

I-311 東京湾臨海部埋立地での地震観測と常時微動測定

五洋建設(株) 正会員○ 永井 大海
 五洋建設(株) 同 田村 保

1. はじめに

東京湾周辺の東大井、市川、袖ヶ浦の3地点で、臨海部埋立地の地震時挙動の予測技術の確立のための地震観測を1991年4月より開始している。各地点ともに地表と耐震設計上の基盤面と考えられる洪積層の2点で加速度計を設置している。なお、市川では深さ方向に6地点に加速度計を設置し、液状化対象層には間隙水圧計も設置している。常時微動測定は上記3地点で実施し、フーリエスペクトル解析結果にもとづいた検討結果はすでに報告¹⁾したが、今回市川と袖ヶ浦で地表面アレー測定による常時微動測定を新たに実施し、表層の地下構造との関連を検討した。本論文では、これまでに観測された地震観測結果による表層地盤構造の検討結果と、地表面アレー測定による常時微動測定結果から得られる表層地盤の速度構造とを比較した結果について報告する。

2. 地震観測結果に基づく水平動の増幅特性

図-1は市川と袖ヶ浦で観測された記録のうち、市川は13個、袖ヶ浦は7個の観測記録を用いて、地表と基盤でのフーリエスペクトルの比を示したものである。各地点の地表と基盤でのフーリエスペクトルの比は、地震ごとのばらつきは小さく表層地盤の増幅特性を表している。図-2は地表と基盤でのフーリエスペクトルの比の平均値と、地盤構造から求まる周波数伝達関数とを比較したものである。減衰定数を一定とした重複反射理論による伝達関数と観測結果を比較すると、卓越周波数は概ね再現しているが、理論周波数伝達関数は高周波数側での減衰が大きく、観測結果に比べ高周波数側ほど小さな応答値となっている。図-3は減衰定数の周波数依存性を $h = a \cdot f^{-b}$ なる関係で表し、両地点の周波数伝達関数の観測値と理論値がほぼ等しくなるように a および b を決めた結果を示したものであり、両者は極めて良い一致を示す。

3 常時微動測定結果と表層の地下構造の関係

今回の常時微動測定は図-4に示す1辺が20mの三角形の頂点とその重心の4点に水平2成分と上下動の微動計を配置した。用いた微動計は固有周期が1秒計

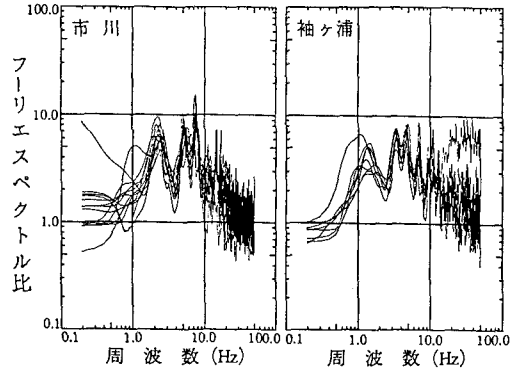


図-1 地表と基盤のフーリエスペクトルの比

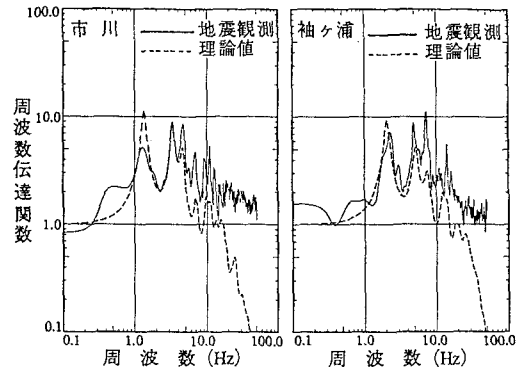


図-2 平均フーリエスペクトル比と周波数伝達関数

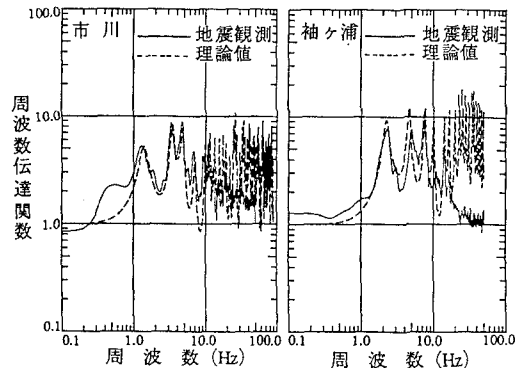


図-3 平均フーリエスペクトル比と減衰の周波数依存性を考慮した周波数伝達関数

の動コイル型の換振器である。2分間を1回の測定とし、データはサンプリング間隔0.01秒、12bitのAD変換ボードを通してフロッピーに収録した。市川地点は交通量の激しい首都

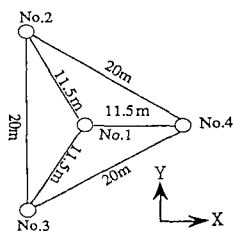


図-4 微動計の配置

高速湾岸線が約150m離れて通過しており、一方袖ヶ浦地点では周辺を通過する交通量は極めて少なく、主たる振動源は敷地内の小型の機械振動である。

図-5は約82秒間(8192個)のデータの水平動と上下動のフーリエスペクトルを比較したものである。市川地点では3Hzで上下動と水平動が卓越し、水平動はさらに1.1と1.7Hzに卓越する波動成分が見られる。一方、袖ヶ浦では約2~4Hzでは水平動が卓越し、5Hz以降で上下動と水平動の振幅が同程度となる振動成分が見られる。

これらの卓越周波数近傍を中心に、上下動を用いた周波数-波数スペクトル解析(以降F-K解析と呼ぶ)を行い、常時微動の位相速度および波動の伝播方向を推定した。図-6は市川の周波数-波数スペクトルの例を、図-7は表層地盤構造から求まるレーリー波の理論分散曲線とF-K解析から求まる位相速度をそれぞれ示したものである。上下動と水平動がともに卓越する約3Hz付近ではレーリー波の理論分散曲線に良く対応しており、Y方向(首都高速湾岸線方向)からの波動が卓越していることがわかる。図-8および図-9は袖ヶ浦の結果を示したものであるが、約5Hz付近でF-K解析による位相速度が若干大きめの値ながらレーリー波の理論分散曲線と対応している。しかし、市川地点に比べるとばらつきは大きい。市川では交通量の激しい高速道路を振動源とする表面波が伝播しているのに対し、袖ヶ浦では市川のような優勢な振動源がなく、敷地内の機械振動による表面波がわずかに認められる程度のためと考えられる。

5. まとめ

東京湾周辺埋立地での地震観測結果から表層地盤の速度構造を見直すとともに、減衰定数の周波数依存性を考慮する必要性を示した。また、常時微動の地表面のアレー測定結果からF-K解析を行い、両地点での地震観測結果と調和する地盤構造から得られるレーリー波の理論分散曲線とF-K解析から得られる表面波の位相速度が良好な一致を示すことを示した。これから常時微動の地表面アレー測定の結果から表層地盤構造の推定が可能であることが示された。

参考文献 1) 田村他、東京湾周辺の臨海埋立地での常時微動測定、土木学会第46回年次学術講演会講演概要

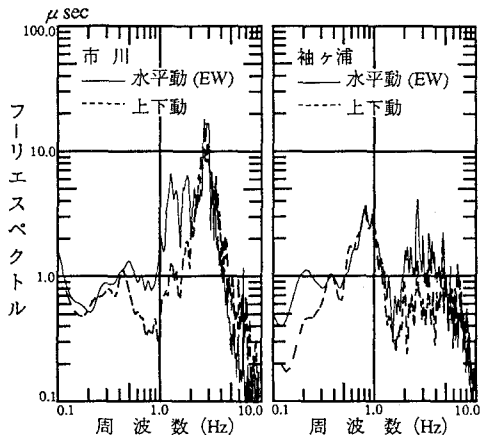


図-5 フーリエスペクトル

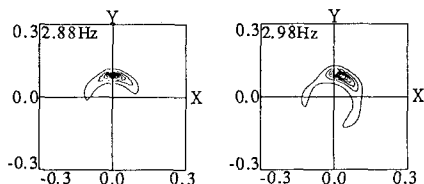


図-6 F-Kスペクトルの例(市川)

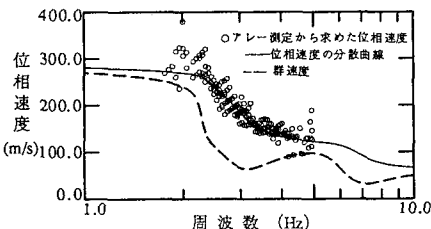


図-7 F-Kスペクトルによる位相速度とレーリー波分散曲線(市川)

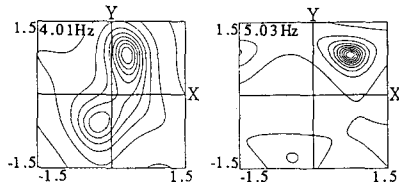


図-8 F-Kスペクトルの例(袖ヶ浦)

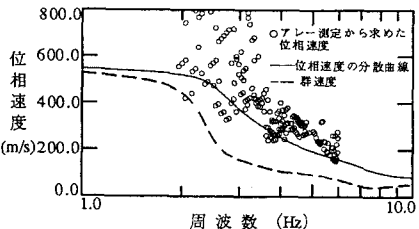


図-9 F-Kスペクトルによる位相速度とレーリー波分散曲線(袖ヶ浦)