

「BBシリーズ」回転機

“BB Series” Large Rotating Machine

倉持 龍一* 仲田 太*
Ryoichi Kuramochi Tōru Nakata

I. ま え が き

近年の各種産業界における生産設備の規模の拡大はめざましいものがあり、それにとまってその動力源としての回転機も大形化している。元来数千kWの大容量回転機を使用する設備においては特定用途であることが多いので、使用条件、設置場所、環境（保護方式）や据付方法などについて、多様な要求があり、それに応じて回転機の特長構造とも多種多様にわたっている。そのため一般汎用回転機と異なり系列化、標準化はきわめて困難であり、個別設計、製作が当然であるという概念が必要者、製造者ともにあった。

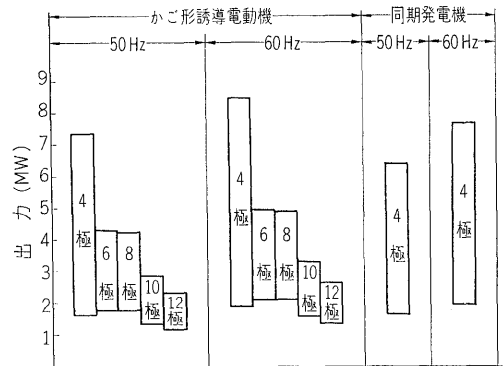
しかるに設備の規模拡大と新技術の速い開発テンポは投資効果の早期発効をうながし、設備建設の期間短縮を求め大容量回転機にも強い納期短縮要求となつてあらわれてきている。さらに近年の深刻なる人手不足は保守人員の確保を困難にしており、従来にもまして信頼性の高い保守点検の容易な機械が強く望まれている。

これらの理由から需要者の要求仕様を整理統合し集大成した標準仕様を設定し、それに適合した大容量回転機の新系列開発の必要性が痛感されていた。当社ではこれらの観点から従来のシリーズを集大成するとともに個別設計機とみられた大容量回転機も含めて、需要者からの種々の要求に応ずることのできる弾力性のある標準系列として「BBシリーズ」を新しく完成した。

この新シリーズは同期機、誘導機などすべての交流機にたいして固定子の外形を箱形にし、軸受構造をブラケット形とした。規格化された構成要素を組合わせて様々な要求に合致する回転機を組みあげる方式（BLOCK BAU SYSTEM）であるのでBBシリーズと呼称した。このため同じ基本形から各種の保護形式および冷却方式が容易に得られる。

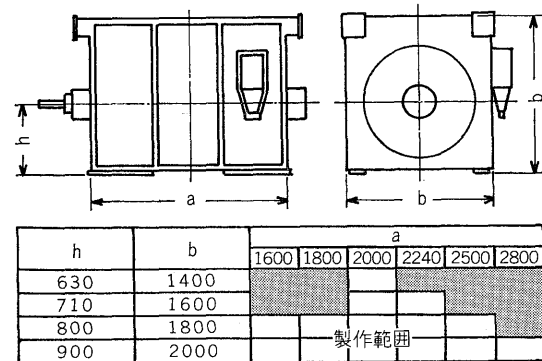
II. 適用範囲と容量

対象機種はすべての交流機すなわち同期発電機、電動機、かご形誘導機および巻線形誘導機である。この新系列の形態はすべて共通しており、ブラケット軸受を採用し外形は箱形となっている。



第1図 BBシリーズにおける同期発電機、誘導機の出力範囲

Fig. 1. Output range of synchronous generators and induction motors in BB series



第2図 基本形の外形寸法図

Fig. 2. Outline dimensions of basic form

出力は第1図に例として50Hz、60Hz、6kVの誘導機と同期発電機の容量範囲が示されているようにほぼ1,200kWから8,500kWの範囲である。電圧は3kV、6kVを標準としているが、400V以上11kVまで製作可能である。

この系列の基本形の寸法は第2図に示してある。センターハイトは630mmから900mmまでの4種類であり標準数をとっている。おのおのセンターハイトに対し固定子わくの長さは六つに制限されており機種あるいは端子電圧の相違は鉄心長さによって調整されている。また機械の取付寸法はIEC推奨の寸法に合わせてある。

なおこのシリーズの標準仕様を第1表に示す。

* 川崎工場回転機部

第 1 表 B B シリーズの標準仕様

Table 1. Standard specification of BB series

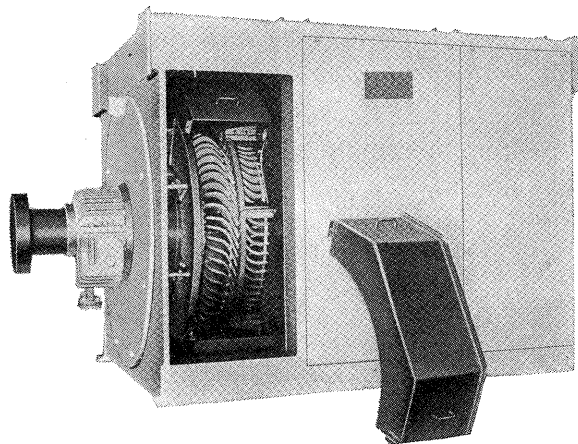
No.	項 目	同期発電機	かご形誘導機
1	電 圧	3 または 6 kV 級 (11 kV 級)	
2	周 波 数	50 または 60 Hz	
3	出力 範 囲	第 1 図 参 照	
4	力率および短絡比	力率=0.8(遅れ) 短絡比=0.5(JEC 裕度付)	
5	最大トルク T_M		175% T_N
6	励磁方式	サイリスタ方式 (直流機励磁、ブラシレスも可)	
7	保護方式	基本形=防滴保護形 応用形 { 全閉内冷形(冷却器搭載または別置) 開放屋外形(NEMA TYPE II) 強制通風形	
8	主要寸法	第 2 図 参 照	

III. 基本構造

第 3 図は新系列の全閉内冷形（クーラ別置式）の写真である。

固定子鉄心は両側からプレス板によって押えられ、鉄心背面で補強板と溶接され固定子わくとコンパクトに一体化された構造となっている。

固定子わくは下部角部を L 形鋼によって上部角部を角管によってプレス板と側板とが溶接されて形成される。台板への取付のため 4 隅に足板が溶接されている。これらの構成によって固定子わくはすべての側面が大きく開口した構造になっている。



第 3 図 B B シリーズの全閉内冷形回転機
(コイルエンドカバーをとりはずした状態)

Fig. 3. Totally enclosed water-air cooled machine of BB series removing coilend cover

固定子巻線は当社で長い実績を有するスタビラスチック絶縁を採用している。この絶縁方式は集成マイカを主体とし、それに基材を熱硬化性エポキシ樹脂で貼り合わせたシートをコイルに平巻きし、加熱硬化して構成する

方式で、加熱硬化の際にエポキシ樹脂は集成マイカの中に均等にしみ込み耐熱性のみならず耐湿性、耐水性にもすぐれた絶縁層を形成する。またエポキシ樹脂の特性上耐薬品性にもすぐれている。⁽¹⁾⁽²⁾

同期発電機は従来凸極で製作していた回転子を円筒形に変更した。円筒形回転子鉄心は円板状に打抜かれた薄鋼板を積層して数十 mm のブロックを形成し、10 数個のブロックをエアダクトを設けて一体化したものである。回転子巻線は鉄心外周に打抜かれた数個の溝に収納されており制動巻線が鉄心外径に均一に分布配置されている。このため充分なる冷却効果と均一な温度分布が得られるとともに遠心力などの外力にたいする堅牢なる構造であり信頼性の高い回転子である。また均一な分布配置による制動巻線によって整流器負荷や不平衡負荷時の波形改善、並列運転時のトルク脈動の吸収制動作用などすぐれた効果を発揮する。

円筒形回転子巻線の絶縁はノメックスを主体とした絶縁を採用しているので、要求によっては F 種絶縁化が容易に可能である。

固定子巻線、回転子巻線とも上記説明のように充分信頼のおける絶縁方式を採用し信頼性の高い機械となっているが、長時間の運転停止が予想される場合や、需要者からの要求がある場合には容易にスペースヒータをとりつけることができる。このスペースヒータは防爆機器の場合にも製作可能である。

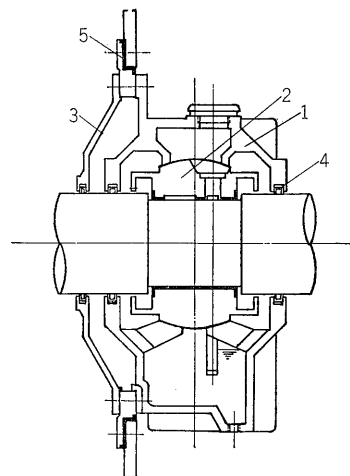
コイルエンドカバーは 4 分割されており、ポリエステル材で一体モールドされたファンシールドがとりつけられている。このファンシールドはコイルエンドカバーから容易にとりはずすことができるのでコイルエンドカバーの 1/4 片をクレーンを使用しないで固定子わくの外にとりはずすことができる。

軸受配置は第 3 図にみられるようにブラケット形構造であり従来の適用範囲を大幅に拡大した。ブラケット形軸受を採用した理由は据付面積が縮小可能なこと、輸送が簡単であり現地据付工事も容易かつ組立精度は工場テスト時と同じであることを重視したからである。これらの利点に加えてこの新系列機種においてはブラケット軸受形構造の欠点と指摘されてきた保守点検の不便さにたいして、前述のように固定子わくが全側面にわたって大きく開口しておりカバーをはずすことによって容易に機械内部を点検できること、特にコイルエンドカバーを容易にとりはずすことによってコイルエンドを点検可能にしたことなど構造上充分なる考慮を払っており今までの概念をくつがえするものである。

軸受はすべり軸受を標準としているが要求によってはコロがり軸受を採用することも可能である。コロがり軸受はグリース潤滑で軸受寿命が充分に長い範囲についての

み適用される。すべり軸受は軸受ブラケットに冷却ヒレが設けられておりオイルリングによる給油のみで循環油を必要としない範囲が拡大されている。高速回転で大容量機では循環油を必要とする。

第4図はすべり軸受の軸受まわりの詳細構造図である。軸受の油もれ防止のため黄銅製のラビリンスパッキンが設けられているほかに内部カバーが用意されている。内部カバーによって形成される中間室は外部空気と通じており、万が一機械の回転子によって内部カバーのパッキン部から空気が吸い出されても軸受内部の油を含んだ空気が機械内部に吸い込まれないようになっている。また反直結側軸受はガラスエポキシ系の絶縁板によって軸電流防止がなされている（第4図参照）。この絶縁方式は大容量機の軸受で長年にわたって使用されており信頼性の高いことが実証されている。

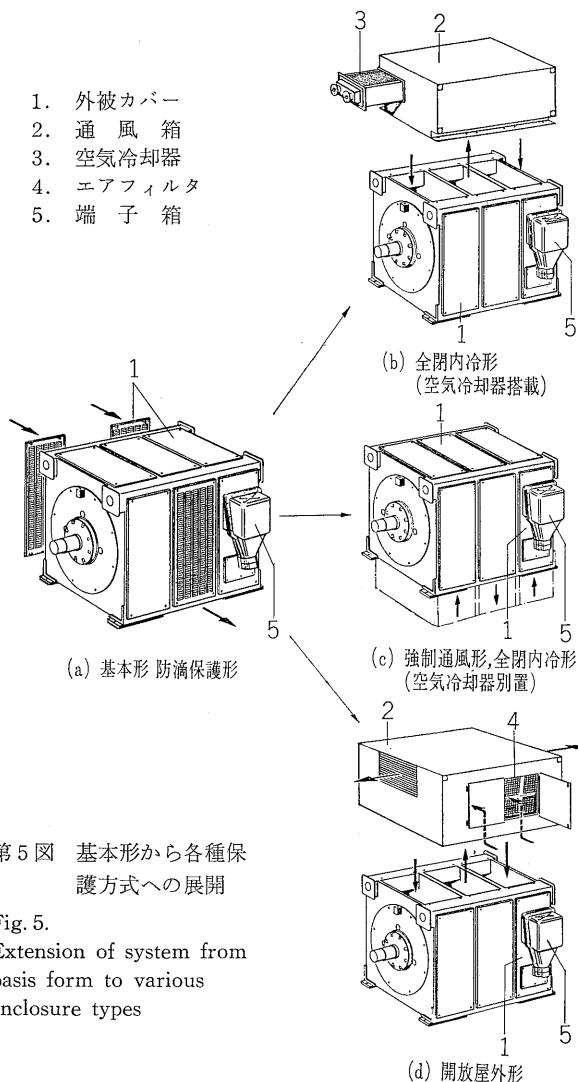


- 1. 軸受ブラケット
- 2. 軸受ブッシュ
- 3. 内側カバー
- 4. 油切りリング
- 5. 軸電流防止絶縁

第4図
軸受構造断面図
Fig. 4.
Section of bearing

この機械の通風方式は両側から冷却空気を吸い込む両通風方式である。このため巻線、鉄心の温度分布は平均化され左右アンバランスになることが避けられる。また容量が大きくなるにしたがい必要風量が大きくなり、各回転部寸法も大きくなることから発生騒音も大きくなる傾向があるが、両通風方式は片通風方式にたいして通風抵抗が小さくかつ1個のファン風量は小さくなるのでファンを小形化して低騒音機械とすることができる。高速機では効率のよいアキシアルファンを用い低速機ではラジアルファンを使用している。

スリップリングは軸受の外部に設けることを標準としている。これによってスリップリングの点検、保守が容易になっている。同期機の場合には接触防止のため保護カバーが設けられており、ブラシホルダは軸受シールドにとりつけられる。スリップリングの冷却は低速機では不要である。誘導機の場合には特別なスリップリング室が設けられており、二次電圧にたいして保護されている。



第5図 基本形から各種保護方式への展開

Fig. 5.
Extension of system from basis form to various enclosure types

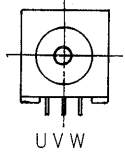
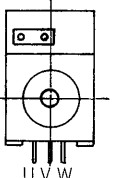
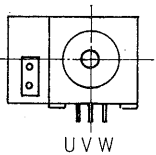
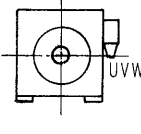
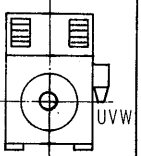
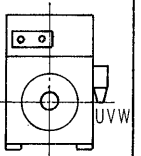
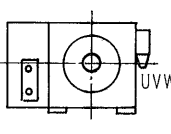
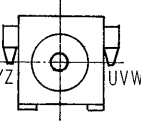
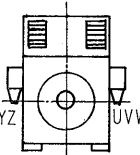
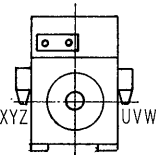
IV. 応用形態

いろいろなカバーをとりつけることによって全側面開口となっている基本形態から各種保護形式、冷却方式が容易に得られる。第5図は基本形である防滴保護形から全閉内冷形、クーラ別置式全閉内冷形、強制通風形、開放屋外形への展開を示したものである。

防滴保護形は固定子わくの側面に設けられた2個の罅戸から冷却空気が吸い込まれ、反対側の側面中央の罅戸から暖い空気が排出される。

全閉内冷形はクーラを固定子わくの上部に設置する形を標準としている。空気対水のクーラは機械上部にとりつけられた通風箱の中に収納されており露水あるいはクーラの方が一故障時にも水が直接巻線、鉄心にかからないようにしてある。

クーラ別置式全閉内冷形は一般にクーラを基礎の下に設置するのが普通である。このとき基礎に形成されるエアダクトと機械の接続はねじ止めの必要はなく、用意された基礎の上に機械を置くだけでよい構造になっている。

	防滴保護形 強制通風形 全閉内冷形 (クーラ別置)	開放保護形	全閉内冷形 (クーラ上部 搭載)	全閉内冷形 (クーラ左 または右取付)
端子箱なし (基礎内配線)				
1 - 端子箱付				
2 - 端子箱付				

第 6 図
軸端側よりみた電動機
の冷却器および端子箱
の配置図

Fig. 6.
Arrangement of coolers
and terminal boxes
viewed from shaft end

強制通風形は冷却空気が基礎から供給され、基礎に排出される構造を標準としているのでクーラ別置式全閉内冷形とまったく同じ構造であり通風ファンがないことのみ相違している。

開放屋外形は通風箱を固定子わくの上部にとりつける構造である。この通風箱は両側面から冷却空気を吸い込み直角に置かれたフィルタを通過して機械内部に流入する。この通風箱は NEMA 規格の TYPE II を満足している。フィルタはカセット形となっており容易に交換可能であり、寸法は 50mm × 500mm × 500mm を基準寸法としている。この寸法はこのシリーズにたいし同一であるので補充品の調達に便利である。

さらにこれらの応用展開に加えて端子箱のとりつけ位置あるいはクーラの取付位置についてのいろいろな要求にたいしても容易に対応できるように考慮されている。これを図示したものが第 6 図である。

機械設置の種々の条件、制限に対応して容易に応じられることが、この BB シリーズの大きな特長の一つである。

V. 輸送および据付

このシリーズは特に要求のない限り輸送のために分解せず一体輸送である。基礎への固定は 4 個所でねじ止め

される構造である。またこのシリーズの機械はすべての方向に ±10mm の範囲でシフト可能であるようになっているので基礎の若干の不正確さは容易に補償可能である。

日常の保守、点検においては容易に機械の内部までみることが可能であり、特に外被カバーとコイルエンドカバーはクレーンを使用しないでとりはずすことができるので固定子巻線のコイルエンドは容易に点検、清掃可能であり、回転子の引抜きを必要としない。

VI. む す び

大容量回転機のシリーズ化には種々の制約があり困難な面が多々あったが、従来の経験を集大成して多種多様の仕様を満足したシリーズを完成した。さらに保守点検の容易さに加えて信頼性の高いシリーズであると確信している。需要者各位のご批判、ご意見を得られれば幸いである。

参考文献

- (1) 山口・谷・佐々木：富士-F種スタビラスチック絶縁 富士時報 44 No.9 (昭46)
- (2) 山口・夏目・谷：富士スタビラスチック絶縁 富士時報 40 No.10 (昭42)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。