

扇状地における常時微動の24時間変動*

服 部 秀 人**

1. ま え が き

常時微動を通して地盤の地下構造や振動特性を探り、工学に役立てようとする試みが最近多く見受けられる^{(1)~(5)}等。常時微動の周波数特性と振幅特性は地盤構造と密接な関係にあるといわれている。そして特に周期1秒以下の微動は、交通や工場等の人工外乱の影響を受け易く、その特性が変動することが知られている^{(6), (7)}。筆者らは長野盆地の代表的扇状地である浅川扇状地において、地盤の振動特性を探るために常時微動観測を実施しており、データが蓄積されつつある^{(8), (9)}。データを有効に利用するためには微動の変動特性を調べておかなければならない。

本報文は、以上の観点から、浅川扇状地の上部、中間部、先端部にそれぞれ観測点を選定し、地表面で常時微動の24時間観測を行い、その変動特性を調べたものである。

2. 常時微動観測

2・1 観測地点の選定

図1に観測地点を示す。扇状地の地盤構造は、場所によりかなり異なっているので、微動の変動特性の場所による違いを調べるため、図1に示すように、浅川に添って、扇状地の上部、中間部、先端部にそれぞれ観測地点No.1, No.2, No.3, を選定した。No.1は長野市立湯谷小学校本館北西端、No.2は本校土木校舎前、そしてNo.3は長野県身体障害者福祉センター本館裏である。

2・2 観測地点の地盤

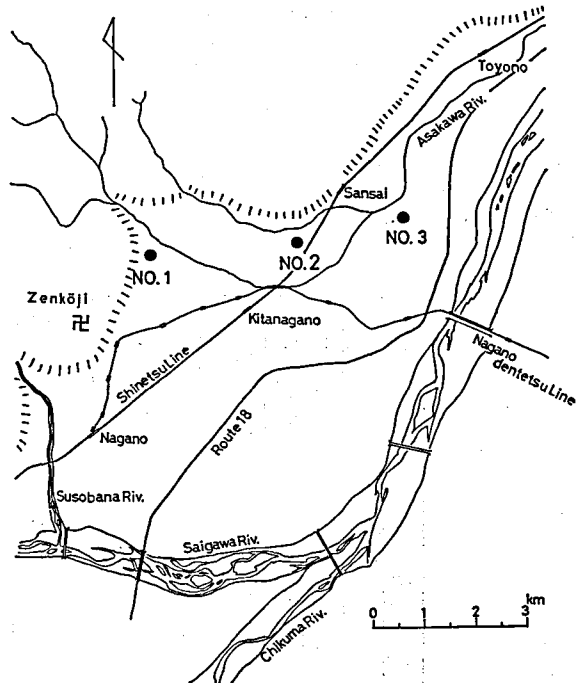


図1 観測地点

* 昭和56年2月土木学会中部支部研究発表会において発表

** 土木工学科 講師

原稿受付 昭和56年9月30日

図2に観測地点のボーリング柱状図を示す。図2の N 値から判断すると、各観測地点の地盤の表層厚は、それぞれ約8m, 14m, 45mほどと思われる。 N 値50程度の固い地層は扇状地の先端部ほど深い所に存在していることがわかる。また、表層内の N 値のばらつきから、扇状地の上部ほど表層内の地盤構造が複雑であることがわかる。

2・3 常時微動観測

昭和55年7月28日にNo. 3, 7月31日にNo. 1, そして8月29日にNo. 2の地点でそれぞれ観測を実施した。午前11時から1時間ごとに約5分間、水平2成分(NS , EW), 上下(UD)1成分の3成分データを一昼夜収録した。観測に使用した計器は既報⁽⁶⁾と同様、固有周期2秒の電磁式振動計(東京測振: $SM-121$, 122)である。振動計の増幅器より微動の速度波形を出力し、シャ断周波数20Hzのローパスフィルターを通してデータレコーダーに記録した。記録の総合周波数特性は0.5~10Hzではほぼ平坦である。

3. 解析結果

3・1 解析

記録された速度波形より、その平均振幅(rms値)とパワースペクトルを求めた。解析は相関器とフーリエ変換器(日本無線: $NJZ360$, $NJZ273A$)を用いた。解析データ長約40秒間、時間刻み0.02秒で解析した。解析データ長について明確な論拠は無いが、2~3Hz付近にピークを持つパワースペクトルの解析では、30秒間のデータ長でスペクトルが安定するとの報告がある⁽⁶⁾ので、それを参考にして一応40秒間とした。

3・2 振幅の変動

図3に振幅の変動を示す。ただし振幅はrms値による平均振幅である。3地点ともに昼間と夜間との違いが認められる。このことは、金井らをはじめ多くの研究者の指摘することと一致する。昼夜の違いは、No. 1からNo. 3へ行くにつれ大きい。振幅も振幅の変動も

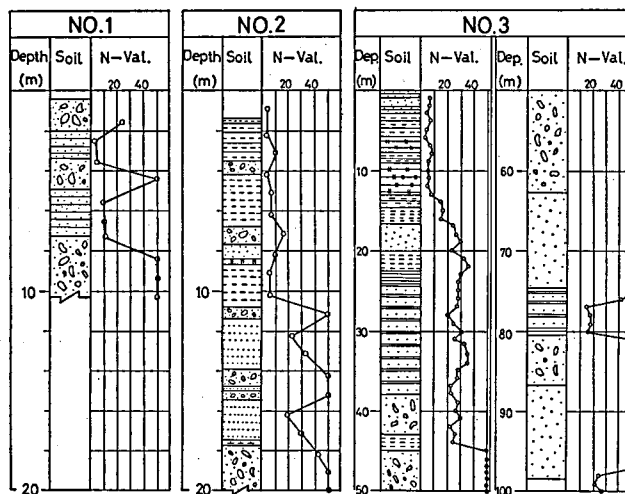


図2 観測地点の地盤

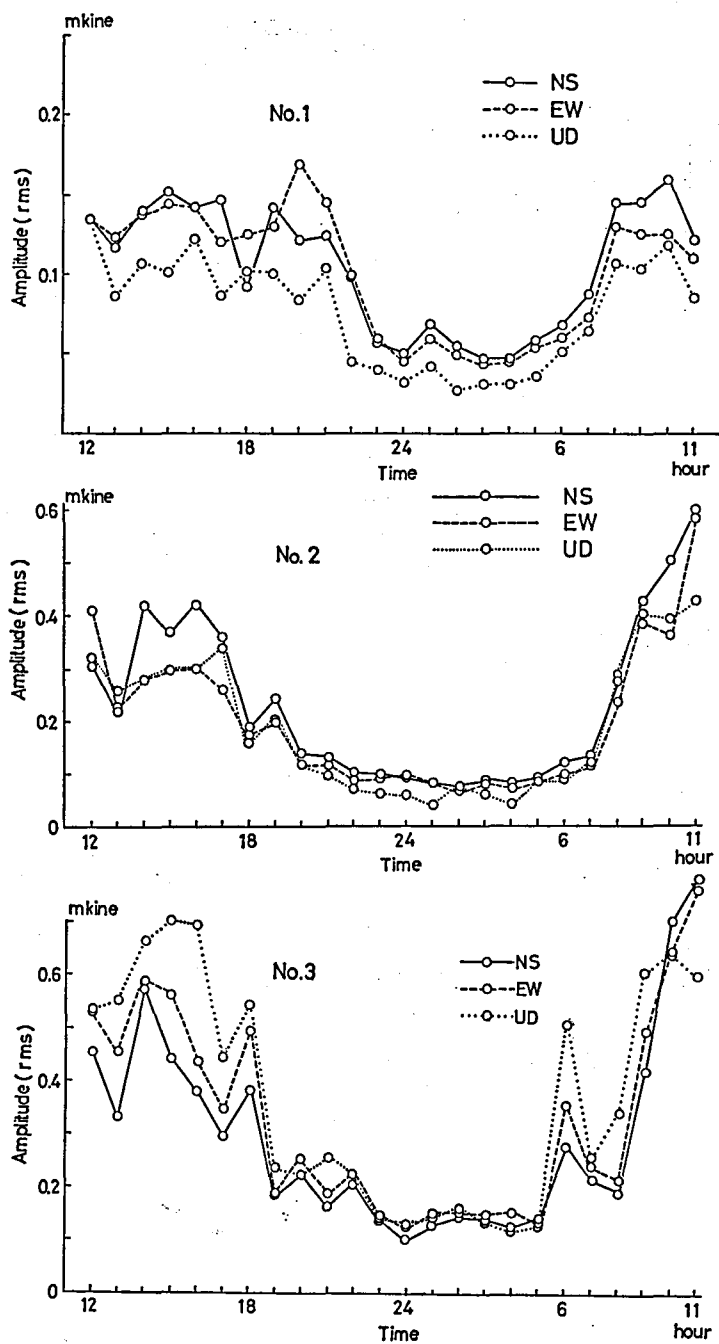


図3 振幅の変動

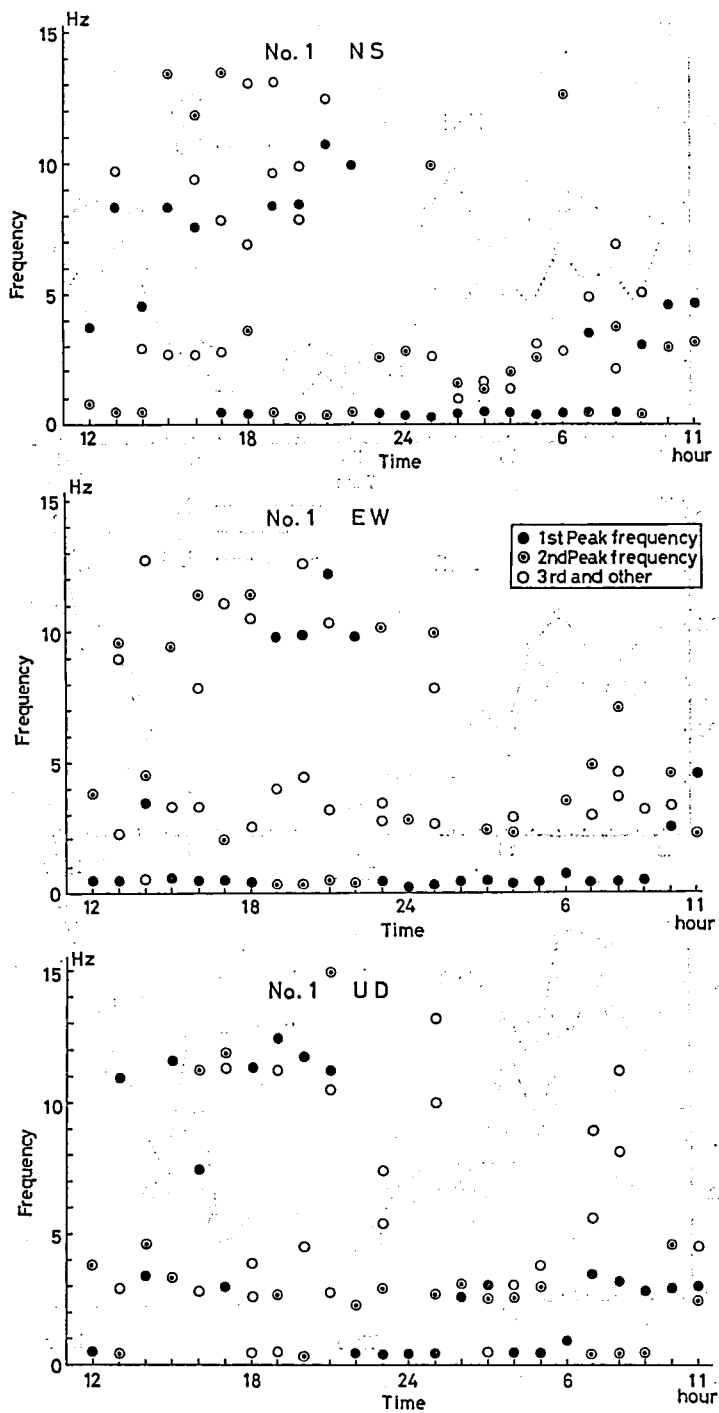


図4 卓越振動数の変動 (No. 1 地点)

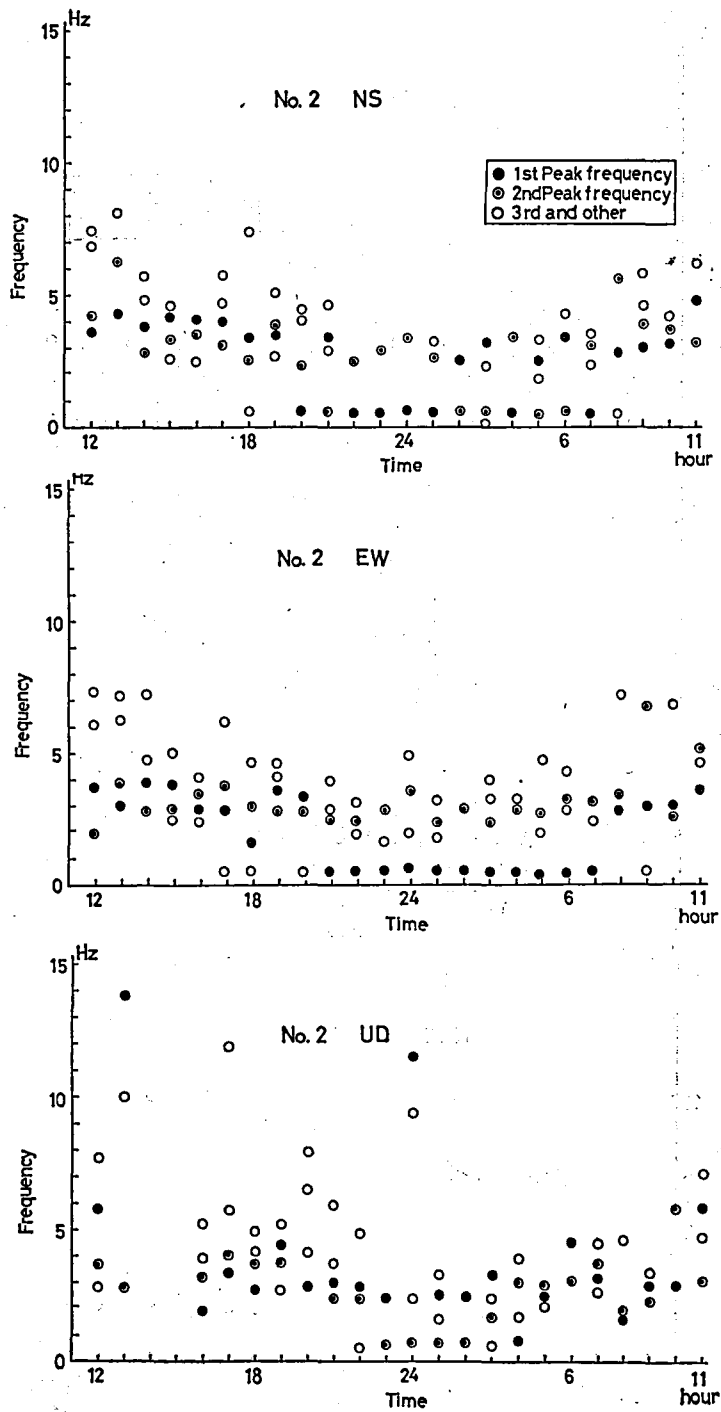


図5 卓越振動数の変動 (No. 2 地点)

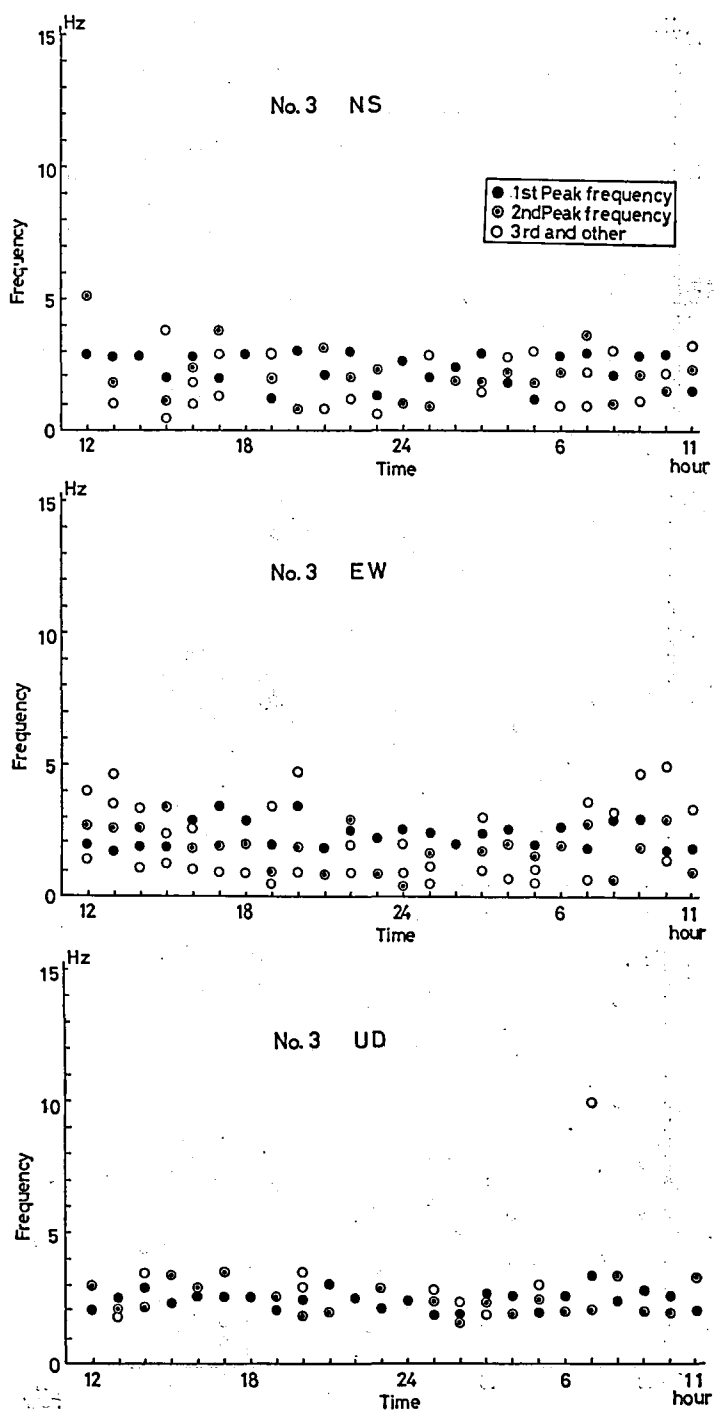


図6 卓越振動数の変動 (No. 3 地点)

No. 3, 2, 1の順に大きく, No. 3の振幅はNo. 1の数倍である. このような振幅の大きな違いは, 2・2節で述べたような地盤の相違によるものと考えられる. 水平動と上下動に着目すると, 一つおもしろいことに気づく. No. 1では, 上下動成分が水平動成分より振幅が小さく, No. 2では3成分ともほぼ等しく, No. 3ではNo. 1とは逆に上下動が水平動より大きい. このことは興味深い現象と考えられる.

3・3 卓越振動数の変動

パワースペクトルの卓越振動数, すなわちスペクトルの第1ピークの振動数を黒丸で第2ピークのそれを2重丸で, その他第3, 第4等のピークを白丸でそれぞれプロットして, 卓越振動数の変動を調べたのが図4, 5, 6である. 図4はNo. 1地点の変動であるが, 大別して, 0.5Hz, 3~4Hz, 8~12Hzあたりにピークが表われている. 他の2地点より著しく高周波領域にピークを持っている. 8~12Hzの振動数は, 自動車のバネ下振動数に近い値であって, その表われる時間帯から考えても, 交通振動の影響であろうと思われるが, この地盤自体がこの周波数で振動し易い要因を持っていることも考えられる. 0.5Hzのピークは, EW成分に見られるごとく, かなりコンスタントに表われているが, No. 2地点でも表われ, またNo. 3地点でも若干表われていることをも考えると, かなり深い地下構造と関係した値であると思われる. この長周期成分が表われると不都合なことがある. 深夜の常時微動にはこの0.5Hz以外の高周波成分がピークとして表われない場合がある. 振幅が非常に小さくて, 倍率を増しても0.5Hzの成分が卓越してしまうのである. No. 1地点では, 3成分とも変動がかなり大きいので, 1回の微動観測で卓越振動数を知ろうとするのは大変むずかしい.

No. 2地点では, ピークの表われる帯域がかなり狭くなり, 卓越振動数の変動も小さい. しかし, やはりここでも深夜に0.5Hzが卓越し, 第2ピークの振動数も若干小さくなっている.

No. 3地点では, 更にピークは狭帯域に限定され, その帯域は, より低周波領域である. 卓越振動数も2~3Hzとかなり低い値である. 上下動成分は非常に安定している.

図4, 5, 6を比較すると, 卓越振動数はNo. 1, 2, 3の順に小さくなり, またピークの表われる帯域も順に狭くなる. 言い換えると, 高周波側のピークが順に表われなくなっていくことがわかる.

ところで, 0.5Hzの長周期成分は, 5秒計で試験的に観測した場合にも表われたことを付記する.

4. あ と が き

今回の観測で明らかとなった特徴的現象を列挙すると次のようである.

振幅について

- (1) 扇状地の先端部ほど微動の振幅も, 振幅変動の度合いも大きい.
- (2) 扇状地の上部では, 上下動成分は水平動成分より小さく, 中間部では両者同程度, そして先端部では逆に上下動成分が水平動成分より大きい.

振動数について

- (1) 扇状地の上部では, 卓越振動数のばらつきが大きく, 1回の微動観測から卓越振動数を知るのはむずかしい.

- (2) 扇状地上部から先端部へ行くにつれ卓越振動数は小さくなる。
- (3) 扇状地先端部へ行くにつれ、スペクトルのピークの表われる帯域が狭くなり、高周波側のピークが表われなくなる。

以上のことがらは、扇状地の常時微動の特徴的現象と思われる。これらを手がかりに、扇状地の地盤の振動特性を更に調べて行きたいと考えている。

謝辞

観測地点選定にあたっては、長野県住宅部施設課と長野市建築課のボーリング資料を閲覧させていただいた。また長野市立湯谷小学校ならびに長野県身体障害者福祉センターでは、観測を快く承諾していただき、便宜を計っていただいた。関係各位に心より御礼申し上げる。

観測のたびに計器類を運搬していただいた本校会計課関係各位に心より御礼申し上げる。

観測データの収録ならびに解析は、本校の昭和52年度特別設備費で購入していただいた多目的データ処理装置により行った。同装置購入にあたり御尽力いただいた本校関係各位ならびに土木工学科教官各位に感謝し、御礼申し上げる。

筆者の一連の研究の共同研究者であり、日ごろ御指導いただいている東京都立大学工学部国井隆弘助教授に御礼申し上げる。また、観測と解析に御協力いただいた本校卒業生内山富士男氏（現在国土監理株式会社）、木内 宏氏（同 第一建設株式会社）、平林久幸氏（同 長野技研株式会社）、松沢 勝氏（同 国鉄）に感謝申し上げる。

参 考 文 献

- (1) 入倉，第4回日本地震工学シンポジウム講演集，1975，p.185～192
- (2) 多賀他，第5回日本地震工学シンポジウム講演集，1978，p.313～320
- (3) 島，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，昭和56年，p.190～191
- (4) 谷口他，土木学会年次学術講演会概要集Ⅰ，昭和55年，p.360～361
- (5) 森，土木学会年次学術講演会概要集Ⅲ，昭和53年，p.172
- (6) 地震探鉱実験グループ，「地震波の生成・伝搬に関する実験」，1976
- (7) Kobayashi et al., Proc. of the 5th JEES, 1978, p. 305～312
- (8) 服部他，土木学会中部支部研究発表会，昭和55年，p.216～217
- (9) 服部他，土木学会中部支部研究発表会，昭和56年，p.192～195
- (10) 森，土木学会論文報告集，313号，1981，p.55～64