

高周波数領域における S 波の地震動主軸解析

信州大学工学部 学生 ○寺田 彰
 信州大学工学部 正会員 泉谷 恭男

1. はじめに 地球を均質等方弾性体と考えて合成した強震記録は、震源でのラディエーションパターンを反映してある方向に強く偏向する。しかし実際の地震動ではそれほど強く偏向していない場合が多い。本研究においては非常に密に設置された加速度アレー記録を¹⁾解析し、地震動の卓越方向に対する震源の影響や地盤の影響について検討する。

2. 解析手法 データは東京大学生産技術研究所千葉実験所内の高密度アレー観測による記録である。今回、9つの観測点における加速度記録を使用した。これらの観測点は半径15mの円内に設置されている。S波到着から5秒間の3成分記録を8.0-10.0Hzのバンドパスフィルターに通した後、共分散行列を求めた。これを対角化するような座標変換行列として主軸が得られる²⁾。最大固有値に関する主軸(最大主軸)を震動卓越方向とする。

3. 解析1 震央距離が70km以内の17個の地震について地表から1mの深さに設置された地震計記録の主軸解析を行った。比較的大きな地震では9つの観測点間で主軸の方向に同一性があまりなく、比較的小さな地震では観測点間で主軸の方向に同一性がある。例として、比較的大きい地震(EQ16, M=6.7)と小さい地震(EQ20, M=4.2)の主軸を図1-1と図1-2に太線の楕円で示した。楕円の長軸の方向は最大主軸の方向を、短径と長径の比は中間固有値と最大固有値の比を示している。ある偏向特性を持った入射地震波が各観測点における地盤特性のために影響を受け、観測された偏向特性を有するに至ったと仮定し、17の地震に対する9つの観測点の記録を解析し、入射波の性質(図1-1, 1-2左上)と観測点の性質(図1-2)を分離した。入射波が図1-2の特性を有する地盤で変形されたと考えると、図1-1, 1-2の細線で示された偏向性となり、観測をよく説明できる。図1-2より、地震動主軸に対する地盤の影響が、非常に狭い地域内の各観測点でかなり異なっていることが分かる。また、比較的大きな地震では、地盤特性と観測主軸(太線)が似ており、入射波の中間固有値/最大固有値が大きい。小さな地震では、入射波の性質と観測主軸が似ていて、入射波の中間固有値/最大固有値が小さい。これより、大きな地震では、入射波に偏向性をあまり持っていないため、地盤特性を強く反映していることが分かる。これに対し、小さな地震は、入射波に偏向性を強く持っているため、地盤特性を受けにくく、入射波の偏向特性がそのまま地表に現れている。

4. 解析2 地表から1, 5, 10, 20, 40mの深さの加速度記録について主軸解析を行った。EQ16, EQ20についての解析例を図3-1, 3-2に示す。楕円の長軸(線分の引いてある軸)が最大主軸方向、短軸が中間主軸方向である。尚、この図は鉛直上方から水平面への投影図である。楕円をはさんで上下の数値は、上が最大固有値の大きさ、下が最大主軸の天頂からの角度である。図3-1, 3-2を見ると、深さ5mでは最大固有値が非常に小さい。千葉アレーにおける地盤構造は、地下0.5~5.0mの間で $V_s = 140 \text{ m/s}$ のローム層となっており、その下は $V_s = 320 \text{ m/s}$ の砂または粘土層である。地下5mで節となり、地表で腹となるようなローム層の一次固有振動の振動数を1/4波長則で見積もると、約7Hzとなり、本研究で扱っている周波数帯(8~10Hz)に非常に近い。さらに、深さ10mにおいては各観測点で主軸方向が似ており、解析1で求めた入射波の主軸方向とほぼ同一である。以上のことから

解析1で求められた地盤特性(図-2)は厚さ5mのローム層の震動特性に相当すると考えられる。

5. 結論
- ・地震動の主軸に対する地盤の影響は、千葉アレー内の各観測点でかなり異なっている。表層に存在する厚さ約5mのローム層の状態が場所によって異なっていることがその主な原因であると考えられる。
 - ・比較的大きな地震は入射波があまり偏向しないため、地盤の震動特性が地表の震動の偏向特性に強く反映される。
 - ・比較的小さい地震は入射波が強く偏向しているため、地表の震動の偏向特性は入射波の偏向特性を反映する。

謝辞 本研究で使用した加速度記録は東京大学生産技術研究所片山研究室よりお借りした。記して感謝します。

参考文献 1) Katayama et al.(1990) Earthq. Eng. Struct. Dyn., 19, 1089-1106.
 2) 星谷・石橋(1977) 土木学会論文報告集, 268, 33-46.

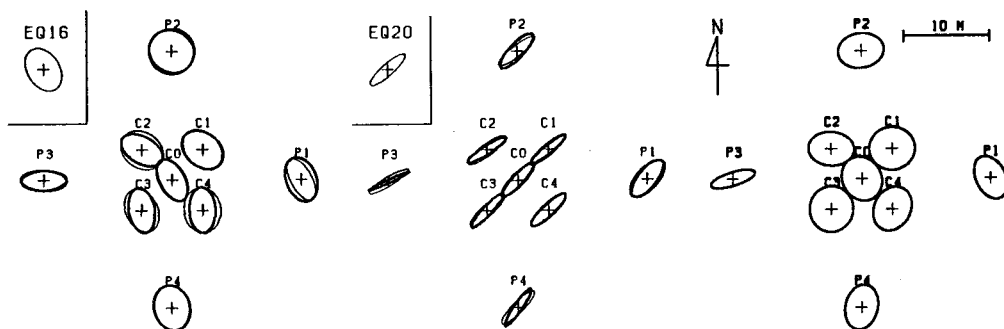


図-1-1 千葉県東方沖地震

図-1-2 千葉県東方沖地震, 余震

図-2 地盤特性

地震動の偏向特性及び入射波の偏向特性

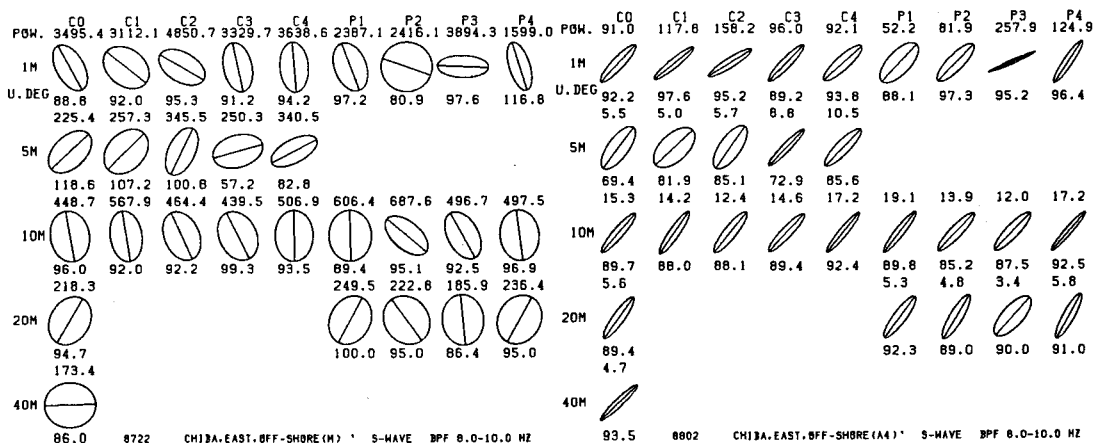


図-3-1 千葉県東方沖地震

図-3-2 千葉県東方沖地震, 余震

各深さにおける加速度記録の主軸解析結果