

열원에 따른 광온도센서의 동작특성 분석

문현욱, 김동우, 김향곤
한국전기안전공사 전기안전연구원

Operating Characteristics Analysis of Optic Temperature Sensor by Heat Source

Hyun-Wook Moon, Dong-Woo Kim, Hyang-Kon Kim
Electrical Safety Research Institute(subsidiary of KESCO)

Abstract - 본 논문에서는 전기설비의 전기적 접속부 또는 전기배선 등에서 발생하는 발열상태를 실시간으로 모니터링하는 전력설비 진단시스템에 사용되고 있는 광온도센서에 대하여 열원에 따른 동작특성을 실험, 분석하였다. Heimmann Sensor사의 광온도소자를 이용하여 광온도센서를 제작하여 실험에 사용하였으며, 열원으로는 Black Body와 Hot Plate를 사용하였으며 각각에서의 열원의 온도변화에 따른 광온도센서의 출력전압값을 측정, 비교 분석하였다. 실험결과, Black Body에 의한 온도 측정이 Hot Plate에서보다 더 정밀함을 확인할 수 있었다. 이러한 분석 결과는 향후, 전력설비 진단시스템의 현장 적용에 있어 광온도센서의 출력값과 실측값의 매칭을 위한 기본 자료가 될 것으로 기대된다.

하였다. 온도에 따른 센서의 출력전압 특성을 실험하기 위해 Black Body(Mikron Instrument, M315-HT)와 광온도센서를 이용하여 실험장치를 그림 1과 같이 구성하여 실험, 분석하였다.

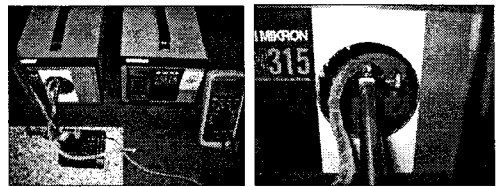


그림 1. Black Body를 이용한 실험장치

1. 서 론

전기에너지는 우리의 일상생활에서 없어서는 안 될 중요한 에너지이지만 전기화재, 감전, 설비사고 등을 일으키는 원인으로 작용하기도 한다.[1] 전기에너지를 사용하는데 필요한 전기설비는 전기산업의 핵심을 이루며 발전설비, 수송설비 및 수용설비로 구성된다. 수용설비에서 수전 받은 전기를 분배하는 역할을 하는 전력설비 분전함에서 발생하는 이상발열에 의한 전기화재를 예방 방안으로 설정값 이상의 열이 발생하였을 때 이를 알려주는 시스템이 개발되고 있으며 일부는 현장에서 활용되고 있다.[2-5]

본 논문에서는 전기설비의 전기적 접속부 또는 전기배선 등에서 발생하는 발열상태를 실시간으로 모니터링하기 위하여 전력설비 진단시스템에 사용되는 광온도센서에 대해 동작특성을 실험, 분석하고 현장 적용에 발생 가능한 문제점과 해결 방법에 대하여 논하고자 한다.

본 연구결과는 향후 전력설비 진단시스템을 이용한 상시 감시시스템에의 안전성과 신뢰성을 확보하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

2. 본 론

전력설비 분전함에서의 화재발생을 사전에 예방하고 방지하기 위한 전력설비 진단시스템에 사용될 광온도센서의 안전성과 신뢰성을 평가하기 위하여 실험장치를 제작, 구성하였다. 이 실험장치를 이용하여 광온도센서의 열원에 따른 각각의 동작특성과 출력전압값을 분석하고, 실제 전력설비 분전함내 차단기에서의 체결 불량으로 인한 발열에 따른 광온도센서의 동작특성도 분석하였다.

실험에서 열원으로는 Black Body와 Hot Plate를 이용하였고 각각 열원에 대한 광온도센서의 동작 특성을 측정하였다.

2.1 Black Body를 이용한 광온도센서의 동작특성 분석

광온도센서는 측정하고자 하는 물체의 온도에 따라 발생하는 전압이 다르게 출력된다. 이러한 센서의 동작 특성을 분석하기 위하여 실험온도에 따른 동작 전압을 측정

Black Body의 온도를 실온에서 95℃까지 설정하여 설정 온도에서 출력되는 광온도센서의 전압값을 실시간으로 측정, 기록하였고, 이때 열원 표면에서 광온도센서까지의 거리는 분전함 내 보호커버와 차단기 단자나사와의 거리를 감안하여 2cm로 하였다. 그림 2는 이상과 같은 실험 조건에서 10℃-90℃까지의 출력전압 데이터를 나타낸 것이다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 광온도센서는 열원의 설정온도에 따라 거의 선형적으로 전압이 상승함을 알 수 있었다.

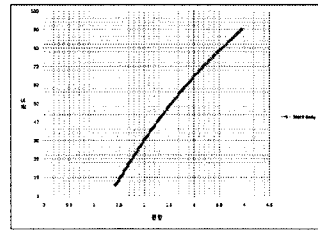


그림 2. Black Body에서의 광온도센서 동작특성

2.2 Hot Plate를 이용한 광온도센서의 동작특성 분석

그림 3은 Hot Plate(Corning, PC-400)를 이용하여 광온도센서의 온도에 따른 출력값을 측정하기 위한 실험장치를 나타낸 것이다. Hot plate의 온도 측정에는 K-type의 열전대를 사용하여 Hot plate의 표면에 접촉하여 측정하였고, Hot Plate의 표면온도와 온도에 따른 출력전압은 DAQ시스템(National Instrument, PXI-1042, SCXI-1112)을 이용하여 측정하였다.



그림 3. Hot Plate를 이용한 실험장치

그림 3과 같이 Hot Plate를 이용한 실험장치 구성에서는 주위에 조명이 있는 상태와 없는 상태로 나누어 실험하였으며 열원과의 거리를 각각 1cm, 2cm, 3cm로 설정하여 광온도센서로부터의 출력 데이터 값을 비교 분석하였다. 이와 같이 주위 조명의 유무에 따른 센서의 출력데이터를 비교, 분석하여 실제 환경에서의 최적인 온도와 출력전압의 표준값을 설정하는데 활용가능하다.

그림 4는 외부 조명이 있는 상태에서 열원과의 거리에 따른 출력 데이터값을 비교한 그래프이다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 1cm, 2cm, 3cm에서 유사한 값을 나타냄을 볼 수 있다. 그림 5는 주위에 조명이 없는 상태에서 광온도센서의 출력 데이터를 비교한 것으로 조명이 있는 조건에서보다 온도에 대한 출력 값이 다소 작음을 알 수 있다.

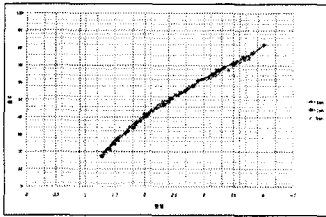


그림 4. 주위 조명이 있는 상태

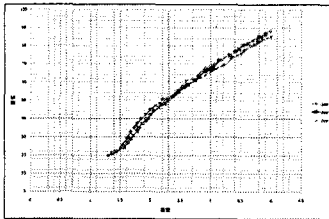


그림 5. 주위 조명이 없는 상태

2.3 분전함 차단기에서의 체결 불량으로 인한 발열에 따른 광온도센서의 동작특성 분석

그림 6은 전력설비 분전함에서의 화재발생을 사전에 예방하고 방지하기 위한 전력설비 진단시스템에 사용될 광온도센서를 실제로 분전함에 설치하여 발열에 따른 동작특성을 측정할 실험으로, 체결 불량에 의한 발열특성 분석을 위해 차단기의 부하측 단자 접속부의 나사를 풀 후, 토크 드라이버(FDS2-S, Tonichi, Japan)를 이용하여 0[Nm]로 설정한 후 차단기 단자 접속부의 체결나사의 온도를 광온도센서를 통해 측정, 발열특성을 분석하였다. 체결나사와 광온도센서까지의 거리는 분전함의 보호커버와 차단기 단자나사와의 거리를 감안하여 2cm로 하였다.

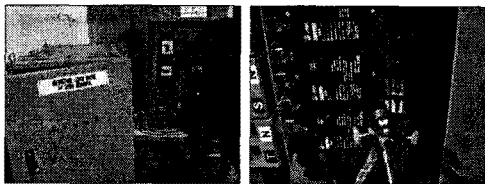


그림 6. 차단기의 체결 불량인 상태의 실험장치

표 1 및 2는 누전차단기와 배선용차단기 각부의 온도상승 값을 나타낸 것으로 누전차단기의 단자는 50℃로 배선용 차단기의 단자는 60℃로 온도상승값을 설정하고 있다. 따라서 이러한 규정값 등을 토대로 분전함 설비를 관리함에 있어 기준온도의 설정에 사용가능할 것으로 생각된다.

표 1. 누전차단기 각부의 온도상승 값(KS C 4613)
단위 : ℃(기준주위온도의 한도 40℃)

장소 및 구성 재료		온도상승한도 (온도계법) deg
접속자	자력접속자	40
	타력접속자	온 및 온합금 -
	기타	40
접속부 (바이메탈 또는 히터와의 접속부는 제외)	온 및 온합금	-
	주석 또는 납합금 상호간	60
	기타	40
절연부		-
단자		50
꽃음접속식 누전차단기 칼 또는 칼받이		30
충전용 콤파운드		-
사람이 조작하는 부분	도자기 또는 유리	20
	기타	35

표 2. 배선용차단기 각부의 온도상승 한도(KS C 8321), (기준주위온도의 한도 40℃)

장소 및 구성 재료		온도상승한도 (온도계법) deg
접속자	자력 접속	40
	타력접속	온, 온합금 및 온도금 -
	기타	40
접속부 (바이메탈 또는 히터 등 내부의 접속부는 제외)	온, 온합금 및 온도금	-
	주석, 납납 또는 니켈도금 상호간	60
	기타	40
절연부		합성수지제품 -
단자		60
충전용 콤파운드		-
사람이 조작하는 부분	금속부	20
	절연부	35

그림 7에서 알 수 있듯이 광온도센서로부터의 출력 데이터 값을 보면 앞서 실험한 결과들과 유사한 발열특성을 잘 나타내는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 차단기 각부의 온도상승값 설정에 따른 차단기 각부의 발열상태를 모니터링하는 전력설비 진단시스템에 광온도센서를 사용할 수 있으리라 본다.

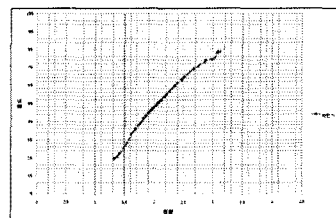


그림 7. 접속불량으로 인한 광온도센서 출력데이터

3. 결 론

이상과 같이 전기설비의 전기적 접속부 또는 전기배선 등에서 발생하는 발열상태를 실시간으로 모니터링하는 전력설비 진단시스템에 사용하고자 제작한 광온도센서에 대한 실험, 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 열원으로 Black Body를 이용한 경우, 열원의 설정온도에 따라 광온도센서의 출력전압값은 거의 선형적으로 상승함을 알 수 있었다.
- 2) Hot Plate를 이용한 실험에서의 동작특성은 조명의 유무에 따라 변화가 조금 있으나 Black Body와 마찬가지로 전체적으로 선형적으로 상승하였다.
- 3) Hot Plate에서보다 Black Body에 의한 온도측정기 더 정밀함을 확인할 수 있었으며, 전력설비 진단시

시스템의 현장 적용에 있어 광온도센서의 출력값과 실측값의 매칭이 필요함을 알 수 있다.

- 4) 전력설비 분전함내 차단기에 설치한 광온도센서의 출력값은 체결 불량에 따른 발열에 따라 Black Body와 Hot Plate실험에서와 유사한 발열특성을 나타내었다.

향후 표준 열원에 따른 개발된 광온도센서의 출력 전압값의 정성화와 측정거리에 따른 출력값의 정성화, 조명의 유무에 따른 정성화가 필요한 것으로 생각되며 이러한 데이터를 프로그램화하여 상시 감시시스템에의 접목이 필요하다.

감사의 글

본 논문은 지식경제부에서 시행하는 전력산업연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 최충석 외 5, "전기화재공학", 동화기술, pp.189-198, 2004
- [2] KS C 8326, 주택용 분전반, 2007
- [3] KS C IEC 60439-3, 2003
- [4] National Electrical Code, 2005
- [5] UL 67, panelboard, 2004