

# 簡易分解形新開放防沫シリーズ三相誘導電動機

Easy Overhaul-Type New Open Splash-Proof Series Three-Phase Induction Motors

今井利秀\*  
Toshihide Imai

## 内 容 梗 概

日立製作所では昭和39年下期より<sup>55</sup><sub>60</sub>~500kWの中容量開放防沫形三相誘導電動機を簡易分解形として小形標準化を行ない、昭和40年上期よりモデルチェンジを開始した。この新標準は簡易分解形新開放防沫シリーズと呼び、分解、点検などの保守が非常に簡単に行なえるよう多くの画期的な新工夫が施されている。なおモデルチェンジに際しては電動機寸法として国際標準IEC規格寸法に準拠し、各部寸法に大幅に標準数を採り入れた。本稿ではその構造、特長および寸法につき紹介する。

## 1. 緒 言

工業規模が増大するにつれて各企業に使用される電動機の数はおびただしい数にのぼってきている。したがってその点検、保守に要する手数を最小限に食い止めたいという要求が出てくるのは当然である。このような場合最も理想的なのは保守不要な電動機を開発することであるので、日立製作所でも研究を重ねているが、現在のところ全閉形がそれに最も近い構造であり、これとても軸受部分の保守は必要である。しかも中容量以上では全閉形はたいへん高価となるので現状では開放形が多く採用されている。開放形であるかぎり、ある期間における掃除、点検は不可欠であり、グリースの注入、取換えも必要となる。これらの条件を満足するものとして簡易分解形の思想が生まれ開発されてきた。日立製作所ではまず開放防沫形に簡易分解形の構想を導入し、38年9月簡易分解形Uシリーズ<sup>(1)</sup>として発表して以来試作研究を重ね、今回簡易分解形新開放防沫形シリーズを完成した。

簡易分解形構造については、国内、国外を問わず研究されており、アメリカにてこれに類した方式が発表されているほか、国内でもこれに似た方式で簡易分解形が製作されている。日立製作所の簡易分解形はこれらとは根本的に方向を異にし、小形軽量で据付面積が非常に小さいという大きな特長をもち<sup>55</sup><sub>60</sub> kW級の小型機にも適用できるものである。

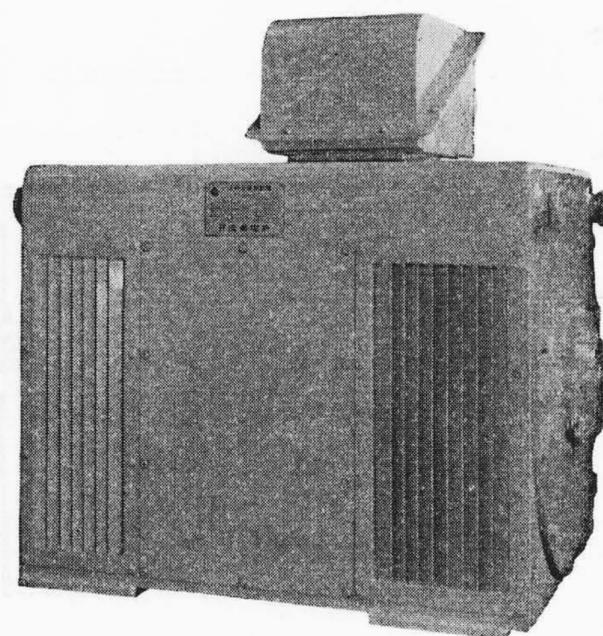
開放防沫形標準シリーズとしては、開放屋外形に近い構造を採用し、開放屋外形と開放防沫形を共通設計として標準化したSAシリーズ<sup>(2)</sup>があるが、これを簡易分解形にモデルチェンジしたのが本稿の新形電動機で、モデルチェンジに際し各部寸法には大幅にJIS Z 8601の標準数を採り入れ、標準化を推進するとともに電動機の取付寸法には国際標準IEC推奨寸法を採用し海外市場への進出をもあわせて考慮している。

以下新形電動機の構造、特長およびIEC規格の概要につき説明する。

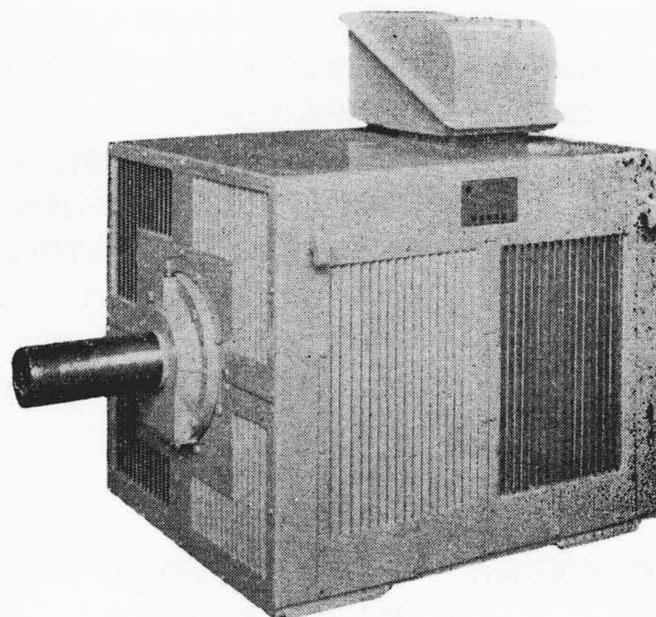
## 2. 開放防沫形の適用について

電動機の各種保護形式のうち、屋内設置として一般に採用されるのは開放無保護形、開放防滴形および全閉外扇形であるが、開放防滴形と全閉外扇形では機能、構造、価格いずれの点においてもかけ離れすぎている。日立製作所が新しく開発した簡易分解形新開放防沫シリーズはこの中間をねらって製作するもので、従来の防沫構造を目標とすることはもちろん、全閉外扇形ほど厳重な保護は必要ないが開放防滴形よりも上級のものがほしい場合、または全閉外扇形に近いものが必要であるが、より廉価なものがほしい場合に適する

\* 日立製作所日立工場



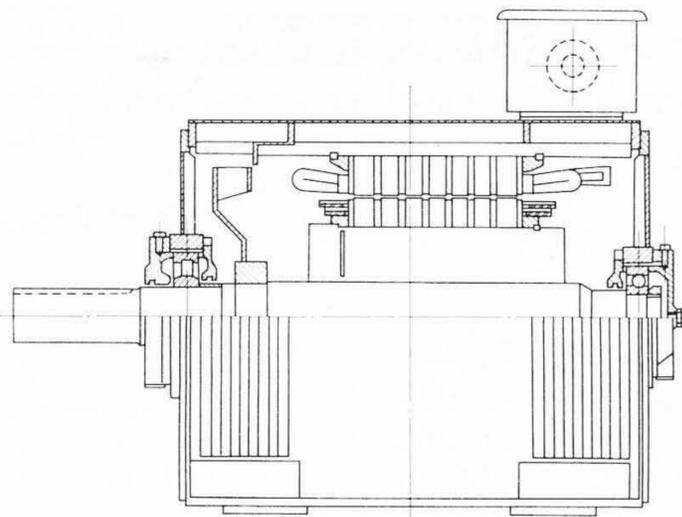
第1図 簡易分解形新開放防沫シリーズ  
315 フレーム以下



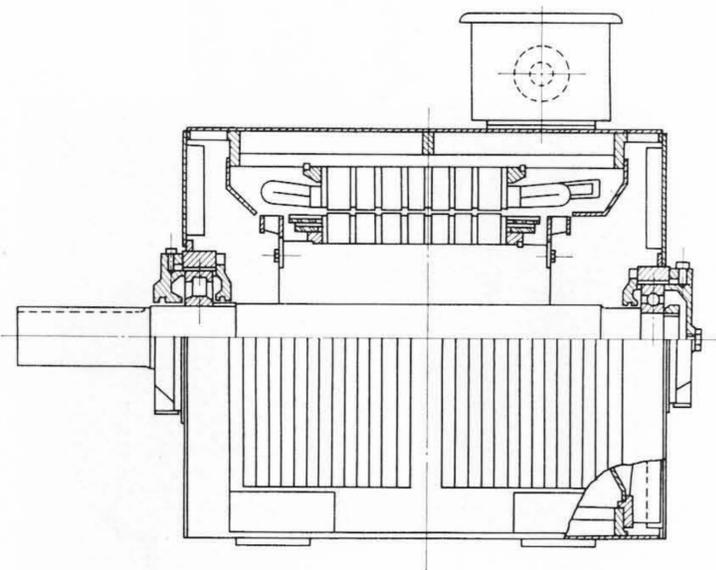
第2図 簡易分解形新開放防沫シリーズ  
355 フレーム以上

よう設計製作されたものである。

一方シリコンゴム絶縁、エポキシ絶縁などの新しい材料が実用化されはじめているが、これら絶縁は耐熱性のほかにすぐれた耐湿性、耐薬品性をかねそなえているので、これらの絶縁を採用し保護方式の簡易化をはかろうという考え方が生まれてくる。一般に全閉外扇形のような構造複雑かつ高価な保護方式があえて使用されるのは、外からの湿気、塵埃(じんあい)、劣化を促進するガスや薬品性物質からコイルを守ることであるが、コイル自身がこれらに対抗で



第3図 簡易分解形新開放防沫シリーズ構造図  
315 フレーム以下



第4図 簡易分解形新開放防沫シリーズ構造図  
355 フレーム以上

きるよう強化されれば保護方式によってコイルを守る必要はなく、開放防沫形、開放防滴形、さらに開放無保護形と保護方式の簡易な方向に移向して設備の経済化をはかることができるわけで、現在その方向に進みつつあり近い将来さらにこの考え方が推進されていくものと思われる。この意味で開放防沫形にこれら絶縁を採用することにより普通の防沫形と全閉外扇形との間にさらに中間機種が誕生し、経済的な機種選定がより容易になることと信じるものである。シリコンゴム絶縁、エポキシ絶縁の超耐湿性、耐薬品性についてはすでに日立評論(昭和38年10月号)に試験データなど詳細資料を發表済みであるので本稿では省略する。

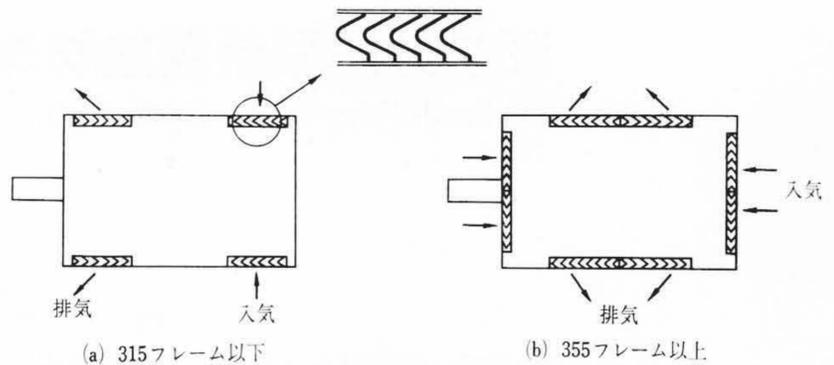
### 3. 新形電動機の構造

簡易分解形新開放防沫シリーズは出力 $\frac{56}{60}$ ~500 kW、極数4~12、カゴ形を対象としたもので、第1,2図はその外観である。

このシリーズはすでに発表した簡易分解形開放防滴シリーズ(Uシリーズ)が持っている多くの特長をあますことなく活用した新製品で、簡易分解形とするためUシリーズと同様近代的感覚にあふれた cubic type を採用している。第3,4図はその構造説明図である。(本構造に関しては意匠登録を申請中である。)

#### 3.1 外被構造

開放防沫形は“鉛直から $100^\circ$ 以内の角度でくる水滴および異物が直接内部に侵入することがなく、また機体の面に沿って、あるいは面に反発されて侵入しない構造”と JEC-146 “回転電気機械一般”に定義されている。新形電動機に採用した外被構造はくの字形ヨロイドを第5図のように吸排気口に配置し、その重なりを調整して鉛



第5図 防沫ヨロイドの配置、形状(平面図を示す)

直から $180^\circ$ すなわちいかなる方向からの水沫も電動機内部に直接侵入することなく、また面に沿ってあるいは面に反発されて侵入しないよう計画した。したがって開放防沫形として JEC-146 に定義されているものより、より高度な外被構造となっているが、このような構造に対する呼び名がないので開放防沫形と称する。前述の全閉形に近い構造とはこのことを指している。

#### 3.2 通風方式

通風方式には軸流式と輻流式がある。このうち輻流式は冷却扇の騒音低減に対して望ましい方式であるが、この方式では冷却扇としては回転子外径が最大限であるので、鉄心部に設けたダクトによる通風が冷却効果に大きな役割を占める。しかもこれらの出し得る風圧は相当低いので通風抵抗が極力小さい構造に設計することが必要となる。本シリーズでは

- (1) 外わくを cubic type としてエンドブラケット部およびハウジング両側面の給排気口の総合面積を従来の開放防滴形よりも大きな面積とする。
- (2) 総合風圧を高めるため鉄心部に設けるダクト数を増す。
- (3) 防沫構造とするための吸排気口ヨロイド形状を極力通風抵抗の小さい構造とするとともに排気が吸気側にまわらないよう通風に方向性を与えるよう考慮する。(実用新案出願中)

など通風機構に最も創意工夫をこらしている。

しかし315フレーム程度においては回転子径が小さくて風圧が極度に小さくなるため軸流式通風のほうが冷却効果が良く、また軸流式通風方式としてもその冷却扇の音はかなり小さいので、315フレームまでは反負荷側ハウジング両側面より吸気、負荷側ハウジング両側面より排気する軸流式を採用し、355フレーム以上に両側エンドブラケット部より吸気、ハウジング両側面より排気する輻流式を採用する。

なお高速大容量ではダクト音が問題になってくるので4極250kW以上、6極450kW以上では固定子鉄心部と排気ヨロイド部の間に吸音材をはりつけた消音機構を設けている。

#### 3.3 各部構造

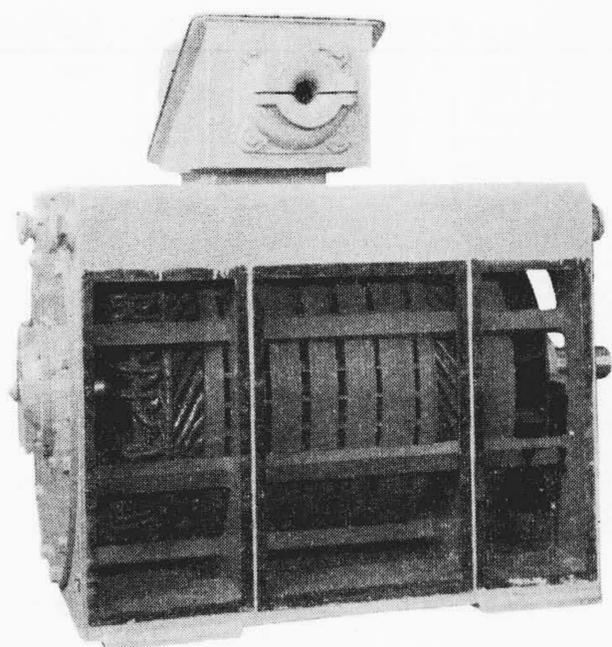
##### 3.3.1 外わく

外わくは容量の大小を問わず Cubic type とし、鋼板溶接構造を採用して軽量で十分な機械強度をもたせてある。外わくの両側面には通風口を設け、鋼板を着脱自在にネジ止めする構造とし、電動機内部の点検、清掃が簡易に行なえるよう考慮した。第6図は側板を取りはずしたところを示す。

##### 3.3.2 巻線

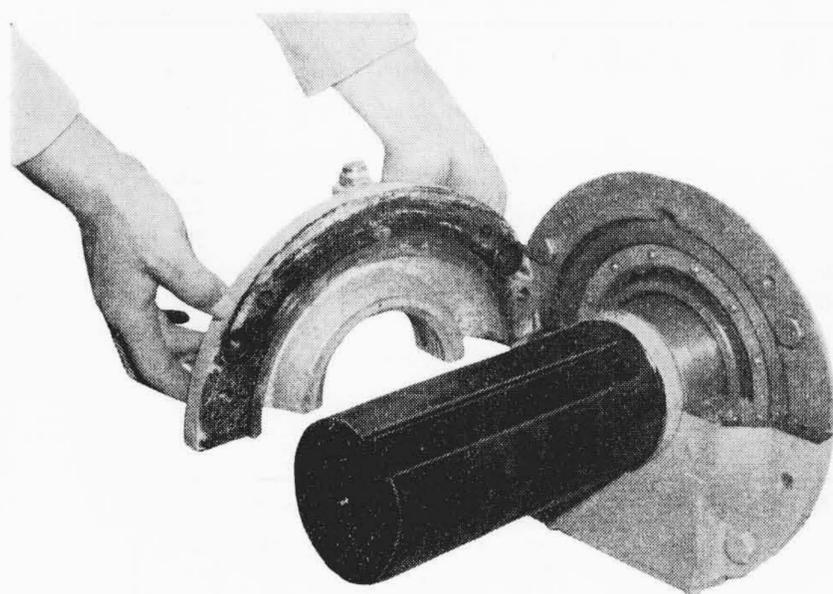
固定子コイルは素線に二重綿巻線を使用し、マイカを主体とした耐湿性A種絶縁を採用している。なお超耐湿絶縁の要求ある場合あるいは強度の耐酸、耐アルカリ性が必要な場合にはガラス線を使用し、シリコンゴムを主体としたF種絶縁を採用する。

かご形回転子には二重かご形構造を採用し、上側バーに特殊銅



(a) 側板着脱自在

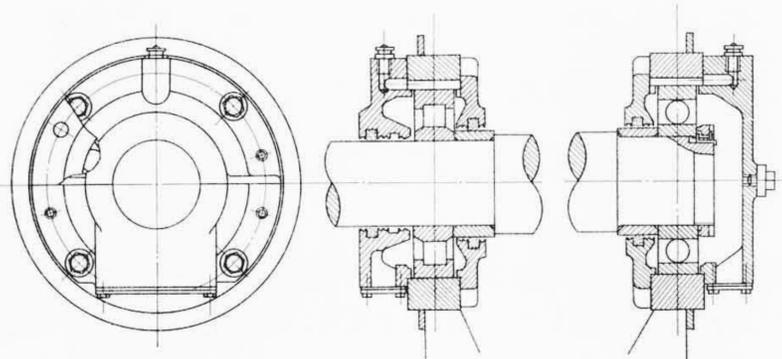
両側板が簡単に取りはずせるので内部点検、清掃が簡単短時間に行なえる



(b) 2つ割ベアリングカバー

ベアリングカバーが2つ割となっているので連絡をばらさずにベアリングの点検が可能

第6図 簡易分解形新開放防沫シリーズは分解点検がきわめて容易である



第7図 軸受部構造説明図

合金を使用して起動電流を極力おさえ、下側バーに電気銅を使用して運転中の損失をできるだけ小さくするよう設計製作している。

### 3.3.3 鉄心

冷間圧延ケイ素鋼板を使用し占積率を高めている。

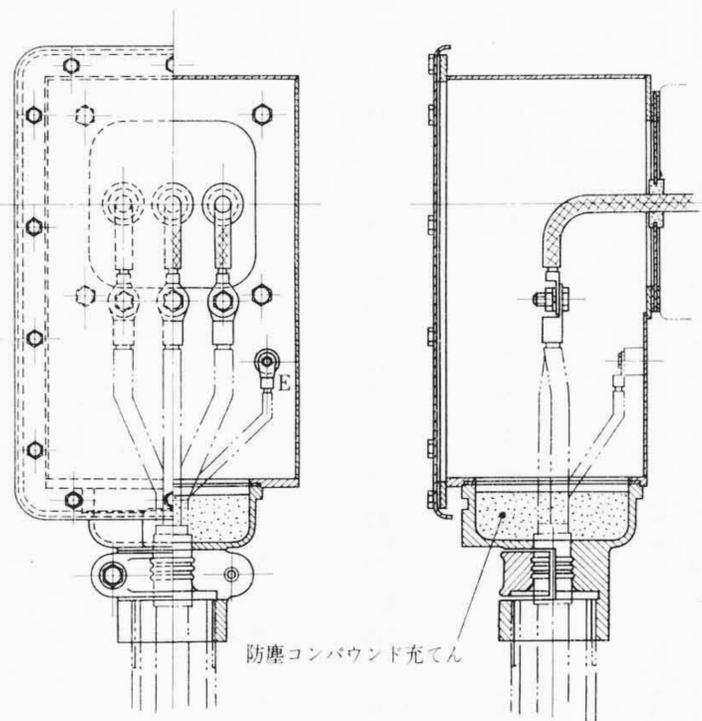
### 3.3.4 軸受部分

軸受には全面的にころがり軸受を採用し、負荷側ローラベアリング、反負荷側ボールベアリングとして運転中の温度上昇による軸の熱膨張を逃げるよう考慮した。負荷側にローラベアリングを採用するのは、同一径のボールベアリングに比べ負荷容量が大きく、ベルト掛運転の際の許容プリー径を小さくすることができるためである。

軸受構造は第7図に示すとおりである。ベアリングカバーは軸中心を含む水平面で二分割され、連結を分解せずにベアリングカバーを取りはずしベアリングの点検ができるよう考慮してある。グリース注入口はベアリングカバーに設けてあり、電動機運転中でもグリース注入が可能であり、またグリース排出口も大きくなっているため劣化グリースが簡単に排出できる。(実用新案出願中)

### 3.3.5 軸受支持部分

355フレーム以上の輻流式通風方式においては、防沫機能を満足させるためのヨロイドと軸受支持用エンドブラケットはそれぞれ独立した専用設計で、冷却効果向上と原価低減をはかっている。すなわちエンドブラケット部全面より給気可能とするため、円形のエンドブラケット取付部を電動機内部に追込むことにより従来通風には役に立たなかった四隅を有効に利用できる構造とするとともにエンドブラケットは下部のみとして原価低減をはかっている。



第8図 端子箱構造図

いる。

防沫ヨロイドは負荷側、反負荷側とも軸を含む水平面で二分割し外わくに直接取り付ける構造としてある。したがって連結を分解することなくヨロイドの取りはずしは簡単であり、3.3.1項の電動機両側板着脱自在な構造とあいまって電動機の点検、清掃を短時間に行なうことが可能となる。

### 3.3.6 ヨロイド部

ヨロイドは第5図に形状詳細を示すようにくの字形鋼板をたてに配列し、鉛直から180度すなわちいずれの方向よりも水滴および異物が侵入しないよう重なりを考慮してある。さらに配列を左右対象とすることにより排気に方向性をもたせ吸排気の循環を防止して冷却効果向上につとめている。

### 3.3.7 端子箱

簡易分解形とするため、端子引出口は電動機上部に設けることにし、全面的に端子箱を採用することにした。端子箱は第8図に示すように箱内でケーブルの端末処置が十分できる大きさとするともに、取付座を正方形として90度ごとにいずれの方向にもケーブルが引き込めるユニバーサルターミナルボックスとしてある。端子箱の構造は全密閉形としているのでいずれの方向より水沫がきても内部に絶対に侵入することはなく端末処置部分は安全に保護されている。

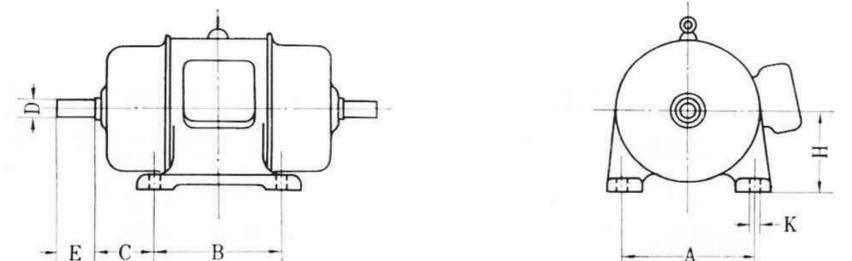
第1表 日立製作所採用の標準出力シリーズ

IEC 推奨 標準 kW	日立採用 標準 kW	IEC 推奨 標準 kW	日立採用 標準 kW
75	75	200	200
90	90	220	
110	112 *	250	250
132	132		315
150			355
160	160		400
185			450
			500

\* IECに近い標準数を採用

第2表 IEC わく番寸法

わく番号	H	A	B	C	K (最大値)
56	56	90	71	36	6
63	63	100	80	40	7
71	71	112	90	45	7
80	80	125	100	50	9
90 S	90	140	100	56	9
90 L	90	140	125	56	9
100 S	100	160	112	63	12
100 L	100	160	140	63	12
112 S	112	190	114	70	12
112 M	112	190	140	70	12
112 L	112	190	159	70	12
132 S	132	216	140	89	12
132 M	132	216	178	89	12
132 L	132	216	203	89	12
160 S	160	254	178	108	14
160 M	160	254	210	108	14
160 L	160	254	154	108	14
180 S	180	279	203	121	14
180 M	180	279	241	121	14
180 L	180	279	279	121	14
200 S	200	318	228	133	18
200 M	200	318	267	133	18
200 L	200	318	305	133	18
225 S	225	356	286	149	18
225 M	225	356	311	149	18
225 L	225	356	356	149	18
250 S	250	406	311	168	22
250 M	250	406	349	168	22
250 L	250	406	406	168	22
280 S	280	457	368	190	22
280 M	280	457	419	190	22
280 L	230	457	457	190	22
315 S	315	508	406	216	27
315 M	315	508	457	216	27
315 L	315	508	508	216	27



4. 新形電動機の寸法

電動機取付寸法としては国際標準 IEC 推奨規格を採用したほか、各部寸法には大幅に標準数を導入して標準化をはかった。

国際的に電動機寸法を統一しようとする努力は1950年よりIECにて着手され、1959年 IEC Publication 72-1 “Recommendations for the dimensions and output ratings of electrical machines” として標準寸法が発表された。この推奨規格は次のように内容を定めている。

- (1) 出力の標準シリーズ
  - (2) わく番号およびその取付寸法
  - (3) 出力に対応すべきベルト掛用軸端寸法(直結用は未決定)
- (1)については従来の標準である馬力出力を優先し、これをkWに換算した標準値を推奨している。これら数値は標準数 R40 系列に準拠しているが一部従来の慣習より標準数でないものもある。日立

第3表 簡易分解形新開放防沫シリーズわく番適用表

IEC わく番	相当JEM 方 わく番呼称	出 力 (kW)				
		4極	6極	8極	10極	12極
280 M	2840	75				
280 L	2845	90	60			
315 M	3245	112	75	60		
315 L	3250	132	90	75	60	
355 S	3647	160	132	90	75	60
355 M	3653	200	160	132	90	75
400 S	4053	250	200	160	132	90
400 M	4060	315	250	200	160	132
450 S	4560	400	315	250	200	160
450 M	4568	500	400	315	250	200

第4表 簡易分解形新開放防沫シリーズ電動機と  
現行 JEM-1160 の出力比較

IEC	JEM-1160	4 極 出力 (kW)		新開放防沫シリー ズ/JEM-1160 出力比
		新開放防沫 シリーズ	JEM-1160	
280M	2840	75	50	1.5
280L	2845	90	60	1.5
315M	3245	112	75	1.5
315L	3250	132	100	1.32
355S	3647	160		
355M	3653	200	125	1.6
400S	4053	250	150	1.67
400M	4060	315	200	1.57

製作所では標準数を大幅に採り入れることにしているの、標準数でないIEC出力に関してはそれに最も近い標準数を採用することにした(第1表)。(2)については第2表に示すように56, 63, 71, 80 フレームのものは1種類, 90, 100 フレームは2種類, 112 フレーム以上のものについてはおのおの3種類の軸方向長さを定めてこの中より選択することになっている。なおIEC寸法としては315 フレームまでしか決定されていないので、これを超過するフレームに対してはIECシリーズを延長した各種寸法を日立製作所にて決定採用している。(3)については軸寸法の標準値を定めこの寸法に許される最大の定格トルクを規定している。

これら(1),(2),(3)の組合せに関しては、制定当時の各国の国内事情から規定するまでにはいたらず、各国にその選択の自由がまかされた形になっているが、1965年より各国意見を寄せて検討することになっておりその規格化は時間の問題である。日本電機工業会においては、近い将来IEC規格を全面的に採用することに決定しており、すでに150 フレーム(4極 15 kW 相当)までのIEC規格採用低圧全閉外扇形かご形電動機寸法の規格化を完了、JEM-1180 として1964年8月発表している。IECにはこれを日本案として提出することになっており、また現在225 フレーム(4極 45 kW 相当)までの追加規定案を審議中である。

開放形に関するIEC規格採用JEM寸法は未決定であるので日立製作所では第3表のようにわく番適用を定めている。従来の開放形電動機寸法 JEM-1160 “高圧(3kV) 三相誘導電動機(一般用)寸法” との比較を第4表に示す。冷却効果向上に努力したので適用わく番はJEM-1160 に比べ平均2わく番小形となっている。

新形電動機の寸法例を第5表に示す。軸端寸法のみは従来のJEM規格寸法を採用している。その理由は

- (1) IECには直結用軸端の規定がない。
- (2) 出力とベルト掛用軸端寸法の関連についてはDIN 42673に決定例があるが1959年に制定されたものを1964年4月には軸径を太くし許容プーリ径を小さくする方向に改訂されており、決定的な参考とは考えられない。



第6表 温度上昇試験結果

項目		極数	4極機	8極機
運転条件	電圧 (V)		3,000	3,000
	周波数 (c/s)		50	50
	電流 (A)		24.5	25.8
	出力 (%)		100.3	99.0
測定結果	固定子コイル温度上昇 (抵抗法) (deg)		59 (55)	57 (56)
	固定子コア (°C)		38	45
	外わく (°C)		18	21

( ) 内, 入排気ヨロイドを取りはずした場合のデータ

第7表 試験機の各種性能と JIS-C4202(1959) 規格値との比較

項目	4極機		8極機	
	試験機	JIS-C4202 (1959)	試験機	JIS-C4202 (1959)
出力 (%)	100.3		99.0	
効率 (%)	90.0	90.0	90.1	89.5
力率 (%)	87.5	86.0	82.0	84.5
すべり (%)	2.15	3.5	2.6	4.0
起動電流 (A)	109.6	130	100.4	115
起動トルク (%)	178	150	147	100
最大トルク (%)	198		195	

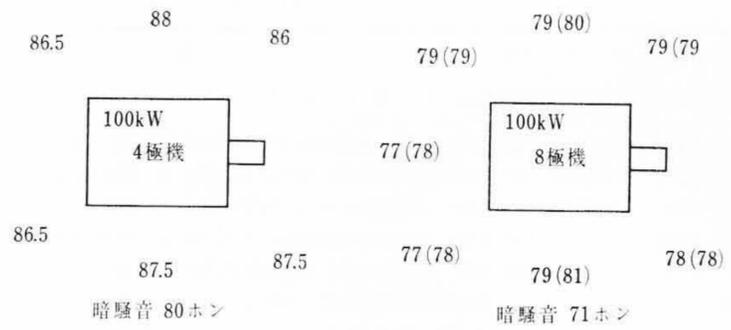
誤差範囲の相違でほぼ一致し, 問題がないことが確認された。

6.3 性能

3,000V 50c/sにおける各種特性値を第7表に示す。2わく番小形化されているが, 各数値は JIS-C-4202 (1959) の性能を上回るものである。

6.4 振動, 騒音

振動は4極, 8極いずれも, 水平方向, 垂直方向ともに片振幅に



第9図 騒音測定結果 (レンジにより測定, 単位ホン) ( ) 内数値は 60 c/s の値を示す。

て平均3~4μ, 最大5μ以下であり, 構造上の強度に関しならん問題点がないことを確認した。

3,000V 50c/s, 3,300V 60 c/sにおける無負荷運転状態の騒音値は第9図に示すとおりであった。

7. 結 言

以上小形標準化の一環である簡易分解形新開放防沫シリーズ三相誘導電動機の概要につき説明したが, 別の機会に中容量全閉外扇かご形電動機, E種絶縁採用中容量開放防滴形電動機などにつき紹介する予定である。

電動機保護形式の選定が合理的でかつ保守, 点検が簡単なよう画期的工夫がこらされた新開放防沫シリーズであるので, 需要家各位に満足していただけるものと信じているが, 今後ますます試作研究を重ね, よりよい製品を開拓する所存である。

参 考 文 献

- (1) 今井: 日立評論 45, 1423 (昭 38-9)
- (2) 袴田, 斎藤: 日立評論 45, 1611 (昭 38-10)

Vol. 47 日立評論 No. 8

目 次

■論 文

- 九州電力株式会社新港発電所納510t/hサイクロンファーン蒸気ボイラ
- 蒸気タービン駆動ボイラ給水ポンプの安定性
- 大阪市清掃局納2,700kWタービン
- セメントミル用誘導電動機
- 全閉外扇形標準小形シリーズ誘導電動機
- E種絶縁中容量開放防滴形三相誘導電動機
- 日立ターボ冷凍機用三相誘導電動機
- 原水連絡ポンプの管路における停電時のサージング
- インドマドラス州電気局納PJ-18HE形電力線搬送装置
- 全固体化150Mc帯10W FM無線電話装置
- 気化器主噴出管内流動様式の微粒化
- 工業用送信管 7T33R

- 医用低雑音増幅器
- 絶縁ワニスの内部乾燥性
- 機械的にビームチルトをかけたアンテナの指向性

■トランジスタ特集

- トランジスタのすう勢
- MOSトランジスタ
- PM Siトランジスタ
- レジソモールドSiトランジスタ
- UHFチューナ用トランジスタの開発
- 高速スイッチング用トランジスタおよびダイオード
- トランジスタおよび部品材料の信頼性
- ホームラジオ用トランジスタ
- インテグレイテッドサーキット

発行所 日立評論社

取次店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区丸の内1丁目4番地  
振替口座 東京 71824 番  
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地  
振替口座 東京 20018 番