

インド国マイソール州 シャラバティ発電所納115,000kVA 交流発電機 115,000 kVA AC Generator Installed at Sharavathi Power Station, India

大越健児* 磯部昭二*
Kenji Okoshi Shoji Isobe

内容梗概

インド国マイソール州より昭和34年8月受注し、鋭意製作中であったシャラバティ発電所納115,000 kVA 交流発電機2台が、36年11月および37年1月とあいついで完成し、立会試験にも優秀な成績を収め、インド国に向けて出荷された。本発電機は大容量高速機としては、世界有数のものであり、またわが国から輸出される発電機としても最大容量のものである。固定子巻線に4Y波巻線を採用し、また回転子継鉄には特殊鍛造品を使用するなど数多くの特長を持っている。本稿は本発電機の構造、性能上の特長について概説したものである。

輸出用発電機の一つの大きな道標として、本機の概要を紹介し参考に供したい。

1. 緒言

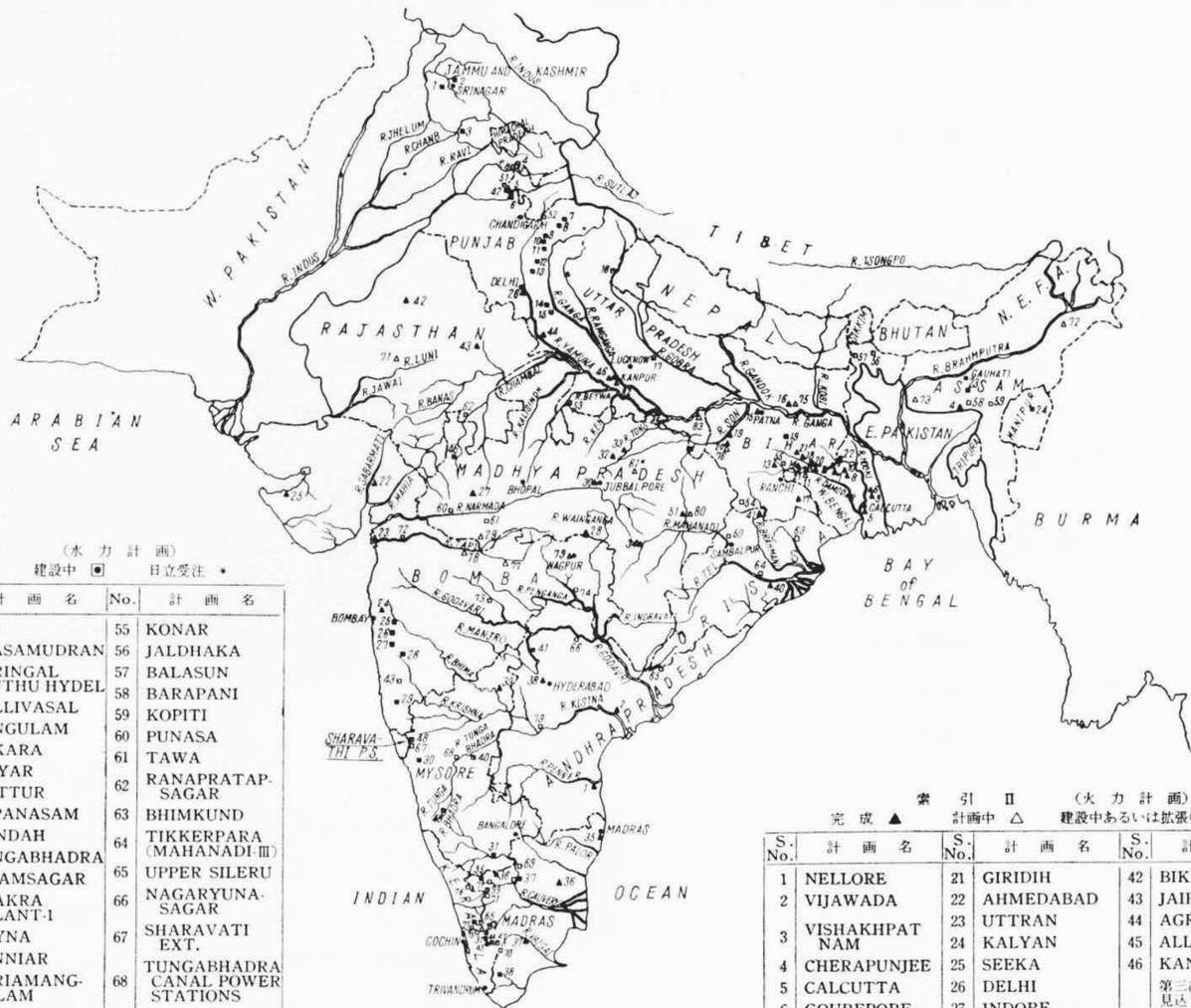
日立製作所はかねてからインド国に幾多の交流発電機を納入し、インド国の電源開発に大きな貢献をしてきた。この実績が買われ、昭和34年8月、インド国においても最大級容量を誇るシャラバティ発電所納115,000 kVA 交流発電機2台の受注があった。本機は大容量高速機としては、わが国のみならず、世界的にも有数のものであって、また輸出用発電機としてはわが国最大容量のものである。

昭和36年11月に1号機、昭和37年1月に2号機とあいついで工場完成し、優秀な成績で立会試験を終了したので、わが国における

2. シャラバティ発電所の概要

2.1 シャラバティ・ダム計画

シャラバティ・ダム計画は第1図に示すように、マイソール州のアラビア海側にあり、シャラバティ川上流に設けられるもので、シャラバティ川を完全に横断する高さ60mのダムである。シャラバティ川は、西ゴート山脈の東斜面から発し、アラビア海に流れる長さ約82マイルの短い川であるが、いくつかの支流が流れ込んでお



索引 I (水力計画)
完成 ■ 計画 〇 建設中 □ 日立受注 *

No.	計画名	No.	計画名	No.	計画名
1	MOHURA	30	JOG	55	KONAR
2	GANDHERBAL	31	SIVASAMUDRAN	56	JALDHAKA
3	MIRAN SAHIB	32	PORINGAL KUTHU HYDEL	57	BALASUN
4	JOGINDER-NAGAR	33	PALLIVASAL	58	BARAPANI
5*	GANGUWAL	34	SANGULAM	59	KOPITI
6*	KOTLA	35	PYKARA	60	PUNASA
7	PATHRI	36	MOYAR	61	TAWA
8	BHADRABAD	37	METTUR	62	RANAPRATAP-SAGAR
9	MOHAMMAD-PUR	38	PAPANASAM	63	BHIMKUND
10	NIRGAJNI	39	KUNDAH	64	TIKKERPARA (MAHANADI-III)
11	CHITTAUR	40*	TUNGABHADRA	65	UPPER SILERU
12	SALAWA	41	NIZAMSAGAR	66	NAGARYUNA-SAGAR
13	BHOLA	42*	BHAKRA PLANT-1	67	SHARAVATI EXT.
14	PALRA	43	KOYNA	68	TUNGABHADRA CANAL POWER STATIONS
15	SUMERA	44*	PANNIAR	69	METTUR TUNNEL
16	SARDA	45	NERIAMANG-ALAM	70	PERRIYAR EXT.
17	SOHWAL	46*	GANDHISAGAR DAM	71	KUNDAH 3rd STAGE
18	RIHAND	47	PERRIYAR	72	UKAI
19	TILAYA	48*	SHARAVATHI	73	PURNA
20	MAITHON DAM	49*	BHADRA	74	NAVGAON
21	PANCHET HILL	50*	HIRAKUD	75	PAMBA
22	MAYUARAKSHI	50*	MACHKUND	76	SHOLIAR
23	UMTRU H.E.	51	第三次五カ年計画に行なわれる見込みの計画	77	PORINGAL KUTHU R.B
24	LEIMAKHONG No. 1	51	BHAKRA PLANT-2	78	IDIKKI
25	BHIVPURI	52	YAMUNA STAGE-1	79	SRSAILAM
26	KHOPOLI	53	MATATILA		
27	BHIRA	54	SUBARAN-REKHA		
28	BHATGAR				
29	RADHANAGRI				

索引 II (火力計画)
完成 ▲ 計画 △ 建設中あるいは拡張中 ▲

S. No.	計画名	S. No.	計画名	S. No.	計画名
1	NELLORE	21	GIRIDIH	42	BIKANER
2	VIJAWADA	22	AHMEDABAD	43	JAIPUR
3	VISHAKHPAT NAM	23	UTTRAN	44	AGRA
4	CHERAPUNJEE	24	KALYAN	45	ALLAHBAD
5	CALCUTTA	25	SEEKA	46	KANPUR
6	GOUREPORE	26	DELHI	71	JODHPUR
7	DISHERGARH	27	INDORE	72	NAHARKATIYA
8	JAYKAYNAGAR	28	KHAPERKHEDE	73	TURA
9	TITAGHUR	29	CHANDNI	74	D.V.C. THERMALS
10	SEEBPORE	30	JABALPORE	75	BARAUNI 2nd STAGE
11	BURNPUR	31	KORBA	76	JAPLA
12	DURGAPUR	32	KATNI	77	AKOLA
13	BOKARO	33	KYMORE	78	BHUSAWAL
14	JHERRIAH	34	BHILLAI	79	NAGPUR
15	PATNA	35	MADRAS	80	KORBA
16	BARAUNI	36	NEYVELI	81	BIRSINGHPUR
17	JAMSHEDPUR	37*	MADURAI	82	KANPUR
18	SINDHRI	38	HUSSAINSAGAR	83	MOGHAL SARA
19	DALMIANAGAR	39	SHAHABAD		
20	JAPLA	40	CHOWDWAR		
		41	ROURKELA		

第1図 インドにおける水力発電所分布図

* 日立製作所日立工場

第 1 表 気 象 条 件

	JOG	SHIMOGA	BANGALORE
(a) 日陰最低気温 (°C)	10	10	10
(b) 日陰最高気温 (°C)	38	38	38
(c) 最高相対湿度 (%)	100	100	100
(d) 最低相対湿度 (%)	70	70	70
(e) 雷雨の日数 (年間)	50	50	50
(f) ダストストームの日数 (年間)	4	2	2
(g) 雨 期 (月)	4	4	5
(h) 降 雨 日 数 (年間)	140	140	140
(i) 年 間 雨 量 (in)	200	70	50
(j) 最 大 風 圧 (psi)	15	15	15
(k) 周 囲 温 度 (°C)	45	45	45
(l) 冷 却 水 温 度 (°C)	30	30	30
(m) 標 高 (ft)	200	1,800	3,000

り、深い森林地帯を流れる急流である。この森林地帯は降雨量が非常に多い。この川の流量は、雨期には 200,000 cusecs (5,660 m³/s)、夏期には約 5 cusecs (0.14 m³/s) まで変化する。1 年間の全流量のほぼ 70% は 7 月および 8 月に降る雨によるものである。

ジャラバティ・ダムの貯水量は、最終は 50 億 m³ となり、10 台の発電機を駆動する計画であるが、今回の第一期工事(昭和 38 年末完成予定)としては 2 台の発電機が設置されるものである。

2.2 現地状況および気象条件

発電所建設地は海拔約 185 ft (56.4 m) の所にあり、湿気が多く、特に 1 年のうち約 4 箇月間は降雨が激しい。雨量は年 200 inch (5,080 mm) でそのほとんどが 7 月および 8 月に降る。乾燥期には砂あらしが起こる。

機器の設計にあたっては、周囲温度を 45°C、冷却水温度は 30°C としている。

発電所建設地である JOG およびマイソール州内の SHIMOGA, BANGALORE における気象条件は第 1 表のとおりである。

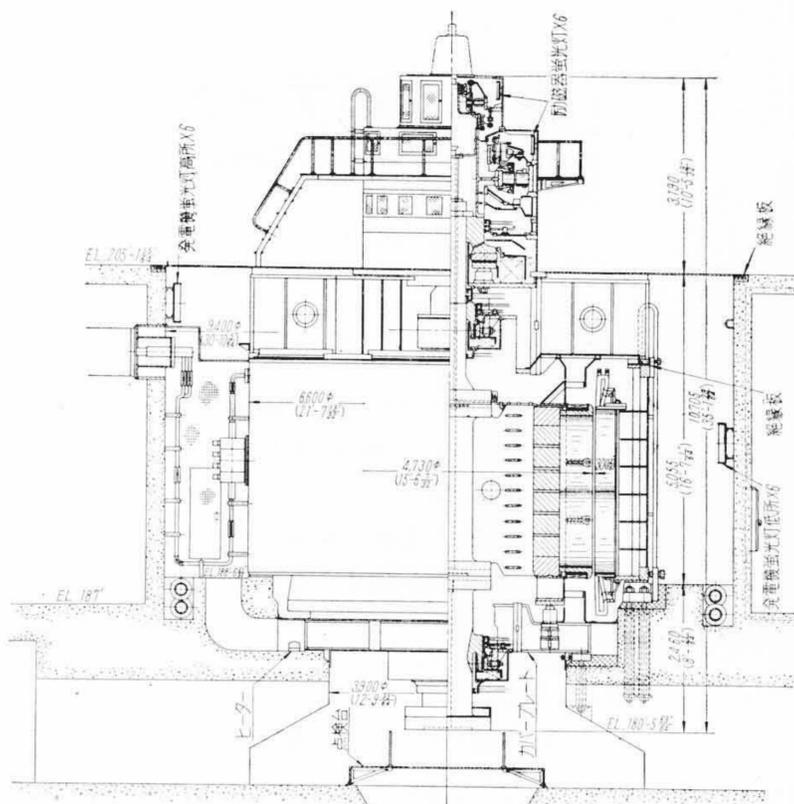
2.3 機器輸送経路

海上輸送された機器は MADRAS 港にて陸揚げされ、MADRAS より BANGALORE を経て、発電所の最寄駅 TALAGUPPA まで鉄道輸送、TALAGUPPA より発電所までは陸上輸送される。MADRAS, BANGALORE 間はブロード・ゲージであるが、BANGALORE, TALAGUPPA 間はメーター・ゲージの鉄道であり輸送可能寸法も小さい。輸送可能最大重量は 47 t である。

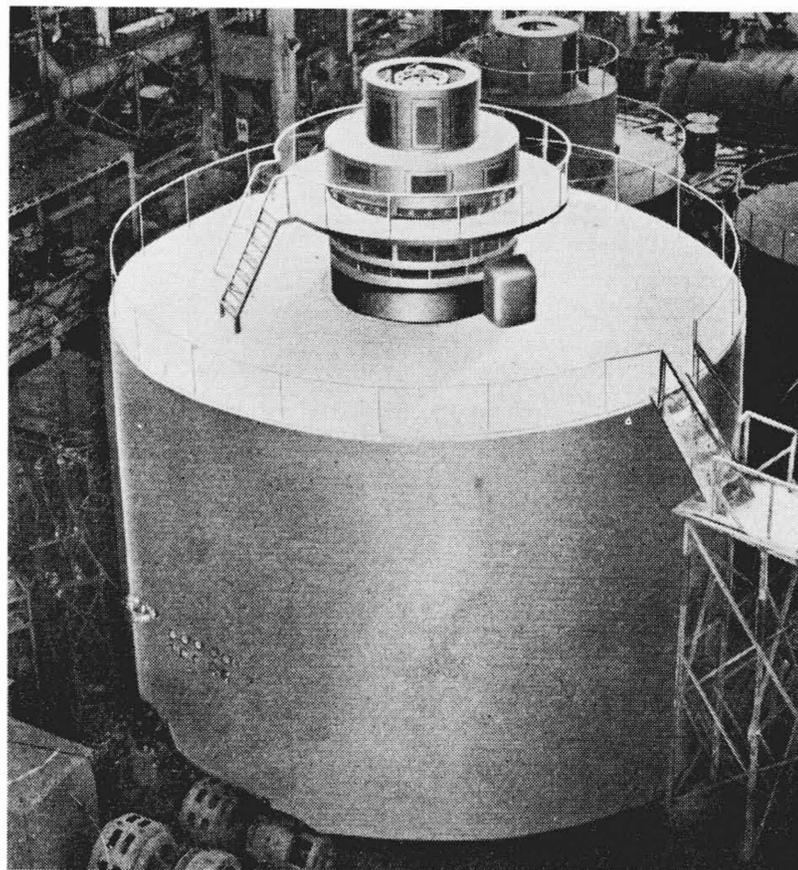
3. 発電機仕様

台 数	2 台
形 式	VEFW-RD (閉鎖風通循環形空気冷却器付)
容 量	99,000 kVA (温度上昇 55°C)
	115,000 kVA (温度上昇 75°C)
力 率	0.9 (遅れ)
電 圧	11 kV
周 波 数	50~
相 数	3
極 数	20
回 転 数	300 rpm
無 拘 束 速 度	570 rpm (190%)
短 絡 比	1.15 以上
GD ²	3,035 t-m ² (WR ² =18×10 ⁶ lbs-ft ²)
線路充電容量	70,000 kVA
主 励 磁 機	450 kW 250 V
副 励 磁 機	20 kW 110 V

本機はフランスネルピック社製 140,000 HP ペルトン水車に直結されるものである。



第 2 図 115,000 kVA 発電機組立図



第 3 図 工場組立された発電機

4. 発電機の構造

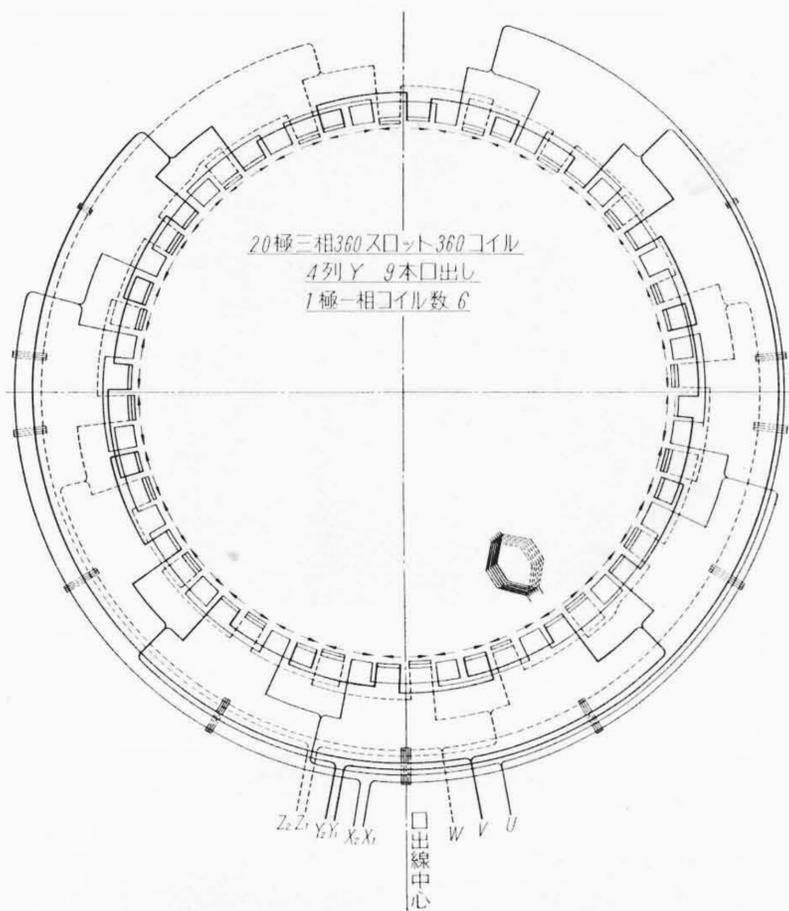
第 2 図は本発電機の断面を、第 3 図は工場組立された発電機を示すものである。図より明らかなように、推力軸受を上部エンドブラケットに取り付けた、いわゆる普通形であるが、上部案内軸受は推力軸受油槽より別置き、その下部に設置してある。この形式は高速機に用いられる形式で、関西電力株式会社黒部川第四発電所納 95,000 kVA 交流発電機と同様である。

発電機主軸は図より明らかなように、回転子輻鉄の上下に分割され、主軸の製作および輸送が容易な構造となっている。

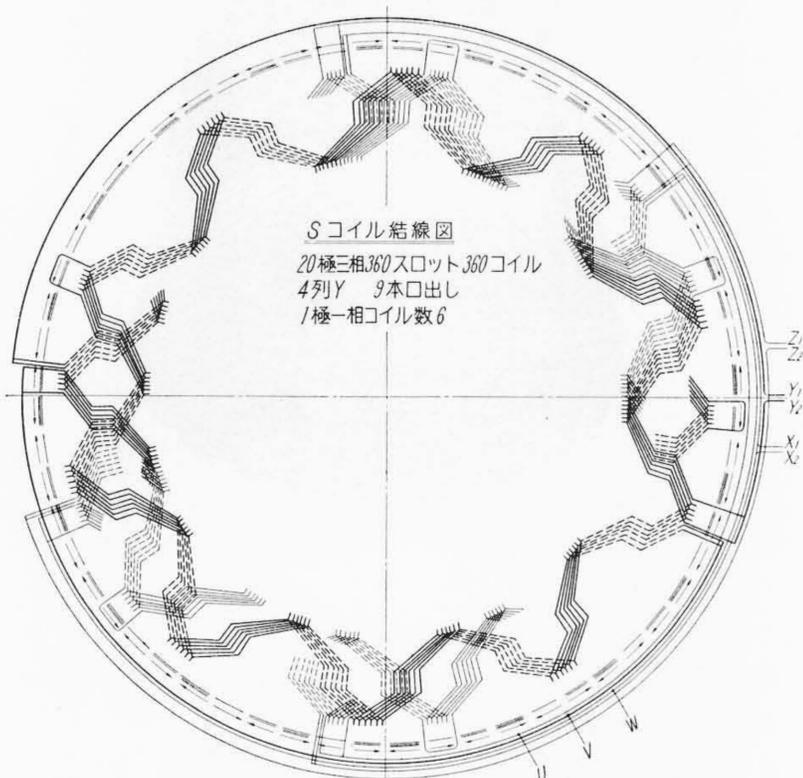
4.1 固定子

4.1.1 固定子線輪

本機の固定子巻線の特長は波形巻線、1 回巻 4 並列回路にしたことである。従来固定子巻線の事故の大部分は線輪の層間短絡であるが、これを 1 回巻にすれば、事故の原因である層間が除去



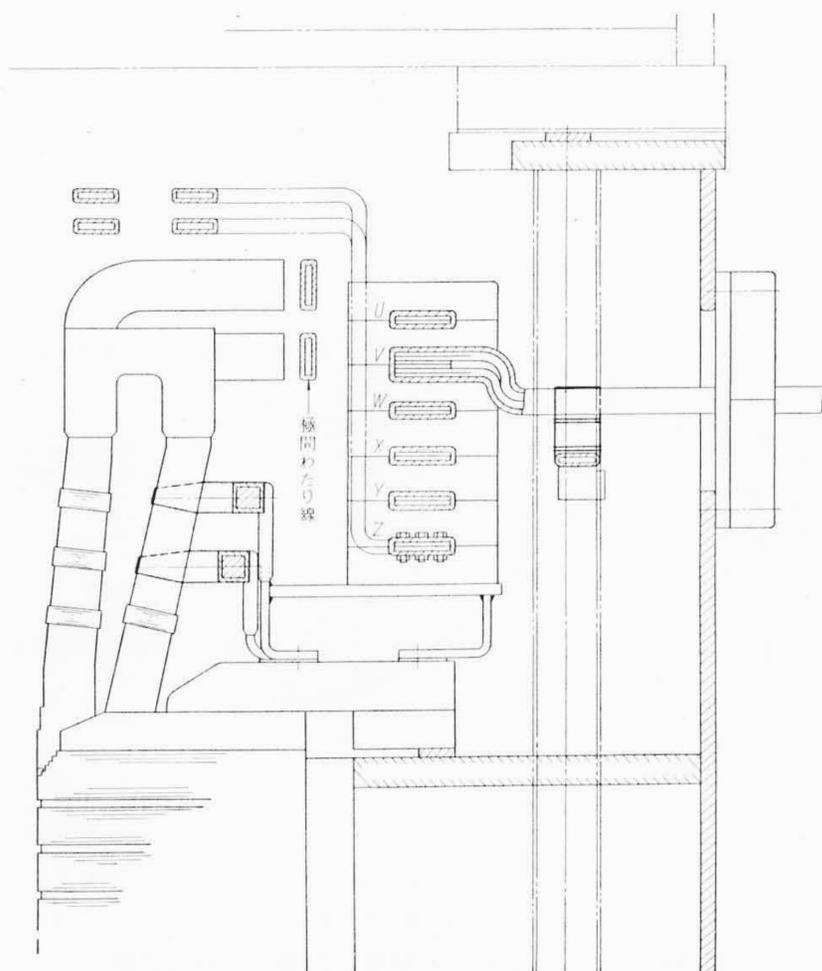
第4図 Sコイル結線図(重ね巻4Y結線)



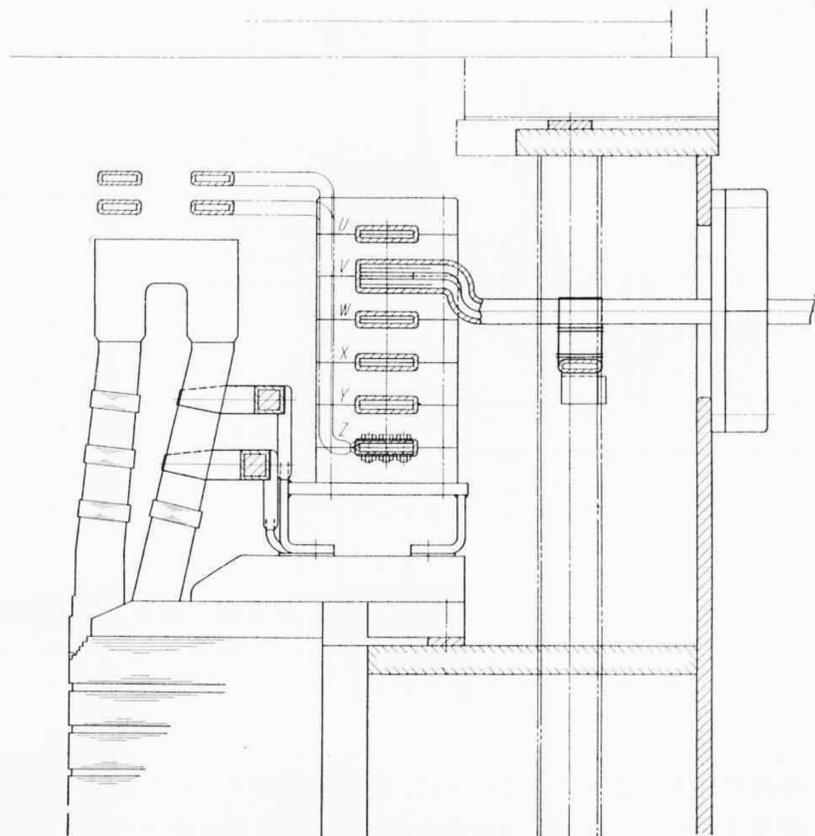
第5図 Sコイル結線図(波巻4Y結線)

されるため線輪に対する信頼度が大きくなる。1回巻にすると導体断面積が大きくなり、電流の表皮作用によって線輪内の抵抗損が大きくなるとともに、渦流損も増加するので、これを防ぐために導体を細分し、これを1本1本絶縁し、固定子鉄心みぞ内で完全にローベル転位を行なっている。

本機は容量の割合には、端子電圧が低いために、並列回路数が多くなっている。大容量機では、電流が大きくなり母線で発生する損失が無視できなくなるため、高電圧を採用する機会が多いが、一方、端子電圧が高くなればそれだけ線輪の絶縁も厚くなるため、固定子鉄心みぞ内で、導体の占めるスペース・ファクタが悪くなり、また線輪の冷却も不利となるため、それだけ機械寸法が大きくなり、銅やケイ素鋼板の重量が増加する。一例として、本発電機の端子電圧を11 kVより15 kVに変えた場合を考えると、発電機全体の重量は約3%増加する。ところで、大容量機において並列回路数を増すことは、線輪接続線が長く、これを



第6図 4Y重ね巻巻線の口出部付近接続線配列の例

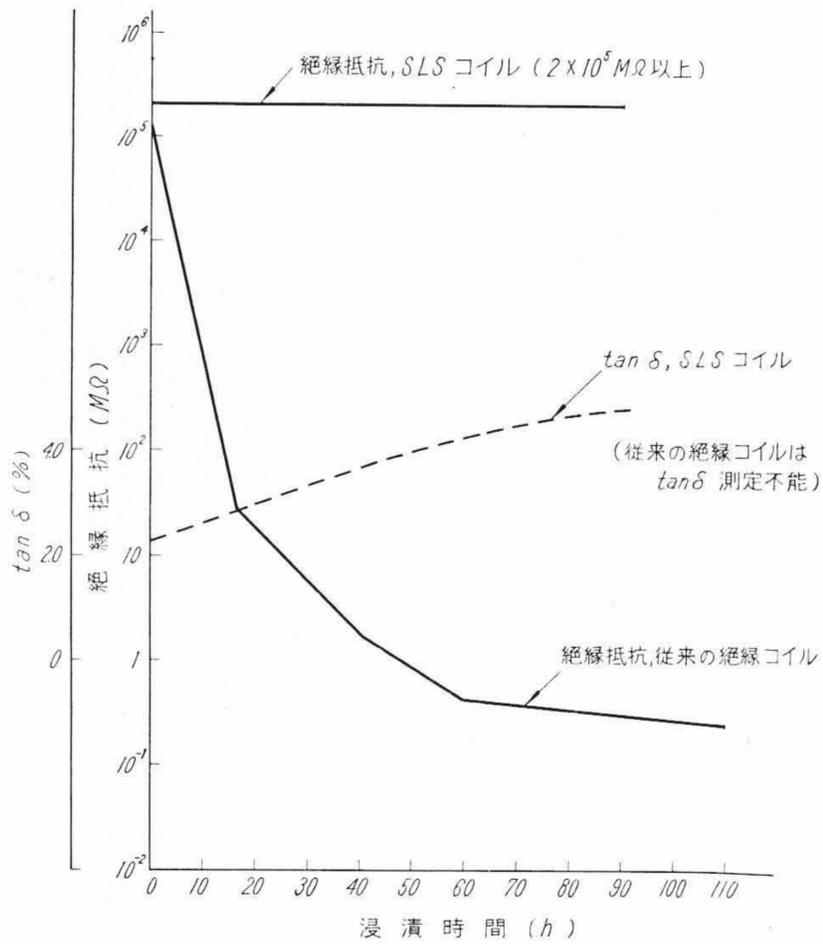


第7図 4Y波巻巻線の口出部付近接続線配列の例

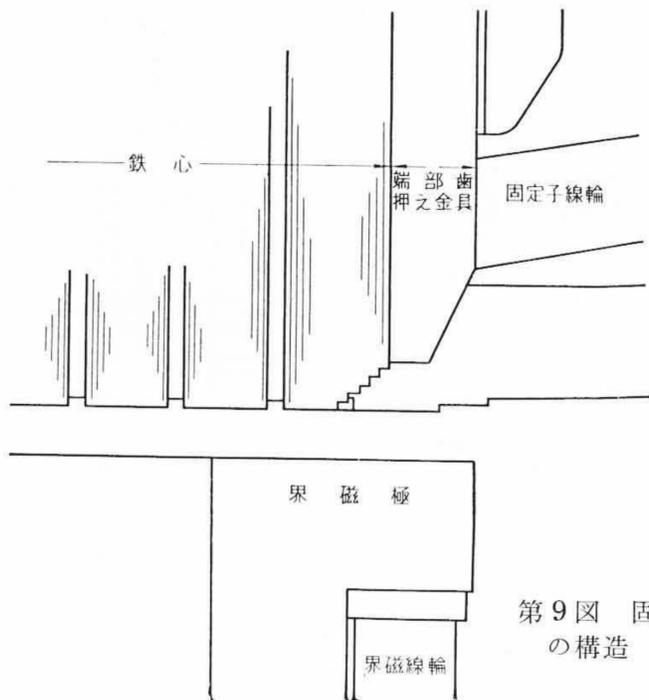
支持する金具が複雑化する恐れがある。これを防ぐためには、波形巻線を採用することはきわめて有効である。第4図は重ね巻式の四重星形接続、第5図は波巻式の四重星形接続を示す。両図を比較すれば明らかなように、口出部における接続線は波巻式のほうが簡単である。口出部付近の接続線配列図を第6,7図に示す。

並列回路の多い重ね巻巻線は、第4図のように、各回路を固定子鉄心全周にわたって巻線することができないので、各回路ごとの発生電圧が異なり、循環電流が流れる恐れがある。波巻巻線は第5図に示すように、固定子鉄心を全周にわたり巻線できるので、循環電流が小さくなる。

コイル絶縁には、絶縁特性にすぐれ、ヒートサイクルに強いSLS絶縁が採用されている。本機は2の項で述べたように、高温



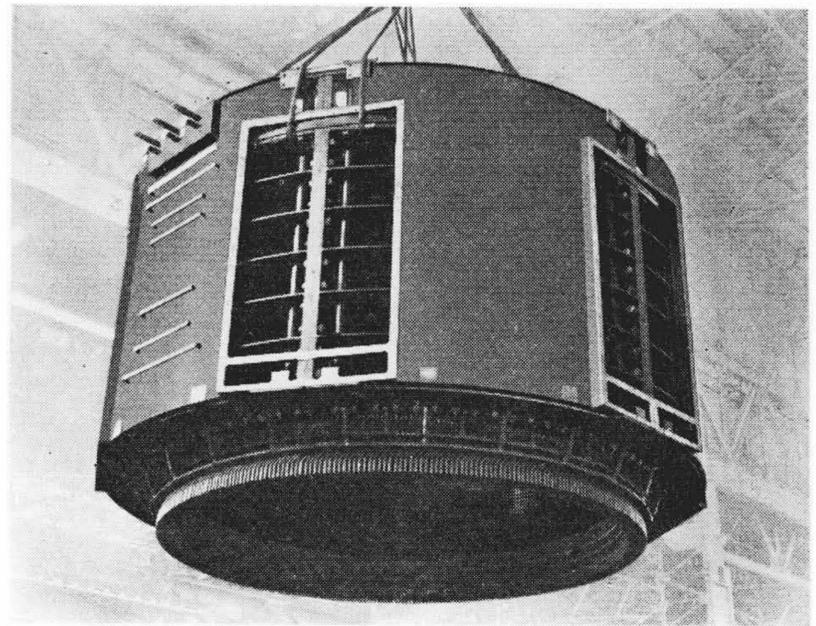
第 8 図 コイルを水中に浸漬した場合の絶縁抵抗および tan δ の変化



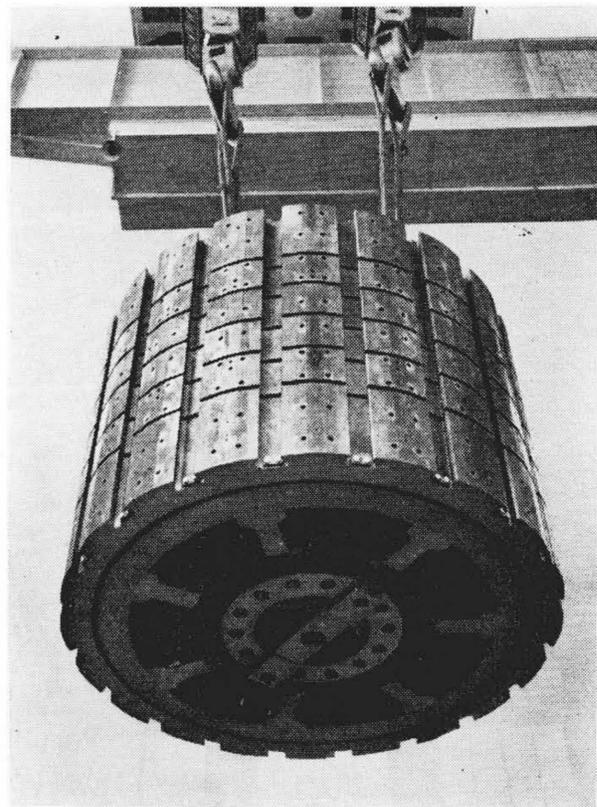
第 9 図 固定子鉄心端部の構造

多湿の場所に設置されるために、耐湿特性のすぐれた SLS 絶縁が採用されたことは誠に当を得たものである。第 8 図は SLS 絶縁コイルおよび従来使用されてきたコンパウンド式コイルを、水中に浸漬した場合について、絶縁抵抗、tan δ の変化を測定し比較したものである。図より明らかなように、コンパウンド式コイルは浸漬により急速に絶縁抵抗が低下するが、SLS コイルは全然低下しない。さらに SLS コイルの絶縁性の変化を見るために、tan δ を測定した。コンパウンド式コイルは、絶縁抵抗の低下度合より見て明らかなように tan δ は測定不可能になるが、SLS コイルはあまり tan δ に変化がない。

本機のように、大容量高速機の場合は、回転子径に比較して、鉄心の軸方向積厚が大きくなる。軸方向の長さが大きくなるにつれて、コイルのヒートサイクルによる絶縁物と導体の相対運動が問題になり、コイルのワニス特性や、製作技術は特に高度なものが必要になるが、SLS 絶縁コイルはこの点でもすぐれた特性を有し、長さ約 4 m の長大コイルにて、1,000 回以上のヒートサイク



第 10 図 固定子



第 11 図 継鉄

ルを繰り返しても、絶縁物と導体との間にずれの生じないことが実験により確認されている。

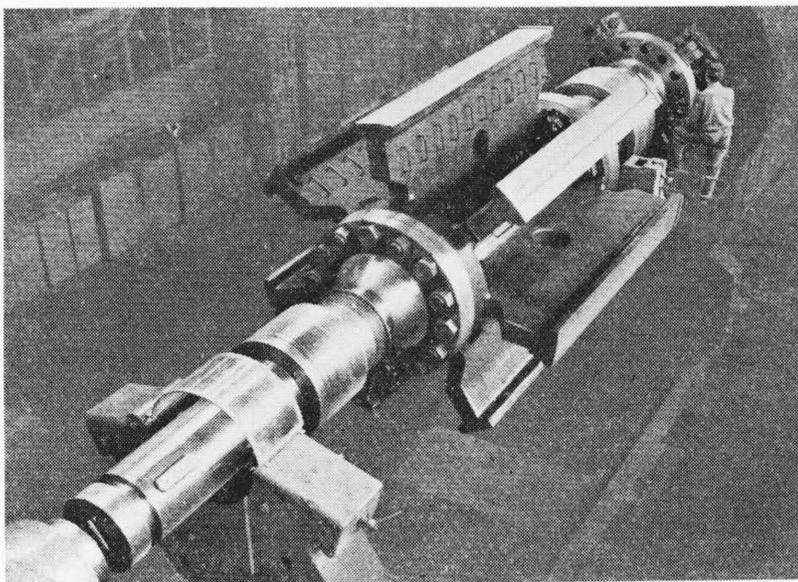
4.1.2 固定子鉄心

固定子鉄心には方向性ケイ素鋼板を使用し鉄損低下を計った。鉄心の両面にはワニスを焼き付け、鉄心内の渦流損を減少させている。また固定子線輪端部の漏えい磁束を減少せしめるため、鉄心端部の歯押え金具には非磁性金属を使用している。鉄心端部の歯押え金具には細みぞを切り、この部分に集中する漂遊磁束による渦流損を防止し、さらに鉄心端面に段をつけ、鉄板表面に垂直にはいる漏えい磁束のために生ずる損失を減少させるように配慮した。第 9 図は鉄心端部の構造を示す。

鉄心の積層間には適当間隔で通風ダクトを設けてあり、特に鉄心中央部の冷却効果を上げるため、ダクトの配列を鉄心中央部で密にしている。

4.1.3 固定子わく

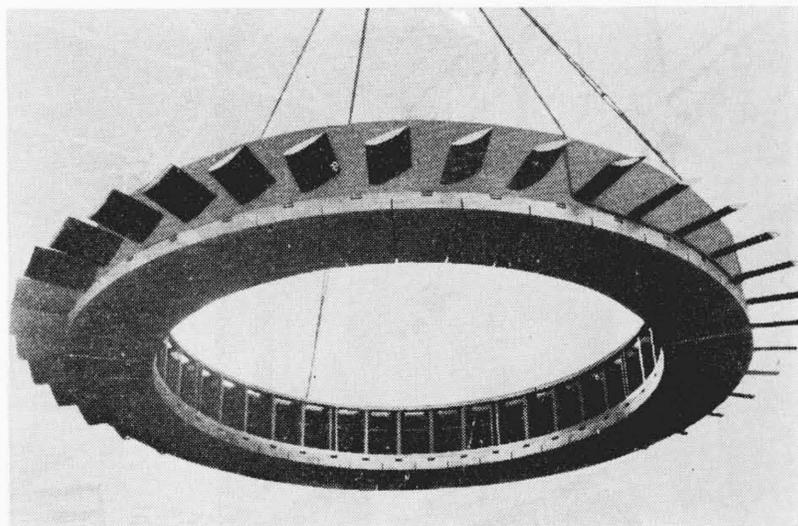
固定子わくは輸送の関係で 6 分割されている。固定子わくは精密な機械加工後、内部に鉄心が積み込まれる。固定子わく外周には空気冷却器を取り付けるため 6 個の窓が対称に設けられている。第 10 図は組み立てられた固定子を示す。



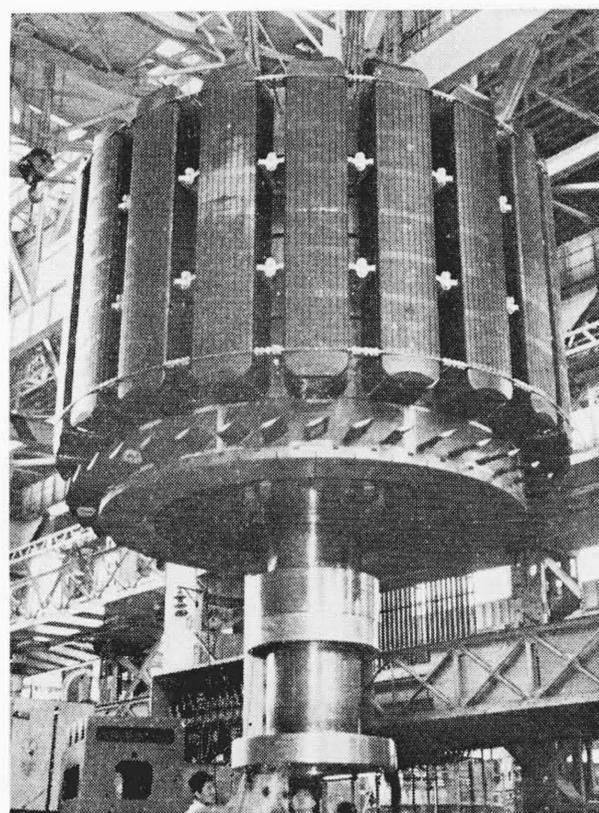
第12図 主軸および輻鉄



第13図 磁 極



第14図 下部ファン



第15図 回 転 子

4.2 回 転 子

4.2.1 継鉄、輻鉄および主軸

回転子は3mにも及ぶ積高さとなるので慎重に設計製作されており、水車の無拘束速度570rpmに十分耐える。回転子継鉄は特殊鍛造品を使用したものでその外観は第11図に示すとおりである。抗張力60 kg/mm²、降伏点45 kg/mm²以上の材料を使用しており、材料強度はもちろん、内部欠陥検査を十分に行なっている。回転子継鉄は8枚の厚板よりなっている。中央部の各厚板継鉄間には空けきを設け、通風ダクトを形成させて、界磁線輪中央部の冷却を良好にしている。継鉄の表面には界磁極を支持するためのダブルテールキームぞが切られている。またダブルテールキームぞの周辺には丸穴が設けられているが、これは界磁線輪の押上げバネを入れるためのもので、長年使用して界磁線輪の絶縁が枯れても界磁線輪間に空けきができないよう、界磁線輪の高さを調整するはたらきを持っている。

継鉄は輻鉄に焼ばめされている。回転中継鉄と輻鉄の間に空けきができ、振動が発生しないよう考慮されている。輻鉄は鋳鋼製であるが、継鉄の焼ばめ応力に耐えるよう、十分強固に製作されている。第12図は機械加工中の輻鉄を示している。

主軸は上部シャフトおよび下部シャフトに2分されており、それぞれ輻鉄の上下面にフランジ接続される構造となっている。このようにシャフトを上下に2分する構造とした場合、一本シャフトの構造に比較して、シャフトの製作および輸送が容易になるとともに、回転子の重量も軽減される。すなわち一本シャフトの構造においては、輻鉄をシャフトに焼ばめすることになるので、シャフト自身の重量が大きいうえに、輻鉄の重量も大となる。本発

電機において、一本シャフトの構造を採用すれば、回転子重量が約5%増大する。

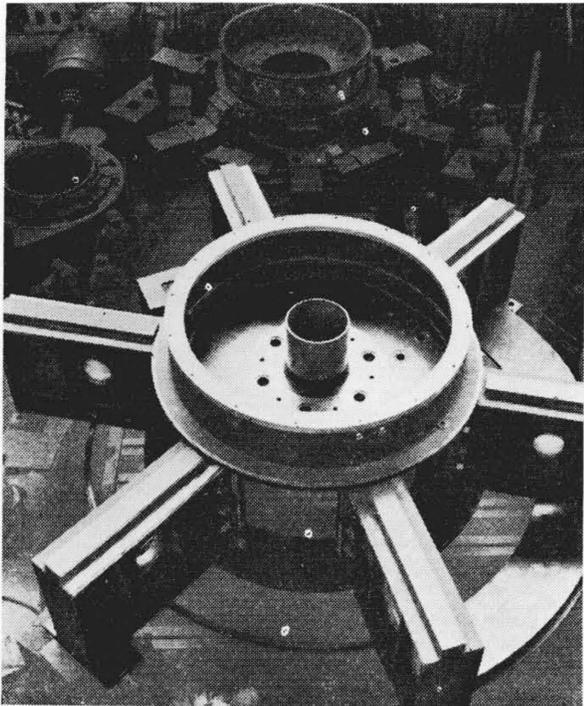
上部シャフトは水圧および水車荷重を含む全推力荷重がかかるもので、それに十分耐える太さを有しており、シャフトの上端にはシャフトカラーが焼ばめされる。下部シャフトは上下端ともに、打出しフランジを有し、それぞれ輻鉄および水車シャフトに接続される。下部シャフトと輻鉄との直結部には、トルクを伝達するため、接線キーが用いられている。

主軸と輻鉄とをフランジ接続する場合、その直線度が非常に重要であるが、工場内で旋盤上で振れ見の結果、締付ボルトの締付力を均一にすれば十分に直線度が得られることが確認された。

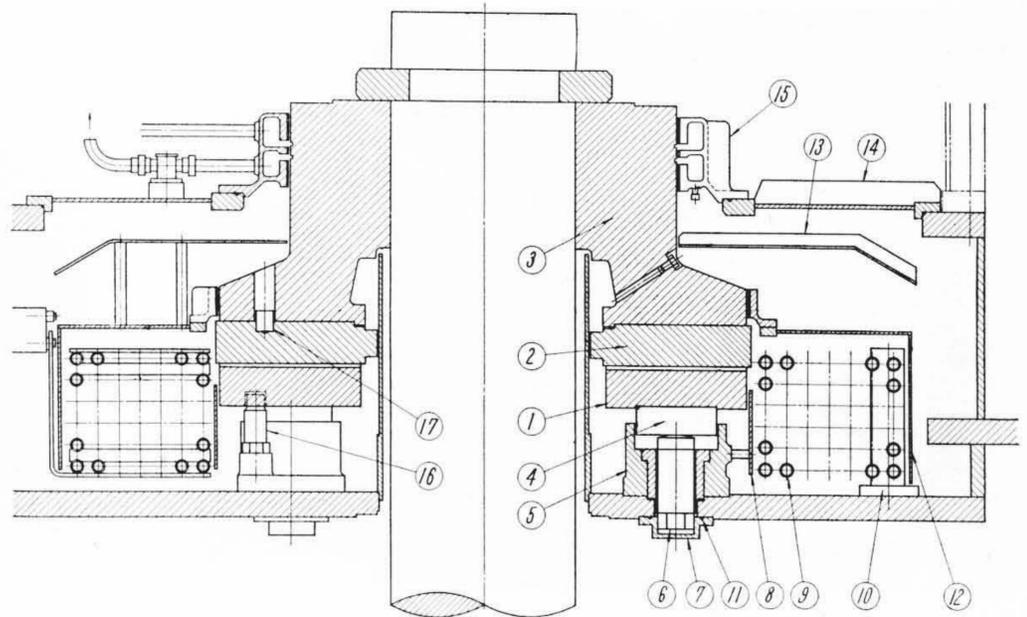
主軸の中心部には、励磁機より水車まで穴が明けられ、水車ランナ分解組立用のワイヤが通される。

4.2.2 界 磁 極

界磁線輪は、平角線をエッジワイズに曲げて成形し、ワニス処理を行なったアスベスト紙を段間にそう入し、無拘束速度時に生ずる遠心力以上の力で加圧、加熱し成形したものである。大地絶縁にはマイカを主体に用い、線輪の上下面には絶縁ボビン板がそう入されている。このボビン板は、アルミ合金の心金にベークライトモールドを行なったもので、実物大モデルのヒートサイクル試験により、導体とボビン板との間に相対運動が繰り返されても、何ら損傷を受けないことが確認されたものである。回転中界磁線輪の変形を防止するために、軸方向に線輪支持金具を各線輪

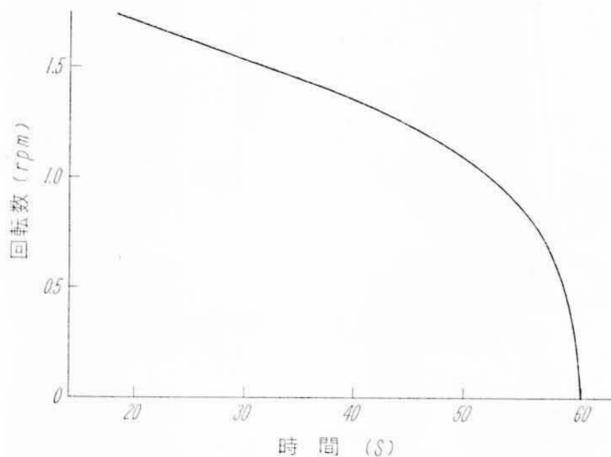


第16図 上部エンドブラケット



- | | | |
|--------------|-----------|---------------|
| ①: ベアリングシュウ | ⑦: キャップ | ⑬: オイルカバー |
| ②: ベアリングランナ | ⑧: オイルガイド | ⑭: スラストタンクカバー |
| ③: シャフトカラー | ⑨: 冷却管 | ⑮: エアボックス |
| ④: サポート | ⑩: 配水器 | ⑯: シュー振止め |
| ⑤: ベアリングフレーム | ⑪: パッキン | ⑰: ノックピン |
| ⑥: 調整ボルト | ⑫: オイルパン | |

第18図 推力軸受構造断面図



第17図 低速度における減速曲線

とも2個備えている。

磁極鉄心は積層式で、鍛鋼製端板を当ててリベットしたもので、頭部には制動巻線が取り付けられている。制動巻線は磁極間の接続を行なった、いわゆる接続形制動巻線で、磁極間の接続片を支持するため、継鉄に支持金具を取り付けている。第13図は組み立てられた界磁線輪である。

4.2.3 ファン

回転子上下面に取り付けられたファンは、全溶接製軸流ファンで、これは工場内試験設備の50,000 kVA、600/720 rpm 機で種々比較試験を行なった結果を基礎として設計されたものである。羽根断面形状は中空翼形とし、羽根とファンボスとの溶接部は溶接作業が容易で、かつ非破壊検査が可能なような特殊な設計となっている。材料は、溶接構造用鋼板で、超音波探傷試験を行なったうえ内部欠陥のないものを使用した。下部ファンの下にはブレーキリングが取り付けられている。第14図は完成されたファン、第15図は完成された回転子を示す。

4.3 その他

4.3.1 上部ブラケット

上部ブラケットは固定子わく上部に設置され、全推力荷重を支持するもので、かつ上部案内軸受にかかる半径方向の荷重をささえるため、強固なものとなっている。輸送上ボスとアームに分割される。

本機のような高速機においては、回転子の危険速度を、無拘束速度よりも十分高くする目的で、上部案内軸受を推力軸受と別置き、推力軸受の下部に設けることにより回転子中心より上部案内軸受までの距離を極力切りつめる構造がしばしば採用される。関

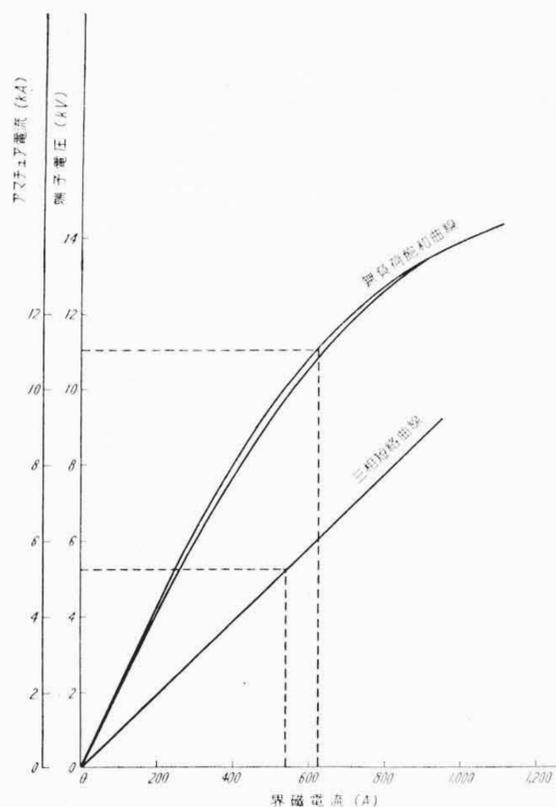
西電力株式会社黒部川第四発電所納95,000 kVA 360 rpm 機、中国電力株式会社滝山川発電所納58,000 kVA 450 rpm 機などに採用されたもので、本機もこの構造を採用している。上部案内軸受を推力軸受油槽内に設け、シャフトカラーの外周をささえる構造に比較して、上部案内軸受径が小さくなり、軸受損失を軽減できる利点を有している。第16図は上部ブラケットの外観を示す。

4.3.2 推力軸受

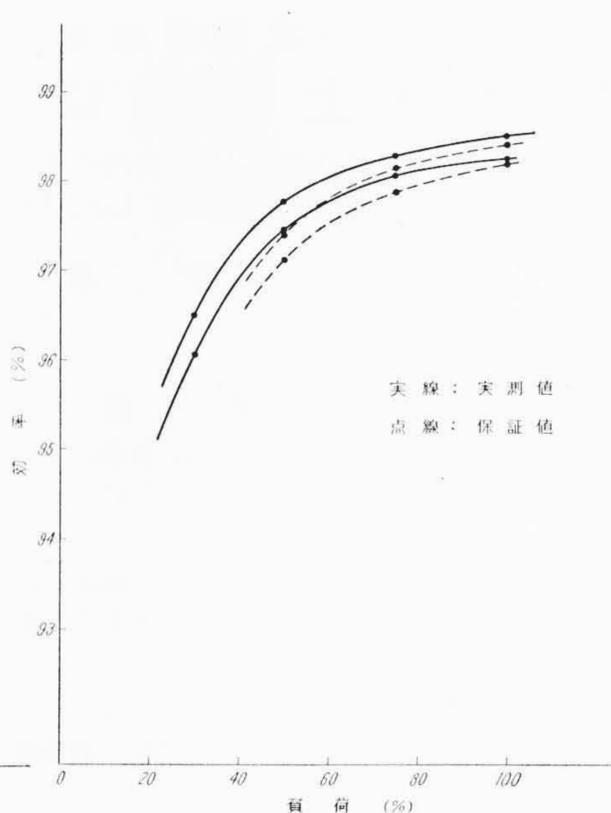
推力軸受は外径1,500φで、全推力346tを支持するものである。6個のベアリング・シュウよりなるキングスベリ形推力軸受である。各ベアリングシュウは、調整ボルトにより支持され、回転により適切な油膜が形成されるように、ベアリング・シュウが自由に傾むくようになっている。潤滑面におけるベアリング・シュウの変形が、油膜に影響を及ぼさないように十分剛性をもたせるように設計されている。

本発電機に直結される水車はペルトン水車であるため、推力軸受荷重の大部分は、発電機および水車の回転部重量であり、したがって起動および停止時の推力軸受荷重と負荷運転中の推力軸受荷重とはほとんど差がないと考えられる。一方、フランス水車またはカプラン水車に直結される発電機の場合は、全推力荷重のうち、不平衡水圧によるスラストの占める割合が可成り大きく、起動または停止時には、この水圧によるスラストが減少するため、起動または停止時の推力荷重は、負荷運転中の推力荷重に比べてかなり小さいと考えられる。すなわち本発電機の推力軸受は、フランス水車またはカプラン水車直結の発電機の場合に比べ、起動または停止の際高荷重をうける推力軸受であって、したがって設計上特にこの点を考慮する必要がある。このため本発電機では、調整ボルトおよびシュウサポートには特に硬度の高い材料を使用している。このような推力軸受においては、きわめて低い速度においても油膜が確実に形成されることが必要である。低速度における油膜の状況を調べるために測定した減速曲線を第17図に示す。減速率の変化具合からわかるように、1 rpm 以下まで油膜は維持され、十分な油膜潤滑が行なわれていることがわかる。

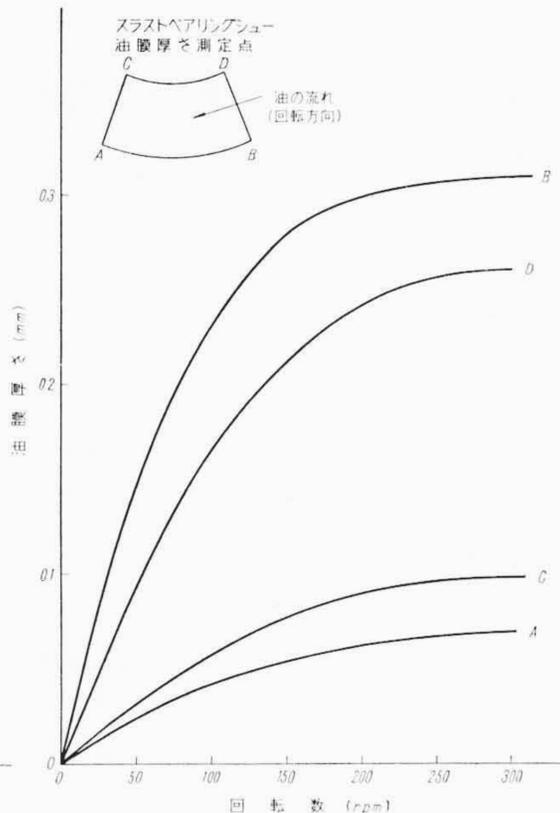
軸受の水平調整は油槽外部より簡単に行なえるようにしてある。第18図は推力軸受の構造断面図である。漏油防止のため、油槽上部にはエアボックスが設けられ、上部のエアボックスにはファンの近くより高圧空気が送り込まれ、下部のエアボックスより、発電機外に導かれ、発電機室内に油蒸気が出ないように考慮



第19図 無負荷飽和曲線および三相短絡曲線



第20図 効率曲線



第21図 油膜の厚さと回転数の関係
油温約30°C (300 rpm において)

してある。油槽内に油押えが設けられ油面の変動を押えている。シャフトカラーには図のように細穴が設けられ、シャフトカラー内面に沿って上る油を外側に放出し、シャフトカラー内面の漏油を防止している。またベアリングランナには、スクリュポンプが設けられ、シャフトカラー内面よりの漏油を防止している。カバー類の合わせ目には耐油性パッキングをそう入してある。

4.3.3 空気冷却器

空気冷却器は6個設けられている。固定子わく外周に直接取り付けられる構造で、冷却管には、継目無銅合金管に銅条の冷却フィンを巻き付け、ロー付けしたものを使用している。空気冷却器上端の水室には、取りはずし可能なカバーを設け、冷却管内面の掃除が容易にできるよう考慮されている。また温度変化による冷却管の伸び縮みを補償する構造を採用している。

4.4 励磁機

主励磁機は出力450 kW、定格電圧250 V、副励磁機は出力20 kW、定格電圧110 Vである。本発電機は短時間の過負荷運転を行なうことがあるので、この点を考慮し、発電機が115,000 kVA、0.9 PF、運転のときに要する励磁電流の130%以上の電流容量を有するよう、主励磁機の出力を決定している。励磁方式は、回転増幅形の自動電圧調整機と組み合わせて使用する急速励磁方式で、主励磁機には2組の界磁を備え、主発電機の無負荷定格電圧に相当する一定分を定電圧の副励磁機により励磁し、主発電機の負荷変化に対応する調整分を電力増幅用直流発電機によって、励磁することによって主発電機の電圧を一定に保持するものである。電力増幅用直流発電機の励磁入力是一定基準電圧と主発電機電圧との偏差を磁気増幅器により増幅して与えられる。

副励磁機上には、水車メーカーの納める調整機用発電機が直結される。

5. 試験成績

工場において組み立てのうえ、種々試験が行なわれたがその概略は次のとおりである。

無負荷飽和曲線および三相短絡曲線を第19図に示す。短絡比は1.16で、線路充電容量は11,000 Vにおいて104,500 kVAとなり、両者とも保証値を満足している。第20図は効率曲線である。実測効率は、保証値を十分に上回った。

一般試験のほかに、推力軸受に関し運転中の軸受油膜の厚さ、油膜圧力の分布、軸受面の温度分布などの測定を行なった。第21図は油膜の厚さと回転数との関係を示すもので、ベアリングシュエが運転状態で傾いている状態がはっきり確認できる。

以上の試験のほかに、190% 570 rpmの無拘束速度試験を3分間実施し回転子や軸受その他が十分無拘束速度に耐えることを実証した。

6. 結 言

以上日立製作所において製作された記録的大容量高速機である、インド国マイソール州ジャラバディ発電所納115,000 kVA交流発電機の概要を述べた。1回巻、4並列回路の波巻巻線を採用し、線輪接続部を簡略化したこと、固定子鉄心には方向性ケイ素鋼板を使用し鉄損の低下を計ったこと、回転子継鉄に特殊鍛造品を使用し190%という高い無拘束速度にも十分耐える構造としたこと、回転子主軸を輻鉄の上下に分割し主軸の輸送を容易にした点など数多くの斬新な設計が採用されている。

工場において190%の無拘束速度試験を含めた詳細なる試験が実施され、いずれも優秀な成績を取ることができた。

現地で据え付けが完了し運転を開始した暁には、インド国の電力需要に大きな貢献をするものと期待される。