

# 광섬유 센서 제작을 위한 단일모드 광섬유의 굽힘 손실 특성 조사

## Bend Loss Characteristics of a Single-Mode Fiber for Sensor Construction

유정애, 권일범,\* 조재홍

한남대학교 물리학과, \*한국표준과학연구원 스마트계측그룹  
seaof4@hotmail.com

일반적으로 광섬유 센서는 우수한 민감도와 분해능을 가지고 있으며, 그 크기가 작고 유연해서 측정하고자 하는 대상물 특히 구조물에 쉽게 부착하거나 삽입이 가능한 장점을 가지고 있다. 이러한 광섬유 센서는 현재 항공우주분야, 의료기기분야, 토목구조물 등에 적용되어지고 있다.<sup>(1)</sup> 굽힘으로 인한 광 손실은 통신 분야에서는 유해한 현상이기 때문에 가능한 한 이를 줄이기 위한 연구가 수행되었지만, 광섬유의 굽힘 광 손실이 센서로써 이용될 수 있다는 아이디어가 나온 이후로 광섬유 센서분야에서는 유용한 효과로 인식되고 있다. 미소 굽힘에 대한 광 모드 결합 효과에 대한 이론적인 내용은 Marcus와 Gloge 등의 연구자들에 의해 체계화 되었다.<sup>(2)</sup> 굽힘 손실을 이용한 광섬유 센서는 작동 방식과 신호처리 등이 간편하기 때문에 다양한 적용분야에서 활용이 용이하다.

본 연구에서는 광섬유의 굽힘에 따른 광손실을 이용하는 센서를 제작하기 위한 선행연구로서 단일모드 광섬유를 이용하여 굽힘 손실 특성을 조사하였다. 그림 1은 굽힘 손실을 이용한 광섬유 센서의 측정 원리를 보여준다. 광섬유에 구부림을 가해지면 광섬유 내에 진행하는 빛은 전반사 조건에 위배되어 외부로 방사된다. 이에 따라 광섬유를 진행한 빛의 강도가 줄어들게 되고, 이러한 감소되어 진행한 광 강도의 변화를 측정하여 굽힘의 정도를 알 수 있다. 한편, OTDR과 유사하게 펄스광을 사용하여 그림 1과 같이 외부 물리량에 따라서 광손실이 발생하는 전후에 설치한 커넥터의 후방 반사광을 보면 광섬유의 한 라인에 다수의 광손실형 센서를 구성할 수 있다. 본 논문에서는 단일모드 광섬유의 광 손실량이 굽힘 직경에 따른 손실 값과, 호의 길이 변화에 따른 광 손실 값에 대하여 실험하였다.

굽힘 직경 변화에 따른 실험을 위해 그림 2와 같이 광섬유 굽힘 직경을 8 mm 에서 28 mm 까지 2 mm 간격으로 변화시켜가면서 출력단에서 나오는 광의 강도를 OTDR로 측정하는 실험을 하였다. 결과에서 볼 수 있듯이 광 굽힘 직경이 약 8 mm에서 12 mm 사이에서 광 손실의 변화가 가장 크게 일어나며, 12mm 이상의 직경에서는 광 손실을 발생하지 않음을 알 수있다. 이러한 실험결과를 토대로 직경이 8, 9, 10mm 인 원통에 광섬유를 감은 후 호의 길이를 변화하면서 실험하였다. 그림 3은 호의 길이 변화 실험 결과이다. 원통에 5개의 포인트를 두고 차례대로 광섬유를 감아 실험한 결과, 3번 지점 이후에서 광 손실이 발생하며, 직경이 작을수록 호의 길이변화에 따른 광 손실이 크게 일어남을 알 수 있었다. 실험결과로부터 굽힘 손실을 이용한 광섬유 센서 제작에 이용될 굽힘 영역을 결정할 수 있다.

향후 굽힘 센서의 정확도와 분해능향상을 위한 연구를 지속적으로 수행할 예정이다.

본 연구는 과학재단 우수연구센터사업인 스마트 사회기반시설 연구센터의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Eric Udd, "Fiber Optic Smart Structures" pp.319-355
2. Allan W. Snyder and John D. Love "Optical Waveguide Theory "
3. 유정애, 권일범, 조재홍 "굽힘 손실을 이용한 다중화 광섬유 센서의 실험" 광학회 2003 하계학술대회

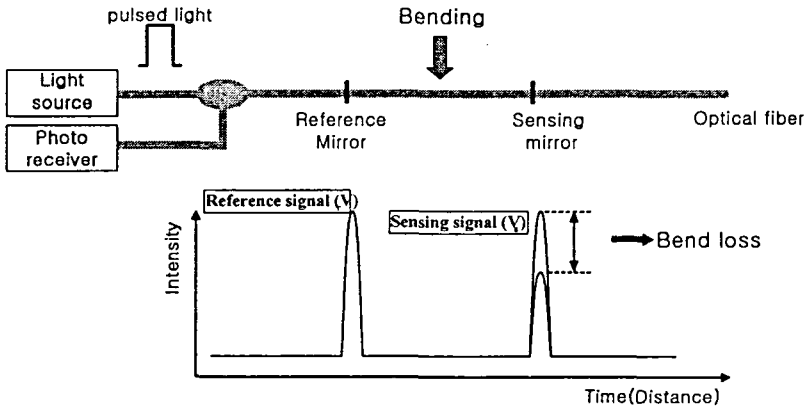


그림 1. 굽힘 손실을 이용한 광섬유 센서의 원리

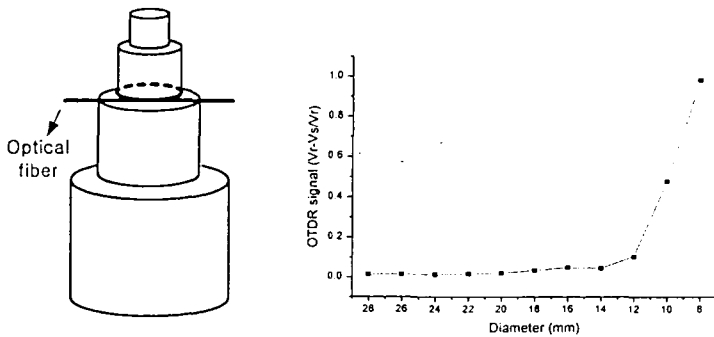


그림 2. 광섬유 굽힘 직경과 광 손실 ( $V_r - V_s / V_r$ )

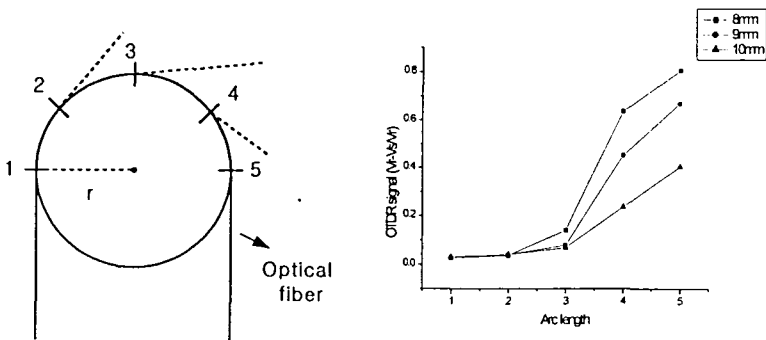


그림 3. 호의 길이 변화 광 손실 ( $V_r - V_s / V_r$ )