

電力設備의 에너지 節減技術



에너지 節減에 사용되는
各種 電動機

低減 토크 負荷에
맞는 電動機

金善慶譯

低減 토크 特性이란 回轉數變化에 대하여 그 소요 토크가 比例 또는 2乘에 比例하여 變化하는 特性을 말하고 遠心式 팬, 블로워, 펌프 등이 이와 같은 負荷特性이 있다. 이 遠心式팬, 펌프 등에 사용되는 電動機는 튼튼하고 값도 싸며 거기에서 保守도 쉬운 誘導電動機가 종전부터 널리 사용되어 왔다. 그러나 風量이나 流量 등의 制御가 필요할 때는 댐퍼나 밸브 制御 등의 機械的인 制御가 일반적으로 쓰여져 일부에 制御性, 應答性, 시스템 전체의 保守性, 消費電力 등의 면에서 값이 비싸지는 하나 可變速電動機에 의한 回轉數制御를 하는 경우도 있었다. 한편 半導體技術의 진보에 따라 近年 각종의 可變速電動機가 상품化되어 石油波動이후의 電力料金 引上 등에 의하여 에너지의 有效利用面에서도 여러가지 機械에 可變速電動機의 적용이 적극적으로 검토되고 있다.

여기서는 低減토크 負荷에 사용되는 電動機에 대하여 節電이라는 면에서 可變速電動機를 포함하여 검토하여 보기로 한다.

1. 低減 토크 負荷

低減 토크 特性이 있는 負荷로서는 앞서 기술한 바와 같이 遠心式 팬, 블로워, 펌프(이하 팬, 펌프로 한다), 攪拌機 등의 風水力機械 등을 들 수 있다. 그 특성은 팬, 펌프 등의 경우 流量 Q , 壓力 H , 필요한 軸動力 P 및 回轉數 N 과의 사이에는 대략 아래와 같은 관계가 성립된다.

$$\text{流量(風量, 吐出量)} : Q \propto N \quad (1)$$

$$\text{壓力(揚程, 吐出壓)} : H \propto N^2 \quad (2)$$

$$\text{軸動力} : P \propto Q \cdot H \quad (3)$$

$$P \propto N^3 \quad (4)$$

또 電動機出力(軸動力) P 는

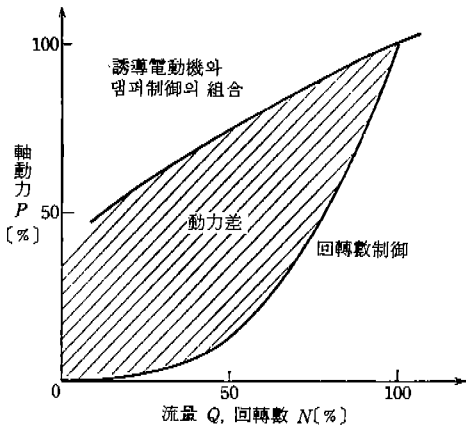
$$P = \frac{T \cdot N}{974} \text{ (kW)} \quad (5)$$

T : 토크(kg·m), N : 回轉數(rpm)

로 표시된다. 따라서 (4), (5)식에 의해

$$T \propto N^2$$

이 되어 팬, 펌프의 壓力이나 流量을 제어할 때 回轉數制御를 하면 그 필요 토크는 回轉數의 2乘에 비례하여 저감하고 電動機出力은 3乘에 비례하여 저감되는 것을 알 수 있다. 이와 같은 저감 토크 특성을 2乘 저감 토크 特性이라고도 한다.



〈그림 1〉 팬, 펌프의 軸動力差

壓力이나 流量의 制御를 댐퍼 制御로 할 때와 回轉數制御로 할 때의 軸動力特性을 그림 1에 표시한다. 그러나 이 그림의 軸動力의 차이가 그대로 消費電力의 차가 되지는 않는다. 이는 電動機 效率에 차이가 있기 때문에 回轉數制御를 할 때도 效率이 좋은 制御裝置와 電動機를 선정할 필요가 있다.

2. 팬, 펌프의 制御方式

가. 回轉數制御를 하지 않을 때

運轉方法으로서 다음과 같은 경우가 고려된다.

(a) 팬이 많으며 風量이 필요할 때나 필요 없을 때나 항상 팬을 구동하여 일정한 風량을 보낼 때 : 電動機로서는 送風하는 空氣에 變動이 없는 한 거의 일정한 負荷率이 된다.

(b) (a)에서 필요 없을 때는 팬을 정지할 경우 : 이때의 운전을 間歇運轉 또는 On-Off 制御라 한다.

(c) 펌프의 경우는 탱크에 물을 저장할 수 있기 때문에 사용수량에 변동이 있어도 펌프에 전달되지 않고 탱크의 水位나 壓力의 증감으로 펌프는 運轉-停止를 반복하여 운전하는 항상 일정한 流量을 보낸다. 이때의 운전도 間歇運轉 또는 On-Off 制御라 한다.

나. 極數變換制御

負荷의 변동이 周期的으로 거의 2段階의 경우 極數變換電動機가 사용된다.

예를 들면 水量은 소비가 많은 주간에는 高速으로 펌프를 구동하여 많은 流量을 보내고 소비량이 적은 야간에는 低速으로 펌프를 구동하여 야간의 軸動力은 (1)式에서 回轉數比의 3乘으로 저장된다.

또 誘導電動機와 電磁開閉器라는 간단한 구성으로 될 수 있기 때문에 가격도 싸다.

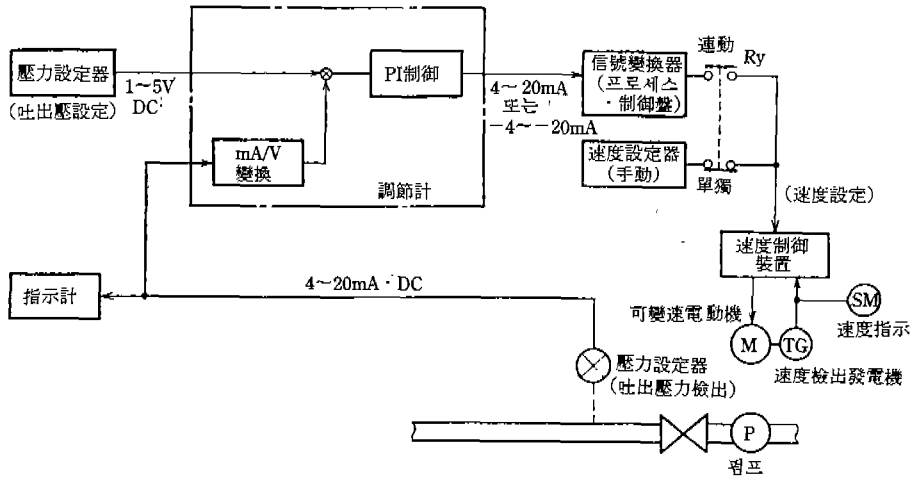
다. 回轉數制御

항상 負荷變動이 따르는 때는 可變速電動機를 이용한 回轉數制御를 하여야 한다. 이때의 可變速시스템의 선정은 하는 데는 다음과 같은 점을 고려할 필요가 있다.

- (a) 效率과 力率이 좋을 것.
- (b) 팬, 펌프에 토크 脈動이 없도록 원활한 운전이 가능할 것.
- (c) 信賴性, 保護性이 우수하고 保守하기도 쉬울 것.
- (d) 기설의 電動機를 可變速할 때 電動機를 그대로 쓸 수 있고 起動系, 負荷機械 등의 개조를 할 필요가 없을 것.
- (e) 壓力(헤드)를 확인할 것, 댐퍼의 경우는 管路低抗을 늘려 流量을 제어하기 때문에 管路의 壓力(헤드)은 높아지나 回轉數制御에서는 管路低抗이 일정하기 때문에 流量이 감소하면 壓力(헤드)도 함께 감소한다.

回轉數制御를 할 때의 시스템 예를 그림 2에 표시한다.

壓力設定器는 필요한 吐出壓力을 설정하기 위하여 시설한다. 壓力發振器는 실제의 펌프 吐出壓力을 측정하여 그 값을 指示計와 調節計에 전송한다. 指示計는 測定値를 감시하기 위하여 설치한다. 調節計는 壓力設定器와 壓力發信器의 信號를 입력하여 이 信號에 대하여 비례(P)-積分(I)制御하여 속도 제어 장치에 속도 설정 신호로서 주어진다. 그러나 調節計의 出力信號는 4~20mA·DC로 出力되는 때가 많고 일반적으로는 速度制御裝置의 설정 신호와는 매칭되지 않는다. 따라서 電流信號(mA)를 電壓信號(V)에



〈그림2〉 壓力制御(吐出壓一定)의 例

변환하여 증폭하는 기능이 있는 信號變換器에 의하여 速度設定信號로 變換되어 速度制御裝置에 의하여 속도제어 된다. 또 調節計의 기능과 信號變換器의 기능을 함께 또는 調節計도 상품화되고 있다.

이 吐出壓을 일정하게 制御하는 시스템의 동작은 사용유량의 증감에 의한 파이프 안의 壓力의 變化를 壓力發信器로 검출하여 설정압력으로 복귀되도록 電動機의 회전수를 증감하여 항상 設定壓力를 유지하도록 自動制御하는 것이다. 이와 같은 回轉數制御에 의한 팬·펌프의 自動制御系는 어떠한 可變速電動機 시스템에서도 거의 공통적이다.

팬, 펌프에 사용되는 可變速시스템에는 다음과 같은 것이 있다.

- (a) 一次周波數制御
- (b) 二次電壓制御
- (c) 渦電流 커플링 制御
- (d) 二次電力制御

또 팬, 펌프의 경우 설치장소의 환경이 나쁠 때와 브러시 교환을 하게 되는 때의 불편으로 다이리스터 레오나드 장치와 直流電動機와의 組合으로는 거의 사용하지 않는다.

3. 定速電動機(誘導電動機)

2의 가항에서 기술한 速度制御를 하지 않을 때의 팬, 펌프의 구동용으로는 誘導電動機가 사용된다. 이 誘導電動機의 電力節減方法으로는 다음과 같은 방법이 있다.

(a) 軸動力의 最適化: 誘導電動機의 경우 負荷率이 75~100%에서 效率이 최대가 되도록 설계되어 있다. 따라서 이 사이의 負荷率로 사용토록 한다.

(b) 高效率電動機의 適用: 같은 作業量(出力)이라도 電動機에 따라 消費電力이 다르다. 따라서 消費電力이 적은 高效率電動機를 사용한다.

(c) 運轉時間의 低減: 連續運轉되는 팬, 펌프에서 불필요한 바람을 보내거나 할 때는 반드시 정지시키고—필요할 때만 電動機를 운전하도록 한다.

4. 極數變換電動機

極數變換電動機는 (Pole change motor)라고 하며 節形誘導電動機로 電動機의 리드선의 접속방식에 의하여 몇 종류의 속도를 낼 수 있다. 일반적으로는 4極/8極(4/8P), 2極/4極(2/4P)등의 1:2의 회전수가 되는 경우가 많고 捲線의 방식은 同一鐵心に 極數가 다른 독립된 捲線으로 되어 있는 것과 單一捲線의 접속을 바꿈으로써 다른 極數를 얻는 두가지 방법이 있다.

極數變換電動機는 그 특성에 따라 다음과 같은 것이 있다.

(a) 定出力計：回轉數變化에 대하여 定格出力이 일정한 電動機, 따라서 定格 토크는 回轉數變化에 대하여 反比例한다.

(b) 定 토크形：定格 토크가 回轉數變化에 대하여 不變하는 電動機, 出力은 회전수에 비례한다.

(c) 回轉數變化에 대하여 定格 토크가 비례하여 저감하는 특성을 갖는 電動機와 2乘에 비례하여 저감하는 電動機가 있다.

(a)~(c)의 특성을 그림3에 표시한다.

팬, 펌프의 특성은 (6)式과 같이 2乘 저감 토크이기 때문에 (c)項의 저감 토크형중의 2乘 低減 토크形의 極數變換電動機의 적용이 가능하다. 定 토크形과 2乘 低減 토크形의 極數變換電動機의 효율의 대표 예를 표1에 표시한다.

〈표1〉 極數變換電動機의 效率例(參考值)

		定토크形	低減토크形 (2乘低減)	
極數-出力		5/8p-1.5/0.75kW	4/8p-1.5/0.2kW	
番		100L	100L	90L
效 率	4極	100% 負荷	0.82	0.82
	8極	100% 負荷	0.69	0.67
		25% 負荷	0.44	—

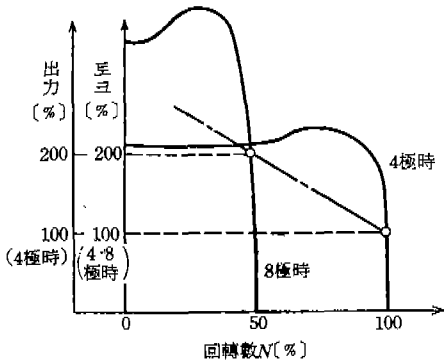
200V-50Hz時

이 표에 의하여 이들의 電動機를 팬, 펌프에 적용 하였을 때의 入力差를 구한다. 지금 4極에서 100% 負荷로 운전하고 있다고 하면 그 入力 P_m 은

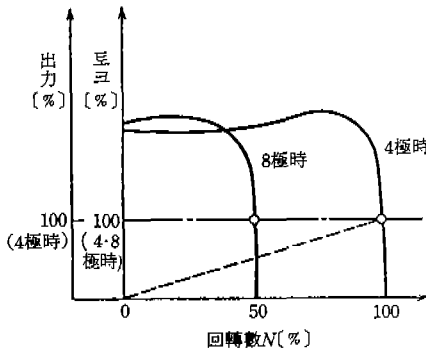
$$P_m = \frac{P_0}{\eta_M} \text{ (kW)} \quad (7)$$

P_m : 電動機出力(kW)

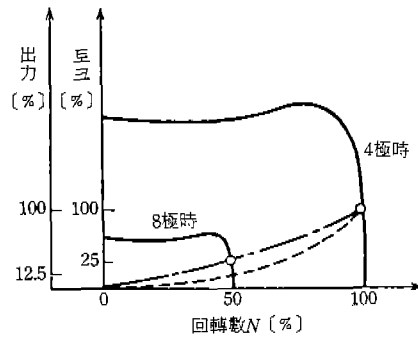
η_M : 電動機效率



(a) 定出力形 토크



(b) 定 토크形



(c) 低減 토크 特性(2乘低減)

〈그림3〉 極數變換電動機의 토크 特性(4/8極)

로 구할 수 있다. 지금 같은 들의 極數變換電動機를 비교하여 보면 上極일 때는 같기 때문에 그 각기의 人力 P_4 (定토크形 4極時)와 P_4' (2乘 低減 토크形 4. 極時)는 같은 값이 된다. 따라서

$$P_4 = P_4' = \frac{1.5}{0.82} = 1.83(\text{kW})$$

가 되어 이때의 入力差는 없다. 또 動力傳達裝置의 傳達效率 η_r 는 1로 한다.

8極運轉의 경우는 回轉數가 1/2이 되기 때문에 그 軸의 軸動力은 (4)式에서 1/8이 된다. 따라서 8極으로 운전할 때의 必要軸動力 P_{08} 은

$$P_{08} = P_{04} \cdot \left(\frac{N_8}{N_4}\right)^3 = 1.5 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3 = 0.19(\text{kW})$$

P_{04} : 4極時의 軸動力(kW)

N_4 : 4極時의 電動機回轉數(rpm)

N_8 : 8極時의 電動機回轉數(rpm)

가 된다. 또 回轉數를 변화시키고 있기 때문에 流量이 변화하여도 펌프의 效率 η_p , 팬 效率 η_f 는 거의 일정하다. 따라서 이 係數는 무시하였다. 8極으로 운전시의 負荷率은 定 토크形의 경우는 $0.19(\text{kW})/0.75(\text{kW}) = 25(\%)$, 2乘 토크形의 경우 $0.19(\text{kW})/0.2(\text{kW}) = 9.5(\%)$ 가 된다.

이때의 入力 P_8, P_8' 은 정 토크形의 경우

$$P_8 = \frac{P_{08}}{\eta_{MS}} = \frac{0.19}{0.44} = 0.43(\text{kW})$$

η 이 된다. 2乘 低減 토크形일 경우의 入力 P_8' (kW)는

$$P_8' = \frac{P_{08}}{\eta_{MS'}} = \frac{0.19}{0.67} = 0.28(\text{kW})$$

η_8' : 8極運轉으로 부하율 95%시의 電動機效率

이 된다. 따라서 入力差 P_{i8} 은

$$P_{i8} = P_8 - P_8' = 0.43 - 0.28 = 0.15(\text{kW}) \quad (9)$$

가 된다. 가령 8極으로 1日 6時間 운전한다고 하면 연간 240日 가동으로 $0.15 \times 6 \times 240 = 216(\text{kWh})$ 가 節電된다.

이 電力差는 定 토크形에서도 二重捲線方式보다 單一捲線方式 쪽이 많게 된다. 이는 定 토크形의 경우 低速時도 토크를 필요로 하기 때문에 磁束을 늘릴 필요가 있어 이 때문에 鐵損 등이 증가하는 것과 單一捲線方式에서는 設計의으로도 제한되기 때문에 二重捲線方式보다 효율이 떨어지기 때문이다.

참고로 댐퍼 제어를 할 때와의 入力差를 그림1에 의하여 구하여 보면 100% 流量時의 軸動力은 100%이므로 1.5kW의 電動機는 金負荷運轉이 된다. 이때의 標準電動機의 效率 η_{MS} 를 75.5%, 高效率電動機의 效率 η_{MG} 를 84%라고 하면 각각의 入力 P_S, P_G 는

$$P_S = \frac{P_0}{\eta_{MS}} = \frac{1.5}{0.755} = 1.99(\text{kW})$$

$$P_G = \frac{P_0}{\eta_{MG}} = \frac{1.5}{0.84} = 1.79(\text{kW})$$

가 된다.

流量을 1/2로 하였을 때 필요한 軸動力은 그림1에서 75%가 된다. 이 負荷率일 때의 效率를 標準電動機의 경우 $\eta_{MS}' = 75(\%)$, 高效率電動機의 경우 $\eta_{MG}' = 84(\%)$ 라 하면 각각의 入力 P_S', P_G' 는

$$P_S' = \frac{P_0'}{\eta_{MS}'} = \frac{P_0 \times 0.75}{\eta_{MS}'} = \frac{1.5 \times 0.75}{0.75}$$

$$= 1.50(\text{kW})$$

$$P_G' = \frac{P_0'}{\eta_{MG}'} = \frac{P_0 \times 0.75}{\eta_{MG}'} = \frac{1.5 \times 0.75}{0.84}$$

가 된다.

예를 들면 100% 流量에서 10時間, 50% 流量에서 6時間 운전하면 2乘 토크 低減形의 極數變換電動機와 高效率電動機의 入力差 P_{iG} 는

$$P_{iG} = (P_G - P_4) \times 10 + (P_G' - P_8) \times 6 = 5.96(\text{kW})$$

年間 240日 운전한다고 하면 약 1430kWh가 절전된다.

標準電動機와의 入力差 P_{iS} 는 동일하게

$$P_{iS} = (P_S - P_4) \times 10 + (P_S' - P_8' - P_8) \times 6$$

$$= (1.99 - 1.83) \times 10 + (1.50 - 0.28) \times 6$$

$$= 8.92(\text{kWh})$$

가 되어 年間 240日 운전하면 약 2,140kWh가 절전된다.

또 高效率電動機와 標準電動機와의 入力差 P_i 는

$$P_i = (P_S - P_G) \times 10 + (P_S' - P_G') \times 6$$

$$= (1.99 - 1.79) \times 10 + (1.50 - 1.34) \times 6$$

$$= 2.96(\text{kWh})$$

年間 240日 運轉으로 약 710kWh가 절전된다.

따라서 極數變換電動機를 사용하면 많은 電力節減效果를 올릴 수 있고 2乘 低減 토크形의 極數變換電動機를 사용하면 더욱 큰 電力節減效果가 있는

것을 알 수 있다. 또 가격도 可變速電動機에 비하여
 얇기이고 시스템 구성도 간단하다.

5. 一次周波數制御

一次周波數制御는 電動機의 入力電壓, 周波數를
 동시에 一定比率(v/f 比)로 변화시킴으로써 電動機의
 회전수를 변화시키는 可變速 起動 시스템으로, 인버터
 또는 VVVF라 부르고 있다. 그 특징은 다음과 같다.

- (a) 標準電動機, 既設電動機의 可變速化가 可能.
- (b) 高效率, 高力率의 電力節減形이다.
- (c) 保守가 容易
- (d) 商用電源과의 相互交替가 可能
- (e) 水中 모터나 환경이 나쁜 장소에 사용되는
 내환경성이 우수한 電動機 등도 可變速化가
 可能

가. 팬, 펌프에의 適用

인버터는 가격이 비싸기 때문에 될 수 있는 한 그
 定格容量에 가까운 곳에 사용하는 것이 경제적이다.
 따라서 既設電動機에 적용시킬 때는 最大流量의 負
 荷率을 측정하여 인버터 容量을 결정할 필요가 있다.
 일반적으로 인버터 容量을 다음과 같은 式으로 求할
 수 있다.

$$P_{INV} \geq k \cdot \frac{P_M}{\eta_M \cdot P_f} \cdot \frac{1}{\eta_{INV}} \quad [\text{kVA}] \quad [10]$$

P_{INV} ; 인버터 容量(kVA)

P_M ; 電動機出力(kW)

η_M ; 電動機效率(出力 P_M 時)

η_{INV} ; 인버터 效率(대략 0.9 以上)

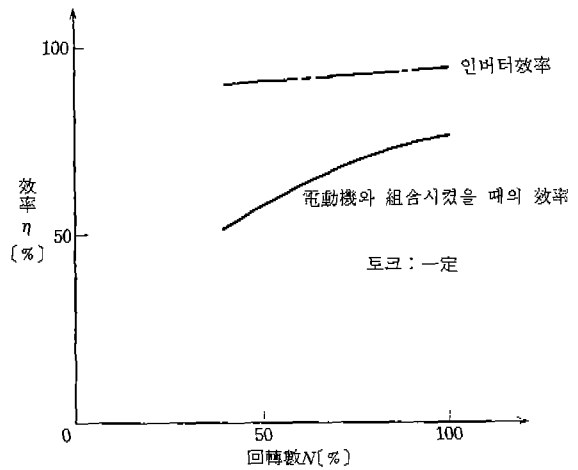
P_f ; 電動機力率(出力 P_M 時)

k ; 余裕率(1.05)

따라서 인버터 容量을 보다 경제적으로 산출하려면
 $P_M, \eta_M, \eta_{INV}, P_f$ 를 정확하게 파악할 필요가 있다.

인버터의 使用例로서는 다음과 같은 것이 있다.

(a) 既設電動機와 變壓 制御의 組合으로 回轉數
 制御를 변경하는 例 : 인버터를 추가로 설치함으로써
 既設電動機의 可變速化가 가능하기 때문에 變壓 制
 御를 하고 있는 팬, 펌프用 電動機에 인버터를 적용
 하면 流量制御, 壓力制御 등의 自動制御가 가능하여



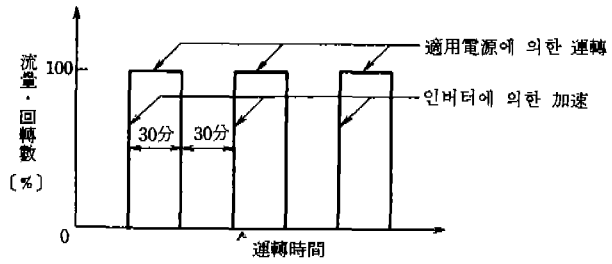
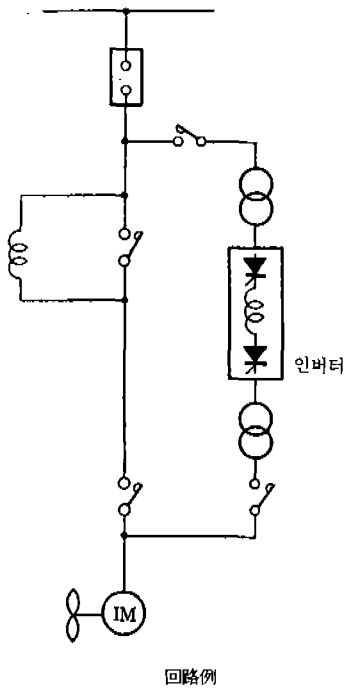
〈그림4〉 一次周波數制御의 效率例

진다. 따라서 (4)式에 표시하는 바와 같이 回轉數의
 低減에 따라 出力은 3乘에 비례하여 低減되기 때문에
 消費電力도 대폭 줄어든다. 이는 極數變換電動機를
 사용한 단계적인 回轉數制御에서의 計算例에서도
 대폭적으로 電力節減이 되는 것이 명백하다. 또 인
 버터의 效率로는 그림4에 표시하는 바와 같이 高効
 率이기 때문에 다른 可變速 시스템에 비하여 電力
 節減效果가 커진다. 또 自動制御 때문에 設定値에
 대해 오차도 적고 응답이 잘되는 制御가 가능해진다.

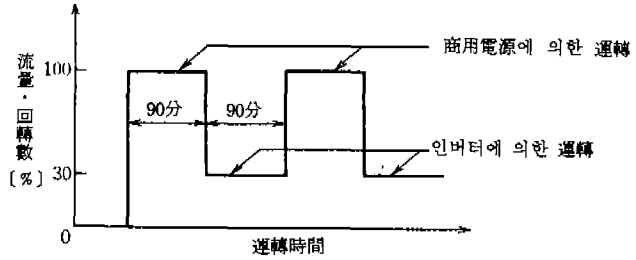
既設의 變壓 制御 펌프를 流量制御로 바꾸었을 때
 年間 運轉時間이 8,000時間, 電動機는 4極, 1,000kW의
 籠形誘導電動機에서 年間 約 2억여원의 電力節減이
 된 例도 있다.

(b) 間歇負荷에서 適用 : 間歇運轉을 하는 데는
 그림5 (a), (b)에 표시하는 두가지 패턴이 있다.
 따라서 인버터를 적용하는데 있어서는 다음과 같은
 두가지 方法을 생각할 수 있다. 또, 어느 경우도 起
 動系의 改造가 필요치 않다.

우선 그림5 (a)에 표시하는 On-Off 制御에 적용
 되는 예로서 이런 때는 인버터를 스타트로 하여 사
 용하고 있는 예이다. 籠形誘導電動機는 全電壓起動을
 하면 起動時에 定格電流의 6~7배의 電流가 흐르기
 때문에 起動時의 손실은 크다. 특히 팬, 블로어는 GD^2
 가 크기 때문에 起動時間이 길고 損失도 크게 된다.



(a) ON-OFF制御에의 適用例



(b) 間歇運転에의 適用例

<그림5> 인버터의 適用例

또 펌프 등에서 起動빈도가 심한 경우도 起動時 的 損失은 커진다. 인버터를 기동시켜 사용하면 周波數를 低周波로부터 점차적으로 上昇시키기 때문에 誘導 電動機의 슬립 손실이 적어져 작은 起動電流로 起 動할 수가 있다. 따라서 起動時 的 的 손실은 대폭적으로 경감된다. 起動完了後는 定速運転이 되기 때문에 인 버터를 回路에서 떼어내고 適用電源에서 電動機를 운전한다. 이는 인버터 運轉에 의한 效率減少分(약 5%)를 줄이기 위한 것이다.

그림5 (a)의 運轉 패턴에서 6極 1,200kW의 籠形 誘導電動機를 스타트시켜 인버터를 적용시켰다. 그러나 電動機의 실제의 負荷容量이 800kW였기 때문에 인 버터의 容量을 1,000kVA로 하였다. 이 경우 年間 2 억여원의 節電이 되었다.

또 이런 경우 回轉數比 등에 의하여는 極數變換 電動機로 바꾸어 놓는 方法도 있다.

나. 인버터 適用時 的 留意點

새로 설치할 때는 인버터, 電動機 모두 負荷에 맞

추어 만들기 때문에 문제가 없으나 既設의 경우 다 음과 같은 점에 유의할 필요가 없다.

(a) 인버터의 出力波형은 正弦波가 아니고 高調 波가 포함되어 있기 때문에 電動機의 渦度上昇, 토크 低減 토크 脈動에 주의할 필요가 있다. 일반적으로 팬펌프는 2乘低減 토크인 것과 100% 負荷로 사용 되는 때는 별로 없기 때문에 지장없이 적용될 때가 많다. 토크 脈動에 대해서는 문제가 있으면 인버터의 多重化, 交流 리액터의 삽입 등으로 脈動을 줄일 수 있다.

(b) 高調波電流가 電源側에 흘러 들어 變壓器등과 같은 機器가 加熱될 때가 있다. 이때는 인버터의 一 次側에 필터를 삽입하는 것을 검토할 필요가 있다.

6. 渦電流 커플링 制御

渦電流 커플링 制御에 사용되는 電流 커플링 電 動機는 籠形誘導電動機과 渦電流 커플링을 一體化한 可變速電動機로, 制御裝置와 組合시켜 速變制御를

한다. 팬, 펌프에 사용될 때 壓力制御 또는 流量制御에 사용되는 경우가 많고 그 制御性은 良好하다. 그러나,

- (a) 다른 可變速 시스템에 비하여 값이 싸다.
- (b) 制御裝置가 콤팩트하다.
- (c) 보수하기가 쉽다.

등의 長點이 있는 반면

- (d) 渦電流 커플링의 효율이 나쁘다.
- (e) 既設設備에 追加하기가 어렵다.

등의 短點이 있다.

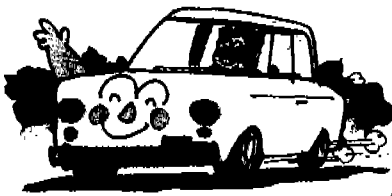
(d)의 效率는 定 토크로 사용할 때 回轉數에 비례하기 때문에 回轉數가 줄어들수록 效率도 나쁘다. 그림6에 그 效率曲線을 표시한다. 그러나 팬, 펌프 負荷일 때 2乘 低減 토크이기 때문에 速度制御를 하면 效率는 나빠지나 入力이 많이 減少되어 電氣 制御에 비하면 충분한 電力節減이 가능하다.

(e)에 대하여는 電動機에 커플링이 直結되기 때문에 같은 出力의 電動機에 비하면 길이가 길어지고 容積도 커진다. 또 最高回轉數는 電動機의 全負荷回轉數에 비하여 커플링의 슬립에 의하여 10% 정도 낮고 또 그만큼 效率이 나빠진다.

이를 적용하는데 있어서는 이상과 같은 점을 고려하여 검토할 필요가 없다.

7. 一次電壓制御

籠形誘導電動機의 一次電壓을 可變함으로써 速度 制御를 하는 可變速 시스템으로 渦電流 커플링 制御와 같이 슬립을 變化시키기 때문에 低速時에 發熱이 많고 效率이 그다지 좋지 않다. 그림6에 定 토크時의 效率曲線을 표시한다. 따라서 放熱係數를



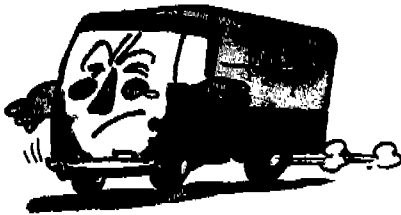
워밍업은 기온에 따라 적절히 합니다.

(온도의 바늘이 움직일 때까지)

- 워밍업을 하지 않고 엔진이 냉각된 상태로 출발하면 엔진의 마모가 증대되고 주행시의 연료 소비량이 30% 정도 증가하게 됩니다.

서서히 출발하고 서서히 정차합니다.

- 출발 또는 가속을 급하게 하면 많은 연료가 소비됩니다.
- 급정지는 연료낭비와 타이어 마모는 물론 사고를 유발하게 됩니다.



기어변속은 적절한 기어비를 선택하여 빠르게 변속합니다.

- 3 단기어로 주행할 수 있는 길을 2 단기어로 달릴 경우 25% 이상의 연료낭비를 가져오며, 소음과 매연을 증가시키게 됩니다.

크게 잡을 필요가 있기 때문에 標準電動機에 비하여
 틀번호가 2~3정도 큰 것이 보통이다. 그러나 팬,
 펌프用으로서 2乘 低減 토크를 고려하여 標準電動
 機와 같은 틀번호로 商品化한 것이다.

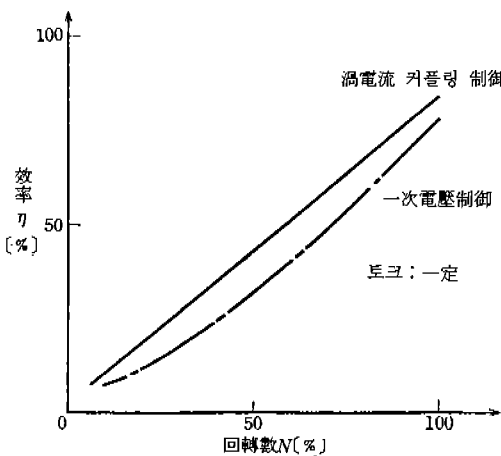
容量은 7.5kW 이하인 小容量일 때가 일반적이고,
 計裝設備가 高價인 流量制御 등의 自動制御는 거의
 하지 않고 手動으로 速度設定을 하여 流量이나 壓
 力を 조정하는 경우가 많다.

또 水中 펌프用的 水中 모터를 一次電壓制御하면
 모터는 水冷却되기 때문에 冷却效率이 좋아지고 小
 形化되기 때문에 90kW 정도까지 商品化되고 있다.

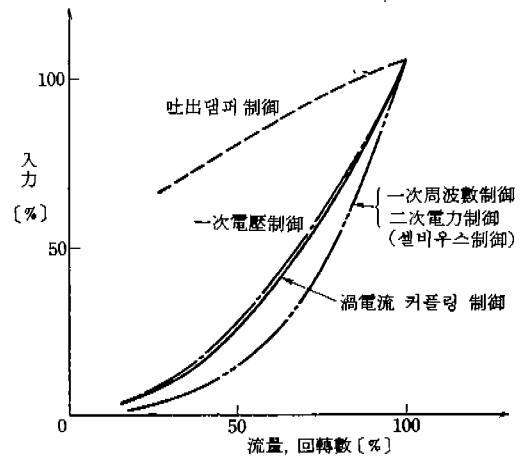
8. 二次電力制御

二次電力制御는 捲線形誘導電動機의 二次側을 抵
 抗器로 制御하여 速度制御하는 方式이나 그 슬립分은
 抵抗器에서 熱로 소비된다. 이 低抗器 대신 二次側에
 다이리스터 인버터를 접속, 適用周波로 變換하여 電
 源에 반환하는 方式을 靜止 셀비우스 制御라고 하
 는데, 그 특징은

- (a) 기설의 捲線形誘導電動機에 적용이 可能
- (b) 高效率이다(인버터와 같은 정도)등으로, 一次
 周波數制御의 특징과 공통점이 많다. 流量制御나 壓



〈그림6〉 渦電流繼커플링制御, 一次電壓
 制御의 效率 例



〈그림7〉 팬, 펌프用電動機의 入力比較

力制御 등의 自動制御에 사용된다.

9. 各種 制御方式의 비교

팬, 펌프에 사용되는 電動機 각각의 특성에 대하여
 기술하였는데, 이들의 入力比較를 그림7에 표시한다.
 이 그림에서 보는 바와 같이 一次周波數制御와 二
 次電力制御가 가장 우수하고 따라서 電力節減效果도
 큰 것을 알 수 있다. 따라서 그 反面 이니시얼 코스
 트가 높으며, 適用하는데 있어서는 容量選定, 運轉
 時間, 保守性 등을 고려하여 신중하게 검토할 필요가
 있다.

低減 토크 負荷에 사용되는 電動機로서 팬, 펌프에
 사용되는 電動機를 중심으로 기술하였는데, 速度制
 御를 하지 않을 때는 容量의 最適化, 高效率電動機의
 채택 등이 主된 改良点이 되고 壓力制御나 流量制
 御를 할 때는 적용하는 可變速 驅動 시스템의 效率
 面을 주로 價格, 既設品에 대한 적용 등에 대하여
 비교하였다.

그러나 필요치 않은 곳에 바람이나 물을 보내고
 있지는 않은가, 필요치 않을 때 보내고 있지는 않은가,
 필요 이상으로 보내지고 있지는 않은가 등 不必要한
 點은 없나를 다시 한번 검토하여 보는 것도 중요한
 改善点이라는 것을 부언해 둔다.

〈다음호에 계속〉