

## DAS計測技術による三陸沖光ケーブル観測システムにおける海底地震観測 Distributed Acoustic Sensing measurement by using seafloor optical fiber cable system off Sanriku

\*篠原 雅尚<sup>1</sup>、山田 知朗<sup>1</sup>、悪原 岳<sup>1</sup>、望月 公広<sup>1</sup>、酒井 慎一<sup>1</sup>、笠嶋 丈夫<sup>2</sup>、有岡 孝祐<sup>2</sup>、濱川 雅之<sup>3</sup>、久保田 俊輔<sup>4</sup>

\*Masanao Shinohara<sup>1</sup>, Tomoaki Yamada<sup>1</sup>, Takeshi Akuhara<sup>1</sup>, Kimihiro Mochizuki<sup>1</sup>, Shin'ichi Sakai<sup>1</sup>, Takeo Ksajima<sup>2</sup>, Takahiro Arioka<sup>2</sup>, Masayuki Hamakawa<sup>3</sup>, Shunsuke Kubota<sup>4</sup>

1. 東京大学地震研究所、2. 富士通研究所、3. 富士通、4. ワイケー技研

1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Fujitsu Laboratories Ltd., 3. Fujitsu Limited, 4. YK Giken Co. Ltd.

近年、光ファイバをセンサとして用いるDistributed Acoustic Sensing(DAS)計測が、パイプラインや送電線などのセキュリティ監視や設備管理に用いられている。さらに、DAS計測は、資源探査のためにVertical Seismic Profilingなどの地震探査にも使われ始めてきている。DAS計測は自然地震観測にも有効であると考えられることから、これまでに陸上または海底に設置された光ファイバケーブルを用いた地震観測の試みが行われている。しかし、現在までに、海底におけるDAS計測技術を用いた地震観測については十分には行われていない。DAS計測は光ファイバセンシング技術の一つで、コヒーレントな光の短いパルス、シングルモードファイバに連続して入射して、後方散乱を観測する。ファイバ近傍で発生した振動により発生したファイバの微小な変形が、後方散乱波のパターンを変化させることから、振動を検出する。パルスを送出してから時間が計測を行っている位置に対応し、パルス幅が空間分解能に対応する。現在は、空間分解能は短い場合では数mである。すなわち、地震計を数m間隔で設置した、長さが敷設されているファイバに対応する直線アレイ観測を実施することが可能である。現状では、70km以遠まで散乱波を観測することが可能である。一方、得られるデータのうち振幅情報などについては、これまでの振り子型地震計によるデータとは性質が異なり、データ処理手法についても、検討・開発が必要である。

東京大学地震研究所は、平成8年に三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムを設置した。このシステムは3つの地震計と2つの津波計が接続されており、ケーブルの全長は約120kmである。2011年東北地方太平洋沖地震の被災による中断を経て、現在も観測を行っている。このシステムは将来の拡張用として、海底ケーブルに6本（3組）の予備ファイバが用意されている。予備ファイバには中継器などは接続されていないので、この予備ファイバを用いて、陸上局からケーブル先端までのDAS計測が適用可能である。また、予備ファイバはDAS計測に適した分散シフト・シングルモードファイバである。そこで、我々は、次期海底ケーブル式観測システムの新技術として、DAS技術を用いた海底地震観測システムの開発を、三陸沖光ケーブル観測システムを用いて開始した。DAS技術による海底観測は、海底ケーブル上に短い間隔でセンサを取り付けた状態と同じであり、これまで「点」であった観測を、「線」での観測に変化させるものである。

平成8年に設置した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの予備ファイバを用いて、2019年2月13日から15日の間に、初めてのDAS計測を実施した。DAS計測に先立ち、光パルス試験器(OTDR)により、DAS計測を実施す予備ファイバの状態が良好であることを確認した。DAS計測の送受信機を陸上局に設置し、陸上局から100kmの地点まで、サンプリング周波数500Hz、観測チャンネル間隔を5mと設定して計測を実施した。計測の空間分解能を示すゲージ長は、10mまたは40mである。計測の結果、約46時間の連続したデータを収録することができた。収録されたデータには、観測システム近傍で発生した比較的規模の小さな地震や、深発地震を含めて多数の地震が観測された。これらの記録は、三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの地震計の記録と比較することが可能である。今後、得られたデータを用いて、解析手法の検討・開発を行う。

