

内陸浅発地震によって励起された Diffracted P and S waves Diffracted P and S Waves Excited by Shallow Inland Earthquakes

重藤 迪子^{1*}, 笹谷努¹, 高井伸雄¹

Michiko Shigefuji^{1*}, Tsutomu Sasatani¹, Nobuo Takai¹

¹ 北海道大学大学院工学院

¹Hokkaido University

本研究では、内陸浅発地震で観測された Diffracted P and S waves の励起特性と地下構造との関係について検討を行う。2010年12月2日石狩地方中部の地震 (Mw4.6, h=5.0 km) の震央から北北西の測線 (NNW 測線) における観測記録には、直達波と同じ見かけ速度を有し、振幅の大きい特異な後続波が P 波, S 波に対して確認できる。NNW 測線付近以外ではこの特異な波の励起は確認できない。直達波と後続波の卓越周期はほぼ等しく、その見かけ速度は地震基盤相当 ($V_p = 6 \text{ km/s}$, $V_s = 3 \text{ km/s}$) で、後続波と直達波の走時差は P 波では約 2 秒, S 波では約 4 秒である。また、直達波の振幅は、ある距離以遠で震央距離の自乗に反比例して減衰する。一方、その距離における後続波は、直達波の振幅を上回ることが分かる。この特異な後続波は、約 2 分後に発生した余震の記録においても確認できる。

以上から、この後続波は表面波や地殻内の不連続面による反射波とは異なり、直達波が自由表面と地震基盤上面 (境界面) で反射した波であると考えられる。さらに、直達波および後続波の見かけ速度からこれらが地震基盤上面に沿って水平方向に伝播していること、直達波の距離減衰関係が Head wave のそれと類似していることから、これらは Diffracted P and S waves である可能性が高い (Ben-Menahem and Singh, 1981)。Diffracted P and S waves は、理論的には、震源が境界面下に位置し、かつ境界面に近接している場合に、堆積層へ透過する角度が臨界面角相当に達して励起されることが知られているが、強震記録に基づきこれらの波の検討を行った既往研究例は無い。そこで、これを検証するために、3次元差分法 (Aoi and Fujiwara, 1999; Pitarka, 1999) により、石狩平野の地下構造モデル (吉田ほか, 2007) を用いた強震動シミュレーションを実施した。震源パラメータには Shigefuji et al. (2012) を用い、点震源を仮定した。最小格子間隔は地震規模を考慮して 0.025 km とした。有効周波数は 2 Hz 以下である。本計算条件では、この NNW 測線における地震基盤上面は水平方向に起伏が乏しく、その深さは約 4 km、震源はそのすぐ下 5 km に位置する。

NNW 測線における計算波形の特徴は、上述の観測記録のそれと調和的である。これらの結果から、NNW 測線の観測記録に見られる直達波および特異な後続波は、直達および反射 Diffracted P and S waves であり、震源が地震基盤上面直下に位置していることで励起されたことが明らかになった。また、NNW 測線付近以外では、計算波形においても Diffracted P and S waves の励起は確認できない。これは Diffracted P and S waves が平行成層とほぼ仮定できる地下構造によって励起されるためである。一方で、今回の強震動シミュレーションは、地下構造モデルの検証でもあり、観測波形と計算波形との良い一致から、NNW 測線に沿った地域の深部地盤構造の妥当性も検証できたと言える。Diffracted P and S waves は地下構造の検証にも有用な情報を含んでいることが分かった。

謝辞: 本研究では、防災科学技術研究所の K-NET、北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、気象庁、札幌市、北海道ガス (株)、上山試錐工業 (株) による観測記録を使用しました。記して感謝の意を表わします。

キーワード: Diffracted P and S waves, 内陸浅発地震, 三次元シミュレーション, 深部地盤構造

Keywords: Diffracted P and S waves, Shallow Inland Earthquakes, Three dimensional simulation, Deep subsurface structure