

## 耐熱 FBG センサによるナトリウム工学研究施設の配管熱変形測定

Thermal Induced Deformation Measurement of the Sodium Loop by a Heat Resistant FBG Sensor

\*西村 昭彦<sup>1</sup>, 竹仲 佑介<sup>2</sup>, 鳥本 和弘<sup>1</sup>, 上田 雅司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力機構, <sup>2</sup>エーテック

敦賀市白木に開設したナトリウム工学施設のナトリウム循環配管の熱歪測定を実施した。測定にはレーザ加工により作製した耐熱光ファイバ回折格子によるセンサ (FBG) を使用した。

**キーワード**：高速炉，ナトリウム工学，FBG センサ，緊急時対応

**1. はじめに** 敦賀白木地区に建設されたナトリウム工学研究施設では、高速炉の保守保全技術の高度化に取り組む。配管のエルボ部分にパルスレーザ加工で製作した耐熱 FBG センサを実装した[1]。これにより配管の熱膨張、ナトリウムの重量あるいは地震などの外力などによる変形を捕らえることができる。このセンシングシステムにより可能となる新たな施設の状態監視について述べる。

**2. 実施内容** レーザによる FBG センサ加工は、当初はチタンサファイヤ超短パルスレーザを用いて顕微鏡内で光ファイバコアに集光することで試作した。光ファイバは微動ステージに固定し一定速度の移動制御を行った。微動ステージは、長距離動作型と精密ピエゾ型の 2 種類を比較した。代表的な加工パラメータは、レーザ出力  $5 \mu$  ジュール/pulse、ブラッグ波長は  $1540 \mu$  m、加工間隔は 1595nm、加工点数 400、総加工長、次数は 3 とした。目的とする波長ピーク以外のサテライトが複数現れた。そこで改良のため、光源を高繰り返しピコ秒パルスレーザに置き換え、加工ステージの速度を一定としてサテライトの抑制に成功した。図 1 に単一の Bragg ピークの FBG を示す。

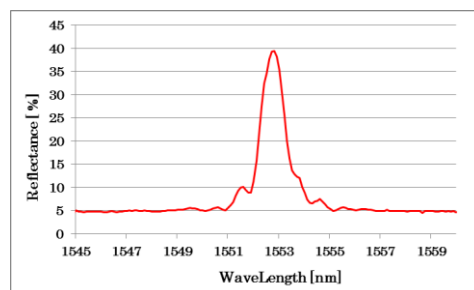


図 1 ピコ秒レーザ加工の FBG ピーク

光ファイバに FBG を加工した後、外装の保護皮膜を除去した後、金属接着剤でナトリウム工学研究施設のステンレス配管に実装した。保護皮膜を除去した光ファイバは断線し易い為、金属の細管を圧着させ保護とした。ナトリウムが循環するステンレス配管表面は、ヤスリ研磨により凹凸を設け脱脂洗浄の後、金メッキ処理を施した。

予備加熱したナトリウムを電磁ポンプにより循環した。温度 550 度、流速毎秒 5m を達成し、もんじゅの 100% 出力達成時と同等の模擬が可能である。図 2 にエルボ配管に実装した FBG センサの実装箇所を露出させた様子を示す。配管には 3 種の断熱材が多層に巻かれている。



図 2 エルボ配管に実装した FBG センサ

**3. おわりに** ピコ秒パルスレーザ加工により FBG センサの性能向上に成功した。ナトリウム工学研究施設のエルボ配管に実装した FBG センサを用いて、施設の試運転に伴い熱変形する配管の歪測定に成功した。講演では施設の緊急停止時において 550 度の高温から室温に冷却する際の熱収縮についても報告する。

### 参考文献

[1] A. Nishimura, et al., Journal of Laser Micro/Nanoengineering, 9, (2014), 221.

\*A. Nishimura<sup>1</sup>, Yusuke Takenakai<sup>2</sup>, Kazuhiro Torimoto<sup>1</sup> and Masashi Ueda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>A-Tech