

新標準 B 種絶縁高圧中容量開放防滴形三相誘導電動機

New Standard High-Voltage B-class Open Type Drip-proof Three-phase Induction Motors

今 井 利 秀*
Toshihide Imai

要 旨

日立製作所では昭和42年下期より45～500 kWの中容量開放防滴形三相誘導電動機を、IEC 寸法に準拠したB種絶縁採用の新標準に切り換える。IEC 寸法への移行はいずれは実施せねばならぬ国際的傾向であるため、早くから強力に推進してきた。40年上期には開放防沫形⁽¹⁾、40年下期には全閉外扇形⁽²⁾および開放屋外形⁽³⁾につき切換を実施、今回の開放防滴形移行により、標準形式全機種 of IEC 寸法への切換が完了することになる。本稿は新標準開放防滴形電動機の構造、寸法、特性および研究内容につき紹介し、関係各位の参考に供するものである。

1. 緒 言

国際的な技術革新の波に乗って、各種電動機の小型軽量化が急ピッチで推進されている。日本電機工業会においてはまず低圧電動機より着手、E種絶縁を採用した開放防滴かご形および全閉外扇かご形の寸法規格 JEM-1180 (1966) “低圧三相かご形誘導電動機（一般用E種）寸法”を定めた。これは200フレーム（45 kW 4極相当）までを決定したもので引き続き開放形280フレーム、全閉形315フレーム（132 kW 4極相当）までの審議を続行中である。さらに、低圧に引き続きB種絶縁採用の高圧（3 kV 級）開放形電動機の寸法についても本年7月審議を終わり、JEM-1203 (1967) として315フレーム（160 kW 4極相当）までが制定された。日立製作所では、この新規格に合せた新標準電動機での切換準備を強力に進め、42年下期より全面的に移行する。

新標準電動機には

- (1) 小型軽量化（B種絶縁の採用、冷却効果の向上）
- (2) 保守取扱面における改良
- (3) 騒音の低減

を考察するほか、製作面においても

- (4) 製作の合理化

を計画推進したもので最新の研究、設計、製造技術を結集して完成したものである。以下にこれらの概要および新標準電動機の構造、寸法および特性について述べる。

2. 小 形 軽 量 化

一般に電動機の小型軽量化の要因をあげると

- (1) 絶縁材料の耐熱性向上による温度上昇限度の上昇
- (2) 絶縁材料の耐電圧特性向上による絶縁厚みの減少
- (3) 通風冷却法の改良
- (4) 漂遊損の減少
- (5) 構造材料の軽減と構造の簡易化

などがあげられる。われわれはこれら各項目につき徹底的な究明を行ない新標準を決定した。

2.1 B 種絶縁の採用

低圧電動機がA種絶縁からE種絶縁に移行したことは比較的耳新しいことである。高圧電動機においてはドイツ、アメリカなどではA種絶縁に代わりB種絶縁が大幅に採用されつつあり、国内においてもその機運が高まっている。これは、B種絶縁がA種絶縁に比較して耐熱性が良いので、電動機の温度上昇限度を高くして小型軽量化に設計製作できる理由のほか、B種絶縁材料の研究開発による低廉

化、信頼度の向上、耐電圧特性の改善などがあるからである。

日立製作所では簡易分解形Uシリーズ⁽⁴⁾を開発した昭和38年よりB種絶縁を採用してきており、今回の新標準電動機には研究開発により新たに完成した新耐湿性B種絶縁を使用する。この新絶縁は、耐電圧特性が飛躍的に増大しているため、従来に比較し約15%絶縁厚みを減少することができ、スロット内の占積率も向上し小型化が実現した。また相対湿度90%でも長年の使用に十分耐える信頼性を具備している。

2.2 通風冷却法の改良

開放形電動機は全閉形電動機に比較して冷却機構がかなり複雑であるため、熱等価回路網として温度上昇値を計算した例は見あたらない。日立製作所では昭和40年まず全閉外扇形電動機の温度上昇値を熱等価回路として電子計算機により算出する方式を確立したのに引き続き、開放形電動機の温度上昇値も熱等価回路として算出することに成功した。もちろんかなりの略式計算を含んでいるため、現在ではいまだその精度は全閉外扇形より若干悪いが、熱等価回路としてとらえることができた結果

- (i) 冷却通風量の合理的な配分
- (ii) 通風抵抗を減少させ通風量を増加する方法
- (iii) 通風抵抗の減少によりファン寸法を縮小してどの程度騒音がさげられるか、

などの問題が究明された。

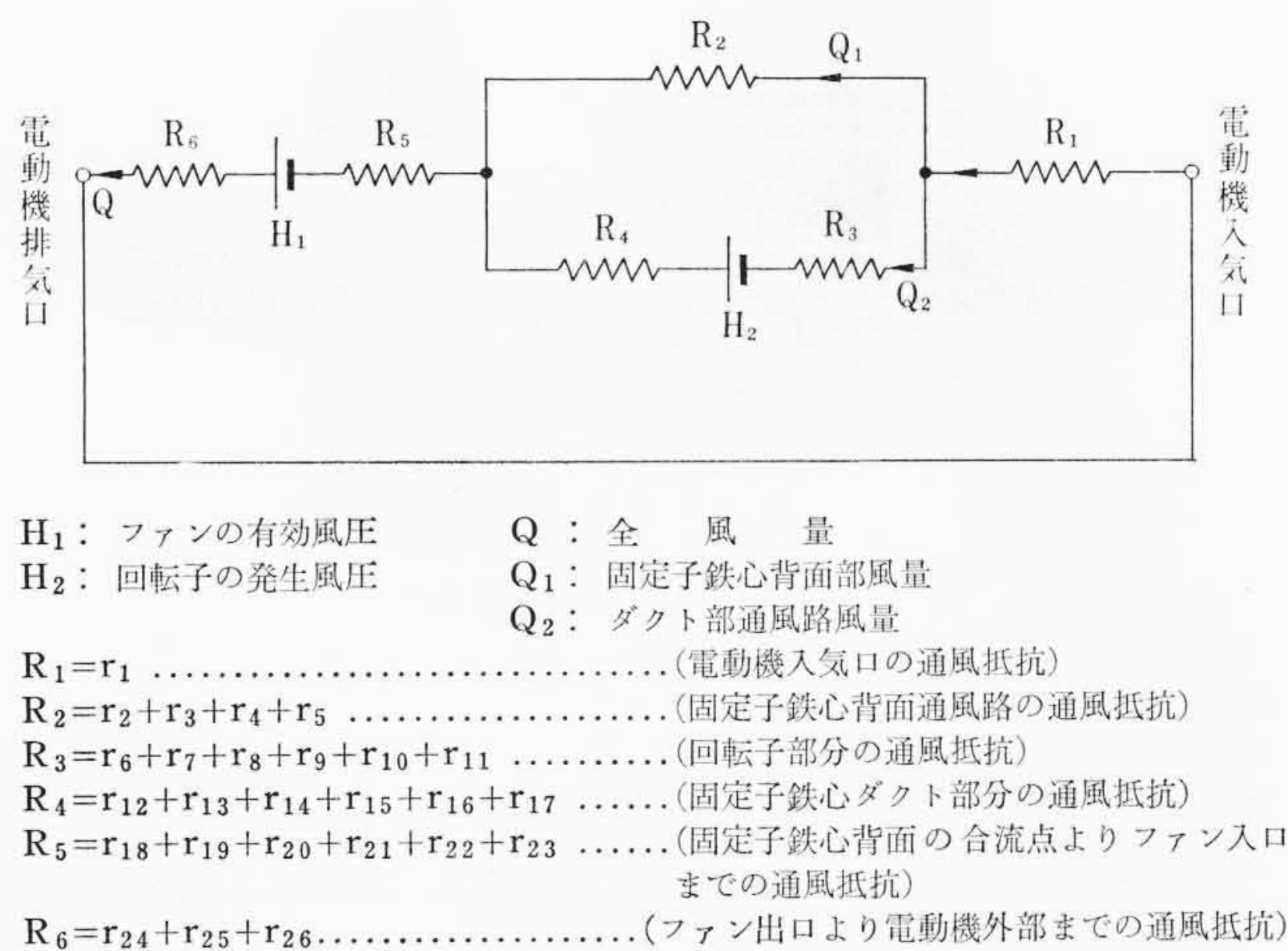
2.2.1 各部風量、風速の算出

図1は従来の標準構造（図2）における通風抵抗回路を示す。各部通風抵抗 r_n を通風面積、流路の長さ、流路の曲り角および流量分布係数などにより求め、それらの合成抵抗とファンの $Q-H$ 曲線より各部風量 Q_n を算出し $V_n=Q_n/A_n$ により各部風速 V_n が算出される。いずれの通風抵抗もかなり複雑な通路であるので補正係数を考慮した結果、広範囲に適用できる実験式を完成した。図3は従来構造の通風抵抗係数分布（累積）の実測例である。

2.2.2 温度上昇値の算出

図4に従来構造の電動機の熱等価回路を示す。この熱等価回路網では同期速度近辺での回転子鉄損は少ないので無視している。固定子コイルが最高温度になると仮定すると、ここで発生する熱の一部はコイル導体内を直接伝導によって移動し、固定子コイル端および固定子中間ダクト部コイルから内部空気に伝達する。他の一部は固定子鉄心を経て、固定子鉄心での発生熱とともに鉄心表面より内部空気に伝達する。それぞれの熱抵抗を $R_1, R_2, \dots, R_n, \dots, R_{19}$ 、発生損失を $W_{SC}, W_{SD}, W_{SE}, W_{RC}, W_{RD}, W_{RE}, W_I$ とすると R_n は従来の実験理論式⁽³⁾より求められるし、 $W_{SC}, W_{SD} \dots$ は既知につき各要素の平均温度上昇を $\theta_1, \theta_2, \dots$ とすれば、これら

* 日立製作所日立工場



- r_1 : 電動機金網部分の通風抵抗
 r_2 : 反負荷側コイルエンド外側の曲りによる通風抵抗
 r_3 : 固定子鉄心背面入口部分の通風抵抗
 r_4 : 固定子鉄心背面入気側半分における通風摩擦抵抗
 r_5 : 固定子背面入気側半分におけるダクト部空気との合流による通風抵抗
 r_6 : 反負荷側コイルエンド距離線部分の通風抵抗
 r_7 : シャフトアーム入口部分の通風抵抗
 r_8 : 回転子ダクト内部の通風摩擦抵抗
 r_9 : 回転子ダクト内の曲りによる通風抵抗
 r_{10} : 回転子ダクトの急激な断面変化による通風抵抗
 r_{11} : 回転子ダクト出口部分の通風抵抗
 r_{12} : 固定子ダクト入口部分の通風抵抗
 r_{13} : 固定子ダクト内の通風摩擦抵抗
 r_{14} : 固定子ダクトの通風路の曲りによる通風抵抗
 r_{15} : 固定子鉄心ダクト内部の急激な断面変化による通風抵抗
 r_{16} : 固定子鉄心ダクトのゆるやかな断面変化による通風抵抗
 r_{17} : 固定子鉄心背面空気との合流による通風抵抗
 r_{18} : 固定子鉄心背面排気側半分における通風摩擦抵抗
 r_{19} : 固定子鉄心背面排気側半分におけるダクト部空気との合流による通風抵抗
 r_{20} : 固定子鉄心背面出口部分の通風抵抗
 r_{21} : 固定子鉄心断面出口部からファンまでの流路の曲りによる通風抵抗
 r_{22} : 負荷側コイルエンド部分の断面変化による通風抵抗
 r_{23} : ファン入口前の通風路の曲りによる通風抵抗
 r_{24} : 負荷側エンドブラケット締付ボルトによる圧力損失
 r_{25} : 負荷側エンドブラケット内面の摩擦抵抗
 r_{26} : 電動機出口金網部分の通風抵抗

図1 従来の開放防滴形電動機通風抵抗回路

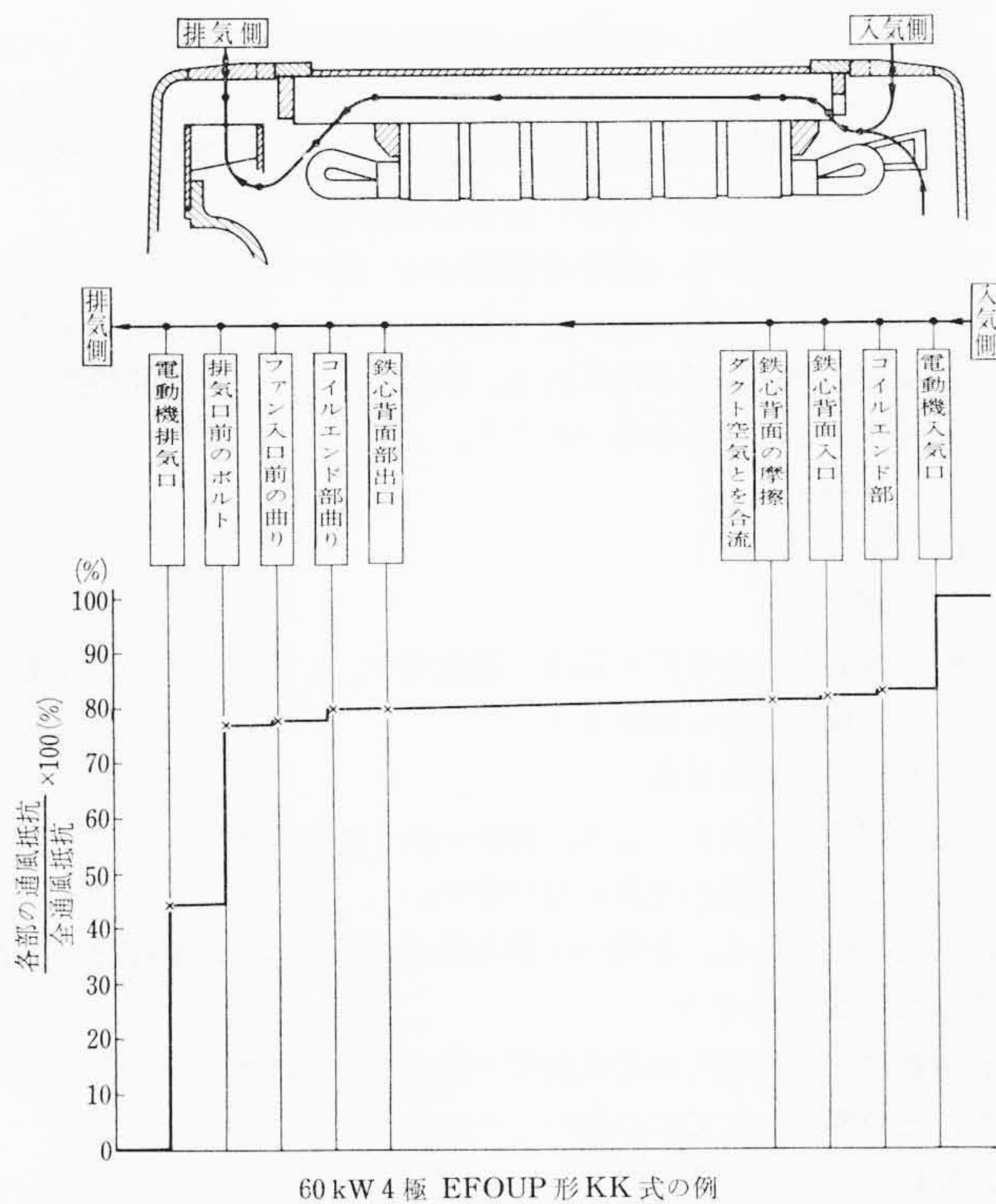


図3 従来の開放防滴形電動機通風抵抗係数分布図(累積で示す)

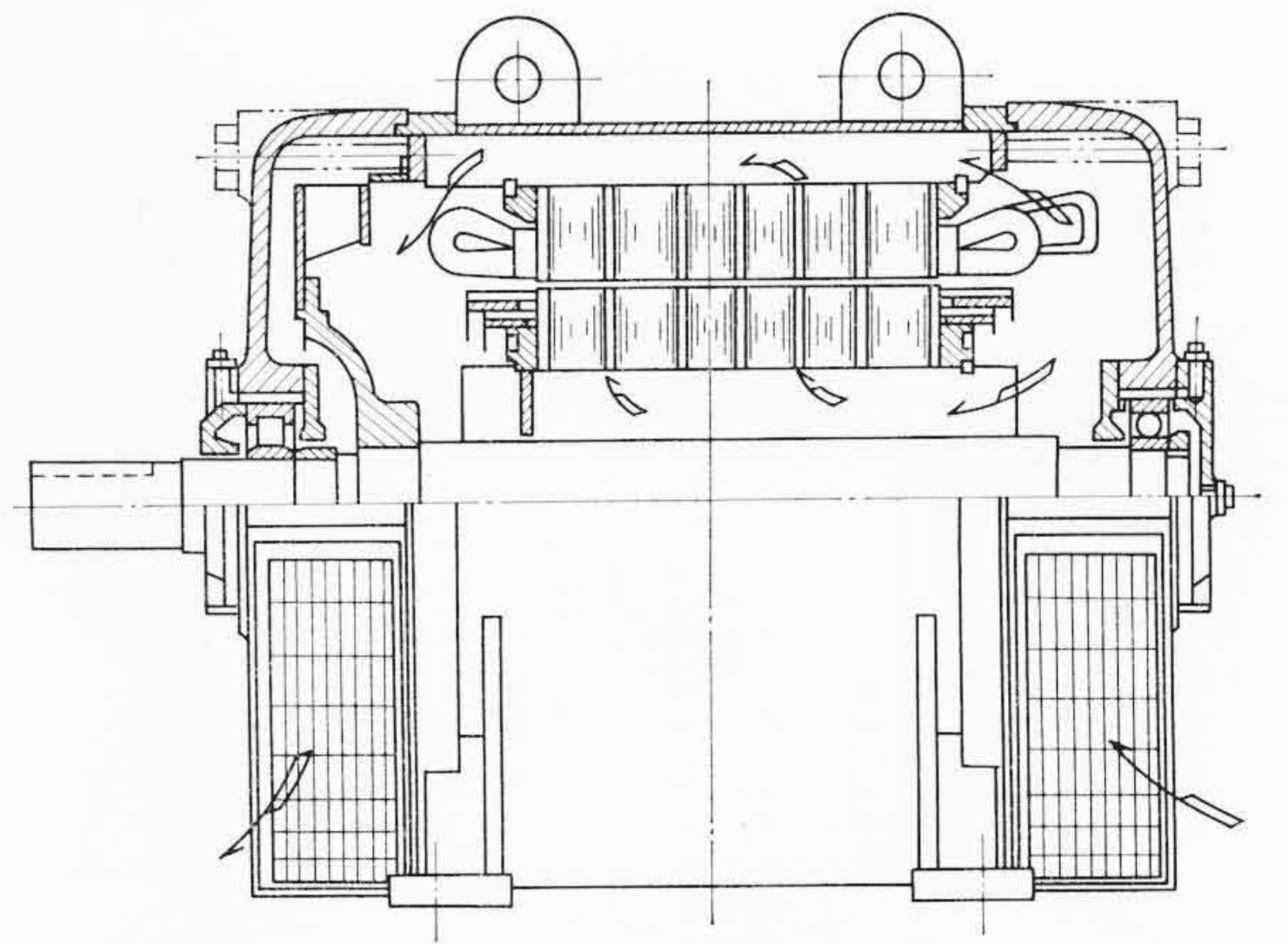
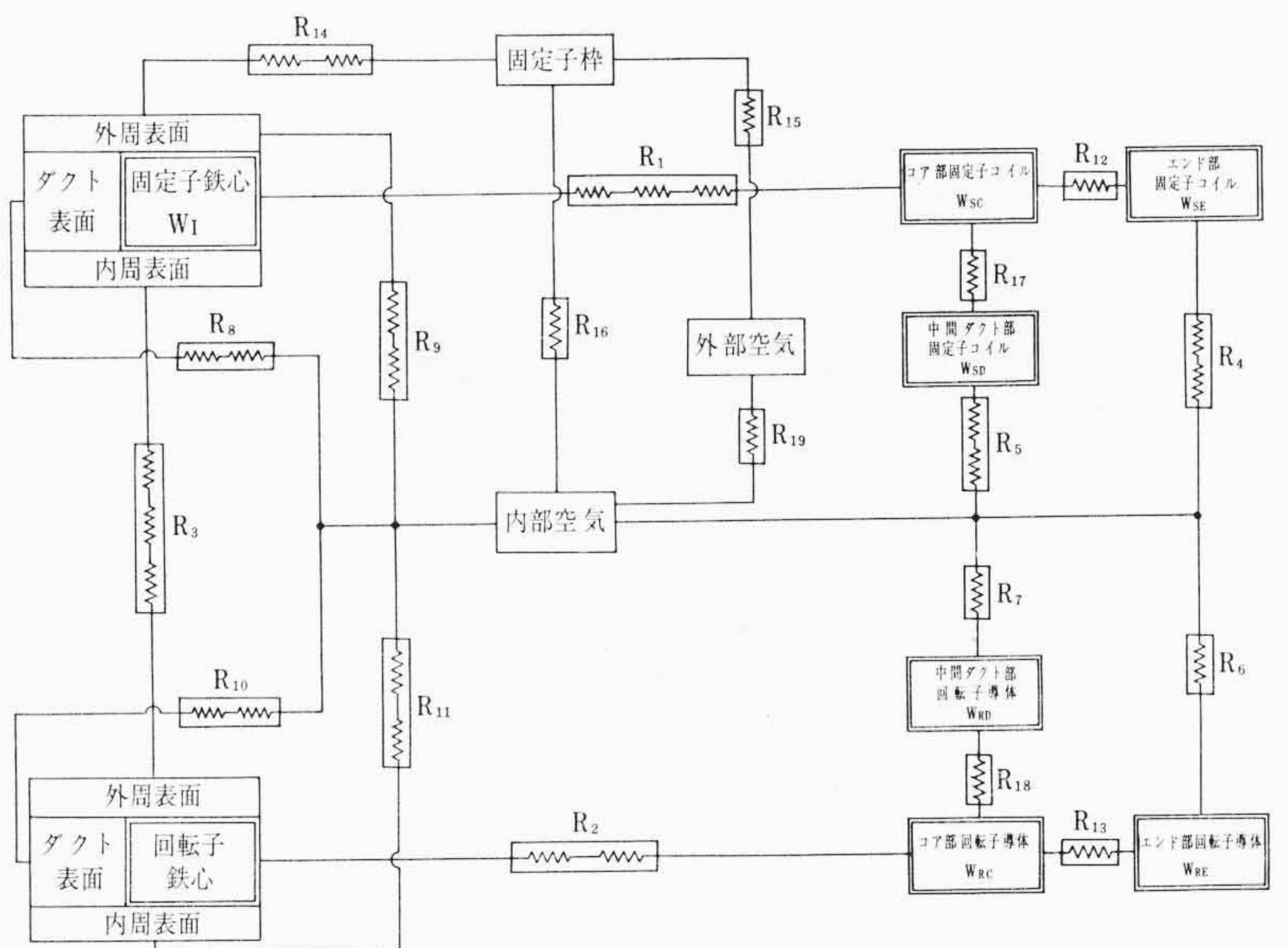


図2 従来の中容量開放防滴形電動機構造図



- R_1 : スロット内部固定子コイル導体と固定子鉄心間の熱抵抗
 R_2 : 回転子導体と回転子鉄心の間の熱抵抗
 R_3 : 固定子鉄心と回転子鉄心の間の熱抵抗
 R_4 : 固定子コイルエンド部導体と冷却空気との間の熱抵抗
 R_5 : 固定子コイルダクト部分導体とダクト部分冷却空気との間の熱抵抗
 R_6 : 回転子導体エンド部分と冷却空気との間の熱抵抗
 R_7 : 回転子導体ダクト部分とダクト部分冷却空気との間の熱抵抗
 R_8 : 固定子鉄心ダクト表面とダクト部分冷却空気との間の熱抵抗
 R_9 : 固定子鉄心と鉄心背面部分冷却空気との間の熱抵抗
 R_{10} : 回転子鉄心のダクト表面とダクト部分冷却空気との間の熱抵抗
 R_{11} : 回転子鉄心と内周部表面部分冷却空気との間の熱抵抗
 R_{12} : スロット内部固定子コイル導体とエンド部固定子コイル導体の間の熱抵抗
 R_{13} : スロット内部回転子導体とエンド部回転子導体の間の熱抵抗
 R_{14} : 固定子鉄心と固定子わくの間の熱抵抗
 R_{15} : 固定子わくと外部冷却空気との間の熱抵抗
 R_{16} : 固定子わくと内側冷却空気との間の熱抵抗
 R_{17} : スロット内部固定子コイル導体とダクト部分固定子コイル導体の間の熱抵抗
 R_{18} : 回転子導体のスロット内部とダクト部分の間の熱抵抗
 R_{19} : 内側冷却空気と外部冷却空気との間の等価熱抵抗
 W_1 : 固定子鉄心
 W_{SC} : 固定子鉄心内の固定子コイルの銅損
 W_{SD} : ダクト部分の固定子コイルの銅損
 W_{SE} : エンド部分固定子コイルの銅損
 W_{RC} : 回転子導体、回転子鉄心内部の銅損
 W_{RD} : ダクト部分の固定子コイルの銅損
 W_{RE} : エンド部回転子導体の銅損

図4 従来の開放防滴形電動機熱等価回路

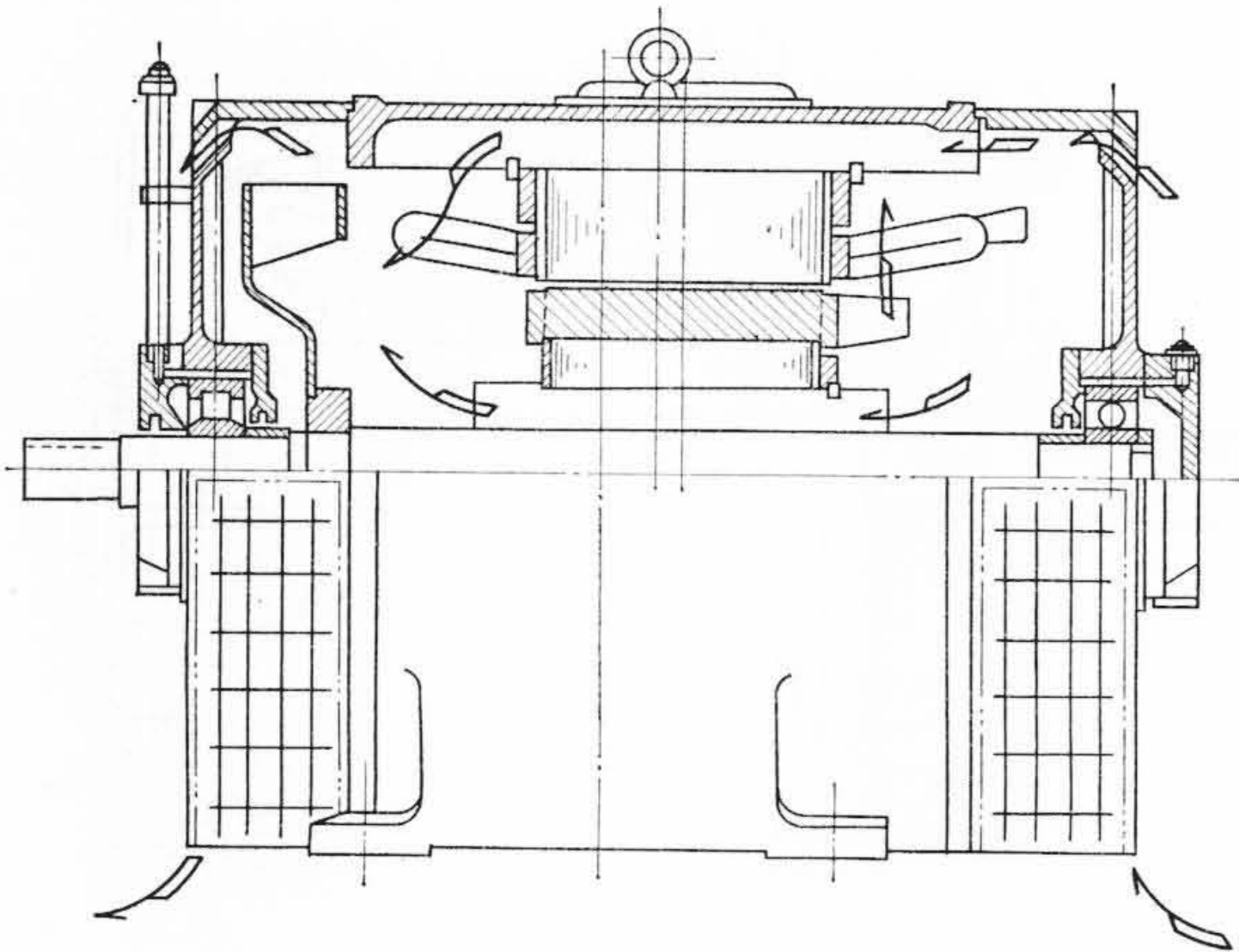


図5 新標準315フレーム以下開放防滴電動機構造図 (EFOUP形KK式)

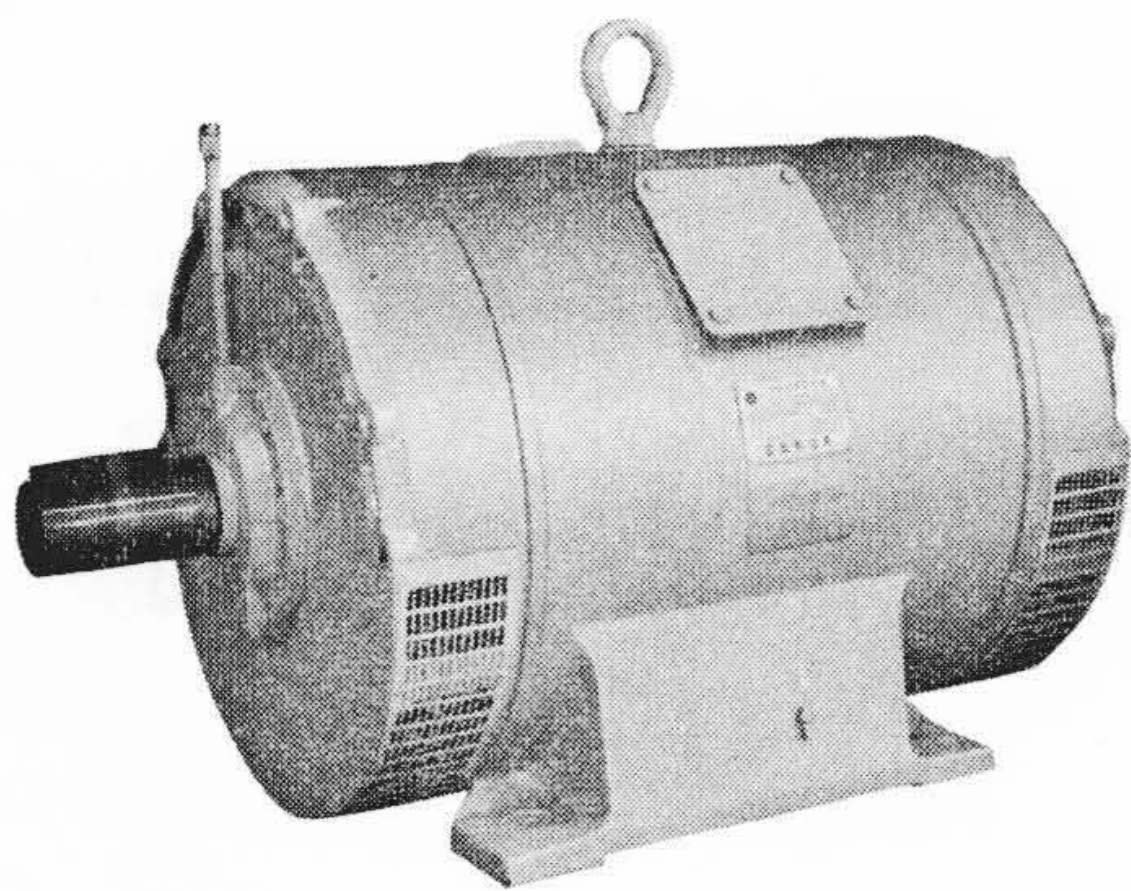


図6 新標準315フレーム以下開放防滴形電動機

の平均温度上昇はつぎの式により求められる。

$$\theta = W \cdot R \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$R = \frac{L}{\lambda A} \quad (\text{熱伝導}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$R = \frac{L}{\alpha A} \quad (\text{対流}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 θ : 温度差 (deg)
 R : 熱抵抗 (deg/W)
 W : 発生損失 (W)
 L : 熱通過の長さ (m)
 A : 熱通過断面の面積 (m²)
 λ : 熱伝導率 (W/deg m)
 α : 熱伝達係数 (W/deg m)

熱抵抗(R)、熱伝導率(λ)、熱伝達係数(α)の詳細については、参考文献(3)をご覧ください。

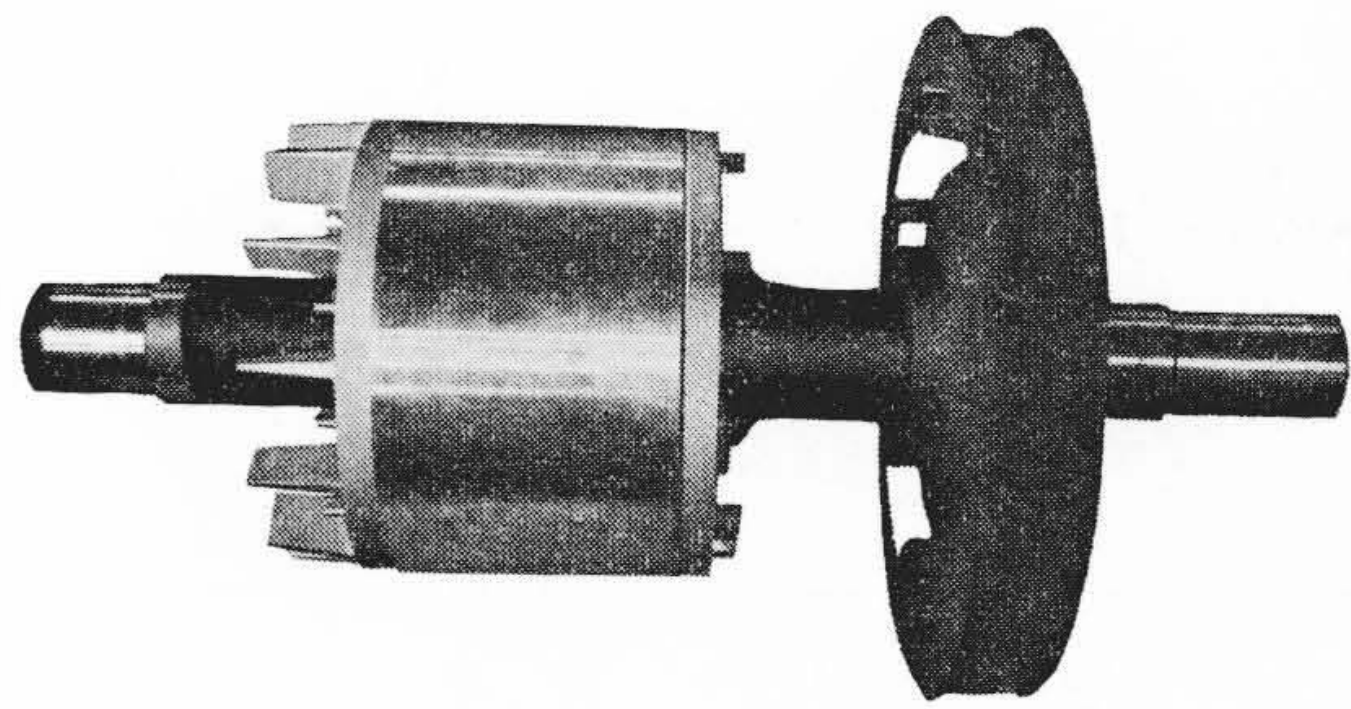
以上風量、風速、温度上昇値の計算にはすべて電子計算機を用いている。

2.2.3 新標準冷却構造の決定

(i) 315フレーム以下標準構造

315フレーム以下には軸流式冷却方法を採用するが、従来構造(図2)のようにエンドブラケットの入排気口が軸中心より下部にかたよっているものでは図3の結果よりわかるように非常に排気抵抗が大きくなる。したがってエンドブラケット全周より排気されかつ防滴構造を満足する種々の形状を検討した結果図5に示す構造を採用することにした。これにより排気口面積も同時に増加することになり大幅な通風抵抗の減少を達成できた。図6に外観を示す。

つぎに有効な風量配分について検討を加えた。放熱には必要か



(75kW 4極EFOUP形KK式用)

図7 アルミダイキャスト回転子

つ十分な風速があり、それ以上増加せしめても放熱効果の増加はわずかであるので、各部の通風抵抗を最も合理的にし必要風量が最小となる通風面積を考慮し、極力これに近づけるよう各部構造を決定した。

以上の結果表2の新わく番適用表に示すように、たとえば4極280Sフレームでは従来は45kWであったが75kWまで適用可能になり発生損失が多くなっているにもかかわらず、280フレームとしてのファン径は縮小することができ、したがって騒音もかなり低減されている。

(ii) 355フレーム以上標準構造

355フレーム以上には複流式冷却方法を採用する。いずれの方向にも回転可能とするためにはダクトのファン効果を有効に使用せねばならないが、ダクトのファン効果は、普通のファンに比較して騒音レベルが高くかつ高周波のため不快音も大きいので、従来の簡易分解形Uシリーズに大改良を加えて新簡易分解形NUシリーズを完成した。新簡易分解形NUシリーズは図10,11に示すように排気側に吸音機構を設けて低騒音化を図るとともに、入気側面積をUシリーズより約27%増加し、総合通風抵抗をUシリーズ並におさえている。なお2極機は騒音、振動の問題から従来より簡易分解形は採用していない。

2.3 漂遊損の減少

電動機全損失のうち減少可能な漂遊損はかなりの割合をしめている。特に5.に述べるように今回採用するアルミロータ(図7)では、バー打込方式に比較して本質的に漂遊損が増加する要因をもっている。この研究はアルミロータ回転子採用の限界を左右するものであり、国外はもとより、国内においても真剣に研究されていることは一、二の論文でうかがい知ることができる。

アルミロータの採用は低圧電動機では一般の常識であるが、高圧電動機への応用は比較的小容量のものに限られており、その実績もかなり少ないように見うけられる。それは解決すべき技術的問題がなお多く存在しているからであろう。

アルミロータは

(i) 生産性の向上

(ii) 軽量

(iii) 鉄心のみぞ形状が自由に選定でき、したがって要求性能を比較的容易に満足する

といった利点がある反面

(iv) 漂遊損が大きくなり、特性が悪くなりやすい

(v) 品質の変動が大きくなりやすい

といった欠点がある。本項では漂遊損について述べ、生産性、品質に関しては5.にゆずる。

漂遊損はトルク特性および温度上昇に大きな影響を与えるものであり、その要因としてはつぎのものが考えられる。

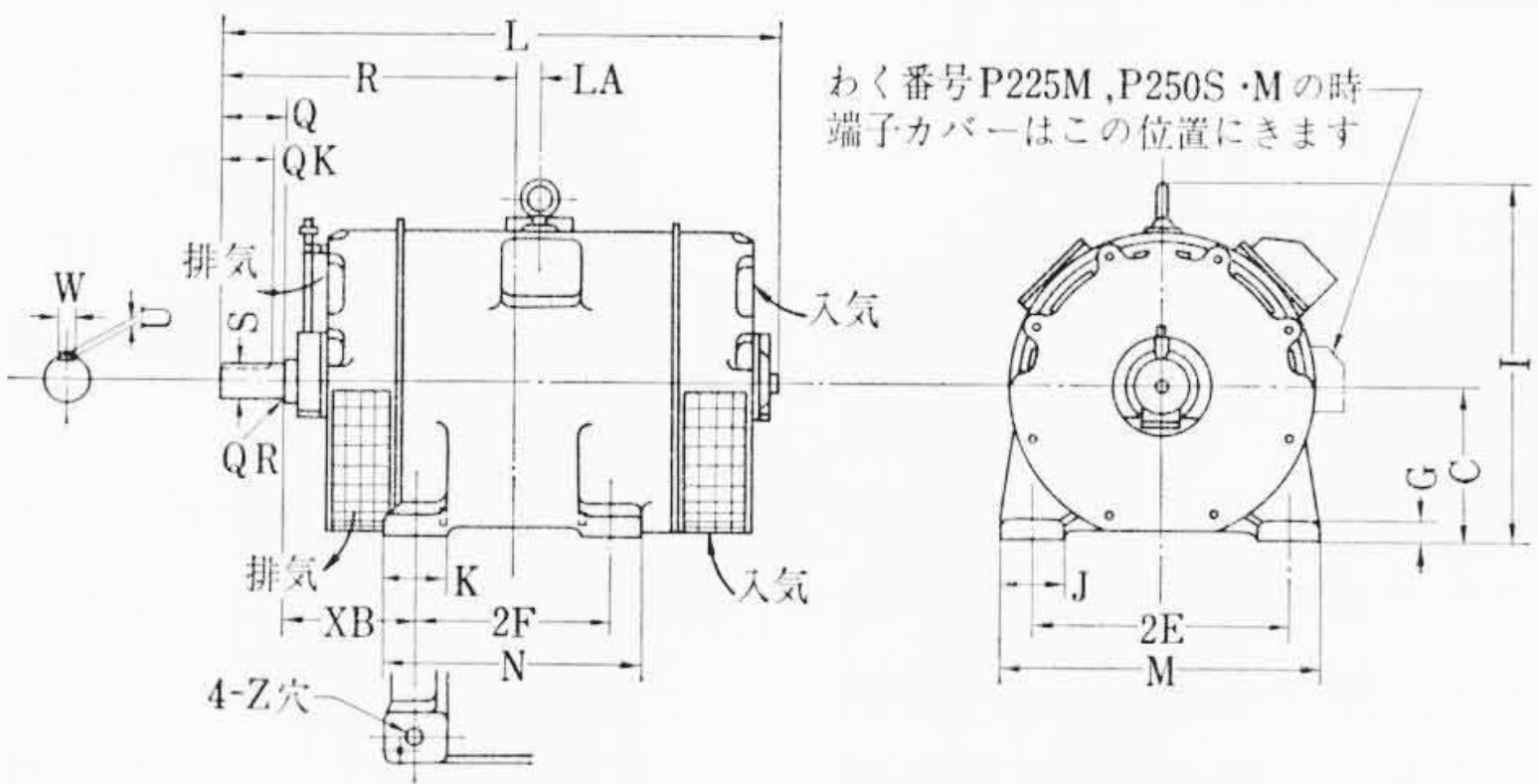
2.3.1 スロット形状

スロット形状はトルク特性に加え、アルミダイキャストが良好

表1 新標準開放防滴かご形電動機寸法表

わく番号	連結方法	L	R	C	2E	2F	XB	M	N	J	K	G	使用軸受	
													負荷側	反負荷側
225M	ベルト掛結共用	860	444.5	225	356	311	149	462	411	95	90	25	NU314CM	6312CM
250S	ベルト掛結共用	880	463.5	250	406	311	168	515	411	106	90	25	NU316CM	6314CM
250M	ベルト掛結共用	930	482.5	250	406	349	168	515	449	106	90	25	NU316CM	6314CM
280S	ベルト掛結共用	1,000	544	280	457	368	190	580	480	125	96	25	NU318CM	6316CM
280M	ベルト掛結共用	1,085	569.5	280	457	419	190	580	531	125	96	25	NU318CM	6316CM
315S	直結	1,080	589	315	508	406	216	650	532	125	125	25	NU318CM	6318CM
	ベルト掛										103		NU320CM	
315M	直結	1,150	614.5	315	508	457	216	650	583	125	125	25	NU318CM	6318CM
	ベルト掛										103		NU320CM	

わく番号	連結方法	Z	Q	QR	QR	S	U	W	I	LA	Y	使用軸受	
												負荷側	反負荷側
225M	ベルト掛結共用	19	140	120	2	65m6	6	18H8	522	57	231	NU314CM	6312CM
250S	ベルト掛結共用	19	140	120	2	75m6	7	20H8	584	50	231	NU316CM	6314CM
250M	ベルト掛結共用	19	140	120	2	75m6	7	20H8	584	50	269	NU316CM	6314CM
280S	ベルト掛結共用	19	170	150	2	85m6	8	24H8	667	42	288	NU318CM	6316CM
280M	ベルト掛結共用	19	170	150	2	85m6	8	24H8	667	58	339	NU318CM	6316CM
315S	直結	24	170	150	2	85m6	8	24H8	737	39	—	NU318CM	6318CM
	ベルト掛					95m6					326	NU320CM	
315M	直結	24	170	150	2	85m6	8	24H8	767	49	—	NU318CM	6318CM
	ベルト掛					95m6					377	NU320CM	



に行なえるか否かを十分検討する必要がある。また2.3.3に述べるようなスロット内絶縁処理を行なう場合には、絶縁処理が完全に行なわれるよう考慮せねばならない。検討の結果二重かご形として起動トルク/起動電流の比を大きくし、全閉みぞとして回転子表面にアルミがオーバーフローせぬ構造を採用することにした。半閉みぞではオーバーフローしたアルミが回転子表面加工の際鉄心層間に侵入し、その除去に多くの時間を費やすことになるが全閉みぞではこの心配がない。もちろん半閉みぞと全閉みぞではトルク特性および起動電流特性にかなりの差異があり、一長一短があって広い見地からの検討を要する。

2.3.2 スキューの有無

スキューは磁気音防止、トルク異常現象の改良などの理由により実施されるものであるが、スキューによる回転子導体棒間電位差によりかなりの短絡電流が流れ、そのうず電流により大きな付加損失が発生する。特に固定子スロットに開放みぞを採用する高圧電動機では、半閉みぞを採用する低圧電動機に比べ空げき部の磁束分布に含まれる高調波成分が激増するので、この損失が大きくなる。したがって磁気音、トルク異常現象がほかの方法で解決できる場合は、標準としてスキューしない構造を採用する。

2.3.3 スロット内絶縁

スキューがなくてもスロット内絶縁が悪いと導体棒-鉄心-導体棒に電流が流れるので、絶縁を十分施す必要がある。絶縁方法に

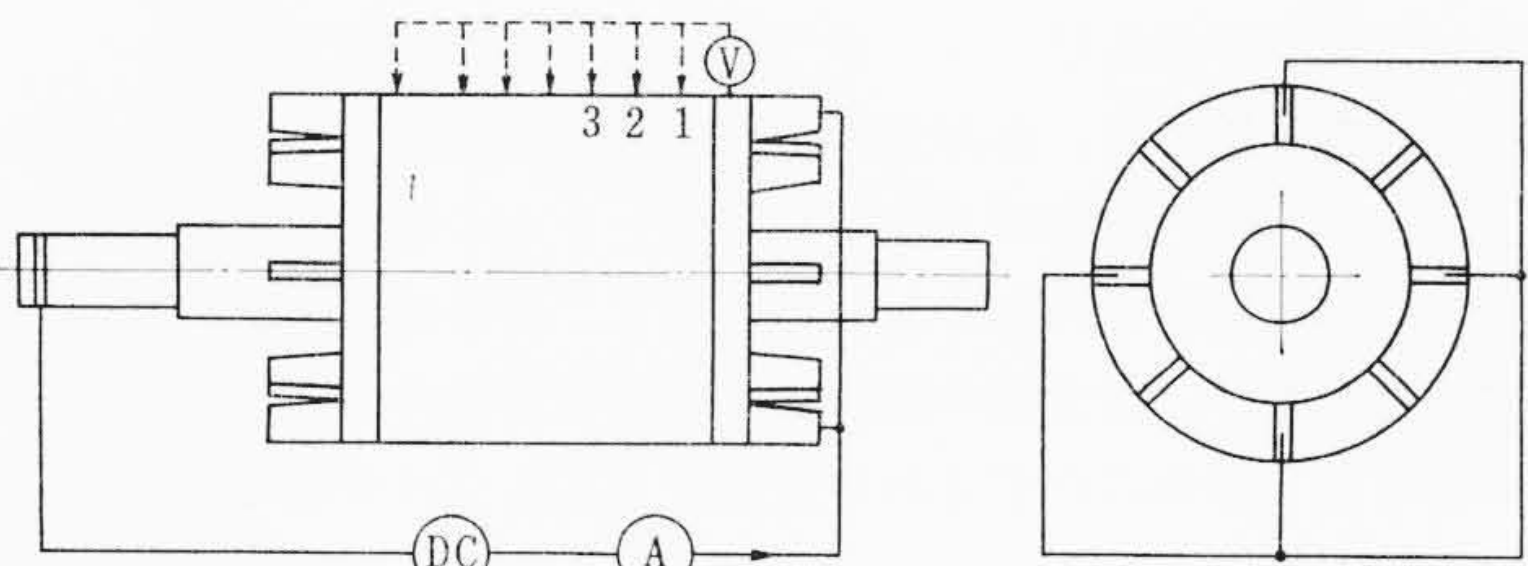


図8 バーと鉄心間の絶縁抵抗測定方法

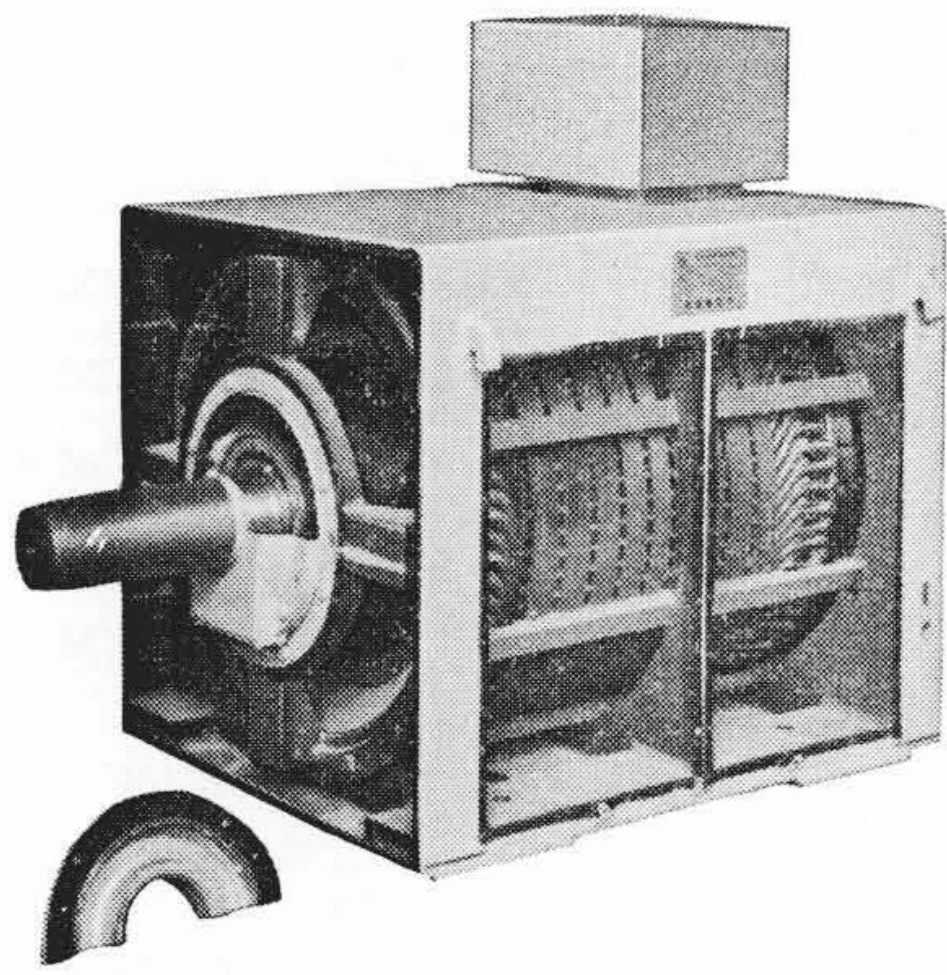
は絶縁塗料を塗る、あるいは加熱により鉄心面に酸化被膜を形成させるなど種々の方法があるが、絶縁塗料法を採用する。製作例における絶縁抵抗は図8の測定方法により測定され、20 mΩ-cmと良好な結果を得た。

2.3.4 空げき長の大小

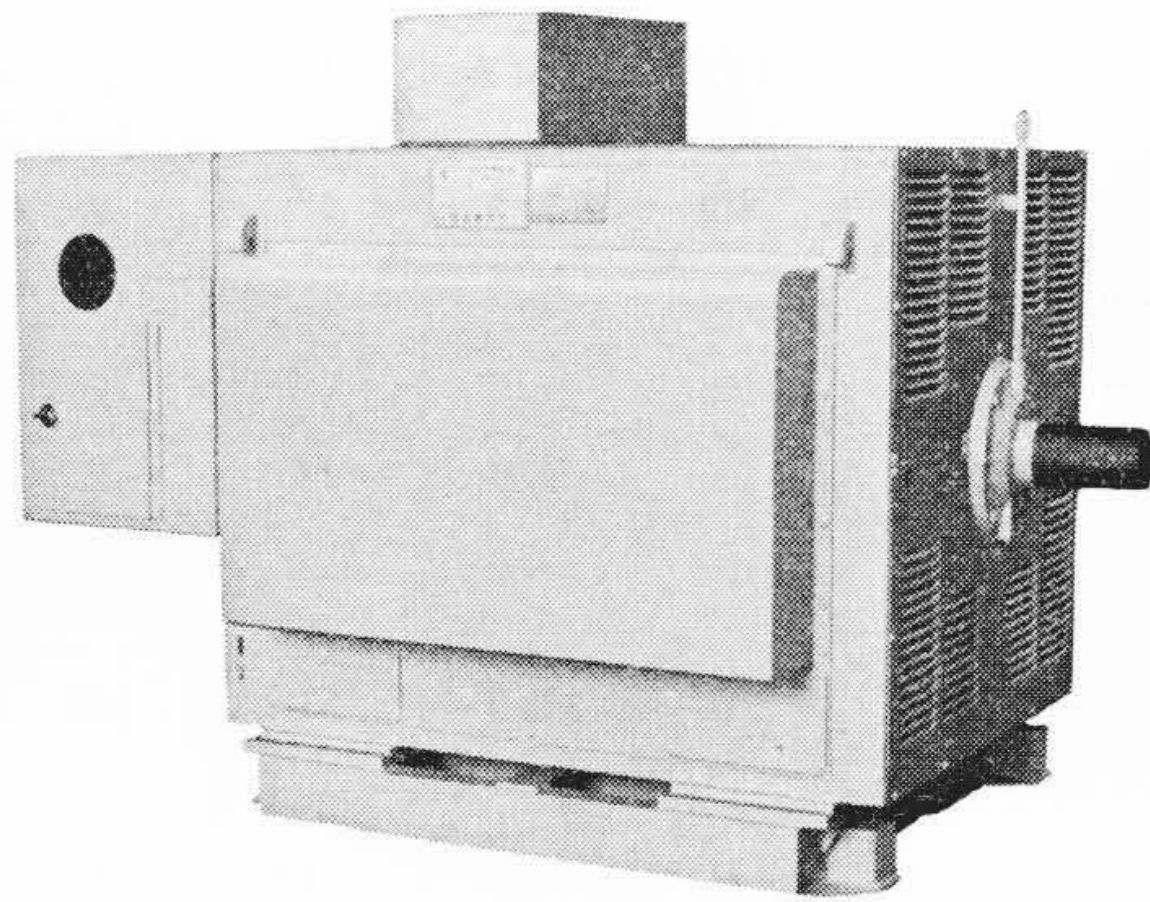
磁束分布に含まれる高調波成分を少なくするためには空げき長は大きければ大きいほど良いのであるが、一方力率はこれが小さいほど良好となるため、その両者を考慮して採用した。これは低圧電動機に比べ約15%大きい数値となっている。

2.3.5 固定子と回転子のスロット数組合せ

漂遊損に最も大きな影響を与えるのはスロット数組合せであり、これをいかに選ぶかは各種特性はもとより、電動機温度上昇

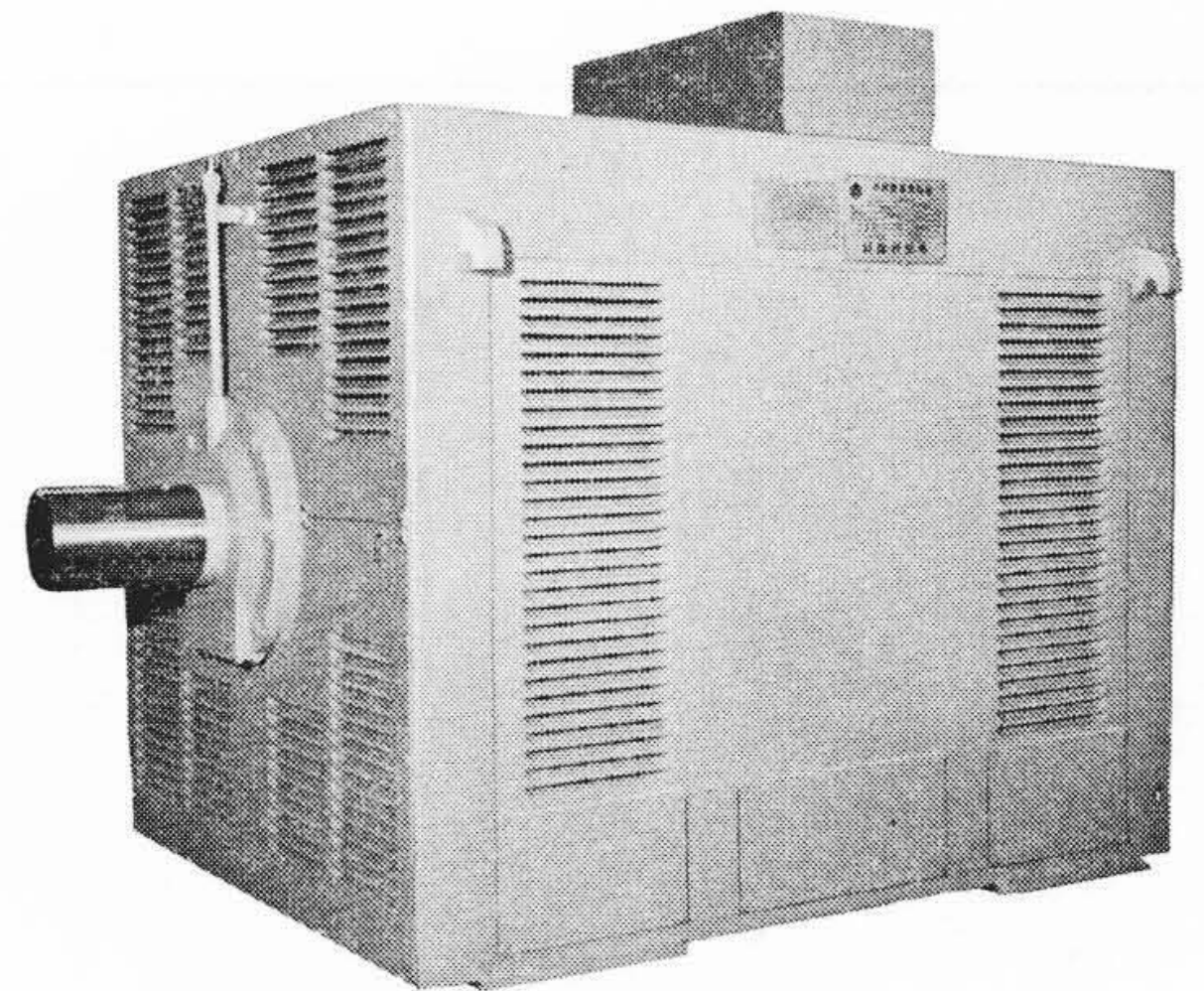


(据付けた状態で簡単に分解、点検、清掃ができる)

図9 新簡易分解形NUシリーズ
三相誘導電動機

(排気側に簡易サイレンサをもうけている)

図10 新簡易分解形NUシリーズ4極標準



(10極以上では排気側全面に排気口をもうける)

図11 新簡易分解形NUシリーズ
6極以上標準

に決定的な影響を及ぼすものである。固定子スロット数 N_1 、回転子スロット数 N_2 とすると採用されるスロット数組合せは

$$N_2/N_1=0.7\sim0.9 \quad \text{または} \quad 1.1\sim1.25$$

の範囲である。このうち $N_2/N_1=0.7\sim0.9$ の範囲がトルク特性および漂遊損に良好な結果を与えることはよく知られていることであり、これを中容量電動機に採用する。しかし小容量機では寸法上採用できる N_1 に限度があるため $N_2/N_1=1.1\sim1.25$ の範囲を採用し力率改善をはかっている。この場合すべり1~2の間の漂遊トルクが多少大きくなるが、実用上問題ない数値におさえるよう配慮している。

3. 保守取扱面における改良

産業の大形化に伴い、各種工場で使用される電動機台数は大幅に増加する一方、その保守点検にたずさわる人力を、より減少させる要請の強い現状ではより容易にかつ短時間に保守点検のできる構造を開発することは需要家各位の望むところであり、各製造業者の進むべき方向であると信じている。もちろん、保守点検不要の電動機を製作することは理想であるが、これに最も近い構造を有する全閉扇形はたいへん高価であるため、日立製作所では開放形において短時間に保守点検のできる構造を強力に開発してきた。昭和38年に開発した簡易分解形Uシリーズ⁽⁴⁾はこの大きな成果である。

開放形電動機では、冷却空気が電動機内部にはいるため、周囲のゴミ、油、塩分、有害ガスなどが空気とともに侵入しある程度に付着することは避けられない。したがってこれら付着物を定期的に除去するとともに、軸受部の給排油、集電環装置の保守を実施する必要がある、これらにたずさわる人力をできるだけ少なくするためつぎの方策が考えられる。

(i) かご形電動機を採用する。

速度制御を必要とする電動機以外で巻線形電動機が採用されるのは、電源容量の制限からである。したがって電源容量を大きくしてかご形電動機を採用できるようにすべきであり、このようにすれば集電環装置の保守点検が不用になる。

(ii) 電動機の弱点を強化し保守点検の期間を延ばす。

たとえば巻線を強化し、多少の塩分、油、有害ガスが付着しても支障なく運転が継続できるようにするもので、エポキシ絶縁などの採用が有効である。この場合普通絶縁電動機に比較して多少高価となるが、全閉外扇形を採用するのに比較すればはるかに安価であり、かつ限定された用途には全閉外扇形の代用として採用できるもので、エポキシシリーズとして生産している。

(iii) 保守点検の必要時間を短くする構造を採用する。

新形電動機に考慮した点は、

(a) 315フレーム以下電動機

かご形電動機の鉄心部分の中間ダクトを廃止することにより、その目詰りによる冷却効果の減少を皆無としたので、つぎの点検までの時間を、従来に比較してかなり延ばすことができる。

(b) 355フレーム以上の電動機

複流式冷却方式を採用、ダクトのファン効果による冷却を行なうので、ダクト部目詰りの清掃など従来どおりの保守点検が必要である。したがって簡易分解構造を採用、短時間に清掃点検が行なえるよう考慮する。簡易分解構造は従来のUシリーズにさらに改良を加えたNUシリーズを採用した。図9に完全分解後の様子を示す。Uシリーズと異なる点は、エンドブラケットと防滴ヨロイドを分離した点で、より容易に電動機を裸にできる。

以上のほか、軸受グリースの注入、取換の期間を延長するため、軸受部構造の再検討、長寿命グリースの開発に努力を重ねている。

4. 騒音の低減

環境衛生の面から、騒音の低減は各製造業者に与えられた責任であると考え、この点についても最大限の努力をはらった。

騒音源として大きいものは(1)磁気音(2)通風音であり、これら発生源をおさえると同時に、適当な消音装置を考慮している。

4.1 磁気音の低減

磁気音は固定子と回転子のスロット数組合せ、各部の磁束密度、空げき長の大小などにより大幅に変化するもので、最適のスロット数組合せを過去の実績調査および実験機製作の結果より選定するとともに磁束密度および空げき長についても考慮を加えている。

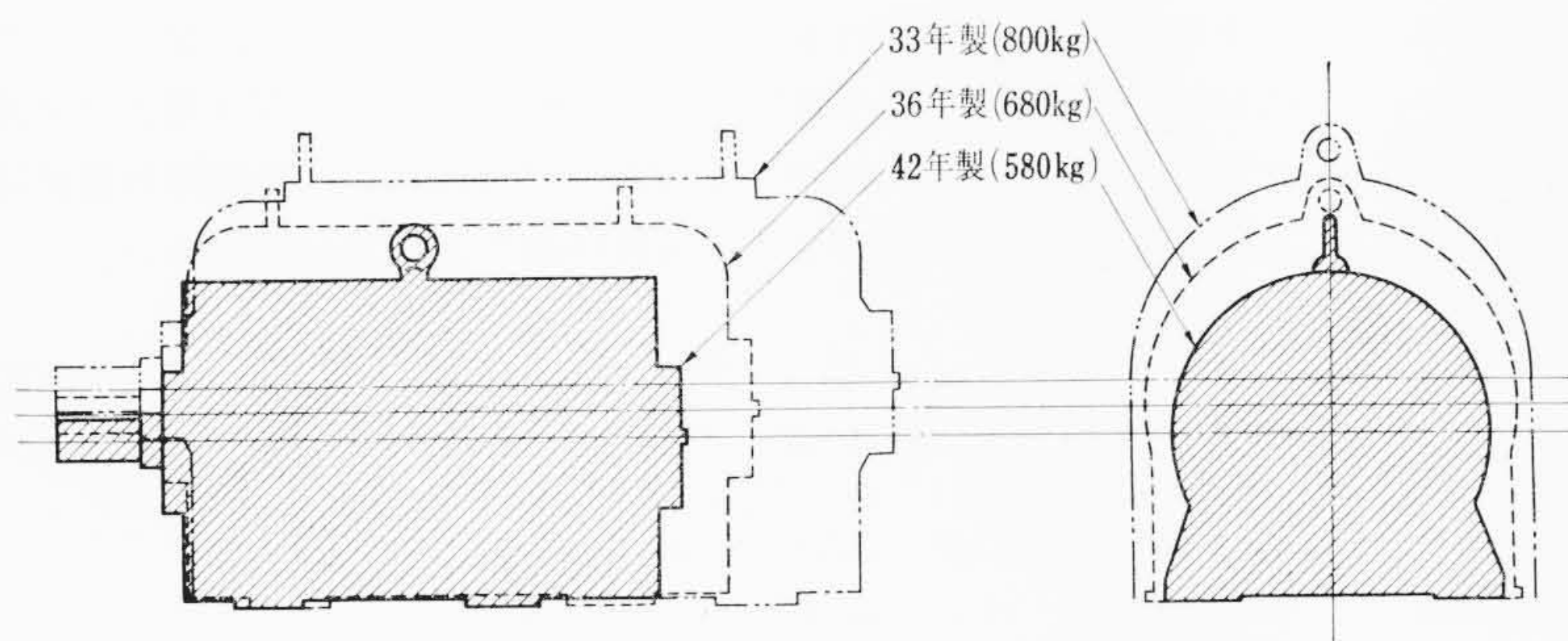
4.2 通風音の低減

(i) 315フレーム以下の電動機

2.2通風冷却法の改良で述べたように、通風抵抗を大幅に減少した結果、ファン径をかなり縮小することができた。この効果は、逆にファン径を変更せず通風量を増大せしめて電動機出力を増大することもできるのであるが、騒音を重視してファン径縮小に踏み切り、従来に比べ3~4ホンの騒音低減を達成することができた。

(ii) 355フレーム以上電動機

複流式冷却方法を採用しているのでファン径は回転子外径より少し小さい程度なのでファン通風音はあまり問題ではなく、中間ダクトより発生する高周波不快音を低減する必要がある。このため消音装置として4極機には図10に示すような簡単な消音カバーを取り付ける。6~8極機では、鉄心部分より直接排気せず図11のように両端部より排気する構造とし、中央部裏面に吸音材を使用している。



(75kW 3kV 50c/s 4極 EFOUP 形KK式電動機につき示す)

図 12 新旧寸法、重量比較表

10 極以上では特に問題はないので考慮していない。

4.3 成 果

騒音の目標値を 500kW 以下 4 極以上の電動機においては無負荷平均値が 85 ホン (A) 以下と置いた結果、従来のものより低い値を達成することができた。その成果は表 4 に示すとおりである。

5. 製作の合理化

新標準電動機のうち、315 フレーム以下の回転子にはアルミダイキャストを採用した。アルミダイキャスト回転子は 2.3 に述べたような利点と欠点があり、欠点をいかに克服するかがその採用限界を決定するものである。

アルミダイキャスト回転子は生産性を著しく向上する。従来のバー打込方式では二重かご形を採用しているため 2N₂ 本のバーを打ち込みのほか、上下左右 4 個の短絡環へ一本一本溶接しなければならないが、アルミダイキャストではこれらのめんどろ作業は不要となる。その反面、品質の変動が大きくなりやすい問題を有するので、これの管理が重要である。

ダイキャスト機械としては、高射出圧力形を採用し、アルミ量がかかり多い場合でも溶湯の速度が回転子全周で均一となるような湯口の位置および数、ガス抜位置およびその面積といった鋳型形状、鋳込圧力、温度、速度、型予熱温度、回転子鉄心予熱温度などの鋳込作業条件およびダイキャスト機械の特性につき多くの研究改良を加え、その結果に基づいて標準作業法を確立し厳重な作業管理を実施している。

製品検査としては、外観検査、X線検査、電動機としての完成品試験を実施して出荷する。

現在 355 フレーム以上の電動機についてもアルミダイキャスト回転子を採用するため研究を重ねている。

6. 新形電動機の構造、寸法および特性

6.1 構 造

315 フレーム以下は図 5, 6 に示す丸形構造とし、アルミダイキャスト回転子を採用する。

355 フレーム以上は、新簡易分解形を採用、簡易サイレンサをつけ騒音低減をはかっている 4 極機を図 10 に、6 極以上のものを図 11 に示す。

6.2 寸 法

寸法は国際標準 IEC 寸法に準拠している (表 1 参照)。この寸法は日本電機工業会規格 JEM-1203 (1967) 高圧 (3kV 級) 三相誘導電動機 (一般用 B 種) 寸法に準拠しており、図 12 に示すように従来に比べ大幅に小形軽量化されている。表 2 はわく番適用を示し、表 3 は代表機種として新形 4 極電動機の重量を示したものである。

軸端寸法は、2 極は直結、4 極以上は直結、ベルト掛用を原則と

表 2 新標準開放防滴形かご形電動機
わく番適用表 (50 c/s 地区)

電圧絶縁種別 極数 わく番	3,000V (B種)					6,000V (B種)				
	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12
250 S	45									
250 M	55	45								
280 S	75	55								
280 M	90 110	75	55							
315 S	132	90	75							
315 M	160	110	90	75						
355 S	200	132	110	90	75	160				
355 M	220 250	160	132	110	90	200				
355 L						220 250	160			
400 S	280 315	200	160	132	110					
400 M	355 400	220 250	200	160	132	280 315	200	160		
400 L						355 400	220 250	200	160	
450 A	450 500	280 315	220 250	200	160					
450 B		355 400	280 315	220 250	200	450 500	280 315	220 250	200	160
450 C							355 400	280 315	220 250	200

- (注) (1) 250 kW までの定格出力は JEM-1188「電動機定格出力の標準」による。250 kW を超過する定格出力は、JEM-1188 の延長として、標準数 R20 系列を採用する。
(2) でかこまれた範囲はプーリオーバハングが標準として可能です。この範囲外でも専用設計をすればオーバハング可能です。

表 3 新標準 4 極電動機重量表

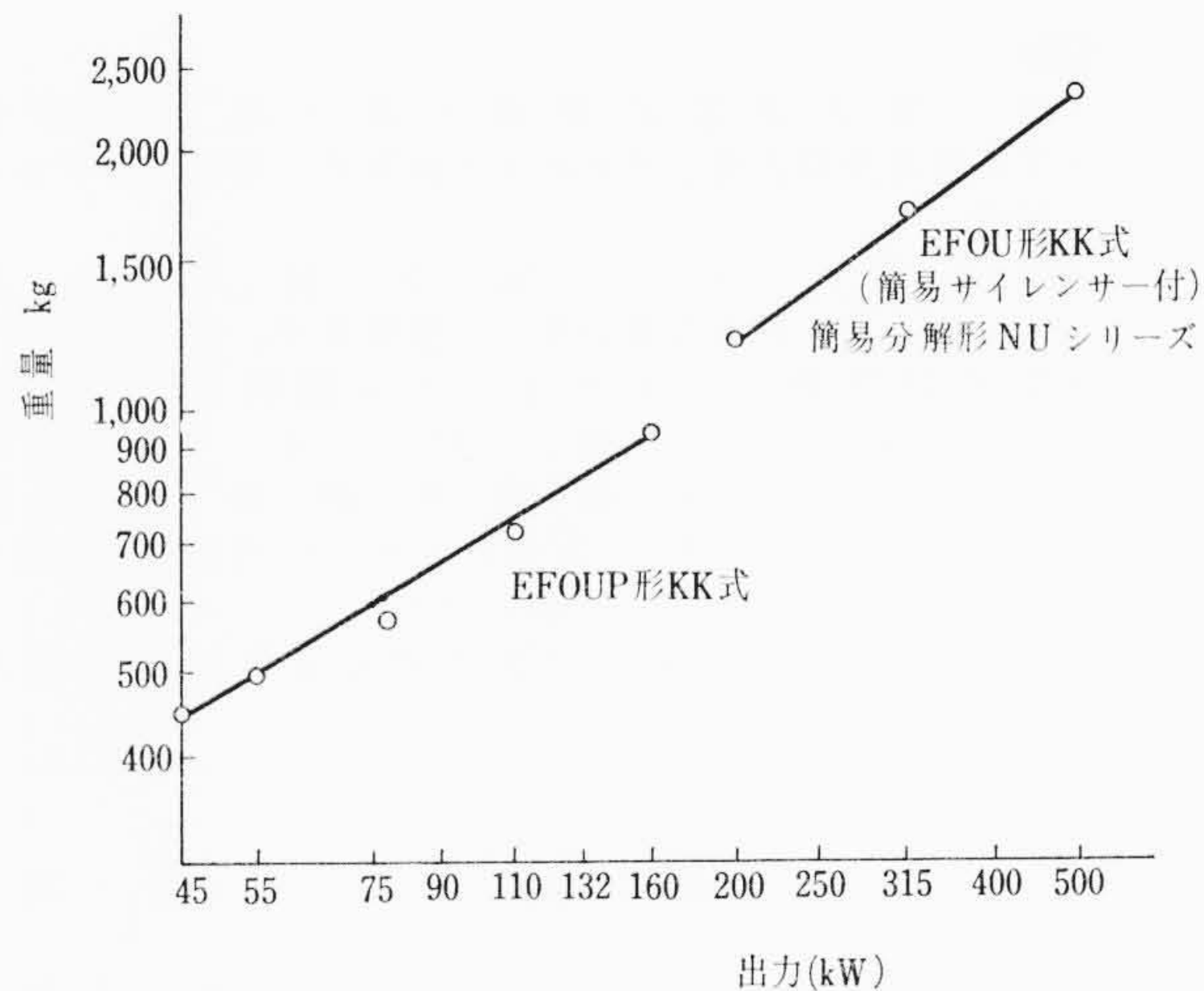


表 4 試験成績の例

kW	75	450
電 圧 (V)	3,000	3,000
周 波 数 (c/s)	50	50
電 流 (A)	18.7 (105.5% 出力)	104 (101% 出力)
巻線温度上昇 (抵抗法 deg)	60.2	64.0
効 率 (%)	92.3	94.6
力 率 (%)	88.2	88
起 動 電 流 (A)	81.5	470
起 動 回 転 力 (%)	142	155
最大回転力 (%)	183	207
騒 音 (ホン)	85(A)	79(A)
回転子構造	アルミダイキャスト方式	バー打込方式

している。直結、ベルト掛共用軸端とする考え方は、IEC 規格に準拠している欧州各国の規格に大幅に取り入れられており、国内規格では、JEM-1180 “低圧三相かご形誘導電動機 (一般用 E 種) 寸法” に採用済みであり、高圧電動機寸法にも採用することになったもので、ベルト掛の需要が必ずしも多くない 315 フレーム以上の電動機は直結、ベルト掛を分離している。

6.3 特 性

新標準電動機の代表例として、4 極 75 kW および 450 kW についての試験結果を表 4 に示す。

4 極 75 kW の特性は大幅な小形化にもかかわらず表に見られるように現行 A 種高圧電動機規格 JIS C 4202 (1963) に規定されている効率 88%, 力率 83% などを大幅に上まわっている。起動特性も特殊かご形第 1 種の場合の値である起動トルク 100%, 起動電流 110 A 以下の性能に十分合致している。

7. 結 言

以上 IEC 寸法を採用した B 種絶縁新標準高圧電動機につき述べたが、今後とも研究を重ね、各種性能の向上につとめる所存である。

また本稿は開放防滴形について述べたものであるが、全閉外扇形においても B 種絶縁を採用した新標準を完成し 42 年下期より切換を実施する。詳細は本紙末尾製品紹介の中にある“新標準 B 種絶縁 3 kV 級全閉外扇かご形三相誘導電動機”をご参照願いたい。

参 考 文 献

- (1) 今井：日立評論 47, 1233 (昭 40-7)
- (2) 今井, 中村：日立評論 47, 1531 (昭 40-9)
- (3) 日立評論 47, 1850 (昭 40-11)
- (4) 今井：日立評論 45, 1423 (昭 38-9)

Vol. 49

日立評論

No. 11

目 次

■ 論 文

- ・鉄の降伏現象に及ぼす高圧処理の影響
- ・T 形電磁衝撃波管とそれによる衝撃波と電磁場の干渉の研究
- ・デジタル定値制御装置
- ・ユニットセル大容量シリコン整流素子, 制御整流素子
- ・電子計算機によるディーゼル機関の特性計算
- ・防衛庁納自走浮橋
- ・ターボ冷凍機用圧縮機の性能
- ・日立 DA-HS₁₀₁ 形ドライクリーナの溶剤浄化機構と性能
- ・スロットホーン・アンテナの UHF 帯への応用

・ バ ラ ン ス 形 高 圧 弁 の 開 発

■ 大気汚染防止対策特集

- ・活性炭法排ガス脱硫
- ・火力プラント排ガスの測定と挙動
- ・自動車排ガスの触媒式浄化装置
- ・自動車排ガスの測定法
- ・電気集じん装置と工業媒じんの性状についての技術的諸問題
- ・静電凝集——遠心集じん方式 (PC-MC) の開発研究
- ・工業媒じん濃度の確率分布と集じん装置の保証集じん率およびその許容差の数値解析

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