

微動アレイ観測による新潟平野のS波速度構造の推定

An estimation of shear wave velocity structure of Niigata plain by microtremor array observations

黒瀬 健[1], 山中 浩明[2], 衣笠 善博[3]

Takeshi Kurose[1], Hiroaki Yamanaka[2], Yoshihiro Kinugasa[3]

[1] 東工大・総合理工・環境理工, [2] 東京工大・総理工, [3] 東工大・総合理工・環境理工学創造

[1] Environmental Sci.and Tech.,Tokyo Inst.of Tech., [2] T.I.Tech, [3] Dept. of Environmental S&T, TITech

本研究では新潟平野内の5地点で微動のアレイ観測を行い、レイリー波の位相速度を求め、その逆解析からS波速度構造を推定し、それに基づいて地震動特性の評価を試みた。位相速度の逆解析の結果、新潟平野のS波速度構造は各々S波速度約0.4, 0.8, 1.5, 3.0(km/s)を持つ4層構造でモデル化できることが分かった。得られたS波速度構造に基づいて地盤増幅特性を計算したところ、海岸部で周期約10秒の地震波が増幅されやすいことや、堆積層が厚くなるほど卓越周期がより長周期になるということが分かった。

新潟市とその周辺の地域は、1964年の新潟地震(M=7.5)や1983年の日本海中部地震(M=7.7)によって被害を受けた地域である。特に日本海中部地震では、震央から約270km離れた新潟市周辺の石油タンクで石油の溢流や液面動揺(スロッシング)が生じ、石油備蓄施設の安全性が防災上の問題として浮き彫りになった。そのスロッシング周期は8~11秒という長周期であり、この長周期地震波の卓越は新潟平野の厚い堆積層によって増幅を受けた結果であると考えられている(工藤・坂上, 1984, 佐間野・山崎, 1986など)。しかしこの地域の地下深部の構造、特にS波速度構造には不明な点も多い。そこで本研究では新潟平野上の5地点で微動のアレイ観測を行い、レイリー波の位相速度を求め、その逆解析によってS波速度構造を推定し、それに基づいて新潟平野における地震動特性の評価を試みた。

観測は新潟平野内の5地点で行った。各観測点ではアレイ半径約0.4kmの小アレイと、半径約3.0kmの大アレイの計2回、10点の同時観測を行った。観測時間は大アレイで1時間、小アレイで30分とした。

Capon(1969)による周波数-波数スペクトル法を用いて観測データから位相速度の推定を行った。クロススペクトルの平滑化にはウィンドウ幅0.1HzのParzenウィンドウを用いた。観測されたデータを327.68秒ごとに分割し、各データセットに対して上記の方法でF-Kスペクトルを求め、そのピークを示す波数ベクトルから位相速度を求めた。各データセットごとに得られた位相速度を平均することによって最終的に位相速度を決定した。以上の方法により求められた位相速度は、周期2秒以下ではどの観測点でも0.5km/s前後であったが、周期2~5秒においては丘陵・山地に近い内陸部の観測点の方が海岸部に位置する観測点よりも相対的に大きな値を示していた。このことから、これら5観測点間では表層の構造には大差はなく、より深い地下深部の構造に相違があることが考えられる。

観測された位相速度を遺伝的アルゴリズムを用いて逆解析することにより、S波速度3(km/s)を持つ地震基盤以浅のS波速度構造を推定した。新潟平野の新第三紀の地層には火成岩が含まれることから、その地震基盤は第三紀前期から中期にかけての地層に対応していると推測される。そこで新潟平野の地下構造を、第四紀の堆積層、第三紀の後期(鮮新世)および中期(中新世)の地層、地震基盤の4層からなると仮定して逆解析を行った。逆解析に際してはS波速度と層厚を未知数とし、P波速度を狐崎・他(1990)による関係式でS波速度と連動させた。また密度については各層で一定値をとるものとした。以上の方法で位相速度の逆解析を行った結果、新潟平野のS波速度構造は、各々S波速度約0.4, 0.8, 1.5, 3.0(km/s)を持つ4層構造でモデル化できることが分かった。表層の構造は観測点によらずほぼ一定であること、基盤深度と重力異常の相対関係がよい一致を示すことなどから、大勢として既往の研究データとも調和的であると考えられた。また内陸部ではS波速度約1.5km/sの層が地下約1kmにあるのに対し、海岸部では地下約2kmにあることが明らかになった。これは両者の地質構造の相違を反映したものであると考えられる。

推定されたS波速度構造に基づいて地盤増幅特性および表面波の群速度を求めることにより、新潟平野における地震動評価を試みた。増幅特性およびLove波の群速度の計算結果からは、海岸部で周期約10秒の波が増幅されやすいことが分かった。また、海岸部では西から東に向かって堆積層が厚くなるのに対応して、卓越周期がより長周期になっていることが分かった。このことから、新潟平野の海岸部では、日本海中部地震のような比較的震央距離が大きい地震の際、やや長周期から長周期帯域の地震波が著しく増幅を受けるのではないかと予想される。