

에너지 이용 합리화를 위한 전기에너지 사용계획 수립에 관한 연구

(The research in rationalization of the use of energy in electric power)

김만국* · 남시복

(Man-Kook Kim · Si-Bok Nam)

Abstract

This study investigates and analyzed electrical energy curtailment effect by each business department and by energy use efficiency elevation equipment because do an energy use plan that is enforced in each variety business that is developed in domestic by model. When plan the recent electrical energy use with this, I wish to contribute in energy use general planning establishment improvement that is aiming energy efficiency improvement newly by groping improvement plan moment deduce problem. Specially, search present condition and problem by electrical energy curtailment equipment application that probes mass and analyzed, and is applied in present our country according to analysis contents to the latest energy use plan that was enforced on energy use rationality narration but allowed purpose.

1. 서 론

본 연구에서는 에너지를 이용하는 사업의 에너지사용 계획서를 표본으로 삼아 현재 우리나라에서 적용되고 있는 에너지 절감방안에 따른 절감기기별/사업별 에너지 절감효과와 문제점을 조사해보았다.

이를 위해, 에너지사용계획 수립의 법적인 근거와 구성방식에 대해 소개하고, 최근 수립되어진 에너지사용 계획서(전기부문)를 분석하여 각 기기별 및 분과별 에너지 절감현황 및 효과를 도표화 하였다. 이를 바탕으로 에너지사용계획서(전기부문)의 문제점을 각 분과별/전기설비별로 분석하여 전기 에너지 사용계획의 문제점에 대한 개선방안을 제시함으로써 새로이 효율개선을 목표로 하고 있는 전기 에너지 사용 계획 수립에 도움이 되고자 한다.

2. 에너지사용계획서의 법적근거

2.1. 에너지사용계획수립의 법적근거

에너지사용계획서라 함은 당해 사업의 실시 및 시설의 설치로 에너지의 수급에 미치게 될 영향과 에너지의 소비로 인한 이산화탄소의 배출에 미치게 될 영향을 분석하고 소요에너지의 공급계획 및 에너지의 합리적 사용과 그 평가에 관한 계획서로서 사업주관자가 지식경제부장관에게 처음 제출하

는 계획서를 말한다.

에너지사용계획 수립에 대한 법적 근거는 에너지이용합리화법 제8조 및 동법시행령 제6조 제1항에 의거하며, 수립된 계획서는 그 사업의 실시 또는 시설의 설치 전에 지식경제부장관에게 제출하여 협의해야 한다. 계획서의 검토는 에너지관리공단 이 구성·운영하는 심의위원회에서 수행하게 되며 중점검토 사항은 아래와 같다.

- ① 집단에너지 및 열병합발전 도입 타당성 여부
- ② 에너지부하평준화방안 도입 타당성 여부
- ③ 에너지이용효율향상방안의 타당성 여부

에너지사용계획서의 검토결과, 그 내용이 에너지의 수급 및 에너지이용의 합리화, 또 이를 통한 온실가스의 배출감소 노력이 부족하다고 인정되면 에너지사용계획의 보완을 요청할 수 있으며 정당한 사유가 없으면 그 요청에 따라야 한다. 지식경제부장관은 협의절차가 완료된 때에 협의결과를 사업장 소재지의 기초지방자치단체장에게 통보하게 되며, 사업주관자는 에너지사용계획에 대한 협의절차가 완료된 후에 협의결과가 반영된 실시계획서 2부를 지식경제부장관에게 제출하여야 한다. 사후관리 측면에서는 사후관리업무를 위탁받은 에너지관리공단에서 협의절차가 완료된 사업에 대하여 협의내용의 이행여부를 확인하기 위한 현지조사 또는 실태파악을 하여야 하며, 그 결과를 지식경제부장관에게 보고하여야 함이 규정되어있다.

2.2. 에너지사용계획수립의 구성

에너지사용계획서의 구성은 제1장 사업의 개요부터 제7장 종합평가 및 결론의 일곱 개의 장으로 구성되어 있다. 2장은 에너지 수요예측에 관한 사항으로 수요예측 시 최근의 실적에 근거한 에너지 원단위, 연간부하율, 효율 등을 적용함을 원칙으로 한다. 3장에서는 에너지의 공급계획에 관한 사항으로 집단에너지공급계획은 집단에너지, 열병합발전 및 폐열활용에 대해서는 자체적으로 건설하는 방안과 인근지역과의 연계 공급하는 방안을 검토하여 선택하여야 한다. 에너지부하 평준화를 위하여서는 빙축열냉방 도입을 검토하여야 하며, 최대수요전력감시제어시스템 등 전력부하관리 방안을 적극 검토하여 적절한 방법을 강구하여야 한다.

4장은 에너지이용효율향상계획에 관한 사항으로 집단에너지공급 및 열병합발전 도입이 용이하도록 업종배치 및 폐열이용을 도모하여 계획을 수립하여야 한다. 건축물 등은 정부가 시행하고 있는 친환경적 건축물의 설계요령 및 건물에너지효율등급 인증에 관한 규정에 의한 우수한 설계가 되도록 노력하며, 고효율 에너지기자재를 설치하여 에너지이용효율향상을 적극 도모하여야 한다. 특히, 대체에너지 이용계획은 기술적으로 적용 가능한 모든 대체에너지에 대하여 누락되지 않도록 기술검토와 경제성 검토를 실시하여야 한다. 5장에서는 에너지이용효율향상계획에 관한 절감효과와 이산화탄소 배출량을 정확히 예측토록 하여야 한다.

6장에서는 사후관리계획으로 에너지이용합리화를 위한 세제지원 및 시설물의 관리계획으로 계획서의 마무리 구성이 이루어지게 된다.

3. 최근 에너지사용계획서의 분석

3.1. 최근 에너지사용계획 실태 및 필요성

본 장에서는 최근 우리나라에서 진행된 에너지사용계획서를 바탕으로 현재 적용되고 있는 에너지이용효율향상 기술 및 설비에 따른 절감효과에 대해 조사·비교해보고 문제점과 개선방향을 연구해보고자 한다. 본 연구에 조사대상인 에너지사용계획서는 도시/관광분과, 산업단지분과, 시설분과 및 항만분과의 4개의 분과로 분류하였고 각 분과별 전기에너지 이용향상설비별로 나누어 계획단계에서의 전기에너지 절감정도를 검토 하였다.

아래 표1은 에너지사용계획협의 실적을 표기하며, 표2와 표3은 절감기대효과와 편익을 표기함으로써 에너지사용계획의 필요성을 강조하였다. 본 연구대상 계획서는 2006년 2건, '07년 6건, '08년

25건을 선정하여 총 33건의 계획서를 대상으로 하였으며, 각 분과별로 10개의 에너지사용계획서를 모델로 하였고 항만분과는 3개의 개발 사업만을 모델로 선정하였다. 전기에너지 절감항목은 조명분야를 비롯하여 6개 분야로 나누어 검토하였다.

표 1. 에너지사용계획협의 실적

Table 1. Results of rationalization of the use of energy

연도	분과	도시 관광	산업 단지	에너지	철도	항만	공항	시설	계
'93~99		115	49	23	15	8	1	-	211
'00		13	-	1	1	-	-	-	15
'01		6	4	-	8	-	1	-	19
'02		10	6	-	8	-	1	-	25
'03		31	2	4	-	-	2	2	41
'04		29	3	6	1	1	-	2	42
'05		38	23	2	2	2	-	4	71
'06		30	21	1	-	1	-	8	61
'07		40	24	1	7	3	-	19	94
합 계		312	132	38	42	15	5	35	579
비율(%)		53.9	22.8	6.6	7.3	2.6	1	6	100

주) '2009 에너지 절약 통계. 에너지관리공단' 발체

표 2. 에너지사용계획에 의한 에너지절감 기대효과
Table 2. Expectation effect of energy curtailment by rationalization of the use of energy

구 분	열 [천toe/년]	전기 [GWh/년]	계 [천toe/년]	온실가스 [천TC/년]
에너지사용 전 체	28,837	75,966	46,879	33,439
계획량	연평균 3,605	9,496	5,860	4,180
절감(저감) 전 체	4,698	5,861	6,109	4,474
계획량	연평균 587	773	764	559
기 대 효 과	16.3%	7.7%	13.0%	13.4%

표 3. 에너지사용계획에 따른 비용 및 편익

Table 3. Expense and convenience by rationalization of the use of energy department

구분	편 익 (억원)			비 용(억원)		
	원유도입 절감편익	온실가스 저감편익	계	투자 비용	협의 비용	계
'2000	4,918	94	5,012	1,276	39	1,315
'2001	3,296	46	3,342	222	27	250
'2002	4,661	59	4,720	1,504	55	1,559
'2003	12,794	171	12,965	5,072	37	5,109
'2004	29,151	504	29,655	14,845	72	14,917
'2005	25,096	511	25,607	11,389	68	11,457
'2006	24,302	367	24,669	13,542	83	13,625
'2007	27,577	557	28,134	31,861	133	31,995
합 계	131,795	2,309	134,104	79,711	514	80,227

편익 비용비 : 134,104억원/80,226억원 = 1.67 (양호)

3.2. 도시/관광분과 전기에너지 절감분석

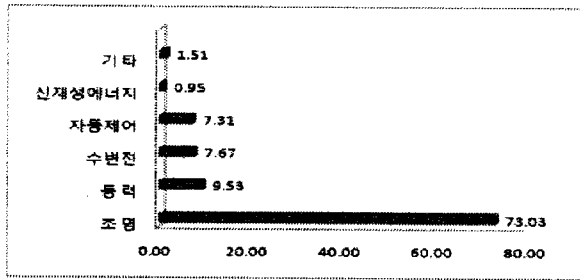


그림 1. 도시/관광분과 전기설비별 절감효과
Fig. 1. Curtailment effect of electric equipment of the city/sightseeing department

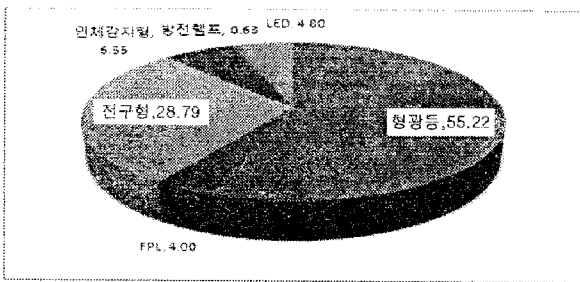


그림 2 도시/관광분과 조명부문 절감효과
Fig. 2. Curtailment effect of lighting equipment of the city/sightseeing department

도시/관광분과 에너지사용계획서의 분석에서 보는 바와 같이 전기에너지 예상절감 효과분포는 조명분야가 가장 그 절감 폭이 큰 분야로 분석되었다. 조명기기 적용분야에 대해서 전기에너지의 절감 분포는 고조도 반사각의 효과를 포함한 고효율 형광램프 SET 부분에서 가장 큰 효과를 나타내고 있다. 옥외 가로등 및 도로 조명에 적용되는 고휘도 방전램프의 적용 분포도 점차 고효율 LED등으로 전환되는 경향도 이 분석에 의해 가늠할 수 있는 부분이라 할 수 있겠다.

3.3. 산업단지분과 전기에너지 절감분석

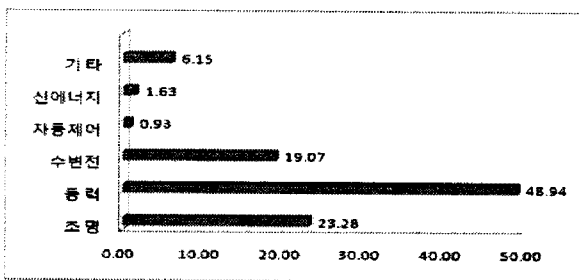


그림 3 산업단지분과 전기설비별 절감효과
Fig. 3. Curtailment effect of electric equipment of the Industrial complex department

산업단지분과 에너지사용계획서의 분석의 경우 전기에너지 예상절감 효과분포는 동력분야가 가장

그 절감 폭이 큰 분야로 분석되었다. 그 다음으로 조명분야, 수·변전 및 기타 산업설비 분야 등으로 나타났으며 각 분야별 세부적인 절감효과는 아래 그림으로 나타내었다.

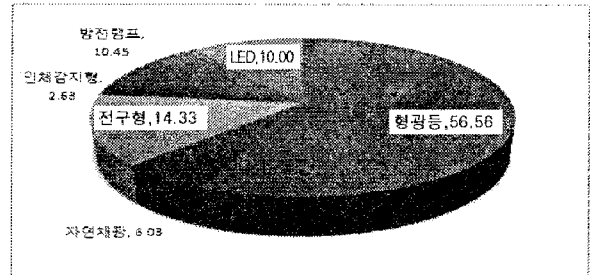


그림 4. 산업단지분과 조명부문 절감효과
Fig. 4. Curtailment effect of lighting equipment of the Industrial complex department

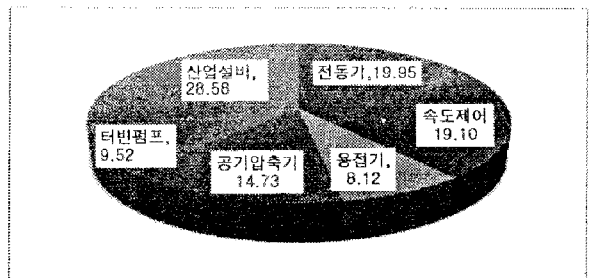


그림 5. 산업단지분과 동력부문 절감효과
Fig. 5. Curtailment effect of motor equipment of the Industrial complex department

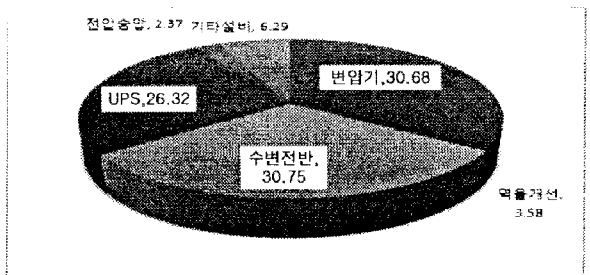


그림 6. 산업단지분과 수·변전부문 절감효과
Fig. 6. Curtailment effect of power sub-station equipment of the Industrial complex department

조명기기 적용분야는 도시/관광분과와 거의 동일하게 고효율 형광램프 SET 부분의 절감효과가 가장 크게 검토되었으며, 자연채광의 친환경적인 방안으로 얻어지는 전기에너지 절감효과도 일정량 검토되었다. 동력분야의 경우 전동기 분야가 속도 제어 부문(VVVF)까지 포함하면, 약40%로 그 절감효과가 가장 크게 나타났으며, 수·변전 분야에서는 동력용 전압승압(440~480V)에 따른 절감 효과가 계획되어 있다는 점이 타 분과의 계획과 차이가 나는 점이다. 자동제어 부문은 가장 낮게 검토되어 이 부문에 대한 폭 넓은 계획과 적용이 부족함을 알 수 있다.

3.4. 시설분과 전기에너지 절감분석

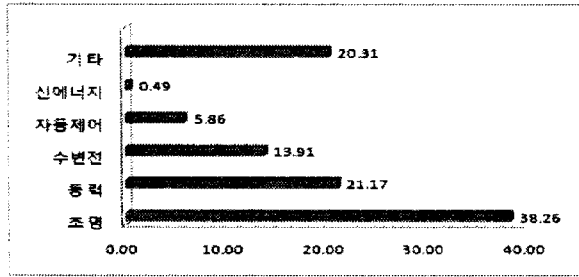


그림 7. 시설분과 전기설비별 절감효과
Fig. 7. Curtailment effect of electric equipment of the facilities department

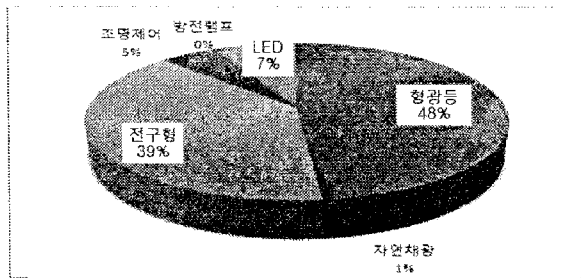


그림 8. 시설분과 조명부문 절감효과
Fig. 8. Curtailment effect of lighting equipment of the facilities department

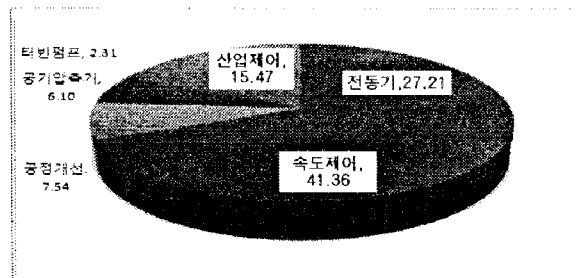


그림 9. 시설분과 동력부문 절감효과
Fig. 9. Curtailment effect of motor equipment of the facilities department

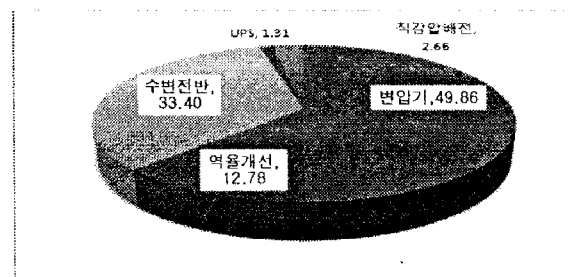


그림 10. 시설분과 수·변전부문 절감효과
Fig. 10. Curtailment effect of power sub-station equipment of the facilities department

시설분과 에너지사용계획서 분석의 경우 조명분야 및 동력분야의 경우 타 분과와 그 절감분포가 거의 동일하게 검토되었다. 다만, 타 분과의 분포와는 다르게 조명제어 분야에 대한 절감효과가 어느 정도 검토되었다. 특히 기타분야는 외기냉방 도입, 빙축열, 폐열회수 및 옥상녹화정원, 대기전력저

감 장치 등 타 분과와는 다르게 전기에너지를 절감하기 위한 건축/기계/전기 분야의 다양한 기술과 설비의 적용이 얻는 절감효과라 하겠다.

3.5. 항만시설분과 전기에너지 절감분석

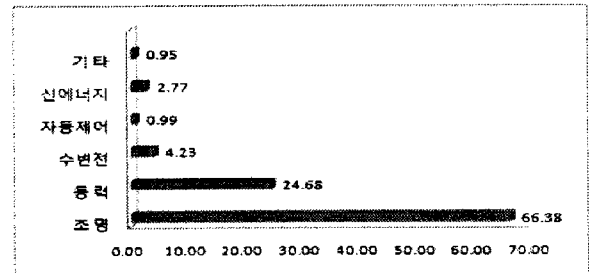


그림 11. 항만시설분과 전기설비별 절감효과
Fig. 11. Curtailment effect of electric equipment of the harbor facilities department

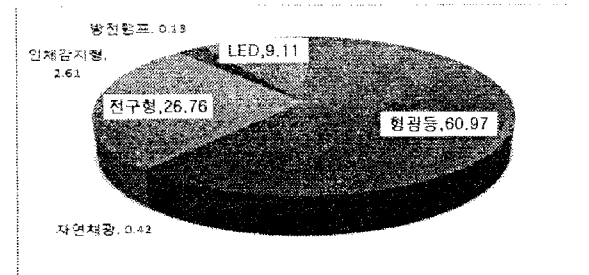


그림 12. 항만시설분과 조명부문 절감효과
Fig. 12. Curtailment effect of lighting equipment of the harbor facilities department

항만시설 에너지사용계획서 분석의 경우 타분과와 거의 비슷한 분포를 나타내고 있으며 자동제어 부문에서 가장 낮은 전기에너지 절감분포를 나타내고 있다. 특히, 신·재생 에너지 부문에서 기타 분과와는 다르게 그 절감효과가 높게 나타나고 있으나 이는 한 개의 개발사업에서 그 절감폭이 크게 나타난 것으로 검토되었다.

4. 에너지사용계획(전기)의 문제점

4.1. 도시/관광분과 계획서의 문제점

도시/관광분과 개발사업 개시 전에 실시되는 전기에너지 절감을 위한 에너지사용계획에 있어서 그 예상절감 효과분포를 검토하면, 조명분야를 제외한 나머지 분야에서는 전기에너지 절감효과가 미비하다는 점이다. 특히 신·재생 에너지 분야에 대해서는 그 예상 효과가 1%조차 얻기 어려운 에너지사용계획서이다. 물론 도시/관광분과 라는 사업 특성상 태양에너지를 제외한 풍력 등의 자연에너지 이용이 매우 어려운 지형적 사유도 있겠으나, 국가 에너지의 거의 대부분을 수입에 의존하는 에

너지 자원 빈국인 우리나라의 현실을 고려하면 너무 작은 수치라 할 수 있다. 일본의 경우 2009년 1월부터 가정용 연료전지 보급에 정부지원이 실행되고 있으며, 태양에너지 보급은 이미 정부지원이 필요 없을 만큼 확대·보급되어 있다. 조명분야를 비롯한 기타분야에 대한 전기에너지 절감효과 부분에서도 고효율 설비 적용에 의해서만 절감효과를 얻으려는 편중된 에너지 절감방안이 강구되고 있으며, 자동제어 분야에서도 기계설비 시스템의 일반적인 자동제어 시스템과 단순한 조명제어 시스템의 적용만 있을 뿐이다.

4.2. 산업단지분과 계획서의 문제점

산업단지분과 개발사업의 에너지사용계획에 있어서 그 예상절감 효과분포를 검토하면, 개발사업의 성격상 동력분야에서 전기에너지 절감효과가 크게 나타나고 있다. 세부적인 동력부하의 에너지 절감분포 검토에서는 사업의 특성상 여러 종류의 다양한 동력부하가 대부분의 전력에너지 소비를 이루고 있어 새로운 개념의 고효율 모터 적용이 가능할 것으로 사료되었지만, 엄밀히 말해 전동기의 VVVF 및 고효율 전동기 적용부분이 약40%로 가장 큰 부분을 차지하고 있어 주시할 만한 적용방안과 효과는 나타나지 않았다. 조명분야에 대한 세부검토에서는 고효율 방전램프의 적용이 일부 나타났으며 LED등의 적용으로 인한 절감효과도 도시/관광분과에 비해 크게 나타났다. 자연채광을 이용한 조명에너지의 절감효과는 매우 관심을 끄는 부분이라 할 수 있겠으나 그 효과가 미미하며, 태양광 발전분야까지 포함한다 하더라도 전 분야에 대한 전기에너지 절감효과에 비교하면 너무 적은 절감효과라 볼 수 있다.

수·변전 분야의 복합기능형 수배전반의 경우도 그 기능이 역을 개선 및 피크제어 등의 단순한 기능이며 좀 더 원론적인 절감방안은 경제성을 이유로 적극 적용되지 못하고 있는 현실이다. 특히 전기설비 별 에너지 절감효과에서 그 효과가 가장 낮게 검토된 분야가 자동제어 분야이다. 기계설비의 자동제어 및 조명분야의 자동제어 부분의 적용이 상당히 미흡하게 적용되었다. 산업단지의 업무 패턴이나 개발되는 산업의 조업형태를 더 고려한다면 이 부문에서 더 높은 에너지 절감방안을 강구해야 한다고 사료된다.

4.3. 시설분과 계획서의 문제점

시설분과 개발사업의 에너지사용계획에 있어서 그 예상절감 효과분포를 검토하면, 도시/관광분과

와 마찬가지로 조명분야에서 전기에너지 절감효과가 크게 나타나고 있다. 다만, 조명제어 분야에서 타 분과와는 좀 더 적극적인 적용이 이루어져 어느 정도의 절감효과를 얻고 있다. 대규모 건물의 경우는 이 조명제어 시스템의 합리적인 적용이 가능하나 중·소규모 건물의 경우 합리적이고 경제적인 조명제어 시스템을 찾아 적용하기 어렵다는 현실도 이 분야에 대해 충분한 절감효과를 얻기 어려운 문제점 중 하나이다.

수·변전 분야 및 동력분야의 경우는 고효율 변압기의 적용, 고효율 전동기 및 VVVF 속도제어방식의 적용으로 인한 절감 효과산출이 거의 대부분으로 타 분과와 큰 차이점은 검토되지 않았다. 자동제어 분야에서는 산업단지 분과 보다는 향상된 절감효과를 나타내고 있으나 이 시설분과 역시 업무 패턴이나 시설 이용자들의 업무 시간대를 세밀히 고려한다면 이 분야에서 높은 에너지 절감방안을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

시설분과 사업에서 흥미로운 절감효과부분은 기타설비 부분이 약 20%로 큰 절감효과를 차지(그림 7참조)하고 있는데, 이는 빙축열 설비, 폐열회수 설비, 외기냉방 도입, 옥상녹화정원, 및 대기전력저감 설비 등 건축/기계/전기의 각 분야에서 서로 에너지사용계획을 적극 협의하고 추진한 결과 다양한 에너지이용향상설비를 적용한 좋은 사례라고 할 수 있겠다. 반면, 신·재생 에너지 분야의 경우는 전기에너지 절감효과가 상당히 저조하다. 국내 최종 에너지 소비량의 약20%가 건물에너지로 소비되고 있으며 앞으로도 생활수준의 향상과 더불어 건물에서의 전기에너지 소비는 크게 증가될 것으로 예상되고 있다. 건물에너지를 원천적으로 절감할 수 있는 신개념의 에너지 시스템 적용 실적과 저조한 예상 절감효과는 사회적으로나 국가 정책적으로나 매우 큰 문제라고 판단된다.

4.4. 항만시설분과 계획서의 문제점

항만시설분과 개발사업의 에너지사용계획에 있어서 그 예상절감 효과분포는 전 비교대상에 걸쳐서 도시/관광분과와 비슷하게 나타났다. 조명분야에서 전기에너지 절감효과가 크게 나타나고 있으며 세부적인 조명부하의 에너지 절감분포도 고효율 형광램프 부분에서 가장 큰 절감분포를 가지고 있는 것으로 검토되었다. 자연채광을 이용한 조명에너지의 절감효과는 매우 미미하며, 조명제어 분야에서도 보다 많은 조명에너지 절감효과를 얻을 수 있을 것으로 사료되는데도 적극적인 절감노력은 찾아볼 수 없었다.

동력부분 및 수·변전 분야에 있어서도 타 분과와 동일한 분포를 나타내고 있으며, 특히 자동제어 분야에서는 항만시설의 조업형태 및 이용시간대 등을 세밀히 검토하고 구분한다면 좀 더 많은 에너지 절감부분을 찾을 수 있을 것으로 사료된다.

5. 에너지사용계획(전기)의 개선방향

5.1. 조명부문에 대한 개선방향

조명설비 분야에서는 백열전구의 퇴출과 더불어 안정기 내장형 램프 선호도와 사용량의 증가 및 고효율 형광램프 조명기기의 보급 확대에 의해 조명에너지의 절감효과가 두드러지게 나타나고 있다. 또한 LED등의 빠른 기술발전 성과로 이미 교통신호등, 옥외등 및 방재용 광원에 대해서는 교체사업이 활발히 진행되고 있으며 앞으로 일반 실내조명의 광원까지 대체할 수 있으리라는 전망은 조명에너지 절감 잠재력이 아직도 크게 남아있음을 확신할 수 있다. 그 무엇보다도 조명용 전기에너지를 줄일 수 있는 가장 확실한 방안은 한 개의 조명이라도 점등시키지 않는 것이다. 즉, 친환경에너지인 자연광을 옥내로 유입하는 방안이다. 비단 이 시스템의 적용으로 에너지 절감효과만을 얻은 것이 아니라 실내 안쪽까지 자연광을 받아들일 수 있고 이 유입된 자연광을 천장 면에 반사하여 친환경적이고 인간 친화적인 부드러운 조명 환경 제공받을 수 있게 된 것이다. 본 연구에서 나타나는 자연채광 시스템의 절감효과는 산업단지분과에서 조금 나타나고 있으며 기타 분과에 대해서는 거의 찾아볼 수 없다. 건축물의 설계 초기단계에서부터 건축/전기/조명 분야의 전문가들이 긴밀히 협조해야만이 분야에서도 전기에너지 절감효과를 기대할 수 있을 것이다.

조명제어 부분의 적용도 대규모 건물에는 어느 정도의 적용이 이루어지고 있으나 중·소형 건물에 대해서는 경제성을 이유로 그 적용이 인체 감지형 조명기구에 그치고 있다. 최근 국내에서는 전력선을 통하여 통신신호를 고주파 신호로 바꿔 실어 보내고 이를 고주파 필터를 이용하여 따로 신호를 분리해 수신하는 전력선 통신방식을 이용한 조명제어 시스템이 이미 상용화 되어있다. 선진국의 경우는 DALI(Digital Addressable Lighting Interface)SYSTEM 이라는 조명제어 시스템을 적용하며, 이는 국제 표준화된 디지털 제어신호를 통해 각 안정기를 지정하여 단독, 또는 그룹별로 다양한 제어를 하게 된다.

앞으로 진행되는 에너지사용계획에 있어서 조명

제어 부문도 충분히 그 절감효과를 증대할 만한 시스템들을 적극 적용해야 할 것이며, 설사 그 적용이 현재에는 힘들더라도 완공된 후 적용시점이 가능할 때 용이하게 적용할 수 있게끔 계획을 하는 것이 중요하다 할 수 있겠다. 전력선 통신방식을 이용한 조명제어 시스템의 경우는 기존의 전기 배선을 그대로 유지하면서 별도의 배선공사가 불필요한 시스템이므로 저렴한 공사비로 경쟁력을 가지며 원하는 에너지 절감효과를 얻을 수 있을 것이다.

5.2. 수·변전/동력부문에 대한 개선방향

수·변전 부문과 동력부문에서 전기에너지 절감에 기여하는 것은 대부분이 고효율 변압기 및 VVVF의 전동기 속도제어 효과를 포함한 고효율 전동기의 적용에 의한 것이다. 산업설비분과에서는 사업의 특성상 여러 종류의 고효율 산업설비의 적용으로 동력분야에 대한 전기에너지 절감효과가 크게 나타났으나 괄목할 만한 절감방안이 적용된 것이 아님은 사실이다. 2차 배전선의 동력용 전압을 440~480[V]로 승압하는 원론적인 개선방안도 일반적인 동력부하의 전압규격을 이유로, 또 조명용 전원과의 겸용을 이유로 거의 적용되지 못하고 있다. 수·변전 부문과 동력부문에서는 고효율 전기설비에 의해서만 전기에너지 절감효과를 얻으려는 방안 보다는 좀 더 시스템적으로 접근하여 방안을 구축하는 것이 합리적이라고 사료된다. 예를 들면 전력손실을 줄일 수 있고 전력품질 및 공급의 신뢰도도 증가시킬 수 있는 저압 네트워크 배전방식이나 Spot network 배전방식, 변압기 병렬 운전 등의 방안을 들 수 있겠다.

또한 최근 냉방기기 보급증가와 주·야간, 계절간 전력수요 격차가 심해짐에 따라 최대수요전력 증가 및 부하율 저하의 문제점 또한 날로 커지고 있다. 에너지 자원 빈국이며 국토의 협소성으로 전원입지 개발에도 어려움이 있는 우리나라로서 부하율의 저하는 전력 cost를 확대하는 주된 이유이며 나아가 전력부문에 대한 국가 경쟁력에도 영향을 미칠 수 있는 문제이다. 그러므로 대규모 사업단지 개발에 대한 사전 에너지사용계획 시 동력분야와 수·변전설비 분야에 대해서는 부하율 개선에 대한 적극적인 검토와 대안이 제시되어야 한다.

전력 공급자 측인 한국전력과 사업 개발 이전에 다양한 각도에서 협의하여 부하패턴이 서로 다른 인근지역 전력 시스템 간 계통연계로 경제적/환경적 편익을 창출시켜야 할 것이며, 역으로 산업단지의 조업형태 및 부하특성을 세밀히 분석하여 인근

지역의 Peak 부하 시간대와는 다른 시간대를 Peak 시점으로 하는 산업단지의 개발·조성을 계획함으로써 전기에너지 절감 편익을 계획할 수도 있을 것이다.

이 외에도 부하율 개선을 위한 방안으로 전력저장 시스템의 활용도 제안할 수 있겠으며 수용가측 입장에서의 방안으로는 축열식 Heat Pump의 활용 및 전기가열기기, 축전기 등 적용을 크게 고려할 수 있겠다.

5.3. 자동제어부문에 대한 개선방향

전기에너지 자동제어 부문의 경우 도시/관광분과 및 시설분과에서는 5~7%의 전기에너지 절감 효과가 나타났으며, 기타 분과에 대해서는 1%미만의 미미한 효과를 나타냈다. 자동제어의 대상은 주로 조명부하와 동력부하 중 공조부하 및 냉·난방부하의 자동운전 제어이다. 앞서 조명제어 부문에서 말한 바와 같이 중·소규모 건물에 대해 합리적으로 또 경제성을 가지고 적용할 만한 자동제어 Program의 부재가 이 부문에서 만족할 만한 절감 효과를 내지 못하는 주된 이유라고 사료된다.

현재 우리나라 에너지사용계획에도 일반적으로 적용되고 있는 건물분야의 자동제어 시스템이 있으나 최근 건물의 사용기한 동안 최상의 에너지 절감을 도모하는 Building Energy Management System(BEMS)이 급변 제4차 에너지이용합리화 기본계획에서 핵심기술로 선정된 바 이 시스템에 대한 적극적인 적용을 계획해야 할 것이다.

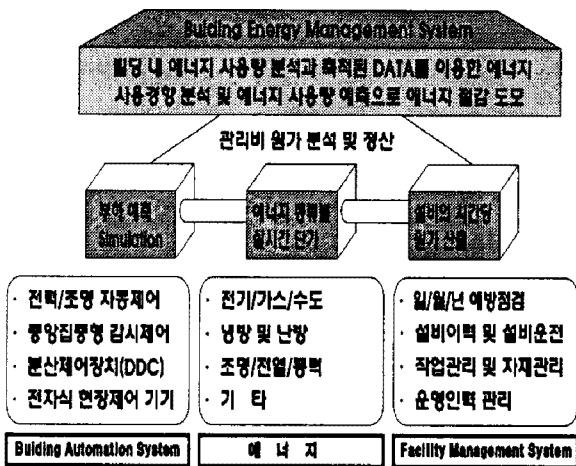


그림 13. BEMS 개요도
Fig. 13. BEMS skeleton map

빌딩에너지 관리 시스템은 빌딩에 쾌적한 환경을 제공하면서 에너지 성능의 최적화를 도모하기 위해 설비 또는 시스템의 가동상태, 에너지 소비량 등을 수집하고 이들의 원가 분석 및 평가를 거쳐

에너지 소비 분석을 실시한다.

국내 OO빌딩에 적용된 BEMS는 기본적으로 Web 환경에서 구현될 수 있도록 개발되었으며 계량 및 계측되는 DATA들은 1분 단위로 취합되고 15분 단위로 Display 되는 것으로 구현되었다. 에너지 관리 및 성능분석은 일본 공기조화 위생 공학회(SHASE)의 자료를 토대로 하였으며 종합 DATA 화면에서 바로 분석 포인트로 넘어가는 Direct Linking 기능과 포인트별 알람을 별도 평가 화면에서 제공하고, 누적된 계량, 계측 DATA는 3년/3개월/3일을 비교할 수 있도록 하였다. 국내 BEMS를 적용한 사례가 많지 않아 우리나라 에너지 소비 형태에 적합한 DATA의 부족이 아직까지는 만족할 만한 효율적인 성과를 만들고 있지 못하고 있는 이유이다. 하지만 에너지사용계획 단계에서부터 이 시스템의 적용이 적극적으로 이루어진다면 우리나라만의 정확한 에너지의 실적관리와 분석이 가능할 것이고 축적된 DATA는 건축설비에 사용되는 장비들의 수명연장, 열원에너지 효율 향상 및 건물 에너지 관리기법 향상 등 최적인전 설정기법을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

5.4. 친환경/신재생부문에 대한 개선방향

본 논문에서는 이 분야의 경우 태양광 발전과 자연채광에 대한 전기에너지 절감효과만을 다루었다. 이는 현재 에너지사용계획에 있어서 태양 에너지를 제외한 기타 신재생 에너지 분야는 거의 적용 자체가 이루어지지 못하고 있는 이유 때문이다. 본 연구에서 검토된 바와 같이 친환경/신·재생 에너지 부문에 대한 전기에너지 절감효과는 아주 저조하며, 2011년까지 신·재생에너지 보급률을 1차 에너지 소비량의 5%까지 점유한다는 우리나라 정부 목표를 무색하게 만드는 효과일 수밖에 없다.

일본의 경우 1994년 각 가정에 태양광 발전 시스템을 보급하는 프로그램을 시작하였는데 이를 달성하기 위해 매년 1억불 이상의 예산을 투입하였다. 그 결과 설치용량이 35배 증가하였고 75%의 가격절감이 이루어졌으며, 이 같은 효과는 보급 확대와 더불어 주변기기의 개발도 함께 이루어졌기 때문이라는 분석이다. 일본은 이러한 구체적인 보급계획의 수립에서 배운 교훈을 연료전지 시스템 보급에도 적용하여 이미 실행에 옮기고 있다.

우리나라도 화석에너지 고갈과 기후변화 협약에 따른 국제적인 환경제약에 대처하기위해 이 분야에 대한 연구개발 및 확대보급의 시급성을 파악하고 박차를 가하고 있으나 그 실적은 아직까지 선진국에 비해 많이 미흡한 실정이다. 특히, 연료전

지 분야는 전력저장 시스템과도 더불어 소형분산 전원설비로써의 기능인 부하율 개선에도 크게 일조할 수 있는 부분이다.

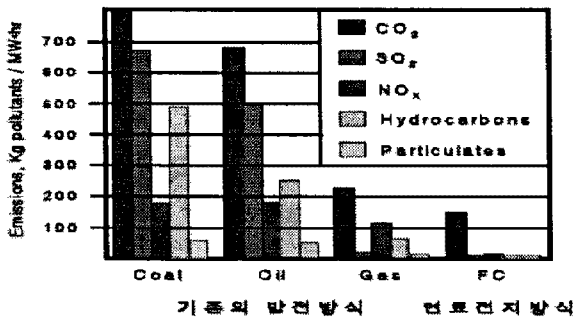


그림 14. 연료전지 오염물 배출
Fig. 14. Contaminant discharge by the fuel cell.

가정용 연료전지라 함은 가정이나 편의점, 주유소 등의 상가 등에 사용하는 연료전지로서 1[KW] 급부터 수십[KW] 이하의 시스템을 말하며, 고분자 연료전지와 고체산화물 연료전지가 주로 사용된다. 그림 14에서 보는 바와 같이 연료전지는 NO_x, SO_x, 분진 등 과 같은 공해물질이 거의 없는 환경 친화적인 에너지원이며, 가정에서 필요한 전기뿐만 아니라 발생되는 폐열을 이용하여 온수 및 난방용으로도 이용될 수 있다. 앞으로 진행되는 사업의 에너지사용계획 시 가정/상업용 연료전지 적용에 대해 국가적 차원에서 지원방안이 개선되어야 할 것이며, 신·재생 에너지 개발 선진국들의 도입 성공사례를 면밀히 검토하여, 보다 진보된 계획안으로 에너지사용계획 단계에서부터 그 도입을 유도해야 할 것이다.

6. 결론

최근 우리나라는 에너지절약에 대한 다양한 정책의 지속적인 추진으로 에너지 저소비형으로 전환하고 있는 추세이나 에너지다소비형 산업구조를 가진 우리나라의 에너지 소비증가율은 아직 높은 수준이고 절약정책에 의한 절감효과는 미미한 수준이다. 따라서 본 연구에서는 최근 에너지사용계획서를 대상으로 우리나라의 에너지 절감 현황과 계획단계에서의 문제점을 조사·분석하였다.

그 결과 각 분과별 전기에너지 절감분포의 크기는 시설분과, 도시/관광분과, 산업단지분과 및 항만시설분과 순으로 나타났으며 전기설비 각 분야 별로는 조명분야가 가장 전기에너지 절감에 기여하는 바가 크게 나타났다. 에너지사용계획서의 전반적인 문제점으로는 단순한 고효율 설비들의 적용으로만 전기에너지 절감효과를 얻어 심의만을

통과하려는 형식적인 방안이 대부분을 차지하고 있다는 점이다. 또한 전기 에너지의 사용실태를 정확히 파악하고 그 절감효과를 정확히 예측할 수 있는 진보된 자동제어 시스템의 적용도 부진하다. 이러한 시스템이 에너지 사용부문에 널리 적용되어 전기에너지의 사용량을 시스템의 성능저하 없이 합리적으로 제어할 수 있는 우리나라만의 에너지 사용실적 DATA가 축적되어야 하는데, 계획 단계에서부터 그 적용이 경제성을 이유로, 우리나라 현실에 맞는 프로그램의 부재를 이유로 외면당하는 현실은 에너지 빈국이라는 오명을 벗을 수 없게 한다. 따라서 전기설비 전 부문에 대해서도 일반적인 고효율 설비보다는 신기술의 다양한 설비들의 적용으로 관련 기술개발의 발달도 함께 추구해야 할 것이다. 조명부문에서는 LED 분야의 확대 적용을 좀 더 촉진시켜야 하겠으며, 동력부문과 수·변전 부문에서는 시스템적 진보된 계통 연계 방식과 배전방식이 추진되어야 할 것이다.

사후관리 측면에서는 설치 완료된 에너지 사용설비들에 대해 다양한 종류의 진보된 에너지 진단 기술이 도입되어야 할 것이고 Repowering 기술 등 기 설비에 대한 경년열화 대책 또한 계획단계에서 미리 고려되어야 할 것이다.

이상의 결론으로 볼 때, 향후 진행되는 에너지사용계획에서는 지금까지와는 다른 개선된 방안의 적용이 적극 이루어져야 하겠으며, 이와 같은 개선된 에너지사용계획은 전기에너지 절감효과라는 한 측면보다는 더 나아가 국제적인 에너지 시장에서 경쟁력을 갖추기 위한 초석이 될 것이며, 저탄소 녹색성장의 슬로건을 내 건 미래국가 에너지 전략 개발 방향에 대해서도 한 축이 될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- (1) 이성근, 안영환, "국가에너지 절약 및 효율향상 추진체계 개선방안 연구", 에너지경제연구원, 2007.
- (2) 정웅태, "해외 에너지 효율화 정책동향 분석 연구", 에너지경제연구원, 수시연구보고서08-4.
- (3) 박석희, "소형 분산전원용 연료전지 시스템 개발현황", 한국에너지기술연구원, Journal of The Korea Gas union.
- (4) Techno Leader's Digest, 한국과학기술정보연구원, 2008.07.1.
- (5) 에너지사용계획서(2006년~2008년), 33건
- (6) 삼성건설기술지 통권 제59호
- (7) 해외에너지 정책 동향 2009, 에너지경제연구원
- (8) DALI MANUAL, Digital Addressable Lighting Interface Activity Group.
- (9) 에너지이용합리화법, 법률 제9373호, 2009.01.30. 일부개정
- (10) 에너지사용계획 수립 및 협의절차 등에 관한 규정