

東京における短周期地震動の、地表付近での増幅の解釈

東京大学地震研究所 正会員 飯田昌弘

1. 序 本研究の動機は、東京の軟弱地盤における地表付近の増幅が、従来の方法では説明できないことにある。これまでの研究 (Iida et al. 2005; Iida 2007) では、地震動に表面波が卓越することがあり、その場合には増幅がとても大きくなることを明らかにしたが、増幅の相当なばらつきを説明できなかった。他方、地盤応答計算において、慣性力は、重要な役割を果たしてきた一方、地震動が S 波主体でない場合にはうまく機能しないことを実感してきた (e.g., Iida 2006)。

そこで、本研究では、東京でこれまでに解決できなかった 2 つのテーマを扱う。1 つは、上述の増幅の相当なばらつきの説明である。表面波が卓越する場合、直下の深い地震のほうがむしろ増幅が大きくなることも説明する。もう 1 つは、慣性力を地震波の見地から解釈する。0.1 秒から 2.0 秒の周期帯の、水平 2 成分 (表示は NS 成分) を対象とする。本研究の内容は、すでに論文 (Iida submitted) にまとめられているので、ここではその概要を紹介する。なお、メキシコ市において、同様の研究 (Iida 2016) をすでに実施している。

2. 振幅比の比較 東京における 2 つの地震動の研究 (Iida et al. 2005; Iida 2007) では、ボアホール観測点において、垂直振幅比 (スペクトル比) の評価を実施した。埋立区域が重要なので、本研究では、同区域の 2 つの (越中島と東陽) ボアホール観測点を対象とする。地震計の深さは、それぞれ 100m と 153m である。

図 1 と図 2 に、2 観測点における振幅比の比較を示す。慣性力以外の振幅比は、以前の研究 (Iida 2007) で得られたものであり、観測は、1983 年茨城地震 ($M=6.0$) の場合である。表面波は、トラップされる多層構造の厚さを、越中島と東陽でそれぞれと 600m と 800m とした。高次モードの周期帯では地震動は S 波だったので、基本モードのみを表示している。

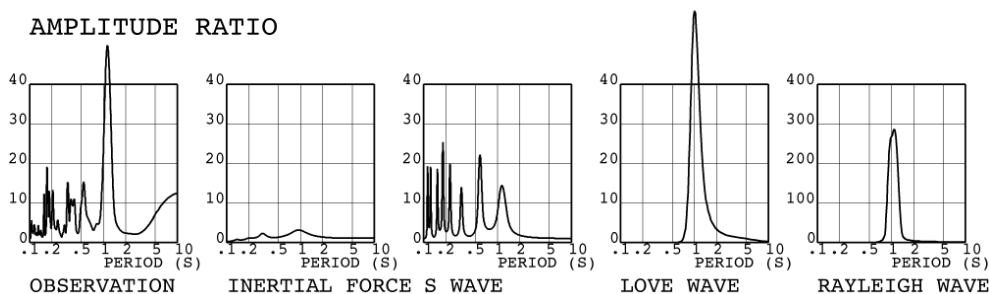


図 1 越中島観測点における、地表と 100m の振幅比の比較。

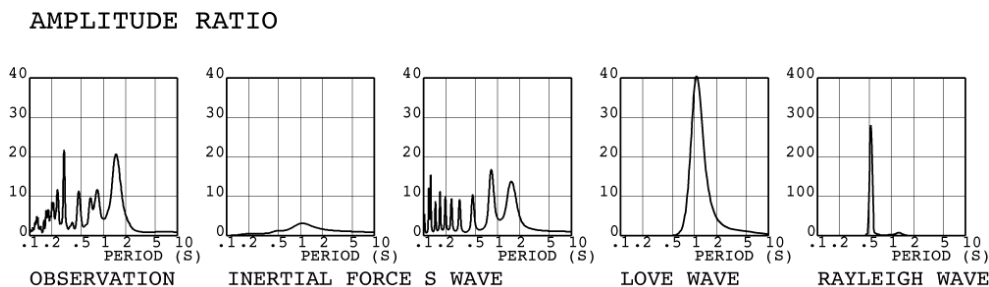


図 2 東陽観測点における、地表と 153m の振幅比の比較。

(キーワード) 短周期地震動、地表付近での増幅、表面波、深い構造、慣性力、東京の埋立区域。

(連絡先) 113-0032 文京区弥生 1-1-1, Phone: 03-5841-5779, Fax: 03-5689-7265

AMPLITUDE RATIO

LOVE

RAYLEIGH

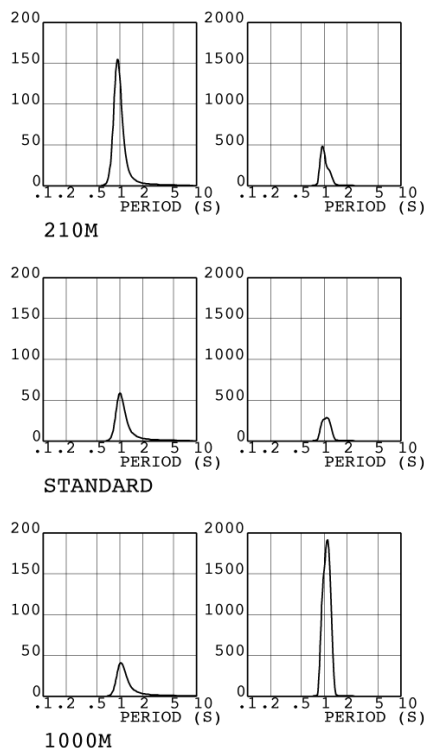


図3 越中島観測点における、表面波がトラップされる構造の厚さを、変化させた場合の振幅比。

以前の研究 (Iida et al. 2005) では、いくつかの地震による卓越周期での振幅比が、越中島では20から50倍と変動が大きく、東陽では15から20倍と変動が小さかった。また、越中島では、直下の深い地震のほうが、振幅比が大きかった。東陽では地震動は主にS波、越中島ではS波とラブ波の混合、と平均的な振幅比を解釈した。

3. 振幅比のばらつきの解釈 越中島観測点で、地震による振幅比のばらつきを解釈する。表面波がトラップされる構造の厚さの影響を調べる。

図3に、表面波がトラップされる構造の厚さを变化させた場合の振幅比を示す。関東盆地を考慮して、600mに加えて210mと1000mの場合を示している。ラブ波の振幅比は、薄い構造にトラップされるほど急激に大きくなり、観測される増幅の相当なばらつきの説明が可能になる。他方、レーリー波の振幅比は、適切なものではない。

観測点から離れた浅い地震の場合、ラブ波は、厚い構造にトラップされて、大きな振幅比になら

AMPLITUDE RATIO

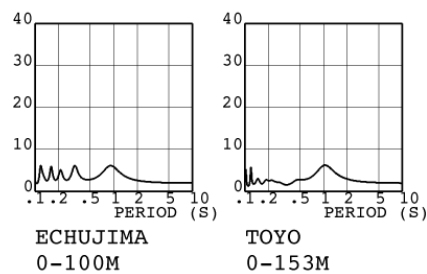


図4 2観測点における、上昇S波を入力した場合の振幅比。

ない。直下の深い地震の場合、ラブ波は、浅い構造の不均質により薄い構造にトラップされて、大きな振幅比になる、と解釈できる。

4. 慣性力の解釈 2観測点で、慣性力を地震波の見地から解釈する。

図1、2の慣性力の振幅比は、観測を説明するには小さすぎるし、S波や表面波の振幅比とも似ていない。けれども、慣性力は、他の4項目とは異なり、1種の入力であるので、慣性力に対応させるために、上昇S波の入力を考える。

図4に、上昇S波を入力した場合の振幅比を示す。S波入力の振幅比は、S波の振幅比よりかなり小さくなるが、地盤の1次の卓越周期付近では、慣性力の振幅比と似ている。

従って、慣性力は、地盤の1次の卓越周期付近では、S波を表現できるが、表面波を表現できない。その理由は、慣性力や波動が影響を受ける、構造の厚さの違いによると解釈できる。

5. 結論 (1) ラブ波は、トラップされる構造の厚さによって、地表付近での増幅が激しく変化する。そのため、観測される増幅が相当ばらつく。

(2) 慣性力は、S波を表現できるが、表面波を表現できない。

謝辞 強震記録は、震災予防協会と清水建設が提供されたものです。

参考文献 Iida (2006). Int. J. Geomechanics, ASCE, 6(5), 342-355. Iida (2007). BSSA, 97(2), 575-590. Iida (2016). BSSA, 106(6), 2831-2842. Iida (2017). BSSA (submitted). Iida, Yamanaka, and Yamada (2005). BSSA, 95(3), 1101-1119.