

심야기기의 시간대 분산에 의한 부하평준화 방안

김 창 수, 이 창 호, 진 병 문
한국전기연구원

A study on Shifting Load Pattern by Applied Time Adjust of Heating Apparatus

C. S. Kim, C. H. Rhee, B. M. Jin,
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract- Recently, electric heating using midnight power has brought a rapid increase. Therefore, the increase of midnight power use has much influenced on midnight load pattern and share more than 20% of total midnight electricity consumption. Hence, the distortion of load by using midnight power apparatus is severe and made the usage pattern ineffective electricity usage pattern.

This paper analyze the load pattern of midnight power apparatus and policies that can effectively build midnight load. In addition, it provides policies on shifting midnight power apparatus load.

1. 서 론

심야전력요금제도는 특정시간대에 집중되는 전력수요를 분산시키고 전기사용이 비교적 적은 심야시간의 전력수요를 증대시켜 전력 소비를 효율적으로 운용하기 위한 제도이다. 이를 위하여 85년부터 심야시간대에 낮은 요금단가를 적용하여 심야시간대에 부하를 창출하는 심야요금제도를 시행하였다.

97년부터는 심야기기에 대한 홍보효과와 난방용 연료 가격의 급등으로 상대적으로 싼 심야전기요금을 이용한 난방기기의 보급이 급증하였다. 특히, 소득증가, 국민의식수준 및 정보향상, 대체에너지인 석유가격의 급증 등이 종합적으로 작용하여 심야기기의 보급이 급속히 확대되었다. 2001년까지 보급한 심야기기는 전자식 또는 기계식 타이머부착에 의해 주어진 시간대에 전기를 공급하고, 그 외의 시간대에는 차단하는 시스템으로 설계되었다. 이에 따라 지금까지 보급된 심야전력기기의 작동 시간으로 정해진 심야시간적용의 시작시점에 대부분의 심야기기가 동시에 투입되어 부하패턴의 왜곡을 발생하게 되었다.

이에 따라 본 연구에서는 심야시간대 부하패턴의 왜곡을 완화시키는 적용방법과 구조개편에 따른 전력시장 개방에 대비한 심야기기의 개선방향에 대하여 분석한다.

2. 심야전력기기의 부하사용패턴

2.1 심야기기의 보급과 부하영향

심야전력기기의 전력사용은 겨울철 난방을 위한 열사용의 소요량에 따라 부하패턴이 달라진다. 여름철에는 심야난방기기는 일부 온수만 사용함으로써 사용전력량이 줄어든다. 대신에 심야전력을 이용한 빙축열냉방기기의 사용으로 증가요인이 있으나, 아직 보급이 미미한 실정이다. 심야전력기기의 대부분이 난방/온수를 위한 전력기기이므로 겨울철에 전력사용이 급증하게 된다. 이에

따라 겨울철에 심야전력사용에 의한 부하영향이 급증하고 있다.

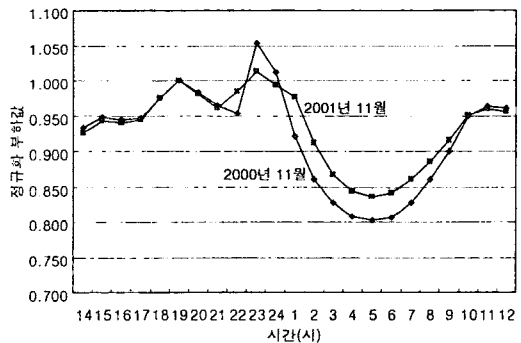
2000년까지 심야기기 보급의 급증으로 심야시작시간대에 심야기기가 동시에 가동되어 22시경에 피크가 발생하고 부하가 급등하는 부하패턴의 왜곡이 심하였다.

다음의 그림1은 2000년 및 2001년의 11월 평균부하패턴을 나타낸 것이다. 심야시작시간대인 22~23시경에 최대부하가 발생하는 것으로 되어 있다.

심야시작시점의 부하패턴 개선을 위해 2001년 후반 심야기기 부하의 분산정책으로 기존 심야기기의 타이머 조정을 추진하였다.

조정대책	당초	변경후
전자식타이머 시간조정	22:00~08:00	21:00~22:00
기계식타이머 시간조정		24:00~09:00
		24:00~10:00

이에 따른 조정결과는 그림에 나타난 바와 같이 23시 부하의 감소를 실현하였으며, 22시 부하가 증가되었음을 보여준다. 2001년 부하패턴에서 24시 이후의 부하증가는 심야기기의 사용시간 증가, 심야부하이전, 새로운 심야기기보급 등에 의해 복합적으로 발생한 것이다.



<그림 1> 11월 평균 부하패턴 비교

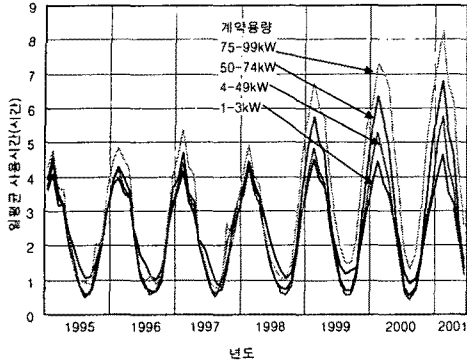
2.2 심야전력기기 사용

심야전력기기 보급에 따라 심야기기의 사용시간을 분석하기 위하여 계약용량과 월간판매량 등을 분석하여 평균 심야전력사용시간을 산출하였다.

$$\text{사용시간} = \text{월별판매전력량} / (\text{계약전력} \times \text{월별일수})$$

심야전력 보급의 대부분을 차지하고 있는 계약용량 100kW 미만에 대하여 분석한 결과 그림2에서와 같이 2001년 6월 현재 전체 심야전력 계약용량의 72%를 차지하였다. 가장 많이 보급된 기기는 계약용량 4~49kW 이며, 이 기기의 최대 가동시간은 겨울철로 최대 5.5시

간을 가동하고 있음을 보여준다. 이는 심야시간으로 할당된 10시간의 55%만을 사용하고 있는 실정이다.

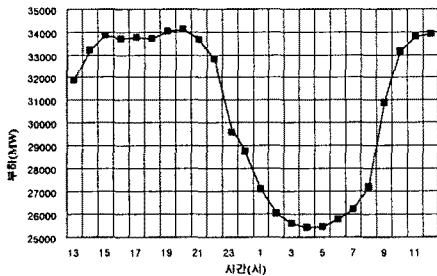


<그림 2> 계약용량별 평균 사용시간

3. 심야기시간대 분산정책과 효과

3.1 부하패턴 형태와 분산

심야기부하의 분산정책과 효과를 분석하기 위하여 심야기를 제외한 부하를 분석하였다. 그림3은 우리나라의 일반적인 주중부하 패턴을 나타낸 것이다. 그림에서 4시의 부하가 가장 낮으며, 23시와 4시 부하차이가 4,000MW정도의 차이로 심야기의 최대가능 보급수준이다.



<그림3> 주중부하 패턴(2000평균, 심야기부하 제외)

부하패턴은 심야최저인 04시 부근에서 좌우로 점차 부하가 높아지는 형태이다. 또한, 20시부터 부하가 낮아지거나 부하평준화를 유도할 수 있는 시간대는 23시부터 09시까지로 보여진다. 이에 따라 심야시간대 시작시점보다는 낮은 부하시점을 위주로 심야기 부하패턴이 형성되는 것이 필요하다.

3.2 심야적용시간대 분석

현재 보급되어 있는 심야기는 기기특성상 심야적용 시작시간에 가동되어 부하가 모이게 된다. 이러한 특성은 심야부하 소요창출 패턴과 일치하지 않으며, 이를 위하여 공급시간 자동제어장치형 기기를 개발하여 신규수용가에 보급하고 있다. 그러나 기존에 보급된 수용가는 이러한 기기의 부착이 어려우며, 다른 방법으로 심야부하 정책수립이 필요하다.

심야시간대 부하분산정책으로 다음과 같은 방법이 고려되어 질 수 있다. 심야기 부하분산 정책은 이미 한전에서 일부 실시중이나, 상세한 효과를 분석하지 않고, 경험에 의존한 분산보급을 추진중이다.

적용구분	시간대 적용형태	비고
①적용시간대 가변 메뉴형	-①A형:10시간(23:00~09:00)	한전일부 적용중
	-①B형:10시간(00:00~10:00)	
	-①C형:10시간(01:00~11:00)	
	-①D형:10시간(02:00~12:00)	
②지속시간 가변 메뉴형	-②A형: 9시간(23:00~08:00)	
	-②B형: 8시간(00:00~08:00)	
	-②C형: 7시간(01:00~08:00)	
	-②D형: 6시간(02:00~08:00)	
③적용시간대 및 지속시간 가변	-③A형: 7시간(00:00~07:00)	
	-③B형: 5시간(01:00~06:00)	
④복수시간대 메뉴형	-④A형:10시간(21:00~22:00, 00:00~09:00)	한전일부 적용중

위에서 제시한 다양한 심야시간 적용 프로그램을 다양화하는 제도도입에 대한 장단점은 다음과 같다

적용구분	장점	단점
적용시간 가변	• 충분한 에너지공급 • 현재보급기기 모두 적용가능	• 부하패턴 평준화에 미흡
지속시간 가변	• 실제 사용을 가만한 부하패턴에 부합	• 열공급 부족가능성 • 수용가 불편
적용시간및 지속시간 가변	• 부하패턴의 수요에 부합(부하패턴 관동화)	• 열공급 부족가능성 • 수용가 불편
복수시간대 적용	• 부하패턴에 적용가능	• 적용대상이 한정됨 (전자식 심야기) • 복잡함

3.3 개선효과 분석

심야시간대에 따라 시간폭과 시점을 다양하게 하고 차등요금을 적용함으로써 참여자의 폭을 확대하고 최저 부하시간대와 그 외 심야시간대와의 차별요금 정책으로 현재 문제점이 되고 있는 심야시간대 초기에 심야부하가 집중되는 것을 방지할 수 있다.

제도개선 효과분석은 가장 접근하기 쉽고 실행가능한 분야로 심야시간대 적용시간 개선에 대하여 분석한다. 개선에 따른 효과를 분석하기 위하여 부하패턴은 2000년 12월 주중부하를 기준으로 개선효과를 분석한다. 이를 위하여 전번 연구에서 산출한 심야기 부하패턴을 이용한다.

<표 1> 월별 분석 기초자료

해당월	계약용량 (kW)	월 판매전력량	평균 일관매전력량	kW계약당 일관매전력량
2000.12	9224	1392GWh	44.9GWh	4.868
2001. 1	10392	1697GWh	60.6GWh	5.832

<표2> kW 계약용량당 부하패턴

해당월	부하패턴 (kWh)								계 kWh		
	23	24	1	2	3	4	5	6		7	8
2000.12	0.887	0.841	0.696	0.558	0.426	0.345	0.294	0.260	0.268	0.290	4.866
2001. 1	0.854	0.811	0.730	0.698	0.597	0.492	0.420	0.382	0.420	0.427	5.832

위의 심야부하를 기준으로 각각의 개선방안에 대한 기대효과를 분석한다.

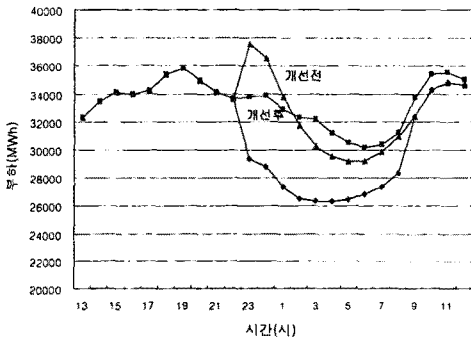
① 적용시간대 변경메뉴

적용시간대별 참여율은 부하개선 효과가 가장 높은 수준이 되도록 설정하였다. 아래의 표3에서와 같이 수용가가 참여할 경우에 최적의 부하패턴 개선이 발생된다.

<표 3> 적용시간대별 참여율(가정)

적용시간대	참여율	참여계약용량	판매전력량
22:00 ~ 08:00	50%	4,612MW	22,442MWh
23:00 ~ 09:00	10%	922MW	4,488MWh
00:00 ~ 10:00	14%	1,291MW	6,284MWh
01:00 ~ 11:00	13%	1,199MW	5,835MWh
02:00 ~ 12:00	13%	1,199MW	5,835MWh
계		9,224MW	44,884MWh

이에 따른 개선효과는 다음의 그림4와 같다. 그림에서 23시경 및 24 부하는 상당히 일정한 수준으로 개선되었으며, 심야부하 창출도 부하패턴과 근접하게 이루어짐을 알 수 있다. 다만, 심야시간대 시간지연으로 인하여 아침부하가 상승하는 단점을 가져오고 있다. 즉, 23시와 24시 부하는 큰 개선효과를 보이고 있으나, 10시간 공급에 따라 이전된 부하가 아침 9시부터 포함되어 10시 및 11시 부하에 영향을 주고 있다. 따라서, 이 부분이 해결하여야 할 것이다.



<그림 4> 적용시간대 변경시 심야부하개선

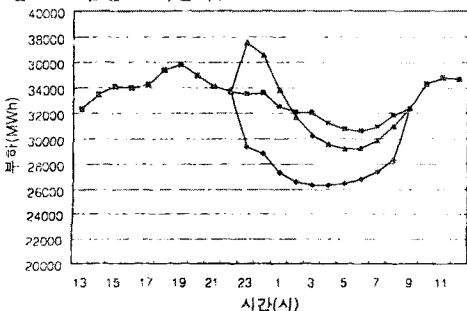
② 지속시간 가변메뉴

심야기기 이용시간이 많은 수용가와 적은 수용가에 대하여 적용시간을 달리하는 프로그램을 적용할 경우에 개선효과이다.

<표 4> 적용시간대별 참여율(가정)

적용시간대	참여	참여계약용량	판매전력량
22:00 ~ 08:00(10시간형)	50%	4,612MW	22,442MWh
23:00 ~ 08:00(9시간형)	10%	922MW	4,488MWh
00:00 ~ 08:00(8시간형)	14%	1,291MW	6,284MWh
01:00 ~ 08:00(7시간형)	13%	1,199MW	5,835MWh
02:00 ~ 08:00(6시간형)	13%	1,199MW	5,835MWh
계		9,224MW	44,884MWh

부하개선 효과로 부하평준화가 목적하는 방향으로 이루어지고 있음을 알 수 있으며, 이 보급수준이 거의 적정수준으로 됨을 보여준다.



<그림 5> 지속시간 변경시 심야부하개선

3.3 보급방안

겨울철 심야기기 평균사용시간은 5.5시간이며, 수용가별로 사용시간이 다르다. 이에 따라 수용가 계약용량과 월평균 사용시간을 분석하여 사용시간에 따라 적용시간대 가변메뉴를 보급할 수 있다. 또한, 축소시간 적용수용가에 대해서는 편익(공급비용 감소)의 일부를 수용가 인센티브(요금할인 등)로 제공하는 정책이 필요하다.

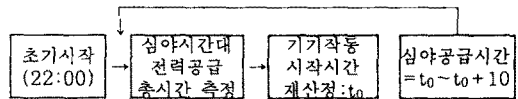
<표 5> 심야시간별 SMP비용

구분	심야공급비용	비율	기준
연간 SMP 기준	심야10시간: 42.66원/kWh	100:	2000. 1. 1 ~ 2002. 2. 28.
	심야 7시간: 38.82원/kWh	91:	
	심야 5시간: 37.04원/kWh	87	
겨울철 SMP 기준	심야10시간: 48.2원/kWh	100:	1999/2000 및 2000/2001 겨울 SMP평균 기준
	심야 7시간: 45.7원/kWh	95:	
	심야 5시간: 44.3원/kWh	92	

현재 겨울철에 기저발전설비의 부족으로 심야시간대 요금감소가 작으나, 기저발전설비 비율이 증가하면 이에 대한 차이도 높아질 것이다. 위의 결과에서도 시간대를 줄임에 따라 10% 이상의 공급비용 절감을 요금할인으로 수용가에게 주어 참여율을 높일 수 있다.

3.4 심야기기 개선방안

신규보급기기에 대해서는 공급시간자동제어장치를 적용한 심야기기를 보급하고 있다. 그러나 기존 보급된 기기는 기계식 또는 전자식 타이머이다. 따라서, 심야기기의 대부분을 차지하는 기존기기의 개선이 필요하다. 현재 개선방안은 앞에서와 같이 임의적인 시간대메뉴를 적용하는 방법이다. 그러나, 기존타이머를 자동제어장치 효과를 볼수 있도록 개선할 수 있다. 신규타이머개발로 기존기기를 개선하면 효과적인 부하창출이 이루어진다.



위에서 심야공급 시작시간은 전날 심야시간 총 전력 사용량을 04:00을 기준으로 재배분 할 경우의 시작시간이며, 사용시간의 여유를 두기 위하여 전날 사용시간에 1시간정도 추가한 시간을 적용한다. 또한, 시작시간후 10시간을 보장하여 가열시간의 부족을 보완한다.

4. 결론

이번 연구는 심야기기에 의한 부하를 분산하는 방법을 제시하였으며, 이에 대한 효과를 분석하였다. 현재 보급된 심야기기에 다양한 심야시간대 적용으로 현재의 심야부하를 좀더 개선할 수 있음이 분석되었다. 또한, 효과적인 개선을 위해 기존심야기기의 개선방안을 제시하였다. 이를 기존타이머를 대신하여 적용함으로써 효과적인 부하개선이 이루어질 수 있을 것이다.

위에서 제시한 기존기기의 개선을 위해서는 수요관리 프로그램에 심야기기 개선프로그램을 추가하여 개선비용을 보전해주는 것이 필요하다.

[참고 문헌]

- [1] 한국전력거래소, "시간별 부하 및 SMP자료", 2000년
- [2] 한국전력공사, 전력통계월보 및 한국전력통계, 각년도
- [3] 한국전력공사, "심야전기요금제도 및 사용안내", 1999.
- [4] 김창수 등, "심야전력 보급증가와 부하패턴 및 발전비용 영향", 대한전기학회 하계대회, 2001.7
- [5] 김창수 등, "겨울철 심야기기 사용에 따른 부하사용패턴 추정", 대한전기학회 하계대회, 2001.11