

전동력설비의 효율화 운용방안 및 운전개선 사례

김기욱, 김지경, 정연해, 남기범, 신만석, 이기철<한국전력기술인협회>

1. 머리말

우리나라 전체 소비전력의 70(%) 이상이 동력용으로 소비되고 있으며, 대부분의 동력용 전력은 전동기류를 통하여 소비되고 있다. 전동기류는 산업 부문에서 중요한 역할을 할 뿐만 아니라 기타 가정 및 상업 부문 등에서도 냉장고, 세탁기, 환풍기, 난방용 보일러의 버너, 순환펌프, 급수펌프 및 소방용 펌프 등의 중요한 설비기로 사용되고 있다.

이러한 전동기류는 여러 가지 종류가 제작되고 있으며, 용량도 1마력의 소형에서부터 수백 마력 이상의 대형까지 광범위하게 적용되고 있고, 사용 목적도 다양하다. 그리고, 전동기 효율도 소형 환풍기 종류의 10~20(%)의 낮은 효율에서부터 대형 전동기의 90(%) 이상의 높은 효율까지 운전되기도 하나 어느 경우든 적정량의 전력손실(전동기의 손실, 동력 전달의 손실, 과잉한 일로 인한 손실, 제어에 따른 손실 등)을 초래하고 있다. 이러한 손실을 전체적으로 환산할 경우 상당량의 고급 에너지인 전력의 낭비를 가져오는 요인이 된다.

본고에서는 전동기 및 전동력설비에서의 효율화 운용방안에 대해서 기술하고, 대표적인 합리화 운용 사례를 소개하고자 한다.

2. 전동기의 효율화 운용 방안

1) 전동기의 효율적인 운전관리

우리나라의 총 소비전력의 약 70(%) 정도가 전동력설비를 통하여 소비되고 있으므로 전동기 및 전동력설비의 에너지 절약은 곧 전력소비 분야에서의 에너지절약이라고 할 수 있다. 이러한 전동기 및 전동력설비의 전기에너지 절약을 위한 대표적인 방안은 다음과 같다.

가) 정격전압 유지

전동기의 단자전압이 저하하거나 상승하여 정격치를 유지하지 않을 시에는 토크 및 전부하 효율이 감소하므로 원인을 분석한 후 변압기의 탭조정이나 역률 향상 등을 도모하여 정격전압이 유지되도록 하여야 할 것이다.

나) 경부하 운전 지양

유도전동기는 80~100(%) 부하에서 효율이 최대가 됨으로 상시 저부하 운전인 경우 적정 용량의 고효율전동기로 교체가 요구된다.

다) 공운전 방지

전동기는 반드시 부하와 연결되어 있으므로 공운전으로 소비되는 전력은 전동기 단독운전의 경우보다 2~3배 더 전력을 소비한다. 불필요시에는 전동기를 반드시 정지시키도록 한다.

라) 전압의 불평형 방지

변압기의 결선방식중 Δ -Y 결선방식으로 동력과 조명용을 동시에 공급할 경우 전압불평형을 초래하

표 1. 표준 전동기와 고효율 전동기의 효과 비교

용량	항목	효 율[%]		년간 절감량 [kWh]	절감액 [천원]	투자비 [천원]	투자비 회수기간 [년]
		표준형	고효율				
2.2 kW		81.0	87.5	600	51	120	2.4
3.7 kW		83.0	87.5	670	57	144	2.6
5.5 kW		85.0	89.5	1,040	88	225	2.6
7.5 kW		86.0	89.5	1,103	94	263	2.8
11 kW		87.0	91.0	1,848	157	366	2.4
15 kW		88.0	91.0	1,890	160	485	3.1
19 kW		88.5	91.7	2,554	217	698	3.2
22 kW		89.0	91.9	2,680	228	751	3.3

주 : 전동기 가동시간(평균) - 4,200 시간/년
전력단가(평균) - 85 원/kWh

여 출력 및 회전수의 저하, 전동기 효율저하, 전동기의 맥동 토크 발생 등을 유발시킬 수 있으므로 주의가 요구된다.

2) 에너지절약형 고효율전동기의 채택

고효율전동기는 고급 자재 사용 및 손실 방지 설계 등으로 표준 전동기보다 4~7[%] 정도 효율이 향상되도록 하였고, 신뢰성있으며, 수명이 길고 소음이 적다. 표 1은 표준 전동기와 고효율 전동기의 효과를 비교한 것이다.

3) 최적운전에 의한 운전효율 향상

현장에 설치되어 있는 대부분의 전동기설비들은 기계적·전기적특성을 감안하여 다소 과용량으로 설계되어 있으며, 적정 용량이라고 하더라도 많은 시간을 경부하상태에서 운전하게 됨으로 많은 양의 전력을 불필요하게 낭비하고 있다.

특히, 전동기설비의 운전 패턴이 시간에 따라 많이 변하는 경우에는 경부하 조건에 따라 전동기의 대수를 제어하거나 또는 전동기의 회전속도를 제어하는 등 적정 제어방식을 채택할 경우에는 전동기설비에 의한 전력소비를 크게 줄일 수 있다.

가) 직류전동기의 속도제어

직류전동기는 속도제어를 저항제어와 같은 간단한 방식으로 할 수 있는 장점을 갖고 있기 때문에 전철용 구동전동기 등 속도변화가 잦은 경우에 많이 사용되고 있다.

이러한 직류전동기의 회전속도 제어방식으로는 여러종류가 있으나 삽입저항에 의한 손실이 많기 때문에 Ward-Leonard, Thyristor-Leonard, Chopper 방식이 가장 많이 사용되고 있다. 이중에서 Ward-Leonard 제어방식은 반도체 기술이 발전하기 전에 대표적으로 사용되던 방식으로 속도변동률이 적고, 효율이 비교적 좋으나 유도전동기, 직류발전기 등의 부대설비가 필요하여 이에 따른 손실이 있으며, 초기 설비비용이 많이 소요된다.

Thyristor-Leonard 방식은 Ward-Leonard 방식과 동일 개념이나 별도의 직류전원이 없이 반도체 소자를 사용하여 전동기에 전압을 공급하는 제어방식으로서 효율면에서 Ward-Leonard 방식보다 우수하다. 근래에는 전력용 소자를 이용하여 적정 간격으로 단속된(Chopping) Thyristor의 직류 출력전압을 전동기에 인가하여 회전속도를 제어함으로써 에너지절약 효과를 더욱 높이는 제어방식이 이용되고 있다.

나) 교류전동기의 속도제어

표 2. 유도전동기의 회전속도 제어방식

농형 유도전동기	1차 전압제어	비가역
		가역
	1차 주파수제어	타려식 사이클로 컨버터
		자려식 사이클로 컨버터
		전압형 인버터
	전류형 인버터	
권선형 유도전동기	1차 전압제어	비가역
		가역
	2차 전압제어	저항제어
		셀비우스
		크뢰머

현재 국내 산업체에서 사용하는 전동기설비의 대부분이 유도전동기에 의하여 구동되고 있으므로 전동기설비의 에너지절약 측면에서의 유도전동기의 회전속도제어는 대단히 중요한 문제이다. 이와같은 유도전동기의 대표적인 회전속도 제어방식은 표 2와 같다.

4) 전동기 질전 제어장치

가) 인버터(VVVF)

전력전자 기술에 의한 1차 주파수제어 회전속도 제어방식은 전동기에 인가되는 전압과 주파수를 연속적으로 변화시켜 회전수를 제어하는 방식으로서 실제로는 전압과 주파수비를 일정하게 되도록 조정하기 때문에 가변전압 가변주파수(VVVF : Variable Voltage Variable Frequency) 방식으로 불리운다.

이러한 VVVF 방식에 의한 회전속도제어는 기존 전동기의 전원공급계통과 전동기 사이에 인버터를 포함한 제어장치를 직접 연결하여 사용할 수 있는 장점을 가지고 있기 때문에 대상에 따라 많은 양의 전기에너지를 손쉽게 절약할 수 있을 뿐만 아니라 생산성 향상을 도모할 수 있다.

(1) 인버터의 제어방식

인버터는 교류전원을 직류전원으로 바꾸어주는 컨

버터(Converter)와 다시 직류를 교류로 바꾸어주는 인버터(Inverter)로 구성되며, 유도전동기를 가변속 구동하는 경우, 전동기의 특성에 따라 변하는 전압 및 전류, 주파수 등을 적절하게 제어하는 것이 필요하다.

인버터는 이 제어기능을 가지고 있지만, 어떤 제어방식을 적용하고 있는냐에 따라 목표로 하는 가변속 성능이다. 이것에 따라 특성 및 용도 등이 달라지게 된다.

제어방식을 크게 구분하며, 개루프제어와 전동기 속도를 피드백하는 폐루프제어로 나눌 수 있다. 개루프제어로서는 V/F 제어, 폐루프제어에는 미끄럼 주파수제어, 벡터제어의 각 방식이 있다.

따라서, 전동기의 가변속제어 성능면에서는 후자일수록 우수하고, 특히 벡터제어는 직류기의 전기자 전류제어와 유사한 구동특성을 실현할 수 있다. 그러나, 동시에 제어내용이 복잡화함으로써 설정하는데 전문지식이 필요하고, 조정요소의 증가 등을 수반하게 되어 장치의 가격도 올라가기 때문에 전용기로서의 성격이 강해진다.

(2) 전동기 부하토크 특성

전동기 부하는 속도 토크특성에 따라 정토크부하, 저감토크부하, 정출력부하로 구분된다.

정토크부하는 속도의 증감에 따라 관계없이 토크

는 일정하고, 출력은 속도의 변화에 비례하는 부하이다($P \propto NT \propto N$). 즉 이러한 부하로는 마찰부하, 중력부하 등이 있는데, 대표적인 용도로서는 권상기, 엘리베이터, 호이스트, 크레인, 압연기, 콘베이어 등이 있다.

저감토크부하는 속도의 2승에 비례하여 토크가 변화하고, 출력은 속도의 3승에 비례하는 부하이다($P \propto NT \propto N^3$). 이는 유체부하가 그 대표적인 예로서 송풍기, 펌프, 컴프레서 등이 있다.

그리고, 정출력부하는 토크가 속도에 거의 반비례하기 때문에 속도에 관계없이 출력은 일정한 부하이다. 이러한 부하는 권취기, 절삭공구, Spindle 등이 있다.

가변속장치의 응용은 어떤 부하에도 가능하나 동력 절감과 관련하여 변동폭이 심한 부하, 공정설비의 증설에 대처하기 위하여 여유율을 크게 갖고 있는 경우나 과대 설계된 경우 또는 계절적 변화에 따른 운전조건의 변경이 요구되는 공정에 적합하며,

부하변동량을 갖는 저감토크부하에서는 월등히 절감폭이 커지며, 고효율 운전이 가능하다.

(3) 에너지절약에 사용되는 인버터의 적용 예
인버터의 가장 대표적인 적용 예로서, 동력의 70 [%] 이상을 담당하는 이른바 펌프 및 팬, 블로어 등 송풍기, 컴프레서를 통칭하는 저감토크부하의 회전속도 제어를 중심으로 인버터에 의한 각종 기계의 에너지절약을 목적으로 한 가변속 제어가 폭넓은 분야에서 적용되고 있다.

(4) 에너지절감 원리

펌프나 송풍기의 큰 특징은 일반적으로 부하토크가 회전속도의 제곱에 비례하고, 축동력이 회전속도의 세제곱에 비례하는 것이다. 그 때문에 종래에 전동기를 일정속도로 운전해 두고, 댐퍼나 밸브를 풍수량을 제어하던 것을 필요한 풍수량에 따라 전동기의 회전속도를 제어함으로써 그림 1과 같이 큰 전력 절감의 효과를 볼 수 있다.

나) VVCF

(1) 원리 및 구조

보통 일반 유도전동기의 효율은 전부하 상태의 공칭효율을 말한다. 그러나, 부하가 감소하게 되면 효율은 낮아지게 된다. 일반적으로 유도전동기의 최대 효율은 약 80~90 [%]의 부하에서 최대의 효율을 갖도록 설계된다. 참고로 그림 2는 부하율에 따른 유도전동기 효율의 전형적인 패턴을 나타낸 것이다.

그러나, 문제는 모든 유도전동기가 항상 높은 부하율에서 운전되는 것이 아니라는 점이다. 예를 들

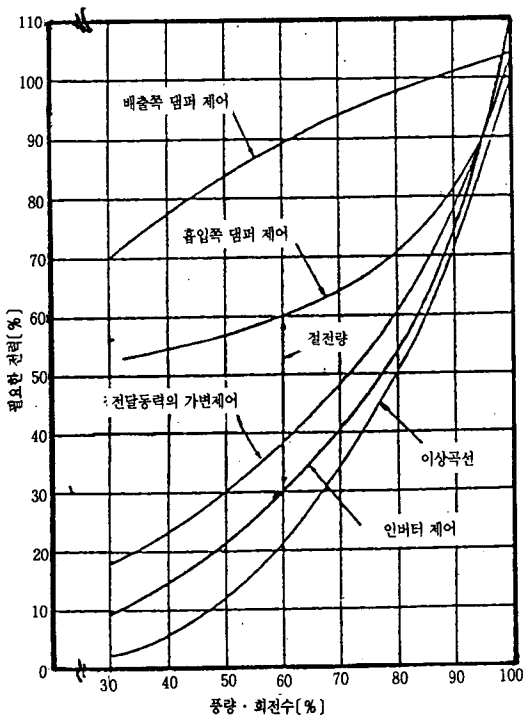


그림 1. 블로어의 운전특성(풍량, 회전속도 - 소요동력 특성)

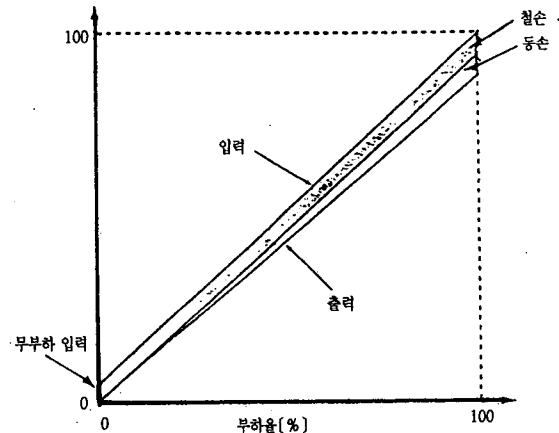


그림 2. 유도전동기 출력에 대한 입력의 변화

면, 콘베이어나 엘리베이터에서도 이송물체가 있는 경우와 없는 경우에 따라 효율이 다르며, 이송물체가 없는 경우는 실제 부하율이 0이 되나 전동기의 구동을 하는 최소한의 부하는 존재하고, 이는 효율을 크게 떨어뜨리게 되어 유도전동기의 손실이 발생한다. 또한 전동기 선정시 전동기 요구 부하, 즉 블로어나 펌프가 요구하는 용량이 100마력이라면 펌프의 사양은 여유율 10~15[%] 정도를 고려하여 110~115마력에서 선정된다.

따라서, 이 정도의 부하를 구동하기 위한 전동기는 다시 여유율을 고려하여 120~130마력 가량의 전동기를 선정하게 된다. 이는 대체로 합리적인 절차라 할 수 있으나, 그 결과 전동기의 안정성은 보장되는 반면 요구부하의 부하율이 비교적 높은 때에도 전동기 입장에서는 부하율이 상대적으로 낮아지게 된다. 예를 들면, 앞에서 소개한 부하율이 90[%] 수준인 90마력이면 최종 전동기의 부하율은 최대 효율 운전지점인 80~90[%]선을 벗어나게 된다.

유도전동기의 손실은 출력에 비례하는 동손과 출력과 관계없는 철손으로 구분된다. 전동기의 효율은 이 동손과 철손이 일치될 때 가장 높은 값을 가지게 되며, 대부분의 전동기가 이 전부하상태 부근에서 이 조건을 만족한다. 동손은 전동기에 흘러들어가는 전류에 관계되므로 경부하시에 작아지게 되고, 이에 반하여 철손은 부하에 관계없이 인가되는 전압에 관계가 있게 된다. 보통 유도전동기는 항상 일정한 전압으로 운전되므로 이 철손도 일정한 값이 되며, 그림 2는 이 관계를 나타낸 것이다.

따라서, 경부하상태에서는 동손이 줄어들고, 철손은 일정하므로 효율이 극히 나빠지게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 VVCF는 경부하시 전압을 감소시켜 철손을 줄이고, 동손을 일치시킴으로써 효율을 극대화시키고 전압을 낮춤으로써 입력전력도 감소하는 효과를 가지게 된다.

VVCF는 싸이리스터로 구성되어 제어회로에서 주어지는 신호에 따라 주기적으로 ON/OFF하여 전동기에 인가되는 전압을 조절하는 기능을 한다. 즉 전원전압의 일부를 잘라냄으로써 전동기 인가전압의 실효치를 줄여주게 된다. 이때 전동기 입력단자간에

걸리는 전압(선간전압)과 전동기로 유입되는 전류(선전류)의 파형은 그림 3과 같다.

그림 4는 전류파형과 전원의 상전압 파형을 함께 나타낸 것이다. 여기서, α 는 점호각이라하여 전원전압이 영점을 지나는 위치를 기준으로하여 전류가 흐르기 시작하는 위치를 말한다. 전동기 절전기는 이 점호각을 제어함으로써, 즉 싸이리스터를 ON 시켜주는 시점을 제어함으로써 전동기에 인가되는 전압을 주게 된다.

(2) VVCF 적용가능 전동기

VVCF의 적용 효과가 큰 전동기는 다음과 같다.

- ① 전체 평균 운전부하율이 50[%] 이하인 전동기
- ② 무부하상태 운전이 많거나 Loading과 Unloading이 빈번한 전동기
- ③ 실제 부하에 비해 전동기 용량이 과설계되어 부하율이 낮은 전동기

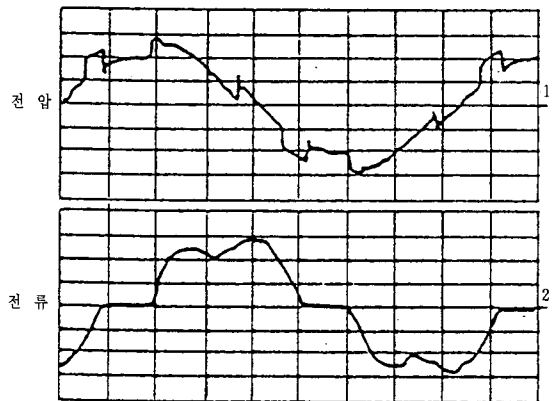


그림 3. 전동기 유입 전압 - 전류 파형

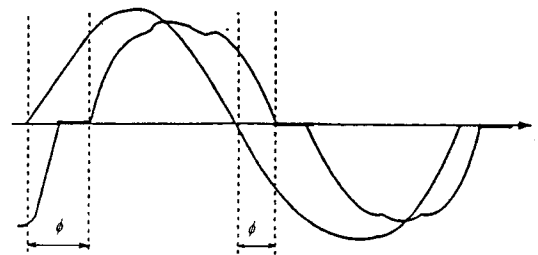


그림 4. 전원전압과 전류파형

④ 운전중 속도제어가 불필요하지만, 기동때에는 유연기동(Soft Start)이 필요한 전동기

⑤ 기동정지 횟수가 많은 전동기

(3) 설치 효과

① 에너지의 절감효과에서는 전동기와 기계의 종류 및 부하율에 따라 5~30[%]의 절전효과를 나타내게 된다.

② 전류 불균형의 개선을 들 수 있는데, 3상 전동기의 각 상전류를 동일하게 조정하여 전동기의 진동 및 소음을 방지함은 물론 전동기의 발열을 감소시킴으로써 전동기의 수명 연장이 가능하다.

③ 전동기의 작업 공정에 필요한 전력만 사용하므로 선로계통의 전압강하를 방지하게 된다.

④ 또한, 부하변동에 따라 각각 최고의 역률로 운전하므로 전동기의 진상콘덴서 설치 비용을 절감할 수 있다.

⑤ 부수적인 효과로 전동기의 온도를 낮추므로 여름철 냉방부하시 실내온도의 상승을 방지할 수 있다.

3. 전동력 응용설비의 효율화 운용방안

1) 펌프

펌프는 산업체 및 빌딩에서 냉방설비와 용수 공급 등에서 활용하고 있는 전력다소비 설비이다. 펌프의 종류는 다양하므로 용도에 적합하게 선정되어야 하며, 대부분이 펌프가 과용량으로 선정되어 설계치보다 낮은 상태에서 운전되고 있다. 따라서, 정격 성능곡선 범위를 벗어나 운전되므로 효율이 낮아져 전력 소비가 많다. 펌프의 효율 개선방안은 고효율 펌프로의 교체, 저층 건물에서의 상수도 직수압 이용, 가변 유량제어를 하는 인버터방식의 도입 등을 들 수 있다.

가) 고효율 펌프로 교체

급수펌프를 비롯하여 냉각수 및 냉온수 순환펌프, 보일러 급수펌프 등이 과용량으로 설치되어 있거나 노후되어 효율이 25~45[%] 범위내에서 운전될 경우 이를 고효율기기(60~80[%])로 교체시 얻을 수 있는 절감전력은 20[%] 이상 가능하며, 절감량 산

정식은 다음과 같다.

$$Q = (F_1 - F_2) \times \text{소요동력} [kW] \times \text{사용시간} [H]$$

여기서, F_1 : 고효율 펌프 효율

F_2 : 노후된 펌프 효율

나) 직수압 이용

급수방식은 수도직결식, 고기수조식, 압력수조식 등이 있으며, 저층의 경우 수도압력이 충분한 경우에는 고기수조를 사용하지 않고 상수도 직수압으로 활용한다.

다) 펌프 운전의 합리화

펌프의 회전수 제어를 이용하는 방식으로 빌딩의 냉난방 부하상태에 따라 유량과 양정이 변화가 요구될 때 또는 과용량으로 설치되었을 경우에는 가변속 제어(VVVF 제어)를 실시하여 전력을 절감할 수 있다. 다만, 주의할 점은 양정이 속도의 제에에 역비례하여 감소된다는 것을 고려하여야 한다.

2) 송풍기

송풍기는 산업체 및 빌딩에서 기체 수송기기로 많이 사용되고 있으나, 과용량으로 설치되어 있을 경우 풍량제어(댐퍼제어)에 의한 동력소비가 많은 것으로 지적되고 있다. 송풍기의 에너지절약 방안은 다음과 같다.

(1) 송풍기의 기종 및 부속 전동기의 선정법

기종은 풍량, 정압과 사용 목적 및 가격 등으로 결정되지만, 메이커의 카탈로그중 특성곡선이나 표로부터 효율이 좋은 운전점을 선정한다. 기존에 설치되어 있는 경우에는 운전 전류, 전압, 역률로부터 전력을 구하고, 그의 특성곡선으로부터 부하의 정도나 효율을 조사하여 대책을 강구한다.

(2) 기존의 설치 사용중인 송풍기에 타이머를 시설하여 필요시에만 가동할 수 있도록 한다.(환풍기 및 팬코일용 등)

(3) 송풍기 운전의 합리화

송풍기의 풍량제어방법에는 가변피치에 의한 방법, 흡입베인 제어에 의한 방법, 흡입 댐퍼에 의한 방법, 토출댐퍼에 의한 방법, 회전수제어에 의한 방법 등이 있으며, 이중에서 제어성능이 가장 우수한 방법은 인버터(VVVF)를 이용한 회전수 제어방법

이고, 토출덤퍼 제어방법이 가장 성능이 나쁘다.

3) 승강기

승강기는 사용 목적에 따라 승객용, 화물용, 승객·화물겸용, 특수용도의 엘리베이터 등으로 구분되며, 구동방식으로는 교류전동기식, 직류전동기식, 유압식 등이 있으며, 이동용 부하로서 동력소비가 많은 것을 지적되고 있다. 승강기의 효율적인 관리방안으로는 다음과 같다.

(1) 전동기 절전기(VVCF)의 채택

승강기는 시간대별로 승하차 인원에 따른 부하변동이 심한 기기로서, 무부하나 경부하시 손실이 크다. 따라서, 이러한 손실을 줄이기 위하여 전동기 절전기를 설치하여 급격한 부하변동에 따른 역률을 개선하여 효율을 상승시켜 줌으로써 10[%] 이상의 전력절감을 기대할 수 있다.

(2) 인버터(VVVF)의 채택

인버터제어방식에서는 가속시에는 전동기의 기계출력에 거의 비례하여 전력이 소비되며, 감속 및 하강시에는 전동기에서 회생된 전력이 인버터의 직류측에 반환되어 소비전력이 매우 절감된다. 따라서, 승강기가 1회 왕복운전에 소비되는 전력은 인버터방식이 교류방식에 비하여 약 50[%] 이상의 전력소비량이 절감된다.

(3) 운전관리 방식의 개선

① 격층 운행

엘리베이터가 전층을 운행할 때 각 층마다 정지, 운행이 계속되므로 기동전류와 운행시간이 격층보다 많으므로 소비전력량이 증가하게 된다. 엘리베이터를 격층 운행하게 되면 약 10.6[%]의 전력소비가 절감된다.

4) 냉동기

수변전설비 용량에 가장 큰 영향을 미치는 냉동기는 그 방식에 따라 소요전력이 크게 다르며, 터보식 냉동기(냉매가스를 전기모터로 회전 압축후 증발시 냉방)에서는 1냉동톤당 약 1[kW] 정도의 부하용량과 부속동력용 부하용량을 산정하고, 흡수식 냉동기(배열, 증기를 이용한 흡수식 냉방)에서는 가스를

연료로 사용하기 때문에 부속동력용 부하용량만을 산정한다.

따라서, 냉방기기의 선택은 매우 중요하며, 냉방기기는 종류에 따라 각각 장단점이 있으므로 수용가의 특성에 적합한 기종을 선택하는 것이 바람직하며, 기존의 냉동기는 전기구동력 냉방기기(터보식 냉동기, 왕복동식 냉동기)를 많이 사용하는 것으로 지적된다.

근래에 들어 심야전력을 이용하여 야간에 얼음 또는 냉수를 생산, 저장하였다가 낮시간대의 냉방에 이용하는 빙축열 냉방방식이 정책적인 재정지원 등 보급을 촉진하고 있다. 또한 가스흡수식 냉동기의 사용이 확대되고 있다.

4. L호텔의 VVVF 적용 사례

가) 설비개요 및 문제점

(1) 운전 상황

당 호텔은 풍량의 제어가 필요없는 객실부분은 기존의 CAV(Constant Air Volume) 방식으로 운전하고 있으며, 각종 회의 및 계절에 따른 요구풍량의 편차가 큰 Convention Center는 Damper에 의한 VAV(Variable Air Volume)방식으로 공조기를 가동하였으나 실내부하에 따라 실질적인 풍량제어가 이루어지지 않을 뿐 아니라 전력의 손실이 큰 것으로 검토되었다.

(2) 공조기 계통도 및 측정 대상기기

그림 5는 공조기의 계통도를 나타낸 것이며, Air Handling Unit 및 Supply Fan, 전동기의 사양은 다음과 같다.

Air Handling Unit

- Cooling Capacity : 255,000[kcal]
- Heating Capacity : 79,900[kcal]
- Humidity Capacity : 0.5[kg/cm³]
- Steam Pressure : 2[kg/cm²]

Supply Fan

- Air Volume : 30,200[m³]
- Static Pressure : 157[mmAq]

전동기

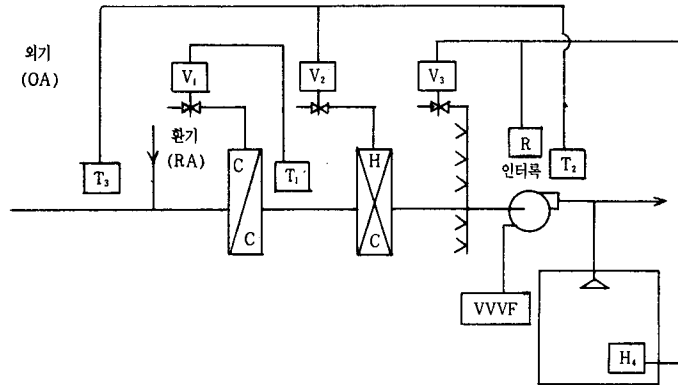


그림 5. 공조기 계통도

표 3. 댐퍼제어시와 인버터제어시의 측정결과 비교

구분	1 단계	2 단계	3 단계	4 단계	평균
해 당 월	1.1~3.10 11.1~12.31	3.11~5.20	5.21~6.20 9.1~10.31	6.21~8.31	
부하율[%]	85	70	82	88	71.7
댐퍼제어[kW]	18.6	16.4	18.4	18.8	18.2
인버터제어[kW]	14.2	8.0	12.4	15.6	12.8
전력절감[kW]	4.4	8.4	6.0	3.2	5.4
절감률[%]	23.7	51.2	32.6	17.0	28.6
절감량[kWh]	6,072	5,863	5,760	2,912	20,607

- 전압 : 380[V]
- 극수 : 4극
- 유효전력 : 22[kW]

나) 개선 방법

냉·난방시 실내부하 및 계절의 조건에 따라 공급 풍량을 가변시킬 수 있는 VVVF시스템을 도입하여 전력절감 및 저부하에서의 진동방지, 기기수명 연장, 실내환경 조건개선 등을 도모하였다.

다) 측정 결과 및 기대 효과

표 3은 댐퍼제어시와 인버터 제어시의 부하율, 소비전력량, 전력절감량 등을 나타낸 것이며, 계절별로 구분하여 측정하였다.

측정 결과, 소비전력은 전체적인 평균 소비전력의 18.2[kW]에서 12.8[kW]로 28.9[%]의 전력 절감

이 나타났고, 하절기의 경우 인버터 설치전의 18.8 [kW]에서 설치후 15.6[kW]로 17.0[%]의 절감 효과를 나타내어 다른 계절에 비하여 절감효과가 적은 것으로 조사되었다.

이에 따라 각 계절의 특성에 따른 인버터 운전시 연간 20,607[kWh](연간 절감률 29.0[%])의 전력 절감 효과가 있는 것으로 분석되었다.

그리고, 년평균 절감액은 1,834,000원(건축물 100원/[kWh] 적용, 기본요금 포함)인 것으로 분석되며, 초기 투자비 6,000,000원을 고려하여 투자비 회수기간은 3.2년으로 나타나 경제성이 양호한 것으로 판단된다. 참고로 그림 6은 댐퍼제어시와 VVVF 제어시의 부하율에 따른 전력 절감을 비교한 것이다.

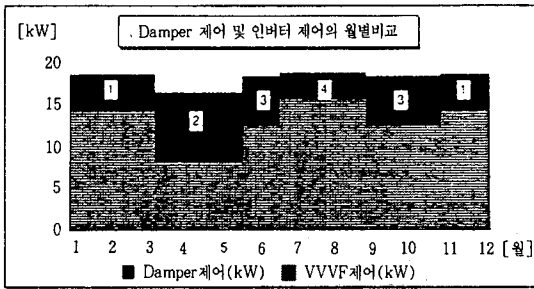


그림 6. 댐퍼제어시와 VVVF 제어시의 부하율에 따른 전력 절감

5. 검토 및 결론

전동력설비라 하면 흔히 전동기라고 생각되는 일이 많지만, 전동력설비는 전동기가 아니다. 전동력설비는 전동기를 동력으로서의 사용한 기계설비 전반이고, 전동기는 그 설비의 동력원으로서의 일부분이다. 따라서, 전동력설비의 재검토는 전동기도 중요한 항목이지만, 전동기만을 말하는 것이 아니고 설비 전체를 재검토해 합리화하는 일이다. 전동력설비에서의 재검토할 중점사항을 들면 다음과 같다.

- ① 일의 양에 대해 설비용량은 적정한가
- ② 자연에너지를 유효하게 활용하고 있는가
- ③ 주된 에너지인 동력원은 적정한가
- ④ 제어방법은 적정한가
- ⑤ 동력의 전달방법은 적정한가

에너지절약은 수요 관리의 중요한 요소이며, 전동력설비 부문에서는 절전형 전동기, 가변속 구동 장치 등 설비의 특성에 적합한 방법을 채택하여 보다 효과적인 에너지절약을 도모하여야 한다.

◇ 著 者 紹 介 ◇

김기욱(金基旭)

1948년 3월 9日生. 1972년 명지대학교 전기공학과 졸업. 1973년~1996년 대한전기학회 기술실장 근무. 1996년~현재 한국전력기술인협회 상근이사 근무.

김지경(金智耕)

1950년 5월 18日生. 1972년~1977년 한일합성 전기책임자로 근무. 1977년~1997년 나전모방 이사 근무. 1997년~1999년 한국전력기술인협회 기술진흥실 실장 근무.

정연해(鄭淵海)

1956년 10월 15日生. 1982년 단국대학교 전기공학과 졸업. 1985년~1991년 공영전기공사 대표. 1997년~1999년 숭실대학교 산업대학원 석사과정. 1991년~1999년 한국전력기술인협회 기술교육실장 근무.

남기범(南基範)

1956년 1월 10日生. 1988년 호서대학교 전기공학과 졸업. 1988년~1999년 한국전력기술인협회 기획팀장 근무.

신만석(申萬石)

1957년 5월 22日生. 1972년 부산전문대학 전기공학과 졸업. 1980년~1997년 대우중공업 근무. 1997년~1999년 한국전력기술인협회 연구개발과 근무.

이기철(李基哲)

1963년 1월 9日生. 1988년 원광대학교 전기공학과 졸업. 1989년~1997년 데이콤 근무. 1997년~1999년 한국전력기술인협회 연구개발과 근무.