

地震波伝播の方向性と盆地構造について

信州大学工学部 正会員 島 担
 信州大学大学院 ○藤井健治

1. まえがき

歴史的に見ると善光寺地震（1847年，マグニチュード 7.4）、長野県北部地震（1857年，マグニチュード 6.3）などの大規模な地震によって長野市や大町市の盆地地盤で大きな災害を受けている。最近では松代地方で群発地震が発生し、現在でも月に2～3回の有感地震が記録されている。本研究では長野市のような周辺を山岳地帯に囲まれた盆地構造における地震波の伝播について4点観測から求めた地盤特性について議論する。

2. 観測地点概要及び4点観測記録

2-1 観測地点概要

長野盆地は図-1の平面図に示されるとおり、北東一南西に長い平野部を持っている。地震計設置地点は盆地内の若里の信州大学工学部構内である。図-2のように工学部構内地下ビットの4点に地震計（上下動周期1秒）を設置した。

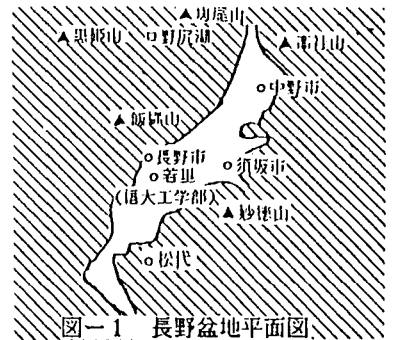


図-1 長野盆地平面図

2-2 4点観測記録

ある方向から伝播してきた地震波の4点観測の例として図-3に1987年12月18日の岐阜県中部の地震（マグニチュード4.0）の場合を示す。4点観測のスパンは90～160mと短いため、波形は似ているが、波形の位相差は1/1000秒までの読み取ることが可能である。

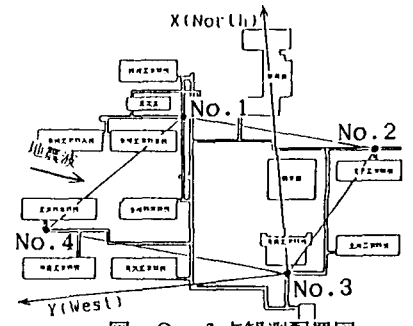


図-2 4点観測配置図

3. 地震波の伝播方向及び伝播速度の算出

地震波が各地震計に到達した時間をそれぞれ T_1 , T_2 , T_3 , T_4 とすると、図-2の矢印で示した波では $T_4 > T_1 > T_3 > T_2$ となる。この場合、伝播方向は4点中、3点の走時から求まるので、 T_1 , T_3 , T_4 を用いたとき、その値は次式で求めることができる。

$$A = \tan^{-1} \frac{(x_4 - x_1)(T_3 - T_1) - (x_1 - x_3)(T_1 - T_4)}{(y_4 - y_1)(T_3 - T_1) - (y_1 - y_3)(T_1 - T_4)} \quad (1)$$

したがって4点のうち3点をとる組み合わせにより、合計4つの式から伝播方向を決定することができる。次に伝播速度は4点のうち2点をとって次式のように定まる。

$$v = \frac{(x_i - x_j)\cos A + (y_i - y_j)\sin A}{T_i - T_j} \quad [\text{m/sec}] \quad <i \neq j> \quad (2)$$

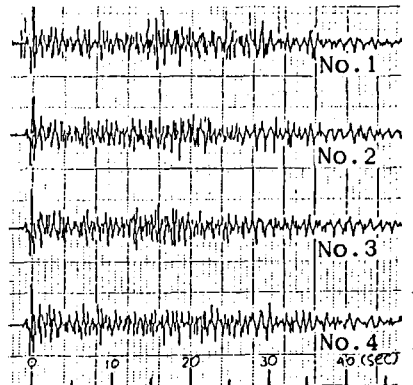
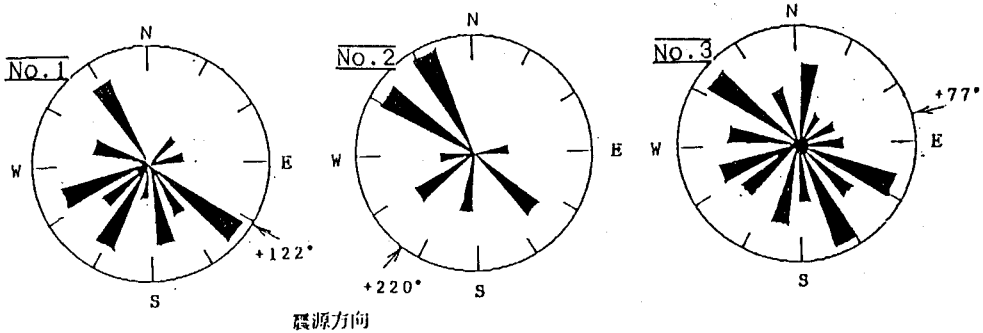


図-3 岐阜県中部地震の4点記録

ここに伝播方向Aは、観測点No.3を基準として、北(X軸)から時計回りの角度を正とする。

4. 地震動解析

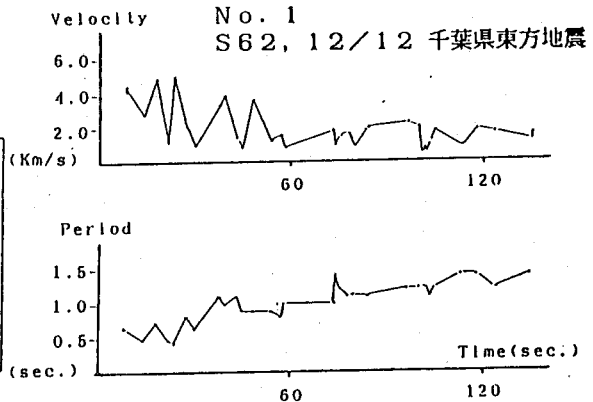
表一に示した地震について解析を行ったが、各地震についての伝播方向分布は、図一四に示されている。No.1の千葉県東方地震の場合は、伝播方向が必ずしも震源方向と一致せず、かなりずれている傾向が見られる。特に震源方向と直交する方向から地震波が到達する場合がある。No.2の岐阜県中部地震とNo.3の福島県沖地震の伝播特性はよく似ていて、どちらも震源方向に90度ずれた方向に卓越する傾向が見られる。いずれの地震についても、図一四から言えることは震源方向と直交する方向から伝播する地震波が多く見られる。このことは、盆地構造特有の振動性状を暗示しているのではないだろうか。各地震の卓越している伝播方向を、図一の長野盆地平面図にあてはめてみると盆地平野部の短手方向、つまり北西-南東方向から地震波が伝播しやすいということが言える。図一五にはNo.1の地震について伝播速度と周期の瞬間的変化を示したが、概略すると速度は減少し周期は増加する傾向が見られる。速度については、前半は4 km/secで後半は1.5 km/sec前後である。前者は比較的深い構造における表面波の速度、後者は浅い構造の表面波の速度に対応している。



図一四 伝播方向頻度分布図

表一 地震記録

NO	地震名	震源	発震日時分	M	深さ (Km)	震央距離 (Km)
1	千葉県東方	N 35.7° E 140.3°	S02,12/17 11:18	6.7	44.0	220.0
2	岐阜県中部	N 36.0° E 137.5°	S02,12/18 10:11	4.0	2.1	95.0
3	福島県沖	N 37.3° E 141.7°	S63,01/20 05:20	5.6	48.0	320.0



図一五 伝播速度および周期

5. あとがき

地震波が、震源方向と違う様々な方向から伝播するという傾向は、盆地構造を挟む不連続面、あるいは断層崖の存在によって波動伝播の方向が変化することが考えられる。ここで扱っている波動が表面波の性質をもっていると考え、その反射性能と地下構造との関連を究明する必要があるように思われる。