工場設備，機器における省エネルギー*

松 井 勇**

1. まえがき

エネルギー危機が叫ばれて久しいが，特に昨今の国際情勢は，ひととき深刻な問題として企業人に受けとめられている。エネルギー供給の不安定および価格高騰のうす勢は，日を迫るごとに現実の問題として企業に迫ってきている。繊維工場にみられるように，電力負荷設備の大きいところでは，省エネルギー，節電への対応が焦眉の急となってきたが，さりとて靈驗あらたかなる解決策が直ちに提案できるものは少ない。毎日どこでも行われている「電燈の数を少なくする」「使用しないときには消してまわる」等のたぐいの積重ねしかないように思われる。本稿では日常の機械設備管理の上で，少しでも役立つ知識をお知らせする目的で，いくつかの具体案を提示することにした。既に大方の読者にとっては常識であることかも知れないが，あえてまとめることにした。

2. 電力測定

同じ機械を同じ条件で運転していても，電力消費量に差があることを気付かれている方は多いはずである。従来から使われているワットメータは操作が不便であったり，取扱いに専門知識が必要等の不便があり，機械技術者が工場内の機械設備を，くまなく点検する労をいとう傾向がある。しかし電力管理の合理化はまず負荷の解析からはじめなければ正しい対処ができないことはいうまでもない。最近可搬形印字記録電力計が出現し小形軽量で測定場所の移動が極めて簡単にでき，機械の運転を止めずに電線の被覆の外側に継ぎ手をはさみ込むだけで測定でき，変成器を使うとき合成変成比をディジタルスイッチで設定し，読取りが正確・容易であり，あらかじめタイマで測定時間を設定しておけば，自動的にその

時間の電力量がプリンタで打出されてくるので，素人でも使える電力計といえよう。

3. 高効率モータ

3.1 アメリカにおける動向

アメリカ連邦エネルギー局に報告された電動機の効率に関する報告によると産業分野における 1HP～125HP までの電動機が消費する電力量は全米総電力消費量の約26%にも達しているという。しかし現在使用されている電動機を高効率モータに変更すれば1990年の時点で 6.8% (500億kW hr) の電力が節約できると予想され，実際の上限でも約5% (350億kW hr) となると推定している。また経済性の点では年間4 000 h r の運転で償却期間が2.5年以下になるよう考慮する必要があると述べている。NEMA でもこれに対応し NEMA, MGI に効率レベルによるランク別記号が1977年10月に制定された。現在化学工業会では古い電動機も含め高効率モータに置換えつつあるという。

3.2 日本における動向

従来より特殊用途として高効率モータが使用されてきたが，最近では各電機メーカーが一般産業用電動機として広範囲に使用されている低圧三相かご形誘導電動機の効率改善をはかった節電形高効率モータを発売していて，一般的用途として使用される実績が増加しつつある。これら節電形高効率モータは一般的に効率面では標準品に対し1.5%～3%改善されているほか，標準品に対し低騒音，長寿命の特徴をもち，標準モータと同一寸法になるよう設計されている。図1は節電型高効率モータの節電効果を示したもので，一般に高効率モータの値増し分の償却期間は1～2年，現在の標準モータを高効率モータに買換える場合の償却期間は4～6年と考えておけば

*Energy-Saving in Mill Installation and Equipment.

**I. Matsui, 村田機械 取締役 技術部長

図 1

よい。一例として某電機メーカーの試算結果を下記に示す。

全閉外扇形—4 極—11 kW について標準モータを高効率モータに置換えた場合の節電効果は次のようになる。

節電効果…… 年間節電料金 = 15 800 (円/年)
高効率モータ値増し分の償却期間
= 約 1.4 年

算定条件…… 電源 : 200 V - 50 Hz
負荷 : 100% 一定
電力量料金 : 14 円/kW hr
稼働時間 : 4 000 hr/年

3.3 用途

従来標準モータを使用していた装置であれば、どこにでも置換して使用できるが、次の用途に最適である。

a) ファン、ブローア、ポンプおよびコンプレッサなど連続して使用する風水力機器、空調機器。

b) 化学、鉄鋼プラント、繊維工場など稼働率が高く、長期間連続的に使用する機器。

3.4 極数

各出力に対する各極数における効率を図 2 に示す。この図からモータ自身の効率は 4 極が最も高く、以下 2、6 極の順に低くなることからわかる。従って節電の面からいえば 4 極を選定するのが最も良い。

3.5 負荷率

図 3 は 1.5 kW から 15 kW のモータの平均効率を示す (一般に小型モータは中・大型モータに比べて効率は低い)。

図に示したように電動機の効率は負荷率が 75% から 100% で最大となり、この間の負荷で使用するのが最も有効的な省電力をはかることができる。負荷率が小さい場合は効率が悪くなるので出力の選定を直すか、負荷の個所を増やすことができれば動力系の見直しをした方がよい。また過負荷での使用も損失の増大、温度上昇による寿命の低下を招来するので避けるべきである。

図 2 極数による効率の比較 (JIS-C-4210) (標準モータ)

図 3 負荷率に対する効率曲線 (1.5kW~15kWモータの平均値)

4. 駆動方式

4.1 モータ回転数を負荷の所要回転数に変速する方法

大別して(a) ベルト駆動, (b) チェーン駆動, (c) ギア駆動, (d) 直結となるが, (a)~(c)は伝導装置内に損失が発生する。表 1 に概略の伝導効率を示す。この表から伝動効率のみ考えると直結が最もよく、以下ギア駆動、チェーン駆動、ベルト駆動の順に低くなることがわか

表 1 伝導効率

駆 動 方 式	伝 導 効 率
ベ ル ト 駆 動	95 %
チ ェ ー ン 駆 動	95 ~ 98 %
ギ ア 駆 動	97 ~ 99.5 %
直 結	100 %

る。繊維機械ではベルト駆動が多く使われるが、一般に平ベルトとVベルトを比較すると平ベルトの方が2.5%～3%伝導効率が良いので負荷の大きい装置の駆動方式をVベルトから平ベルトに変えるだけで高効率モータに匹敵する節電効果が得られる。

4.2 ベルト張力と電力

ベルト駆動の場合に適正なベルト張力を保つことはベルト寿命および消費電力の点から極めて重要なことである。表2、表3にダブルツイスタおよび自動ワインダで

表2 ベルト張力と消費電力

ベルト型式	A	A
消費電力 (kWhr)	14.11	14.81
ベルト張力 (kg)	94.2	112.5
回転数 (rpm)	8 450～8 520	8 450～8 520

表3 ベルト張力と消費電力

ベルト張率	1.5%	3.0%
モータ回転数 (rpm)	3 519	3 516
消費電力 (kWhr)	12.20	12.44

測定したベルト テンションと消費電力の関係を示す。必要以上にベルト張力をかけると消費電力が増加することが理解できるであろう。

4.3 ベルトの型式と電力

表4にベルトの型式と消費電力の関係を示す。ベルトの型式以外はすべて同じ条件であるが 1.5 kWh の差があることに注目する必要がある。

表4 ベルトの型式と消費電力

ベルトの型式	A	B	C
消費電力 kWhr	14.81	15.68	14.2
ベルト張力 (kg)	112.5	113.7	113.1
回転数 (rpm)	8 450～8 520	8 420～8 530	8 430～8 520

5. ベ어링

5.1 ベ어링封入グリースと電力

機械が新しい間は一般に消費電力が高く、使用しはじ

図4 629VVMC₃ グリース封入量をパラメータとした動摩擦トルクと時間の関係

表5 629VVMC₃ グリースの封入量に対する動摩擦トルクと時間の関係

名 番	動トルク値 (g・cm) No.	スタート直後 約20 sec	1 min	5 min	10 min	20 min	30 min	試験直後 の軸受温度
629VVMC ₃ グリース 封入量 (37%)	1, 2	516	312	188	165	165	160	76℃
	3, 4	493	312	181	156	140	98	61℃
	5, 6	477	328	197	176	165	165	76℃
	7, 8	403	288	173	158	156	156	73℃
	9, 10	459	296	173	156	150	148	69℃
	平均値	470	307	182	162	157	145	71℃
629VVMC ₃ (30%)	1, 2	480	330	120	50	20	16	33℃
	3, 4	474	320	123	24	24	24	41℃
	5, 6	456	320	123	72	20	20	40℃
	7, 8	432	350	102	60	20	16	30℃
	9, 10	484	360	80	20	20	20	35℃
	平均値	465	336	110	45	21	19	36℃
629VVMC ₃ (25%)	1, 2	558	390	45	17	17	17	34℃
	3, 4	549	226	50	30	26	26	36℃
	5, 6	484	360	80	26	26	20	36℃
	7, 8	444	310	55	18	18	18	34℃
	9, 10	464	350	26	16	16	16	33℃
	平均値	500	327	51	21	21	19	35℃

注) 表中の値は2軸受の値である

めてから数週間後に電力量が降下し、安定してくることはよく知られている。「なじみ」という言葉で説明されているが、ベアリングのグリースによる動摩擦トルクによる影響が最も大きいものである。表5および図4に超高速回転する場合におけるグリース封入量と動摩擦トルクの関係を示す。トルクと馬力は比例するので、トルクが大きくなると消費電力も増加する。これらからベアリングにグリースを補充する際に、正確に充填量を定めることは極めて大切であることがわかるであろう。これらの作業にあまり注意を払わないと、同じ機台、同一条件でも電力消費に差がでてくる原因になる。特に高速回転をする箇所には30%以上のグリースを封入することは避けるべきである。

5.2 ベアリング封入グリースの種類と消費電力

高速回転をするところに用いるグリースは動摩擦トル

表6 グリース種類と消費電力

B	R	G	グリース	消費電力
新	品		アルパニア No. 2 封入量 30%	119W
新	品		マルテンプ PS 2 封入量 30%	116W
1 年 使用 後			マルテンプ PS 2 封入量 30%	113W

クの低いものを選ぶ必要がある。表6にグリースの種類と消費電力の関係を示す。一般に繊維機械の軽荷重、高速回転をするところのベアリングのグリースには、マルテンプ PS-2 またはマルテンプ SRL を使うことが多い。

6. あとがき

以上消費電力に影響のある機械要素または機械管理のいくつかのポイントについて述べたが、使用したデータは必ずしも十分に事柄を説明しているとはいえないものもあった。また自動ワインダのプロアを集中化することによって、標準機台付プロアに比べて2分の1に電力費が節減できた事例についての紹介も紙数の関係でできなかった。今後機会をみつけて更に詳細な実験を重ね、具体的な提案をしていくつもりである。

文 献

- 1) MX-32P形 三菱印字記録電力量計カタログ
- 2) 東芝レビュー. (33巻, 12号)
- 3) 東芝ゴールド モートル カタログ
- 4) 三菱高効率節電形モートル 技術資料集
- 5) NSK BEARING JOURNAL 629
- 6) NSK 販売資料 動摩擦トルクに関するデータ
- 7) 協同油脂(株) マルテンプ SRL 技術データ

繊維産業に携わる研究者・技術者は日本繊維機械学会の会員に！

日本繊維機械学会は、繊維産業（繊維製造～アパレル～流通）に携わる研究者・技術者の結集体として昭和23年6月に創立されました。

以後30年間にわたり我国の繊維技術およびその周辺分野の発展向上に絶ゆまざる努力を続けて参りましたが、特に本会の特徴として

- a. 基礎的研究とその応用
- b. 現場技術の向上とその理論的究明
- c. 大学、研究所などと現場との緊密な連係

など創立以来産学協同の線を強く打ち出してきました。

今や繊維産業はやっと一息ついたとはいえ、石油問題もひかえ、より深刻な状況にあります。

この困難な状況を打破するには、より高度な新技術の開発、設備の近代化、規模・方式の適正化などの面で知識集約化をはかり衣生活をより高度化するほかありません。このときに当たり本会の使命、役割はいよいよ重要であるといえましょう。

学会活動の活発化や会員の相互啓発は会員が多数であればあるほど、より高まり深くなります。会員各位におかれましてもこの会員増加キャンペーンにご協力いただき、お知らせの方でまだ未入会の方がおられましたら、ぜひご入会をおすすめいただきたく、あるいは事務局までご一報下さいますようお願いいたします。