東京の山手、下町、埋立区域における波動場

東京大学地震研究所　正会員　　飯田昌弘

１．目的　　ボアホール強震記録の解析により、東京の山手、下町、埋立区域における波動場を評価する（Iida, 2006）。本稿では、その概要を説明する。各区域の２ボアホール観測点、計６観測点（図１）の記録を使用し、周期約２秒以下の地震動を対象とする。主要動がＳ波ならば、地表記録と地下記録のスペクトル振幅比は、観測点毎に地震によらず一定となるはずであるが、実際にはそうではないことが多い。メキシコ市の軟弱地盤区域（Iida and Kawase, 2004）と東京湾の埋立区域（Iida, Yamanaka and Yamada, 2005）の強震動には、表層地盤で増幅が大きい表面波がかなり含まれた。例えば、埋立区域の越中島観測点では、振幅比（上記論文の図６）は地震毎に大きく変動し、表面波を多く含むことが明らかになった。下町区域の２観測点は、山手境界近くに位置し、地震被害が発生しやすい地質環境だと考えられる。

図１　３つの地質区域と６ボアホール観測点。

２．方法　　ボアホール強震記録の解析は、既往の２つの研究（Iida and Kawase, 2004; Iida, Yamanaka and Yamada, 2005）と基本的に同じで、主に２つの方法による。１つは、地表記録と地下記録の振幅比を、実体波や表面波の理論振幅比によって説明するものである。表面波は深い構造の影響を受けるので、約１kmの深さの地下構造を使用する。もう１つは、地表記録と地下記録の相互相関関数を、狭い周期帯域で時間区間毎に計算し、Ｓ波か表面波かを判定するものである。さらに、両方の記録を、Ｓ波と表面波に分離する。

３．結果　　６観測点における記録の振幅比の例を、図２に示す。北青山観測点の地表強震計は高層ビル上に設置されており、王子、坂下観測点の地表強震計の近くには、中層ビルが存在する。地盤の圧縮を考えると、もし自由地盤ならば、北青山では振幅比がもっと大きく、王子、坂下では、より大きい可能性がある。下町区域及び埋立区域では、振幅比がたいへん大きい。他方、図３に、王子の記録の相互相関関数の例を示す。この観測点では、垂直入射のＳ波なら、地表では地下と 0.43 秒の遅れである。水平方向に伝播する表面波なら、この時間遅れはない。この記録では、すべての周期帯において、どちらでもない。坂下でも同様の結果で、波動場はきわめて複雑である。結果を総合すると、山手区域では、0.4 秒から 0.7 秒の地盤の卓越周期や、それより短周期ではＳ波、卓越周期より長周期では不明である。下町区域では、0.7 秒から 1.1 秒の地盤の卓越周期や、それより長周期では、Ｓ波とラブ波の混成であろう。山手区域との境界などで発生するラブ波の表層地盤での増幅は、Ｓ波のそれよりも大きい。埋立区域では、1.1 秒から 1.6 秒の地盤の卓越周期より短周期ではＳ波、卓越周期やそれより長周期では、Ｓ波とラブ波の混成であろう。

４．考察　　３区域において、周期約１秒以上の地震動は、主にＳ波とラブ波の混成であると解釈できる。周期約１秒以下の地震動は、主にＳ波である。地盤の卓越周期を考えると、山手区域ではＳ波が主体、下町

（キーワード）　波動場、山手区域、下町区域、埋立区域、東京。
（連絡先）　113-0032 文京区弥生 1-1-1,　Phone：03-5841-5779,　Fax：03-5689-7265.

区域及び埋立区域では、主にS波とラブ波の混成ということになる。ラブ波は、地質境界近くに位置する王子と坂下観測点、海岸線に近い越中島観測点、において多く含まれる。表層地盤が軟弱な場合には、ラブ波の表層地盤での増幅は、S 波のそれよりもずっと大きく、これが地震被害の原因となる。ラブ波の大きな増幅は、表層地盤と深い構造の両方による。

謝辞　　強震記録の一部は、震災予防協会のデータベースに含まれます。オリジナルの記録は、北青山はハザマ、飛田給と王子は鹿島、坂下はフジタ、越中島は清水建設、東陽は竹中工務店、の提供によります。

参考文献　　Iida and Kawase (2004). BSSA, 94, 598-618.　　Iida, Yamanaka and Yamada (2005). BSSA, 95, 1101-1119.　　Iida (2006). BSSA （投稿中）.

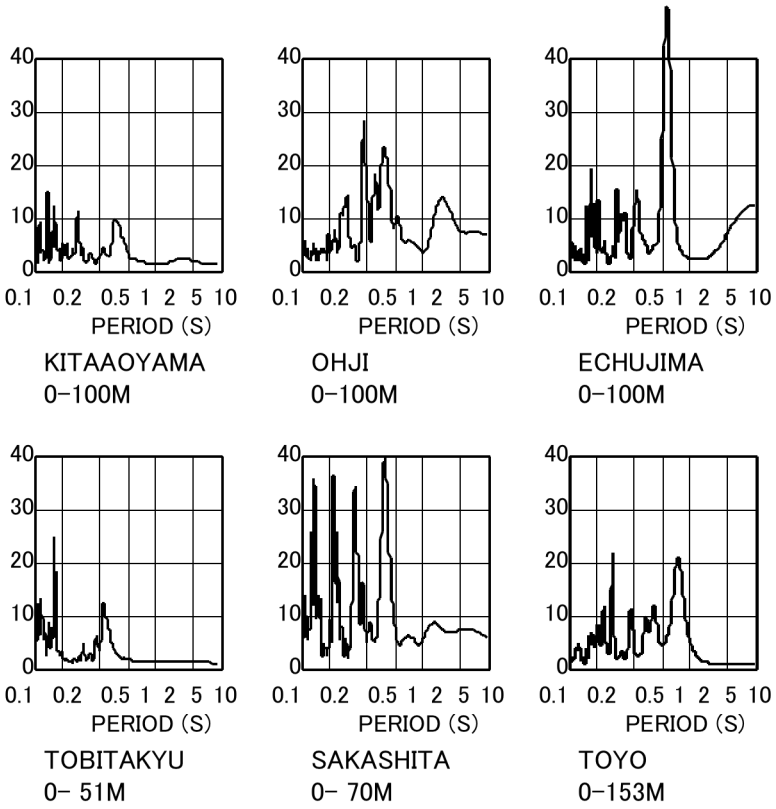

図２　６観測点における、地表記録と地下記録の振幅比の例（NS 成分）。

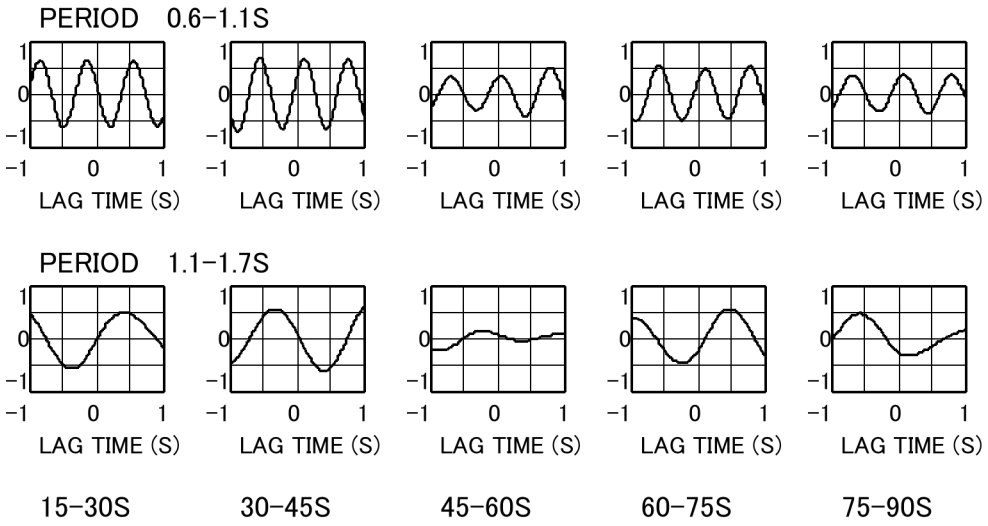

図３　王子観測点における、地表記録と地下記録の相互相関関数の例（NS 成分）。