

에너지 절약과 전기사용합리화

글/김기욱(협회 기술실장)

머리글

에너지절약에 대하여는 1973년 석유파동 이래 에너지절감을 위한 전기사용합리화운동이 급속하게 전개되어 수많은 자료, 제안, 서적 등이 발표 또는 발간되면서 실시면에서도 상당한 실적이 올려졌으나 우리 실정으로는 아직도 에너지절약을 계속해야 되는 입장이기 때문에 우리 전기안전관리를 하는 기술인들의 적극적인 협력이 기대되고 있으며 그 내용을 기술하기로 한다.

1. 전기사용합리화 일반

전기는 우리나라에서 사용되는 에너지중에서 절적으로 최고급이며, 양적인 면에서도 중요한 위치를 점유하고 있어 전기사용합리화는 에너지절감대책의 중요한 일익을 담당하고 있다고 할 수 있다.

따라서 전기설비의 안전관리에 종사하는 기술인으로서 전기사용합리화를 추진하는 것은 매우 중요하다고 본다. 20여년간의 전기사용합리화의 경험을 토대로, 현대설비의 활용을 주제로한 여러가지 절약을 실시함과 동시에 절약형전력기기의 활용 등 시야를 넓혀 모든 면에서 에너지절약의 실적을 올리는 노력이 전기안전관리사(원)에게 요청되고 있는 것이다.

전기사용합리화의 착안점으로는 다음 항목이 제안되고 있어, 현실비의 혁신적인 운용과 손쉬운 개선과 절약의식의 철저와 정착을 도모하면서 전력원단위(일정한 생산에 필요한 단위당의 전력소비량)를 절감하는 것이 전기사용합리화의 궁극적인 목적이라고 할 수 있다. 이는 또 자원과 에너지를 존중하

는 정신에도 연결되기 때문이다.

- ① 부하율을 향상시키기 위한 조업방식의 검토
- ② 배선말단에서의 역률개선
- ③ 에너지절약형기기의 도입
- ④ 설비기기의 적정부하방법
- ⑤ 생산저해를 일으키지 않는 안전관리, 설비관리, 보전관리
- ⑥ 불필요전력의 삭감과 손실의 추구
- ⑦ 품질안정, 절감을 위한 전기기기 응용
- ⑧ 전기열에서 다른 열원으로 교체 검토

2. 전기사용합리화의 방법과 대책

전기사용을 하는데 있어 종합적으로 유효이용도를 높이는 방법과 대책으로서는 다음의 항목을 검토하여야 한다.

그 목표는 사용전력량의 절감, 전기설비의 고효율 사용, 피크전력의 억제, 부하의 평준화, 역률의 적정화 등에 의하여 사업장의 생산 및 업무활동을 효율적으로 운영하여 보다 합리적, 경제적인 전력의 유효이용을 고려하는 것인데, 그 구체적 방법으로는 다음과 같은 것이 있다.

가. 부하관리

기록 또는 지시되는 기기에 의하여 매시간마다 전압, 전류, 전력량을 기록하고, 최대전력과 그 발생시각, 평균전력, 부하율 등을 조사한다.

부하율의 향상에는 일부하곡선도, 최대 전력부하곡선도를 활용하여 공정, 조업방식의 개선을 꾀한다.

또 계약전력의 초과방지는 부하관리의 중요한 부분이므로 디멘드 컨트롤러를 설치하여 최대전력을

합리적으로 낮게 하는 것도 필요하다.

나. 전압관리

전기기기에서는 정격전압으로 사용하는 것이 가장 효율이 높으므로 전압변동이나 전압강하에 대하여 적절한 대책을 강구하는 것이 필요하다.

다. 역률관리

역률의 개선방법으로서는 진상콘덴서의 설치가 가장 유효하나 고압·특고압수 변전설비의 일괄설치하는 방법과 저압측에 일괄 또는 기기마다에 설치하는 방법 등이 있는데 그 전기설비에 적절한 것을 설치하여야 한다.

라. 설비관리

전기설비의 기능을 충분히 발휘시키는 것이 중요하며 유의점으로는 ① 신속성이 있을 것, ② 안정성이 확실할 것, ③ 확실, 용이하게 운전, 조작이 될 것, ④ 보전성이 좋을 것 ⑤ 전기의 질이 좋을 것 등이 필요하다.

또 수배전설비와 부하설비에 대하여는 각기에 적합한 에너지절감 방법을 채택하는 것도 중요하다.

마. 보전관리

전기설비와 보수, 점검 및 개선을 행하는 것으로 ① 예방보전, ② 사후보전, ③ 개량보전 등이 있는데 대상물의 중요도, 고장의 영향도 등을 고려하여 적절한 보전을 행할 필요가 있다.

바. 안전관리

전기사고는 정전을 수반하는 일이 많고 또 인사사고는 그 영향이 크고 전기사용합리화에도 나쁜 효과를 주므로 설비관리와 함께 효과적으로 타진하는 것이 중요하다.

3. 전기기기와 에너지절감

전기기기에 대하여 에너지절감을 고려할 경우에는 ① 기기자체의 전력손실을 저감할 것, ② 그 기기의 사용목적에 적합한 용량과 운전방식에 의한 전력손실을 줄이는 두가지가 되겠다.

가. 변압기

변압기 자체의 전력손실경감으로서는 제작회사가 절약형의 것을 제작하고 있으므로 이를 이용하는 것

이 바람직하다.

운전방법 중에서 가장 손실이 적은 운전방법으로는 변압기의 철손(무부하손)과 동손(부하손)이 같을 때 최고효율이 된다. 그 값은 60~80% 부하시로 되어 있다. 또 전일효율을 고려하였을 때는 부하의 특성에 따른 변압기를 선정하는 것이 중요하다. 예를 들면 비교적 경부하일 때는 철손이 적은 변압기가 유리하고 정격용량부조에서 상시 사용할 경우에는 동손이 적은 변압기가 유리하다고 할 수 있다.

또한 부득이할 경우를 제외하고는 변압기 차단을 거치지 말고 직접 사용 전압으로 변압하는 방식을 택한다.

나. 전동기설비

생산설비는 최근에 와서 자동화 및 에너지절약화의 기술적 진보가 빨라 그 원동력이 되는 전동기는 다양한 목적에 대응하여 여러가지의 것이 개발되어 부하의 성격에 따라 그에 적합한 전동기가 표 1과 같이 선정되어 사용되고 있다. 또 생산공장에서 전동기의 사용실예를 보면, 총전기설비용량의 약60%를 점유하고 사용전력량도 그 태반을 점유하고 있는 것으로 보아 전력절감의 큰 대상으로서 꼭 취급하여야 할 것 중의 하나이다.

전동기의 전력절감을 고려할 때의 중점사항으로서는 ① 용도에 대하여 적합한 전동기의 선정, ② 공운전 등에 의한 전력손실의 경감, ③ 적절한 보수관리 등이 중요하나, 관련사항으로서는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 전동기의 선정

가) 특성에 의한 선정

기계적 부하의 특성에 체적합한 것을 선정할 것

나) 전동기 용량의 선정.

유도전동기의 효율은 정격용량의 70~100% 부하로 운전하는 것이 좋고, 50% 이하에서는 손실이 많아진다. 안전율을 고려하여 너무 크게 하는 것은 문제가 있다.

다) 전원전압의 선정

일반적으로 37kW 이하의 전동기는 200V, 380V로, 그 이상은 380V 또는 고압으로 제조되고 있다.

<표 1> 전동기의 선정에

요구되는 부하	적절한 전동기의 종류		용도
	교류	직류	
부하의 여하에 불구하고 완전히 일정속도를 요구하는 것	동기전동기		시멘트 석탄의 분쇄 및 대형 공기압축기, 송풍기
무부하에서 전부하까지는 거의 일정속도를 유지하는 것	유도전동기	분권전동기	프레이스반 연마반
속도를 조절할 수가 있고, 각 속도마다에 전부하에서 무부하까지 거의 일정속도를 요구하는 것	권선형 유도전동기 분권형 정류자전동기	분권전동기 워드레오나드 방식	엘리베이터, 권상기, 기중기
속도를 여러 단으로 바꿀 수 있고, 각 부하까지 거의 일정속도를 요구하는 것	다속도 유도전동기	상동	상동
부하의 증가와 함께 속도가 떨어지는 것	직권정류자전동기	직권전동기	전차자동차
급속한 부하변화와 역회전 및 속도조절을 요구하는 것	이르그너 방식	좌동	대형분과압연기, 권양기

<표 2> 속도제어방식

효율이 좋은 제어	효율이 나쁜 제어
극수 변환	권선형 유도전동기의 2차저항제어
주파수	유도전동기의 1차전압제어
셀미우스	직렬저항 제어
크레머	전자 커프링
레오나드	마찰크러치
직류전동기의 계자제어	유체커프링
교류정류자전동기의 승차탐제어	

그러나 용량 45kW이상은 고압3kV전동기가 유리하

고, 효율도 200V에 비하여 대폭으로 향상한다.

(2) 전동기의 제어장치

전동기는 속도제어장치 등을 조합시켜 다양한 기능을 발휘시키고 있다. 따라서 제어장치성능의 상태가 에너지절감에 미치는 영향은 크므로 그 선정에 있어서는 목적이 합치한 고능률의 것을 채용하여야 한다. 표 2에 각종 제어방식의 비교를 표시한다.

(3) 전동기의 고효율 운전

전동기는 항상 전부하에 가까운 운전방법이 바람직하고 경부하, 공운전을 될 수 있는 한 적게 하여야 한다. 또 효율은 삼상의 것이 71~90%에 비하여 단상은 45~62%이고, 역률은 삼상의 것이 72~89%에 비하여 단상은 50~69%로 낮으므로 일반적으로는 삼상을 채용하는 것이 바람직하다. 표 3에 유도전동기의 고효율 속도제어방식 비교를 표시한다.

다. 전열설비

총전력에 대한 전열(전기가열이라고도 한다)의 비율은 약16% 정도로 추정하고 있으므로 에너지절감

<표 3> 유도전동기의 고효율 속도제어 방식

제어방식	1차전압주파수제어	2차전압제어	2차전압제어
항목	인버터	셀미우스	크레머(무정류자)
구성도			
제어범위	0~100%	실용상 70~100%	실용상 70~100%
이점	여러대의 전동기가 동시에 속도제어 된다.	• 보조기에 회전기 가 없기 때문에 보수상 유리하다. • 제어범위가 적은 것에 적합하다.	• 순시정전에도 강하다. • 제어범위가 적은 것에 적합하다.
적용부하	펌프, 팬, 밀 압출기, 공작기 등	펌프, 팬, 기름	펌프, 팬, 기름

대상이 된다.

(1) 전열설비의 종류와 용도

가) 저항가열 : 고온열원의 이용

각종 가열로, 프린트기관 건조, 열풍건조, 금속의 직접통전가열, 흑연화로, 유리용융로

나) 적외가열 : 고온열원의 이용

건조, 약품, 분말의 건조, 살균 등 수지의 변화, 플라스틱성형가공, 프린트기관 소성 기타

다) 아크가열 : 아크열의 이용(0.76~25 μ m)

제강아크로, 내화물의 용해, 광석의 정련, 진공아크로, 아크용접 기타

라) 프라르마가열(0.5~20MHz, DC)

고압합금강, 고용점금속, 합금의 용해, 정련, 고분도분말의 제조, 용접

마) 유도가열 : 전자유도작용의 이용

① 60Hz~1MHz : 금속, 합금의 용해, 금속의 열처리 강판의 가열, 용접

② 저주파유도가열 : 주철의 용해, 금속합금의 용해, 승온

③ 트랜스파스프릭스방식 : 비철금속, 스테레스 박판의 가열, 열처리, 강판의 단부가열

바) 유전자열 : 고주파전계의 이용(1~100MHz)

플라스틱의 접착, 성형가공, 열처리, 목재의 건조, 접착

사) 마이크로파 가열 : 전자파의 이용(300MHz~30GHz)

식품의 조리(전자렌지), 식품류의 가열, 가공, 세라믹스의 건조

아) 레이저가열가공 : 전자파의 이용(0.69~10.6 μ m)

난가공재의 구멍뚫는 가공, 금속재료의 열처리, 절단, 전자부품의 용접, 표면처리

자) 전자빔가공 : 전자빔의 이용

고용점 금속의 용해, 정련, 금속의 접착절단, 구멍뚫는 가공

차) 플라즈마 화학반응의 이용 : 저온 플라즈마의 이용(수MHz~수GHz)

가공처리, 코팅, 이온주입, 금속의 표면처리

카) 히트펌프 : 전동기계력의 이용

냉난방, 급탕, 빌딩공조, 식료품, 목재, 피혁 등의 건조처리

(2) 전열설비의 에너지 절감의 포인트

전열설비의 손실을 감소시켜, 어떻게 효율을 좋게 사용하느냐는 각 설비의 구조, 조업방법, 보수 등에 대하여 개선의 목표를 정하여 연구하고, 그 대책을 실시하는 것이 필요하다. 따라서 발열체, 내화재, 보온재, 운전방법과 자동제어 등, 메이커 및 사용자가 담당하는 분야가 많으나 전기안전관리사 등으로서는 적당한 전문기술서적 등으로 전기열에 관한 지식을 습득하여 관심을 깊게 가져야 할 것이다.

라. 전기용접기

공장에서 여러가지 종류의 용접기가 사용되고 있어 역할, 용량 및 운전형태를 포함한 대책을 강수할 필요가 있다.

(1) 용접방법의 분류 및 원리

가) 아크용접기

금속모래와 전극(용접봉 또는 전극와이어)과의 저항, 대전류하에서의 방전에 의하여 생기는 고열로 금속을 가열용융 접합시키는 것

나) 저항용접

용접부재료간에 전류를 흘려 발생하는 저항열을 이용하여 가열하고 압력을 가하여 행하는 용접이다.

다) 고주파용접

고주파전류에 의한 유도가열을 이용한 용접법(유도가열 용접), 직접고주파전류를 흘려 그 저항 발열을 이용하는 용접법(저항용접)

라) 전자빔용접

진공실중에서 음극에서 방출한 전자를 고전압으로 가속하고 피용접물을 충돌시켜 그 에너지로 용접을 하는 것

마) 플라즈마 아크용접

텅스텐전극과 모재와의 아크공간을 노즐을 가늘게 하여 고밀도에너지 플라즈마류를 형성하고 이를 용전원으로서 이용하는 용접법

(2) 전기용접기의 에너지절약의 포인트

용접기는 특수한 부하이므로 그 설치장소나 배선에 특별한 배려가 필요하고 다음과 같은 점을 특히

고려하여야 한다.

가) 교류아크용접기의 경우

- ① 전원변압기와의 거리(200V 100kVA 이상은 30m 이내)
- ② 배전선의 방식, 배치
- ③ 기타 부하와의 조합

나) 저항용접기의 경우

- ① 대용량이고 순간적이어서 사용률이 낮다(10~30%)
- ② 단상부하의 경우가 많고 저역률이다(25~70%)

(3) 역률의 개선

용접기는 역률이 나쁘기 때문에 최근에는 콘덴서 내장형이 제조되고 있으므로 그것을 채용하는 것이 바람직하다.

또 용접기를 여러대 사용하는 경우에는 공통적인 콘덴서를 설치하면 20~30%의 설치비를 절감하게 된다.

나) 각종 아크용접법과 소비전력의 비교

각종 아크용접법의 소비전력을 비교하면 수동용접을 100%로 하였을 때, 탄산가스 용접은 20~60%로 되어 있다. 이는 용접전류밀도가 높으므로 아크열의 집중정도가 높고 에너지 손실이 적으므로 소비전력이 적어지기 때문이다.

또 전자빔용접법은 새로운 것이나 탄산가스용접법보다도 용접열의 집중정도가 높고 접합하는 면이 극히 좁은 범위만의 가열로 용접이 되므로 매우 소비전력량이 적은 에너지절감 용접으로서 앞으로 기대되고 있다.

마. 배전설비

자가용전기설비에서 저압으로 변성한 전기를 사용 장소에서 배전하는 경우 이를 전력손실을 적게 하여 효율이 좋게 각종 부하에 배전하는 것은 에너지절약 시대에 중요하게 되었다. 그러나 자가용전기설비의 경우 부하설비나 전기의 사용이 다양하기 때문에 표준적인 배전계통은 표시하기 어려우나 배전설비합리화를 위한 사항을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 배전방식, 배선방법, 전력손실, 전압변동, 전압강하 등을 고려하여 근대화가 되어 있을 것
- ② 안전하고 신뢰도가 높을 것

- ③ 회로의 간소화와 보호장치의 완비
 - ④ 전압강하 및 전압변동이 안되는 부하의 대책
 - ⑤ 배전계통현황의 파악과 기록의 정비
 - ⑥ 미래의 부하증가대책
 - ⑦ 부하말단전압의 측정과 각상 밸런스의 조정
- 이상을 참고로 하여 설비의 내용에 따른 대책을 강구하는 것이 필요하다.

바. 조명설비

조명의 전력절감은 조명의 목적을 잘 고려하여 실시하지 않으면 전력의 절약보다 사람에게 생리적, 심리적으로 악영향을 미치게 되므로 이점의 배려가 매우 중요하다.

조명의 목적은 사람의 눈으로 보는 작업을 충분히 가능하게 하는 것으로 건강하고 쾌적한 볼 수 있는 환경을 지향하는 것이 사람중심의 조명으로서 바람직하다. 따라서 결론적으로 말하면 에너지 절감을 위한 조명으로서는 비효율이고 낭비가 많은 조명방법은 고쳐나가야 하나 단지 조명기술이라는 좁은 견지에서 벗어나 더욱 시야를 넓혀 사회전반과의 관련을 고려하여 특히 사람중심의 사상과 정보화사회에서 공적을 중시하여야 한다고 생각된다.

(1) 조명설비의 에너지절약 포인트

가) 조명의 목적에 알맞는 설비를 하고 작업능률 및 작업안전 등의 효과를 올릴 것

나) 조명설계는 조도기준, 그림자, 광색 등을 충분히 고려한다.

다) 광원의 선정방법은 목적에 알맞는 것을 선정할 것, 에너지절약형의 각종 램프나 에너지절약형 부속기구 및 조광장치 등이 제작되고 있으므로 신뢰성이 있는 것을 선정할 것

라) 보수관리는 기구류의 청소, 광원의 경제적인 교환(형광·수은램프는 밝기가 감소하면 교환한다), 조도측정의 정기적 실시, 정격전압의 유지, 배선의 개량(소등을 간소화하기 위한 자동점멸장치의 설치 등)

사. 공조설비

공조를 대변하면 인체의 보건적 환경을 유지하고 쾌적감을 주는 것과 산업용으로 생산설비 혹은 업무

용시설, 저장물질 등의 품질유지를 목적으로 하는 것의 두 종류가 있다.

(1) 공조의 에너지절감 포인트

가) 손실의 저감: 복장에 의한 체온조절, 냉난방의 파이프방지, 공조부하의 감소, 창에서의 일사광선의 차폐, 건물내의 발열의 감소, 환기의 검토 등

나) 경제적 운전: 설비의 효율운전, 보조기기의 제어개선, 축열운전, 유효한 보전관리, 자연열의 유효이용 등

다) 신설시의 대책: 가옥, 지붕, 천정, 벽, 바닥 등에 단열재를 사용, 가옥외장의 열흡수율 감소

라) 적정용량방식의 선정

마) 환기팬퍼의 자동제어와 전열교환기의 이용

바) 전자계산기에 의한 운전제어

(2) 히트펌프에 의한 냉난방

이 방식은 낮은 온도레벨로 열을 흡수하고 높은 온도레벨에서 열을 방출한다. 열을 퍼올리는 펌프에서 생긴 용어인데 상세한 것은 생략한다.

4. 전기사용합리화의 향후과제

기존전기설비에 대한 전기사용합리화는 상당한 실

적을 올리고 있는 현실이다. 즉 수변전설비에서는 변압기용량의 재검토로서 용량축소로 인한 변압기 무부하 손실의 감소 등에 의한 에너지절감과, 역률개선에 따른 무효전력의 감소 등도 실시되고 있다. 또, 배전관계 및 부하설비에서는 배전방식의 개량에 의한 절전, 전동기의 전압적정화와 공운전방지외에, 공기압축기설비의 운전시스템 개선에 의한 고효율 광원에 의한 전력절감과 조명 등의 불필요시의 소등 여러가지 분야에서 전기사용합리화가 실시되고 있다. 중소기업의 전기설비에서는 합리화가 이루어지지 않고 있는 사업장이 상당히 있고, 1개소 전력절감이 적더라도 사업장의 수는 많으므로 앞으로 합리화에 대하여 적은 설비의 합리화에 대하여 대행을 하는 전기안전관리사의 노력이 더욱 필요하다고 보며, 앞으로 신기술의 활용과 에너지절감 전기기기의 채용을 적극적으로 추진하여 전기사용합리화에 성과를 올리는 것이 중요하다고 생각된다.

본협회에서는 지금까지 전기사용합리화 우수개선 사례를 발굴하여 장관·회장표창을 200여명 수상한 바 있으며 올해에도 개선사례자를 발굴중에 있으니 여러 관계기술인들이 참여해 주시기 바란다.

하루30분 운동을 즐기세요

적절한 스트레스는 삶에 자극제로 작용해 유익할 수 있지만 과도한 스트레스는 건강에 큰 영향을 준다. 스트레스 때문에 힘든 사람이 있는가 하면 전혀 아무렇지 않은 사람도 있다.

스트레스가 지나치면 혈압이 오르고 소화가 잘 안되며 근육이 긴장하고 특히 뒷목이 뻣뻣하게 된다. 심리적으로 불안하고 우울해지면서 감정의 변화가 심해지며 긴장이 계속되면 잠들기도 어려워진다.

서울대병원 가정의학과에서 일반인들을 대상으로 소개하는 스트레스 대처법은 다음과 같다.

스트레스 해소가정요법

▲스트레스 요인을 아예 줄인다.

성취할 수 없는 목표는 포기하고 불행한 과거는 잊도록 노력하는 등 스트레스의 원인이 되는 환경을

아예 만들지 않는다. 피할 수 없는 조건이라면 정면에서 즐겁게 받아들이고 좋아질 것으로 기대하면서 격정하지 않는 버릇을 들인다.

▲스트레스에 대한 저항능력을 키운다.

하루 7~8시간의 충분한 수면을 취하고 세번의 균형잡힌 식사를 하며 규칙적인 운동을 한다. 금연 금주도 스트레스에 대한 저항력을 키워준다.

▲스트레스에 대처하는 기술을 기른다.

하루에 30분 정도라도 자기만의 시간을 갖는다. 이때 운동을 하거나 음악을 감상하면서 직장일이나 가족문제에 얽매이지 말고 자신을 해방시켜준다. 술이나 담배 약물로 해결하려는 것은 금물.

▲긴장이완법도 도움이 된다.

편안한 자세로 의자에 앉거나 누워서 5분 동안 눈을 감고 멧진 경치나 즐거운 일을 생각하거나 명상에 잠긴다. 평상시에도 1시간마다 세번 정도 심호흡을 하면 좋다.