

가전기기의 대기전력 실태조사연구

김남균, 김상철, 김형우, 서길수, 김은동
한국전기연구원 전력반도체연구그룹

Survey on the Standby Power Consumption of Home Electronics

N.K. Kim, S.C. Kim, H.W. Kim, K.S. Seo, E.D. Kim

Power Semiconductor Group, Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - Standby power is progressively important in the developed countries including Korea. The status of standby power of Korean home electronic wares has been unknown. In this paper, standby power consumption of home electronics in Korea has been firstly surveyed and reported. Over 800 pieces of electrical equipments that consume standby power in 53 households were investigated. The average standby power per equipment and total standby power per household were 3.66W and 57.0W, respectively. It was revealed that Audio systems and network appliances such as xDSL modem, set-top box generally consume high standby power.

1. 서 론

TV, 컴퓨터 등 많은 전자기기들은 그 본래의 기능을 수행하지 않으면서도 플러그만 연결되어 있어도 전력을 소모하는데 이를 대기전력(standby power)이라고 한다. 예를 들어 TV의 스위치를 켜거나 플러그를 전원과 연결한 상태라면 미소한 전력이 소모되는데 이것이 대기전력이다. 1990년대 이전의 대부분의 가전기기들은 본체와 주전원 간을 차단시키는 것으로 충분하였다. 그러나 리모콘 및 시간예약기능 등의 가전제품의 기능이 점차 다양해지면서 플러그를 전원으로부터 뽑는 것이 어려워지면서 가전기기의 전력소모가 계속적으로 증가되어왔다.

세계적으로도 대기전력의 개념은 해가 갈수록 중요해지고 있다. 개별기기의 대기전력에 의한 소모는 미미하지만 가정, 지자체 및 국가적인 단위의 대기전력소모는 막대하다. 이러한 관점에서 OECD 국가군을 중심으로 대기전력을 줄이기 위한 기술적·정책적 노력이 90년대 후반부터 시작되어졌다[1-5]. 미국은 연방정부의 조달물품으로 대기전력이 1W 이하인 제품만을 구매하도록 하는 대통령의 행정명령이 2001년 7월에 발표되었다. 또한 호주 정부는 2012년까지 자국에서 생산·유통되는 모든 가전 및 사무기기의 대기전력을 1W 이하로 유도하는 계획안을 발표하는 등 “대기전력 1W 이하로 줄이기”는 현재 나날이 확산되는 추세이다.

한국에서는 산업자원부 주도로 가전기기의 대기전력을 줄이기 위한 자발적 협약제도를 시행하여 왔으나[6] 정작 국내의 가정용 전자기기의 대기전력 소모 실태에 대한 전수조사가 시행되지 못하였다. 본 논문에서는 국내 표본가구를 대상으로 가전기기의 대기전력 소모실태를 조사하고 분석하였다.

2. 본 론

2.1 대기전력의 정의 및 실측조사방법

대기전력은 국제전기위원회(IEC), 국제에너지기구

(IEA) 및 각 나라별로 각각 정의하고 있으며, 국제적으로 통일된 정의는 없다. 예를 들어 국제전기위원회(IEC)에서는 “대기모드(standby)란 기기가 주전원과 연결되어 있고 제조자가 정한 방법에 따라 사용되는 임의의 시간동안 나타나는 최저전력모드로 사용자에 의해 제어될 수 없는 모드이다.”로 정의하고 있다. 이 경우에는 전자기기가 리모콘에 의한 켜짐 신호를 기다리는 상태나 셋톱박스과 같이 네트워크의 신호에 의하여 기기가 동작할 수 있는 예비상태에 관하여 모호하게 규정되어 있다.

따라서 본 연구에서는 대기전력의 정의를 아래와 같이 제안하고 가정용 전자기기의 대기전력 실측조사를 수행하였다.

“대기상태(standby)란 기기가 외부의 전원과 연결된 상태에서 해당기기의 주기능을 수행하지 않거나 또는 외부로부터의 켜짐 신호를 기다리는 상태를 의미하며, 이러한 상태에서의 소비전력을 대기전력(standby power)으로 정의한다.”

실측조사는 전국의 표본세대 53가구를 대상으로 하여 가구내 전자기기의 대기전력을 측정하고 평균대기전력 발생시간을 조사하여 대기전력을 산출하였다. 측정대상 기기는 측정가구에서 110V 및 220V 전원에 접속하는 모든 기기를 대상으로 하였다. 다만 사용시간 중에만 전원에 접속하는 다리미, 드라이어 등의 기기, 냉장고와 같이 상시 전원을 투입하여야 하는 기기 및 사용빈도가 낮은 비디오카메라 등의 기기는 조사대상에서 제외하였다.

대기전력 측정은 기본계측기로 Hioki사에서 제작한 전력계측기(모델번호 3332)를 사용하였으며 각 측정모드의 순시치(W)를 계측하였다. 측정기기는 검교정 전문기관에 검교정을 받아 신뢰도를 확보하였다. 측정상의 오차를 줄이고 신뢰도를 높이기 위해서 다음과 같은 측정방법을 제안하였다.

- ① 측정하기 전에 계측기를 5분 이상 충분히 예열하여 비정상적인 동작을 방지한다.
- ② 측정대상 기기와 단자함과 계측기를 접속한다.
- ③ 접속한 상태에서 1분이상 안정화시켜 접속 플러그를 뽑아 제거한다.

한편 실제 각 가정에서 측정할 경우 220V의 정격전압으로부터 벗어난 상태에서 측정할 가능성이 높아 정격전압에서 $\pm 10\%$ 벗어날 경우를 대비하여 소비전력 측정값의 오차범위를 미리 조사하였다. 대기상태에서 소비전력이 0.8W~6.6W인 기기에서 10% 과전압(242V)을 입력하여 측정된 소비전력은 10% 감전압(198V) 상태에서 측정된 값보다 2~7% 높은 것으로 나타났다. 한편 대부분의 측정조건에서 공급전압은 216V~227V 범위를 넘지 않았으며 이로 미루어 본 연구에서 실측한 대기전력은 2% 이내의 오차를 가진 것으로 판단된다.

대기전력 소모량의 계산은 기기별 대기전력에 대기시간을 곱하여 계산하였다. 그림 1은 대기시간을 규정하는 것으로 전체 시간 중에서 기기의 사용시간과 플러그를 뽑아 놓은 시간을 제외한 나머지 시간을 대기시간으로 간주하고 이를 대기전력에 곱하여 산출하였다.

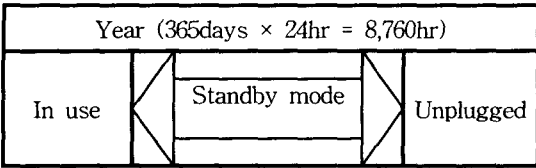


그림 1. 대기전력 소모량의 계산.

2.2. 국내 가정용 대기전력 실태조사 결과

가구별 실측조사는 75가구를 대상으로 실시하여 유효 가구수로 53개 표본가구를 추출하였다. 또한 실측된 가전기기의 수는 총 825대로 가구당 평균 15.57대로 조사되었다. 그림 2에 실측된 가전기기의 제조년도별 표본수를 나타낸 것이다. 2002년도 제품이 가장 많이 측정되었으며 2002년 이전의 기기는 년도가 오래될수록 기기수가 적어졌다. 이는 조사시점이 2003년 3월~5월이었기 때문으로 분석된다. 그림에서 제조년도가 0인 것은 제조년도 미상을 의미한다.

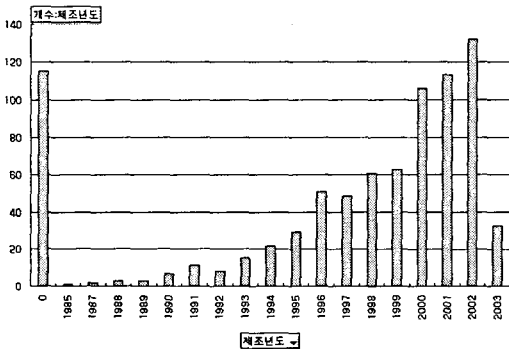


그림 2. 대기전력 측정기기의 제조년도별 분포.

실측된 가전기기의 평균 대기전력은 3.66W로 나타났으며 측정대상가구의 대기전력은 평균 57W였다. 한편 측정기간동안 판매되고 있는 가전기기의 무작위 평균 대기전력은 3.0W로 최근의 기기당 대기전력은 줄어드는 경향을 보였다.

측정결과와 집계를 Watt로 하였으며 유효자리수를 소수점 2자리로 하였다. 또한 기기단체에서의 계측값을 집계대상으로 하였다. 예를 들면 비디오에서 전원을 취급하는 TV와 같은 복수의 기기를 동시 계측한 것은 집계대상으로 하지 않았다.

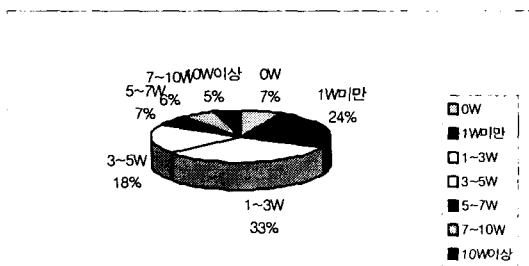


그림 3. 측정 기기의 대기전력 발생량 비율의 분포.

그림 3은 가전기기의 대기전력을 크기별로 분류한 것으로, 대기전력이 0인 것을 포함한 1W 미만인 것이 31%, 1~3W 범위가 33%로 가장 많은 것으로 나타났다. 특히 대기전력이 10W 이상인 기기도 5%로 나타났는데 가전기기 중 오디오, 외장형 모뎀(ADSL) 등이 대기전력이 높은 가전기기군에 많이 포함되어 있었다.

표 1에 가구당 실측결과를 요약하였다. 가구당 연간 306kWh의 전력을 대기전력으로 소비하는 것으로 나타났으며 이는 가정내 소비전력의 10.6%에 해당한다. 그리고 연간 국내 총 가정의 대기전력 소모량은 4.6TWh에 이르러 국내 총 소비전력량의 1.67%에 이르는 것으로 추정된다. 이러한 추정치는 측정대상가구에서 사용시간과 플러그를 뽑아둔 시간을 대기전력에서 제외하였을 경우의 결과이다. 표에서 추정치로 기입한 것은 각 가정마다 불박이 형태로 고정되어 물리적으로 측정이 불가능한 도어폰, 보일러 및 불박이 센서 등을 고려하여 실제 대기전력이 측정치에 비해 20% 이상 증가할 것이므로 예측한 값이다.

한편 외국의 가정용 대기전력 연간 소모량 추정사례 [1,7,8,9]를 살펴보면 호주 760kWh(2001년, 64가구), 일본 398kWh(2001년, 42가구), 미국 캘리포니아 지역 590kWh(2000년, 10가구) 및 덴마크 530kWh(2001년, 100가구)로 나타났다. 선진국의 측정사례와 비교할 때 한국의 대기전력 총량은 약 절반 수준으로 이해되며 이는 주로 선진국 가정이 보유한 가전기기의 수가 많기 때문으로 이해된다. 이러한 해석에 기반할 경우 향후 한국의 소득 수준이 높아질수록 가구당 대기전력이 크게 증가할 가능성이 매우 높다.

이러한 가정용 대기전력을 순시전력으로 환산하면 525MW로, 화력발전소 1기의 발전용량에 해당하는 전력이다. 즉 화력발전소 1기가 단지 플러그를 꽂은 채 사용하지 않는 가전기기의 대기전력으로 소모되기 위하여 운전하고 있는 것으로 해석될 수 있다.

표 1. 가구별 실측조사결과 요약.

개별가구별 대기전력	연간 대기전력 소모량	최소	306kWh
		추정	367kWh
	가구당 총전력소비량 대비	최소	10.6%
		추정	12.7%
전국 가정용 대기전력 합계	전국 가정용 대기전력	최소	856MW
		추정	1,028MW
	연간 대기전력 소모량	최소	4.6TWh
		추정	5.5TWh
전국 총전력소비량 대비	최소	1.67%	
	추정	2.00%	

표 2에 샘플 가구에서 측정된 주요 기기의 평균대기전력을 나타내었다. 오디오 기기의 대기전력이 평균 9.1W로 가장 높았으며 VTR, TV도 각각 5.5W와 4.3W로 나타났다. 주요 가전제품 중에서 오디오의 대기전력이 상대적으로 높은 것은 전원장치에서 비롯된 것으로 분석된다. 즉 대부분의 가전기기는 전력반도체 스위치를 내장한 스위칭 전원장치를 사용하여 대기전력을 낮출 수 있으나 오디오의 경우 음질의 저하를 가져올 수 있는 스위칭 전원장치 대신에 선형 전원공급장치를 선호하기 때문에 대기전력이 큰 것으로 판단된다.

정보통신기기의 대기전력도 매우 큰 것으로 나타났는데 프린터, 외장형 모뎀, 스피커 등을 모두 갖춘 컴퓨터 시스템에서 평균 16.8W의 대기전력이 소모되는 것으로 밝혀졌다. 그 밖에 가스보일러의 대기전력도 평균 4.9W에 이르는 것으로 나타났다.

표 2. 주요 가전기기의 대기전력 측정결과.

[참고 문헌]

	가전기기명	평균대기전력
일반 가전	오디오	9.1 W
	VTR	5.5 W
	TV	4.3 W
	에어컨	2.8 W
	전자레인지	2.8 W
정보 가전	PC 본체	3.2 W
	모니터	2.6 W
	외장형 모뎀	6.4 W
	PC용 스피커	1.6 W
	프린터	3.0 W
기타	전화기	2.2 W
	가스보일러	4.9 W

2.3. 주요 품목별 대기전력 결과 분석

컴퓨터, 모니터, 프린터, 팩시밀리, 복사기, 스캐너, 복합기, 절전제어장치, TV, 비디오, 오디오, DVD 재생기, 전자렌지, 배터리충전기, 셋톱박스 및 도어폰 등의 품목은 현재 에너지관리공단이 관리하는 절전품목이다. 제도 도입 초기인 99년에는 절전제품의 보급이 10% 미만으로 매우 낮았으나 2000년도에는 99년도에 비해 급속히 증가하여 50% 이상으로 조사되었다. 2001년 및 2002년의 절전형기기의 보급현황은 더욱 높아져서 2002년의 경우 휴대전화충전기의 경우 90% 이상이 보급되었으며 평균적으로 80%대에 진입하였다. 즉, 절전제도가 각 기기별로 정착단계에 들어섰음을 보여준다. 그러나 오디오 및 DVD 재생기의 경우 절전기기의 보급률이 아직 50% 미만으로 나타나 절전제품 개발을 위한 정책적, 기술적 고려가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

3. 결 론

국내 최초로 개별 가구를 대상으로 보유중인 가전기기의 대기전력을 전수조사 방식으로 실시하였다. 국내 53가구를 825대의 전기전자 기기를 전수조사하여 측정 한 결과 기기의 평균 대기전력은 3.66W로 나타났다. 국내 가구당 대기전력총량은 평균 57.0W였으며 연평균 306kWh의 대기전력을 소모하는 것으로 나타났다. 단 위가구의 조사결과를 바탕으로 국내연간 가정용 대기전력소모량은 4.6TWh 이상일 것으로 예측되며 이는 국내연간 소비전력량의 1.67%에 해당되는 전력량이다.

산업자원부는 1999년부터 대기전력을 절감하기 위한 에너지절약마크제도를 시행하여 왔으며 이러한 정책에 의하여 TV, 전자레인지, 컴퓨터 본체 등 보급률이 높은 제품군에서 대기전력이 현저히 감소한 것으로 분석된바 있다. 그럼에도 불구하고 대기전력을 소모하는 새로운 종류의 가정용 전기전자제품이 개발되어 보급되고 있으며 특히 최근의 강력한 홈네트워크화 추세에 따라 기기당 대기전력도 크게 증가하는 추세에 있다. 따라서 장기적으로 대기전력은 지속적으로 증가할 것으로 예견되며 이를 획기적으로 줄이기 위한 정책개발과 이에 병행한 기술개발 노력이 필요하다.

또한 가전기기의 대기전력을 줄이기 위한 기술개발 노력이 어느 때보다 필요하다. 대기전력을 줄이기 위해서는 회로기술개발, 대기전력 절감 IC개발 및 부품 개발 등이 중심 과제가 될 것으로 보인다. 이러한 연구개발은 일차적으로 미국, 유럽연합, 오스트레일리아 등 우리제품의 주요수출국들의 '대기전력 1W 이하로 줄이기' 정책에 부응할 뿐만 아니라 궁극적으로 '대기전력'으로 포장된 무역장벽을 극복하기 위한 필수기술 확보 차원에서 이루어져야 할 것으로 생각된다.

- [1] Paolo Bertoldi et al, "Standby power use: How big is the problem? What policies and technical solutions can address it?", 2002 ACEEE Summer study, Asilomar, U.S.A., Aug. 2002.
- [2] International Energy Agency, "Things that go blip in the night: Standby Power and How to Limit it", IEA Publications, Paris, France, 2001.
- [3] International Energy Agency, "Cool Appliances; Policy Strategies for Energy-Efficient Homes", IEA Publications, Paris, France, 2003.
- [4] 서길수, 김남균, 김은동, "대기전력절감을 위한 OECD 국가들의 제도 및 정책(1)", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 pp.1383-1385, 2003년 7월.
- [5] 김남균, 서길수, 김은동, "대기전력절감을 위한 OECD 국가들의 제도 및 정책(2)", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 pp.1386-1389, 2003년 7월.
- [6] 한국전기연구원, "대기전력 소비행태조사 및 절전기준 표준화연구" 산업자원부 에너지기술 표준화사업 보고서, pp. 117-123, 2004.
- [7] Lloyd Harrington and Paula Kleverlaan, "Quantification of Residential Standby Power Consumption in Australia", NAEIEEC, Australia, 2001.
- [8] H. Nakagami, "Energy conservation policies and standby power in Japan", presented at 3rd Int. Workshop on Standby Power, Tokyo, Japan, 2001.
- [9] J. P. Ross and A. Meier, "Whole-House Measurements of standby power consumption", presented at 2nd Int. Conf. on Energy Efficiency in Household Appliances, Naples Italy, 2000.