

I-308

長野盆地における地震時の震動特性

長野工業高等専門学校 服部秀人
 東京都立大学 国井隆弘
 信州大学名誉教授 島 垣

1. まえがき 常時微動による地盤調査の際、地動の軌跡を描かせると、その卓越振動において指向性がみられることがある。長野盆地においても千曲川沿いに発展する盆地の方向をかりに長軸方向(北東-南西)とすれば、その方向に振動する成分と、それにほぼ直交する短軸方向(北西-南東)の振動成分がみられる。このような特性をもつ地盤上で地震観測(図1)を行い、震動波形を解析し、その特徴を調べてみた。観測例として(1)1992 FEB 2, 0404: 東京湾 35°14' N, 139°14' E, h: 93km, M: 5.9, Δ: 210km, (2)1991 SEP 3, 1745: 東海道はるか沖 33°41' N, 138°50' E, h: 33km, M: 6.3, Δ: 335km の2つの地震について述べる。

2. 振動数別の地動の軌跡

2-1 東京湾の地震 3成分波形を図2に示す。この地震の特徴は、震源が93kmとやや深い、距離の割合には表面波の発達は良い。最大振幅はNS成分: 4.5gal, EW成分: 2.6gal, UD成分: 1.1galであった。スペクトルを図3に示す。NS成分に比べてEW成分では振動数 $f=0.25\sim 0.60\text{Hz}$ の低周波成分が良く現れている。

いまここで地震動をP-S初期微動とS波以後の主要動に大別する。そして適当な時間幅に分割し、帯域フィルターによって振動数ごとの波形について地動の軌跡を描かせる。もし形状が楕円となったとき、長軸方向を決定し、卓越振動の方向とする。したがって軸方向がP-S微動部とS波以降の波形で、振動数によってどのように変化するかを試してみる。なお軌跡の長軸方向は震源方向との対応から北から東まわりに測った角度で表現している。

図2の地震波形は実際の初動の約10秒後から記録されている。まず $t=0\sim 6$ 秒の時間範囲の波形を対象としたが、この部分はP-S初期微動内に属している。いま帯域フィルター $f=0.3\sim 0.5\text{Hz}, 0.9\sim 1.1\text{Hz}, 1.6\sim 2.0\text{Hz}$ により描いた軌跡が図4の上段である。またS波以降の波形についてはその一部として $t=23\sim 29$ 秒の範囲について同様な帯域フィルターによって求めた軌跡が図4の下段に示されている。図から分かるように地動軌跡の軸方向は振動数とともに変化する。図5(a)にその結果を示す。図中の縦軸に引かれた横線は震源方向(N140° E)を意味する。まず $t=0\sim 6$ 秒の波形では、初期微動内(黒丸)の軌跡の長軸は、 $f=0.4\text{Hz}$ の場合ほぼ震源方向を向いており、当然の結果が得られている。この振動数より大きくなると、軌跡の長軸は徐々に震源方向から西側に偏ってきて、 $f=2\text{Hz}$ 近傍である特定の方向に近づくように見える。この値はN245° Eとなる。一方S波以後の波形の例として $t=6\sim 13$ 秒の範囲(図中の△印)を調べると、 $f=0.4\text{Hz}$ では長軸方向はN245° Eとなり、P-S微動部とは反対に、軌跡の長軸は振動数とともに東側に偏っていき、震源方向に近づく。この地震の震源方向と長野盆地の短軸方向とほぼ一致しているため、S波以後の波形で $f=0.4\text{Hz}$ の低い振動数で得られる軌跡の長軸方向(N245° E)は震源から伝播するSH波に対応するものとみられる。

2-2 東海道はるか沖の地震 震源はN170° Eの方向にあり、東京湾の地震に比べて浅く、表面波の発達も良い。記録ではP-S微動部は記録されていないので、S波以後の表面波の部分が解析された。図5(b)に示すように $t=3\sim 11$ 秒および $t=11\sim 19$ 秒の部分について、振動数に対する地動軌跡の軸方向の変化が得られた。その傾向は図5(a)と同じである。 $f=0.4\text{Hz}$ の低振動数範囲での震源方向との関連は不明瞭であるが、軌跡の指向性は振動数とともに東側に偏り、盆地の長軸方向から短軸方向に次第に変化していく傾向がみられる。記録振幅の大きい $t=11\sim 19$ 秒についての解析ではむしろ $f=0.6\text{Hz}$ を境として地動の軸方向が2つに分離しているように見える。 $f<0.6\text{Hz}$ ではN220° E、 $f>0.6\text{Hz}$ ではN120° Eの方向となる。前者では盆地の長軸方向、後者では短軸方向にそれぞれ対応する。このように表面波の発達にともないその波形は盆地構造の走向に影響されやすいようにみえる。

3. むすび 東京湾の地震では北東-南西方向の振動が卓越し、これは長野盆地の長軸方向に対応する。一方東海道はるか沖の地震では、北東-南西方向の振動も見られるが、北西-南東方向の振動が卓越し、これは盆地の短軸方向に対応する。このように地盤の振動性状は盆地構造に支配される傾向を示すが、その原因には地震の震源方向、さらに震源の発生機構にも影響されていると思われる。したがって今後、震源から伝播するP,S波の振幅分布を考慮して地盤振動を考えるべきであろう。

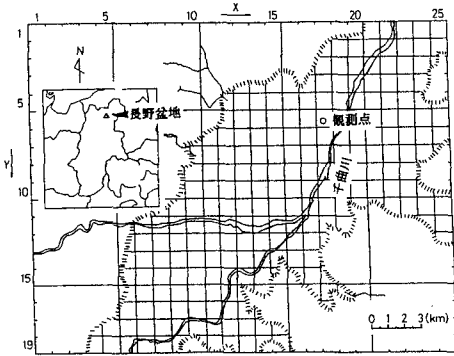


図1 観測地形

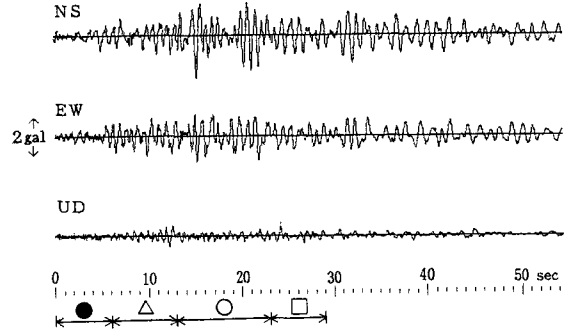


図2 東京湾地震の加速度記録

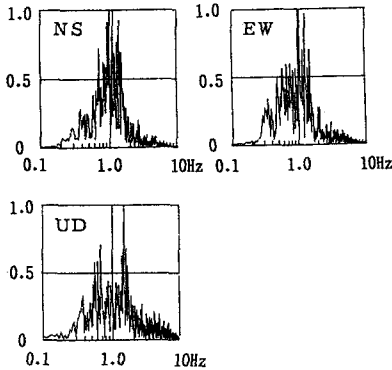


図3 スペクトル

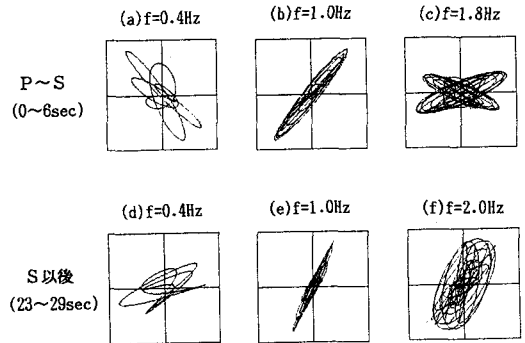
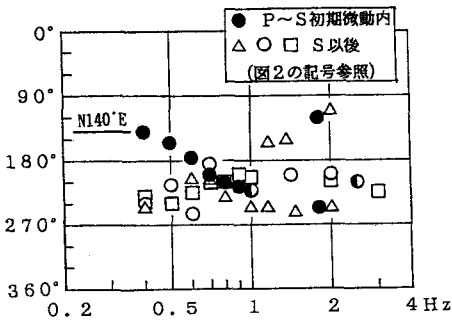
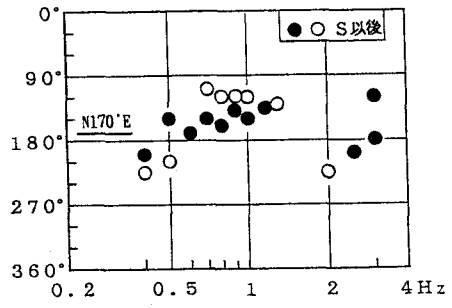


図4 地動の軌跡



a) 東京湾地震



b) 東海道はるか沖地震

図5 2つの地震の指向性の変化