

アレー観測システムを用いたサイスミックゾーニングとその応用

東北工業大学 学生会員 ○谷井 恵
 東北工業大学 正会員 神山 眞
 東北工業大学 学生会員 長内 裕也

1. はじめに

地震動の特性は表層地盤だけでなく深い地盤構造の影響も強く受けることが明らかにされており、サイスミックゾーニングの評価にあたっては地殻の最上層（地震基盤）に至る堆積層の構造、とりわけP波とS波の速度構造を把握する必要がある。そのとき堆積層に起因するPS変換波と直達P波の到達時間差、すなわちPS-P時間は極めて有効に利用できると思われる。

本研究では、堆積地盤のPS-P時間を検出するための方法としてレシーバー関数とコンプレックスエンベロップに着目し、防災科学技術研究所のKiK-net MYGH01（仙台）での観測記録からPS-P時間の算定を試みるとともに、同地点の理論走時と比較することで算定方法の妥当性を検討した。さらに、同観測点の算定値を基に東北工業大学が仙台市圏に有するアレー観測システムSmall-Titanの強震記録に対しても同様の解析を行い、全20観測点におけるPS-P時間を算定し、仙台市圏でのPS-P時間のゾーニングを試みた。

Small-Titan

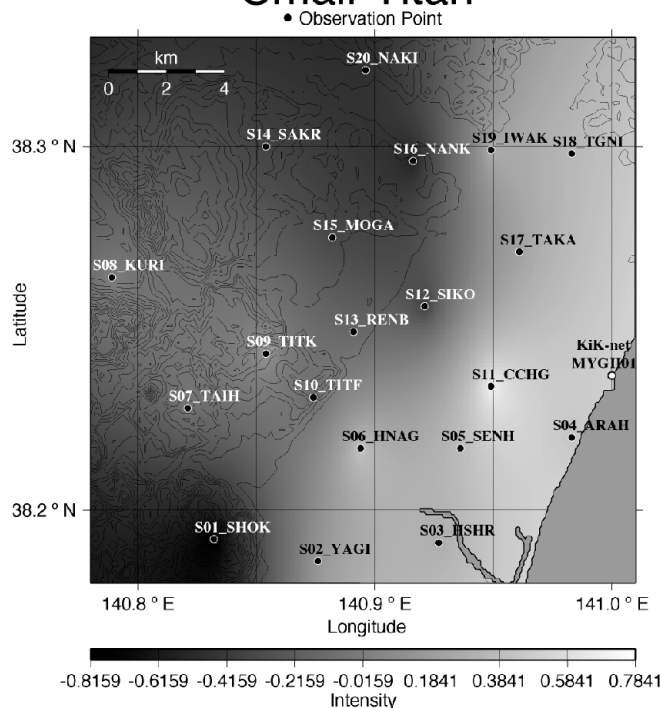


図-1 Small-Titan の実測記録による
平均相対震度の分布

2. サイスミックゾーニングの例

これまで Small-Titan で得られた 15 地震の記録から気象庁計測震度を求め、これを統計処理してから仙台市圏における「揺れ易さ」を表現するサイスミックゾーニングを構築した結果を図-1 に示す。仙台市圏東部の沖積低地の震度は西部の洪積台地のそれより大きいなど震度の大きさは地盤と密接な相関を有することがわかる。また、西部の洪積台地の震度分布でも地域差が存在する。このような震度の差異には表層の地盤構造のみならず深い地盤構造も強く影響していることが推定される。

3. PS-P 時間の算定

レシーバー関数とは、PS-P 時間を精度よく検出する手法であり、震源方向水平成分(Radial 成分)を上下成分でデコンボリューション処理することによって求められる。波形解析区間は、P 波初動到達時刻と PS 変換波の出現位置をカバーする範囲とした。計算手順は、水平・上下各成分をフーリエ変換し、水平/上下スペクトル比関数を算出し、それにバンドパスフィルター処理を施し、最後に水平/上下スペクトル振幅比関数をフーリエ逆変換する。ここに正の振幅を持つ位相が PS-P 時間となって算出される。一方、コンプレックスエンベロップによる解析は、水平・上下成分に包絡線計算を行い、正の絶対振幅を求め、2 成分の相互関係から PS-P 時間の抽出を視覚的に行う。コンプレックスエンベロップにもレシーバー関数と同様の波形解析区間を設定し、レシーバー関数とコンプレックスエンベロップとの相関性を実時間上で議論する。

キーワード サイスミックゾーニング, 地震基盤, PS 変換波, PS-P 時間, レシーバー関数, コンプレックスエンベロップ
 連絡先 〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学 環境情報工学科 TEL022-229-1151

4. 解析結果と考察

KiK-net MYGH01 観測点での解析結果を図-2 に示す。なお解析結果は、解析対象とした地震毎の算定結果を重合平均処理したものである。図-2 から、レシーバー関数のピーク時刻とコンプレックスエンベロップ H/V 比のピーク時刻は一致する傾向にあることがわかる。また、同地点での PS 検層結果から算出した理論走時の時刻で、レシーバー関数、コンプレックスエンベロップともにそれに近い PS-P 時間が得られている。中でも速度構造が大きく変化する層境界 (Layer1~2) で生成される PS 変換波の到達時刻 (0.385 秒) において、レシーバー関数 (バンドパスフィルター: 1~10Hz) のピークが顕著に現れている。また同時刻に、コンプレックスエンベロップの水平成分(Radial 成分)に、PS 変換波の到達による立ち上がりが確認できることから、MYGH01 において深さ 648m 地点に地震基盤に相当する層境界が存在すると考えられる。

Small-Titan 全 20 観測点の結果においても、レシーバー関数とコンプレックスエンベロップから、PS-P 時間を算定した。算定される PS-P 時間は、複数の層境界で生成される PS 変換波を反映して、幅を持った複数の時刻で得られる。ここで、Small-Titan 全 20 観測点で得た最大 PS-P 時間によるゾーニングの結果を図-3 に示す。図-3 は、最深の PS 変換波を生成する層境界の深さ (暫定的な地震基盤の深さ) を相対的に表示したもので、図-1 の相対震度ゾーニングと比較すると、仙台市圏西部の震度が帯状に大きくなる領域は PS-P 時間の大きくなる領域と重なっている。すなわち、震度分布で局部的に大きくなる領域は深い地盤構造を反映した結果であると推定される。

5. 結論

既に速度構造が明らかな地点において、コンプレックスエンベロップの挙動からレシーバー関数の妥当性を判断できたことから、本研究で行ったレシーバー関数とコンプレックスエンベロップの同時解析は PS-P 時間算出に当たって非常に有効な手段になることが期待できる。さらに、PS-P 時間によるゾーニングの結果から、深い地盤構造を反映させたサイスミックゾーニングの包括的な構築のために、レシーバー関数とコンプレックスエンベロップによる手法は有力な情報を与えるものと考えられる。

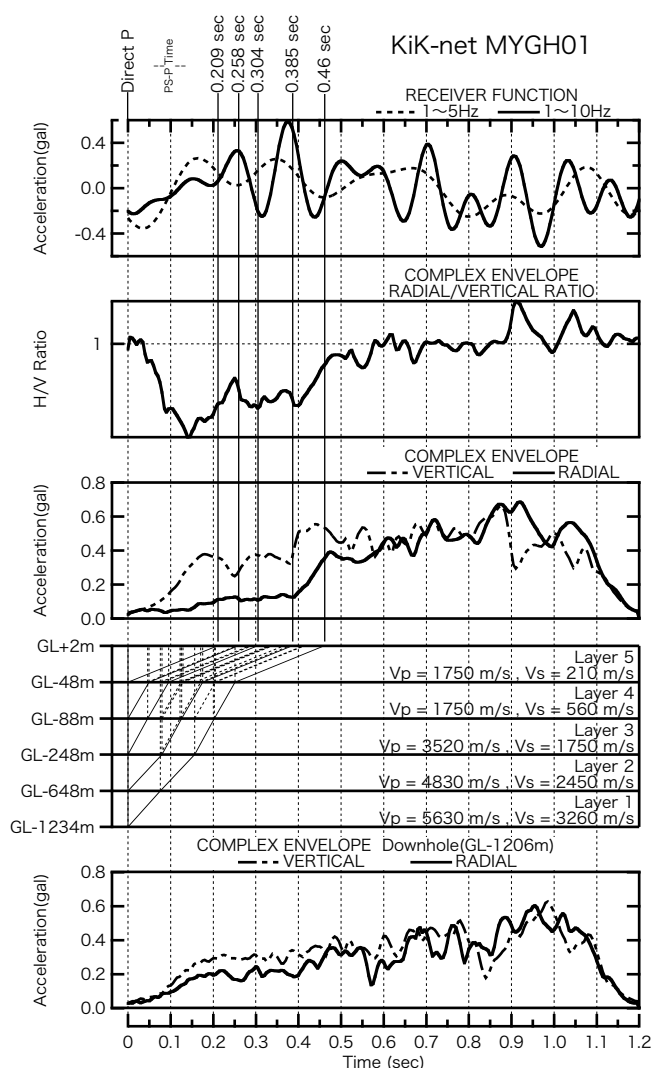


図-2 KiK-net MYGH01 の解析結果

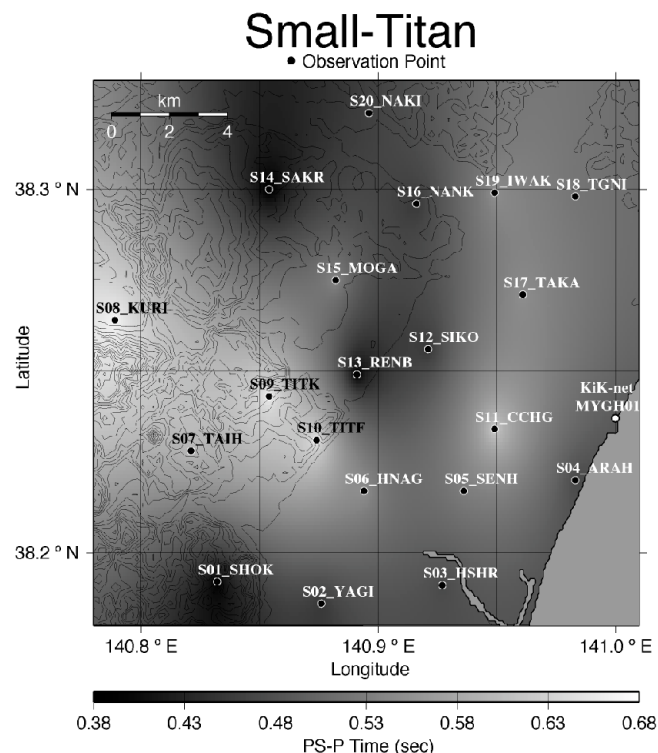


図-3 Small-Titan の実測記録による最大 PS-P 時間の分布