

건축물의 동력설비에 관한 에너지절감 방안

이 상 호

본협회설비분과위원
한일전기설비연구소 대표

현대 건축물은 점차 대형화 됨에 따라 건축물에 소요되는 전력 소비량도 날로 증대되고 있다. 특히 우리나라의 경우는 에너지 자원이 극히 빈약하므로 에너지 소비절약에 관한 문제는 심각하게 다루어져야 할 것이다.

건축물에서 에너지 소비율은 30% 이상 찾아하고 있으므로 건축사나 이에 관련된 기술인들은 긴박한 상태를 하루라도 빨리 해결하여야 할 당면과제라 하겠다. 건축물에서 소요되는 에너지는 주로 냉난방, 급수설비, 운송설비, 조명 및 기타 소전력등에 사용되며 특히 이중에서 동력설비에 해당되는 에너지는 70% 이상 찾아하고 있다. 그러므로 이동력 계통에서 소비절약 방안을 검토해 보자.

동력설비란 전동기를 사용하여 냉방, 난방, 환기 및 급수설비 등에 적용되며 모두가 전동기 속도와 Torque에 관계되어 流量及 風량을供給하게 된다. 이런 流量과 風량이 必要 이상으로供給되는 경우와 電動機 容量의 過多算定으로 인해 에너지 소비 원인을 초래하고 있다. 이것을 조절하기 위해 최근에 개발한 방식이 V.V.V.F라 칭하고 있다.

그럼 V.V.V.F System에 관한 원리 적용범위 에너지절감 및 경제적인 측면에 대해 알아보면

V.V.V.F란 Variable Voltage, Variable Frequency의 약자이며 전압과 주파수를 일정한 비율로 변화시켜 전동기의 속도와 Torque를 제어하는 방식으로 일종의 可變速方式이며 일반적으로 사용되는 농형 유도전동기에 사용되고 있다. 이것을 흔히 인버터(Inverter)라 칭한다.

전동기의 速度制御 方法에 關係 알아 보면

$$N = \frac{120f}{P} \times (1-S)$$

N : 전동기 회전수 f : 주파수 P : 극수 S : Slip 이므로 다음과 같이 비교 검토해 본다.

(1) 극수변환 방법(Pole)

: 極數를 變化시켜 速度를 Control 하는 방식. (일반적으로 사용되는 전동기 극수는 4극, 6극, 8극 등이다.)

(2) Slip를 변화시키는 방법

: P.S Motor라 칭하며 1次電壓을 Control 하는 방식으로 적은 용량의 전동기에 주로 적용된다.

(3) 주파수를 변화시키는 방법(V.V.V.F)

: 전압과 주파수를 일정한 비율로 변화시켜 Control 하는 방식이다.

위의 (1), (2)는 전동기의 구조상의 문제와 전동기의 용량에 규제를 받고 連速 可變制御가 不可能하므로 使用범위가 적어 연속 가변제어가 가능한 주파수 변환장치가 主流를 이루게 되고 있다.

○주파수 제어장치의 구성원리

이런 구성의 원리로 주파수와 전압이 변화된 출력이 전동기에 입력되어 요구되는 속도를 얻을 수 있다.

○전동기를 속도제어를 하였을때 어느 정도의 전력소비를 절감할 수 있는가?

건축물에서 주로 사용되는 부하 종류는 Pump, Blower 및 Fan 등이며 이런 부하는 回轉數가 낮아지면 구중 Torque는 적어지는 負荷로써 負荷의 Torque

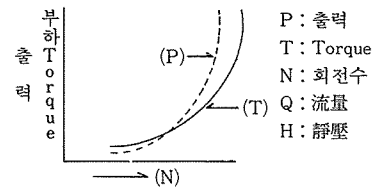


그림 2. 2승저감 Torque 特性

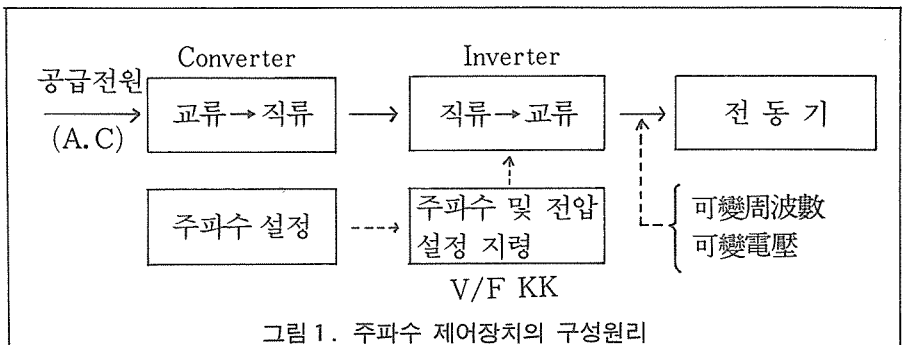


그림 1. 주파수 제어장치의 구성원리

특성이 회전수의 2승에 비례하고 전력은 회수의 3승에 비례한다. 이것을 2승저감 Torque 특성이라 칭한다.

$T \propto N^2$, $P \propto N^3$, $Q \propto N$, $H \propto N^2$ 유량은 속도에 비례하므로 유량을 70% 조절 하였을 때 소요동력을 비교하면

운 전 방 식	소 요 동 력
일정속도 운전시(ON,OFF) (종례 사용방식)	$P_1 = 0.7 P_0$
V.V.V.F 사용 운전시	$P_2 = (0.7)^3 P_0$

P_0 : 전동기출력

P_1, P_2 : 소요동력(입력)

$$P_1 - P_2 = (0.7 - 0.7^3) \times P_0 = 0.357 P_0$$

약 35.7%의 에너지절감 효과를 얻을 수 있다.

○ 제어방식에서 종례는 Vave나 Damper에 의해서 어느정도의 에너지절감 효과를 얻을 수 있으나 근례는 V.V.V.F 방식을 채택하여 보다 큰 에너지절감 효과를 얻고 있다. 한가지 더 예를 들어 보면,

○ 유량 및 풍량을 평균 60% 필요시 비교하면

○ Damper의 Valve Control :

$$P_1 = P_0 \times (0.4 + 0.6 \times 0.6) = 0.76 P_0$$

○ V.V.V.F Control

$$P_2 = P_0 \times (0.6)^3 = 0.216 P_0$$

$$P_1 - P_2 = (0.76 - 0.216) P_0 = 0.544 P_0$$

그러므로 56.4%의 에너지절감 효과를 얻을 수 있다. 이렇게 속도제어로 인한 에너지 절감을 할 수 있으나 사전에 검토되어야 할 사항은 가장 경제적인 방안을 선정해야 할 것이다.

C : 초기 투자비

K : 연간 절감전력비

α : 연간 이자율

t : 투자비 회수년

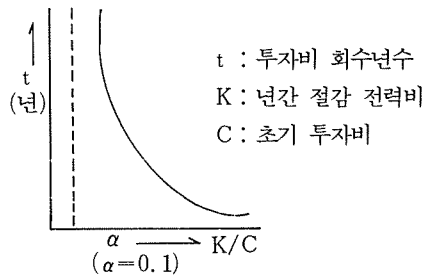
(t)년에 투자비를 회수된다고 할때 복리계산을 적용하면,

$$C(1 + \alpha)^t \leq K \{ (1 + \alpha)^{t-1} + (1 + \alpha)^{t-2} + \dots + (1 + \alpha) + 1 \}$$

이므로, t에 관해 정리하면

$$t \geq \frac{1}{\log(1 + \alpha)} \times \log \frac{K/C}{K/C - \alpha}$$

이다.



K/C	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
t(년)	∞	11.5	7.3	5.4	4.3	3.5	3.0

○ 다음 V.V.V.F의 응용방법에 관해 몇가지 예를 들어보면,

건축물에서 기계설비 부분의 자동제어 범위는 주로 온도 및 풍량제어의 2가지 기능으로 시설되며 온도나 풍량 및 유량의 감지기(Sensor)의 설정치에 의해 유량과 풍량을 자동으로 제어하는 방식이 채택되고 있다.

○ 지금까지 V.V.V.F에 관해 여러가지로 고찰하였다. 그러나 기계 설비의 Control System의 계획에서 기본적인 사항을 사전 검토하여야 할 것이다.

- (1) 전동기의 특성
농형 및 권선형 전동기
- (2) 부하의 특성
기능, 정지, 회전방향, 운전현황, GD² 속도제어 확인
- (3) 전원특성
- (4) 조작상의 요구
운전의 편리(복잡성 회피)
- (5) 경제성

무의미한 운전방식, 제어장치의 복잡성, 사용부품의 결핍, 장치의 신뢰성, 활용범위선정, 기계와 전기의 신뢰도, 경제적 견지 고려

끝으로 현대 건축물의 기계 전기설비 부분의 자동제어 계통은 에너지절감 방안과 유지 관리면에서 큰 역할을 할 수 있는 요소가 되므로 충분히 연구검토하여 보다 중요시 다루어져야 할 것이다.

