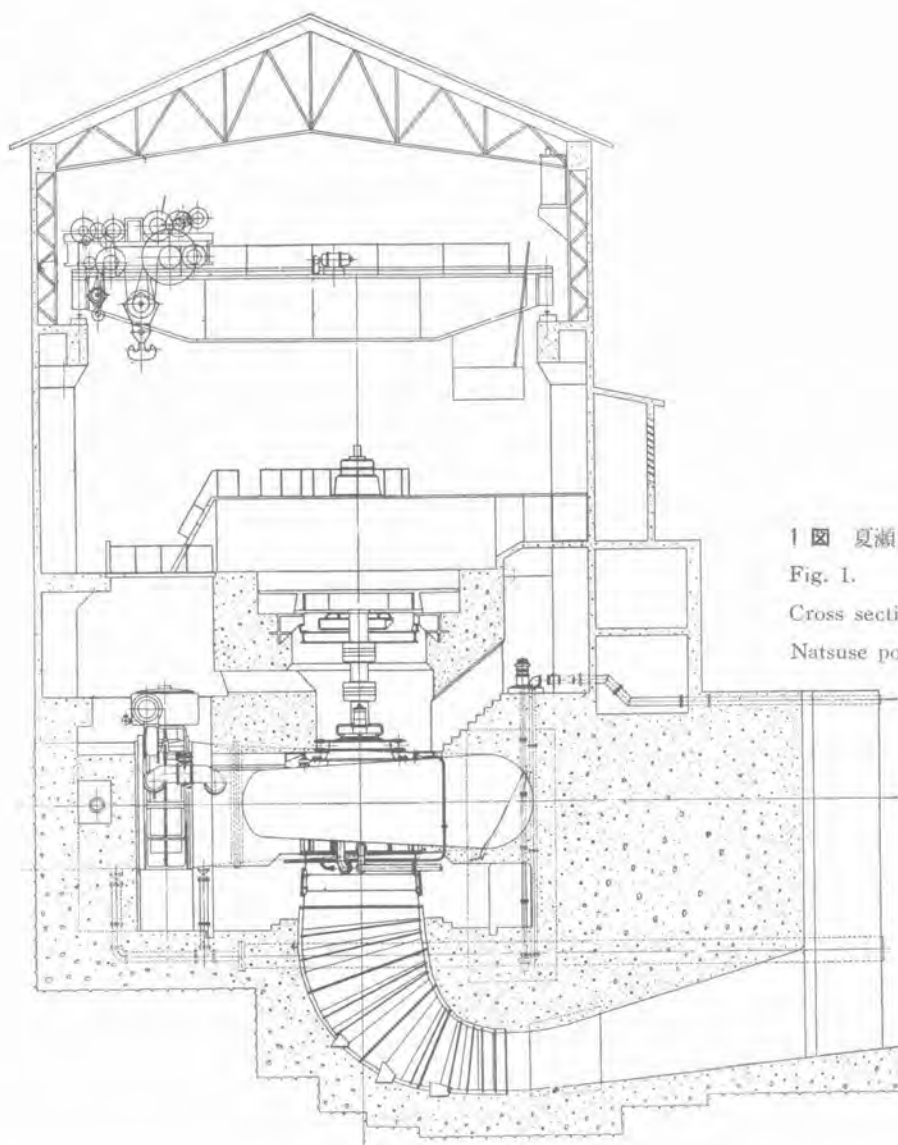
| | | |
|-----------|-------|-----|
| 速度上昇率(最大) | 30 | % |
| 水圧上昇 | 11 | m |
| 調速機閉鎖時間 | 4 | sec |
| 無拘束速度 | 330 | rpm |
| 吸出落差(推奨) | 4.45 | m |
| 軸推力(水車のみ) | 101.8 | ton |
| ランナー入口直径 | 1900 | mm |
| ランナー羽根数 | 13 | |
| 案内羽根数 | 24 | |

イ. 模 型 試 験

| | | |
|---------|-------------|----|
| 要 項 | | |
| 落 差 | 2 | m |
| ランナー直径 | 450 | mm |
| 模型比 | 1/4.22 | |
| ランナー羽根数 | 13 | |
| 案内羽根数 | 24 | |
| 動力計 | ブロー型 | |
| 落差計測 | 逆 U 字管マノメータ | |
| 水量計測 | 縮流なき量水堰 | |
| 回転数計測 | 電気回転計 | |

試 験 結 果

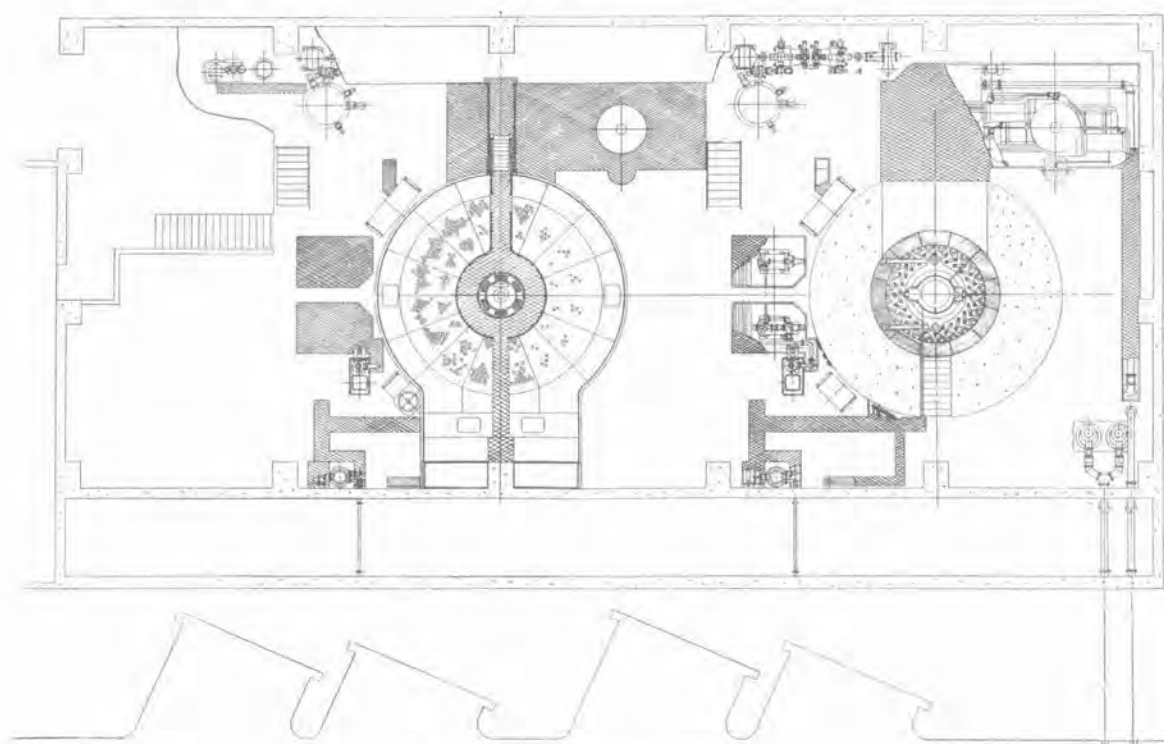
本模型試験には、スパイラルケーシングを付けない、露出型水車を用いた。したがって実物に換算する場合には、その影響を考慮する必要があるが、一般的にいつて、スパイラルケーシングによる効率低下は過負荷を除いては僅小であることより、保証には影響ないものと見做した。試験結果を設計落差に換算し、さらに効率を次式にて換算した値を示すと 3 図の如くなる。



1 夏瀬発電所断面図

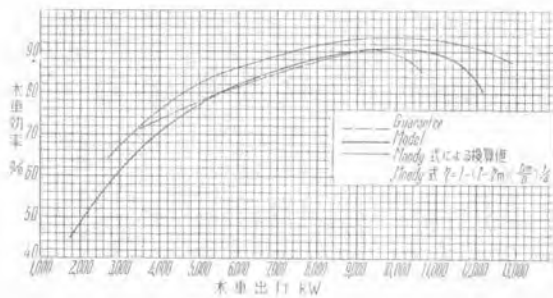
Fig. 1.

Cross section of
Natsuse power station.



2 夏瀬発電所平面図

Fig. 2. Plan of Natsuse power station.



3 図 模型水車効率曲線

Fig. 3. Efficiency curve of model water turbine.

$$\eta_p = 1 - (1 - \eta_m) \left(\frac{D_m}{D_p} \right)^4$$

η_p , D_p 実物水車の効率および直径
 η_m , D_m 模型水車の " "

すなわち模型水車の最高効率 90.8%, 換算効率 93.6% を得た。もしカプラン水車を採用した場合には, この換算効率は約 93.2% を得るものと予想される。

3. 水車本体構造

ア. ランナー

本発電所の水系にはかなり強酸性水を含み (田沢湖の水は P.H. 5.0), 水車に使用する水は P.H. 5.8 の弱酸性となる。したがって耐酸および耐キャビテーションを考慮してランナーの材質は 13 クロム不銹鋼とした。さきに戦後逸早く, 印度 Tilaiya 発電所向として製作した 2.5 ton の 13 クロムランナーの鑄造経験に基き, わが国最初の不銹鋼製フランシスランナーの製作に成功した。主要項は次のとおりである。



5 図 ランナー

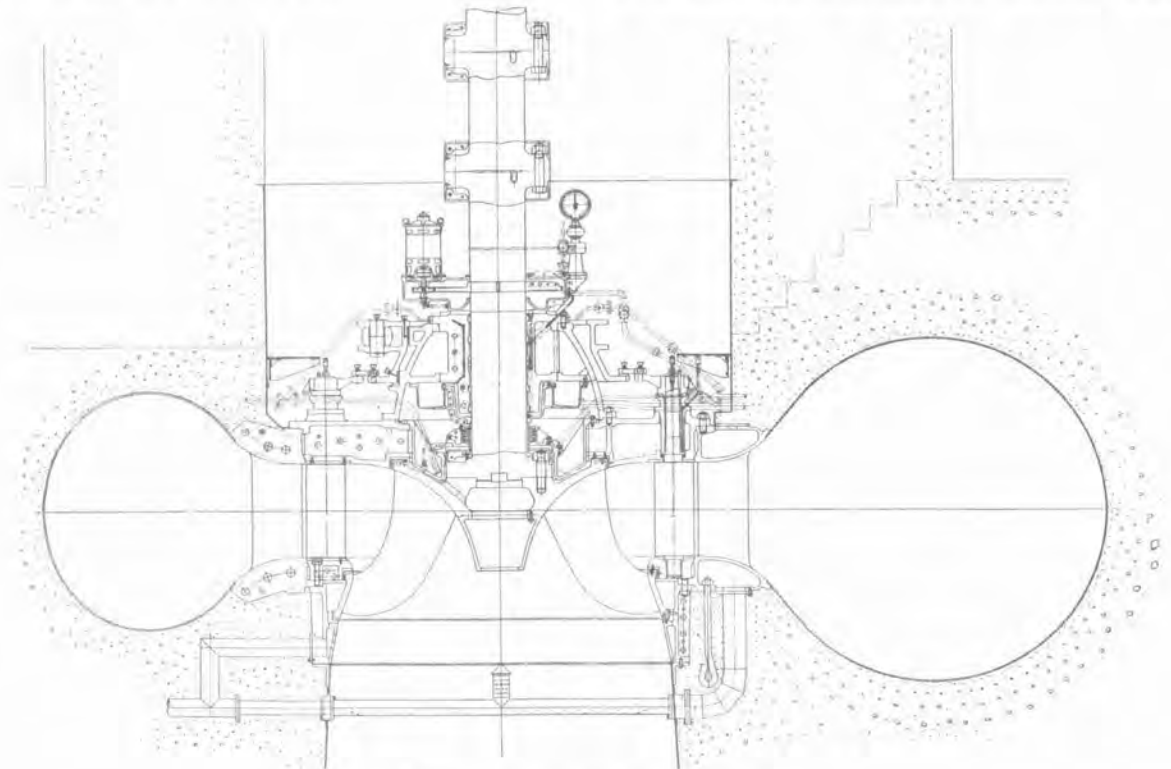
Fig. 5 Runner.

| | |
|------|---------|
| 入口直径 | 1900 mm |
| 出口直径 | 2870 mm |
| 入口高さ | 855 mm |
| 最大外径 | 3040 mm |
| 製品重量 | 9 ton |

また, 本ランナーの物理的性質および成分を 1, 2 表に示す。なお最近では, フランシスランナーに対して, 単にキャビテーションによるエロージョンを考慮して全不銹鋼を使用することもあるが, この場合にはランナー出口, とくにキャビテーション発生部のみにライニングを施すことによつて, 貴重な資材を節約すべきである。

イ. スパイラルケーシング

スパイラルケーシングは, 発電所現場における溶接を含み, 全溶接構造を採用した。その結果, 重量および工数共に鉚接に比し大幅に軽減され, 水車の工費を節減す



4 図 水車本体断面図

Fig. 4. Cross section of water turbine.

1 表 物理的性質

| | 抗張力 kg/mm ² | 降伏点 kg/mm ² | 伸び % | 断面 収縮率 % | 衝撃値 Izod kg-m | 硬度 Brinell |
|-----|---------------------------|---------------------------|---------|----------------|------------------|---------------|
| # 1 | 66.9 | 37.0 | 20 | 26.5 | 3.1 | 197 |
| # 2 | 75.7 | 57.2 | 15 | — | 2.4 | 223 |

2 表 化学的成分

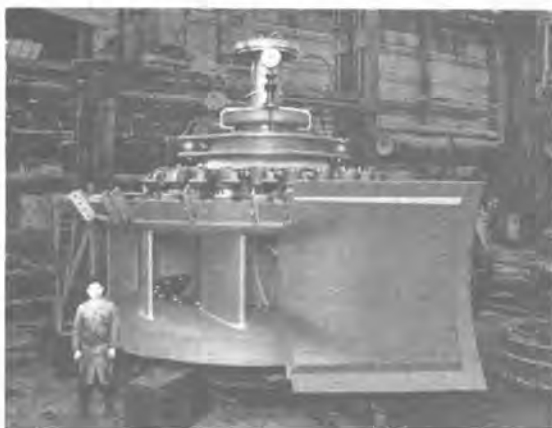
| | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr |
|-----|------|------|------|-------|-------|------|-------|
| # 1 | 0.22 | 0.43 | 0.38 | 0.03 | 0.017 | 0.36 | 12.87 |
| # 2 | 0.27 | 0.19 | 0.66 | 0.016 | 0.012 | — | 12.37 |

ることができた。すなわち板厚 14mm の鋼板を採用し、完全な裏溶接を施行しており、接手効率 90% を確保している故、同じ強度を鋸接において得るためには板厚を大きく取る必要があるが、仮に同じ厚さの鋼板を使用するとして次の如き比較となる。

| | | 溶 接 | 鋸 接 |
|------|-----|-----------|-----------|
| 板 厚 | mm | 14, 12, 9 | 14, 12, 9 |
| 製品重量 | ton | 16.6 | 20.1 |
| | % | 100 | 122 |
| 工 数 | hr | 6,900 | 11,000 |
| | % | 100 | 160 |
| 資材量 | ton | 25 | 28.2 |
| 費材費 | 万円 | 175 | 150 |
| | % | 100 | 86 |

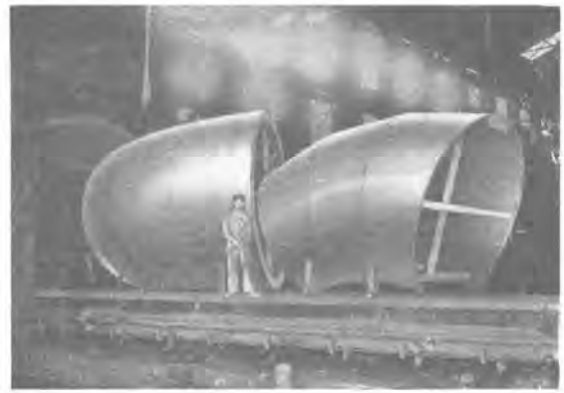
資材費の中には鋼板、溶接棒、鋸等の外に、ガス発生費、焼鈍費、圧縮空気発生費等を含む。結局総工費は溶接 100 に対し鋸接 118 となり、大幅の軽減となる。これを補機類も含めた水車全体について比較すると、製品重量において約 1.5%、工費において約 1.1% の節減となる。

次に溶接加工を行う場合最も注意を要する熱応力の除去については、われわれは次の如き手段をとった。すなわち工場における溶接に対しては、焼鈍炉を用いて完全に焼鈍を行い、発電所現場においては板厚の薄いこと (14 mm) より助案して焼鈍を省略した。したがってスピードリングとスパイラルケーシングとの結合部は、鋳鋼製の前者と鋼板製の後者の材質の異なるという点およ



6 図 水車本体工場組立

Fig. 6. Assembly of water turbine at the factory.



7 図 スパイラルケーシングの焼鈍

Fig. 7. Annealing of spiral casing.

び、応力の大きいことより考えて完全な焼鈍を必要とするものとして工場溶接を行つた。

スピードリングに鋼板を溶接して、完全なスパイラルケーシングを形成した後、輸送限界に入るよう溶接部より 200~250 mm 残して切断し、焼鈍炉に入れた。その後スピードリングの機械加工を行い、スパイラルケーシングの接続部には組立片をつけ、現場における組立に便ならしめた。

現場における溶接箇所は、10 図に白線で示した部分である。

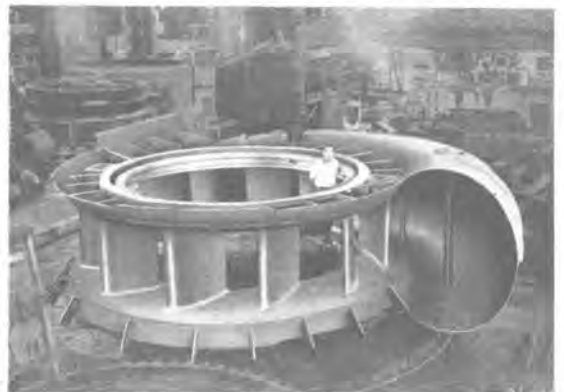
ウ. 上下カバー

比回転数の極めて大きいフランシスランナーであるために、出口直径は入口直径の 1.51 倍となり、したがって案内羽根を分解せずにランナーを分解できるようにするためには、案内羽根中心径が過大となり、水車重量を増す。ランナーはとくに不銹鋼を使用し、分解の必要を少くしたため、案内羽根中心径を少にして重量軽減を図つた。

ランナーおよび案内羽根に接するカバーライナーは、いずれも不銹鋼製とし耐用年限の増大を考慮した。

エ. グランドエバックング

軸封バックングにはカーボンを使用した。われわれはカーボンバックングに対しては、すでに 15 年以上の経験により、長所ならびに短所を検討し、とくにわが国の



8 図 スピードリング加工

Fig. 8. Finishing speed ring.

河川に適応した使用法の研究を続けている。幸いに本発電所は、貯水式で土砂の混入が少ないため、カーボンのみを3段使用した。

またカーボンパッキンの取替えに際しては、従来軸受支持台を取除く必要があつたが、本水車にてはそのために水量調整装置の分解を必要とし不便であるため、軸受のみの分解によって、カーボンケースを外へ取り出せるよう、特殊の分解組立要具を製作した。

4. 入口弁

入口弁の設置の要否については、近時論議の対象となることが多いが、本発電所においては、漏水を主弁設備費との経済計算および危急時の閉鎖の両面より考慮して、蝶型弁を設置することとなった。重要寸法は次のとおり。

| | |
|----------|----------|
| 主弁入口口径 | 3,500 mm |
| フランジ間距離 | 1,200 mm |
| バイパス弁型式 | 蝶型 |
| 口径 | 450 mm |
| サーボモータ口径 | 540 mm |
| 行程 | 848.5 mm |
| 容量 | 開側 389 l |
| | 閉側 284 l |

弁 筐 鋳鋼製上下2分割とし、下部には弁の支持台



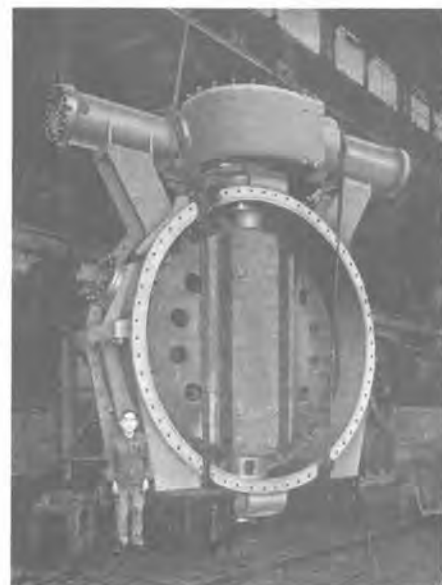
9 図 スパイラルケーシング工場組立
Fig. 9. Factory assembling of spiral casing.



10 図 スパイラルケーシング現場溶接
Fig. 10. Welding of spiral casing on the spot.

11 図

入口弁
Fig. 11
Inlet valve.



12 図 入口弁弁体
Fig. 12. Valve body of inlet valve.

の外中央部に弁体を支持する推力軸受を設けた。本発電所は尖頭負荷発電所で、頗るなる起動停止を行い、主弁の開閉回数も多く、軸受面の磨耗が予想されるので、調整可能な支持ボルトを持つた推力軸受とした。

弁 体 鋳鋼製堅軸3分割とし相互にボルトにて締付けた。外周には硬質ゴムリングを嵌装し、半径方向に出し入れの可能な調整機構を設けた。

サーボモータ 弁筐上部に水平に2個設置し、偶力により油圧力の均衡を保つよう考慮した。

5. 調 速 機

ア. アクチュエータ

アクチュエータはサーボモータとは別にし、水車室床面上の調速機筐上に設置した。

アクチュエータはいわゆるキャビネット型とし、13図に示す如く、すべて筐内に收容され、外部には回転計、開度指示計、速度および負荷制限用ハンドル、手動開閉装置等のみを出し、簡素斬新な形態とした。

調速機の駆動は、キャビネット下部に収納された堅軸 1500 rpm 同期電動機により、その電源は水車軸受上に設置され水車軸より歯車駆動される堅軸 1,000 rpm 同期発電機より供給される。



13 図 調速機アクチュエーター
Fig. 13.
Actuator of speed governor.

イ. サーボモータ

調速機サーボモータは、バレル外に出し水車室床面下に入れ踏板で蔽った。そのため水量調整棒は長くなり、分解組立の必要上分割を余儀なくされ複雑になるが、バレルの有効断面積を減小せしめることがなく、その設計が容易になる。またスパイラルケーシングに充水しない状態において、サーボモータを開閉して開度の整定を行い得るよう、回転式の手動油圧唧筒を設けた。

サーボモータの主要寸法次のとおりである。

| | |
|-----|-----------------------|
| 直 径 | 420 mm |
| 行 程 | 268 mm |
| 容 量 | 10,000 kg m 66.7 l |

6. 圧油および潤滑油装置

ア. 圧油装置

圧油唧筒は単位式とし、電動常用、小水車駆動予備とした。唧筒は作動時間の長い主弁を動かすのに必要な油量と同時に各部の漏油を補うに充分な揚油量を有するものとした。また圧油槽は、唧筒のローディング油圧において、調速機の3行程を行って停止油圧以上である事および、停止油圧において調速機を全閉し、ブレーキをかけ全停止動作を行ってなお圧油槽に余裕ある如き設計とした。

すなわち項要次のとおりである。

| | |
|---------|-----------------------|
| 唧筒吐出量 | 420 l/min |
| 油 圧 | 15 kg/cm ² |
| 回 転 数 | 600 rpm |
| 電動機出力 | 35 HP |
| 圧油槽容量 | 3,500 l |
| 集油槽容量 | 3,300 l |
| 空気圧縮機入力 | 10 HP |
| 圧力 | 18 kg/cm ² |

イ. 潤滑油装置

潤滑油装置は重力式とし、水車および発電機共通の上油槽を設け、唧筒は圧油唧筒直結とした。発電機は傘型で、推力軸受油槽の上部に発電機案内軸受（セグメンタル式）を有し、これらにより発生される熱量は潤滑油により持去る構造とした。したがって冷却水管を推力軸受油槽内に有する場合とは異り、多量の油を循環させる必要がある。すなわち唧筒の容量は次のとおりである。

| | |
|-------|----------------------|
| 油 圧 | 2 kg/cm ² |
| 吐出量 | 180 l/min |
| 上油槽容量 | 1,800 l |
| 集油槽容量 | 5,200 l |

また上記発生熱量を除去するために、潤滑油唧筒出口に次の如き油冷却器を設置し、冷却された油を上油槽に送り、これから発電機および水車の軸受に給油することとした。なお集油槽にも冷却水管を設備してあるが、これは予備的な装備と考えている。

油冷却器仕様

| | |
|-------|------------------------|
| 表面積 | 10 m ² |
| 油 量 | 10.8 m ³ /h |
| 油入口温度 | 37.65 °C |
| 油出口 " | 30 °C |
| 冷却水量 | 12 m ³ /h |

7. 水車分解装置

本発電所は単床バレル式を採用したため、発電機を分解することなく水車のみの分解を可能とするには、ランナーを含む本体部分の搬出用として、バレル出入孔を大きく取る必要がある。発電機は傘型で分解組立が極めて容易であり、一方バレル内での作業は窮屈である故、発電機を分解した後主クレーンにより水車を分解する方が容易だと考えるが、とくに水車のみの分解を考慮して次の如き分解装置を設けた。

ランナー分解装置 バレル底面にレールを設け、この上を台車に積載して搬出する。なおあらかじめ、中間軸、軸受、軸受支持台等の搬出を容易ならしめるため、発電機下部ブラケットに軌条を設備し、これにトロリーをつける構造とした。

案内羽根分解装置 案内羽根のピッチ円周と同一直径を持った軌条を、同様に発電機下部ブラケットに取りつけ、これにトロリーを装着して、1本1本を抜き上げて搬出するよう考慮した。

8. む す び

本水車は低落差フランシスとして、カプラン水車以上の高効率を出し得ることを確認し、設計工作共に最も斬新な方法を採用した。今後の電源開発工事に対して、高落差カプラン水車の研究と共に、低落差フランシス水車の有効なる使用が脚光を浴びている際、本水車の今後の運転成績に期待するところは極めて大きい。

夏瀬発電所の発電機および配電盤

神戸製作所

鈴木正材*・松尾 潔**

Generator and Switchboard of Natsuse Power Station

By Masaki SUZUKI, Kiyoshi MATSUO

Kobe Works

Natsuse Power Station has an important mission to improve the power factor as a plant regulating the frequency of the system. An umbrella type generator is adopted with its distinctive features of light weight, easy assembling and desassembling small capacity and lifting margin of the crane and lower cost of the plant building.

It is of perfect one man control system with an excellent automatic speed control and automatic synchronizing equipment, the automatic voltage regulator being of the current limiting system.

1. ま え が き

東北電力株式会社納めの本発電機は昭和25年4月受注したものにして当時としては内地には傘型発電機の例はなく、当時日本発送電株式会社のご採用により初めて実現する機会を得た次第である。当社としては既に昭和16年満洲国境泊湖に20,000 kVA 187.5 rpmの傘型発電機を納入しており、その技術、実績にもとずき内地向1号機として設計製作を行い工場試験、官庁検査も無事終了して現在非常に好成績にて営業運転に入っており、ここに発電機および配電盤の概要を記す。

2. 設 備 概 要

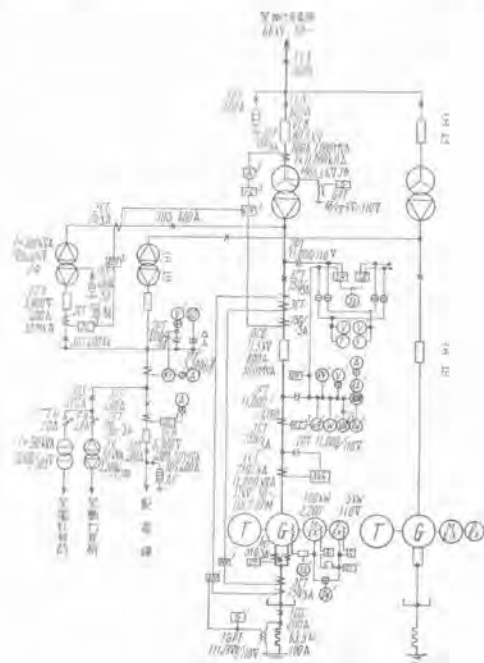
1図は本発電所の単線接続図で主要機器の概要は下記のとおりである。

- 水 車 10,800 kW, 単輪単流渦巻フランシス水車, 2台
- 発電機 11,000 kVA, 11 kV, 50 ~, 166.7 rpm, 2台
- 主励磁機 100 kW, 220 V, 2台
- 励磁機 5 kW, 110 V, 2台
- 主変圧器 11,000 kVA, 三相 10.5 kV/66 kV, 2台
- 送 電 線 60 kV, 1 回線
- 所内変圧器 300 kVA, 三相

10.5 kV/3450 V, 2 台

○配電線 3 kV, 1 回線

本発電所は単線接続図に示す如く単位接続方式で、66 kVに昇圧され1回線で既設の神代発電所に入り秋田幹線に接続される。しかして既設の神代・生保内および郷



1 図 単 線 接 続 図

Fig. 1 Skelton diagram.

内各発電所と共に周波数調整発電所（将来自動周波数調整を行う予定）として運転され、系統の改善（汐流改善による電力損失の軽減等）に大きな役割を果たすべき使命を負っており本系統における寵児として誕生した訳である。

3. 発電機の定格および特性

10,800 kW フランス式水車直結傘型発電機 閉鎖風道換気型

| | | |
|--------|-----------------------------|-----|
| 容量 | 11,000 kVA | 2 台 |
| 力率 | 85 % | |
| 電圧 | 11,000 V | |
| 電流 | 578 A | |
| 周波数 | 50 ㎐ | |
| 回転数 | 166.7 回転毎分 | |
| 極数 | 36 | |
| 蓄勢輪効果 | 1050,000 kg M ² | |
| 短絡比 | 1.1 以上 | |
| 線路充電容量 | 8,000 kVA(ただし 9,500 V において) | |
| 無拘束速度 | 330 rpm | |
| 主励磁機 | 2 台 | |

100 kW, 220 V, 166.7 rpm, 10 極, 他励差動分巻
副励磁機 2 台

5 kW, 110 V, 166.7 rpm, 10 極 複巻
速度上昇率 30%, 水圧上昇 11 m より要求される蓄勢輪効果 1050 t M² を満足するため発電機固有の蓄勢輪効果より相当大きく設計したにもかかわらず下記どおり良好なる実測能率を得た。

| | | | | |
|----------|------|------|------|------|
| 負荷 | 4/4 | 3/4 | 1/2 | 1/4 |
| 力率 0.85 | 96.5 | 96.0 | 94.7 | 91.0 |
| 力率 1.0 | 97.2 | 96.9 | 95.8 | 92.3 |
| 実測温度 | | | | |
| 固定子温度上昇値 | 27°C | | | |
| 推力軸受温度 | 55°C | | | |
| 振止軸受温度 | 42°C | | | |

10 000 kW 負荷にて発電機風洞上部にて測定せる振動は 2/1000 mm, ないし 5/1000 mm 程度にして非常に良好である。

4. 発電機の構造

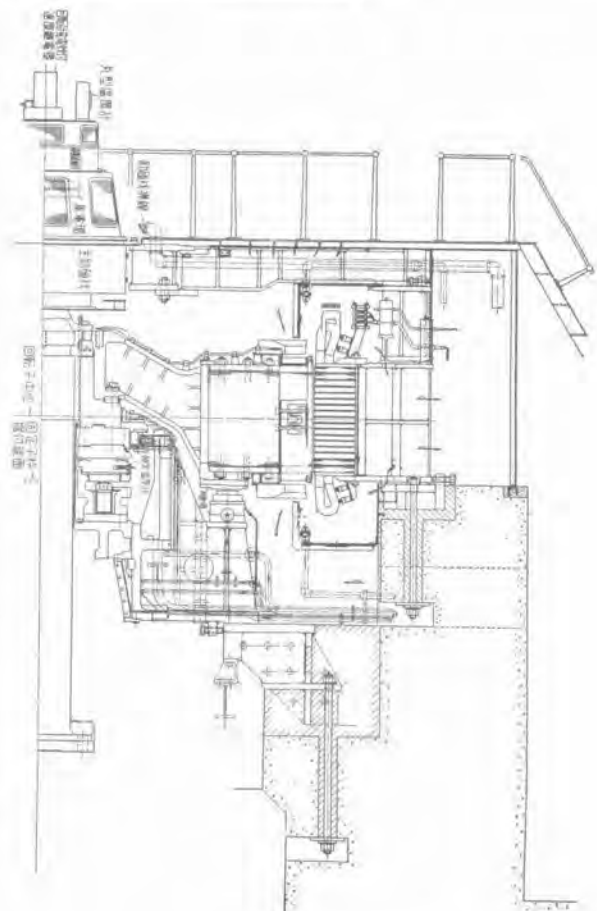
2 図は現地据付外形を示し、3 図は発電機の構造図である。固定子枠は鋼材溶接とし、頑丈にして重量の軽減を行い輸送のため四つ割としている。

上部ブラケットは傘型の場合は荷重は励磁機静止部重量のみにして、4 図の如く高さの低い簡単軽量なものにて中央部の環状部に 8 本の足を取り付けた鋼材製である。

下部ブラケットは推力軸受槽となり全軸推力を受けるため頑丈なる構造で中央胴部鋳鋼と足の鋼材を溶接したものである。振止および推力軸受は共に同一油槽にあり、振止軸受は 24 個の区分受金よりなり、推力軸受はキングスベリ式で発電機、励磁機回転部重量 98 t と水車側推力 101.8 t 計 199.8 t を支え得るものである。軸受の冷却は油冷却管を油槽内に設置せず外部に油冷却器を置き、ポンプよりの潤滑油は冷却器上油槽を経て軸受槽および水車軸受に給油される。推力軸受槽には周囲に 6 個の窓を有し内部に油冷却管を納めていないため内部軸



2 図 11000 kVA
傘型発電機
Fig. 2. 11000 kVA
umbrella type
water
generator.



3 図 発電機断面図
Fig. 3. Section of generator.



4 図 上ブラケット
Fig. 4. Upper bracket.

受が点検容易である。

軸受槽内の油は管により接続されたる油面槽により外部にて油面を確認することができると共に、浮子式継電器を設置している。固定子枠台床は分割せる鋼材製の台床片を用いおのおのには枠との間に放射状のノックを入れて異状回転力にも耐え得るように行つてある。

下ブラケット用台床は5図の如く鋼材溶接による二つ割環状にして推力荷重および下ブラケット関係荷重を支え得る頑丈なもので台床下面には軌条を設けこれにトロリーを付し水車部品の分解、搬出を行い得るようにした。

固定子巻線の素線は裸銅線およびマイカ巻せる銅線との結合により、B種絶縁を施し端部にてトランスポジションを行つて負荷損を軽減するようにした。

制動巻線は丸黄銅棒にしてZ型断面の青銅鋳物製の極片を用いて各極を接続し、磁極端板に切込みを設けてZ断面の一部を挿入して機械的に頑丈に支持されている。

6図は輻鉄にリムを積んだ部分を示す。

回転子リムは1.6mm厚の良質の鋼板を円周9等分した扇型片とし、輻鉄は鋳鋼製1体のもので安定度を高めるようスポークを傾斜させ磁気中心をできるだけ下げている。その輻鉄は受金に嵌り込み相互間の半径方向のノックを用いて回転力を伝えるようにしている故回転子重量部すなわち輻鉄より外部は簡単に取外し得る構造となつている。受金はリングキーにより発電機軸および水車側推力を支え得る故推力軸受調整は発電機回転子重量部分



5 図 下ブラケット台床
Fig. 5. Lower bracketed bed plate.



6 図 回転子組立
Fig. 6. Rotor assembly.

を取外して軽重量にて調整し得る特長を有する。外に下ブラケット、推力軸受、振止軸受、主軸の組立、回転子の組立、固定子の巻線、組立の三者を異なる場所にて同時に行うことができ、据付期間を短縮し得る。

この傘型発電機を同一鉄心直径および長さを有する普通型と比較すれば全重量にて14%軽量であり、発電機高さ、主軸長共に普通型と比して約44%位短くなつてゐる。

5. 制御方式

制御方式の特長の概要を列記すれば下記のとおりである。

- (1) 完全なる一人制御方式であり、所内の状態監視は悉く配電盤室にてできまた非常の場合を除き所内各部の操作も配電盤室にて行い得るようになってゐる。すなわち、補助機器(圧油ポンプ電動機等)の運転表示、補助設備の状態(圧油・潤滑油等)表示および故障の表示は総てランプ式集合表示器に表示されるなどその一例である。

- (2) 水車発電機の制御は可逆操作式で入口弁開より並列まで全く自動的に連続的または階段的に行い得るようになってゐる。

すなわち、主幹制御開閉器は停止、主弁、起動、励磁、並列、負荷の6段階を有し負荷を除き指定の位置まで自動的に制御され指定位置に応じた状態に移る。また逆操作を行つても指定の位置に復帰しその指定位置に応じた状態に移る。ただし負荷は手動である。

- (3) 水車制御用配圧弁は総て油圧保持式である。

すなわち、配圧弁は新三菱重工にて新設計がなされ操作電磁石の付勢を止めても操作油圧でその動作状態を続けるのである。またこの配圧弁は斬新なる工夫がなされ洩油もほとんどなく良好なる成績を挙げている。

- (4) 自動揃速、自動同期装置は従来共好評を博している当社の誇る小勢力電子管式⁽¹⁾を使用しており、その成績も極めて優秀である。

- (5) 自動電圧調整方式は電流限定電圧規正式自動電圧

調整方式⁽²⁾を採用している。

すなわち、発電機電流が許容電流値以内ならば規定電圧となる如く電圧調整器を作動させ、発電機電流が許容電流を超過した場合には電流を許容値内に限定する如く調整電圧を自動的に移動させる方式である。

(6) 集中監視の一環として記録温度計が採用された。

すなわち、各部温度の監視としてはサーモカップルによる指示計器、機器近傍には丸型温度計があるが更に記録温度計を付し下記の各部の測定、記録を行っている。

発電機固定子・推力軸受・発電機振止軸受・水車主軸受・発電機風洞出口・主変圧器油

6. 配電盤設備

配電盤の構成は主配電盤および補助配電盤を配電盤室に、調速機制御盤および水車室制御盤は水車室に設置され、界磁盤は励磁機用界磁抵抗器共に機械室に設置されている。

主配電盤は分離机型制御盤を付属する両面型配電盤で発電機盤2面・送電盤・高圧盤および同期検定時計盤(頂盤)各1面からなっている。7図は机型制御器、8図は前面盤(計器面)、9図は背面盤(継電器面)の外観である。

補助盤は垂直型配電盤で自動電圧調整器盤・自動制御盤各2面、自動同期盤・記録計盤・動力盤・電灯盤・整流器盤各1面よりなっている。10図はその外観である。



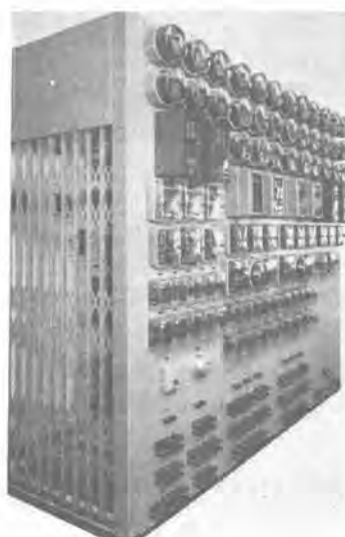
7 図 分離机型制御盤

Fig. 7. Separated desk control boards.



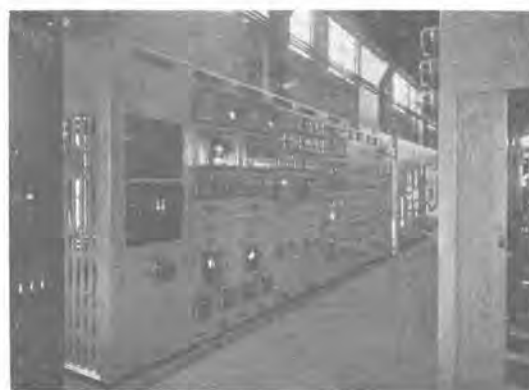
8 図 主配電盤
(前面計器面)

Fig. 8. Front view
of main boards.



9 図 主配電盤
(後面継電器面)

Fig. 9. Back view
of main boards.



10 図 補助配電盤

Fig. 10. Auxiliary boards.



11 図 水車室制御盤

調速機制御盤および水車室制御盤は総てキャビネット型で、水車室に設置されるため盤内部にはスペースヒータを設け水滴の発生を防止するよう考慮されている。

7. むすび

以上発電機および配電盤の概要を説明した。

本発電所は周波数調整発電所としての系統改善に資すべき使命を帯び秋田幹線における本発電所の価値は大きくまた幾多の利点を有する傘型発電機として今後の運転に期待する次第である。

綿紡織工場における動力測定

名古屋製作所

白田 長一*

Power Measurement at Cotton Spinning and Weaving Mills

By Choichi USUDA

Nagoya Works

The importance of role played by the textile industry in our country has been increased of late, and the spinning technique itself has made a wonderful progress. The study of this engineering should be based on the data obtained from actual measurement at the factory. Using this result, types, characteristics and capacities of motors suitable to the machines are designed to insure safe, automatic operation and saving of power expenses.

Thus the power measurement is very important, nevertheless very little information has been made public of it.

We have made actual measurements of motors for spinning and weaving machines at factories to which our electric apparatus was supplied, and have collected much information, which is reported herein including the following accounts.

1. Process of spinning and weaving, textile machines and motors.
2. Data of power measurement and consideration on them.

1. ま え が き

綿紡織工業のわが国産業に占める役割は戦後飛躍的に増大し一時荒廃した施設も戦前の70%は復旧しさらに今後の発展が期待されている。また技術面においてもその改善進歩は目覚ましいものがある。綿紡織工場における動力用電動機についても設備場所、機械にふさわしい型式、特性のものが研究、製作され運転の安全、動力消費の合理化を計っている。これらの研究の基礎となるものは実際に工場において測定された電動機の動力測定データであつて、その結果をもとにして電動機の容量、特性、型式等を検討しなければならない。また電動機を一種の計測器として相手機械の所要動力の実態をつかみ、機械の改良を促すことも可能である。この二つの面から考えて動力測定を多方面にわたり実施することは極めて意義のあることである。われわれは当社電動機を納入した某社2工場の動力測定を実施し多くの資料を得たので関係

者のご参考に資すべく概略をとりまとめて発表する。この報告が今後の綿紡織技術の発展に幾分でも役立つならば筆者の幸はこれに過ぎるものはない。

2. 綿紡織工程と使用電動機

綿紡織の工程についてはすでに多くの報告、紹介がなされているので衆知の向きも多いと思うが一応代表的な生産工程についての、かつ電動機としていかなる特性、型式のものが要求されるか、二、三の考察を加える。

ア、開綿、混綿、打綿、工程

固く梱包された原綿をときほぐし不純物を取り去り、または各種原綿を混合し、さらに一様の厚さの錠綿を作る工程で開綿から打綿迄一貫した流れ作業となるように機械が配置されている。主な機械には次のものがある。

Hopper Bale Breaker
Crighton Opener
Hopper Feeder

Exhaust Opener Scutcher

この工程では綿塵が甚しいので全閉型または全閉外扇型の電動機が使用される。運転中の負荷は一般に軽いが綿塊が一時に送られて来ると瞬間的にかなりの負荷がかかることがあるので若干容量に余裕のある電動機がえらばれる。また起動および停動トルクは大なるを要しないから温度上昇の低い高効率、高力率であることが必要である。

イ. 梳綿工程

この工程では筵綿を綿の繊維を平行にならぶように揃づりいわゆるスライバにする工程である。ここで使われるのは梳綿機 (Flat card engine) である。ここでも綿塵はかなり甚しいので全閉型の電動機が普通に用いられる。特性上で問題になるのは起動時の加速トルクである。すなわち梳綿機のシリンダは普通直径 50", 巾 40", もありその慣性はきわめて大きい。したがって大きな起動加速トルクが要求される訳でたとえば JIS, C4206 によれば 1kW の容量において起動トルクは 4P で 250% 以上, 6P で 225% 以上, 8P で 225% 以上, また平均加速トルク $\left(\frac{\text{起動トルク} + \text{停動トルク}}{2} \right)$ が 4P で 300% 以上, 6P で 275% 以上, 8P で 275% 以上, と規定されている。駆動方式としては歯車駆動型とベルト駆動型とがあるが電動機の特性に要求されるものは大差がない。電動機は多くの場合機械のヒシリンダの近くに据付けられるので軸方向の巾のせまい独特の型式のものである。容量としては 1kW または 1.5 HP で 6P または 8P が最も普通である。

ウ. 練篠工程

梳綿工程でできたスライバを数本まとめてローラを通して索伸をあたえ長さ方向の繊維の均一度をよくする工程である。練篠は梳綿に引続いて行われるため綿塵がかなりあるので電動機は全閉型である。特性としては高効率、高力率のものが必要で起動トルクは余り大きくない方がよい。なぜならスライバは甚だよわいので起動時に急激な速度上昇をさせると切斷し易い。そこで電動機の起動トルクを制限しまたはルーズブリー, kussa 起動方式を用いて緩慢起動をさせる。また練篠機では負荷の変動がほとんどないからできるだけ負荷率のよくなるように電動機の容量をえらぶ。

エ. 粗紡工程

練篠工程からただちに精紡工程にうつるスーパー、ハイドラフト方式もあるが一般にはスライバにさらに索伸を加えより細くして精紡工程に送る。索伸をあたえるのは始紡機と間紡機とがある。電動機の型式は全閉または全閉外扇型が普通である。この工程でもスライバはまだ充分の強さを持っていないから緩慢起動をさせスライバの切斷を防ぐ。そのためにはエリコン式起動法, kussa 起動法, ルーズブリーによる方法等が用いられる。電動機の起動トルクも緩慢起動に必要な値に抑えておく必要

がある。負荷の変動はレールの上下運動によつて数十ワットの変化があるが全入力から見れば大したことがないから負荷率が良好になるように容量を選ぶ。

オ. 精紡工程

粗紡工程から送られた糸をさらに細く索伸をかけかつ撚りをあたえて木管に巻取る工程である。精紡機としてはリング精紡機がもつとも普通に用いられる。リング精紡機用電動機としては開放型または閉鎖自己通風型が主であるが全閉型を用いることもある。いずれにせよ綿塵がかなりたまるので掃除のし易い構造でなければならない。特性としては精紡工程で消費される動力は全体の 40~50% にもなるので、その経済的運転はもつとも問題になるので負荷率のよい高効率、高力率、であることがとくに要求される。また起動時の糸切れを少なくするために種々の起動方式が用いられる。すなわちカゴ形誘導電動機ではエリコン式起動法, kussa 起動法等があり、その他では巻線型誘導電動機の二次抵抗の加減による速度調整、整流子電動機による速度調整などがある。いずれの方法も緩慢起動をさせて糸切れを少なくしようとするもので、電動機の起動トルクも起動方式との組合せを考慮して最も適当な値を選定しなければならない。なお精紡機としてはボット精紡機があり将来発展するものと思われるがここでは省略する。

カ. 仕上工程

仕上工程では精紡機で希望の太さになった糸を巻き直したり撚り合したりする。撚り合わせには撚糸機が用いられる。巻き直してチーズにするものは巻糸機にかけ、さらに糸束にするものはリール機にかけ、電動機は撚糸機に用うるものではリング精紡機に用うるものと型式、容量はほぼ同一である。巻糸機に対しては機械の仕様がまちまちであるので一概にはいえないが、全閉型または全閉外扇型で 2HP×2, または 5HP の容量のものが多く、負荷変動が少なく大なる起動トルクを必要としないから負荷率をよくして高効率、高力率の電動機を選ぶべきである。リールでは負荷の変動が少くかつ軽負荷であるから一般には $\frac{1}{2}$ HP 位の小容量のもので充分である。多くは全閉型または全閉外扇型が用いられている。

キ. 織布工程

織布の準備工程としては、コーンワインダ、整経機、糊付機等がある。コーンワインダについては前項巻糸機の一例である。整経機は巻取り速度が遅いから多極電動機または歯車減速電動機などが用いられる。負荷の変動が少いから負荷率の高くなるよう容量をえらぶべきである。また起動時のショックが糸切れの原因になるので必要以上に起動トルクを大にしてはならない。糊付工程ではかなりの湿気を発散するので電動機は防湿上の処理を充分施されねばならぬ。多くは全閉型または全閉外扇型が用いられ充分防湿処理が行われている。負荷は巻取りが進むにしたがつて増加するから最大負荷になったとこ

ろで電動機の容量を決定する必要がある。以上の準備工程をへて織布になるが織機は自動織機 (Automatic Power Loom) が多く用いられほとんどが単独運転である。室内は湿気が多くかつ綿および糊裏が甚しいから全閉型の電動機でなければならない。特性では起動および停動トルクは汎用電動機にくらべはるかに大であることが必要である。Jis, C4206 によれば 0.5kW の織機用電動機の起動トルクは 6P で 250% 以上, 8P で 225% 以上, $\frac{1}{2}$ (起動トルク+停動トルク) は 6P で 300% 以上, 8P で 275% 以上と規定されている。また織機は杼打ち, 篋打ちの際に激しく負荷が変動しそれが 0.3 秒以下の短時間を一周期として繰返される。したがって電動機の容量はその平均負荷に対してははるかに大きい (ほぼ 200%) 容量のものを選定しなければならない。

3. 綿紡績動力測定データ

当社の電機品を納入した某社 2 工場の動力測定を昭和 26 年と 27 年にわたり実施したのでその結果のうち重要なものについて考察する。まず設備台数と試験台数および測定法の一例を 1 表に示す。本文では測定データのうち主要のみを記述した。測定法について格別新しい方法は用いていないが負荷の変動の種類に応じて適当な測定法を用いた。すなわち負荷変動の少ないものには指示型計器を、負荷変動が短時間に激しいものにはオシログラフを、また負荷が長い時間経過して漸増減するものには記録計器を、それぞれ用いた。測定時の機械の運転はできるだけ平常状態であることを条件としている。しかし梳綿機, 粗紡機, 精紡機についてはとくに機械各構成部分の所要動力を求めるために紡出せず特別の条件をあたえて測定した。このような方法は動力分析をする場合有効

なものである。

ア. 混打綿機

2 工場の測定結果は大差がないので 1 工場のデータのみ記述する。2 表に示したのは代表的な測定結果である。総括してみるといずれの機械に対しても負荷率は 50% 以下であつて、今後電動機の容量を縮少して負荷率の向上を計るべきであることが示されている。もちろん混打綿工程では綿の送り工合によつて多少負荷の変動があり一時に綿塊が送られた時には平均負荷より 30~40% の負荷増加となる。しかしそれらを考慮してもなお余裕があり機械によつては $\frac{3}{4}$ ~ $\frac{1}{2}$ に容量を縮少しても差支えないと思われる。

イ. 梳綿機

測定データはクラッチ付歯車駆動式で電動機は全閉型 1HP 6P のものを 3 表に示す。クラッチ付起動の場合には直接起動の場合程大なる起動トルクを要しないから電動機の力率および負荷率を向上させることができる。すなわち直接起動の場合の電動機の容量は 1.5HP 6P で平均負荷率 45~53% であるに対し、クラッチ付の場合には 1HP 6P の容量を使用して平均負荷率 67~79% になる。つぎに起動状況をオシログラフにより比較して見る。9 図は 1.5HP の電動機を用いた直接起動の場合の電流, 回転数のオシログラフである。

同図で明らかな如く起動時の突入電流も大きく完全起動迄に約 30 秒を要している。かかる場合には大なる起動トルクと加速トルクとが必要である。クラッチ付起動の場合のオシログラフを 10 図に示す。

同図で明らかなことはクラッチを入れた直後の突入電流はさ程大でなく 1HP の容量で充分であることがわかる。完全起動に約 60 秒を費しているが摩擦接手を用い

1 表 電動機設備台数および試験台数一覧表

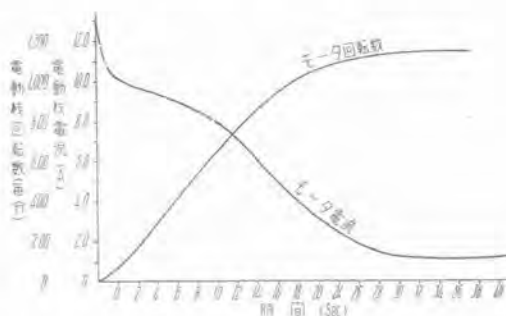
| 機械名 | 電動機仕様 | 設備台数 | 試験台数 | 測定法 | 機械名 | 電動機仕様 | 設備台数 | 試験台数 | 測定法 |
|--------|--------------------------------------|------|------|-----------------|----------|----------------|------|------|-----------------|
| 混打綿機 | MK-FC 5HP 4P | 24 | 4 | 指示型計器 | コーンワインダー | MK-FC 2HP 6P | 8 | 1 | オシログラフ |
| 6 Sets | " 3HP 4P | 18 | 3 | " | 兼経機 | G-M-1-B 1HP 4P | 7 | 1 | 記録計 |
| | " $\frac{1}{2}$ HP 6P | 6 | 1 | " | 織機 | LE-P 0.5kW 8P | 945 | 4 | 積算電力計 オシログラフ |
| | " $\frac{5}{8}$ HP $\frac{10}{12}$ P | 12 | 2 | " | 糊付機 | MK-FC 5HP 6P | 4 | 2 | 指示型計器 |
| | " 2HP 6P | 6 | 1 | " | ブラッシング | " 3HP 4P | 1 | 1 | " |
| 梳綿機 | MC-TE 1.5HP 6P | 182 | 8 | 指示型計器 オシログラフ | デスクファン | " 1HP 6P | 6 | 1 | " |
| 練條機 | ML-TE 1HP 6P | 50 | 6 | 指示型計器 | キャリアポンプ | " 25HP 4P | 6 | 1 | " |
| 始紡機 | MK-FC 3HP 6P | 13 | 3 | " | " | " 15HP 4P | 2 | 1 | " |
| 開紡機 | " " | 26 | 3 | " | " | " 20HP 4P | 2 | 1 | " |
| 精紡機 | MS-P-VP 10HP 4P | 146 | 26 | " | 真空ポンプ | " 25HP 6P | 2 | 1 | オシログラフ |
| 巻糸機 | MK-FC 1HP 4P | 6 | 1 | オシログラフ | キャリアファン | MS-FC 100HP 6P | 1 | 1 | 指示型計器 |
| | 2HP 4P | 12 | 2 | " | " | " 50HP 6P | 1 | 1 | " |
| | 5HP 4P | 10 | 1 | " | ベールプレス | MK-FC 20HP 6P | 1 | 1 | オシログラフ |

2 表 混打綿機動力測定データ

| 機械名 | 機 械 メーカー名 | 測定条件 | 電動機仕様 | 周波数 ~ | 電 圧 V | 電 流 A | 入 力 W | 出 力 W | 効 率 % | 力 率 % | 室 温 °C | 湿 度 % | 負荷率 % |
|------------|--------------|------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| H. B. B | C. K. K | 綿出し | MK-FC 5HP 4P | 58 | 452 | 3.4 | 2100 | 1825 | 86.9 | 78.8 | 14.5 | 70 | 48.0 |
| H. B. O | " | " | MK-FC 7 $\frac{1}{2}$ HP 6P | " | 446 | 0.44 | 200 | 143 | 71.5 | 59.7 | " | " | 38.4 |
| P. O | " | " | MK-FC 3HP 4P | " | 436 | 1.32 | 684 | 546 | 79.8 | 68.5 | " | " | 24.4 |
| C. O | " | " | MK-FC-V 5 $\frac{1}{4}$ HP 10 $\frac{1}{12}$ P | " | 436 | 3.76 | 1056 | 768 | 72.7 | 37.2 | " | " | 20.6 |
| C. O. D | " | " | MK-FC-V 5 $\frac{1}{4}$ HP 10 $\frac{1}{12}$ P | " | 440 | 3.56 | 864 | 575 | 66.6 | 31.85 | " | " | 15.4 |
| C. O. F | " | " | MK-FC 2HP 6P | " | 440 | 1.98 | 1200 | 1030 | 85.9 | 79.3 | " | " | 69.0 |
| H. M | " | " | MK-FC 3HP 4P | " | 436 | 1.65 | 944 | 786 | 83.4 | 73.8 | " | " | 34.0 |
| H. F | " | " | MK-FC 3HP 4P | " | 436 | 2.10 | 1080 | 910 | 84.2 | 68.2 | " | " | 40.7 |
| S. P. S. 1 | " | " | MK-FC 5HP 4P | " | 438 | 3.50 | 2080 | 1810 | 87.0 | 78.3 | " | " | 48.5 |
| S. P. S. 2 | " | " | MK-FC 5HP 4P | " | 436 | 3.14 | 1488 | 1250 | 84.2 | 62.8 | " | " | 33.6 |
| S. P. S. 3 | " | " | MK-FC 5HP 4P | " | 442 | 4.31 | 2804 | 2452 | 87.5 | 85.2 | " | " | 65.8 |

ているためで返つてこの滑りは電動機に急激な負荷のかかることをさせている訳である。また起動時間としても決して長すぎることはないと思う。合理的運転を考えるならばクラッチ付は直接起動方式より有利なものと思う。つぎに梳綿機各構造部分の所要動力を求めるために下記の条件を作り測定した。(データには条件番号のみ記した)

- 測定条件 1 シリンダのみ回転
 " 2 (1)+テーカイン
 " 3 (2)+ドッフア
 " 4 (3)+フライコム
 " 5 (4)+エキセントリック フラット
 " 6 (5)+カレンダ



1 図 A 工場梳綿機の起動状況

Fig. 1. Starting phenomena of card engine at A. works.

" 7 (6)+サイド シャフト

" 8 紡出直後

測定条件 9 紡出1時間後

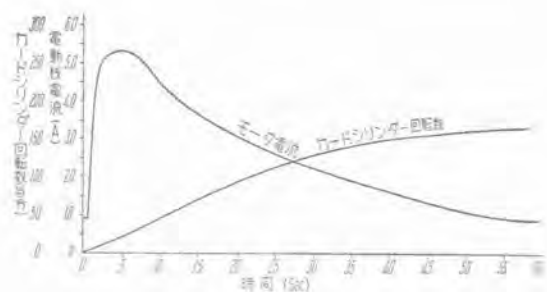
紡出後1時間のデータをとつたのは紡出後時間の経過と共に負荷が漸増するからである。

ウ. 練 篠 機

練篠機ではスライバが急激な起動ショックに対しては切れやすいので緩慢起動することが必要であるが、当社納入電動機はいずれも満足すべき起動状態を示した。負荷の変動はほとんどなく負荷率は 70~90% で容量の選定が適当であるといえる。測定データは 4 表に示した。

エ. 始 紡 機

始紡機と間紡機とは同一仕様の電動機を用いる場合が多いが始紡機の方が鍾数も少く回転数も低いから負荷率



2 図 B 工場梳綿機の起動状況 (クラッチ付)

Fig. 2. Starting phenomena of card engine at B. works.

は低い、測定した例も負荷率は 45~50% であつて始紡機用は別に選定すべきと思う。この結果から見るならば 2HP で充分である。負荷の変動はレールのリフテング運動によつて 40~50 ワットの変化がある。この程度であれば電動機容量より見て余り問題にはならない。また梳綿機にならつて機械各部分に消費される動力も測定した。測定条件は次のとおりである。

- 測定条件 1. 全運転の場合
 " 2. ローラ部分を抜いた場合
 " 3. リフテング運動を抜いた場合

- 測定条件 4. ホビン部分を抜いた場合
 " 5. コーン ドラム部分を抜いた場合
 " 6. スピンドル部分を抜いた場合

以上の各条件下で測定したデータを比較することによつて負荷増加の原因が明らかになるであろう。またこのような資料により機械の据付のチェックも可能になるものと思う。起動は前章にのべた如く緩慢起動をさせる必要があるが測定した工場の一つでは当社のクッションスターを用いて良好な起動状態を得ている。5 表には始紡機の動力測定データを示す。

3 表 梳綿機動力測定データ

| 機械番号 | 機 械 メーカ名 | 測定条件 | 電動機仕様 | 周波数 ~ | 電 圧 V | 電 流 A | 入 力 W | 出 力 W | 効 率 % | 力 率 % | 室 温 °C | 湿 度 % | 負荷率 % |
|------|------------------|------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 51 | Toyota Kariya | 9 | CE-TE 1HP 6P | 60 | 515 | 1.15 | 615 | 525 | 85.4 | 59.8 | 26.6 | 67 | 70.4 |
| 52 | " | 9 | " | " | 514 | 1.10 | 575 | 490 | 85.3 | 58.7 | " | " | 65.7 |
| 53 | " | 9 | " | " | 510 | 1.12 | 600 | 512 | 85.4 | 60.5 | " | " | 68.7 |
| 54 | " | 9 | " | " | 512 | 1.12 | 600 | 512 | 85.4 | 60.3 | " | " | 68.7 |
| 46 | " | 1 | " | " | 500 | 0.85 | 180 | 146 | 81.3 | 24.4 | " | " | 19.6 |
| " | " | 2 | " | " | 500 | 0.87 | 250 | 206 | 82.2 | 33.4 | " | " | 27.6 |
| " | " | 3 | " | " | 500 | 0.90 | 270 | 222 | 82.4 | 34.6 | " | " | 29.8 |
| " | " | 4 | " | " | 500 | 0.92 | 305 | 252 | 82.8 | 38.3 | " | " | 33.7 |
| " | " | 5 | " | " | 500 | 0.93 | 315 | 261 | 83.0 | 39.1 | " | " | 35.0 |
| " | " | 6 | " | " | 500 | 0.95 | 345 | 289 | 83.8 | 42.0 | " | " | 38.8 |
| " | " | 7 | " | " | 500 | 0.955 | 350 | 294 | 84.9 | 42.3 | " | " | 39.4 |
| " | " | 8 | " | " | 500 | 1.05 | 510 | 435 | 85.2 | 55.6 | " | " | 58.3 |
| " | " | 9 | " | " | 500 | 1.08 | 550 | 471 | 85.5 | 56.7 | " | " | 63.1 |

4 表 練篠機動力測定データ

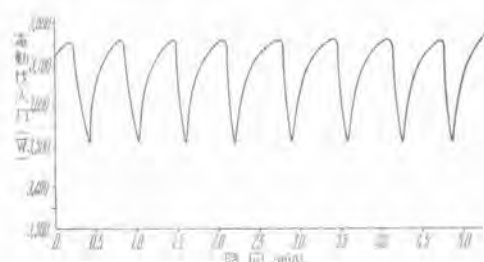
| 機械番号 | 機 械 メーカ名 | 測定条件 | 電動機仕様 | 周波数 ~ | 電 圧 V | 電 流 A | 入 力 W | 出 力 W | 効 率 % | 力 率 % | 室 温 °C | 湿 度 % | 負荷率 % |
|------|-------------|------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 811 | Howa | 紡 出 | ML-TE 1HP 6P | 56 | 444 | 1.06 | 596 | 515 | 86.5 | 73.2 | 19 | 72 | 69.0 |
| 812 | " | " | " | 57.5 | 440 | 1.07 | 604 | 522 | 86.5 | 73.7 | " | " | 70.0 |
| 813 | " | " | " | 57.5 | 438 | 1.06 | 608 | 526 | 86.6 | 75.4 | " | " | 70.5 |

5 表 始紡機動力測定データ

| 機械番号 | 機 械 メーカ名 | 測定条件 | 電動機仕様 | 周波数 ~ | 電 圧 V | 電 流 A | 入 力 W | 出 力 W | 効 率 % | 力 率 % | 室 温 °C | 湿 度 % | 負荷率 % |
|------|-------------|------|-----------------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|----------|----------------|
| 9 | Howa | 1 | MK-FC 3HP 6P | 57.5 | 444 | 1.95~ 1.90 | 1000~ 960 | 955~ 920 | 84.5~ 84.3 | 66.7~ 65.8 | 20.5 | 70 | 42.6~ 41.1 |
| 3 | " | 1 | " | 57.5 | 450 | 2.14~ 2.10 | 1130~ 1090 | 1070~ 1055 | 85.0~ 85.0 | 67.7~ 66.7 | " | " | 47.8~ 47.1 |
| 2 | " | 1 | " | 60 | 446 | 1.93~ 1.92 | 1050~ 1005 | 890~ 850 | 84.7~ 84.5 | 70.4~ 67.4 | " | " | 39.7~ 37.9 |
| " | " | 2 | " | " | 444 | 1.62~ 1.58 | 680~ 640 | 557~ 523 | 82.0~ 81.7 | 54.6~ 52.7 | " | " | 24.85~ 23.3 |
| " | " | 3 | " | " | 446 | 1.57 | 590 | 490 | 81.4 | 48.4 | " | " | 21.8 |
| " | " | 4 | " | " | 445 | 1.49 | 470 | 377 | 80.2 | 40.9 | " | " | 16.8 |
| " | " | 5 | " | " | 444 | 1.415 | 290 | 214 | 74.0 | 26.6 | " | " | 9.55 |
| " | " | 6 | " | " | 444 | 1.395 | 195 | 105 | 54.0 | 18.2 | " | " | 4.70 |

6表 間 紡 動 力 測 定 デ ー タ

| 機械番号 | 機 械 メーカー名 | 測定条件 | 電動機仕様 | 周波数 ~ | 電 圧 V | 電 流 A | 入 力 W | 出 力 W | 効 率 % | 力 率 % | 室 温 °C | 湿 度 % | 負荷率 % |
|------|--------------|------|-----------------|----------|----------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|----------|---------------|
| 4 | Howa | 1 | MK-FC 3IP 6P | 60 | 470 | 2.44~ 2.40 | 1535~ 1500 | 1320~ 1286 | 86.0~ 85.8 | 77.3~ 76.8 | 20.5 | 70 | 58.9~ 57.4 |
| 17 | " | 1 | " | " | 444 | 2.60~ 2.55 | 1640~ 1600 | 1408~ 1370 | 85.8~ 85.7 | 82.0~ 81.0 | " | " | 62.8~ 61.2 |
| 3 | " | 1 | " | " | 452 | 2.45~ 2.403 | 1525~ 1500 | 1310~ 1286 | 86.0~ 85.8 | 79.5~ 78.8 | " | " | 58.5~ 57.4 |
| " | " | 2 | " | " | 448 | 2.08~ 2.0 | 1200~ 1130 | 1020~ 957 | 85.0~ 84.8 | 74.8~ 72.8 | " | " | 45.6~ 42.7 |
| " | " | 3 | " | " | 450 | 1.99 | 1100 | 933 | 84.7 | 70.9 | " | " | 41.6 |
| " | " | 4 | " | " | 451 | 1.87 | 1000 | 830 | 82.8 | 68.4 | " | " | 37.0 |
| " | " | 5 | " | " | 452 | 1.59 | 725 | 591 | 81.5 | 58.3 | " | " | 26.4 |
| " | " | 6 | " | " | 454 | 1.32 | 250 | 170 | 68.0 | 24.05 | " | " | 7.59 |



3図 精紡機負荷変化曲線

Fig. 3. Load alteration curves of ring spinning frame.

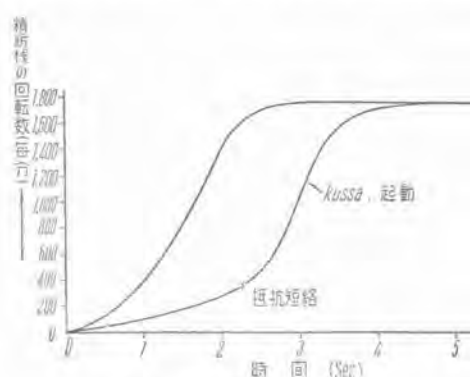
オ. 間 紡 機

間紡機に使用される電動機は始紡機のそれと仕様が同一の場合が多いが、この場合には間紡機の方が鍾数も多く回転も早いから電動機の負荷率は70~75%になる。したがって操業当初や電圧降下の場合を考慮すると3IPの容量が大に過ぎることはない。負荷の変動状況、測定条件等は始紡機の項にて述べたものとほぼ同様である。6表に間紡機の動力測定データを示す。

カ. 精 紡 機

測定した2工場のうち一方は巻線型誘導電動機 10 HP 4 P を用い二次抵抗の調整により3段に速度制御を行わしめている。他方はカゴ形誘導電機 10 HP 4P を用いクッションスタータと組合せて緩慢起動をさせている。本文では主として後者についてのべる。ここで用いられているスタータでは一相に挿入する抵抗値を負荷電流の程度によつて6段に変え、適当な起動を行わしめる。

3図にはクッションスタータによる起動状況をオシログラフにより示した。この図より kussa 起動の場合には起動時間は約2倍となり速度上昇の状況も緩慢起動と呼ぶにふさわしいものであることがわかる。負荷の変動はリングレールのリフテング運動によつて4図に示す如き変化がある。変動範囲はやく250ワットである。負荷率は37~45%でまだ軽負荷であるがスピンドルの回転数が8000~9000 rpmの時の測定結果であるから、将来10000~12000 rpmで運転する場合には70~80%にな



4図 精紡機速度上昇曲線

Fig. 4. Speed up curves of ring spinning motor.

ることが予想され10HPの容量で大にすぎることはない。測定データを7表に示す。測定条件をかえて機械各部分の所要動力の分析を容易ならしめている。

キ. 巻 糸 機

巻糸機には2種類あり8表に測定データを示したように速度変化をせず連続的に巻取るものと機械的または電気的方法で速度を1分間に約40回50~100 rpm変化させながら巻取るものがある。前者の場合には2HP 4Pが2台用いられているがその負荷率は11~17%に過ぎない。1HP 4P 2台にして充分と考えられる。後者の負荷変動状態をオシログラフでとつたのが5図である。この場合にはワインダ駆動用として2HP 4P 2台、断続スイッチ用として1HP 4Pが用いられる。このような負荷状況では定常状態というものがないから適正な容量を決めることは難しいが起動、停動トルク、温度上昇等により決定されるべきで、このように考えるならばここに示した測定例はほぼ満足すべき容量と考えられる。

ク. 糊 付 機

糊付機としてはホットエア式とスフッシャ式とがある。いずれも巻取りが進むに従つて負荷が増加する。9表の測定データでは時間の経過を記録してある。負荷はホットエア式が重く最大62%になる。電動機は現在の

5 HP でほぼ適当と考えられる。スラッシュ式では最大 39% 位であるから電動機容量は 3~4 HP に減少し得ると思う。

チ. 織 機

織機はごく短時間に杼打ち、箆打ち等の運動をなしそのつどかなりの尖頭負荷を要求する。6 図には織機負荷変化の一例を示した。

このように激しい負荷変化であるので指示型計器を用

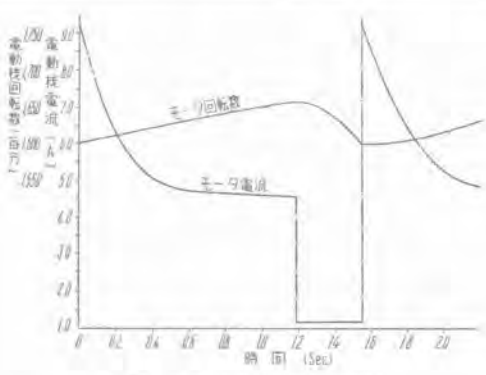
いず積算電力計により平均入力求めた。この測定の結果、平均負荷率は約 50% であることが明らかになったが先にものべた如く定格負荷の 200% 以上の尖頭負荷に耐えねばならぬこと、起動時の織機の慣性と摩擦が非常に大きいから起動トルクは大でなければならぬこと等を考慮すると現在の容量 0.5 kW が適当であると考えられる。測定データを 10 表に示した。

7 表 リング精紡機動力測定データ

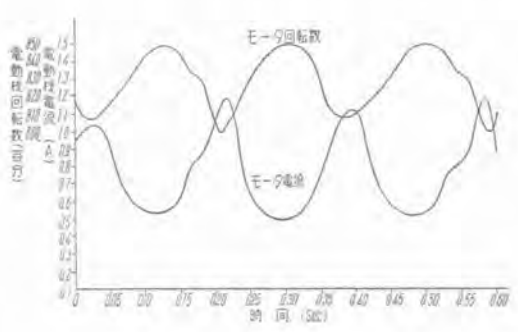
| 機 械 番 号 | 機 械 名 | 測 定 条 件 | 電動機仕様 | 周波数 ~ | 電 圧 V | 電 流 A | 入 力 W | 出 力 W | 効 率 % | 力 率 % | 室 温 °C | 湿 度 % | 負荷率 % |
|---------|-------|---------------------|------------------|----------|----------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|----------|----------------|
| 6 | Howa | 紡 出 0.2 玉 | MK-FC 10HP 4P | 60 | 504 | 4.9~ 9.5 | 3670~ 3350 | 3260~ 2940 | 89.0~ 87.8 | 85.8~ 85.3 | 25.6 | 74 | 43.7~ 39.4 |
| 8 | " | 0.7 玉 | " | " | 506 | 4.6~ 4.3 | 3490~ 3229 | 3080~ 2815 | 88.1~ 87.2 | 86.5~ 85.5 | " | " | 41.3~ 37.75 |
| 18 | " | 0.3 玉 | " | " | 505 | 4.8~ 4.4 | 3675~ 3310 | 3285~ 2890 | 88.7~ 87.5 | 87.5~ 86.0 | " | " | 44.1~ 38.75 |
| 46 | " | ①チンローラと 1. スピンドル | " | " | 495 | 2.97 | 1500 | 1160 | 77.4 | 59.0 | " | " | 15.55 |
| " | " | ② ①+ローラ | " | " | 496 | 3.23 | 1900 | 1530 | 80.5 | 68.6 | " | " | 20.50 |
| " | " | ③ ②+リフテング | " | " | 497 | 3.25 | 1925 | 1550 | 80.6 | 68.8 | " | " | 20.80 |
| " | " | ④ ③+木管 | " | " | 498 | 3.28 | 2010 | 1630 | 81.0 | 71.2 | " | " | 21.85 |
| " | " | ⑤ ④+紡出 | " | " | 497 | 4.26 | 3135 | 2725 | 87.0 | 85.5 | " | " | 36.6 |

8 表 巻糸機動力測定データ

| 機 械 番 号 | 機 械 名 | 測 定 条 件 | 電動機仕様 | 周波数 ~ | 電 圧 V | 電 流 A | 入 力 W | 出 力 W | 効 率 % | 力 率 % | 室 温 °C | 湿 度 % | 負荷率 % |
|---------|--------|---------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 1 | Kamizu | 糸掛け | MK-FC 2HP 4P×2 | 60 | 500 | 2.17 | 750 | 488 | 65.0 | 39.8 | 26.5 | 68 | 16.37 |
| 2 | " | " | " | " | 500 | 2.15 | 740 | 474 | 64.0 | 39.7 | " | " | 15.90 |
| 3 | " | " | " | " | 505 | 2.11 | 675 | 419 | 62.0 | 36.6 | " | " | 14.05 |
| 4 | " | " | " | " | 503 | 2.15 | 755 | 490 | 65.0 | 40.3 | " | " | 16.44 |
| 5 | " | " | " | " | 505 | 2.13 | 575 | 345 | 60.0 | 30.9 | " | " | 11.58 |



5 図 ワインダ負荷変化曲線
Fig. 5. Load alteration curves of rot winder.



6 図 織機負荷変化曲線
Fig. 6. Load alteration curves of cotton power loom.

9 表 糊付機動力測定データ

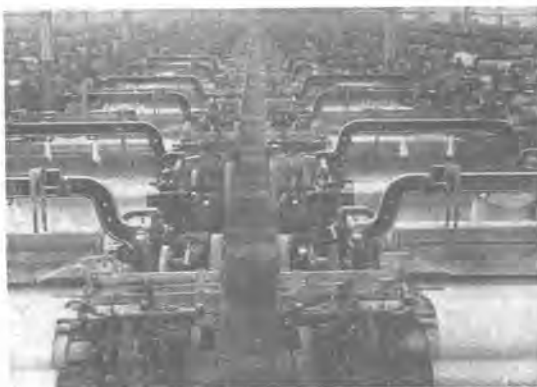
| 機 械 名 | 機 械 状 況 | 電動機仕様 | 経過時間 min | 周波数 ~ | 電 圧 V | 電 流 A | 入 力 W | 出 力 W | 効 率 % | 率 率 % | 室 温 °C | 負荷率 % |
|-----------------------|-----------------------|--------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| サイジングマシン ホットエアタイプ | 20 ヤード 1 分 ロール 4 本 | MK-FC 5HP 6P | 0 | 57 | 416 | 3.20 | 1740 | 1570 | 90.2 | 75.4 | 26 | 42.1 |
| | 細 布 20 S | " | 5 | " | 418 | 3.44 | 1980 | 1790 | 90.4 | 79.5 | " | 48.1 |
| | | | 15 | " | 418 | 3.70 | 2210 | 2000 | 90.6 | 82.7 | " | 53.7 |
| | | | 25 | " | 436 | 3.90 | 2460 | 2220 | 90.3 | 84.2 | " | 59.5 |
| | | | 35 | " | 434 | 3.96 | 2540 | 2280 | 89.8 | 85.8 | " | 61.2 |
| | | | 45 | " | 434 | 4.00 | 2580 | 2300 | 89.3 | 85.9 | " | 61.7 |
| サイジングマシン スラッシャータイプ | 18 ヤード 1 分 ロール 4 本 | MK-FC 5HP 6P | 0 | 57 | 470 | 2.76 | 1320 | 1170 | 88.7 | 58.8 | " | 31.4 |
| | 細 布 20 S | " | 10 | " | 460 | 2.80 | 1380 | 1230 | 89.1 | 61.9 | " | 33.0 |
| | | " | 20 | " | 450 | 2.84 | 1420 | 1280 | 90.2 | 64.2 | " | 34.3 |
| | | | 30 | " | 450 | 2.84 | 1420 | 1280 | 90.2 | 64.2 | " | 34.3 |
| | | | 40 | " | 460 | 2.86 | 1460 | 1320 | 90.3 | 64.1 | " | 35.4 |
| | | | 50 | " | 465 | 2.88 | 1480 | 1360 | 90.5 | 63.9 | " | 36.5 |
| | | | 60 | " | 440 | 2.92 | 1600 | 1450 | 90.5 | 72.0 | " | 38.9 |

10 表 織機動力測定データ

| 機械番号 | 機 械 メーカ名 | 電動機仕様 | 周 波 数 ~ | 電 圧 V | 積算入力 W/h | 平均出力 W/h | 効 率 % | 室 温 °C | 湿 度 % | 平均負荷率 % |
|------|-------------|--------------------|------------|----------|-------------|-------------|----------|-----------|----------|------------|
| 1 | Enshū. | LE-TE 0.5 kW 8P | 57.5 | 428 | 304.8 | 246 | 79.7 | 25 | 76 | 49.3 |
| 2 | " | " | 57.5 | 430 | 333.2 | 271 | 81.3 | " | " | 54.2 |
| 3 | " | " | 58.0 | 440 | 380.8 | 316 | 83.0 | " | " | 63.2 |
| 4 | " | " | 58.0 | 422 | 329.5 | 268 | 81.3 | " | " | 53.6 |
| 5 | " | " | 57.5 | 424 | 308.4 | 248 | 80.4 | " | " | 49.6 |
| 6 | " | " | 57.5 | 432 | 316.8 | 256 | 80.8 | " | " | 51.2 |
| 7 | " | " | 57.5 | 436 | 297.2 | 238 | 80.1 | " | " | 47.6 |
| 8 | " | " | 57.5 | 438 | 330.0 | 269 | 81.5 | " | " | 53.8 |
| 9 | " | " | 57.5 | 438 | 304.8 | 245 | 80.3 | " | " | 49.0 |
| 10 | " | " | 57.5 | 440 | 312.8 | 251 | 80.3 | " | " | 50.2 |

4. む す び

以上において綿紡織工程における動力測定の一例をのべたが紡織機械は多種多様であつてすべての場合をつくすことは至難である。しかし本文でのべたものは最新の設備であるから今後のあり方を示すものといえよう。概括して紡織用電動機は余裕のある容量を選定しているといえよう。その理由は機械の所要動力が正確に握れていないために安全率を高くとつてゐること、温度上昇の低いことを要求することによるものである。梳綿機、織機の如く特別な特性の要求されるものは別として、負荷変動の少い他の機械用のものに対してはさらに多くの資料を集めて電動機容量を再検討すべきであろう。まだ電動機の仕様の決定に当つては紡績会社、機械メーカ、電機メーカが緊密に協力して調査研究すべきことを痛感する。かかる観点からこの報告が関係者のご参考になれば幸である。最後にこの測定を実施するに当り特別な配慮とご指導を賜つた紡績会社の方々に厚く感謝の意を表する次第である。



某 織 機 工 場
Automatic Loom

形 式 シ キ 1 2 0 大 物 車 に つ い て

新三菱重工業株式会社
三原車両製作所設計課

秋 山 元 節

Type SHIKI 120 Large Freight Cars

By Gensetsu AKIYAMA

Mihara Rolling-Stock Works
Shin Mitsubishi Jukogyo K. K.

In transporting large sized machines by railway, low floor bogies are used to keep the freight within a traffic limitation, otherwise the dimensions of tunnels and bridges prohibit the passage of the freight and the machines have to be disassembled for loading, which is quite costly, specifically in the case of transformers and generators of large capacity.

Shin Mitsubishi Jukogyo K. K. (New Mitsubishi Heavy Industry Company) has completed the largest low floor bogie even built in Japan, enabling to carry 80 ton load. Brief accounts are given herein about them.

1. は し が き

発電機あるいは変圧器等の調大品の輸送には低床式荷受梁を有する大物車を使用し、積載時の積荷の高さを輸送限界内に格納するようにしているが、積荷が大きくなり輸送限界を超過する場合にはトンネルあるいは橋梁通過の際に支障し輸送不能となり分解して小容積のものとしなければならない。変圧器、発電機の場合にはこのための労力と費用とは相当なものとなり、変圧器の大型化に伴いできるだけ低床車体の大物車が要望されてきた。

新三菱重工業三原車両製作所では三菱電機株式会社のご注文により昭和27年10月、現在わが国での最大車であつ1台しかないシキ100よりさらに低床で、床面長さが長く、しかも80トンの荷重を積載し得るシキ120を完成した。

本車はわが国最大の貨車で、低床式荷受梁と特殊荷受枠の2種の車体を備え、前者は変圧器用、後者は大容量のタービン発電機固定子輸送用に使用するものである。

以下低床式荷受梁および固定子輸送用大物車につきその概要を述べて参考に供したい。

2. 低床式荷受梁大物車 (シキ 120)

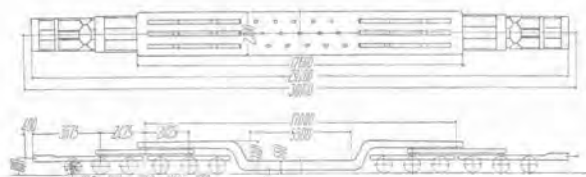
本車の外観は1図に示す如くで2図は九州電力築上火

力発電所用 65,000 KVA 3 相フォーム・フィット変圧器を積載した状態である。本車の主要諸元をシキ100と比較すれば下記のとおりである。

| | シキ 120 | シキ 100 |
|--------|-----------|-----------|
| 荷 重 | 80 ton | 80 ton |
| 自 重 | 67,96 " | 50 " |
| 最大長 | 30,000 mm | 26,000 mm |
| 最大巾 | 2,740 " | 2,734 " |
| 低床面高さ | 660 " | 782 " |
| " 長サ | 5,500 " | 5,000 " |
| " 巾 | 2,300 " | 2,400 " |
| 車体長さ | 17,600 " | 19,000 " |
| 心皿中心距離 | 17,000 " | 15,000 " |

ア. 3 軸ボギーの採用

本車は設計条件としてシキ100よりさらに低床で、床面長さが500mm長く、荷重はできるだけ大きくということであり、低床面高さおよび荷重との関係をいかようにとるかが問題となる。すなわち床面を低くすれば強度の関係上自重が増加し、軸重の点で荷重を下げるかあるいは軸数を増すかしなければならない。しかし荷重をシキ100以下に下げるとは実用上好ましくないので80トンとして軸数を決定した。鉄道建設規定では軸重は13トンに制限されている。したがって荷重80トンと



1 図 低床式荷受梁大物車外形寸法図

Fig. 1. Dimensions of low floor open freight car.



2 図 築上発電機用変圧器積載

Fig. 2. Freight car loaded with transformer for Chikujō power station.

した場合自重は 10 軸の場合 $13t \times 10 = 80t = 50t$ 以内、12 軸の場合 $13t \times 12 = 80t = 76t$ 以内でなければならない。本車の場合 10 軸で低床面を下げることは自重の点で困難であり、また固定子輸送の場合荷重が 100 トンであるため特殊の荷受枠を使用しても自重を $130 - 100 = 30t$ 以内にすることは困難である。12 軸とすれば低床式に対し 76 トン、固定子用に対して 56 トンとなり設計如何によつては可能なので 12 軸を採用し、軸配置は前後に 6 軸宛、これを 3 軸を一組として 2 組のボギーとした。

イ. 車長について

建設規定の車長に関する制限は車長 1 m 当り 5 トン以下と規定されている。本車の場合 12 軸として自重は約 70 トンで納まる予想の下に車長は $\frac{80+70}{5} = 30m$ とした。これ以上では曲線通過の際偏倚が大きいたがつて車体の巾、積荷の巾が小さくなり具合が悪い。

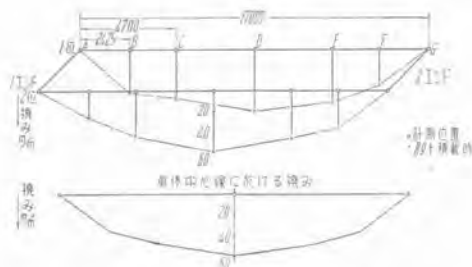
ウ. 荷受梁の構造

荷受梁の低床部はできるだけ低い方が便利なのは明らかであるが重量が押えられているためシキ 100 より約 100 mm 低いことを目標として重量の軽減を計つた。

まず荷重状態としては積荷がおもに変圧器であり一定しているので常に荷重は床面に等分布に作用するものとす。

構造上ではレール等の長尺物を積み重ねることとして荷受梁の両端を切りつめたものとし、組立にはできる限り溶接を採用した。梁の主体となつている 4 本の I ビームのフランジとウェブはすべて溶接組立、I ビーム間の横梁も同様溶接とし当板のみを鉄接とした。I ビームも中央部より端に行くにしたがつて板厚を減じ、各部の応力の均一化を計りとくに I ビームの溶接部は焼鈍して残留応力を除去してある。3 図は三原車両において施行した

形式シキ 120 大物車について・秋山



3 図 車体の撓み説明図

Fig. 3. Deflection of carbody.

89 トン荷重試験による車体の撓み曲線である。

エ. 走り装置および自動連結器

車軸は国鉄基本の 12 トン長軸、担バネは負担力 6 トンの基本品である。軸重の釣合はシキ 100 と同様に 3 軸中 2 軸に釣合子を用いてある。両台車間に跨る 3 台枠は簡単な構造として荷重を台車に伝えるだけのものとした。シキ 100 では台枠の先端は延びて自動連結器が取付いているが本車の場合このようにすれば連結器部の首振が大きく危険なため先台車に直接連結器を取付けてある。

オ. ブレーキ装置

貨車の制動倍率および制動率は一定の基準がある。本車は自重が約 70 トンで台車も 4 組あり大体普通の貨車の 4 両分に相当しているので、各台車ごとに一組の制動装置を設けてある。これらの装置はすべて 1 本の制動管に連結してあり 4 組同時に制動作用が行われる。空気ブレーキ部品はすべて国鉄の基本品を使用し、主要部分は台枠両側に対称に取付けて点検修理に便利にしてある。各台車の制動デコはできるかぎり共通品を用い倍率も同一である。

本車の台車を固定子輸送用として使用する場合には自重が変わるため制動倍率を変えなければならぬので各台車の水平デコ比を自由に変え得ようピン穴を 2 個設けそれぞれ差替えて使用するようにしてある。

カ. 荷重試験

本車は車体のみの 85 トン静荷重試験および 89 トン



4 図 静荷重試験

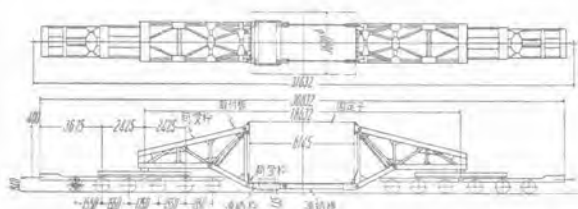
Fig. 4. Static load test.

積載試験を実施した。4 図は 89 トン積載時の写真である。

3. 大容量タービン発電機固定子輸送用大物車

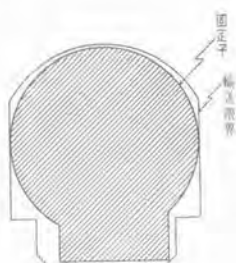
本車は前述せるシキ 120 の台車を利用し、低床式荷受梁を取外して橋桁のごとき荷受枠を取付け固定子を中央に挟み込んで輸送するものである。5 図はその外観を示すもので主要諸元は下記のとおりである。

| | |
|--------|-----------|
| 荷 重 | 100 ton |
| 自 重 | 53.7 " |
| 最大長 | 31,632 mm |
| 最大巾 | 3,600 " |
| 最大高 | 4,210 " |
| 台車中心距離 | 18,632 " |



5 図 大容量発電機固定子輸送用大物車外形寸法図

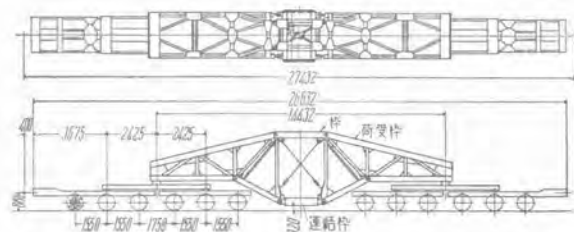
Fig. 5. Dimensions of large sized freight car for carrying large capacity generator stator.



6 図 発電機固定子輸送限界図

6 図は輸送限界と固定子の関係を示したものである。

荷受枠は固定子端面側に荷受板を有しこの部分で固定子を受けている。荷受枠の下部はピンジョイントにより相互に結結棒で連結されている。したがって連結棒は引張力のみを受け、同時に取付板は固定子端面を圧する。固定子がこの圧縮力に耐えて車体が構成される。取付板は固定子端面にボルトで取付けられており車体の振れによつて圧着位置に稀動がないようにしてある。



7 図 空車回送時状態説明図

Fig. 7. State of bringing back empty cars.



8 図 固定子挿入状況
Fig. 8. Insertion of stator.



9 図 現物使用の荷重試験
Fig. 9. Load test with actual freight.

7 図は輸送完了後回送する際の状態で上部の取付板を外して圧縮力を受持つ枠を取付け下部は連結棒を外して直接連結棒と連結し車長を縮めたものである。

また荷受枠は 2 部分に分解できる構造となつてゐるため空車回送ができない時には、それぞれ分解して普通の貨車積として輸送することができる。

ア. 荷重試験

8 図、9 図は現物を使用した荷重試験を示す。8 図は固定子積込前のもので、取付板は固定子端面に取付いてゐる。荷受枠、連結棒はすべてジャッキで持上げており固定子挿入を容易ならしめるため上部を拡げてある。9 図は積載後 150 m 曲線通過における状態を示したものである。

4 むすび

形式シキ 120 大物車は三菱電機株式会社の私有貨車としてすでに北海道および九州へそれぞれ変圧器を輸送し、今春 4 月にはタービン発電機固定子輸送が行われる等優秀な性能を遺憾なく発揮し今後の活躍を期待されている。

最後に本車の製作に当り(三菱電機株式会社ならびに)国有鉄道関係者各位より賜つたご指導ご協力に対し深甚の謝意を表するものである。

名古屋鉄道納カルダン・ドライブ電車

伊丹製作所

松 田 新 市*

Cardan Drive Suburban Cars for Nagoya Railway Company

Shin-ichi MATSUDA

Itami Works

Cardan drive electric cars were supplied to the Nagoya Railway Company and have been successfully running ever since their trial run in the early part of last December with a record of more than 30,000 kW commercial operation by the end of February.

Descriptions are made herein chiefly about their motors and driving equipment to introduce the fruit of our pains-taking effort.

1. ま え が き

交通機関を速く、乗心地よく、経済的に運営することは相当複雑な問題であるが、近年わが国の電車においては、台車装架の高速度電動機を用いてフレキシブルカップリングを経て車輪を駆動する方式によつて、この問題を解決せんとする試みが盛んになつてきた。ことに帝都高速度交通営団(東京地下鉄)は大々的に、この種の新式電車を採用され、新路線を営業運転しようとしておられる。

現在当社で製作中のものだけでも、帝都高速度交通営団 30 両(WN 式)、京阪電鉄 1 両(WN 式)、大阪市交通局 1 両(カルダン式)、東京都電 2 両(WN 式 カルダン式各 1)がある。

また、東芝製のもの名古屋鉄道に 1 両(カルダン式)、阪神電鉄に 1 両(カルダン式)、東洋電機製のもの京阪神急行京都線に 2 両(平行駆動式)、京阪電鉄 1 両、その他当社および各社で計画中のものが相当数ある。

本台車は名古屋鉄道が昭和 26 年率先して研究を始められ、わが国最初の台車装架式高速台車による本格的営業運転を実現されたもので、電動機は当社製、駆動装置および台車は住友金属工業株式会社製鋼所の製造である。本台車の駆動装置は、軌条が狭軌であるのでカルダン・ドライブ方式が用いられ、電気制動を常用とする。

2. 設 計 要 目

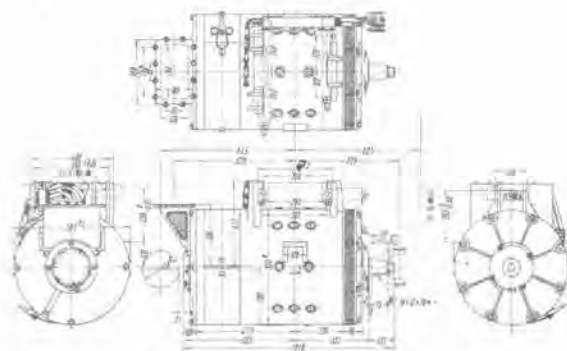
電動機 MB-3002-A 型

1 時間定格 110 kW (150 HP), 1,600 rpm (全界磁)
750V, 170A

半密閉自己通風式

最大許容回転数 3,200 rpm

重 量 860 kg



1 図 MB-3002-A 型 外 形 図

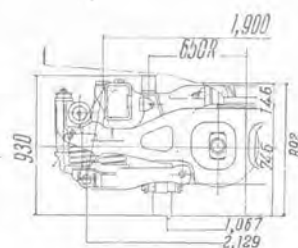
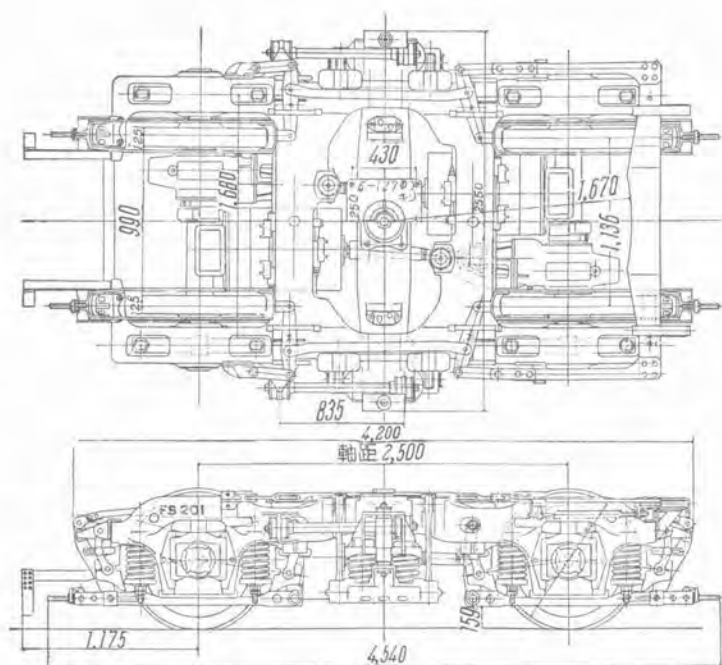
Fig. 1. MB-3002-A cardan drive motor arrangement.

駆動装置 カルダン式 1 台車分 1,017 kg

直歯傘歯車

鋳鋼製の堅固な歯車箱におさめ、ローラベアリングの油浴潤滑で円滑に運転する。

* 技術部電鉄課長



3 図 台車
Fig. 3. Truck.



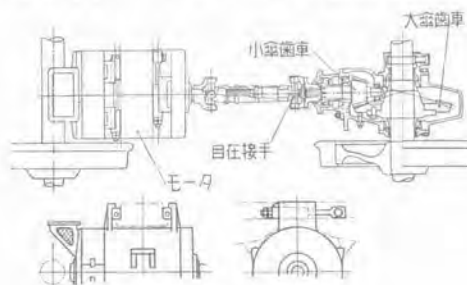
4 図 側面より見た台車
Fig. 4. Truck.

| | ギヤ | ビニオン |
|--------------|---------------------------|---------------------------|
| 歯数 | 67 | 15 |
| モジュール (D.P.) | 9.24(2.75) | 9.24(2.75) |
| 円錐角 | 77°23' | 12°37' |
| 圧力角 | 20° | 20° |
| 歯車径 | 618.836 | 138.545 |
| 材質 | ニッケル・クロム鋼 歯切後焼入, ラッピング | ニッケル・クロム鋼 歯切後焼入, ラッピング |

プロペラシャフト

自在接手 2 個 ニッケル・クロム鋼焼入の十字
ニードル軸受

スプライン ニッケルクロム鋼焼入



2 図 駆動装置と電動機

Fig. 2. Driving mechanism and motor.

台車 FS-201 型 7,246 kg (電動機および駆動装置)

| | | |
|------|-----|-------------------|
| 心皿荷重 | 空車時 | 12,500 kg |
| | 満載時 | 18,000 kg (200 人) |
| 軌間 | | 1,067 mm |
| 軸距 | | 2,500 mm |
| 車輪 | | 910 mm (鋳鋼板輪心) |
| 軸受 | | 110 mm 球面コロ輪受 |
| 制動 | | 車体制動 (台車制動に改造可能) |



5 図 斜下より見た台車

Fig. 5. Truck.

バネと振動周期

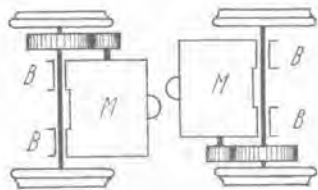
軸バネはコイルバネと板バネとを合わせ 2.62 mm/t/car
枕バネは 2.14 " "

| | 上 下 動 | | 10mレールでの 共振速度 |
|-----|--------|-------|------------------|
| | 周 期 | 振 動 数 | |
| 空 車 | 0.73 秒 | 1.37 | 49.2 hm/h |
| 定 員 | 0.79 | 1.26 | 45.4 |
| 満 載 | 0.85 | 1.18 | 42.3 |

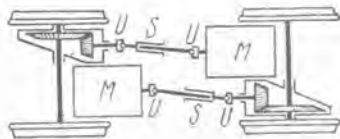
1 台車の総重量は 9,983 kg で、バネ下重量は 3,512 である。(3 図~5 図)

3. 駆動方式の説明

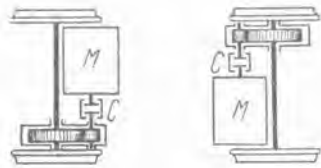
従来方式一釣掛式では6図に示すように電動機が車軸に直接乗っているが、台車装架法では7図にカルダン式、8図にWN式を示してあるとおり、電動機は車軸と切り放されている。WN式ではダブルインターナルエキスターナル・ギアタイプのカップリング、カルダン式では2個のユニバーサル・ジョイントおよびスプラインを含むプロペラシャフトで歯車を駆動する。



6 図 釣掛式
Fig. 6. Suspension type.



7 図 カルダンドライブ
Fig. 7. Cardan drive.



8 図 WNドライブ
Fig. 8. WN drive.

4. 台車装架の利点

6図のような釣掛式では重い電動機が車軸に直接に乗っているため、レールに及ぼす衝撃や電動機が受ける衝撃は甚大であり、かつ車軸受Bのガタのために歯車のかみ合いは不整を極め、またピンオン軸も片持ちであるために曲りやすく、太いものが必要となるのでよいよ不利となる。また軌条の損傷、電動機や歯車の損傷も大きく、したがって丈夫なものにしなければならない。これに反し、台車装架では電動機と車軸とは切り放されているので、このような欠点がなく、軽量小型の優秀な電動機、歯車装置を採用でき、また必要に応じて大きな歯数比も容易に得られるのである。

さらに台車装架では、釣掛式において大重量の電動機がレールから直接に衝撃されて車体に強大な悪振動を及ぼして乗心地を悪くするようなことが無くなるので、乗心地も非常に良くなる利点がある。

これらの長所の定量的な研究はまだ進んでいないが、電車および軌道の保守上相当な経費の低減となることが予想され、また乗心地の改善により乗客の吸収も期待せられる。

5. 電動機

台車装架には、勢い高速度電動機が必要となるが、近來米国における高速度電動機の発達に刺激されて需要が次第に増加してきた。ことに当社では米国ウエスチングハウス社との技術提携を再開して、その豊富な資料を全面的に受け入れ、設計、工作、材料に飛躍的な進歩を遂げつつある。この電動機ももちろんこれらの資料に基づいて米国の高速度電動機の長所をとり入れて製作している。

絶縁 いわゆる完全B種で、木綿・絹・紙等の有機繊維類をガラス繊維、アスベスト等の無機物に置き換えて完全なB種絶縁とし、処理用および接着用ソニスも従来のセラック系の代りにフェノリック・アルキッド系のいわゆるサーモ・セット・ソニスとして優秀な耐熱性を持たすたもので、米国製のものと全く同様な材料、工法を用いている。

フレーム 鋼板溶接の丸形で、台車のトランサムに容易に着脱し得るような支持腕がつけられている。鋳鋼製フレームに比し軽量、磁気特性良好、加工容易等全般的にすぐれている。

ハウジング 整流子側の軸受箱はカートリッジ式で、ベアリングを全然分解せずに電機子の抜き差しができる。

電機子 ウエッジ使用、新式のソニスで含浸し塗装してある。バランスは充分に取っており3,200rpmの回転に耐える。

ベアリング ローラベアリングを使用し、潤滑にも工夫をこらしてある。

整流子 最も重要な部分であるので整流子片、セグメント・マイカ、Vマイカもとくに良質のものを採用し、入念なシーズニングを行つてある。

刷子 ビグテール付

ファン アルミニウム合金製で、軽量、鋳鋼性のものとくらべて丈夫さは優るとも劣らない。

リード線 新考案のネオプレーン電線を使用している。

なお、温度上昇規格はA.I.E.E. No. 11 (1943) によつてゐる。(もちろんJECをも満足する。)

6. むすび

台車装架電動機の電車を使うことは、次第に電鉄界のすう勢となつて来たが、名古屋鉄道殿のご英断によつて実現をみた本カルダン台車は郊外電車用としての高速度電動機および駆動装置の貴重な実地資料を提供するものとして期待せられている。

当社においてもウエスチングハウス社を通じて米国の最新技術を余す所なく取り入れて従来の技術水準からはるかに飛躍を遂げ、優秀な高速度電動機の需要に応じつつあることは衆知のことであるが、こゝにその一端を紹介した次第である。

鑄物砂型の高周波乾燥の基礎実験について

研 究 所

馬 場 文 夫*・渡 辺 文 明**

Fundamental Experiment on High Frequency Drying of Core Sand

By Fumio BABA, Fumiaki WATANABE

Engineering Laboratory

The electric oven has been principally employed for baking the green core of the foundry. However, in making use of high frequency heating method that is the most ideal for the integral work of conveyer system in producing the core sand from moulds to baking, moulds of various composition were heated by a radio heater and the permeability and strenght of them were studied to prove that the physical properties were superior to the one treated by the electric oven. As to the binder, the urea formaldehyd resin was confirmed to be better suited than linseed oil.

1. ま え が き

鑄造工場の中子砂型加熱乾燥には従来電気炉が主として使用されているが、砂型成型より乾燥に至るまでを一貫した流れ作業化するには砂型を急速に乾燥しなければならぬと共にバインダの種類についても再検討を要することとなつた。最近米国においても砂型の乾燥にラジオヒータが大いに利用されつつあるに鑑み、筆者等は大洋鑄機株式会社との共同研究によつて、2年近くにわたる基礎的実験から実用化に至るまでの各種の検討を加へ

た結果、幸いその実現可能性についての結論を得たので本邦では最初の中子砂型乾燥装置としてダイハツ工業株式会社に設置し目下運転中であるので、研究過程の一端を述べ大方諸彦のご批判を仰ぎさらに改良を加へ完璧な鑄造砂型乾燥装置としたい考えである。

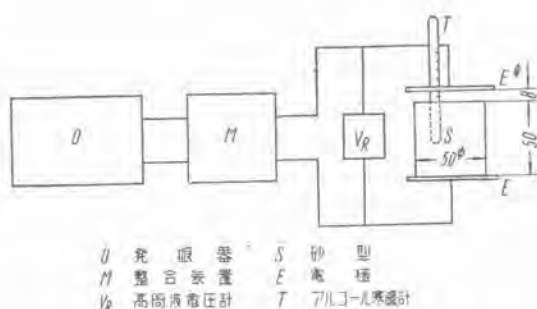
1 表 各試料の配合および高周波乾燥、電気炉乾燥による通気率、抗圧力の比較

| 試料番号 | 試料配合 % | 熟成温度 °C | 加熱方法 | 通気率 | 抗圧力 kg/cm ² |
|-------|-------------------------------------|------------|------|-----|---------------------------|
| No. 1 | 砂 94 オージン 2 アマニ油 2 水 2 | 240~220 | 高周波 | 104 | 8.8 |
| | | | 電気炉 | 186 | 3.4 |
| No. 2 | 砂 91 松脂 2 グリセリン 3 メリケン粉 1 水 3 | 170 | 高周波 | 135 | 4.1 |
| | | | 電気炉 | 159 | 2.3 |
| No. 3 | 砂 93 アマニ油 3 水 4 | 240~220 | 高周波 | 132 | 5.4 |
| | | | 電気炉 | 207 | 3.5 |
| No. 4 | 砂 87 尿素レジン 2.5 デキストリン 2.5 水 8 | 170~140 | 高周波 | 164 | 15.8 |
| | | | 電気炉 | 193 | 12.8 |
| No. 5 | 砂 100 ベントナイト 5 水 5 | 300~220 | 高周波 | 114 | 5.6 |
| | | | 電気炉 | 104 | 2.9 |
| No. 6 | 砂 100 粘土 5 水 10 | — | 高周波 | 128 | 4.5 |
| | | | 電気炉 | 149 | 2.5 |



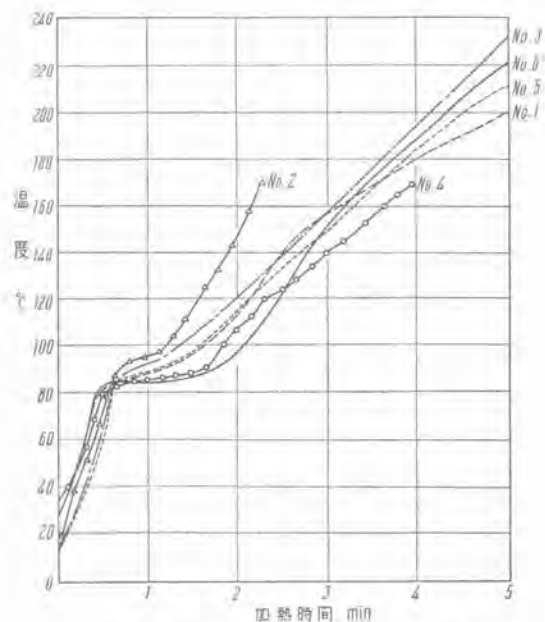
乾燥炉操作盤および台車

Dry-up chamber, control panel and truck



1 図 実験装置結線図

Fig. 1. Block diagram of experimental equipment.



2 図 各料試の加熱時間と温度との関係

Fig. 2. The relation to heating time and temperature.

2. 各種成分による基礎的実験

中子砂型の組成には1表のように各種のものがあるが、バインダの種類によつて加熱処理温度が異なる。一般に鑄型としての通気性、強度等の要求からおのずから砂の粒度、粒形、バインダ等が決定されるけれども、従来の外部加熱では、熱の不良導体である砂が主成分であるため、その加熱乾燥には中子砂型の大きさにもよるが通常2~3時間を必要とする。外部加熱は長時間を要すると共に局部的に過熱されて一様な加熱が困難であるに比し、高周波加熱によると内外部を一様に加熱できると共に急激に温度上昇も行い得ることによつて、バインダが油の場合でも非常な短時間に1表の如き所定の化学反応を終了して好結果を得るに至つた。

実験に供した中子試料の大きさは直径50mm、高さ50mmの直円棒で実験装置の回路の概要は1図のとおりである。使用周波数は8Mc、入力1.26kW一定とした。

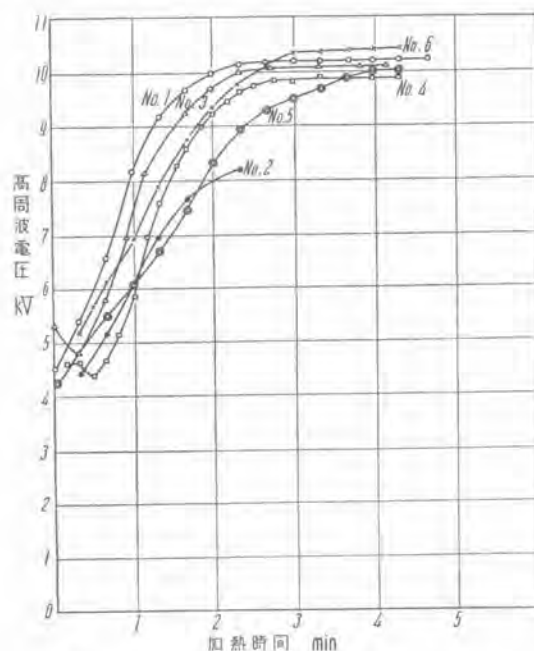
2図は各種試料の加熱時間温度上昇の関係を示したもので、温度はアルコール寒暖計を試料の一部に挿入して測定した。この場合注意することは中子を金属板上に直

鑄物砂型の高周波乾燥の基礎実験について・馬場・渡辺

接置くとき熱放散のため接触部の近傍が乾燥不十分となるのでアスベスト、木材等の絶縁物を介する必要がある。

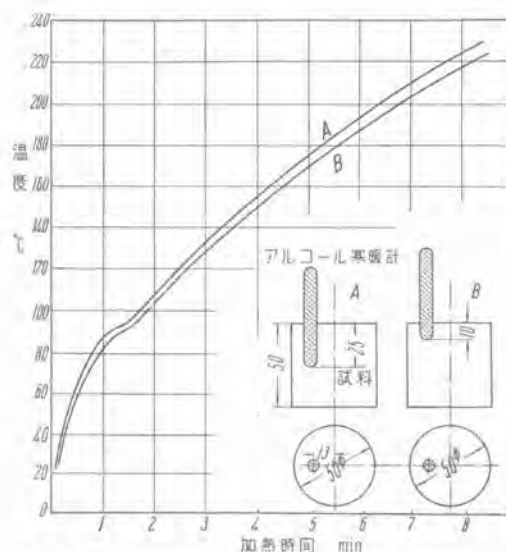
3図は同様試料の加熱時間対高周波電圧との関係で最高時は10,000Vにも達するので、たとえばエンジン翼のような砂型は芯に針金を立てて生砂型を補強する時、針金の先端と電極間で放電を起す場合がしばしば起つたので、針金の代りに竹にするとか他の絶縁物を使用して放電を防がねばならなかつた。

4図は高周波加熱の特長である均一加熱の状態を示したもので中子の中心部と表面との温度差がほとんどない利点が明らかである。



3 図 各試料の加熱時間と高周波電圧との関係

Fig. 3. The relation to heating time and radio frequency voltage.



4 図 加熱時間における各部の温度上昇曲線

Fig. 4. Temperature raise of each part as heating.

3. アマニ油および尿素レジンのパインダとしての高周波特性の検討

中子砂型のパインダとしては尿素レジンおよびアマニ油、ベンナイト等が利用されるが、酸化重合反応の加熱温度はベンナイト 300°C、アマニ油 240°C に対して尿素レジン は 170°C 程度にて熟成が完了するのみならず、硬化促進剤の添加により 100°C 内外の低温度にて硬化せしむることができ、米国においても専ら尿素レジンがパインダとして利用されている。

一方高周波加熱による場合尿素レジンがアマニ油より高周波特性においても秀れていることが後述の実験結果で明かとなった。

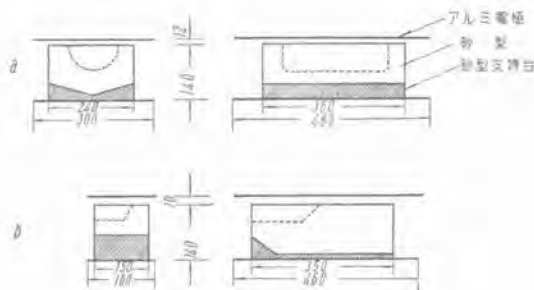
パインダが尿素レジンの場合とアマニ油の場合との二つの試料について、誘電率 ϵ および誘電損失角 $\tan \delta$ の測定を行つた結果 2 表のとおりで、25°C の常温においては尿素レジンの場合 $\epsilon \tan \delta$ が 185% に対してアマニ油は 72% で $\tan \delta$ は尿素レジンがアマニ油の 2.5 倍もあり高周波損失は非常に大である。

試料の形状が 5 図の場合（実際に使用されるオート三輪車のエンジン砂型である）における尿素レジン・パインダの誘電率 ϵ および誘電損失角 $\tan \delta$ の温度による変化特性は 3 表のとおりで、アマニ油・パインダの場合は 4 表のようになる。この両者を比較してみると、 ϵ はほとんど電極間の静電容量によつて決まり温度には大した影響を受けないが、 $\tan \delta$ の変化は尿素レジンの場合 130°C（熟成温度）において初期の加熱時の値の 1/10 になつてしまうのに、アマニ油の方は約 1/2 にしか減少しないが、絶対値は尿素レジンがアマニ油の 5.3 倍も大である。

2 表 アマニ油およびレジンを用いた砂型の ϵ 、 $\tan \delta$ の測定結果

| 試料番号 | 成 分 | ϵ | $\tan \delta$ % | $\epsilon \tan \delta$ % |
|-------|----------------------------|------------|--------------------|-----------------------------|
| No. 1 | 砂 94.6 水 3.0 レジン 2.4 | 4.45 | 41.6 | 185 |
| No. 2 | 砂 96.25 アマニ油 3.75 | 4.45 | 16.1 | 72 |

試料寸法 50φ 厚サ 12 mm, 測定周波数 7.5 Mc, 測定温度 25°C



5 図 砂型および電極の寸法
Fig. 5 Dimensions of cores and electrodes.

3 表 レジンを用いた砂型の温度による電気常数の変化

| 温 度 °C | 静 電 容 量 $\mu\mu f$ | $\tan \delta$ % |
|-----------|-----------------------|--------------------|
| 25 | 54 | 7.4 |
| 131 | 48.5 | 0.7 |

試料および電極寸法 5 図 a

4 表 アマニ油を用いた砂型の温度による電気常数の変化

| 温 度 °C | 静 電 容 量 $\mu\mu f$ | $\tan \delta$ % |
|-----------|-----------------------|--------------------|
| 20 | 19.8 | 1.72 |
| 90 | 20.6 | 1.16 |
| 150 | 20.1 | 0.89 |

試料および電極寸法 5 図 b

あることから、尿素レジンのパインダとして使用した中子砂型は、熟成温度時において損失が自ら小さくなつてオーバ・ベーキングが起らない、かつ高周波の伝導能率は非常に大であることが理解できる。

したがつて尿素レジンのパインダとする時、熱の不良導体である砂を主成分とした中子に利用することは低温度で重合が可能であるばかりでなく、熱学的にも均一に加熱しやすい事の特長と共に、高周波特性もアマニ油に比して遥かに優れているため、所要高周波電力が少くてよい結果となるのである。

4. 乾燥装置の実用化

高周波特性の優れた尿素レジン・パインダを使用した砂型を高周波加熱によつて急速に加熱する場合、造型、乾燥、冷却、型合せ、注湯の一貫した工程を、コンベヤ式にする時所要処理量によつて自ら適当な乾燥装置が考えられるのであるが、急速加熱という必須条件に適すると同時に、補修の便宜化および取扱上人員の軽減化等を考へて、ラジオヒータを 2 台にして、第 1 台目で予備加熱し、第 2 台目で熟成を行うようにすれば、温度上昇による中子の電気的常数の変化も各 Set については見掛け上小さくすむため、整合を自動化するにしても比較的容易にすることができるので、写真に示すように乾燥炉は 1 台にして中央で区切り、かつ表面温度と内部温度との温度差を少なくするため電熱で熱対流を作ると共に、尿素レジン の 80°C の附近から発生するホルマリン蒸気の換気と蒸発水分を排除するための煙突を装備した。写真から判るように中子砂型はトロッキ上 の平板電極の上に各種寸法のものを乗せてレール上をコンベヤ式に炉内に送り込む設計になつている。（本装置の詳細については別項“高周波鋳型乾燥器”参照のこと）

5 表 各種バインダに対するラジオヒータの所要容量

| | A | | | B | | | C | | |
|----------------------|-------|-----|-----------|----------|-----|-----------|------------|-----|-------------|
| 組成比率 g | 砂 | 870 | 0.0 87 | 砂 | 930 | 0.0 93 | 砂 | 955 | 0.0 95.5 |
| | 粘土 | 45 | 4.5 | アマ ニ油 | 30 | 3 | 尿 素 レジン | 15 | 1.5 |
| | 水 | 85 | 8.5 | 水 | 40 | 4 | 水 | 30 | 3 |
| 熟成温度 °C | 300 | | | 240 | | | 140 | | |
| 必要熱量 (1kg 当) Kcal | 103.7 | | | 68.5 | | | 42.3 | | |
| 必要電力 (1kg 当) Wh | 121 | | | 80.5 | | | 49.6 | | |

因みに各種バインダを利用した時のラジオヒータの所要電力容量は5表のようになって、やはり尿素レジンを利用した時一定電力を使用した場合最大の処理量を得ることが判る。

なお実際には間隔一定の上下電極の間に各種高さの中子を取混ぜて同一時間にベーキングする必要があるので、砂型の金属台の高さを適当にして大凡中子と電極と

の間隙が一樣になるように工夫して均一加熱ができるようにしたが、この場合上述の尿素レジンの誘電特性から判るように熟成温度になると自ら損失が減少して電力吸収がなくなりいわゆる選択加熱によりオーバ・ベーキングしないのが一大特長である。

5. む す び

中子砂型の熟成に高周波加熱を利用することが他の外部加熱方法に比していかに優れているかは諸実験結果より明かとなつたが、ここに高周波を用いた時の特長を列記して本実験結果の結言としたい。

- (i) 一貫した流れ作業が可能となつた。
 - (ii) 加熱時間が従来の 2~3 時間から非常に短縮されるようになった。
 - (iii) 運搬人件費が節約できる。
 - (iv) オーバ・ベーキングがないため歩止りが向上した。
 - (v) 品質部強度、通気率等が向上した。
 - (vi) 所要電力が普通の電気炉の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ ですむ。
- 等である。

なお本研究は電気機器製造者と鋳物機器製造者と最終需要者とが三者一体に強力な協力精神の結果完成したものであることを付記して関係者各位に感謝の意を表する次第である。

800L 型 自 動 階 段

内側板に独特の曲線を採用した 800 L 型自動階段は広々とした乗心地、細くなつた楕板、アルミダイカスト製の踏み板部分、ステンレス製ライザと内側板、新設計の小型、高精度、強靱この上ないローラーチェーン、耐油性人造ゴム嵌合の踏み段コロ等々 従来品と面目を一新した新機構により好評を博しているが、建築上最も重要な据えつけ面積において、従来の 600 mm 巾のものと同じ寸法で 800 mm の据えつけが可能になつたことと、巻上機を壁型としたための上部機械室の縮小で、ご便利にご使用願えるものと確信している。

工場内で 1 台毎に試運転、調整をして出荷するので据えつけ工事は極めて短時日にでき、“10 日見ぬ間に自動階段”の新語が生れているほどである。

写真は、小倉 井筒屋百貨店に本年 2 月据えつけ完了した 800 L 型自動階段の工場試験中のもので、外装は指定により全部アルミニウム板張りである。手摺ゴムは工場試験の際は取り付けない。

階高 4.7 m、速度 27 m/分、傾斜面 30°、巻上電動機 10 HP 8 極、能力 5,000 人/毎時、全重量 6,500 kg。



高 周 波 鑄 型 乾 燥 機

伊 丹 製 作 所

吉 田 武 彦*・東 田 孝 彦**

Electronic Core Dryers

By Takehiko YOSHIDA, Takahiko HIGASHIDA

Itami Works

The electronic core dryer comprising two model DH-3, 20kW high frequency generators, was delivered to the Dai-hatsu-Kogyo Company in May, 1952, of which description is made in this paper about general construction, various troubles in the process of the baking of foundry cores and their solution, together with the oscillator, especially the automatic matching method with it.

1. ま え が き



乾燥炉操作盤および台車
Dry-up chamber, control panel truck

高周波による鑄型乾燥は、米国等においてすでに行われていたが、日本における最初の試みとして、昭和26年に当社の研究所で基礎実験を完了した。つづいて伊丹製作所にて DH-3 型 (20 kW) ラジオヒータ2台による実際の運転実験を行い、昭和27年5月にダイハツ工業株式会社池田工場に納入し、間歇式コンベヤで、1日約4トンの砂型を処理し良好な結果を得て実用化することが

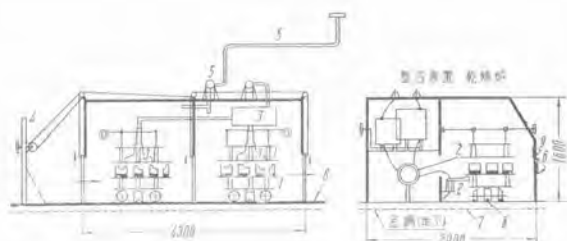
できた。本機は高周波で尿素系レジン硬化剤とした。鑄物用砂型(中子および鑄型)を乾燥硬化させるものであつて、特長としては、従来の電熱炉に比らべて乾燥時間が非常に短く焼過ぎ等の乾燥むらがなく、電力利用率が良く、コンベヤとして流れ作業ができる点で秀れている。

2. 鑄 物 砂 型

砂型はオート三輪車用シリンダの鑄物用砂型で1図に示すような4種類の形よりなる。



1 図 鑄 物 砂 型
Fig. 1. Foundry core.



- | | |
|---------------|------------|
| 1. 電極上及下 | 6. 点検窓 |
| 2. 饋電線及摺動饋電装置 | 7. 地下遮蔽金網 |
| 3. 保温器(熱風連風器) | 8. 台車駆動ロープ |
| 4. 操作盤 | 9. 内部照明灯 |
| 5. 排気扇及排気筒 | |

2 図 乾燥炉

Fig. 2. Dryer.



3 図 乾燥炉

Fig. 3. Dry-up Chamber

この温度変化に対する誘電率 ϵ と誘電体損 $\tan \delta$ との積は、非常に大きく変る。すなわち 25°C 時と 120°C 時とでは約 $1/100$ になるので、2 工程に分けて乾燥した。

3. 乾燥機構

砂型の処理量は 1 日約 4 トンであるので DH-3 型 20 kW ラジオヒータ 2 台を並列運転し、砂型は 1 台車に約 65 kg 乗せて間歇式コンベヤで 1 号機 2 号機の電極内に直列に送り込まれ、8 分間停止して高周波電圧を印加し乾燥硬化させている。乾燥炉は 2 図および 3 図に示す。

ア. 乾燥炉 (太洋鋳機 K.K. 製作)

- (1) 電 極 上電極は室に半固定として下電極との間隔を調整できるようにしている。面積 $1500 \times 840 \text{ mm}$ 下電極との間隔約 195 mm 下電極は台車に取付け大きさは上電極と同じ。

上下電極はそれぞれ大地に対して $58\phi \times 180$ のダイヤレックス台母子で取付けてある。

- (2) 饋電法 上電極へは整合器から巾 100 mm 、厚さ 0.5 mm の銅板で饋電しているが、下電極へは地下鉄電車の集電装置と同様に電極板裏面に摺動して饋電している。

- (3) 電極の保温 上電極に水蒸気が付着してこの水滴により放電することを防ぐため三相 220V 6 kW の電熱器を備え送風器にて各上極を約 60°C に暖め、さらに砂型の表面の熱放散を防ぐために約 $75 \sim 90^{\circ}\text{C}$ の熱風を吹きつけている。

- (4) 操作盤 操作盤のハンドルで炉の扉 3 枚を同時に開閉できるようにし、全開となつたときに台車の下に張つている台車駆動ロープ (2 図の 8) を駆動させ台車を炉内に搬入する。台車が上電極の真下に入れぱりミットスイッチが動作して駆動を停止する。後ハンドルにて扉を閉とすれば発振器 1 号機 2 号機はともに働き一定の出力になるようそれぞれ押釦で操作し高周波を印加する。約 8 分間の印加が終れば再びハンドルで扉を開くと発振器は断となつて、起動の状態に自動的に復帰する。一方扉が全開となれば台車は再び駆動されてつぎの台車を送り込むとともに 1 号機のは 2 号機電極内へ 2 号機のは乾燥硬化を完了して送り出される。この操作盤にはハンドルおよび 1 号機 2 号機の陽極電圧計、標示灯、陽極電圧昇降用押釦と台車起動押釦を備えている。

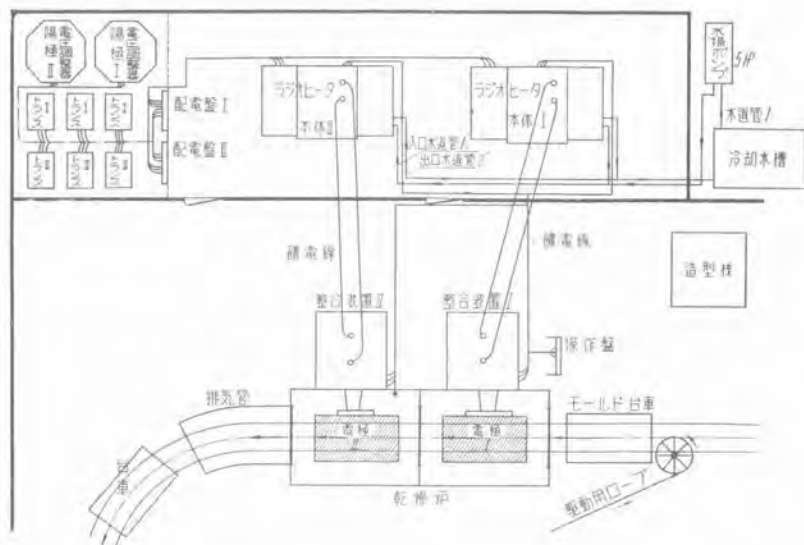
- (5) 排気 レジンは約 80°C 以上になると水は蒸発して催涙性のガスを発生するので炉の天井から $1/2 \text{ HP}$ の排気扇で吸い出し排気筒を通して屋外に排気している。

- (6) 点検窓 電極内で砂型の乾燥状態や台車の位置等を外部から見られるようにガラス窓を備へ、このガラス部分は金網で電波の遮蔽をしている (2 図の 9) は内部照明灯である。

- (7) 遮蔽 電波漏洩防止の方法として、発振器全体および整合器は全面を鉄板で饋電線は黄銅板で蔽い、乾燥炉は周囲および天井は鉄板で蔽いこの底は乾燥炉の底より発振器の下まで一連に地下 $2'$ の所へ鉄金網を張つて完全に遮蔽している。乾燥炉の中央には扉があり 1 号機 2 号機の異つた周波数による干渉を起さないように遮蔽している。炉の入口出口と中央の扉が完全に閉まつていないときには、電波漏洩防止また危険防止上高周波が印加できないようにしている。

イ. 据付 (4 図にこの据付平面図を示す)。

鋳造工場は一般に砂塵が多く、また場所的な関係もあつて発振器および電源部は一つの部屋に納め整合器および乾燥炉は作業場に据付けた。したがつて発振器と整合器とは約 4.0 m 離れたため饋電線はこの間を平行二線式として約 400Ω の波動インピーダンスで引張つた。 220V 低圧回路および三相 6200V 高圧回路はそれぞれ



4 図 高周波鋳型乾燥機
据付平面図

Fig. 4. Plan of the installation of
electronic core dryer.



5 図 DH-3 型 (20kW) ラジオヒータ
Fig. 5. Type DH-3 (20kW) Radio Heater.

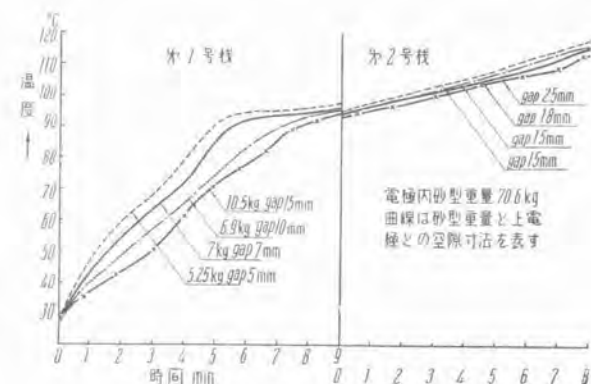
1 表 電極間電気常数

| | | 第 1 号 機 | 第 2 号 機 |
|---------------|----|-------------|---------------|
| 容 量 | pf | 430 (25°C) | 約 200 (100°C) |
| $\tan \delta$ | % | 約 30~2 | 約 2~0.7 |
| 高周波電圧 | V | 約 1700~8000 | 7000~11000 |
| 高周波電流 | A | 約 27 | 約 120 |

れ床内配線とした。発振管冷却水は 5HP モータで 30 l×2 分の水道水を 1" 水道管で約 2 気圧かけて循環させている。

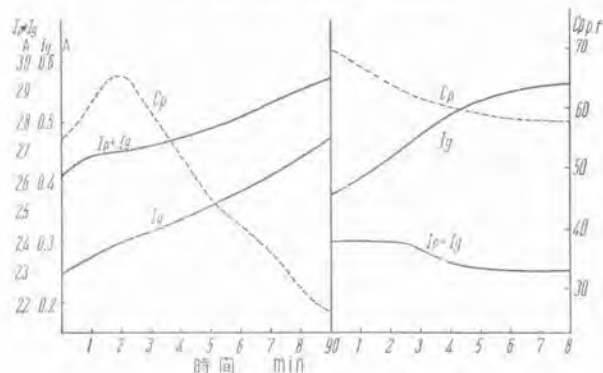
4. 乾燥および硬化

砂型は室温約 20°C にて造型され、これを乾燥室に入れて第 1 号機では周波数約 6.4 Mc で印加する。砂型は上電極との空隙の大小により温度上昇率が多少異なるが約



6 図 (A) 乾燥曲線

Fig. 6. (A) Baking curves.



6 図 (B) ラジオヒータ動作曲線

Fig. 6. (B) Operating curves of radio heater.

90°C 近くなると $\epsilon \tan \delta$ が大きく変化して温度上昇の低いものは選択加熱されて 8 分目には約 95°C 内外に全部が揃う。第 1 号機の乾燥が終わると直ちに第 2 号機へ送り込まれここでは周波数約 8.9 Mc で印加し 8 分目には約 115°C 以上になる。このときは 1 号機に比べて温度上昇率は遥かに低い。電極内に砂型を 70 kg 入れた場合の電気的な値は 1 表に、乾燥曲線および動作曲線を 6 図に示す。

2 表に発振器第 1 号機と第 2 号機の動作状態および各能率を示す。表でも判るように伝送能率すなわち出力電

2 表 発振器動作例
(砂型 70 kg を負荷とせる場合)

| | 第 1 号 機 | 第 2 号 機 |
|--|---------------------|--------------------|
| 周 波 数 Mc | 6.30~6.66 | 8.90~9.15 |
| 陽 極 電 圧 kV | 11.0 | 11.0 |
| 陽 極 電 流 A | 2.5 | 2.1 |
| 格 子 電 流 A | 0.3 | 0.3 |
| 陽極入力 W _{pin} kW | 27.5 | 23.0 |
| 電源入力 W _{sin} kVA | 220V3φ 105A 40.0 | 220V3φ 85A 32.5 |
| 陽 極 損 失 W _l (水) kW | 34/×45°C 10.6 | 34/×4.5°C 10.6 |
| 出力電力 W _{out} kW | 16.9 | 12.4 |
| 発振能率 W _{out} /W _{in} % | 61.5 | 54.0 |
| 砂型の吸収電力 W kW | 12.1 | 5.87 |
| 伝 送 能 率 W/W _{out} % | 72.0 | 47.5 |
| 電力利用率 W/W _{in} % | 32.0 | 18.2 |

力に対する砂型の吸収電力の割合は 2 号機に至つては 47% に非常に低減している。また電力利用率の平均値は 25% 内外であつてこの値は電熱炉に比らべて倍近い能率である。

5. 乾燥時の諸問題

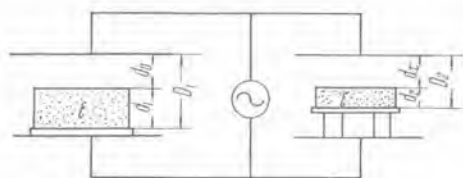
ア. 砂型の大小による空隙の調整

砂型の高さが著しく異つたものを同じ電極の内に入れた場合、均一に温度上昇しないので、砂型の高さ大きさに応じて空隙をつぎの式のように調整して均一な電位傾度を与えるようにした。7 図において両電極間の間隔は

$$D_1 - D_2 = \frac{(d_1 - d_2)(\epsilon - 1)}{\epsilon}$$

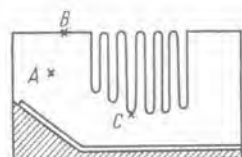
空隙の差は

$$d_m - d_0 = \frac{d_1 - d_2}{\epsilon} \text{ となる。}$$



7 図 高さの異なる砂型の置き方

Fig 7. Laying method of cores of different height.



| 時間 | A | B | C |
|------|------|------|------|
| 3 分 | 98°C | 90°C | 50°C |
| 6 分 | 110 | 96 | 90 |
| 12 分 | 122 | 101 | 97 |
| 20 分 | 131 | 106 | 101 |

8 図 砂型の温度分布

Fig. 8. Temperature distribution of core.

イ. 砂型の表面と内部の温度差

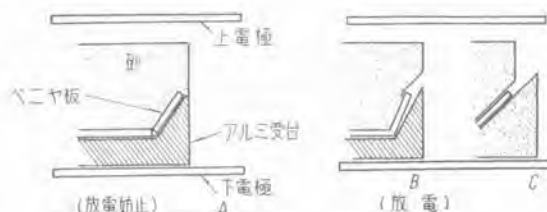
この砂型はシリンダ用であるため表面には放熱壁が多くあり、内部の温度が 130°C になつていても表面は放熱が盛んで、外気の温度が 25°C であれば 110°C 以上にはなかなか上り切らなかつた。この放熱を妨ぐために表面に上電極より約 75°C の熱風を吹き付け内部と表面の温度差を 10°C 以下にすることができた。

ウ. 砂型承台と砂との断熱法

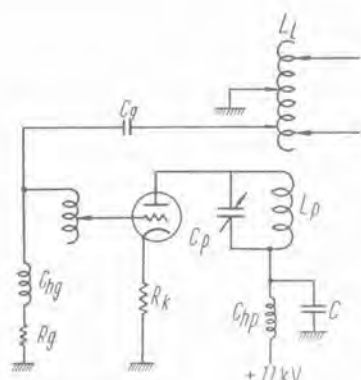
砂型は下電極の上に砂型承台に置いたまま加熱するのであるが、型承台はアルミの厚さ 10 mm 内外のもので砂型の温度が 120°C 位になつてもアルミの承台と下電極は加熱されずにもかゝる熱伝導度が大であるので承台の温度は低い。したがつて砂型の底部の温度は低く硬化が不充分である。このために砂と承台との間には熱伝導度の小さいしかも高周波損失の少ない断熱材を敷いた。この材料としては木板、ベニヤ板、アスベストランパ、マラナイト等用いても良いが、この場合はベニヤ板厚さ約 5 mm 位が最適であつた。3 mm 以下では断熱効果が少く 10 mm 位になると板に電力が多く吸収され、能率が下る。またこの材料には熱膨張係数の小さいものを用いないと、造形された砂型は温度上昇とともにキレツを生ずることがある。

エ. 放電 (9 図参照)

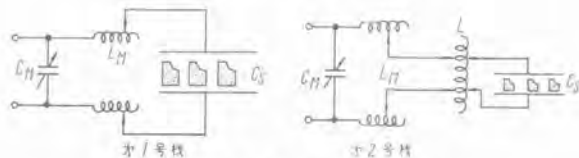
砂型が乾燥するにしたがい電極内の $\epsilon \tan \delta$ が小さくなつて電極間の電圧は高くなり放電を起しやすくなる。この場合放電を妨ぐために電極の間隔を大とするよりも、反対に上電極を下げて間隔を小にして、電極間の静電容量を大として、しかも $\epsilon \tan \delta$ の値を見掛上大として高周波電圧が上らないようにするのも効果的であつた。この放電について考えると、ベニヤ板の厚さが非常に厚くなつた場合には、砂の部分の電圧は低くなるが、木材間の電圧は高まり、したがつて砂とアルミの承台間の電位差は大となり放電のキッカケを生ずる。また板が厚いと“ソリ”を生じて承台と密着し難くなり空隙を生じてアルミの承台の角が尖つている場合はこの空間にコロナ放電を生じ板が炭化したり、ときにはこの炭化板が上部電極との距離を短かくして上電極と承台とに放電を起すことになる。9 図 B.C の場合は放電しやすく、放電防止法としては (イ) 承台の角はかならず丸く仕上げられていること。



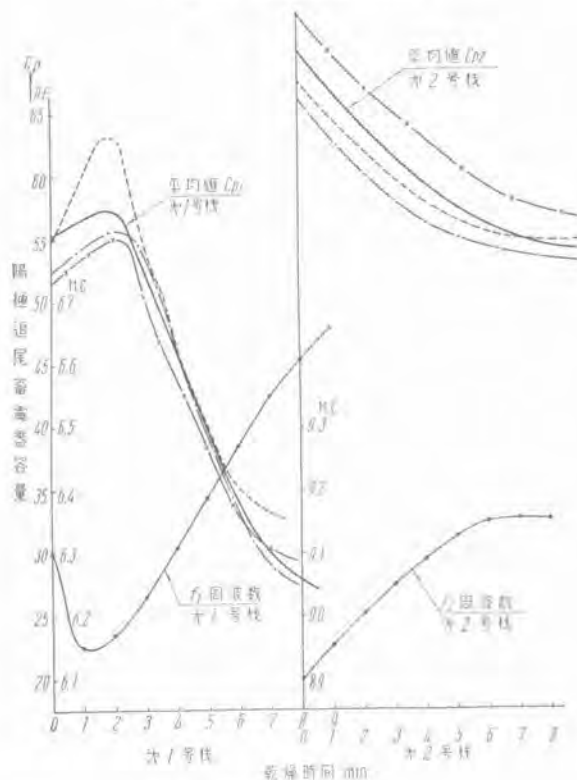
9 図 Fig. 9



10 図 発振および出力回路
Fig. 10. Oscillator and output circuit.



11 図 整合回路
Fig. 11. Matching circuit.



12 図 各機の C_p 曲線
Fig. 12. C_p -T Curve.

(ロ) 承台と板とまた承台と砂とは空隙が生じないこと。

6. 発振器

ア. 発振回路

発振周波数

| | |
|--------|--------------------|
| 第 1 号機 | 6.2 Mc → 6.7 Mc 可変 |
| 第 2 号機 | 8.7 Mc → 9.0 Mc 可変 |

第1号機と第2号機の周波数を異にしたのは、2号機の電極間の電圧があまり高くないようにするためである。すなわち $\epsilon \tan \delta$ は乾燥するにしたがい約 1/100 に小さくなるので1号機と同じ周波数で一定の電力を入れる場合は電極間電圧はかなり高まる。たとえば 200 pf で $\tan \delta = 4\%$ の電極に周波数 6.4 Mc で 15kW 印加するとき電圧は 6800V となり周波数 8.9 Mc にすると 5970V となる。したがって2号機の周波数はできるだけ高い方が望ましいのであるが、あまり周波数を上げることは発振能率を低下させることにもなる。

また二つの周波数の異なるのは相互干渉を起さないためである。上述の周波数では発振能率は余り悪くなくしかも干渉も生じない。

発振出力回路は 10 図に示す。

イ. 整合回路

前述のとおり砂型の $\epsilon \tan \delta$ が温度上昇に対して非常に異なるので1号機2号機の整合回路を異にしとくに2号機の電極間電圧が余り高くないようにして放電を妨いだ。11 図はその回路を示す。

ウ. 整合の追尾法

11 図において電極間の容量が変化するのを追従して C_M なる整合バリコンで整合を取るためには約 150pf より 280pf の間を大きく容量を可変としなければならない。しかも C_M の大きい機構のものを可変とする必要がある。それで今 1(2) 号機の周波数で最初の状態に対して C_M で整合を取り、後電極間のインピーダンスの変化に対して C_M は一定として発振周波数を変えて整合を取る方法を用いた。この場合発振周波数を変えるため陽極同調回路の陽極落電器 C_p を変化すれば C_M で整合を取るのと同じインピーダンスの変化量に対して C_p の場合は約 30~40pf で可能となる。

コンベヤとして流れ作業中の砂型の量はほとんど一定であるから、その C_p をモータで駆動して変化させてやれば追尾し得る。12 図は各機の C_p の変化曲線を示す。とくに1号機で最初の2分間は C_p が増しているのは砂型が温度上昇し始めた時は C_p は増すからである。

7. むすび

この応用は最近米国等でも盛んに行われているようで、鋳物界には将来かなり利用できると思われる。乾燥時間の短いこと、作業が一貫してコンベヤ方式として使用でき、労力は除かれ、品質も揃って良くなる。とくにこのような短期間で乾燥硬化ができるのは従来の乾燥工程に長い時間を要していた点を解決することができる。

最後に本装置の完成のために熱心なる協力援助を賜ったダイハツ工業株式会社、ならびに大洋鋳物株式会社(乾燥炉および駆動装置を含む機械部分の製作担当)に深甚なる謝意を表するとともに、当研究所の協力に対して感謝する次第である。