

고천장 원적외선복사 전열시스템의 전기 및 열적 성능평가

김용하*, **조현미***, 허동렬**, 김주환**, 조아라**, 최장환*
 인천대학교*, (주) 에너지코리아**

Analysis on Characteristics of energy consumption an electric oven and far-infrared radiation oven

Yong-Ha Kim*, Hyun-Mi Jo*, Dong-Lyul Heo**, Ju-Hwan Kim**, A-Ra Jo**, Jang-Hwan Choe*
 University of Incheon*, Energy Korea**

Abstract - This paper study effects that measured hamony occurrence and changes of current and voltage according to variation of temperature of Far Infrared Ray Radiant Oven's room affect power quality.

1. 서 론

지금까지 전력품질의 문제는 전력을 공급하는 문제로서, 정전압을 유지하고, 정주파수를 유지하는 등의 문제로만 인식되어왔다. 하지만 부하가 증가하면서 수용가에서 발생하는 문제 즉, 정전으로 인한 생산라인의 문제, 과전압으로 인한 기기의 소손 등과 같은 경제적인 문제들로 인식되면서 전력품질이라는 것이 단순히 전력 공급자 문제가 아닌, 하나의 일반 상품으로 인식되기 시작했다. 특히 오늘날은 각종 전력 전자기기들의 등장과 전력 변환기술의 발달로 기본파의 정수배의 파형을 포함한 고조파가 새롭게 전력품질에 영향을 미치는 요소로 등장하게 되었다. 고조파가 전력품질 유지에 미치는 영향이 매우 크게 나타나기 때문에 이에 대한 적절한 대비가 필요하게 되었다. 이밖에 전력 품질을 나타내는 부분에는 세그와 스웰, 플리커, 순간정전 등이 있다. 전력계통에서 나타나는 영향과 손실을 생각 할 때, 전력품질이 이제는 정전압 유지, 정주파수 유지의 문제가 아닌 전력의 공급과 사용에 걸친 전반적인 문제로 취급하게 되었다.

본 논문에서는 원적외선 복사오븐의 전기적 특성과 열적특성에 대하여 연구하였다. 오븐의 온도가 올라감에 따라 피상전력과 온도분포등을 측정하고 분석하였다.

2. 원적외선 복사오븐의 전기적 특성

2.1 원적외선

2.1.1 복사이론

적외선에 대한 기본 이론은 William Herschel 이라는 사람에 의하여 1800년에 간단하지만 제법 많은 실험을 통하여 적외선 복사의 발견을 이루어 냈다. 이 사람은 자신의 망원경을 직접 만든 천문학자이기도 하여 광학이나 렌즈에 대한 이론에도 상당히 정통한 사람이다. 만약 돋보 기 렌즈를 갖고 태양 빛에 맞추면 렌즈를 통과한 태양 빛은 작은 원을 만들게 되고 그 작은 원은 뜨거워지게 될 것이다. 빛 복사는 굴절되어 집결된다. 프리즘 또한 빛 복사를 굴절 시키는데 즉 프리즘은 하얀 빛을 여러 색상으로 쪼개어 준다. Herschel은 이러한 복사의 특성에 놀라워하고 있었다 한마디로 그는 "프리즘으로 분광된 한줄기의 빛은 아마도 물체들의 온도를 올릴 수 있는 능력을 가지고 있을 것" 이라고 표명하고, 실험장으로 되돌아가 프리즘을 이용한 실험을 수행한 기록에 따르면 "스펙트럼 상의 여러 색중에 적색선 밖에서 열의 최고치가 도달하는 것을 보고 이것은 아마도 가시광선 바로 뒤에 놓여 있고, 그래서 복사열에 대한 색상은 사람의 눈으로 볼 수가 없고 더불어 이것은 가시 스펙트럼의 적색 부분 바로 뒤에 존재한다." 라고 되어 있다. 그 후 적외선 복사이론은 Plank, Wein과 Stefan_Boltzmann에 의하여 완성되었는데 그 중 Stefan_Boltzmann법칙을 소개하면, 19세기 중반에 물리학 향방의 주요 문제 중의 하나는 역시 복사 스펙트럼에서 에너지 분산을 설명하는 것이었다. 공동된 경험은 물체 표면 색깔에 나타나는 dark나 light색이 어떻게 열에 의존되어 흡수되었는지를 규명하는 것이었다. 19세기 후반 Josef Stefan은 흑체에서 방사된 전체 복사에너지는 그 절대온도의 4제곱에 비례함으로써 복사된 전체 에너지의 양을 실험적으로 측정하여 종결되었으며 결론은 몇 년 후 Ludwig Boltzmann에 의하여 이론적인 열역학적 관계로 도달하였다. 이 중요한 공식 이후로 Stefan_Boltzmann법칙으로 알려져 오고 있다.

$$W = W = \epsilon \delta T^4 [\text{Watt}/\text{m}^2]$$

2.2 전력품질의 분류

2.2.1 정전

정전이란 전압이 순간 또는 장시간 존재하지 않는 것으로, 전력계통의 사고나 전력공급설비의 불량 등으로 발생하며, 그 지속시간은 자동조작의 경우는 2~60초이고, 수동조작은 일정하지 않다. 정전은 전원품질의 가장 중요한 요소이고, 정전에 의한 사회적 영향은 매우 큰 것으로 평가되고 있다.

2.2.2 전압변동

부하의 변동이나 돌입전류, 사고, 계통절체 등으로 인하여 일어나는 전압변동은 유도전동기의 토크저하, 부하전류증가, 온도상승, 조도저하, 전자기기 부동작 등을 초래한다. 따라서 이 전압변동물의 범위는 전압의 크기별로 전기사업법 시행규칙에 따로 정하고 있다.

2.2.3 전압불평형

전압불평형은 보통 삼상 전압 또는 전류의 평균치에 대한 최대편차로 정의되며, 그 최대편차를 삼상 전압 또는 전류의 평균치로 나눈 비율(%)로 나타낸다. 또한, 이 전압불평형은 대칭분요소를 사용하여 정의할 수 있는데, 정상분요소에 대한 역상분요소 또는 영상분요소의 비율에 의해 불평형율을 나타낼 수도 있다.

2.2.4 순간전압강하

순간전압강하란 순간적으로 전압이 저하되는 것으로 이것은 근접한 수용가의 부하변동이나 전력계통의 사고나 고장, 전력공급 지역 내의 큰 부하변동, 전력공급설비의 불량 등으로 발생하며 보통 0.07~2초 동안 지속되는 것을 말한다. 전기수용설비 중에는 순간전압강하에 매우 민감한 기기들이 점차 증가하고 있으며, 컴퓨터 등의 자동화기기가 특히 예민하고, 동력 이용기기 중에는 가변속제어장치가 매우 민감하다.

2.2.5 고조파

고조파는 공급계통의 기본주파수(정현파 : 60Hz)의 정수배 주파수를 가지는 사인파의 전압 또는 전류를 말하며, 왜곡된 파형은 기본파와 고조파의 합으로 분리할 수 있다. 고조파왜형은 전력계통의 부하와 기기의 비선형적인 특성에 의하여 발생되며, 이 왜형은 각 차 조파성분의 크기와 위상각으로 표현되는 고조파 스펙트럼에 의해 나타내어진다.

2.2.6 서지

전력계통의 전원선, 통신선, 신호선 등의 도체를 통해 발생하여 침입되는 과도이상전압을 서지(Surge)라 하며, 서지의 침입으로 인하여 전기기기, 전자부품의 파손, 소프트웨어의 오동작 등 많은 피해를 초래하게 된다.

2.2.7 플리커(Flicker)

부하전류의 크기가 연속적이고 빠르게 변화하는 부하는 종종 플리커(Flicker)라고 불리는 전압변화현상을 유발시킬 수 있다. 기술적으로 정확하게 말하자면, 전압변동은 전자계현상으로 부하에 있어서 바람직하지 않은 전압변동의 결과이다.

3. 원적외선 복사오븐의 전기적 특성 연구

3.1 전기적특성 측정 결과

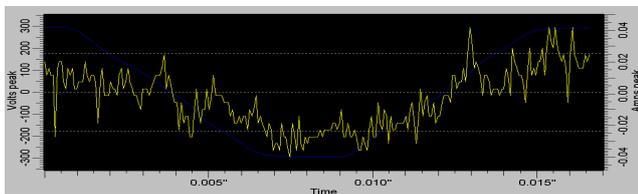
전기적특성 분석은 원적외선 복사 오븐의 온도 100도, 200도를 기준으로 다음 그림과 같은 장비를 사용하여 순시전류 및 전압, 피상전력 고조파 전류를 측정하였다. 다음의 전기적·열적특성분석의 결과는 200도 일때의 측정값이다.



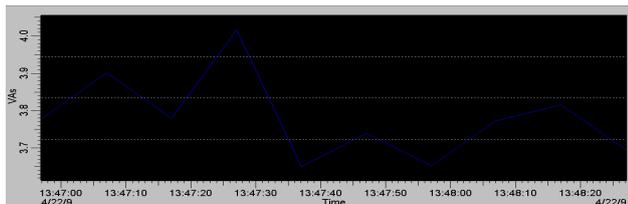
〈그림 1〉 ACE 4000(전력품질)

3.1.1 200도 전기적 특성

원적외선 복사 오븐의 온도가 200도의 전기적 특성은 다음 그림과 같다.



〈그림 3〉 순시전압 및 전류(200도)



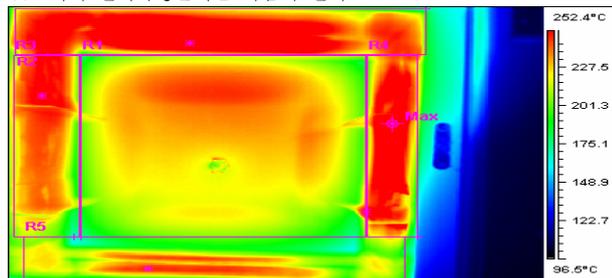
〈그림 4〉 피상전력(200도)

〈표 3〉 피상 전력값(200도)

Measurement	Minimum [VA]	Maximum [VA]
Power VA Inst	3.651	4.018

3.1.2 200도 열적 특성

200도시의 열적특성분석은 다음과 같다.



〈그림 5〉 원적외선 복사오븐의 온도분포(200도)

〈표 4〉 원적외선 복사오븐의 측정치 온도(200도)

구 분	객체변수	값
1	Max	340.5°C
2	R1:평균온도	242.4°C
3	R2:평균온도	274.1°C
4	R3:평균온도	251.9°C
5	R4:평균온도	269.5°C
6	R5:평균온도	228.1°C

오븐의 계측치의 온도가 200도 일 경우 최대온도는 340.5°C로 분석되

었다. 측정위치에 의한 분석으로 R1은 최저 174.0°C ~ 최고 259.6°C, R2는 최저 175.5°C ~ 최고 300.5°C, R3은 최저 167.9°C ~ 최고 264.6°C, R4는 최저 143.4°C ~ 최고 340.5°C, R5는 최저 122.6°C ~ 최고 254.0°C로 도출되었다. 즉, 분포된 열의 분포가 적절하게 퍼져있는 것으로 산정되었다.

4. 결 론

[1] 100도에서의 순시 전압은 최저 -294.2[v]부터 최고 296.6[v]까지의 값을 갖으며 순시 전류는 최저 -0.036[A] 부터 최고 0.33[A]까지의 값을 갖는다. 피상전력은 최저 3.292[VA] 부터 최고 3.674[VA] 내의 범위 내에서 측정이 되었다.

[2] 200도에서의 순시 전압은 최저 -291.3[v]부터 최고 297.9[v]까지의 값을 갖으며 순시 전류는 최저 -0.041[A] 부터 최고 0.046[A]까지의 값을 갖는다. 피상전력은 최저 3.651[VA] 부터 최고 4.018[VA] 내의 범위 내에서 측정이 되었다.

[3] 열적성능평가시 각 지점별 최저온도, 평균온도, 최고온도를 측정하였으며, 원적외선 복사오븐의 계측치의 온도가 50도 일 경우 최대온도는 210.2°C로 분석되었다. 측정위치에 의한 분석으로 R1은 최저 42.1°C ~ 최고 132.7°C, R2는 최저 54.8°C ~ 최고 196.9°C, R3은 최저 44.1°C ~ 최고 87.2°C, R4는 최저 41.2°C ~ 최고 210.2°C, R5는 최저 35.0°C ~ 최고 148.4°C로 도출되었다.

[4] 원적외선 복사오븐의 계측치의 온도가 100도 일 경우 최대온도는 268.0°C로 분석되었다. 측정위치에 의한 분석으로 R1은 최저 69.4°C ~ 최고 160.3°C, R2는 최저 76.6°C ~ 최고 237.4°C, R3은 최저 73.9°C ~ 최고 152.9°C, R4는 최저 54.4°C ~ 최고 268.0°C, R5는 최저 85.6°C ~ 최고 194.6°C로 도출되었다.

[5] 원적외선 복사오븐의 계측치의 온도가 150도 일 경우 최대온도는 310.5°C로 분석되었다. 측정위치에 의한 분석으로 R1은 최저 125.8°C ~ 최고 215.1°C, R2는 최저 143.9°C ~ 최고 284.4°C, R3은 최저 128.8°C ~ 최고 221.2°C, R4는 최저 106.3°C ~ 최고 310.5°C, R5는 최저 109.2°C ~ 최고 241.9°C로 도출되었다.

[6] 원적외선 복사오븐의 계측치의 온도가 최대온도는 340.5°C로 분석되었다. 측정위치에 의한 분석으로 R1은 최저 174.0°C ~ 최고 259.6°C, R2는 최저 175.5°C ~ 최고 300.5°C, R3은 최저 167.9°C ~ 최고 264.6°C, R4는 최저 143.4°C ~ 최고 340.5°C, R5는 최저 122.6°C ~ 최고 254.0°C로 도출되었다.

[7] 위의 결과를 종합하였을 때 분포된 열의 분포가 적절하게 퍼져있는 것으로 산정되었다.

[참 고 문 헌]

- [1] McGraw-Hill, Roger C.Dugan, Mark F.McGranaghan, H.Wayne Beaty, "Electrical Power Systems Quality" 1996
- [2] WILEY, Enrique Acha, Manuel Madrigal, "Power Systems Harmonics" 2001
- [3] 이해동, "적외선 열화상 카메라를 이용한 열 측정 이론", (주)인프라 레드코리아, 2007
- [4] 최경석, 정연선, 강계식, 이승연, "적외선 열화상 분석기법에 의한 건축물 현장 단열성능 평가법 개발", 대한설비공학회, 하계학술발표, 2004