

원적외선 복사오븐의 전자파 및 열적 특성연구

김용하*, 백범민*, 우성민*, 정현성***, 유정희****, 박화용****, 박종민**
 인천대*, (주)에너지 코리아**, 한국전력공사***, 포스코 건설****, (주)한화중합기술단*****

The Study of Characteristic of Electromagnetic wave and Heat of Far Infrared Ray Radiant Oven

Yong-Ha Kim*, Bum-Min Back*, Sung-Min Woo*, Hyun-Sung Jung**, Jung-Hee You**, Hwa-Young Park***, Jung-Min Park*
 University of Incheon*, SUNJOY**, KEPCO***, POSCO E&C****, HANHWA ENG*****

Abstract - This paper studied about the characteristics of the Far Infrared Ray Radiant Oven. We decrease intensity of electromagnetic wave which depended on electric and magnetic field occurred by the Far Infrared Ray Radiant Oven and then the affected effect on the human body is minimized.

1. 서 론

오늘날 전자, 정보 산업 기술의 급속한 발전으로 인하여 각종 전자기기가 보급됨에 따라 이동통신, 가전제품, 산업현장, 송변전설비 등 인산의 일상생활에 전기는 필수적으로 이용되고 있다. 또한 전기를 사용하는 기기들은 전계와 자계를 형성하여 우리 생활 주변에는 수많은 전자파가 형성된다. 따라서 인간은 항상 전자파 환경 속에서 노출되어 살아가고 있다고 해도 과언은 아니다.

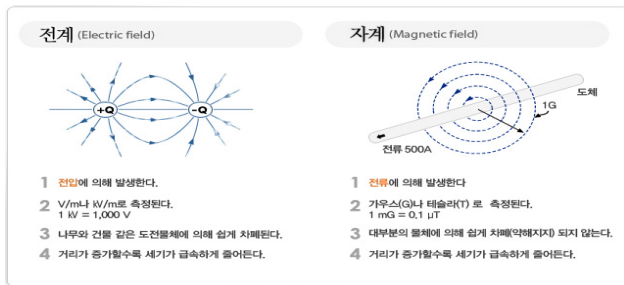
본 논문에서는 원적외선 복사오븐의 전자파의 특성과 오븐의 특성인 열적 특성에 대하여 연구하였다. 오븐의 온도가 올라감에 따라 전계와 자계의 형성과 온도의 분포를 기구들을 이용하여 측정하고 분석하였다.

2. 원적외선 복사오븐의 전자파 및 열적 특성

2.1 전자파

2.1.1 전계와 자계

전자가 이동하는 것을 전류가 흐른다는 것으로 정의하였고 전류가 흐르는 주위에서 우연히 나침반이 움직이는 것을 관찰하였다. 즉, 전류가 흐르면 자계가 형성된다는 것을 알았다. 이것을 힘을 기준으로 잘 관찰하여 정의한 사람이 쿨롱(Coulomb)이고 자석을 중심으로 관찰하여 응용하도록 한 사람들이 플레밍, 렌츠와 같은 사람들이다. 즉, 쿨롱의 법칙, 플레밍의 오른손 법칙, 렌츠의 법칙 등이 그런 것들이다.



〈그림 1〉 전계와 자계

이것을 종합적으로 이해하면 전류가 흐르면 흐르는 전류의 주변에 반드시 자계가 형성된다는 것이다. 즉, 전류가 흐른다는 것은 전자가 이동하는 것이고 전자가 이동한다는 것은 시간에 따라 변화한다는 것이다. 시간에 따라 변화하는 전류가 흐르면 전류의 주변에 이에 대응하여 변하는 자계가 형성된다. 즉, 전계와 자계는 반드시 같이 존재하게 된다. 이것을 좀 더 자세히 관찰하면 전계와 자계는 서로 각각의 운동을 방해하는 방향으로 작용하고 또한 그 방향도 서로 90° 다르게 틀려 있다. 그런데 중요한 것은 이렇게 시간에 따라 변화하는 전계와 자계는 에너지를 다른 곳으로 이동시킨다는 것이다.

2.2 원적외선

2.2.1 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. 빛 복사는 굴절되어 집결된다. 프리즘 또한 빛 복사를 굴절 시키는데 즉 프리즘은 하얀 빛을 여러 색상으로 쪼개어 준다. Herschel은 이러한 복사의 특성에 놀라워하였고 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 적색선 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. 공통된 경험은 물체 표면 색깔에 나타나는 dark나 light색이 어떻게 열에 의존되어 흡수되었는지를 규명하는 것이었다. 19세기 후반 Josef Stefan은 흑체에서 방사된 전체 복사에너지는 그 절대 온도의 4제곱에 비례함으로써 복사된 전체 에너지의 양을 실험적으로 측정하여 증명하였으며 결론은 몇 년 후 Ludwig Boltzmann에 의하여 이론적인 열역학적 관계로 도달하였다. 이 중요한 공식 이후로 Stefan-Boltzmann법칙으로 알려져 오고 있다.

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

그 사이에 물리학자 Clark Maxwell은 이론적으로 전자파의 존재를 예측하였으며, 그것이 광파와 동일함을 입증하였고 Heinrich Hertz는 Maxwell의 예측을 확인 하였으며 독일의 그의 실험실에서 전자파를 소개하였고 그것이 광파와 같은 속도로 전파되는 것을 보여주었다.

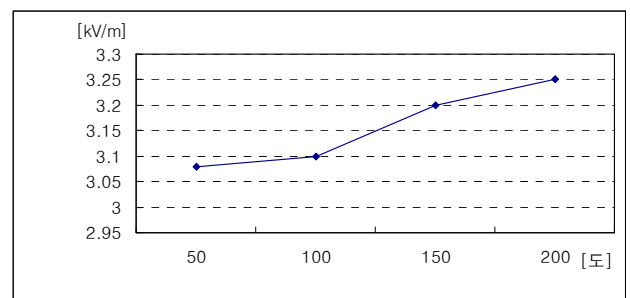
3.3 전자파 특성

3.3.1 자계측정결과

전자파의 특성분석은 2가지로 전계측정과 자계측정을 다음 그림과 같은 장비를 이용하여 분석하였다.



〈그림 2〉PSEL 02/03(전계측정기) 〈그림 3〉 PSMA-04(자계측정기)



<그림 4> 온도별 전계측정

원적외선오븐의 전계측정결과와 규제치의 비교는 다음 표와 같다.

<표 1> 원적외선오븐의 전계측정결과 및 규제치 비교

	ICNIRP (작업인)	ICNIRP (일반인)	전기설비기술기준	전자레인지	원적외선오븐
50	10	8.33	4.16	3.5	3.08
100	10	8.33	4.16	3.5	3.1
150	10	8.33	4.16	3.5	3.2
200	10	8.33	4.16	3.5	3.25

그림과 같이 전계의 규제치는 우리나라가 세계의 기준보다 강한 것으로 분석되었으며 원적외선오븐의 전계측정결과 세계의 모든규제치(WHO 환경보건기준,ICNIRP, 전기설비기술기준)를 만족하는 것으로 분석되었다.

3.4.2 전계측정결과

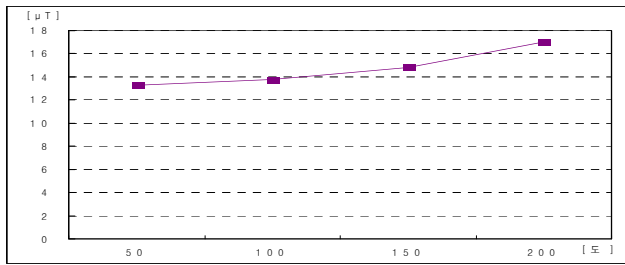


그림 온도별 자계측정

원적외선오븐의 자계측정결과와 규제치의 비교는 다음 표와 같다.

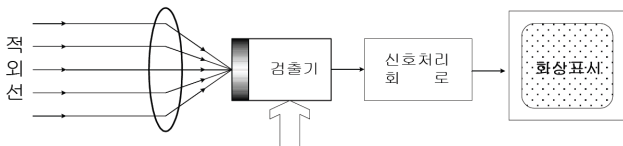
<표 2> 원적외선오븐의 자계측정결과 및 규제치 비교

	ICNIRP (작업인)	ICNIRP (일반인)	전기설비기술기준	전자레인지	원적외선오븐
50	417	83.3	83.3	20	13.3
100	417	83.3	83.3	20	13.8
150	417	83.3	83.3	20	14.8
200	417	83.3	83.3	20	17

그림과 같이 자계의 규제치는 우리나라가 세계의 기준보다 강한 것으로 분석되었으며 원적외선오븐의 자계측정결과 세계의 모든규제치(WHO 환경보건기준,ICNIRP, 전기설비기술기준)를 만족하는 것으로 분석되었다.

2.2.3 적외선 열화상 카메라

적외선 열화상 카메라는 피사체의 실물을 보여주는 것이 아닌 피사체의 표면으로부터 복사(방사)되는 전자파의 일종인 적외선 파장의 형태의 에너지(열)를 검출, 피사체 표면 복사열의 강도를 측정하여 강도의 양에 따라 각각의 다른 색상(false or pseudo color)으로 표현하여 주는 카메라이다. 처음에는 군사용으로 야간 전투에 응용할 목적으로 개발되었고, 1960년대 초반에 스웨덴에서 세계처음으로 산업용으로 사용 할 목적으로 제작되어 전기설비에 최초로 응용, 사용되어 현재에 이르게 되었다. 적외선 열화상 카메라의 구조는 렌즈, 검출기, 필터, 데이터처리장치, 저장장치로 구성되어 있으며 다음 그림은 열화상카메라의 시스템을 간략히 표현하였다.



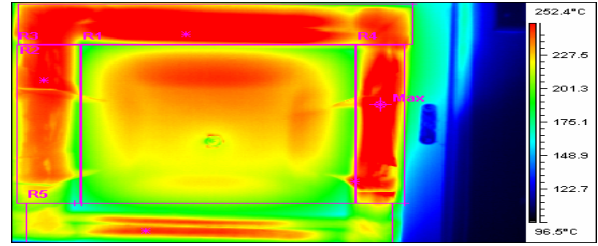
<그림 2> 열화상카메라 시스템

3.3 열적 특성

열적특성분석은 오븐의 온도를 50, 100, 150, 200도에서 R1~R5의 최저 온도, 최고온도, 평균온도를 측정하였다. 다음의 열적특성분석의 결과는 200도의 측정값이다.

3.3.1 200도 열적특성

200도시의 열적특성분석은 다음과 같다.



<그림 5> 원적외선 복사오븐의 온도분포(200도)

<표 3> 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

3.3.5 측정지점의 열 성능분석

오븐의 계측치의 온도가 200도 일 경우 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. 즉, 분포된 열의 분포가 적절하게 퍼져있는 것으로 산정되었다.

4. 결 론

전자계의 규제치는 우리나라가 세계의 기준보다 더욱 강한 것으로 분석되었으며, 원적외선오븐의 전계측정시 최대값은 3.25, 원적외선오븐의 자계측정시 최대값은 17로 원적외선오븐의 전계 및 자계측정결과 세계의 모든규제치(WHO 환경보건기준,ICNIRP, 전기설비기술기준)를 만족하는 것으로 분석되었다.

열적성능평가시 각지점별 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. 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. 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. 즉, 분포된 열의 분포가 적절하게 퍼져있는 것으로 산정되었다.

감사의 글

이 논문은 중소기업청 기업부설연구소 업그레이드 지원사업에 의하여 연구 되었음.

[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)인프라레드코리아, 2007
 [4] 최경석, 정연선, 강계식, 이승연, "적외선 열화상 분석기법에 의한 건축물 현장 단열성능 평가법 개발", 대한설비공학회, 하계학술발표, 2004