

ボアホール記録による、東京の埋立地盤における波動場（1）

東京大学地震研究所 正会員 飯田昌弘

1. 目的 かつて湖であったメキシコ市の軟弱地盤の波動場は、最近実施したボアホール記録の解析によると、S波よりもラブ波が卓越した（Iida, 1999; Iida, 2000; Iida and Kawase, 2002）。同様の方法により、東京の埋立地盤における波動場を調べる。江東区の越中島及び東陽（南砂）の強震観測点において、震源の深い茨城地震（1983年、 $M=6.0$ ）と東京地震（1988年、 $M=6.0$ ）のボアホール記録（主に水平成分）を解析する。なお、両観測点の地盤構造は似ており、同じ地震に対する記録も似ている。

2. 基本解析 図-1、2に、2組の強震記録の波形とフーリエスペクトルを示す。震央距離が2倍以上大きい茨城地震の記録のほうがむしろ振幅が大きく、記録の1次の卓越周期は約1秒である。図-3、4に、地表記録と地下記録の伝達関数 $T1$ を示す。越中島では、1秒強の周期におけるきわめて大きな増幅が観察され、東陽では、約1.2秒と約0.8秒及びより短周期における増幅が見られる。

3. 波動分離 地表記録と地下記録の相互相関関数によると、越中島の記録は、約0.7秒以下ではややS波優勢、約1.5秒以上では完全に表面波で、その中間の周期帯では波動の性質は不明である。東陽の記録は、約0.7秒以下ではS波優勢、約0.7～1.5秒ではややS波優勢、約1.5秒以上では波動の性質は不明である。東陽の記録のほうがS波の割合が高い。次に、木下法（Kinoshita, 1999）により、地表記録と地下記録から、S波のみの伝達関数 $G1$ と垂直入射のS波に対する地表の応答の伝達関数 $G0$ を計算し、図-3、4に示す。この $G1$ と $T1$ の比較によって、記録のかなりの部分がS波ではないことがわかる。さらに同方法により、地表記録をS波と表面波に分離したものを、図-1、2に示す。茨城地震の越中島記録は表面波がやや優勢なのに対し、直下型地震である東京地震の東陽記録はS波がかなり優勢である。

4. 波動理論 S波、ラブ波、レーリー波の地表と地下の強震計の間の理論増幅 $G0T$ 、 $L1T$ 、 $R1T$ を、

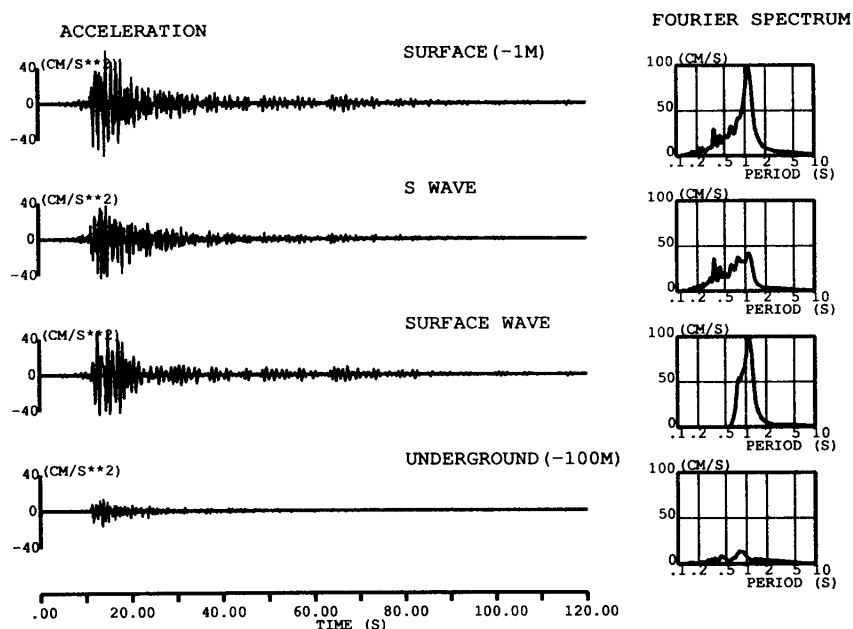


図-1 茨城地震の越中島 ($\Delta=44.3$ km) における、地表記録（1番上）と地下記録（1番下）（NS成分）及び地表記録から分離されたS波（上から2番目）と表面波（上から3番目）。

（キーワード） 波動場、埋立地盤、ボアホール記録、表面波、S波。

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

深い構造も含む地盤構造に基づいて（ Q 値は適当に仮定）計算する。レーリー波の増幅は観測に合わないのを除外し、 S 波とラブ波の増幅 $G0T$ と $L1T$ を、図-5、6に示す。ラブ波の増幅 $L1T$ は、 S 波の増幅 $G0T$ よりもかなり大きく、観測される増幅 $T1$ をよく説明できる。表面波は、 S 波に比較してずっと地盤構造に敏感である。また、 $G0T$ は $G0$ に等しいはずで、実際に両者は大体等しい。従って、震央距離の大きい茨城地震のほうが表面波が発達し、観測記録は多くの表面波を含み振幅が大きくなる。

5. 結論 東京の埋立地盤では、表面波は S 波よりずっと大きく増幅し、強震記録はかなりの表面波を含む。また、表層地盤の Q 値は約 $3 \sim 1.5$ である。

謝辞 震災予防協会の強震動アレイ観測記録データベースに含まれている、清水建設の越中島観測点の記録、及び竹中工務店の東陽（南砂）観測点の記録、を使用させていただきました。

参考文献 Iida (1999). JGR, 104(B4), 7329-7345.

Iida (2000). BSSA, 90, 1268-1280.

Iida and Kawase (2002). BSSA (submitted).

Kinoshita (1999). BSSA, 89, 484-500.

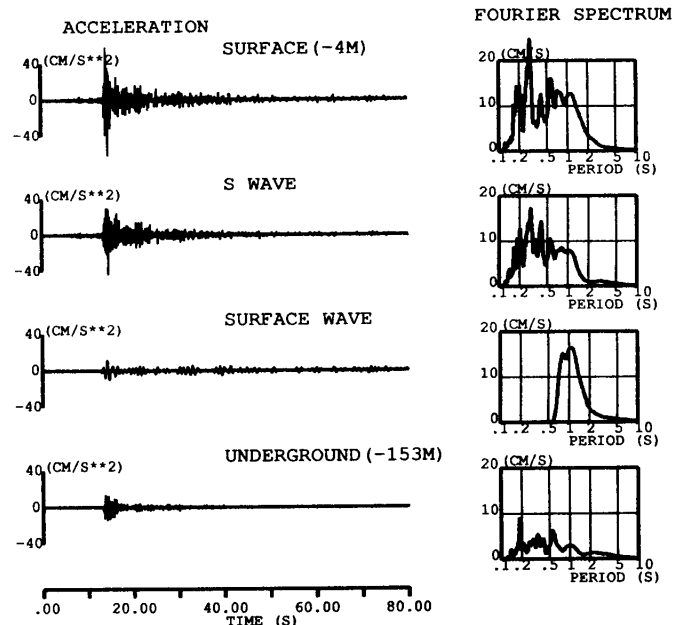


図-2 東京地震の東陽（ $\Delta = 16.0$ km）における、図-1と同じもの。

TRANSFER FUNCTION

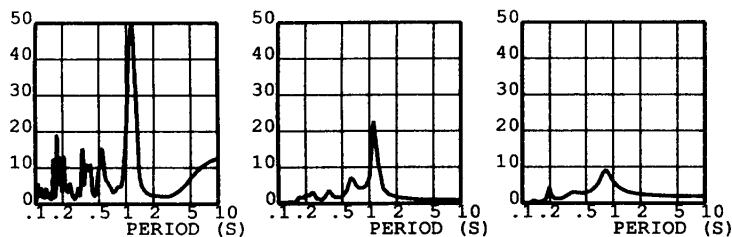


図-3 茨城地震の越中島の記録（図-1）の伝達関数 $T1$ 、及び木下法による S 波の伝達関数 $G1$ と $G0$ 。

AMPLIFICATION

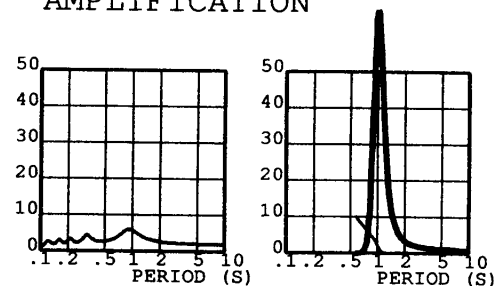


図-5 越中島の S 波 $G0T$ とラブ波 $L1T$ （太線が基本モード、細線が2次モード）の理論増幅。

TRANSFER FUNCTION

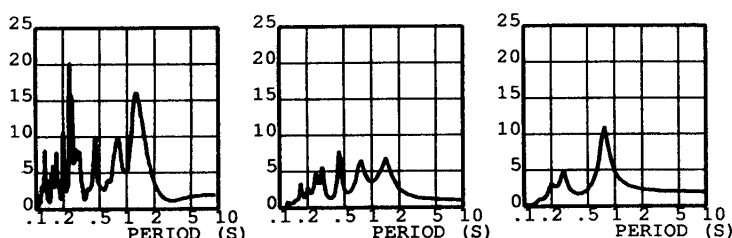


図-4 東京地震の東陽の記録（図-2）の、図-3と同じもの。

AMPLIFICATION

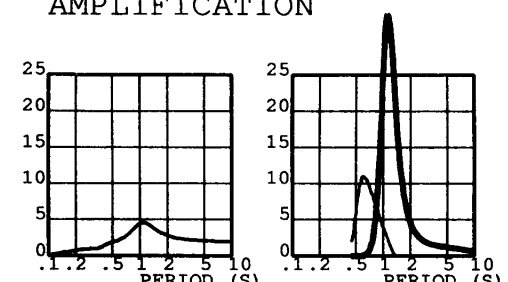


図-6 東陽の図-5と同じもの。