



レーザ加工で作製した耐熱 FBG センサの鉄筋コンクリート柱への現場実装の試み

福井大学

西村昭彦

東京理科大学

宮部あづさ, 西尾悠平, 兼松 学

1. 背景

2018 年、北海道では泊原子力発電所の定期点検中に、9 月 6 日 3 時 7 分に起こった北海道胆振東部地震によって苫東厚真火力発電所が緊急停止に追い込まれた。電力供給が急減したことで、中小の火力発電所が連鎖停止し大停電を引き起こした¹⁾。また、九州において原子力発電所の再稼働によりベースロード分の供給が確保されたことで、かえって需給の不一致が顕在化した。10 月 21 日、日射量の強い日中にメガソーラーからの電力が需要を上回ることが予測されるため出力制限が実施された²⁾。このような需給アンバランスは今後も起こりうる。電力においては化石燃料と原子力及び再生可能エネルギーのベストミックスと安定化が希求される。このような事態に対処するためには、大規模に安全に余剰の再生可能エネルギーを平準化できる蓄熱プラントが注目される。蓄熱プラントとは、再生可能エネルギーの変動分を顕熱や潜熱或いは化学蓄熱などの蓄熱材の形で貯蔵し、必要に応じて発電する概念である。著者は、既に廃止措置段階に入った原子力発電所を活用し、その受変電設備、発電機、タービン、熱交換器、冷却水配管系を活用し、照射研究炉と蓄熱プラントの複合体に改修することで、廃棄物発生量を可能な限り低減し、地域経済の活性化につながる新概念を提案した³⁾。この蓄熱プラントにおいても、遠隔からのセンシング技術が改めて重要となる。

蓄熱プラントの他にも再稼働が進む原子力発電所、それに高経年化が懸念される石油化学プラントや化学工場など、高温かつ高压の流体を輸送する施設において、配管やタンクの溶接部の健全性の監視は安全上極めて重要であるが、常時監視されている施設は皆無である。一方、建築土木の分野においても、構造体の健全性モニタリングとして、高速多点計測が可能な遠隔センシングが望まれる。著者はこれまで、点描法を用いたパルスレーザ加工による耐熱 FBG センサの開発⁴⁾と高温配管への実装⁵⁾を実施してきた。本報告では蓄熱プラント適用のプロローグとして、建築中の鉄筋コンクリート柱への現場実装について報告する。

2. 光ファイバセンシングの産業界への普及を阻むもの

電磁的なセンサは本質的にノイズの影響を受ける。ノイズに影響を受けず、耐熱、耐放射線性にも優れたセンシングが光ファイバをベースに進められている⁶⁾。すなわち、光ファイバセンシング技術は、センサ部に光を入射し検波するのでセンサ部に給電が不要である。そのため、雷害や電氣的誘導を受けることがなく、石英ガラスを使用しているため耐腐食性が高く、低損失特性により長距離の計測ができる。また、一般的に用いられている電気方式は局所計測型のセンサであるのに対して、光ファイバの全長を分布型センサとしての計測が可能なものもある⁷⁾。センサ設置方法を工夫することで、線的・面的に広範囲の計測を実現することが可能である。しかしながらセンシング技術の進歩と比較して、橋梁、トンネル、ダム、原子力発電所などの社会インフラへの実装が捗々しくないのはなぜだろうか。例えば図 1 にコンクリート打設が行なわれる建設現場を示す。このような建設現場では、センシング実装が困難となる理由は少なくとも 3 つ考えられる。