

川崎製鉄株式会社納

## 千葉製鉄所用 15,625 kVA タービン発電機

是井良朗\*

## 15,625 kVA Turbine Generator for Kawasaki Iron Mfg., Co.

By Yoshiaki Korei

Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

## Abstract

The first unit of the two 15,625 kVA Turbine Generators which were ordered from Hitachi, Ltd. by Kawasaki Iron Manufacturing Co. on their topical extension programme concerning the establishing of new Chiba Works has recently been completed and now under erection at the site. The machines are to be directly driven by 12,500 kW steam turbines of also Hitachi's make.

Although it falls far short of Hitachi's record in capacity, it is noteworthy because of the new design and ideas incorporated in many phases, showing the degree of improvement and development in the manufacture of steam power generating equipment reached in these post war days. In the factory test, the machine showed excellent characteristics in efficiency, temperature rise, etc., which could be realized only on the strength of Hitachi's long history of specialization, meticulous care in selection of materials and fervent endeavours of engineering staff and skilled craftsmen.

## 〔I〕 緒 言

今回日立製作所は川崎製鉄株式会社納千葉製鉄所用 15,625 kVA タービン発電機 2 台の注文を受け、そのうち最初の 1 台が日立製作所日立工場にて完成し、工場試験を好調裡に終り、目下現地で組立中である。

戦後我国の火力発電所の新設、増設も漸くその緒につき、各電力会社の大容量発電機の発注も逐次活気を呈するに至り、日立製作所に於ても 55,000 kW 水素冷却式発電機を受注製作しており、本機は決して特筆すべき大容量機ではないが、戦後の火力拡充の一段階を示すものとしてここにその概略を紹介したいと思う。

本機は同じく日立製の 12,500 kW 蒸気タービンと直結されるもので、最新の設備を誇る千葉製鉄所の動力源としてその活躍が期待されている。第 2 号機は目下工場にて製作中である。

\* 日立製作所日立工場

## 〔II〕 本機の仕様

本機の仕様事項はすべて JEC に準拠し、主なる仕様は次の如くである。

## 発電機

型式	閉鎖通風型非凸極回転界磁式
数量	2 台
定格	15,625 kVA
出力	12,500 kW
電圧	11,000 V
力率	80%
周波数	50 <sup>Hz</sup>
回転数	3,000 r.p.m.
励磁電圧	220 V
中性点	抵抗接地
接続	三相星型結線 6 本口出し

主励磁機



型式.....	開放型他励磁式
数量.....	2台(発電機2台に対し)
容量.....	70kW
電圧.....	220V
回転数.....	3,000 r.p.m.
副励磁機	
型式.....	開放型複巻式
数量.....	2台(発電機2台に対して)
容量.....	2kW
電圧.....	110V
回転数.....	3,000 r.p.m.

### 〔III〕 発電機の構造

第1図は工場に於て組立てられた発電機である。次に発電機の構造に就いて述べる。

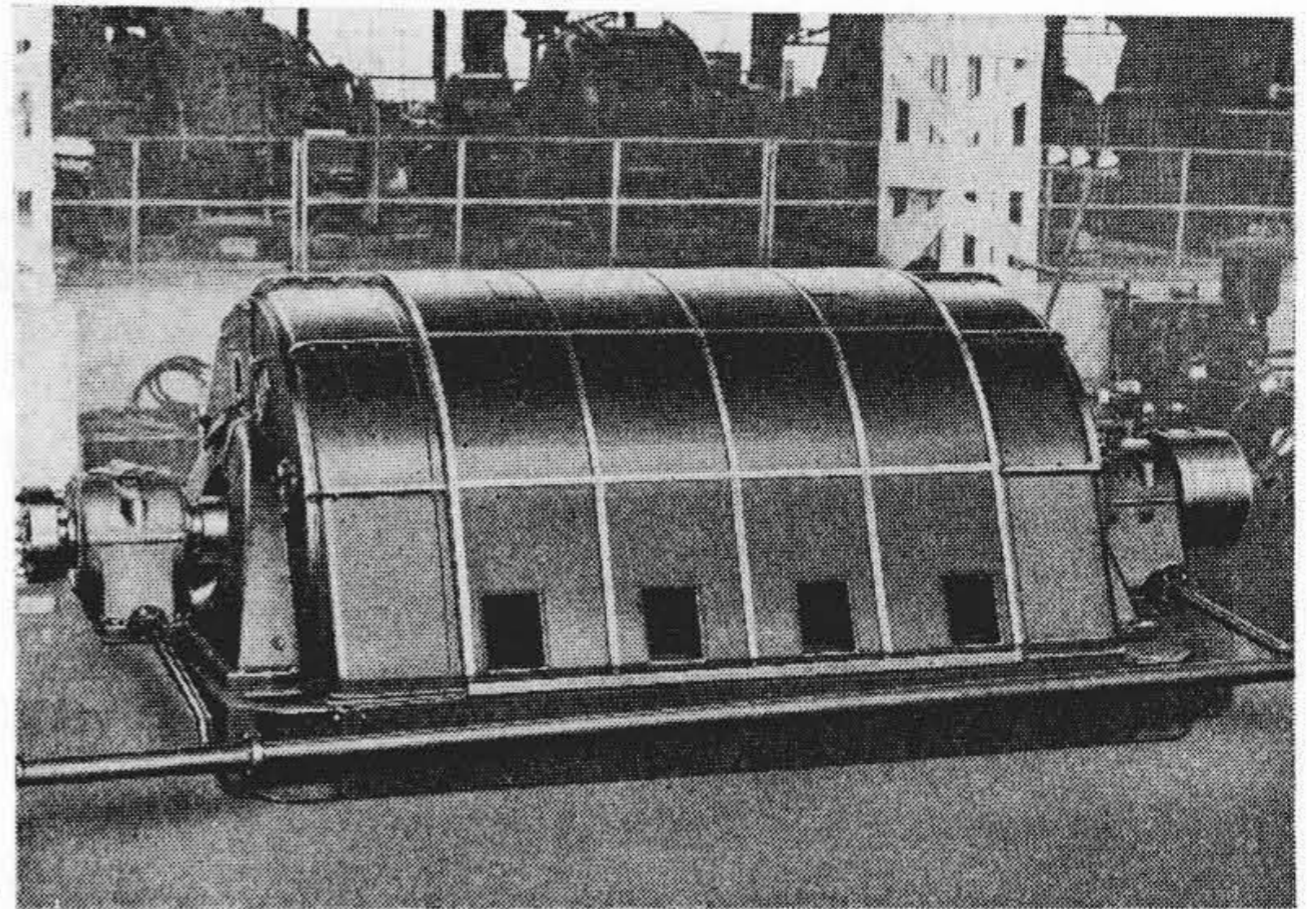
固定子線輪には二層巻線が用いられ、巻線を入れる溝には開溝が採用されている。楔は溝の先端部が軸方向の通風路を構成するように、空隙面より引込んだところに設けられ、歯端部の冷却面積が大きくなっている。固定子線輪の各導体は漂遊負荷損を減少せしめるため、多数の素線を溝内で完全に転位せしめて一体としたものを用い、線輪端部はインポリウート型に成型され、非磁性締めつけボルトで支持腕に固く締めつけられている。層間絶縁及び対地絶縁にはマイカペーパー及びガステープを使用した完全B種絶縁を施し、又最外層には絶縁紙を巻きつけて焼付けを行い十分なる機械的強度を与えている。

更にコロナ防止のため、溝内及び溝出口の表面には適正な配合の半導体塗料を塗布してある。

電機子鉄心には高級硅素鋼板を使用し、これに一枚毎に特殊ワニスを高温度で焼付けている。鉄心は軸方向に多数の通風孔を有する外、鉄心間の通風渠には間隔片を適当な形に曲げて配列し、複式通風の有効な通風路を形成している。

固定子枠は熔接鋼板製で運転中の振動又は不平衡磁気吸引力に対して十分頑強に作られている。2極発電機では2倍周波数の振動が固定子枠に生じ、これが基礎に伝達され建家を振動せしめる場合が考えられるので、鉄心をばね等により可撓支持する方法が使用される傾向にあるが、本機の現状では斯る特殊な構造を必要とせず、熔接構造だけで十分信頼出来るよう設計されている。

固定子冷却方式は、多年の経験と研究に基く円周方向区劃式複式通風方式をとっており、新鮮な空気が固定子のどの部分にも平等に送り込まれるので、鉄心中央部の最高温度となるべきところも十分冷却されて好結果を得ている。



第1図 工場にて試験中の 15,625 kVA タービン発電機

Fig. 1. 15,625 kVA Turbine Generator under Testing in the Factory

線輪端支持腕、固定子鉄心端板、固定子端板等は漂遊負荷損を減少せしめるために非磁性金属を使用した。

回転子は線輪を入れる溝の外に、冷却効果を大ならしめるために軸方向に通風溝が加工され、これは更に歯部にあけられた多数の放射状の通風孔と連結されて冷却空気の有効な通風路を形成している。軸と直角方向の断面の慣性能率を等しくして、運転時に起る有害な振動を除くために、回転子の極心部分に軸方向と直角に半円形の溝を刻んだが、この方法は軸方向に遊び溝を切る方法よりは遙かに簡単である。又軸受のジャーナル部分は軸受温度の低下を計る為に超仕上加工を行っている。

軸材にはニッケル・クロム・モリブデン鋼の単一鋼塊を採用した。製鋼上最も欠点の多い中心部に孔を穿ち、拡大鏡を用いて孔内を徹底的に検査せる外、超音波探傷器とコアドリルを併用し、回転子を緩かに回転しながら移動する台に取りつけた探傷子を用いて全周にわたり全面的調査を行うと共に、深部コアドリルによつて実際に最大応力のかかる内孔近くからも試験片を取出し、精密なる材質試験を行つて信頼度の高い材料を使用している。

界磁線輪は予め成形された銅帯を溝に挿入しながら組立てた。絶縁は強く圧縮されたマイカペーパーを用いた完全B種絶縁で高速回転に基く大きな遠心力及び線輪の熱膨脹による応力に十分耐え得るよう細心の注意が払われている。線輪は大きな遠心力を受けて楔及びプロテクトリングに押しつけられているため、負荷の増減に伴う軸方向の伸縮運動が拘束され線輪に圧縮歪がおこり、特に線輪端の部分がかような拘束力を受けて変形し層間短絡、接地等の事故を生じ易いので、この部分の絶縁及び間隔片の配置、保持方法等には特に工夫をこらし事故の皆無を期している。



線輪端部を保護するプロテクトリングには機械的性質の極めて優れた非磁性鋼を使用し、これによつて漂遊負荷損及び界磁漏洩磁束の減少を計つている。リングは全て自家工場の鍛造品よりなるが、これは米国の規格を遙かに凌駕し、抗張力 110 kg/mm<sup>2</sup>、伸び 25% にも及ぶものが鍛造可能で、日立製作所が誇る最優秀品の一つである。プロテクトリングの端部に取付けられた釣合環と軸との間には空隙が設けられており、十分なる冷却空気がこゝから送り込まれる。

スリップリングは保守取扱の便を計るために励磁機側のペデスタルの外側に並べて設けた。又リングの表面には螺旋状に溝を刻んで刷子電流の不均衡を無くするようにした。界磁線輪から軸の中心孔を経てスリップリングに至るリード線の部分は我々の新案になる特別の工作法によつてボルト等を全然使用しない無接続の構造になつているので、従来のタービン発電機で屢々見受けられたこの部分のリード線の断線による事故の懸念は皆無となつた。

ペデスタルは特に強固な構造とし、発電機中心高を従来よりも一層低くして運転中に起る有害なる振動の低減を計つている。軸電流防止絶縁も完全に行われ、ベースは圧延鋼板を用いた熔接構造で軽量且つ頑強に作られている。

タービン発電機直結励磁機の如き高速度直流機の良否は整流子及び刷子保持器の構造如何に依つて決せられるので、この点設計及び工作上万全の注意を払つた。

整流子片は2箇のシュリンクリングで固定されており、支持の一端にはばね板を取付けて、温度上昇に基く整流子片の軸方向の伸縮を完全に自由ならしめている。

整流子片は組立てから十分シーリングを施した後、高速で旋盤仕上を為しマイカのアンダカットも適切に行われ、運転中に整流子片が変形を起し、或いはハイパー、ハイマイカ等を生じて整流作用を害することのないように慎重に組立てられている。

電機子鉄心には良質硅素鋼板を使用することは勿論であるが、バインド線、鉄心端板等には出来るだけ非磁性材料を使用し漂遊負荷損を減少せしめている。

主励磁機と副励磁機は共通軸上に相接して電機子を取

付け、軸長を短くすると共に軸を太くとり、両端の2箇の軸受によつて強固にベースに取付けられ振動の極めて少ない構造になつている。この励磁機は可撓連結子によつて発電機に連結されている。

軸受は強制給油式として軸の油切りに注意する外に、フェルトパッキングと真鍮板を数箇所を用い、軸受の構造にも特に考慮を払い、高速回転機に屢々見受けられる油漏れが絶対に起らないようにした。

#### [IV] 工場試験

本発電機は試験用誘導電動機を用いて正確に各種損失の測定を行つた。温度上昇試験は銅損鉄損及び機械損による温度上昇値より実負荷の場合を推定した外、調相機運転によつても行われたが、温度上昇及び能率共に保証値に対して十分満足すべきものであつた。

過速度試験は工場内の高速試験用ピット中で 115% 過速度即ち 3,450 r.p.m. で行われ、各部分とも機械的に十分な強度を有することが確められた。

主副励磁機の試験は別の試験用誘導電動機に直結して行つた。整流試験の結果は全負荷に於ても又部分負荷に於ても、極めて満足すべき無火花整流が行われることが確認せられた。過速度試験は発電機本体と同じく 115% 過速度で行われた。

#### [V] 結 言

以上簡単に本機の概要を説明したが、これを要するに日立製作所多年のタービン発電機の製作経験と研究成果の蓄積を集中して完成せられたものであつて、戦後の困難なる状況にも拘わらず日立製作所の発電機製造技術が一段の進歩を遂げたことを示すものである。

尙工場に於ては本機の第2号機の外、本邦最初の画期的大容量記録品、東京電力株式会社納潮田発電所用 67,000 kVA 水素冷却タービン発電機、及び北海道電力株式会社納江別発電所用 31,250 kVA 機等を製作中で、これ等に就いては稿を改めて本誌に紹介し、独自の途を歩み続けた日立技術の成果に関し江湖の御批判を仰ぎたいと思う。



# 特 許 月 報

## 最近登録された日立製作所の特許及び実用新案 (其の1)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
特 許	199101	2重変調単側帯波搬送通信装置	戸塚工場	三 木 正 一	28. 4. 16
"	199102	巻上機の制御装置	亀有工場	渋谷 英 寅 保 延 誠	"
"	199103	電流による油潤滑金属磨耗試験方法	中央研究所	橋本 一 冠 米 谷 二 治	"
特 許	199105	電気固有抵抗大きく弾性率低き電刷子用炭素成形体製造法	多賀工場	杉 田 虎之助	28. 4. 16
実用新案	401898	開閉器用操作ハンドル	日立工場	丹 下 音 行	28. 4. 16
"	401905	風冷式水銀整流器の陰極口出導出装置	日立工場	桑 島 千 秋 緑 川 勝 弥	"
"	401906	大型直流機補極線輪	日立工場	菅 野 政 雄	"
"	401908	水銀整流器励弧電極	日立工場	宮 崎 徳太郎	"
"	401911	エレベータ乗籠	日立工場	佐岡 藤 留之助 本 午	"
"	401913	変圧器油保存器	日立工場	斎 藤 亮 二 沢 幡 寅 治	"
"	401918	油圧操作ドアーマシン	日立工場	神 峯次郎	"
"	401919	プランジャ型交流電磁接触器	日立工場	白 土 忠 治 田 所 武 夫	"
"	401920	電縫管機用回転電極冷却装置	日立工場	林 安 治	"
"	401923	跳躍性制御電流発生装置	日立工場	今 尾 隆 泉 千吉郎	"
"	401924	水銀整流器電極保持鎖錠装置	日立工場	宮 崎 徳太郎 山口 又右衛門	"
"	401925	水銀整流器の電極弛緩防止装置	日立工場	山口 又右衛門	"
"	401931	造管機用回転電極駆動連断装置	日立工場	林 安 治	"
"	401933	電気收塵器碍子防煙装置	日立工場	田 中 健太郎	"
"	401934	高速度エレベータ扉把握転輪支持装置	日立工場	神 峯次郎	"
"	401936	階床扉開閉リンク装置	日立工場	神 峯次郎	"
"	401937	回転電機の界磁巻線	日立工場	田 附 修	"
"	401938	気水分離器	日立工場	吉 見 環	"
"	401954	電気子巻線	日立工場	木 田 真 吉 菅 野 政 雄	"
"	401955	傘型発電機	日立工場	長尾 善右衛門	"
"	401956	直 流 機	日立工場	木 田 真 吉	"
"	401957	滑動環短絡操作装置	日立工場	大 里 幸 男	"
"	401897	衝撃式バースクリーン	亀有工場	氏 原 良 男	"
"	401902	ロープ止め装置	亀有工場	磯 部 弘 吉	"
実用新案	401903	圧力調整弁	亀有工場	渡 部 富 治 細 田 益 三	28. 4. 16

(28頁へ続く)