

열과 온도계측 및 열화상에 대한 소고

임용배<한국전기안전공사 전기안전연구원>

1. 머리말

인류는 지금까지 다양한 에너지원을 이용하여 왔다. 바람과 물을 활용하는 풍력과 수력을 비롯하여, 핵융합을 이용하는 원자력까지, 인간의 힘을 대신할 수많은 에너지원을 찾아내어, 원상태 그대로 또는 다른 에너지로 변환하여 활용하고 있다. 그러나 이들의 변환에는 항상 손실이 따르게 되고 손실의 대부분은 열의 형태로 발생된다. 이런 손실을 활용하여 열원으로 이용하기도 하지만 발생된 대부분의 열은 원하지 않는 경우가 대부분이다.

전기는 원거리로의 전송이나 다른 에너지로의 변환이 용이하여 현재 가장 많이 활용되고 있는 매개 에너지이다. 그러나 이 전기조차도 전송 과정 중 손실이 발생되며, 이 손실의 결과인 열은 비효율뿐만 아니라 설비 열화(劣化 ; deterioration) 측면에서도 문제가 되고 있다.

전기는 일반적으로 저항이 작은 도체를 통해 전송된다. 이는 저항에 의해 발생하는 저항손에 의한 손실을 최소화하기 위해서이다. 그러므로 전기 설비가 설계 범위에서 정상적으로 운전되면, 과도한 열의 발생은 없을 것이다. 따라서 전기 설비에 한계치 이상의 과도한 열이 발생되고 있다면, 이는 설비가 정상 상태에 있지 않음을 보여주는 것이고, 보수가 필요함을 간접적으로 확인시켜 주는 것이다.

이렇게 온도를 측정하여 설비의 상태를 파악하는데는 많은 장점이 있다. 그중 가장 큰 이점은 설비의 운전을 정지시키지 않고 또한 대상체에 접촉하지 않고 해당 설비 상태의 측정이 가능하다는 것이고, 설비 상태 측정을 위해 또 다른 열화의 원인이 될 수 있는 스트레스를 설비에 인가하지 않아도 된다는 점이다. 이런 장점을 잘 활용하여 전기 설비의 상태 판단에도움이 될 수 있게 하기 위해서는 열과 온도에 대한 정확한 개념의 정립과 장비에 대한 이해가 요구된다. 따라서 본 원고에서는 열과 온도의 개념과 이에 대한 개념의 형성 과정, 그리고 온도 측정 장치에 대한 개략적인 정보와 최근 관심이 증대되고 있는 적외선 열화상 시스템의 개발 과정 등에 대해서 알아보겠다.

2. 열의 개념과 온도측정 기술

열은 에너지의 일종으로 물체가 가지는 내부에너지가 변할 때 그 변화량의 일부 또는 전부가 열로 방출된다. 일반적으로 물체 내부에너지의 변화는 온도가 다른 물체의 접촉이나 물질의 화학적 변화, 전자기적 과정, 외부와 역학적인 일을 주고받는 과정 등에 의해 발생되며, 반대로 열은 다른 형태의 에너지로 바뀔 수도 있다.

물체에 전달된 열은 그 물체의 내부에너지의 변화량이지만, 일반적으로 내부에너지의 변화는 열의 이

동이라는 형태만이 아니라, 외부에 대한 일로서도, 또한 물질의 출입에 의해서도 발생되므로 에너지의 이동 과정에 관하여 정의되는 것이지, 물체의 상태 그 자체에 대하여 정해지는 개념은 아니다.

2.1 열의 개념

2.1.1 플로지스톤설과 열소설 (Caloric Theory)

J. J. Becher는 연소를 설명하기 위해 물질 구성 원소의 하나로서 불타는 흙이라는 개념을 도입하였고, 1679년 G. E. Stahl은 그 원소를 플로지스톤(phlogiston ; φλοῖς)이라고 명명하였다. 이 플로지스톤설은 물체가 탈 때, 또는 하소(煨燒 ; calcination)될 때, 그 속에서 플로지스톤이 빠른 회전운동을 하며 빠져나간다는 설이다.

열소설(熱素說 ; caloric theory)은 열을 열소라고 하는 물질의 일종으로 간주한 설로, 기원은 그리스 시대로부터 유래된다. 열소는 무게를 측정할 수 없고, 다른 물질 속으로 투과하거나 또는 녹아 들어가는 성질을 가진 물질로 생각하였다. 그 근본적인 개념은 열소가 유동체로서 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르는 특성을 가진다는 것이었다. 근래에 와서 J. Black의 열용량이나 잠열(潛熱 ; latent heat) 개념의 형성에 적극적인 역할을 했고, 또 N. L. Carnot의 열효율 이론의 기초에도 사용되었다.

2.1.2 열에 대한 개념의 형성

열소설과 플로지스톤설은 그 근원을 같이하는 것으로서 두 설은 모두 불과 열의 혼동에 의한 것이었으나, 중세 이후는 별도의 이론으로 존재하기도 하였다. A. L. Lavoisier는 플로지스톤을 부정한 뒤에도 열소를 원소표 안에 기입하였지만, M. V. Lomonosov, H. Davy, Graf von Rumford 등에 의한 열의 운동학적 해석과 J. P. Joule, H.

Helmholtz, J. R. Mayer 등에 의해 에너지보존법칙이 확립되면서 열소설은 의미를 잃게 되었다.

열이 에너지의 한 형태라는 개념이 정립된 것은 19세기부터이다. 그 이전의 열소설로는 마찰에 의한 열의 발생 기구(mechanism) 등을 설명할 수 없었다. 결국 열소설을 부정하는 B. Thompson 등에 의해 열은 물질이 아니라 역학적 일과 밀접한 관계를 가지고 있는 에너지의 한 형태임이 밝혀졌다. 이 관계를 좀더 정량적으로 확립시킨 사람은 J. R. Mayer와 J. P. Joule로, 열의 일당량을 처음으로 측정하였다.

열을 정량적으로 측정할 때는 열량이라는 물리량이 사용되는데, 열량의 단위로서는 일반적으로 칼로리(calorie ; [cal])가 사용된다. 또 열을 에너지의 한 형태로서 취급할 때는 에너지의 공통 단위인 에르그(erg) 또는 줄(joule ; [J])로 표시한다.

2.2 온도 측정 장치

열은 무형의 에너지로, 물질을 구성하고 있는 입자(atomic particles)의 불규칙적이고 혼돈된 움직임으로 설명될 수 있다. 모든 물질은 뜨겁건 차갑건 간에 열을 포함하고 있고, 적외선 에너지를 방출하며, 물질이 냉각됨에 따라 그 물질은 열을 잃게 된다. 열의 단위는 joule로서 1[J]은 0.24[cal]이고 이것의 존재는 물체의 온도를 통해 관측된다. 온도는 입자 운동(또는 진동)의 세기(intensity)를 측정하여, 섭씨(celsius ; [°C]) 또는 화씨(fahrenheit ; [°F])나 절대온도인 kelvin([K]) 또는 rankine([°R])의 단위로 표현한 것이다.

온도를 측정하기 위한 장치는 접촉식과 비접촉식으로 분류할 수 있다. 접촉식 장치는 열의 전도(傳導 ; conduction) 및 대류(對流 ; convection)에 의존하고, 비접촉식 장치는 대상체에 의해 방사되는 복사(輻射 ; radiation)에 의존한다. 비접촉식 장치는 고가인 반면, 접촉식은 온도 측정 시 장치가 설치된 국부적 위치의 온도 정보만을 얻을 수 있기 때문에, 두

기술해설

종류 중 한 종류의 선정은 적용 분야에 의존하게 된다. 비접촉식 장치는 송전선로와 같이 대상체에 접근할 수 없는 경우, 또는 회전기와 같이 객체가 움직이는 경우나 전기적으로 충전되어 있어 위험한 경우, 접촉 시 대상체에 손상의 우려가 있는 경우, 로(爐 : furnace)와 같이 접촉식 장치가 파손될 우려가 있는 혹독한 사용 환경인 경우, 회로기판 상의 부품과 같이 너무 크기가 작아 접촉식 장치를 부착시키기 어렵거나 열질량(thermal mass)이 매우 작아 오차가 크게 발생될 우려가 있는 경우, 또는 2차원 온도 분포가 필요한 경우 등에 사용된다.

2.2.1 접촉식 장치

온도계는 온도가 변함에 따라 물리적 특성이 변화되는 물질을 포함하고 있다. 막대의 길이나 액체의 체적, 전선의 전기적 저항의 변화 등이 이에 해당된다.

가. 유리막대온도계

일반적인 유리 막대 온도계는 가열됨에 따라 팽창되는 액체인 알코올이나 수은을 주로 사용한다. 온도계가 물체 내부에 위치될 때 열은 물체로부터 온도계로 또는 이와 반대로 이동하게 된다. 이때 표시되는 온도는 그 물체와 온도계 사이에 이동된 열의 함수로, 온도계가 대상체와 열적 평형 상태에 도달하면 측정된 온도는 대상체의 온도와 같다고 볼 수 있다. 이상적으로 온도계의 열질량은 대상체의 열질량보다 매우 작아야 한다. 즉 온도계를 가열시키기 위해 전달되는 열의 양이 상대적으로 매우 적어 대상체의 온도가 크게 영향 받지 않아야 한다. 따라서 유리막대온도계를 이용하여 작은 물체의 온도를 정확히 측정하는 것은 불가능한 일이다.

나. 저항온도계

저항온도계(resistance thermometer)는 온도가

상승함에 따라 저항이 증가하는 물질로 구성되어 있고, 외부 회로는 저항의 변화를 측정한다. 여기에는 주로 백금(platinum)을 사용하는데, 이는 백금이 $-270[^\circ\text{C}] \sim 700[^\circ\text{C}]$ 에서 뛰어난 기계적·전기적 특성을 갖기 때문이다.

다. 열전대

열전대(thermocouple)는 기전력(electro motive force)을 생성하는 두 가지의 상이한 금속으로 구성되고, 이 금속의 접촉점 사이에서 발생하는 기전력은 보통 전압계로 측정된다. 전압계 입력측에서의 기전력 생성을 피하기 위해 측정 시 두 개의 열전대를 사용한다. 이 열전대를 이용한 온도 측정 방법은 온도를 측정하기 위해 사용될 수 있는 가장 저렴한 방법 중 하나이며 복사에너지를 전기에너지로 변환할 때도 사용된다.

2.2.2 비접촉식 장치

비접촉식 장치는 정량적 또는 정성적 측정을 위해 사용된다. 가장 많이 사용되는 장치로는 초전 검출기(pyroelectric detector), 광온계(optical pyrometer), 열화상시스템 등이 있다.

가. 초전검출기

초전검출기는 온도의 변화에 의해 전하의 방출 또는 분극 상태의 변화를 이용하는 것이다. 대부분의 동작 감지기(motion sensor)는 이런 저가의 초전검출기를 포함하고 있어 개체를 위치화하기 위한 정성적인 방법으로 활용된다. 이 검출기는 온도 변화만을 감지하며, 출력은 보통 경고를 활성화할 수 있는 단순한 전압원이다. 이것은 시야(field-of-view) 내에서 따뜻한 물체가 움직였다는 것을 나타낼 뿐 온도의 정량적 계측은 불가능하다.

나. 광온계

광고온계는 필라멘트 전압을 조절할 수 있는 교정된 전등으로 구성되어 있어 전압이 변함에 따라 필라멘트의 밝기가 변하고, 대상체 밝기에 단순히 필라멘트의 밝기를 대응시켜 분석한다(그림 1). 분광의 가시광선 부분에서 색이 대응되기 때문에 측정 대상체는 백열(incandescence)로, 즉 600(K)보다 높게 가열되어 있어야 하고, 10,000(K)까지 측정 가능하다.

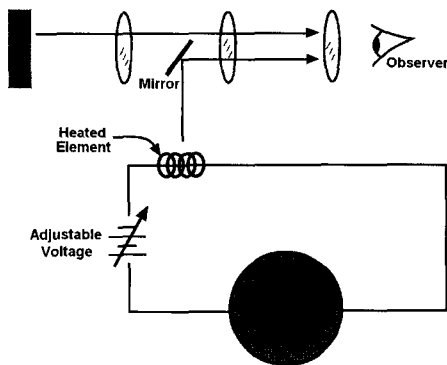


그림 1. 광고온계의 개념도

다. 열화상시스템

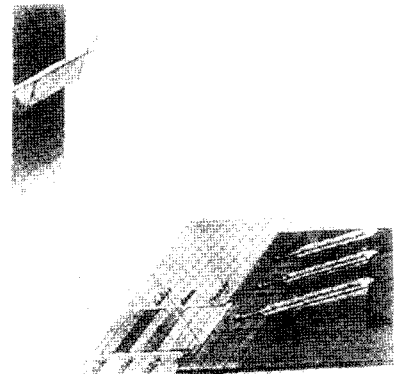
열화상시스템은 전자 영상을 생성한다. 화상은 보통 의사컬러(pseudo-color)로 변환되어 색상으로 온도를 표현하며, 흑백(black-and-white)으로 나타낼 때는 명암으로 온도차를 나타낸다. 열화상은 단지 열에너지(thermal energy)의 분포도로 밝기나 색감이 복사 에너지의 차 정도를 나타내며 대상체의 표면상태에 의존한다.

2.3 열화상 시스템의 역사

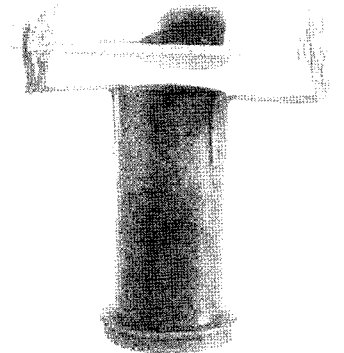
2.3.1 과학적 발견

적외선 기술은 1800년 적외선 복사 스펙트럼(infrared radiation spectrum)의 존재를 밝힌 William Herschel의 실험과 함께 시작되었다. 영국의 King George III 왕립 천문학자인 Herschel은

1793년 3월 13일 우연히 천왕성(Uranus)을 발견하게 되었고, 이것이 적외선을 발견할 수 있는 계기가 되었다. 처음에는 천체를 관찰할 때 눈을 보호하기 위해 프리즘(prism)을 사용하였는데, 이를 이용하여 실험하는 도중 수은 온도계의 최대 온도 상승이, 복사되는 빛이 보이지 않는 곳, 적색 띠 너머에서 일어나는 것에 주목하게 되었다. 전에도 이런 실험이 행해지긴 했지만, Herschel은 가열이 스펙트럼의 특정 부위에서 발생하는 것, 즉 파장에 의존한다는 것에 처음으로 주목하였다(그림 2). 이것은 Planck와 Stefan의 법칙과 관계되는 것으로 Herschel의 발견은 다음의 3가지로 요약할 수 있다.



(a) 적외선 스펙트럼 실험



(b) Herschel이 사용한 프리즘

그림 2. Herschel의 실험

첫째로, Herschel은 적외선을 “눈에 보이지 않는 광선(invisible ray)” 또는 “열을 발생시키는 광선”으로 불렀다. 그리고 열(heat)과 빛(light) 사이의 유사성(similarity)에 관심을 기울여, 열(적외선 복사)과 빛은 모두 각기 다른 파장과 주파수를 갖는 일종의 전자기 복사임을 밝혔다.

둘째로, 1592년에 Galileo에 의해 상상되었던 온도의 정량적 측정이 가능하다는 것 역시 논증하였다.

셋째로, 이들 보이지 않는 광선의 전송은 물질의 특성에 의해 영향 받는다는 것을 밝혔다. 결과적으로 적외선을 잘 전송하지 못하는 전통적인 광학 유리(optic glass)보다 게르마늄 렌즈(germanium lenses)가 더 광범위하게 적외선 장비에 사용되게 되었다. 그는 실험에서 염화나트륨(sodium chloride)이 좋은 적외선 전송체임과 열광선(heating ray)이 가시광선과 같은 법칙에 따라 반사된다는 것 역시 발견하였다.

2.3.2 적외선을 이용한 온도계측 기술의 발전

Herschel 이후, 1829년 무정위검류계(astatic galvanometer)의 발명자인 Leopold Nobili가 Thomas Seebeck에 의해 1821년 발견된 열전효과(thermoelectric effect)를 기초로 최초의 열전대를 발명하였다. 그 후 1833년 Macedonio Melloni는 여러 열전대를 배열하여 최초의 열전대열(thermopile)을 제작하였다. 이것은 10(m)거리에 있는 사람의 존재를 검출하기 위해 제작되었던 것으로, 접촉의 한쪽 면에 들어오는 복사 적외선의 초점을 맞춰 감도를 향상시킨 것이었다.

1840년 William Herschel의 아들인 John F. W. Herschel은 얇은 기름 막의 시차 증발(differential evaporation)에 의해 형성되는 evaporograph를 이용하여, 최초의 적외선 화상을 생성하였다. 1880년에는 Samuel Pierpont

Langley에 의해 bolometer가 발명되었고, Charles Greeley Abbot에 의해 400(m) 떨어진 소(cow)로부터의 열을 감지하는데 이 장비가 사용되었다.

20세기에 들어서면서, 1917년 Case가 광전도 감지기(photoconducting detector)를 구성하였다. 이는 입사복사(incident radiation)에 의한 온도의 상승 대신에 광자(photon)와의 직접적인 상호작용에 의해 신호가 발생하는 것으로, 그 당시의 어떤 다른 열 감지기보다 응답이 빠르고 민감하였다.

1942년에는 군에서 적외선 선 스캐너(infrared line scanner)를 최초로 개발하였다. 그러나 이것은 여러 직선을 모아서 2차원 화상을 생성하였기 때문에 열화상 생성에 한 시간 이상이 소요되었다. 1954년에는 스캐너를 추가시켜 직접적으로 2차원 화상을 생성할 수 있었다. 이런 기술적 개선에도 불구하고 화상을 형성하는데 45분이 소요되었으며, 1960년에 이르러 5분으로 단축될 수 있었다.

적외선 열화상 시스템에 가장 큰 발전이 있었던 시기는 2차 세계대전 기간으로 독일은 검출기(detector)를 냉각시킴에 의해 열 해상도가 개선될 수 있음을 발견하였고, 현재도 적외선 검출 장비에 광범위하게 사용되고 있다. 2차 세계대전 중 적어도 군사 분야에서의 적외선을 이용한 열기술 활용의 유용성과 잠재력이 명확히 증명되었기 때문에, 전후에 연구와 개발에 많은 결실이 있었다. 그 후 다른 다양한 응용 분야로의 개발이 있었지만, 1995년까지도 적외선 장비의 80(%)가 군사 분야에 활용되었다.

2.4 열전달 및 적외선 복사

열전달(heat transfer)은 전도나 복사, 대류, 또는 이들의 조합에 의해 발생된다. 전도는 상대적으로 따뜻한 원자 입자가 인접한 차가운 입자(느리게 움직이는 것)와 충돌하는 것이다. 이런 활동에 의해 한 원자(또는 자유전자)로부터 차가운 영역의 방향으로 열

이 전달된다. 따라서 열은 항상 따뜻한 곳에서 차가운 곳으로 전달된다. 대류는 가열된 물질 특히 가스 또는 액체의 질량 변위(mass displacement)에 의한 열 전달을 의미한다. 그리고 복사에 의한 열전달은 물질 표면으로부터의 전자기파의 방출을 통해 이루어진다.

표면 온도의 패턴은 물체 표면으로부터 방출된 복사를 감지함에 의해 원격에서 감지될 수 있다. 절대온도를 초과하는 온도를 갖는 모든 물체는 구성 원자의 움직임에 의해 전자기 복사를 방출하며, 전하가 가속되거나 감속될 때 전자기 복사가 발생된다. 그리고 이 복사의 스펙트럼과 세기(intensity)는 온도와 표면 상태에 의존한다.

물체의 표면이 가열되면 원자 입자의 에너지가 증가되어 온도와 방출 에너지를 증가시킨다. 이때의 원자 입자의 혼돈 열교란은 적외선 복사로 알려진 복사하는 전자기 에너지를 형성한다. 적외선의 양자 에너지(quantum energy)는 마이크로파와 가시광선 사이의 전자기 스펙트럼 내 주파수의 파(wave)를 생성한다. 이들 주파수는 약 750[nm] 가시광 너머로부터 약 1[mm]에서 시작하는 마이크로파 범위 전까지의 파장을 포함한다. 적외선 범위는 1[μ m]보다 짧은 파장을 갖는 근적외선과 좀더 긴 파장을 갖는 원적외선으로 세분된다. 대부분의 적외선 비파괴 시험은 근적외선과 ~15[μ m]에 이르는 파장의 파를 사용한다. 적외선 복사는 가시광선 주파수에서의 빛과 같은 특성을 갖기 때문에 직진하고, 반사, 회절, 간섭, 확산하는 특성이 있으며, 초점을 맞출 수 있고, 진공 속에서는 약 3×10^8 [m/s]의 속도로 이동한다.

2.4.1 발생원의 이해

우리는 다양한 종류의 빛에 의해 둘러 쌓여진 세계에서 살고 있다. 그러나 우리는 예외 없이 이 빛이 매우 뜨거운 물체로부터 온다는 사실을 항상 생각하고 있지는 않다. 사실 절대영도를 초과하는 온도를 갖는

모든 물체는 복사열을 방출한다. 그러므로 적외선은 어떠한 물체에서도 발생되며 열화상은 대상체 자체의 복사에너지를 통해 화상을 얻는 기술로, 이들 열복사의 특성은 가시광선(visible light)의 특성과 같거나 유사하다.

모든 물체는 매우 광범위한 파장의 전자기 복사 형태로 에너지를 방출하며, 방출되는 에너지의 세기는 파장에 따라 현저히 다르다. 만약 대상체가 매우 뜨겁게 달아올라 있다면, 방출된 복사의 대부분이 가시적인 복사를 이루고, 500[$^{\circ}$ C]보다 온도가 낮다면, 방출되는 복사는 대부분 적외선 범주 내에 들며, 가시광선은 인간의 눈으로 인지되기에는 매우 미약할 것이다.

이렇게 물체가 복사를 방출만 하는 것은 아니다. 대상체 주위의 거의 모든 물체는 입사 복사에 노출된다. 물체 표면에 충돌한 복사는 그 물체로부터 세 가지의 다른 반응이 나타난다. 그 물체에 의해 흡수되거나 반사될 수 있고, 그 물체를 통해 전송될 수 있다. 전송은 그 물체가 창(window)과 같이 그 파장에 대하여 투명할 때 일어난다. 이런 개념들로부터 다음 식을 유도할 수 있다(그림 3).

$$W = aW + \rho W + \tau W \quad \text{or} \quad 1 = a + \rho + \tau \quad (1)$$

여기서 a 는 흡수율(absorption), ρ 는 반사율(reflectivity), τ 는 투과율(transmissivity)이다. 만약 대상체의 복사 특성이 $\tau = 0$ 이라면, 그 대상체는 불투명하다고 말할 수 있을 것이다. 이것은 대부분의 물체에 적용되며, 완벽한 반사체는 모든 입사 복사를 반사한다. 즉 $\rho = 1$ 이다. 이 경우에 복사는 흡수되거나 전송되지 않기 때문에, $a = 0$, $\tau = 0$ 이다. 결과적으로 완벽한 반사체는 반사된 복사와 입사된 복사가 같다. 또한 물체가 $\rho = 0$, $\tau = 0$ 의 특성을 갖는다면, 즉 반사된 복사와 전송된 복사가 없다면, $a = 1$ 이 된다. 이것은 입사 복사의 100[%]가 흡수

된다는 것을 의미한다. 다시 말하면, 완벽한 흑체로 모든 입사 복사를 흡수한다.

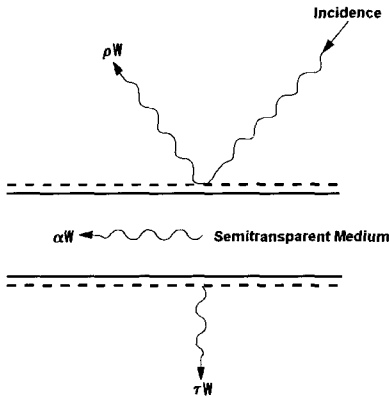


그림 3. 입사 복사의 반사와 흡수, 투과

2.4.2 흑체

완벽한 흑체는 열화상 측정에 대단히 중요한 개념으로 이에 대한 수학적 개념은 Kirchhoff의 법칙으로 설명할 수 있다. 한 물체의 복사 특성은 ϵ , 복사계수 또는 복사율로 표시되며, Kirchhoff의 법칙으로 기술되는 식은 $\alpha = \epsilon$ 이고, 이 식은 파장 λ 에 따라 변하는 함수이므로 $\alpha(\lambda) = \epsilon(\lambda)$ 의 형태를 취한다. 따라서 식 (1)은 다음과 같이 바꾸어 쓸 수 있다.

$$1 = \epsilon + \rho + \tau \quad (2)$$

또한 불투명 물체 ($\tau = 0$)에 대해서는 $1 = \epsilon + \rho$ 또는 $\rho = 1 - \epsilon$ 와 같이 단순화 할 수 있다.

이상적인 환경 하에서 흑체와 같은 온도를 갖는 다른 물체와 비교해 볼 때 흑체 즉 완벽한 복사체가 복사한 에너지보다 많이 방출할 수 있는 물체는 없다. 그러나 실제의 세계에서는 완전한 전송이나 반사, 흡수의 특성을 갖는 물체는 없다. 그런 물질은 오직 수학적 정의로만 존재한다. 그러므로 열화상시스템을 이용한 온도 측정 시 나타나는 온도 분포는 절대적인

온도로 볼 수 없다. 즉 표시되는 온도는 그 물체의 표면 상태 및 재질 특성에 따라 같은 온도에서도 다른 값을 표시할 수 있다. 결국 적외선 복사의 검출을 통한 온도 측정은 그 대상체에 대한 충분한 이해 없이는 정확한 측정이 불가능하다.

3. 고 찰

다양한 온도 측정법 및 적외선 열화상과 복사 관련 이론에 대해서 간단히 알아보았다. 이를 통해 각 활용 분야에 따라서 사용할 수 있는 온도계측 방법이 결정됨을 알 수 있었다. 즉 손톱보다 작은 반도체의 온도를 유리막대온도계로 계측한다는 것이 얼마나 무모한가를 인식할 수 있었다. 이렇게 기술된 내용을 토대로 일반적인 적외선 열화상에 대한 오해를 검토하여 보면 다음과 같다.

오해 1 : 색깔에 관한 문제

적색부분이 고온이고 청색부분이 저온이다. :- 우리가 화면을 통해 보는 열화상의 색은 단지 구분을 쉽게 하기위해 인위적으로 배정한 색에 불과하다. 즉 소프트웨어적으로 조색판에 의해 대응된 색일 뿐 그 이외에 어떠한 의미도 갖지 않는다.

오해 2 : 온도에 관한 문제

화상에 표시된 온도가 실제 온도이다. :- 화면에 나타난 온도는 대상체 표면의 재질 및 상태의 함수이므로 실제 온도와 화면에 표시된 온도는 서로 다를 수 있다. 복사율이 높은 재질로 표면이 구성되어있다면 그 대상체의 표면온도는 실제 온도에 근접할 것이고 낮은 복사율을 갖는 물질이라면 현저히 낮은 온도로 표시될 것이다.

오해 3 : 가시성에 관한 문제

눈으로 볼 수 있는 곳의 온도는 열화상 시스템으로 확인할 수 있다. :- 우리는 가시광선의 세계를 눈으로 보는 것이다. 그러나 열화상 시스템은 적외선의 세계를 본다. 그러므로 인간이 볼 수 있는 유리창을 통한

내부의 광경을 열화상 시스템은 유리의 표면 온도만을 확인시켜줄 수 있다. 왜냐하면 가시광선과 적외선이 갖는 창(window)이 서로 다르기 때문이다.

4. 맺음말

이제는 인류의 거의 모든 활동에 전기가 필요하게 되었다. 따라서 정전 없이 전기를 사용하기 위해 전기 설비의 잠재적 열화에 대한 기본적인 정기적 검사가 실시되고 있다. 그러나 현재는 설비의 진단을 위한 정전조차도 허용하지 않기 때문에 예방 진단을 위한 활동마저도 제약을 받게 되었다.

다행히 열화는 보통 저항 상승을 동반하고, 저항이 상승함에 따라 열화에 의해 소산되는 전력은 증가하여 열로서 나타난다. 따라서 과도한 열 형성은 기대하지 않은 저항의 존재를 암시한다. 상승되는 온도는 열 용량, 질량, 저항, 전류를 통해 계산될 수 있지만, 이런 접근법은 모든 열 손실을 무시한 것으로, 실제 온도는 전도나 대류, 복사에 의해 매우 낮아진다. 따라서 이번 자료에 이와 관련된 이론을 검토하여 열화상 측정 시 간과되기 쉬운 기본 개념의 확립으로 무의식 중에 발생할 수 있는 오류를 최소화하고자 하였다. 그리고 열화상 시스템의 개발 과정의 검토를 통해 향후 적외선 열화상 장비의 적용 방향도 예측해 볼 수 있도록 하였다.

하지만 제한된 지면 관계로 장비 적용에 관련된 내용을 수록하지 못하였다. 향후 이에 대한 자세한 정보의 공유를 통해 열화상 장비가 단순히 물체의 표면 온도 분포를 확인하는 장비를 떠나 가장 효율적인 전기 설비 진단의 중심으로 활용할 수 있는 계기가 되도록 하겠다.

◇ 저 자 소 개 ◇



임용배(林庸培)

1967년 11월 16일생. 1994년 원광대학교 전기공학과 졸업(학사). 1998년 홍익대학교 전기제어공학과 졸업(석사). 2003년 홍익대학교 전기정보제어공학과 박사과정 수료. 현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 진단연구2팀 연구대리.

관심분야 : 전기설비열화진단, bioelectromagnetic

E-mail : tree@kesco.or.kr