

# 電動機設備의 에너지 節減技術



에너지 節減에 사용되는  
各種 電動機

## 極數變換電動機와 效果的인 使用方法

從來 極數變換電動機는 單極의 電動機에 비해 체격이 다소 커짐과 함께 얼마간 값이 비싼 이유 등으로 驅動하여야 할 상대기계가 요구하는 성능을 만족시킬 목적으로 사용되는 경우가 많았다. 즉,

- (1) 起動·停止時의 쇼크를 완화시킨다.
  - (2) 停止精度를 높이기 위하여 크립 속도를 만든다.
  - (3) 준비작업을 위해 低速이 필요
  - (4) 전체적 기계관계로 두가지 속도가 필요
  - (5) 기능으로서 複數의 속도가 필요
- 등이다.

한편, 電動機 자체로 보면  $GD^2$ 가 큰 상대기계를 기동할 때 低速側에서 기동하여 高速側으로 變換하여 사용하면 기동시의 발생손실을 대폭 줄일 수 있는 利點이 있다.

그러나 근래에는 前述한 기능적인 면에서 뿐만 아니라 에너지 節減이라는 점에서 다른 속도 제어 방식과 동일하게 極數變換電動機가 그 자체의 효율이나 부하율·운전 패턴의 재검토에 의하여

클로즈업되고 있다.

極數變換電動機는 무엇보다도 다른 방식에 비하여 극히 간단하고 信賴性·保守性도 높으며 값이 싼 것이 매력이다. 여기서는 그 원리·특성 및 에너지 節減效果에 대하여 기술하기로 한다.

### 1. 極數變換電動機의 原理

일반적으로 誘導電動機의 속도를 변경 하려면 周波數 또는 極數를 바꾸어 同期速度를 변경하든가 또는 슬립을 어떠한 방법으로든 변화시켜야 한다.

誘導電動機의 고정자에는 三相捲線이 감겨져 있으므로 이 捲線에 三相交流를 흘리면 回轉磁界가 만들어진다.

이 回轉磁界의 속도는

$$N_0 = \frac{120 \cdot f}{p} \text{ (rpm)}$$

여기서  $N_0$  : 同期回轉數 (rpm)

$f$  : 電源周波數 (Hz)

$p$  : 極數

로 표시된다.

이 식에서도 알 수 있듯이 回轉數를 바꾸려면 周波數  $f$  나 極數  $p$  를 바꾸면 되지만 보통은 周波數가 일정하기 때문에 回轉數를 바꾸기 위해서는 極數를 바꾸는 것이 간단하다.

이와 같이 極數變換電動機(Pole Change Motor)는 固定子捲線의 接속을 바꿈으로써 極數를 바꾸어 同一 電源周波數를 사용하고 있더라도 速度를 바꿀 수 있도록 만들어진 것이다.

이 경우 回轉數는 極數에 따라 한정되기 때문에 1 : 2, 2 : 3, 3 : 4, 2 : 3 : 4 : 6 과 같이 단순한 比로 단계적으로 바꾸어도 좋을 때만 사용할 수 있는 결점이 있다. 이 때문에 多段速度電動機라고도 한다.

### 가. 極數變換의 方法

極數 變換方法에는 다음과 같은 세 가지 방법이 있다.

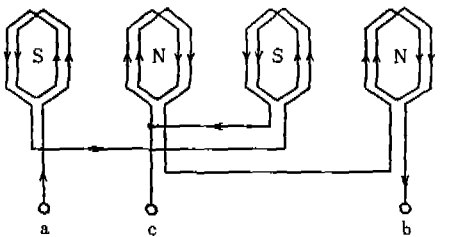
### (1) 單一捲線의 接속방법 變경에 의한 極數 變換

주로 1 : 2의 極數比인 것이 사용되고 있다. 그 原理는 이론上 中間磁極(Consequent Pole)에 의한 것으로, 그림 1은 1組의 捲線을 1 : 2의 極數比로 變換하는 경우의 一例이다.

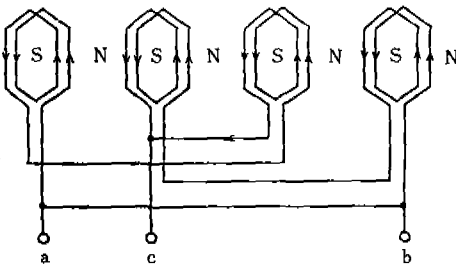
그림 (a)는 捲線을 전부 直列로 하여 端子 a와 b를 써서 4極으로 하였을 때이고, 그림 (b)는 이를 並列로 하여 a·b와 c를 써서 8極으로 하였을 때이다. 磁極數  $2p : 4p$ 의 捲線을 만들 때  $2p$ 極에 대하여 코일피치를 50%로 하므로  $4p$ 極에 대하여는 코일피치가 100%가 된다. 또  $2p$ 極에 대해서 1相의 코일 分布는 電氣角으로  $60^\circ$ 로 분포되어 있어 보통 쓰이는 捲線과 同一한 분포이지만 4極에 대해서는  $120^\circ$ 의 分布가 되기 때문에 4極일 때의 捲線의 分布係數가  $2p$ 極일 때의 分布係數 값의 0.866배가 된다. 이 분포계수와 短節係數의 變換, 並列回路數 및 Y와  $\Delta$  接속의 變경을 이용하여 그림 2와 같은 結線 方法에 의해 定 토크, 定出力, 低減 토크 등의 특성을 얻을 수 있다.

### (2) 多重捲線에 의한 極數變換

이것은 同一鐵心上에 極數가 다른 2組의 독립된 捲線을 만드는 방법으로, 任意極數의 조합에



(a) 4極(直列)의 경우



(b) 8極(並列)의 경우

<그림 1> 極數變換捲線의 例

條件 種別	그림(a) 定 토크	그림(b) 定出力	그림(c) 低減 토크
代表的 結線 및 記號			
接續 方式	低速 $\Delta$	高速 $\Delta$	低速 $\Delta$
	高速 $\Delta$	低速 $\Delta$	高速 $\Delta$
	RST U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub>	RST U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>	RST U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub>
	開放	短絡	開放
	U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>	U <sub>1</sub> -V <sub>1</sub> -W <sub>1</sub>	U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>
	開放	短絡	短絡
	U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub>	U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>	U <sub>1</sub> -V <sub>1</sub> -W <sub>1</sub>

<그림 2> 單一捲線 極數比 2 : 1에서의 接續例

대해 사용되는데, 같은 슬롯에 2組의 捲線을 넣고 1組를 사용할 때는 다른 1組가 쉬게 되므로 捲線을  $\Delta$ 접속 또는 並列 Y 접속하였을 때는 쉬고 있는 捲線에 電壓을 유도하여 순환전류가 흐를 수가 있으므로 조심하여야 한다. 이 경우는 설계할 때 極數가 적은 쪽의 捲線을 슬롯 밑 바닥에 넣고 磁極數가 많은 쪽의 捲線을 上部에 넣어 누설 리액턴스의 평균화를 도모하는 한편 二重捲線의 경우는  $\Delta$ 結線의 1개소를 개방하는 등의 設計의인 고려에 의해 순환전류가 흐르는 일이 없도록 하는 것이 보통이다(二重捲線의 結線例를 그림 3에 표시한다.

### (3) 2組의 固定子와 回轉子에 대한 極數變換

2組의 固定子를 同一電動機 틀안에 수납하고 그것들에 대응하여 2組의 回轉子 鐵心을 同一軸上에 설치한 것으로, 極數의 比가 클 때 回轉子の  $GD^2$ 를 적게 하고자 하는 경우, 또한 각기

의 極數에서 특수한 특성이 요구되는 경우 등에 사용된다.

### (4) 捲線形의 極數變換

極數變換에 의한 속도 변환을 하는 경우 籠形 回轉子에서는 固定子の 極數가 변하면 回轉子の 極數도 그에 대응하여 스스로 변화하므로 極數를 어떻게 變換할 때라도 1개의 籠形捲線이 있으면 된다.

그러나 捲線形의 경우는 回轉子捲線도 각각의 極數에 따른 捲線을 구비하고 있어야 할 필요가 있기 때문에 슬립링의 수도 많아져 복잡해진다.

이 밖에 單一捲線으로 端子의 수가 적어도 되는 磁極變調方式(Pole Amplitude Modulation)이 있으나 여기서는 생략한다.

## 2. 極數變換電動機의 各種 특성과 용도

〈표 1〉 極數變換電動機의 各種特性和 用途例

區分	電動機의 特性	特 性	負荷의 特性	用 途
定토크 특성		出力 P, 토크 T, 回轉數 n의 關係 $P \propto n T$ —一定 一定 (例) 0.4/0.2kW —2/4極		콘베어 工作機械(이송용) 捲上機 攪拌機 블로어 기타
定出力 특성		$P$ —一定 $T \propto \frac{1}{n}$ (例) 2.2/2.2kW—4/8極		工作機械(主軸用) 捲取機 壓延機 베니어로터리레이스 기타
低減토크 특성		$P \propto n^3$ $T \propto n^2$		팬 블로어 펌프 기타
低減出力 특성		一定 토크 특성과 一長出力特性的 中間 (例) 7.5/5.5kW—4/6極		工作機械(主軸用) 捲取機 壓延機 베니어로터리레이스 발전싱머싱 遠心分離機 기타

特性		그림 (a) 定出力			그림 (b) 定出力				
種別									
二重捲線三段速度	代表的結線 및 리드선 기호								
	接續方式	低速	中速	高速	低速	中速	高速		
		 R S T       U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub>  U <sub>2</sub> , V <sub>2</sub> , W <sub>2</sub> U <sub>3</sub> , V <sub>3</sub> , W <sub>3</sub> 開放	 R S T       U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>  U <sub>1</sub> , V <sub>1</sub> , W <sub>1</sub> U <sub>3</sub> , V <sub>3</sub> , W <sub>3</sub> 開放	 R S T       U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>  U <sub>1</sub> -V <sub>1</sub> -W <sub>1</sub> 短絡 U <sub>3</sub> , V <sub>3</sub> , W <sub>3</sub> 開放	 R S T       U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub>  U <sub>2</sub> -V <sub>2</sub> -W <sub>2</sub> 短絡 U <sub>3</sub> , V <sub>3</sub> , W <sub>3</sub> 開放	 R S T       U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>  U <sub>1</sub> , V <sub>1</sub> , W <sub>1</sub> U <sub>3</sub> , V <sub>3</sub> , W <sub>3</sub> 開放	 R S T       U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>  U <sub>1</sub> , V <sub>1</sub> , W <sub>1</sub> U <sub>3</sub> , V <sub>3</sub> , W <sub>3</sub> 開放		
二重捲線四段速度	代表的結線 및 리드선 기호								
	接續方式	最高速	低速	高速	最高速	最高速	低速	高速	最高速
		 R S T       U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub>  U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub> U <sub>3</sub> V <sub>3</sub> W <sub>3</sub> U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> W <sub>4</sub> 開放	 R S T       U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>  U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub> U <sub>3</sub> V <sub>3</sub> W <sub>3</sub> U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> W <sub>4</sub> 開放	 R S T       U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>  U <sub>1</sub> -V <sub>1</sub> -W <sub>1</sub> 短絡 U <sub>3</sub> V <sub>3</sub> W <sub>3</sub> U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> W <sub>4</sub> 開放	 R S T       U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> W <sub>4</sub>  U <sub>2</sub> -V <sub>2</sub> -W <sub>2</sub> 短絡 U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub> U <sub>3</sub> V <sub>3</sub> W <sub>3</sub> U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> W <sub>4</sub> 開放	 R S T       U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub>  U <sub>2</sub> -V <sub>2</sub> -W <sub>2</sub> 短絡 U <sub>3</sub> V <sub>3</sub> W <sub>3</sub> U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> W <sub>4</sub> 開放	 R S T       U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub>  U <sub>1</sub> -V <sub>1</sub> -W <sub>1</sub> 短絡 U <sub>3</sub> V <sub>3</sub> W <sub>3</sub> U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> W <sub>4</sub> 開放	 R S T       U <sub>3</sub> V <sub>3</sub> W <sub>3</sub>  U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub> U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub> U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> W <sub>4</sub> 開放	 R S T       U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> W <sub>4</sub>  U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> W <sub>1</sub> U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> W <sub>2</sub> U <sub>3</sub> V <sub>3</sub> W <sub>3</sub> U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> W <sub>4</sub> 開放

〈그림 3〉 二重捲線 多段速度에서의 接續例

극수변환전동기는 여러 용도에 사용되고 있는데, 이것들의 토크-스피드 특성과 대표적인 용도를 표 1에 들었다.

### 3. 極數變換電動機와 에너지 節減

각종 공장에서 많은 펌프나 블로어가 사용되고 있는 것은 주지하는 바와 같은데, 이를 펌프나 블로어는 操業하는 데 반드시 일정회전 또는 일정한 流量을 내지 않아도 되는 예를 많이 볼 수 있다.

예를 들면 製鐵工業 등의 프로세스에 사용되는 집진 블로어 등의 배치 처리용으로 사용되는 것은 댐퍼로 風量을 제어하고 있고 또 空調設備의 팬 등은 연간을 통하여 보면 夏節에 풀 가동하고 나아가 주간이나 야간에도 風量을 감소시켜 운전하고 있다.

이와 같은 경우는 임펠러의 角度를 조정하거나 회전수를 증감시키면 되고 특히 有段의 回轉數 變化에도 기능상 허용된다면 이제까지 기술한 極數變換電動機가 극히 효과적인 에너지 節減運轉이 되고 특히 다른 可變速制御에 비하여 저속회전수로 대목적인 에너지 절감이 가능하게 된다.

일반적으로 펌프나 블로어 등의 流体機器에서는 회전수를 바꾸었을 때 相似法則에 따라 다음과 같은 관계가 성립, 효율이 회전수의 ±20% 전후에서는 거의 일정해진다.

$$P = \frac{Q \cdot H \cdot W}{6,120}$$

$$Q \propto N$$

$$H \propto N^2$$

$$P \propto N^3$$

$$T = \frac{974 \times P}{N} \propto \frac{N^3}{N} = N^2$$

단, P: 軸動力(kW), Q: 流量(m<sup>3</sup>/min)

H: 壓力(mmHg), W: 密度(kg/m<sup>3</sup>)

N: 回轉數(rpm), T: 토크(kg·m)

이 되며 軸動力은 회전수의 3승에 비례하여 변화한다. 또 토크가 회전수의 2승에 비례하고 있

으므로 2승 토크 특성 또는 2승체감 토크라고도 한다.

따라서 極數變換電動機는 그것만으로도 충분한 에너지 節減 運轉이 되지만 또한 入口나 出口의 댐퍼, 밸브를 함께 제어할 수 있으면 한층 섬세한 에너지 節減 運轉이 가능해진다.

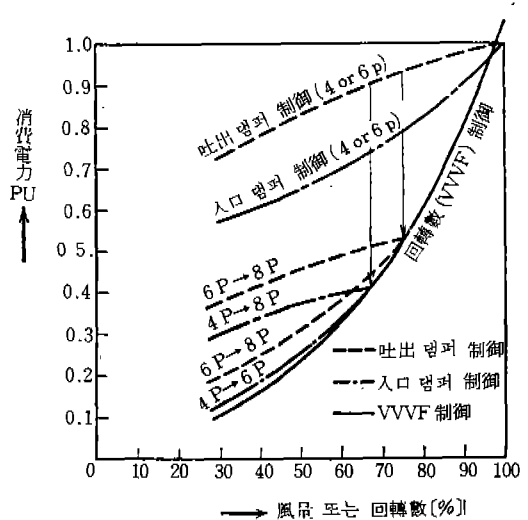
#### 가. 極數變換電動機의 에너지 節減效果

極數變換電動機의 에너지 節減의 기본적인 방식은 앞서 기술한 바와 같지만, 4/6p의 경우는 67%의 風量, 6/8p에서는 75%의 風量에서 極數를 바꾸어 그 전후는 댐퍼 제어를 함으로써 대목적인 에너지 절감이 가능하게 된다(그림 4 참조).

또 VVVF方式 등에 의한 回轉數制御時 등에는 저속시에 있어서 電動機와 장치 자체의 경부하시의 종합효율이 極數變換한 경우의 필요부하시의 효율에 비하여 나빠지므로 운전 패턴을 충분히 검토하여 制御方式를 결정할 필요가 있다.

#### 나. 極數變換方式의 특징

##### (1) 電氣用品의 구성이 간단하고 값이 싸다



〈그림 4〉 블로어의 風量制御와 消費電力 175kW-4p의 예

極數變換電動機는 종래의 電氣用品에 비하여 그림2 및 그림3에 표시하는 바와 같이 일부의 端子를 단락하는 정도의 약간의 電氣用品 추가면 된다. 이는 다른 특별한 장치를 사용한 방식에 비하여 간단하고 신뢰성이 우수하다는 것을 意味한다. 또한 종래의 기술적 레벨로 충분히 보수·정비가 가능한 利點이 있다.

에너지 절감효과의 절대치가 적은 中小容量機에 있어서 설비비도 싸고 그 증가분은 1~2년으로 회수된다.

### (2) 高頻度起動이 可能

에너지 減節의 기본은 필요없을 때는 운전을 하지 않는 것이다. 보통의 電動機를 빈번히 On-Off 하려면 특별한 설계를 하여야 한다. 보통 籠形의 電動機는 回轉子 구조상 비교적 고빈도로 사용 가능하지만 大 中容量機의 경우는 回轉子 捲線을 銅 바로 만들어져 있어 기동시의 반복 충격

하중이나 반복 熱應力에 의해 바와 엔드링 接合部에서 피로파괴할 때가 있으며 보통의 設計에서는  $10^4 \sim 10^5$ 회의 起動回數밖에 없다고 한다.

極數變換電動機의 경우는 低速機로 기동, 高速으로 變換하여 사용하면 起動時의 回轉子에 있어서의 발생손실을 작게 할 수 있으며 고빈도로 On-Off 할 수가 있다. 바꾸어 말하면 큰  $GD^2$ 의 부하에서도 고빈도로 On-Off 할 수 있다.

예를 들면 1:2인 極數電動機의 저속 → 고속기동시의 발생손실은 單一極數인 경우의 1/2이 된다. 즉, 같은 기동빈도라 하면 허용  $GD^2$ 는 2배가 된다.

### (3) 改造가 간단

既設설비를 에너지 節減을 위해 極數變換電動機로 바꿀 수 있으면 (1)항에서 기술한 바와 같이 制御回路의 으로도 간단하게 개조가 끝난다.

한편, 電動機本體로 보더라도 電動機의 틀이

## 一般火災事故事例

### ● 튀김요리 화재 A

튀김요리를 준비하다가, 또는 한참 튀김요리를 진행하다가 냄비 안의 기름에 불이 붙으면 누구나 당황한다.

그러나 불이 붙은 즉시는 겁먹지 말고 침착하게 대처하면 불은 누구나 쉽게 끌 수 있다. 이때 불붙은 기름에 반사적으로 물을 끼얹으면 불꽃이 1~1.5미터나 위로 치솟아 더 위험하다. 이런 때에는 먼저 가스 원선을 잠그고 냄비뚜껑으로 기름냄비를 덮어 질식시키거나 상추나 배추, 죽값, 콩나물 등 채소를 듬뿍 냄비 속에 한꺼번에 넣어 버리면 대개 불이 꺼진다.

### ● 튀김요리 화재 B

튀김요리를 하려고 기름냄비를 가스렌지 위에 올려 놓고 있는데, 전화벨이 울려 전화를 받거나 또는 현관에 손님이 찾아와 대문을 열어주려고 나간 사이 튀김요리 하려던 기름냄비에 불이 붙는 일이 종종 일어난다.

원래 튀김요리의 적당온도는 식용유 500cc 정도의 기름이 섭씨 180도 정도면 되는데, 4~5분이면 이런 온도가 된다. 그런데 이때 10~15분 정도 불에 올려놓고 방임하면 틀림없이 기름에 불이 붙게 되어 있어 매우 위험하다는 것을 항상 명심해 두어야 한다.

커지지만 현재의 부하율이나 소요 토크 특성을 확인하고 또 捲線의 絶緣階級을 올리는 등의 방법으로 틀을 크게하지 않아도 되기도 한다.

또, 極數變換電動機는 主回路配線의 추가를 필요로 하기 때문에 루트의 조건에 따라서는 공사가 큰 비중을 점하는 일도 있으므로 잘 검토하여야 한다.

(4) 電源에 미치는 영향이 없다.

다이리스터를 사용한 可變速制御裝置中에는 저속시에 力率이 나빠지는 것이 있고 또 高調波電流에 의하여 電源에 영향을 미치는 일도 있으므로 채택하는데 있어서는 충분한 검토가 필요하나 極數變換電動機의 경우는 이러한 우려가 전혀 없다.

다. 에너지 節減計算의 例

그림 4와 같은 블로어 제어방식의 예에 대하여 各風量에 대한 消費電力을 정리한 것이 표 2이다.

조건 75kW - 400V - 50Hz

100% 부하시의 電動機效率 92%

또한 그림 4의 경향은 75kW 전후의 용량에서 는 개략 土 數 %의 차가 있으나 대충의 목표로서 사용 가능할 것이다.

(1) 計算例

軸出力 : 75kW - 4p (100% 風量時)

電動機效率 : 92% (上同)

負荷特性 : 그림 4의 경우

年間運轉時間 : 8,000時間

內譯  $\begin{pmatrix} 90\% \text{ 回轉數} & 40\% \\ 50\% \text{ 回轉數} & 20\% \\ 33\% \text{ 回轉數} & 40\% \end{pmatrix}$

(가) 吐出力 變壓 제어만의 kWh ( $W_D$ )

$$75kW \times \frac{1}{0.92} (0.28 \times 0.4 + 0.83 \times 0.2 + 0.7 \times$$

$$0.4) \times 8,000 (h) = 547 \times 10^3 [kWh]$$

(나) 4/6p+吐出 變壓 제어의 kWh ( $W_P$ )

(표 2) 블로어의 風量制御方式과 消費電力比 (75kW - 400V의 例)

風量 (%)	吐出 變壓 제어에 한함	極數變換+ 吐出 變壓 제어		入口 變壓 제어에 한함	極數變換+ 入口 變壓 제어		周波數制御의 경우 (GTO)
		6/8p	4/6p		6/8p	4/6p	
100	1	6p 1	4p 1	1	6p 1	4p 1	1.05
90	0.98	0.98	0.98	0.91	0.91	0.91	0.82
80	0.95	0.95	0.95	0.82	0.82	0.82	0.61
75	0.93	8p 0.52	0.93	0.79	8p 0.52	0.79	0.53
70	0.91	0.52	0.91	0.76	0.47	0.76	0.45
67	0.9	0.51	6p 0.41	0.74	0.44	6p 0.41	0.41
50	0.83	0.45	0.37	0.65	0.31	0.26	0.23
33	0.7	0.39	0.31	0.58	0.21	0.14	0.12

$$75kW \times \frac{1}{0.92} (0.98 \times 0.4 + 0.37 \times 0.2 + 0.31$$

$$\times 0.4) \times 8,000 (h) = 385 \times 10^3 [kWh]$$

저속운전하는 시간이 긴 설비에서는 에너지 절감효과가 커서 설비의 회수기간에 빨라진다.

(2) 運轉 패턴과 에너지 節減

그림 4 및 표 2를 예로 들은 대표적인 운전 패턴에 대하여 에너지 節減效果 例를 그림 5에 든다.

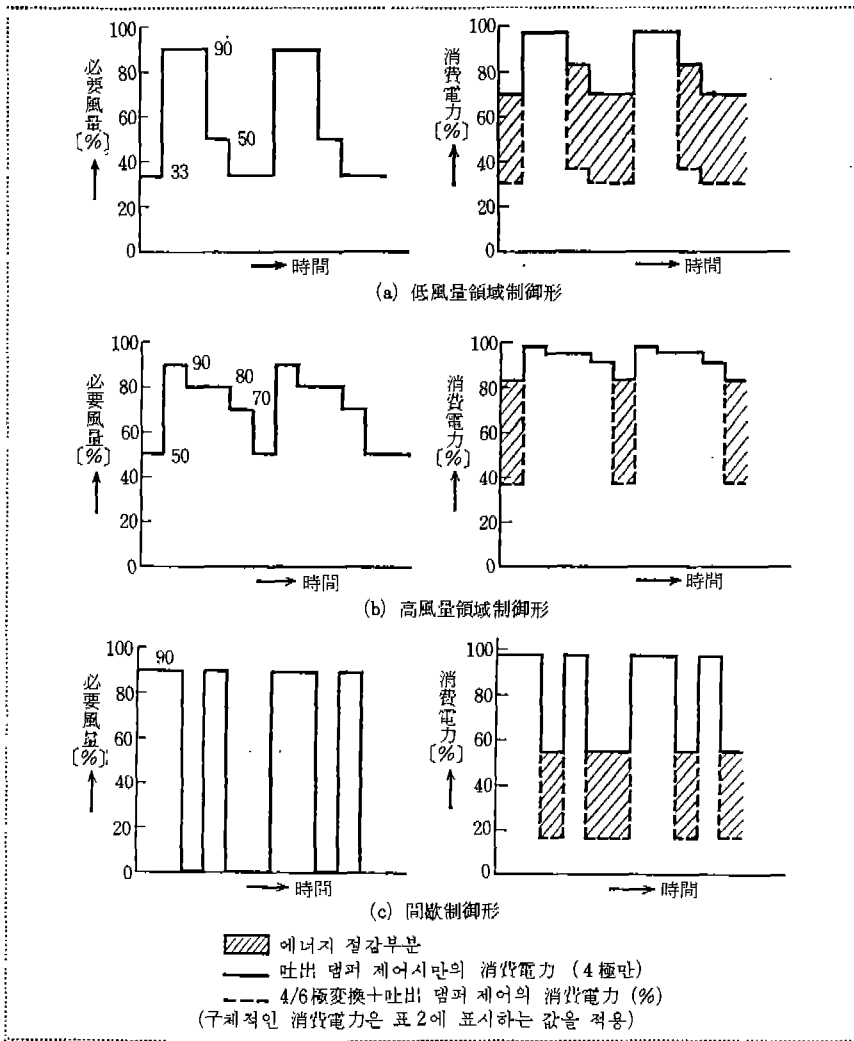
특히 그림 4에 표시하는 入口 變壓 제어 방식에 極數變換電動機를 채용한 경우에는 低風量 영역에서는 回轉數制御에 필적할 정도의 효과가 있다.

4. 極數變換時的 주의사항

極數變換電動機를 사용하는데 있어서는 특히 다음 두가지를 주의하여야 한다.

가. 負荷特性 확인

팬이나 브로어와 같이 實揚程을 무시할 수 있을 때는  $P \propto Q^3$ 의 관계식이 성립되므로 極數變換電動機의 적용이 비교적 문제가 없지만 펌프



〈그림 5〉 極數變換電動機와 댐퍼 제어의 組合에 의한 에너지 절감

와 같은 實揚程이 있을 때는  $Q \propto P^3 \propto N^3$ 의 관계가 상당히 복잡하게 되므로 負荷特性을 충분히 검토하여 사용할 필요가 있다. 그러나 밸브 제어시의 軸動力에 비하면 實揚程이 높을 때도 상당한 에너지 절감이 기대된다.

#### 나. 變換時的 問題點

(1) 殘留電壓에 대하여 : 일반적으로 電動機 운전중에 電源을 끄면 흐르고 있는 二次電流는 어느 時 定數로 감쇠한다. 이 사이 電動機는 타성 회전을 하고 있으므로 一次捲線에는 二次電流의

磁束으로 電壓을 誘起하고 있다.

이 殘留電壓의 영향으로 一次捲線에 並列로 접속되어 있는 力率改善用 콘덴서의 自勵現象이나 電動 브레이크의 不動作 등이 있는 것은 아는 바와 같다.

誘起電壓의 位相은 회전수가 변하기 때문에 시간과 함께 변화하고 再投入시의 印加電壓과의 位相差에 따라서는 起動電流 보다도 큰 突入電流가 흘러 電源에 대한 영향이나 電動機 자체의 강도 등에 문제가 생긴다.

殘留電壓의 減衰時 定數  $Te[s]$ 는



$$T_e = \frac{x_m + x_2}{2\pi f r_2} \approx \frac{x_m}{2\pi f r_2}$$

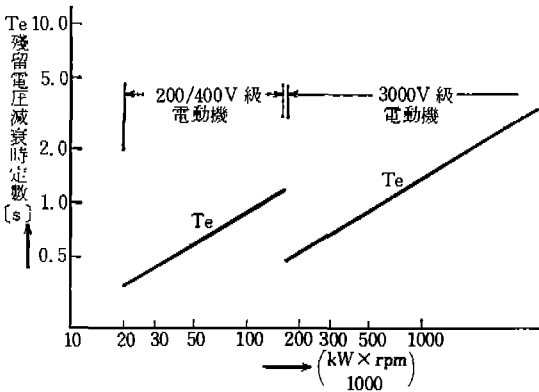
단,  $x_m$  : 勵磁 리액턴스  
 $x_2$  : 二次 누설 리액턴스  
 $r_2$  : 二次 抵抗

으로 구하여진다. 그림 6에 개략치를 표시하는데 특히 極數變換電動機의 變換에 있어서는 그 시간에 충분히 배려할 필요가 있다.

(2) 高速 ↔ 低速의 變換: 前項에서 기술한 殘留電壓의 位相差가 문제가 안되는 점에서의 變換을 하려면 약 0.1s이하에서 극수의 變換을 할 필요가 있는데, 시퀀스의 0.1s 이내에서 變換을 완료하기는 매우 어려운 일이다.

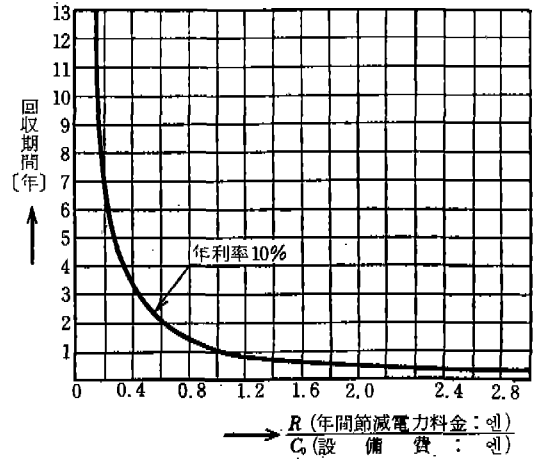
오히려 殘留電壓이 충분히 감쇠한 시점에서 變換을 권장한다. 이때에는 極數變換時의 突入電流가 비교적 작게 억제되므로 電源에 대한 영향이나 電動機本體의 강도 등에도 좋은 영향을 준다.

그러나 變換時間을 길게 잡으면 회전수가 떨어지기 때문에 과도적으로 加減速이 급해져 壓力이나 流量이 크게 변동할 때도 있으며, 밸브나 펌퍼 등의 동작속도도 포함하여 충분히 검토



- (註) (1) 全閉外扇形의 경우는 本圖의 約1.6배를 기준으로 할 것.  
 (2) 本圖는 參考値이고, 150%程度의 誤差가 있다. 적용하는 때는 충분히 확인할 것.  
 (3) 60Hz時는 本圖의 約 1.1배가 된다.  
 (4) 極數가 많을 때는  $T_e$ 가 작아진다.

〈그림 6〉 殘留電壓의 減衰時定數(參考)  
 (防滴保護形籠形電動機: 50Hz의 例)



〈그림 7〉 設備費回收期間 早見圖(金利 10%)

할 필요가 있다.

## 5. 設備費 回收期間을 구하는 법

설비비를  $C_0$ , 年間の 節減電力料金を  $R$ , 設備費의 利率을  $i(\%)$ 라 하였을 때 설비의 回收期間  $N$ (年)은

$$N = \frac{\log\left(\frac{R}{R - iC_0}\right)}{\log(1 + i)}$$

로 산출된다.

참고로  $i = 10\%$ 로 하였을 때의  $R/C_0$ 에서  $N$ 을 구하는 早見圖를 그림 7에 표시한다.

☆ ☆ ☆

石油가 계속 국제적인 戰略物資의 性格을 더 하고 있는 동시에 石油=에너지가 계속 오르고 있는데, 총발전량의 많은 부분이 電動機 구동용으로 소비되고 있는 것을 생각하면 電動機의 에너지 節減運轉은 중요한 과제일 것이다.

특히 간단하고 값싼데다 적용방식에 있어 다른 可變速裝置에 필적하는 極數變換電動機는 다시 한번 既設備도 포함하여 재검토할 필요가 있다고 본다.

(다음號에 계속)