UDC 621.313.333:621.87

新系列全閉外扇巻線形三相誘導電動機

金子 健郎* 石川 淳**
Takero Kaneko Atushi Isikawa

New Series of Totally-enclosed Fan Cooled Wound Rotor Type Induction Motors

Synopsis

We have manufactured the cage rotor type induction motors of both the open drip proof and the totally enclosed fan cooled with class E insulation due to IEC Dimensions. In this paper we introduce the totally enclosed fan cooled wound rotor motors which due to IEC Dimensions and these new series of the motor are able to apply to the crane motors based on JEM 1066 to modify the Feet.

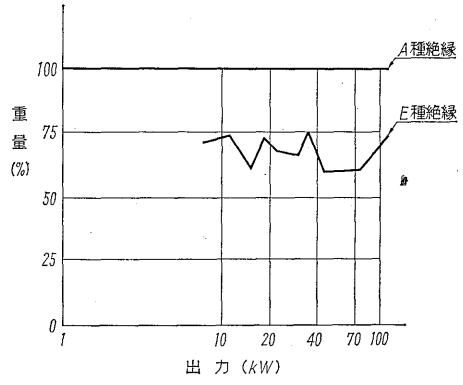
I. まえがき

材料面の進歩と設計および製造技術の向上によって，電動機の小形軽量化は世界的すう勢であり，寸法についても IEC 推奨規格の採用による国際的互換性のあるE種電動機が，わが国においても開発され，全閉および開放形のかご形三相誘導電動機についてはすでに JEM 規格として制定されたが，当社はいちはやくE種電動機の系列化を完了し，すでに多数ご愛用いただいてる．一方ヨーロッパにおいてはかご形に引き続いて巻線形電動機の小形化も進められ，特に巻線形を必要とする荷役用電機品としてのクレーンモータを主な対象とした反覆使用の全閉外扇形電動機の規格が IEC 寸法に準拠してドイツで制定されている．このたび当社ではこのドイツ規格を参考に，E種かご形電動機の技術と経験を生かして，全閉外扇巻線形三相誘導電動機の系列化を完了したのでここにその概要を報告する．最近はかご形電動機が多く使用されるようになったが，前記のクレーンモータ以外にも送風機やポンプなどで速度制御をする場合にはやはり巻線形が使用されることも多く，また比較的過酷な周囲環境でも使用できるためには全閉外扇形が適しており，今回発表の新系列電動機は多くの方面で活用されるものと考える。

II. 内容と特長

1. 外形寸法と出力適用

軸高さ 315mm までは IEC 規格の寸法を適用し，各わく番についてのフレーム脚寸法や軸端寸法などの取付寸法は，すでに発表したE種全閉外扇かご形電動機の同一わく番の取付寸法とまったく同じである．軸高さが 315mm をこえるものでは IEC 寸法を延長した値としている．これらの外形寸法図を第1表に示す．また第2表には各わく番に対する出力を極数別に示す．この出力は JEM 1188 による標準出力であり IEC 規格とも一致している．第1図は現行A種電動機との重量比較を示し，小形軽量化により重量は 60～75% に減少している。



第1図 重量比較図

Fig. 1. Comparison for weight of wound rotor induction motors

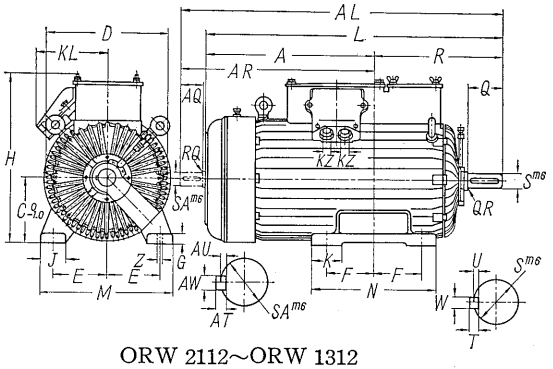
2. 構造

第2図は外観を，また第3図は断面図を示す．冷却風は反運転側から運転側へ向い，外扇や外扇カバはE種かご形電動機の部品が流用できるよう考慮されている．また両側の軸受シールドもかご形のものを使用するため，スリップリングを内蔵できるようフレームは軸方向に長い構造とした．したがってフレーム表面の冷却面積は増加して冷却上有利となり，機械の剛性もきわめて増大した．さらにフレームの脚は別取付としフレームの全周に

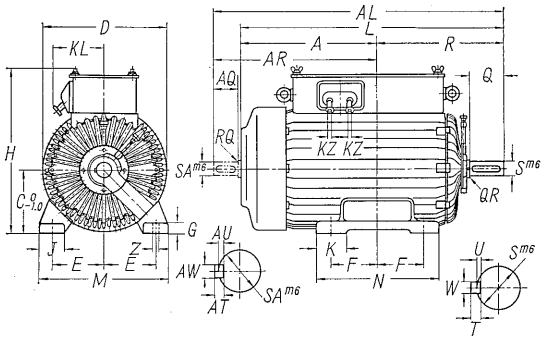
* 三重工場第一製造部
** 川崎工場回転機部

第1表　全閉外扇巻線形誘導電動機外形寸法（IEC 寸法）

Table 1. Outline dimensions of the new wound rotor induction motors



ORW 2112～ORW 1312



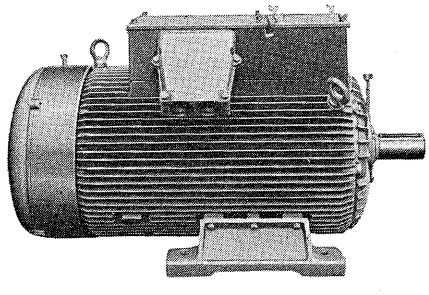
ORW 1212～ORW 611

TYPE ORW	IEC FRAME NO	POLE	A	AR	C	D	E	F	G	H	J	K	KL	KZ	L	AL	M	N	R	Z	Q	QR	S	T	U	W	AQ	RQ	SA	AT	AU	AW
611	160M	4～	455	570	160	307	127	105	20	370	70	65	185	30	778	893	306	256	323	15	110	1	48	8	4.5	12	110	1	42	8	4.5	12
612	160L	4～	480	595	160	307	127	127	20	370	70	65	185	30	825	940	306	300	345	15	110	1	48	8	4.5	12	110	1	42	8	4.5	12
812	180L	4～	515	629.5	180	350	139.5	139.5	22	430	80	83	190	30	885.5	1000	350	330	370.5	15	110	2	55	10	5	15	110	2	48	8	4.5	12
1012	200L	4～	534.5	649.5	200	385	159	152.5	25	465	80	85	195	38	960	1075	390	360	425.5	19	140	2	60	10	5	15	110	2	55	10	5	15
1212	225M	4～	635.5	750.5	225	440	178	155.5	34	520	80	95	210	38	1080	1195	436	391	444.5	19	140	2	65	12	6	18	110	2	55	10	5	15
1312	250M	4～	777.5	922.5	250	475	203	174.5	42	610	100	120	235	54	1260	1405	503	449	482.5	22	140	2	75	13	7	20	140	2	60	10	5	15
1512	280M	4～	835.5	980.5	280	535	228.5	209.5	42	700	100	120	240	54	1405	1550	557	519	569.5	22	170	2	85	16	8	24	140	2	65	12	6	18
1711	315S	4～	801	—	315	600	254	203	52	800	120	145	350	64	1390	—	628	526	589	29	170	2	95	16	8	24						
1712	315M	4～	845.5	—	315	600	254	228.5	52	800	120	145	350	64	1460	—	628	577	614.5	29	170	2	95	16	8	24						
1912	355M	4～	956	—	355	690	305	280	52	900	120	160	380	76	1700	—	730	680	744	29	210	3	120	20	10	32						
2112	400M	4～	1000	—	400	770	343	315	52	980	130	180	400	90	1845	—	803	770	845	36	250	3	130	22	11	35						

第2表　連続定格全閉外扇巻線形低圧出力表（IEC 寸法）

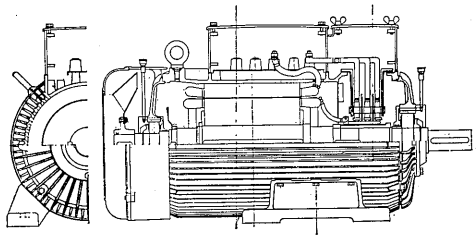
Table 2. The low tension output table of the totally enclosed fan cooled wound rotor induction motors

TYPE ORW	IEC FRAME NO	出　力（kW）50% 4P	6P	8P	10P
611	160M	7.5	5.5	3.7	
612	160L	11	7.5	5.5	
812	180L	15	11	7.5	
1012	200L	18.5	—	—	
1012	200L	22	15	11	
1212	225M	30	22	15	11
1312	250M	37	30	22	18.5
1312	250M	45	37	30	22
1512	280M	75	45	37	30
1711	315S	90	55	45	37
1712	315M	110	75	55	45
1911	355M		110	90	75
1912				110	90
2111	400M				110
2112					132



第2図　75kW　8極の外観

Fig. 2. Outer view of the new 75kW motor



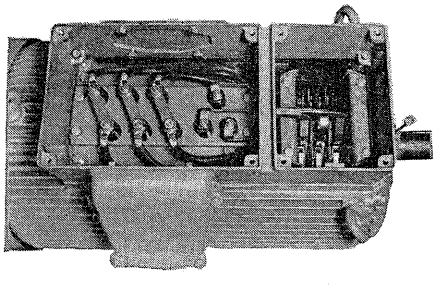
第3図　断　　面　　図

Fig. 3. Sectional drawing

冷却風が通るようにした．またこの脚は取付式になっているので，取付脚は IEC 寸法に準拠した基準取付寸法以外に従来の JEM 1066 に決められた取付寸法にも一致できるようなものも用意できる。

したがって既納品との置換えの要求にも簡単に応じられる．固定子鉄心は外周でクリップ締めを行ない外径を加工してフレームに焼ばめる構造とした．このため固定子鉄心とフレームの接触部に生ずる空隙がきわめて小さくなり伝熱効果をあげるのみならず，振動その他機械的強度の増大にも役立っている．回転子鉄心は充分に締付けを行ない，回転子巻線のバインダにはガラスバインドテープを使用し，従来のバインド線による温度上昇を皆無にしている．スリップリングは運転側に位置し，わく番 250M 以下のものでは樹脂モールド製の一体構造とし，わく番 280M 以上のものではスリップリングボスに導体リングを焼ばめする方式とした．ブラシホルダはブラシ摩耗に対しても常に充分なブラシ圧力を与える構造とし，ブラシ回りは樹脂モールド製の絶縁ホルダ支持わくを使用して外部で完全に組立ててから上部の窓より電動機内にそう入する構造とし，組立および保守の簡単化をはかった．スリップリング部と巻線部は仕切板で区分されているため巻線に対するブラシ摩耗粉の影響はまったくない．最近の巻線形電動機の用途から考えて常時二次抵抗をそう入したままの場合が多いためブラシ引揚装置は省略したが，ブラシおよびスリップリングの材質については充分吟味を行ない摩耗量を少なくしたので長時間の連続運転も可能である．端子箱は電動機上部に設け充分な広さとし，外部引込線のクランプは箱の左右いずれでも取付けられるのでケーブルは左右任意の方向から接続できる．箱内部は第 4 図に示すようにモールド製スタッド式端子を固定子および回転子の端子として使用し，ケーブルとの接続を容易にしている。

軸受としては，わく番 180L の反運転側とわく番 160L 以下では，良質のグリースを封入した密封軸受を使用して保守の簡便化をはかり，それ以上のわく番のものでは開放形軸受を使用しグリース補給式構造とし，排グリースを簡単に取り出せるような排出口を設け，また軸受輸送時保護装置付である．なお，フレームの脚を取外し，運転側軸受シールドにフランジ形かご形電動機のフランジシールドを使用すればフランジ取付巻線形とすることもできる。



第 4 図 端 子 箱 内 部
Fig. 4. Internal view of the terminal box

3. 特性と絶縁方式

電圧は 200V または 400V を標準とし，コイルエンドの接続変更でいずれにでも適合できる．固定子巻線の絶縁はすべてE種絶縁としている．回転子巻線の絶縁は小容量の電動機ではE種を用いているが中容量以上では，エポキシ系およびシリコーンアルキッド系の絶縁物を基礎としたバー巻線方式によるF種絶縁を採用して信頼性を向上している．また，内部接続や回転子導体の接続はすべて硬ろう付として，従来過負荷したときに生じやすいはんだのゆるみなどの事故の可能性を皆無とした．一般電気特性は小形化したにもかかわらず従来のものとほとんど同じである。

III. クレーンモータとしての適用

全閉巻線形電動機の用途としてはクレーンモータの占める割合はきわめて大きい．わが国におけるクレーンモータ規格としては JEM 1066 があるが，制定は 1952 年であり，かご形電動機の進歩に大きくおくれたかたちとなり，最近その見直しが強く要望されるところとなったので，当社ではこの度開発した新系列巻線形電動機を一般用クレーンモータとしても適用できるよう種々検討を重ねたので，次にその結果を発表する。

1. 定　　格

クレーンモータの定格として従来は 30 分あるいは 1 時間という短時間定格で表現されていたが，実際の使用状態は反覆定格とすべきものであり，クレーンモータの多数の使用実績を集め，ドイツ規格なども参考に負荷時間率で表現することとし，25%ED および，40%ED，60%ED，および 100%ED，を基準として採用した。

冷却方式としては全閉外扇形を採用したが，従来の短時間定格との関連については，次に示す“巻線形誘導電動機の反覆使用”について詳述する。

2. 外 形 寸 法

外形寸法図は第 1 表に示した IEC 寸法の値を標準とするが，わく番 280M 以下は図に示した反直結側の軸端を出せる構造としている．前に述べた巻線形新系列をそのままクレーンモータ用として使用するが，軸端寸法に

ついては従来の JEM 1066 によるものとの関係を考慮した上で，IEC 規格による寸法を採用した．したがってフレーム脚が別取付にしたこととあわせて，要求があれば軸端寸法も含めて，JEM 1066 とまったく同じ寸法のものも製作できる．クレーンモータは主に制動機取付などのため両軸とする場合が多いので，わく番 280M 以下のものは両軸を標準とし反運転側の軸端寸法は JEM 1066などを参考に決定した。

3. 出 力 適 用

第3表に負荷時間率による出力の関係を各わく番について示す．なお極数は表に示すものを標準とするか，これは最近のクレーンの高速化の傾向に対応するため，従来の JEM 1066 よりは極数を小さく選んでおり，アメリカの鉄鋼用クレーンモータの規格 (AISE) などを参考に定めた．出力の算定にあたっては使用実績などから，まづ40%ＥＤ，における出力を基準として，電動機発生損失と冷却の関係から各負荷時間率における出力を計算し JEM 1188 による標準出力にまるめたが，標準出力とのずれの大きいものでは IEC 標準出力の第2系列または標準数などを採用した。

第3表　全閉外扇巻線形クレーンモータ出力表（ＩＥＣ寸法）
Table 3. The low tension output table of the totally enclosed fan cooled wound rotor induction motor (adapted to IEC dimensions)

TYPE ORW	IEC FRAME NO	出力（kW）				
		極数	負荷時間率（%）			
			25	40	60	100
611	160M	6	8.5	7.5	6.3	5.5
612	160L	6	13	11	9	7.5
812	180L	6	17	15	13	11
1012	200L	6	25	22	18.5	15
1212	225M	6	33	30	25	22
1312	250M	6	40	37	30	25
1312	250M	6	50	45	37	33
1512	280M	8	63	55	45	37
1711	315S	8	85	75	63	50
1712	315M	8	100	90	75	63
1911	355M	10	125	110	90	75
1912		10	150	132	110	90
2111	400M	10	185	160	132	110
2112		10	220	200	160	132

4. 仕　　様

この他，旧 JEM 1066 との互換性を必要とする場合，旧来と同一出力で同一極数を採用する必要が生ずるが，この場合には第2表で示した連続定格出力に，次の論文に示す．各負荷時間率に応じた出力比を乗じて，わくの適用を決めることができる。

電圧と周波数は 200/220V，50/60%とし 400V 級の需要に対しては，コイルエンドの接続変更で適用できるようにしてある．最大トルクは 40%ＥＤ の出力において定格トルクの 250% 以上とし，従来の JEM 1066 のクレーンモータと同等以上のトルクを出し，クレーン用に最適の特性を有している。

5. 構　　造

すべて前述の全閉外扇巻線形新系列と同一であり，さらにクレーン用としてはひん繁な正逆転を行なうので一般電動機以上に過速度耐力に耐えるように設計されており，定格速度の 200% の過速度に耐えるよう考えられている。

6. 焼 損 保 護

クレーンモータのように反覆使用でしかも負荷が変動する用途では既存の各種保護継電器では完全を期し難く，直接巻線温度を検出して保護する方法が適しており，そのためにすぐれた感熱特性を有する超小形のサーミスタを準備しているので，ご要求あればコイルに埋込み，焼損保護装置とすることができる。

IV. む　す　び

電動機にＥ種絶縁を採用し IEC 規格の寸法により小形軽量化をはかり国際的寸法に統一し系列化することは，今日世界的傾向であり，わが国でもかご形電動機ではほとんど系列化も完了したが，当社では巻線形に対しても同様な検討をいちはやく行ない，ここに発表できた次第である．全閉外扇形としてちりや湿気の多い環境や，化学的なガスや蒸気のある場所でも使用でき，速度制御を行なう場合，あるいは特にクレーンモータとして最適であり，小形軽量化の利点とすぐれた特性，構造などの特長を充分に発揮してくれるものと信じており，今後需要家各位の理解と積極的な協力により，ご愛用をお願いする次第である。

e-Front runners

＊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。