

고효율조명기기에서의 효율향상을 통한 기후변화협약 기여도 산정

원종률\*, 김정훈\*\*, 이병하\*\*\*

안양대학교 전기전자공학과\*, 홍익대학교 전자전기공학부\*\*, 인천대학교 전기공학과\*\*\*

Contribution to Climate Change Convention through efficiency improvement of high-efficient lighting equipments

Jong-Ryul Won\*, Jung-Hoon Kim\*\*, Byung-Ha Lee\*\*\*

Anyang University\*, Hongik University\*\*, Incheon University\*\*\*

**Abstract** - 에너지 효율관리제도(최저효율기준, 라벨링 제도 등)는 에너지 사용의 증대와 산업의 발달에 따른 다양한 기기들의 개발에 따라 에너지기기들의 수요가 늘어나고 있는 현실에서 기기의 수요는 감소시키지 않으면서도 에너지를 감소시킬 수 있는 가장 효과적이고 경제적인 수단으로 평가받고 있다. 이는 이산화탄소를 비롯한 온실가스의 방출을 제한하여 지구온난화를 방지하고자 하는 기후변화협약을 이행하는 데 있어 중요한 도구가 되고 있다. 본 논문은 이러한 고효율기기의 효율향상에 따른 기후변화협약에 대한 기여도 산정을 위해, 효율향상 시에 이산화탄소 절감량을 구하는 방안을 제시하고자 한다. 특히 조명기기 분야에 대해 사례연구를 수행하였다.

1. 서 론

에너지 효율관리제도[6](최저효율기준, 라벨링 제도 등)는 에너지 사용의 증대와 산업의 발달에 따른 다양한 기기들의 개발에 따라 에너지기기들의 수요가 늘어나고 있는 현실에서 기기의 수요는 감소시키지 않으면서도 에너지를 감소시킬 수 있는 가장 효과적이고 경제적인 수단으로 평가받아 1980년대부터 전 세계적으로 채택되고 있는 제도이다. 1992년 6월의 리우의 환경선언 이후에는 에너지 절약과 더불어 환경오염도 방지할 수 있는 효과적인 수단으로 각광받고 있어 더욱 더 제도의 보급이 늘어나고 있다.

국내에서도 이러한 추세에 부응하고자 1992년 9월 1일부터 에너지이용합리화법 제 17조 및 제 18조 규정에 근거한 '효율관리기자재의 운영에 관한 규정(산업자원부 고시 제2007-70호, 2007.5.25, 13차 개정)을 제정하여 전기냉장고, 전기냉방기, 백열전구, 형광램프, 안정기, 안정기 내장형 램프, 전기선풍기, 가정용 가스보일러 등에 대하여 에너지소비효율등급표시제도 및 최저효율기준, 목표소비효율기준 등을 설정하여 운영하고 있다.

한편 석유석탄 등 주로 화석연료가 연소될 때 나오는 이산화탄소와 메탄, 냉매로 쓰이는 CFC 등의 기체는 대기로 방출되는 복사에너지를 흡수해 다시 지표면으로 방출시키는 온실효과를 갖고 있다. 이는 단순한 환경문제로서 그치는 것이 아니라 온실가스가 주로 에너지 사용에서 발생되기 때문에 각국의 경제 산업구조에 대한 수정을 요구하는 심각한 문제이다. 따라서 이를 억제하고자 세계 각국은 1992년 5월 정식으로 기후변화협약을 체결했다. 이의 목적은 이산화탄소를 비롯한 온실가스의 방출을 제한하여 지구온난화를 방지하고자 하는 데에 있다.

본 논문은 이러한 고효율기기의 효율향상에 따른 기후변화협약에 대한 기여도 산정을 위해, 효율향상 시에 이산화탄소 절감량을 구하는 방안을 제시하고자 한다. 특히 조명기기 분야에 대해 사례연구를 수행하였다.

2. 발전부문의 이산화탄소 배출계수

현재 국내에서는 발전원별로 이산화탄소 배출량을 구하는 데에 있어, IPCC 가이드라인에 의거하여 평균배출계수(TON-CO2/MWh)형태로 산정하여 사용하고 있다 [5]. 이를 실제로 산정하는 방법은 매우 복잡한데, 이는 발전량에 따른 에너지사용량을 구하고, 이에 대한 연료 사용량에 연료별 이산화탄소 배출량을 곱하여 구한 총 배출량을 전체 발전량을 나누어 산정할 수가 있다. 본 연구에서는 이렇게 산정하여 구한 남동발전주식회사[4]의 홈페이지에 고시된 계수를 이용하기로 한다. 본래는 발전력 변동에 따라 효율이 다르나 여기에서는 평균값을 사용하였다.

■ 발전원별 온실가스 배출량 (2003)

발전원	발전량(MWh)	배출량(천TC)	발전원별배출량	
			1-CO2/MWh	1-CO2/MWh
수력원	6,959,582 (2.9%)	1,904,675 (5.0%)	0.255	0.350
유연탄	114,371,302 (37.6%)	26,673,298 (73.8%)	0.232	0.251
중유	15,663,841 (5.5%)	3,175,095 (8.8%)	0.190	0.637
가스	34,983,989 (11.9%)	4,425,965 (12.2%)	0.126	0.469
기타	308,254 (0.1%)	61,453 (0.2%)	0.159	0.583
(합계)	172,927,948 (56.6%)	36,142,435 (100%)	0.208	0.753
원자력/수력	132,117,728 (41.5%)	-	-	-
계	305,705,676 (100%)	36,142,435 (100%)	0.117	0.343

[그림 1] 발전원별 이산화탄소 배출계수

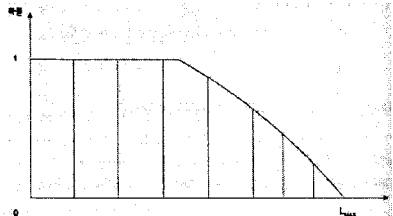
3. 조명기기의 부하구성

조명기기는 일반적으로 전체전력부하의 약 20%를 차지한다고 알려져 있다. 따라서 이의 고효율화를 통한 에너지절감효과는 매우 크며, 더불어 이산화탄소 저감효과도 매우 클 것이다. '조명기기 보급실태 조사[1]'보고서에 의하면 전체 조명부하에서 건물부하는 전체 조명부하의 80%를 차지하며, 나머지 20%는 산업용 조명부하에 해당한다. 건물조명부하에서 주택용 조명부하는 약 20%로 알려져 있다. 따라서 전체 전력부하 중에서 주택용 조명부하는 약 3.2%, 상업용 조명부하는 12.8%, 산업용 조명부하는 4%를 차지한다고 볼 수 있다.

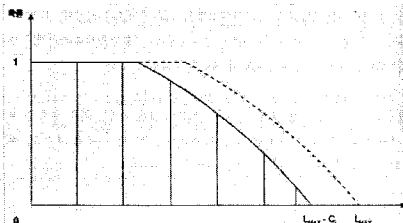
4. 확률적 운전비 계산 모형을 이용한 이산화탄소 절감량 산정 방안

일반적으로 전원개발계획에서는 전도된 부하지속곡선을 바탕으로 고장정지율을 고려하여 상승적분을 통해 각 전원구성에 대해 운전비를 계산하고 있다[2,3]. 이러한 모형은 수요관리효과 분석에서도 널리 사용되고 있다. 즉, 8760시간 수요곡선에서 효율향상을 통한 부하감소분을 차감하여 부하지속곡선을 생성한 후, 이를 바탕으로 확률적 운전비 계산을 수행하면 효율향상에 대한 운전비

절감량이 도출된다. 따라서 여기에서 각 에너지원별로 이산화탄소 배출계수를 곱하면 효율향상을 통한 이산화탄소 저감량을 구할 수가 있다.



[그림 2] 기준부하에 대한 전도된 부하지속곡선

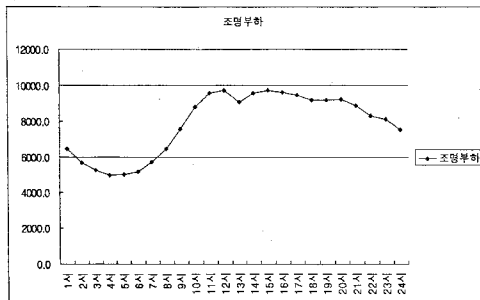


[그림 3] 부하감소된 전도된 부하지속곡선

그러나 위와 같은 운전비 계산 모형은 그 수식이 복잡하고, 일반인이 이해하기가 난해한 면이 있다. 또한 전용 패키지 프로그램이 아니면 일반인은 결과를 도출하기가 매우 어렵다. 따라서 본 논문에서는 이러한 방법보다 더 간략하면서도 편리한 방안을 제시해 보고자 한다.

### 5. 시간대별 발전특성을 고려한 등가발전모형을 이용한 이산화탄소 절감량 산정 방안

본 연구에서는 기존의 확률적 운전비 계산 모형 대신에 편리하면서도 이해하기 쉬운 등가발전모형을 제안하고자 한다. 이는 조명부하의 연평균 24시간 부하곡선에 대해 각 전원구성에 대한 점유비율을 구하여 계산하는 것이다. 다음 그림은 전체 조명부하의 연평균 24시간 부하곡선이다. 이는 주택용, 상업용, 산업용 조명부하에 대한 상대계수를 점유량별로 가중평균하여 구한 것에, 평균 조명부하전력을 곱하여 구한 것이다.

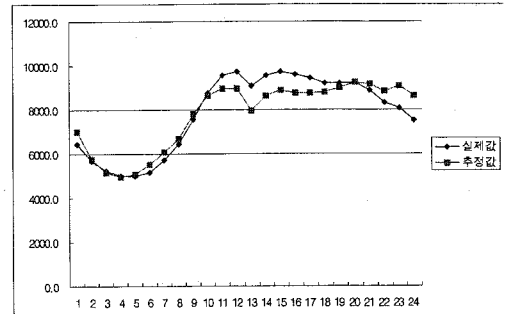


[그림 4] 연평균 조명부하 24시간 곡선

한편 다음 곡선은 원자력, 유연탄, 무연탄, LNG, 중유 등의 각 발전원별로 위의 곡선을 등가화하는 계수를 구하여 생성한 곡선이다. 이는 최소자승법(LSE)을 이용하여 구하였다. 구한 결과 조명부하에 대해 LNG발전 자체 발전량의 79.9%, 유연탄발전이 9.5%, 다른 전원은 0%의

비율을 보였다. 추정된 곡선모양이 원래 곡선과 매우 비슷한 것을 알 수가 있다.

따라서 이를 통해 조명부하가 효율향상을 통해 절감량이 산정되면 이를 이용하여 에너지절감량을 구하고, 여기에 배출계수를 곱하면 이산화탄소 절감량을 구할 수가 있다.



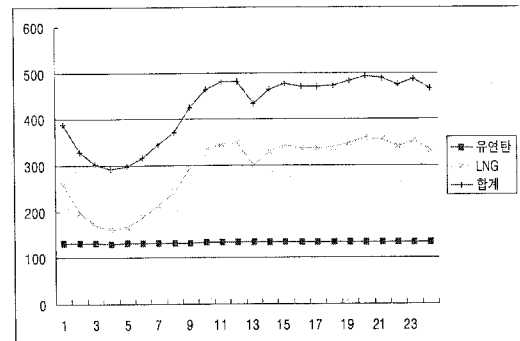
[그림 5] 연평균 조명부하 24시간 곡선

### 6. 사례 연구

본 사례연구에서는 전체 조명부하의 효율이 10% 향상된다고 가정할 때, 앞에 제시된 모형을 이용하여 이산화탄소 절감량을 산정하였다. 먼저 이 때의 발전원별 에너지 절감량을 구하였다.

한편 이러한 발전원별 에너지절감량에 배출계수를 곱한 후 365일을 곱하면 연간 이산화탄소 절감량이 산출된다.

계산 결과 조명기구의 효율을 10% 향상 시, 유연탄 발전량 저감을 통해 연간 11,610,51톤, LNG발전을 통해 2,552,281톤, 합계 3,713,332톤의 이산화탄소 배출을 억제할 수 있다는 결과가 도출되었다.



[그림 6] 효율향상시 발전원별 CO2 저감곡선

### 7. 결 론

논문은 이러한 고효율기구의 효율향상에 따른 기후변화협약에 대한 기여도 산정을 위해, 효율향상 시에 이산화탄소 절감량을 구하는 방안을 제시하고자 한다. 특히 조명기기 분야에 대해 사례연구를 수행하였다.

기존의 부하지속곡선을 사용한 확률적 운전비 계산 모형은 그 수식이 복잡하고, 일반인이 이해하기가 난해한 면이 있다. 또한 전용 패키지 프로그램이 아니면 일반인은 결과를 도출하기가 매우 어렵다. 따라서 본 논문에서는 이러한 방법보다 더 간략하면서도 편리한 방안을 제시하였다. 이는 조명부하의 연평균 24시간 부하곡선에 대해 각 전원구성에 대한 발전비율을 구하여 계산하는

것이다. 구한 결과 조명부하에 대해 LNG발전 자체발전량의 79.9%, 유연탄발전이 9.5%, 다른 전원은 0%의 발전비율을 보였다. 추정된 곡선모양이 원래 곡선과 매우 비슷한 것을 알 수가 있었다.

이를 통해 조명부하가 효율향상을 통해 에너지절감량을 구하고, 여기에 배출계수를 곱하면 이산화탄소 절감량을 구할 수가 있다. 계산 결과 조명기기의 효율을 10% 향상 시, 유연탄 발전량 저감을 통해 연간 11,610,51톤, LNG발전을 통해 2,552,281톤, 합계 3,713,332톤의 이산화탄소 배출을 억제할 수 있다는 결과가 도출되었다.

#### 감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지원에 의하여 기초전력연구원 (R-2005-7-150) 주관으로 수행된 과제임

#### [참 고 문 헌]

- [1] 에너지관리공단, 한국전력공사, "조명기기 보급실태조사", 1999.
- [2] 기초전력공학공동연구소, "전원개발계획 최적화모형에 기초한 회피비용 계산 방법 연구", 1998.
- [3] Chris Marnay, Diane Fisher, Scott Murtishaw, Amol Phadke, Lynn Price, Jayant Sathaye, "Estimating Carbon Dioxide Emissions Factors for the California Electric Power Sector", 2002.
- [4] 한국남동발전, <http://www.kosep.co.kr/>
- [5] 한국전력공사 경영연구소, "전력사 온실가스 배출통계 통합 기반구축", 2007.
- [6] 기초전력연구원, 중간보고서, "기후변화협약 및 국제표준화를 대비한 국내 주요 전기기기의 효율기준 마련을 위한 기초연구", 2007.