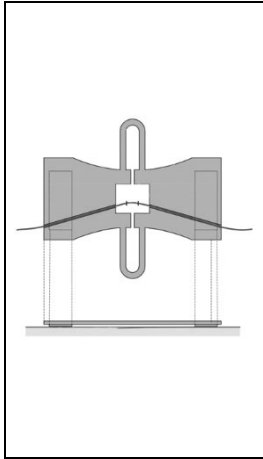


# 光ファイバ曲げセンサ

東京農工大学 大学院 工学研究院  
田中洋介



## 1. はじめに

光ファイバ曲げセンサは、光ファイバに加わった曲げの大きさや向きを出射光の状態から計測するセンサである。軽量で柔軟な光ファイバの特性により、光ファイバ曲げセンサは、橋梁、ビル、航空機等の建造物の強度に大きな影響を与えずに設置できる。これら建造物の歪みを監視できれば、異常の早期発見につながり、防災に貢献できる。また、光ファイバによる信号伝送は、大きな電磁界がある環境や、電磁界の発生が望ましくない環境であっても、電磁雑音の授受なしに使用できる。そのため、光ファイバ曲げセンサは、生産現場のロボットアームや、医療現場のカテーテル等に埋め込んで使うのにも適しており、曲げ計測の結果をそれらの制御や操作に活用できる。現在に至るまで、光ファイバ曲げセンサは、多種多様な手法の提案と検討が進められてきた。本稿では、代表的な光ファイバ曲げセンサの基本原理について解説すると共に、最近特に注目されているマルチコアファイバ (MCF: Multicore fiber) を使用した手法に関し、我々の取り組みを紹介する。

## 2. 光ファイバ曲げセンサの基本原理

これまで検討されてきた光ファイバ曲げセンサは様々で、計測原理も多岐に渡る。しかし、基本原理を大雑把に分類すると、光ファイバの曲げによる (i) 光強度変調, (ii) 干渉光変化, (iii) ファイバ回折格子からの反射光や非線形現象による散乱光の波長変化のどれかになる。センサ用ファイバは、(i)~(iii) の原理の下で、曲げが高精度、高感度に計測できるように設計される。その多くは何らかの形で最適加工されたシングルモードファイバやマルチモードファイバ、マルチコアファイバ (MCF: Multicore fiber)、長周期ファイバ回折格子 (LPG: Long period fiber grating)、ファイバ回折格子 (FBG: Fiber Bragg grating)、フォトニック結晶ファイバ (CF: Photonic crystal fiber) およびそれらの組み合わせからなる。ここでは、比較的シンプルな構成による手法を例にとり、上記(i)~(iii)の基本原理について概観する。

### 2-1 光強度変調型曲げセンサ

図1に光強度の変化を利用した典型的な曲げセンサの一例を示す<sup>1-3)</sup>。プラスチック光ファイバ側面の一部に機械加工で切り込みを入れ、センサファイバとしてある。センサファイバに曲げが加わると、コアの外に漏れる光量が曲げに応じて変化し、透過光パワーの変化として現れる。加工面が曲げ半径の方向と垂直になるようにすれば、同じ大きさでも向きが異なる曲げに対しては透過光パワーが異なるため、曲げの向きが識別できる。この構成は、切り込み箇所の広さや深さで感度調整が可能なことや、加工が容易なことから多くの応用研

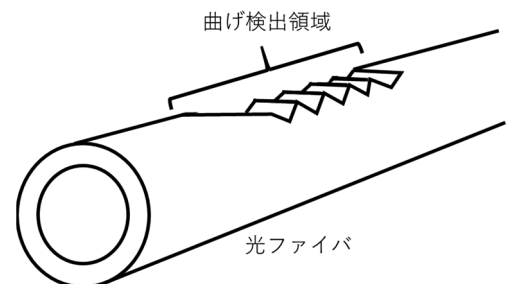


図1 光強度変調型曲げセンサファイバの基本構成<sup>1-3)</sup>