전기설비의 전기에너지 절약 운영기술 ①

자료제공 : 기술연구팀 ☎ 02)875-6524

이번호부터 게재되는 "전기설비의 전기에너지 절약 운영기술"은 1996. 7. 1부터 1998. 6. 30까지 우리 협회를 주관기관으로 하고 위탁기관은 한국조명·전기설비학회와 한국건설기술연구원으로 하여 공동으로 수행한 "전력관리 효율화 운용방안 연구" 최종보고서의 제3장 부분으로써 본 연구는 산업자원부에서 시행한 에너지 절약 기술사업의 사업수행 결과 성과물입니다.

본 연구 결과를 협회지에 금월부터 게재하게 된 것은 하절기 전기에너지 절약운동에 우리 회원 가족 모두가 동참함은 물론 전기안전 및 전기에너지 절약에 솔선수범함으로써 국가 산업발전 및 경제발전에 크게 기여하고 이바지하기 위함입니다.

우리 회원 가족 모두는 전기전문기술자로서 과거에서부터 현재까지 산업발전의 원동력인 전기에 대한 보안 및 안전관리와 전기에너지 절약 관련기술 업무를 수행하여 국가 산업발전에 많은 기여와 국민의 생명과 재산을 보호하는 첨병의 역할을 다해왔습니다,

앞으로 본 내용을 계속하여 매월 연재할 예정이오니 많이 읽어 주시고 연구하셔서 전기설비 운용은 물론 전기에너지 절약에 혁혁한 성과가 있도록 심혈을 기울여 주실것을 당부드립니다.

목 차

전기설비의 전기에너지 절약 운영기술 ①

제1절 머리말
제2절 전력관리에 의한 에너지 절약 운영
제3절 수변전설비의 에너지 절약 운영
제4절 배전설비에서의 에너지 절약 운영
제5절 전동기설비의 에너지 절약 운영
제6절 전동력 응용설비의 에너지 절약 운영
제7절 조명설비의 에너지 절약 운영
제8절 전열설비의 에너지 절약 운영
제9절 공조설비의 에너지 절약 운영
제10절 심야전력 활용 방안
제11절 전기설비 투자효과 예측과 회수년수

제1절 머 리 말

전기를 경제적 합리적으로 사용하기 위한 전력사용 합리화는 발전으로부터 말단 부하까지 포함하여 전력을 효율적으로 사용하여, 낭비와 손실을 적게 하려는 데 그 목적이 있다.

이를 위한 전기설비의 에너지 절약 운영기술 기법을 개발하는 것은 그 의미가 대단히 크게 된다. 본 장에서는 전력관리, 수변전설비, 배전설비, 전동기설비, 전동력 응용설비, 조명설비, 전열설비, 공조설비 및 심야전력으로 범위를 나누어 전력사용 상황을 파악하고, 이를 토대로 에너지 절약이 가능한 여러 가지 기법을 개발하였으며, 마지막으로 전기설비 투자효과 예측과 회수년수의 계산법에 대하여 검토하였다.

전력관리에 의한 에너지 절약 운영에서는 지시전기계기 및 지시계기의 허용오차 등에 대하여 계측에서 다루었으며, 부하관리에서는 부하율, 부하곡선을 구하는 법, 부하곡선의 개선 예 및 부하율 개선에 대하여 고찰하였으며, 전력조정에서는 전력관리, 정상적인 첨두 전력의 저감대책, 첨두 전력의 제어, 조정 부하의 선정, 조정 부하의 운영, 수요전력의 운영에 대하여 다루고 있다.

또한 전력 원단위 관리부분에서는 전력원단위, 원단위 전력량을 구하는 법, 전력 원단위의 활용, 전력 원단위의 분석, 전력원단위 개선대책, 원단위 전력량의 개략치에 대하여 고찰하였으며, 전압관리부문에서는 적정전압, 전압변동, 전압불평형에 대하여 다루고 있다.

그리고 역률관리에서는 역률의 정의, 역률의 측정법, 역률 개선방법, 진상용 콘덴서의 설치, 진상용 콘덴서에 의한 역률 개선효과에 대하여 기술하고 있으며, 전력관리에 의한 에너지 절약 사례와 전력관리에 의한 에너지 절약 요령 또한 도출하였다.

수변전설비의 에너지 절약 운영에서는 수변전설비의 적정성 부문에서 수변전설비의 적정위치, 수변전실의 적정 넓이, 변압기의 적정용량 산정, 변압기의 온도상승과 과부하운전에 대하여 고찰하였으며, 변압기의 에너지 절약운영에 대하여는 고효율운전, 무부하손실의 경감방법에 대하여 살펴보았으며, 부하 밸런스 개선에 의한 에너지 절약, 진상콘덴서에 의한 역률 개선관리에 대하여 고찰하였다.

또한 수변전설비에서의 에너지 절약 사례를 살펴보았으며, 수변전설비에서의 에너지 절약 요령을 도출하였다.

배전설비에서의 에너지 절약 운영에서는 에너지 절약 배선 방식 및 전압강하 대책, 전압변동 대책 등의 배전전압의 적정화에 대하여 고찰하였으며, 전압불평형에 따른 문제로 단상 3선식의 부하불평형에 의한 기기 동작부실과 부하의 불평형에 의한 배전선 손실에 대하여 살펴보았다.

그리고 배전선로를 굵게 함으로써 얻는 선로손실 경감 계산 예, 배전선의 경제적 배전거리, 역률개선에 관하여 고찰하였으며, 배전설비에서의 에너지 절약사례를 조사하였고, 에너지 절약 요령 또한 도출하였다.

전동기설비의 에너지 절약운영에서는 전동기설비의 에너지 절약대책, 전동기의 에너지 절약적 선정을 위하여 전동기의 종류, 에너지 절약형 전동기, 전동기의 소비전력 특성, 부하의 특성과 전동기 효율에 관한 사항을 검토하였으며 회전수 제어에 의한 에너지 절약 및 시퀀스 제어와 대수제어에 의한 에너지 절약에 대하여 살펴보았다.

또한 직류전동기의 에너지 절약운전에 대하여 직류전동기의 운전개선, 직류전동기 설비의 개선에 대하여 고찰하였으며 유도전동기의 에너지 절약운전에서는 전용전동기의 에너지 절약운전과 일반 유도전동기의 운전 개선에 의한 에너지 절약을 살펴보았으며 동기전동기의

에너지 절약운전에서는 전원계통의 고역률 운전, 유도전동기와 동기전동기 운전의 비교에 대하여 조사·검토하였다.

또한 전동기의 기동과 역률개선, 전동기의 관리법을 고찰하였으며 전동기 설비의 에너지 절약사례를 수집하였고 전동기 설비의 에너지 절약 요령을 도출하였다.

전동력 응용설비의 에너지 절약운영 부분에서는 엘리베이터 설비에 대하여 엘리베이터의 종류와 운전 성능, 군관리의 목적과 기능, 엘리베이터의 에너지 소비, 제어방식의 개선에 의한 에너지 절약, 관리방식의 개선, 투자비와 에너지 절약 효과에 대하여 고찰하였으며 공기압축기 설비에 대해 압축기의 종류와 특성, 압축기의 선정, 압축기 설비의 에너지 절약대책, 압축기 설비의 개선사례를 살펴보았다.

또한 펌프설비 부문에서는 펌프의 종류와 특성, 펌프의 에너지 절약대책에 대하여 서술하고 있으며 송풍기 설비에 대하여는 송풍기의 종류와 특성, 송풍기의 에너지 절약 대책에 대하여 고찰하였고 전동력 응용설비의 에너지 절약사례를 조사 및 전동력 설비의 에너지 절약 요령을 도출하였다.

마지막 부분에 각 업종별 시설에서의 에너지 절약사례를 소개하고 있다.

조명설비의 에너지 절약운영에서는 적정 조도, 적정한 밝음의 분포, 눈부심 등의 적정 조명 실시와 고효율 광원의 선정 및 전력절감 광원의 사용 등의 고효율 광원의 사용에 대하여 서술하고 있으며 저손실 안정기의 사용부분에서는 전자식 안정기의 채택, 사이리스터 조광기의 사용에 대하여 기술하고 있다.

그리고 고조명율 조명기구의 사용에 관하여는 조명기구의 배광에 따른 특성, 고조명율 조명기구의 선정에 대하여 고찰하였으며 조명시스템에 의한 에너지 절약부분에서 조명감시제어 시스템의 기능과 사용법, 조명제어용 기기와 사용법, 소등방치 방지방식, 과잉조도의 조명제어에 대하여 살펴보았다.

또한 보수에 의한 조명 설비 개선에 대하여는 보수관리, 보수율, 램프의 특성과 수명특성, 램프의 교환에 대한 사항을 검토하였고 조명설비에서의 에너지 절약 운전사례를 수집조사하였으며 이상의 상황을 종합하여 조명설비의 에너지 절약 요령을 도출하였다.

전열설비의 에너지 절약운영 부분에서는 전기로에 관하여 저항로, 아크로, 유도로, 적외선 건조로에 대한 사항을 고찰하여 전기로의 에너지 절약운전 방안을 도출하였고 전기용접부문에서는 저항용접, 아아크용접에 대하여 살펴보고 전기용접기의 에너지 절약운영을 조사하였다.

또한 전열설비에서의 에너지 절약사례로 전열설비 개수로 에너지절약, 고주파 용접기의 에너지 절약, 유도로 설비의 에너지 절약 사례를 조사하였고, 이상을 검토하여 전열설비의 에너지 절약 요령을 도출하였다.

공조설비의 에너지 절약운전에서는 공조설비의 구성과 열부하 요인, 공조설비의 에너지 절약방안 개요, 공조의 조닝 채택, 건축 외피에 대한 대책, 실내 발열에 대한 대책, 공조시스템으로부터의 방열의 경감, 공조시스템에 의한 열부하 경감대책 등을 통한 열부하 경감방안을 살펴보았으며 공조설비의 에너지 절약운전을 위하여 설비의 개요, 공조기의 에너지 절약 운전에 대하여 조사하였다.

또한 공조설비에서의 에너지 절약사례, 공조설비의 설비보안으로 인한 에너지 절약사례, 쿨링타워의 운전개선에 의한 에너지 절약사례 등을 조사하였으며 이들을 검토 분석하여 공조설비의 에너지 절약 요령을 도출하였다.

심야전력 활용 방안에서는 심야전력 활용의 필요성 및 부하관리에 대한 최대부하, 심야부하 창출, 최대부하 이동, 전략적 소비절약, 전략적 기저부하 증대, 가변부하 조정 문제에 대하여 다루고 있으며 심야전력 활용기기의 보급사례를 조사하였다.

심야전력의 보급촉진을 위한 지원제도에 대하여는 한국전력공사의 지원제도, 정부지원제도, 빙축열 냉방설비의 지원제도, 고효율 조명기기의 보급지원제도에 대하여 조사하였다.

또한 심야전력 활용의 사례부분에서 축열에의 활용, 축냉설비에의 활용, 축전에의 활용, 기타 설비에의 활용 및 심야전력이용 전력비 절감사례를 조사·분석하였으며 심야전력 활용 요령을 도출하였다.

마지막으로 전기설비투자효과 예측과 회수년수에 관하여 설비투자효과 예측, 설비투자효과의 척도, 설비투자효과 예측 계산법을 기술하였으며 설비투자회수에 대하여 투자회수 연수의 검토 방법 및 활용에 의한 기대효과 계산법에 대하여 설명하였다.

이상의 분야에서 도출된 전기설비의 전기에너지 절약을 위한 운영기술은 산업계에서 그 활용 가치가 클 것으로 사료되는 바이다.

제2절 전력관리에 의한 전기에너지절약

1. 개 요

전력을 경제적 합리적으로 사용하려는 전력사용 합리화는 발전(發電)으로부터 말단 부하까지 포함하여 전력의 효율적인 사용이나 낭비와 손실을 적게 하려는데 있다.

우리나라 에너지의 해외 의존도가 약 97%에 달하고 발전 전력량의 대부분이 에너지인 석유, 석탄, LNG 및 핵연료 등도 해외에서 수입되고 있으므로 전력절약은 바로 해외로부터의 에너지 수입의 절약과 직결된다.

전력관리는 공장이나 사업소의 생산이나 업무에 필요한 전력을 수전하거나 발전하여 구내의 부하에 원활하고 안전하게 공급하는 종합관리이지만 합리적이고 경제적인 전력사용을 기하기 위해서는 우선 전력사용의 상황을 정확히 파악하는 것이다.

전력사용의 상황이란 대체로 다음 사항들이다.

- ○ 일간, 월간 전력사용량
- ○ 일간, 월간 부하곡선
- ○ 최대전력 발생시와 발생조건
- ○ 공정별, 또는 용도별 일간, 월간 전력사용량
- ○ 제품별, 또는 공정별 전력 원단위
- ○ 전압 및 역률

그리하여 현황보다 나은 경제적, 합리적인 전력사용을 도모하는 것으로써

- ○ 전력량의 계측과 파악
- ○ 최대전력의 억제와 계약전력의 절약
- ○ 설비개선, 생산관리 등에 의한 전력사용량의 경감
- ○ 부하율의 개선
- ○ 역률의 개선

등을 시행하여 전력단위나 에너지 원가를 내리는 업무이다.

2. 계 측

공장이나 사업소 등의 운영과 전력, 설비의 생산관리 등에서 계측이 매우 중요한 역할을 하고 있다.

에너지 절약의 목적은 제품이나 업무 등의 에너지 원단위나 에너지 코스트를 내리는 데 있다. 그러기 위해서는 과학적인 관리수단인, 객관적인 정량화가 필수적이며 에너지절약은 올바른 계측으로 부터라고 하여도 과언이 아닐 것이다.

공장설비나 사업소 등의 바른 운전이나 관리를 하기 위해서는 어떠한 지침이 필요하며 이렇게 하기 위한 여러 정보는 주로 올바른 계측으로부터 얻어진다.

바른 계측으로는 측정방법, 장치장소에 주의를 하고 계기의 원리나 허용오차를 염두에 두는 측정과 필요하다면 보정과 교정을 시행하여야 한다.

표 3.2.1 허용오차

계기의 계급	허 용 오 차 (정격값에 대한 %)
0.2	±0.2
0.5	±0.5
1.0	±1.0
1.5	±1.5
2.5	±2.5

전력관리에 필요한 중요한 지시계시를 들면 다음과 같다.

가. 지시전기계기

(1) 전압계

일반적으로 전기기기는 정격전압에서 사용하는 것이 가장 효율이 좋다.

각 회로의 전압 측정으로 전압강하, 전압변동, 각 상간의 전압불평형 상태를 알 수가 있다.

(2) 전류계

시시각각의 회로전류의 크기로부터 부하의 가동이나 부하상태를 파악하고 에너지 절약 측면에서 과대설비의 적발이나 손실 등을 찾아낼 수 있다.

(3) 전력계

시간적으로 변화하는 전력을 계측하므로서 공장의 조업상태를 파악할 수 있다.

(4) 전력량계

수전점이나 중요한 분기회로의 전력량의 계측을 한다.

에너지절감을 목적으로 하는 전력관리 측면에서는 제품의 공정별, 용도별로 장치하는 것이 바람직하다.

나. 지시전기계기의 허용오차

(1) 계기의 허용오차

전기 계기에는 계기의 종류에 따라서 유효측정 범위내에서 허용되는 지시의 오차의 한도인 공차가 있으며 이것을 계기의 허용오차라고 한다.

전류계, 전압계, 전력계 등의 지시계기의 계급에 따른 허용오차를 표 3.2.1에서 나타낸다.

(2) 전압의 영향

전압이 낮을수록 오차가 증가되는 경향이 있다.

(3) 주파수의 영향

주파수가 낮을수록 오차가 역률 1의 부하에서는 증가하고 역률 0.5의 부하에서는 감소되는 것이 많다.

(4) 온도의 영향

계기에는 온도보상장치가 부착되어 있으며 보상방법은 기종에 따라 다르므로 경향은 일반적으로 말하기 어렵다.

(5) 경사의 영향

경사된 상태에서는 베어링의 마찰이 증가되므로 전류가 적을 경우에는 계기오차가 감소되는 경향이 있다.

3. 부하율 관리

가. 부하율

부하 변동의 정도를 나타내는 지수로서 부하율이 있다. 이것은 일정기간중의 최대전력에 대한 기간평균전력의 비율(%)로서 기간에 따라서 일부하율, 월부하율, 년부하율 등이 있다. 부하율은 그의 값이 적을수록 피이크의 정도가 심하다는 것을 나타내며 바람직하지 않은 상태이다.

$$\text{○ 부하율} = \frac{\text{기간중의 평균전력}}{\text{기간중의 최대전력}} \times 100[\%]$$

$$\text{○ 월부하율} = \frac{\text{1개월간의 소비전력량(kWh)}}{\text{최대전력}(24\times 30)}$$

평균전력은 기간중의 총전력량을 그 시간으로 나눈 값으로 하고 최대전력은 1시간 값으로 하는 것이 일반적이다.

표 3.2.2 일부하율의 개략치

업 종		주야간 조 업	주간조업 대 구	주간조업 소 구	업 종		주야간 조 업	주간조업 대 구	주간조업 소 구
광 업	석 탄	75	-	-	기타화학공업		75	45	28
	가스생산	70	40	25	석 유 정 제		85	-	-
	기 타	70	35	25	고 무		65	40	22
식 료 품	정곡제분	85	40	28	요 업	탄소제품	70	45	22
	양조음료	75	40	28		애 자	85	-	-
	이 스 트	70	-	-		시 멘 트	80	-	-
	제빙냉장	85	-	-		기 타	65	40	22
	기 타	60	35	20	금 속	철 강	65	40	22
섬유공업	제 사	60	45	22		금속제련	70	35	22
	방적방직	65	50	22		전선기타	50	40	18
	기 타	60	35	20	기 계	일반기기	50	40	18
종이 및 펄프		85	50	28		차 량	50	40	18
화 학 비 료		85	-	-		조 선	65	45	22
가 성 소 다		85	-	-	생 활 품	담 배	75	35	25
카 바 이 트		80	-	-		목 제 품	65	40	25
유 지		75	45	28		인쇄제본	65	40	25
산 소		80	-	-		피 혁	65	40	25
염 료 도 료		65	40	22		기 타	65	40	25
알 콜		65	-	-	공 익 사 업	전 철	65	40	22
유 기 합 성		80	50	28		가스사업	70	40	22
사진감광재료		80	45	28		수도통신	80	50	28
합 성 수 지	합 성	75	45	28		창고기타	65	35	22
	제 품	75	35	18	화학공업에 유사한 공업		80	50	25
의 약 품	일반조제	70	45	25	섬유공업에 유사한 공업		70	45	20
	미생물조제	80	-	-	기계공업에 유사한 공업		60	40	18

주)주야간 조업이란 조업시간 15시간 이상의 것을 말한다.

부하율이 좋은 상태란 최대전력이 적고, 평균전력이 큰 상태, 즉 기간을 통하여 평균되게 전력이 사용되고 있다는 것이다.

따라서 부하율의 검토에서는

① 최대전력의 발생상태

② 종합부하의 변동하는 실태

에 대하여 생산상황, 작업상황과 관련시켜서 조사하여야 한다. 생산공장의 부하율 개략치를 표 3.2.2에서 나타낸다.

다음호에 계속 됩니다