

I-676

常時微動による地盤振動特性の推定

東京ガス(元東京大学生産技術研究所) 正 員 佐々木裕明
 日本道路公団(元東京大学大学院) 学生員 布施 光啓
 東京大学生産技術研究所 正 員 山崎 文雄

1. はじめに

常時微動は、周期約1秒以上のやや長周期微動に対しては、地表面アレー観測の結果から、海のうねり等に起因するレーリー波やラブ波の表面波が優勢であることが認められている。一方、周期約1秒以下の短周期微動は、交通機関・工場の機械等の主として人工振源によって励起されると考えられているが、その波動的性質については、現在まで未解明の部分が多い。本研究では、地盤構造が既に分かっている南関東の5地点において、24時間の常時微動観測を実施し、常時微動の波動的性質と地盤特性について検討した。

2. 常時微動観測

常時微動観測は、神奈川県藤沢市、東京都小平市、埼玉県草加市、千葉県四街道市、千葉県袖ヶ浦市の5ヶ所の東京ガスの施設内で実施した。微動観測は、小平、草加、袖ヶ浦ではアレーを展開したが藤沢、四街道では敷地の制約から1点観測で行った。小平、袖ヶ浦、藤沢のS波およびP波の速度構造を図1に示す。観測アレーは5角形とし、中心には水平方向の直交2成分(NS, EW)および鉛直方向(UD)の計3成分を配置し、半径20mの円周上に正5角形になるような各点に鉛直方向(UD)1成分をそれぞれ配置した。測定は1時間おきに24時間行い、それぞれの観測点で2分間の微動を記録した。また、サンプリング周波数は100Hzとした。

3. 水平動と鉛直動のフーリエスペクトル

得られた速度記録について、時間領域のデータをフーリエ変換し、バンド幅0.4HzのParzenウインドウで平滑化した。観測記録24時間分のうち4時間ごとの6時点について検討を行う。図2は小平における微動のフーリエスペクトルを、鉛直動と水平動について示したものである。水平動には昼間(8h, 12h, 16h)は0.2秒～0.4秒にかけて幅の広いピークが見られるが、夜間(20h, 24h, 4h)はこれが0.4秒付近および0.2秒付近の2つのピークに分裂しているのがわかる。昼間は、両ピークの振幅レベルが同程度になっており、ピークが判別しにくくなっていると考えられる。鉛直動は0.4秒付近と0.1秒付近にピークが見られるが、0.4秒付近のピークは日変化が少なく安定しているのに対して、0.1秒付近のピークには日変化が見られる。図3に袖ヶ浦における鉛直動と水平動のフーリエスペクトルを示す。両成分ともに日変化は少ない。また、各成分において全く日変化のない鋭いピークが数カ所ずつ見られるが、特に0.1秒付近のピークはとび抜けて振幅レベルが高い。これらは明らかに、工場内の隣接する機械の振動によるものと考えられる。水平動には他に0.4秒付近にやや日変化の見られるピークがあるが、鉛直動には他に主だったピークは認められない。また、他の地点におけるフーリエスペクトルは、四街道、藤沢(図4)では小平のようにスペクトル振幅の日変化が比較的大きく、草加では袖ヶ浦のようにスペクトル振幅の日変化は小さかった。

4. 水平鉛直フーリエ振幅比

5地点における各測定時間のフーリエスペクトルの水平動2成分と鉛直動の振幅比(NS/UD, EW/UD)を計算した。微動の水平鉛直振幅比の周期特性は、スペクトル振幅に日変化が見られた小平(図5(a))、四街道、藤沢(図5(c))を含めた全ての地点において極めて安定しており、日変化が見られなくなった。特に袖ヶ浦(図5(b))のフーリエスペクトルは、機械振動により周期約1秒のピークが突出していたが、水平と鉛直の比をとるとその影響は見られなくなる。このようなことから、水平鉛直振幅比は1方向成分より振動源の影響が少なく、地盤固有の性質をよく反映していると考えられる。そこで、各地点のPS検層の結果から地盤をモデル化し、重複反射理論によるS波増幅率、およびレーリー波基本モードの水平鉛直振幅比を計算した。この際、S波増幅率は露頭基盤に対する表面波の振幅とし、減衰比2%として計算した。ここでは小平、袖ヶ浦と藤沢のS波増幅率、レーリー波の振幅比および微動の水平鉛直振幅比とあわせて図6に示す。比較にあたって、微動の振幅比は振動数領域で各測定時間ごとの値を平均したものを用いた。各地点の結果とも3者の周期特性は似通っているが、特にレーリー波の振幅比と微動の振幅比の間で、レーリー波の振幅比が急激に落ちるところで微動の振幅比にも似たような傾向が各地点ともに認められた。また、微動の振幅比がピークとなる周期に着目すると、レーリー波の振幅比とは各地点ともによく一致しており、また、S波の卓越周期とも、藤沢(図6(c))ではやや対応が良くないものの、ほぼ一致している。

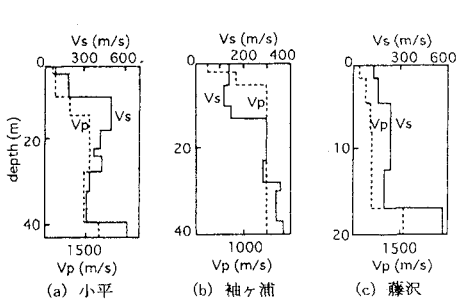


図1 PS検層結果

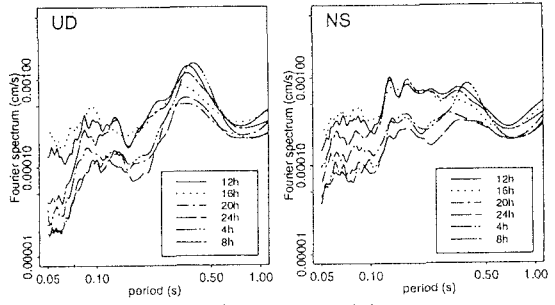


図2 小平のフーリエスペクトル

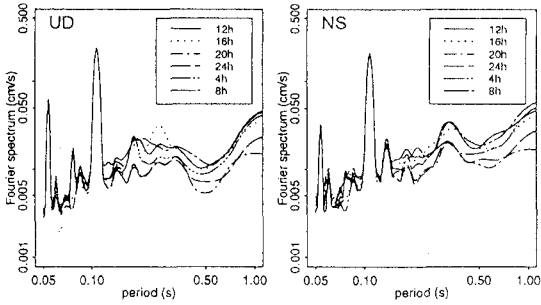


図3 袖ヶ浦のフーリエスペクトル

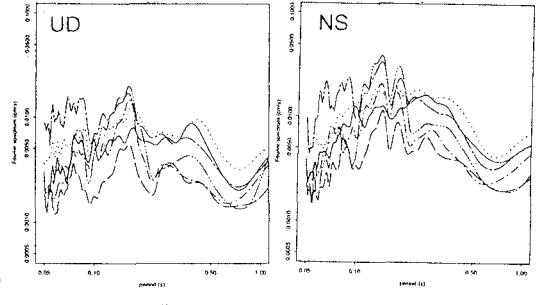


図4 藤沢のフーリエスペクトル

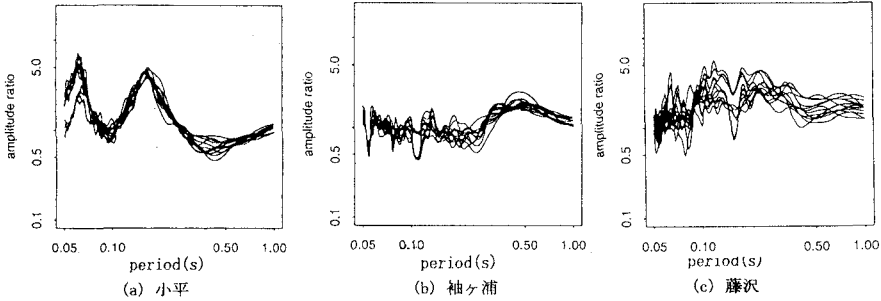


図5 水平鉛直振幅比

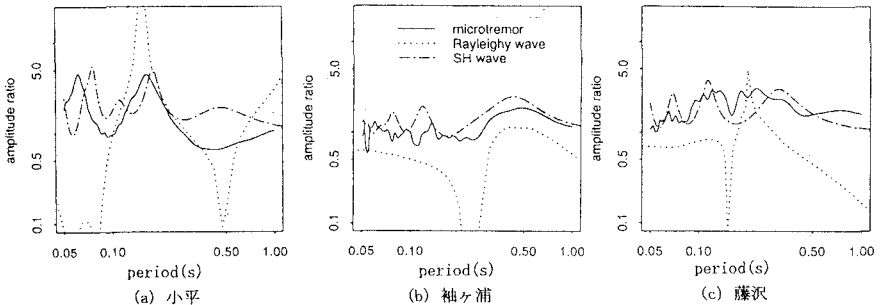


図6 微動の水平鉛直振幅比とレーリー波の振幅比
およびS波増幅率の比較

5. まとめ

- 1) 常時微動の水平動と鉛直動のスペクトルには、日変化が見られる場合もあるが、その水平鉛直スペクトル比は日変化なく安定している。
- 2) 常時微動の水平鉛直スペクトル比のピークは、レーリー波の振幅比およびS波の露頭基盤に対する理論増幅率の卓越周期とよく対応する場合が多い。また微動の振幅比の谷は、レーリー波の振幅比の谷ともよく対応している。