

ファイバと光防災センサ

藤井 陽一^{†1}

Optical Fiber and Sensors for Prevention of Disaster

Yoichi FUJII^{†1}

現在の社会活動において、各種の災害、自然災害、人工災害、環境破壊による災害が重要になっている。各種の土木構造物、交通構造物、エネルギー関連構造物から、最近特に重要性を増している情報関連構造物、勿論各個人の家庭、各企業の構造物が高度化して、これらの災害に対する防御の必要性が高まっているからである。新しい構造物では、何らかの防災センサシステムの取り付けが不可欠になっている。

先年2007年8月突然の崩壊で、死者13人、負傷者145人を出して世間を騒がせたMineapolisのインターステートハイウェイの橋が、本年2008年9月18日、建設費約2億3千万ドルで再建され、開通した。当然のことであるが、300個以上のセンサがコンクリートに埋め込まれ、交通量や温度変化による橋の材質の疲労劣化を検出して、データを管理し、安全を確保する。多くの新しい構造物では、防災センサが設置されつつある。現代はすべての構造物に防災センサを設置することが必須の条件である。

常時監視していない構造物では、その急激な変化が突然に起こる(ように見える)。常時何等かの保全データを蓄積していれば、構造物の状況について、何等かの判断ができるはず。怠慢を除けば、突然の崩壊、などということは起こり得ないことである。

公共土木構造物、大型の生産設備などにおいては、その構造が大きく、力学的にかなりすれすれの状態で設計されていることが多い。従って、これら構造物で、もっとも重要な測定対象量は、力学量、歪、張力である。これについて、これら力学的量変化をもたらすものの原因として、温度、温度分布、あるいは、関連する化学的变化がある。また、電気的な原因が考えられる場合は、電界、磁界の測定も必要である。

防災光センサの種類は、大別して、1点センサと分布センサがある。センサと言え、ある場所の情報を採る、1点センサである。しかし、光センサでは、ある線上に分布している情報を取り出す分布センサも容易に実現できる、というのが大きな特徴である。

防災光センサの物理的原理としては、良く用いられるものとして、光ファイバの後方散乱、とくに音波との相互作用を応用し、分布測定可能なBOTDR (Brillouin Optical Time Domain Reflectometry)、光ファイバに周期的刻みを入れた、1点センサのFBG (Fiber Bragg Grating) が現在主流となっている。そのほか、光ファイバドプラFOD (Fiber-Optic Doppler) センサも、音波、AE (Acoustic Emission) を測定するために有用である。また光センサのいろいろな原理のものが、防災用センサとしても応用可能である。

防災用のセンサと言っても、その機能、目的によって、次のように考えるべきである。警報(alert)：あらかじめ設定した危険状態になったとき、信号を発信する。監視(monitors)：運用期間にわたって、そのパラメータの変化を記録し、異常の発生を予知する。観察(observation)：多数のパラメータを長期間測定し、現象の原因を把握する。

光防災センサについても、目的に応じた設計、設置が行われるべきである。それぞれその測定コンセプトが異なるものである。一般に、センサは、測定したい対象—測定できる対象—測定される対象—測定結果の応用、という流れを考え、最適の測定システムを構築する必要がある。従来の防災センサの適応事例を考え、これらの応用における反省点を十分に整理し、これからのセンサの適用に生かしていく必要がある。

今後の光防災センサシステムの課題は、先ず、センサ標準化、および、これを伝送する際のプロトコル標準化が挙げられる。多種多様なセンサの品種をしまり込むことができ、コストのみならず、応用範囲において大いに発展が期待される。

重要な活動として、光防災センサに関する啓蒙活動がある。この分野は、一般に良く知られていないため、その能力を十分に発揮することが出来なかった。光防災センサについて、システム設計者へ十分に理解して頂き、これを敷設する業者、および、これを昼夜利用する監視者への周知啓蒙活動が不可欠と考える。具体的には、光防災センサに関する技術者育成の講座、この専門の技術者を認定する制度を創設することが期待されている。

^{†1} 日本大学 理工学部電子情報工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)
^{†1} College of Science and Technology, Nihon University, 7-24-1 Narashinodai, Funabashi, Chiba 274-8501