

# 기상조건에 따른 OPGW회선온도특성 연구

\*윤일환\*, 이재조\*\*, 허 영\*\*, 유재택\*  
\*전력연구원, \*\*한국전기연구소

## A study on the temperature characteristic in OPGW link due to meteorological effects

\*Il-hwan Yoon\*, Jae-jo Lee\*\*, Young Huh\*\*, Jae-tack Yoo\*  
\*KEPRI, \*\*KERI

### Abstract

In this paper, we present a temperature characteristic in OPGW link due to meteorological effects. we measured a temperature on a 2km OPGW using a distributed optical fiber temperature sensing system. The measurement showed that OPGW temperature was several degrees lower to ambient atmospheric temperature in the nighttime and several degrees higher than that in the daytime due to sunshine. It'll be used for a reference data of the transmission delay variations in OPGW link due to meteorological effects.

### 1. 서론

전력계통의 보호를 위하여 전력정보통신은 가장 엄격한 안정성과 신뢰성을 요구한다. 현재 한국전력의 정보통신회선은 OPGW의 광케이블을 매개체로 하여 전국적인 광역망을 구성하고 있다. OPGW의 광케이블을 이용한 전력계통보호정보의 전송은 전력전송의 필수적인 부분으로 고도정보화 사회로의 발전에 따라 그 중요성이 더욱 높아지고 있다. 또한 사업다각화에 따른 OPGW의 광회선은 이제 외부 사용자도 고려하는 상황으로 발전하고 있다. 따라서 OPGW에 대한 여러 가지 기초연구가 필요하며 현재 OPGW의 전송지연과 전송지연변동에 대한 연구가 진행중이다. 이러한 맥락에서 본 논문에서는 OPGW와 대기온도와의 상관관계를 검증하기 위한 기본 데이터를 계속하고 그 결과를 소개한다. 현재 OPGW의 온도를 실측하기 위한 방안으로는 분포온도센서(DTS: Distributed

Temperature Sensor)를 이용하는 방법이 가장 현실적이다. 분포온도센서는 현재 LG전선의 제품을 사용하였고, 한국전력 예산변전소의 Multimode광파이버를 이용하여 OPGW의 분포온도를 계측하였다. 또한 예산변전소의 기상데이터를 서산과 아산 기상관측소의 평균온도를 이용하여 기준데이터로 사용하였다.

계측된 OPGW의 온도는 주위온도와 거의 유사한 형태의 온도분포를 나타내었으나 밤과 낮의 시간대별로 약간의 특징을 나타냈다. 낮에는 주위의 기온보다 약간 높은 경향이 있고 밤에는 주위의 기온보다 약간 낮은 경향을 나타내었다. 이러한 이유는 낮에는 태양에 의한 온도상승, 밤에는 온도이외의 습도나 바람의 영향에 것으로 추정된다.

2장에서는 분포온도센서에 대한 기본개념과 장비에 대한 간단한 설명을 하고, 실제 계측시스템의 구성을 나타낸다. 3장에서는 계측된 온도와 기상청의 기상데이터에 의한 상관관계를 고찰하고 그 검토결과를 설명한다. 4장 결론에서는 앞으로 계속해서 수행될 OPGW에 대한 앞으로의 연구방향에 대하여 설명한다.

### 2. 분포온도측정시스템

#### 가. 분포온도센서의 원리

광섬유에 광을 입사시키면 구성 원자, 분자 등에 의해 산란, 흡수, 재발광 등이 일어난다. 산란광 중에는 입사광과 동일한 파장성분의 Rayleigh 산란광과 다른 파장성분의 산란광이 존재하며 다른 파장성분의 성분들은 파장천이의 원인에 따라서 명칭이 다르며, 구성물질의 적시 열전동 중에서 펄파 모드와 상

호 작용으로 인한 것을 Raman 산란광이라 부르며 석영분자가 가지는 다양한 진동 상태 사이에 존재하는 Maxwell-Boltzmann 에너지 분배로 인하여 강한 온도 종속성을 보인다. 입사광이 석영분자에 흡수되어 열진동의 횡파모드를 여기한후 재발광하면 광에너지를 잃은 장파장의 Strokes광으로 변환되고 횡파모드를 흡수하고 재발광하면 에너지를 얻은 단파장 anti-Strokes광으로 변환된다. 그림1은 입사광이 분자에 의해 산란되는 예를 보여주며, 그림2는 상온에서의 Raman과 Rayleigh스펙트럼을 나타낸 것이다.

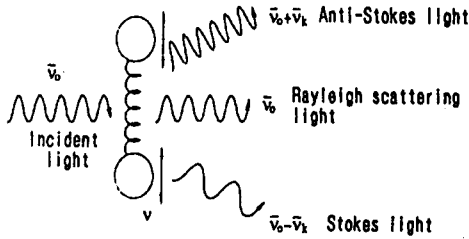


그림1. 광섬유 구성입자에 의한 광의 산란

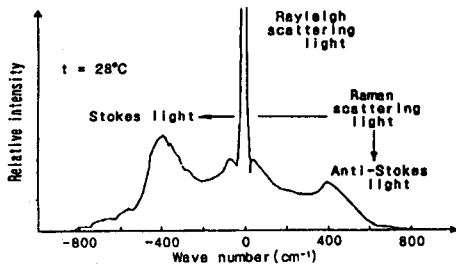


그림2. Rayleigh산란광과 Raman산란광의 스펙트럼

광섬유 내의 Strokes와 anti-Strokes 역산란광 비율 측정하면 광경도나 입사조건, 광섬유의 구조, 재질의 구성에 상관없이 매체의 절대온도를 측정할 수 있다. 단 실제 시스템에서는 Strokes와 anti-Strokes파장사이의 광섬유 감쇠차가 나므로 약간의 보상이 필요하다.

#### 나. OPGW 온도특성 측정시스템 구성

OPGW의 온도특성을 계속하기위한 장치로는 현재 국내제품으로는 LG전선의 광분포온도센서 (모델명: OTDS002)가 개발되어있다. OTDS는 멀티모드 광파이버를 이용하여 분포온도를 측정하도록 개발되어있다. 따라서 현실적으로 한전의 OPGW는 싱글모드구간이 대부분이고 현재 멀티모드구간도 싱글모드로 교체중이다. 따라서 대전전력관리처내 예산 - 흥성구간이 멀티모드 구간을 온도특성을 계속하기 위한 구간으로 선정하였다.

예산변전소에 설치하여 측정한 광섬유분포온도센서 (OTDS002)의 사진과 사양은 다음과 그림3과 표1과 같다.

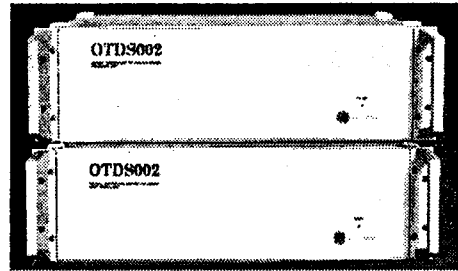


그림3. 광분포온도센서(OTDS002)

표1. 광분포온도센서의 사양

항목	내용
최대측정거리	2km
측정온도범위	-200 ~ 500°C
온도정밀도	±1°C
거리분해능	1m
측정시간	90초이하
센서광섬유	MM GI 200/250, 50/125
운용PC	IBM 호환형 PC

분포온도센서의 측정간격은 1시간 단위로 하였으며 측정데이터는 PC에 저장되도록 프로그램을 작성하였다. 그림4는 분포온도센서의 측정 프로그램의 출력화면이다.

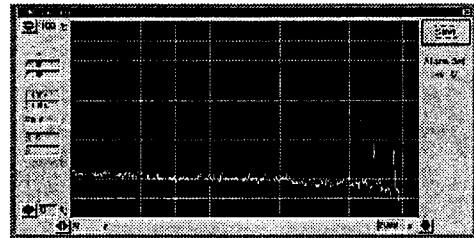


그림4. 분포온도센서의 측정프로그램 출력화면

### 3. 측정결과고찰

측정된 온도데이터는 거리 200m에서 2km사이의 온도로 약 2주간 측정되었다. 그러나 측정오차를 고려하여 거리 약 200m에서 900m까지의 온도를 평균하여 매시의 온도로 추정하였다. 또한 OPGW의 평균온도와 상관관계를 검토하기위하여 아산과 서산의 기상관측소의 온도데이터를 조사하였다. 기상관측소는 매3시간 간격으로 데이터를 수집하고 있으므로

측정된 분포온도센서의 평균데이터와 매3시간 마다의 데이터와 상관관계가 도출되었다. 측정기간은 1997년 10월 6일부터 1997년 10월 17일까지로 그림5는 아산과 서산기상관측소의 평균온도와 OPGW의 평균온도와의 관계그래프이다.

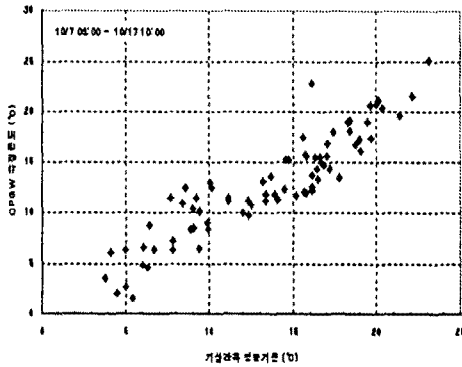


그림5. 아산서산평균온도와 OPGW온도와의 관계

그래프는 기상관측소의 평균온도와 OPGW의 평균온도는 거의 일정한 양상을 나타내었다. 낮에는 주위온도보다 약간 OPGW의 온도가 높게 나타났으며 밤에는 OPGW의 온도가 주위온도와 거의 유사하거나 낮게 나타났다. 이러한 온도변동의 원인으로는 낮에는 일사에 의한 OPGW의 온도상승이 예상된다. 또한 밤에는 OPGW의 온도가 주위의 바람과 비 등에 의하여 다소 낮아진 것으로 추정된다.

이상의 결과는 앞으로 수행될 광케이블의 지연과 온도특성의 비교실험을 위한 기초데이터로 활용될 예정이다. OPGW회선의 지연과 온도변화의 상관관계를 조사하기 위하여 현재 116km구간이 설정되어있다. 116km구간의 지연과 선정구간을 포괄하는 기상관측소의 기온과 우량, 바람, 일조량등과의 상관관계를 규명하므로써 광케이블의 외부기상변화에 대한 영향을 평가하고자한다.

#### 4. 결론

통신시스템을 구성하는 가장 중요한 요소인 광케이블에 대한 전송특성을 조사하기 위하여 광케이블의 온도특성을 1997년 10월 6일부터 약 2주간에 걸쳐 측정하고 그 결과를 검토하였다. 조사된 광케이블은 전력회사의 특성한 가공지선내에 포함된 것으로 지상 약 30 - 50m의 높이에 위치한 것이다. 또한 이러한 복합가공지선내의 광케이블의 온도특성을 조사하기 위한 시스템으로 분포온도센서(DTS)를 사용하였다. 분포온도센서를 이용하여 측정된 온도와 측정지점 근처의 기상청 온도을 비교분석한 결과 OPGW의

온도는 낮과 밤에 약간의 기온차이를 보이는 특성을 나타내었다. 낮에는 일사에 의한 온도상승이 나타났으며 밤에는 지상고에의한 약간의 온도감소의 특성을 나타내었다. 앞으로 이러한 특성을 기초로 OPGW 광회선의 전송지연 특성을 조사하고 온도와 다른 기상요소와의 상관관계를 검토할 예정이다.

#### 감사의 글

본 실험을 추진하기위해 분포온도센서를 협조해주신 LG전선 광통신연구소 광시스템실험실의 이근양 차장님, 송우성 선임연구원님, 김신희연구원님, 원정희연구원님, 이현삼주임연구원님께 감사드립니다. 또한 OPGW의 온도측정을 위하여 여러 가지로 도움을 주신 대전전력관리처 오충익 과장님, 정윤종님, 감태안님과 대전전력관리처 아산전력소 김중철 부장님, 명기재님, 그리고 손동복님께도 감사를 드립니다. 이외에 한국전기연구소와 한국전력본사의 여러분께도 감사의 뜻을 전합니다.

#### 참고문헌

- [1]. IEEE Standard for calculating the Current-Temperature relationship of Bare Overhead conductors.
- [2]. Nori Shibata의, "Thermal characteristics of optical pulse transit time delay and fiber strain in a single-mode optical fiber cable", Applied Optics, Vol. 22, No. 7, 1.April.1983
- [3]. Mitsuhiro Tateda의, "Thermal characteristics of phase shift in Jacketed optical fibers", Applied Optics, Vol. 19, No.5, 1. March.1980
- [4]. L.G.Cohen, J.W. Fleming, "Effect of Temperature on Transmission in Lightguides", The Bell System Technical Journal, Vol. 58, No. 4, April 1979.
- [5]. 전기설비용 분포형 광센서 시스템개발 보고서 한국전기연구소, 1996.5