

금속 부품 열처리업체의 최대전력절감장치 동작 특성 및 효과 분석

(Performance Characteristics and Analysis Effect of Maximum Power Saving Device in Metal Parts Heat Treatment Company)

장홍순* · 한영섭 · 황익환 · 서상현**

(Hong-Soon Chang · Young-Sub Han · Ik-Hwan Hwang · Sang-Hyun Seo)

Abstract

In this paper, maximum power is the lowering device using the facility's energy use and peak load electricity through analyzing attitude should like to make it reduce its power base rate. Simulator to manage the demand for power, a maximum electric power base power from electronic watt-hour meters by a device's signal, predictive power, the current power by computing the goal of power for less than Maximum peak power and peak shift, so that you can manage, and peak York, which role you want a cut Metal heat treatment result which analyzes the data, demand for electricity company over the years of analyzing the characteristics of each load, and effects and Reducing power consumption device every month identified seven Sequence control to the load system and successful power control is about showing that the defined goals.

Key Words : Current Power, Maximum Power Management Unit, Predictive Power

1. 서 론

1.1 연구의 배경

여름뿐만 아니라 겨울에 더 크게 발생하는 피크 문제로 국가사회 전반적인 생활수준이 향상되고 산업발전에 따른 전력 에너지 사용량이 폭발적 증가로 인해 국가 전체의 전력공급 안정성이 크게 영향을 받고 있다. 예상되는 피크수요의 일정부분 예비력을 감안하여 발전설비를 구축한다[1]. 그러므로 스마트 그리드를 통해 소비 전력사용시간을 분산할 경우 그만큼의 발전소 건설이 필요치 않아 전력사업자는 물론 국가적으로도 비용이 감소하며, CO₂ 배출량도 감소라는

* 주저자 : 한국산업기술대학교 에너지전기공학과의 교수
** 교신저자 : 한국산업기술대학교 전력에너지저감센터
* Main author : Energy electricity professor of korea polytechnic university
** Corresponding author : Electric power saving center of korea polytechnic university
Tel : 031-8041-1953, Fax : 031-8041-1955
E-mail : sshyeon1@hanmail.net
접수일자 : 2014년 2월 24일
1차심사 : 2014년 4월 15일, 2차심사 : 2014년 4월 16일
심사완료 : 2014년 5월 20일

다양한 이점을 얻을 수 있다[2]. 따라서 최종 소비자가 목표전력관리 및 전력사용량을 모니터링 함으로써 전력관리에 대한 정보를 얻을 수 있는 것이 중요하다.

전체의 전력공급 안정성이 크게 영향을 받고 있다. 특히 전기요금체계의 변화는 산업용 전기를 가장 많이 사용하고 있는 열처리 업체에 큰 타격을 주고 있는 실정이다[3].

2010년 설립된 전력에너지 저감센터는 현재 총 33개 업체에 전력저감설비 및 전력품질 모니터링 설비를 설치하여 운영 중에 있다. 그 중 전력저감설비의 효과가 우수한 한 업체(A업체)의 설비동작특성 및 효과를 분석하고자 한다[4].

2. 본 론

2.1 최대전력 제어 알고리즘

전자식전력량계가 설치되어 있는 고압 수용가의 기본요금은 월별 최대전력에 의해 결정된다. 월별 최대전력을 산출하기 위하여 한진 전자식 전력량계에서 매 15분마다 누적된 전력량에 의해 15분 평균전력을 계산하고, 매달 가장 큰 값을 해당 월의 최대전력으로 책정하며 직전 1년 전 7, 8, 9월과 당월 최대전력 중 큰 값을 요금에 적용한다.

최대 전력 관리 장치는 15분 최대수요전력을 예측하고, 연결된 부하의 전력을 차단하여 최대전력을 목표값 아래로 관리하는 장치로써, 기본요금 절감 및 계약전력을 관리하는데 가장 적합한 장치이다. 그림 1은 최대전력관리 장치의 동작원리를 설명한다.

① 기준전력 P_r

0에서 목표전력까지 최단거리를 갖는 전력들에서 현 수요시한대의 전력을 의미한다.

② 현재전력 P_t

수요시한 시작 후 현재까지 사용된 전력량을 의미한다.

③ 예측전력 Q

단위시간당 전력변화량을 이용하여, 수요시한 종료

시 도달될 것으로 예상되는 전력량을 의미한다.

$$\text{예측전력} = \text{현재전력} + \frac{\text{단위시간당 전력변화량}}{\text{단위시간}(\text{min})} \times \text{남은 수요시한}(\text{min})$$

④ 목표전력 R

공장에서 사용하고자 하는 최대 피크전력값을 의미한다.

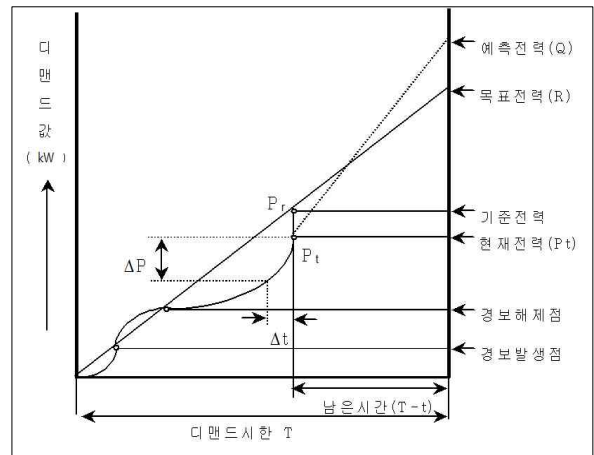


그림 1. 15분 단위 첨두부하제어 개념

Fig. 1. 15 minutes peak load control concept

2.2 A열처리업체의 설비현황과 부하제어 방법

2.2.1 설비 현황 소개

안산에 있는 A열처리 업체는 자동차부품 및 증장비 부품을 열처리하는 업체로 주요 전력 사항은 아래와 같다.

계약전력 : 1,700kW

기본요금(2014년 1월) : 727kW×8,320 = 6,048,640원

사용량 요금(2014년 1월) : 15,918,527원

표 1에서 업체에 사용하는 열처리 부하는 Allcase가 열로, Allcase템퍼링로, 대차로, 유도로를 사용하고 있다. 그림 2 및 그림 3 에서와 같이 최대전력저감장치를 설치하여 최대 부하에 대해 제어한다.

표 1. 열처리 업체 현황
Table 1. Heat treatment company status



그림 2. 최대전력저감장치 설치 사진(앞)
Fig. 2. Photo installed peak power reduction device(front)



그림 3. 최대전력저감장치(뒤)
Fig. 3. Maximum Power Reduction Device(back)

2.2.2 부하제어 방법

회사 옥상에 설치된 한전전력량계에서 나오는 신호선을 1층 사무실까지 확장하여 RDRS(전력저감장치)에 연결한다. RDRS는 최대전력을 예측하고 목표전력 초과 시 제어선을 통해 AC1(올케이스가열로), AC2, AC3, 템퍼링1,2,3, 대차로의 동작을 차단하고, 예측전

력이 목표전력 아래로 내려오면 자동으로 복귀한다. 또한 생산지연을 최소화하도록 한전수요 시간 중 10분간만 피크제어를 실행한다. RDRS함내 별도의 PLC를 부착하여 차단시간 조절 및 노이즈에 의한 오동작을 방지한다. 전력감시를 위해 AC1, AC2, AC3, 템퍼링로1,2,3, 대차로에 RCU를 부착하고 CT 및 PT를 연결하여 3상 선간전압, 3상 상전류, 유효전력, 무효전력, 역률, 주파수, 전력량 데이터를 취득한다. 그리고 노이즈에 의한 통신오류를 방지하기 위해 RDRS함과 RCU간에 광케이블을 포설한다. 광케이블을 포설하는 부하는 AC1, AC2, AC3, 템퍼링1,2,3, 대차로이다.

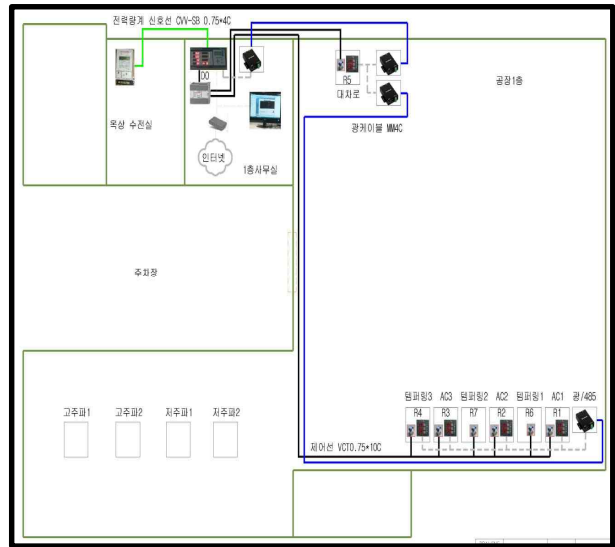


그림 4. 부하 제어 결선도
Fig. 4. Load Control Wiring

가열로는 열처리 온도를 높여야 하므로 과도한 제어를 하면 안 되어 15분 중 10분 동안 출력을 25% 낮추어 제어하였고 다른 부하는 온도가 급속히 떨어지지 않기 때문에 출력을 40%로 설정하였다. 초기 설치 시 시운전을 통해 온도변화를 측정하고 결과 셋팅 온도에서 15분제어시 5°C 정도 떨어져서 제품 생산에 문제가 없음을 확인하였고 현재까지 피크 제어의 혜택을 많이 받고 있는 회사이다.

일정시간마다 서버로 연결하여 RDRS가 취득한 전력정보를 전송한다. RDRS에 E사가 사용하는 인터넷을 연결하여 전송하게 한다.

순위	그룹	판넬명	용량(kW)	은형에이치티 최대전력관리장치 제어 시나리오
1	AC1		130	출력25% 낮춤
2	AC2		130	출력25% 낮춤
3	AC3		150	출력25% 낮춤
4	태퍼링3		130	출력40% 낮춤
5	대처로		100	출력40% 낮춤
6	태퍼링1		110	출력40% 낮춤
7	태퍼링2		110	출력40% 낮춤
수요시간(분)				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

그림 5. 그룹별 판넬명, 용량, 최대전력관리 장치 동작 특성
Fig. 5. Operating characteristics of power management device

2.3 최대전력제어장치 적용 결과 고찰

A열처리 회사는 설치 시점이 2011년 5월이며 최대 피크 값이 한전자료에서 1,000kW에서 850kW로 줄어드는 것을 확인하였고 초기 운영목표량이 950kW였는데 더 많이 줄어들어서 2014년 1월 현재는 목표전력을 800kW로 낮추어 사용하고 있다. 목표전력을 높게 설정하면 제어기가 동작을 하지 않으므로 가능하면 공장 사용전력에 맞게 조정하는 것이 합리적이다.



그림 6. 1년간 한전 최대 수요 자료
Fig. 6. 1 Kepeco maximum demand data of 1 year

그림 7은 2012년 10월부터 2013년 12월까지의 매월 한전 최대수요전력이 발생한 일 15분 시간에서 제어기가 동작하여 예측전력과 한전피크 값과의 차이를 정리한 것이다.

그림 7에서 알 수 있듯이 제어기 동작으로 1년간 평균 362.57kW의 피크가 저감됨을 알 수 있다. 본 데이터는 경부하, 중부하, 최대부하 중, 중부하와 최대부하에 관하여 요금을 책정하며, 12, 1, 2월과 7, 8, 9월에 요금 선정이 중부하, 최대부하에 속하여 있을 때 책정된다. 또한 모니터링 웹서버와 DB서버에 기록이 되어 있고 피크친 날 공장사정이나 인터넷 문제로 데이터가 없는 월도 있다.

날짜	시간	한전피크	15분 최대예측피크	차이	비고
12년 10월 6일	21시	781			타임 시프트 및 목표전력계산이 없음
12년 11월 5일	21시	741	911	-170	
12년 12월 20일	17시 30분	734			타임 시프트 및 목표전력계산이 없음
13년 1월 14일	19시	726			타임 시프트 및 목표전력계산이 없음
13년 2월 19일	16시 15분	694	1,126	-432	
13년 3월 25일	17시 15분	818	1,064	-246	
13년 4월 29일	15시 30분	774	1,343	-569	
13년 5월 13일	16시 15분	761	1,239	-478	
13년 6월 14일	13시 45분	720	1,031	-311	
13년 7월 15일	13시	719	1,051	-332	
13년 8월 16일	18시 45분	612			타임 시프트 및 목표전력계산이 없음
13년 9월 24일	14시	602			타임 시프트 및 목표전력계산이 없음
13년 10월 4일	15시 45분	578			타임 시프트 및 목표전력계산이 없음
13년 11월 16일	9시 30분	583.68	데이터없음		
13년 12월 27일	14시	550.08	601	-50.92	
					-362.57

그림 7. 최대 예측 피크와 한전 피크 비교
Fig. 7. Compare up to predict the peak and the peak of KEPCO

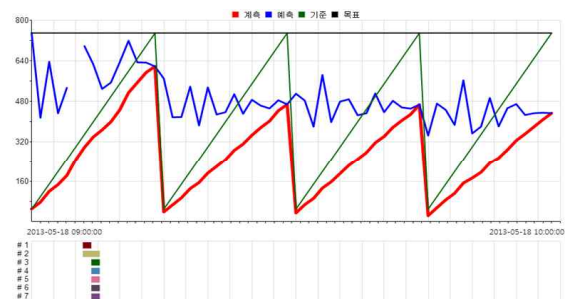


그림 8. 한시간당 예측전력과 제어기 동작
Fig. 8. Predictive power and control operation per hour

그림 8은 2013년 5월 목표전력 760kW로 설정한 그림으로 5월 13일 오전 9시부터 10시까지의 제어기 동작모습이다. 15분씩 4번의 모양으로 사용전력이 증가

하여 초기 15분에 제어기 7개가 동작을 하여 예측전력을 700kW에서 500kW까지 떨어지는 것을 알 수 있다. 7개의 부하에 대해서는 표 1에서 확인할 수 있으며, 목표전력 760kW가 넘지 않더라도 예측전력이 목표전력에 가깝거나 또는 넘어가는 경우에 대해서도 제어가 되는 것을 알 수 있다.

제어기 동작 피크저감량	평균 362kW 저감 (제어기 예측전력값, 한전피크값, 매달 최대 피크에서 조사, 15분)
요금효과	$8,320\text{원} \times 362\text{kW} = 3,011,840\text{원}$ 절감효과(월평균)
CO ₂ 절감 효과	$(362\text{kW} \times 4 \times 0.425) = 615\text{kg}$ 절감효과 (1Wh=0.425g)

그림 9. 요금 및 CO₂ 절감 효과
Fig. 9. Rates and CO₂ savings

3. 결 론

3년간 안산의 금속열처리업체에 전력피크제어기를 설치 동작 운영하였고 설치부터 기본요금의 절감과 가장 최근 자료를 분석하여 아래와 같은 결론을 얻었다.

- (1) 월 평균 300여만원 기본요금 절감 혜택
- (2) 이산화탄소 615kg 절약 효과
- (3) 3년간 운영한 전력 피크 Data 확보
- (4) 전력저감 장치의 효과 입증
- (5) 전력 피크 시 제어기 동작 메카니즘 파악
- (6) 공장 열처리부하 특성 파악

향후 열처리 업체 10개의 Data를 취합하여 서로 비교분석하며 비즈니스모델을 확립하여 확대 적용하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 2014년도 산업자원통상부의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

References

- [1] Tae-Yong Song, Bong-Hwan Hwang, "The Analsis of 2004 Summer Peak Load in Korea Power system, KIEE, Nov 2004.
- [2] Peter Palensky, Dietmar Dietrich, "Demand Side Management Demand Response, Intelligent Energy System, and Smart Loads" IEEE Transactions on, Vol 7, NO 3, pp 381-388, Aug 2011.
- [3] Seon-Ku Cho, Hong-Suk Moon, Won-Bin Lee, "A study on the Implementation of a Remote Control System for Peak Load Clipping", KIEE, Nov 1995.
- [4] Hong-soon Chang, Hyun-Sang Cho, Sang-Hyun Seo, Yo-Hee Kim, "Infrastructure development of the test certification and management system for electrical energy saving of small and medium businesses located in SuhHaeAn indutrial cluster, pp135-157, Mar 2012.

◇ 저자소개 ◇



장홍순(張洪順)
1955년 5월 17일생. 2001년 동국대학교 전기공학과 졸업(박사). 현재 한국산업기술대학교 에너지전기공학과 교수.



한영섭(韓榮燮)
1986년 4월 18일생. 2011년 한국산업기술대학교 나노광공학과 졸업. 2013년 2월 한국산업기술대학교 전기공학과 졸업(석사).



황익환(黃益煥)
1986년 3월 29일생. 2013년 한국산업기술대학교 신소재공학과 재학.



서상현(徐相賢)
1969년 9월 24일생. 2003년 동국대학교 전기공학과 졸업(박사). 현재 한국산업기술대학교 전력에너지저감센터 연구원.