

鉄道沿線の既設光ファイバーに適用した DAS を活用した早期地震警報手法の開発

片上智史¹・荒木英一郎²、高橋成実³、野田俊太¹、是永将宏¹、岩田直泰¹
(1. 鉄道総合技術研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 防災科学技術研究所)

Distributed Acoustic Sensing (DAS) は、光ファイバーケーブル内を進む後方散乱レーザーパルスの位相の変化を利用して、光ファイバーケーブルに沿った歪み変化を計測する。本技術は数m毎にデータを計測できるため、ほぼ同時刻（例えば0.5秒以内）に地震波を複数点で検知することが可能である。新幹線の地震計で使われている早期地震警報 (EEW) の地震諸元推定アルゴリズムは、単独観測点データから地震諸元を推定しているため、複数点のデータを使うよりも早く警報を出すことができる一方、推定精度は低い。したがって、DAS を用いれば複数点のデータを用いた推定精度の高い地震諸元推定手法を地震波検知後即時に適用し、警報の高精度化に繋がる可能性がある。本研究では、新幹線沿線の既設光ファイバーケーブルに適用した DAS を用いて取得された地震データを使用し、地震波検知後、迅速に複数点のデータを用いて地震諸元を推定する手法を紹介する。

九州新幹線沿線の既設光ファイバーケーブルに DAS を適用し自然地震観測を実施した。観測期間は、2022年1月から2月および2023年2月から3月であり、2022年は新八代駅から新大牟田駅の約75km、2023年は新八代駅から久留米駅間（約100km）の既設ケーブルを使用した。

本発表では、リアルタイムで実施可能な早期地震諸元推定アルゴリズムの構築を検討した。Yin et al. (2023) において、DAS で計測されたひずみ速度と、マグニチュードおよび震源距離の回帰式が示されている。九州新幹線沿線の DAS で取得した地震データの最大ひずみ速度と、震源距離、気象庁マグニチュードの値を用いて、上記回帰式のパラメータを設定し、九州新幹線沿線の DAS データにおけるマグニチュードスケリング式を算出した。次に、STA/LTA を基本とした P 波到来時刻をロバストにリアルタイムで決定し、hypomh (Hirata and Matsu'ura, 1987) を用いて震源を決定した。また最初に P 波を検知したチャンネルから両側数キロのデータのみを用いることで即時性を維持した。

観測期間中に発生した Mj2.0 以上の地震データ（2022年は全16地震、2023年は全11地震）に対し開発した手法を適用した。2022年1月22日に日向灘で発生した Mj6.6 の地震やその余震など、震源距離が大きい地震については hypomh で推定した震源位置の誤差は大きい結果となった。一方、熊本県内で発生した Mj2.9 以上の地震に関しては精度よく震源決定することに成功した。震源を精度よく推定した地震に対しマグニチュードを推定すると、 ± 0.5 程度の誤差で DAS データでマグニチュードを推定することに成功した。つまり、光ファイバーケーブル近傍（震源距離<50km程度）であれば、高精度な地震諸元推定が見込まれ、余裕時間の少ない直下型地震に対し有用であると考えられる。