

愛知工大・工 (E) 谷口仁士, (E) 飯田源孝

1. 序 地盤の振動特性は周期及び振巾の両特性をもって表現できるので、地震動の大きさはこれらの特性に左右されるものと考えられる。地盤の軟弱な所は地震動も大きくなるので、これらの特性が、地盤の軟弱性に大いに依存しているものと考えてよいであろう。地盤の軟弱の度合は地質年代で大きめに区分されているが、それを力学的な面から考察する必要がある。一般的に力学的表現として N 値、剛性率、弾性率等が挙げられよう。本研究は振巾特性に大きく影響を及ぼしている地盤の軟弱の度合、すなわち、剛性率に注目し、まず地盤内地層の剛性率を求め、地盤内地層における常時微動の振巾特性を考察するものである。ここに地盤内地層の剛性率は PS 検尺による S 波速度から求めたものである。

2. 地盤内微動の測定法 測定に用いた地中地震計は固有周期1秒で、水平1成分を有するものである。図1に示した測定場所において内径75mmの調査孔を掘削し、地震計を孔中に設置した。地震計の調査孔壁設置方法は地震計ユニットを内蔵した円筒外側のゴムチューブを水圧により膨張、圧着させることにより行った。測定時間は各深度において10分間とした。

3. 剛性率の算出法 地盤内微動を測定した同一孔内で孔中換振器(0.04型3320)を設置し、板叩き法によって PS 検尺を実施し、 S 波速度を求めた。またボーリング時に得られたコアより、密度を求め、 $V_s = \sqrt{G/\rho}$ より剛性率 G を算出した。

4. 解析結果及び考察 今、地表あるいは最大深度において測定した振巾 $A(\omega)$ は、振動源の強さを $H(\omega)$ 、地盤の振巾特性を $I(\omega)$ 、伝搬経路による特性を $J(\omega)$ 、測定計器の特性を $L(\omega)$ とすれば、 $A(\omega)$ は一般的に、 $A(\omega) = H(\omega) \cdot I(\omega) \cdot J(\omega) \cdot L(\omega) \cdots (1)$ で表わすことができる。ここで任意の瞬間的な時間においては、 $H(\omega)$ は定常的とみなされる。したがって測定計器の特性 $L(\omega)$ が既知なものをを用いれば、任意の深度において測定された振巾を $A'(\omega)$ とすると、

$$A'(\omega) = H(\omega) \cdot I'(\omega) \cdot J(\omega) \cdot L(\omega) \cdots (2) \quad \text{となる。} \quad A(\omega) \text{ と } A'(\omega) \text{ の}$$

比 $A'(\omega)/A(\omega)$ は式(1),(2)より $A'(\omega)/A(\omega) = I'(\omega)/I(\omega)$ となる。よって振巾比は地盤の振巾特性の比となり、この振巾比を地盤内での増巾度あるいは減衰率と考えることができる。さて、図1の site A の解析結果を図2に示す。この地盤は深度38.5mまでが沖積層をそれ以深は波積層となっている。 V_s は深度とともに増大し、波積層内で302 m/secとなっている。周期特性は沖積層内で2.8 Hz、波積層内で1.7 Hz が卓越している。振巾特性については地表と任意の深度での振巾比 AD/AH は沖積層内で減少し、特に深度15m~40mの層内で、0.6~0.7より0.15~

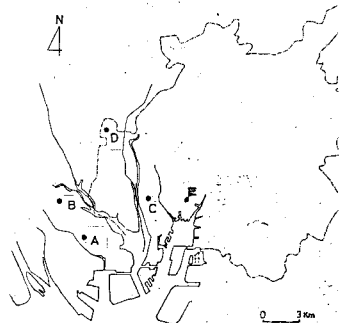


図1. 測定位置.

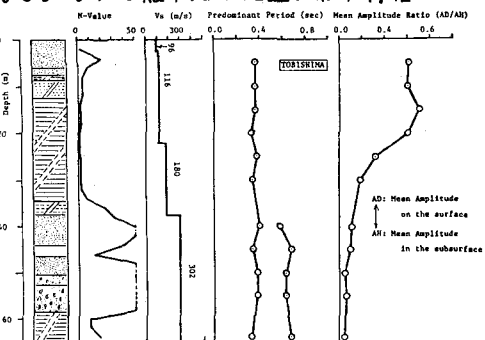


図2. N 値、 V_s 、地盤内微動の特性.

0.2 へと急激に減少している。この現象を振幅値の絶対値で示したのが図3である。この振幅減少状況を V_s との関係について考察すると、 $V_s = 116 \text{ m/sec}$ 付近から $V_s = 180 \text{ m/sec}$ 付近に入ると急激に減少し、また $V_s = 302 \text{ m/sec}$ 付近に入ると急に減少しており、S波速度の急に大きくなる所で減衰が大きくなっている。すなわち剛性率 G の表現を用いれば、 $G = 220 \text{ kg/cm}^2$ の層から $G = 600 \text{ kg/cm}^2$ さらに $G = 1810 \text{ kg/cm}^2$ の層に移るに従って急激に減少している。図4、5に図1の site C の解析結果を示した。この地盤は深度10m付近までが沖積層であり、以下は洪積層となっている。 V_s は深度78mまでは徐々に大きくなるが、78m以深で $V_s = 190 \text{ m/sec}$ とかなり小さくなっている。周期特性は各深度においてばらつきはあるが

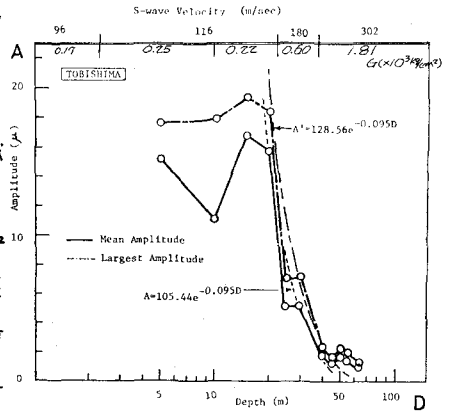


図3. 深度方向における振幅と V_s , G の関係

2.2 Hz ~ 3.0 Hz の帯域に卓越周波数をもっている。振幅特性については、site A と同様、沖積層内で振幅比の減少が大きく、洪積層内ではあまり

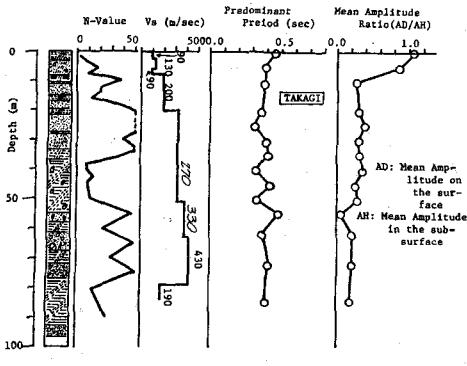


図4. N 値, V_s , 地盤内微動の特性

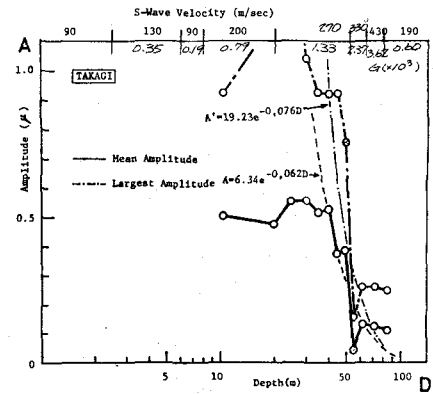


図5. 深度方向における振幅と V_s , G の関係

減少している。しかし、図4に示した振幅値の減少をみると、深度50m付近で急激に減少している。この地盤のS波速度は $V_s = 270 \text{ m/sec}$ から 330 m/sec に変わるころである。すなわち剛性率 G も 1330 kg/cm^2 から 2370 kg/cm^2 に変わるころである。図3、5の図中に示した減衰係数 α とS波速度の関係を site B, D の結果も加えて図6に示した。図に示すように減衰係数 α と V_s との関係は近似的に、

$$\alpha = -0.219 \log V_s + 0.557 \quad \text{に} \quad \text{なっている} \quad \text{と} \quad \text{みなされる。}$$

5. まとめ

以上の要約は次のとおりである。

- 1). 深度方向に対する振幅比の変化は沖積層内で大きい。
- 2). 深度方向による卓越周期の変化はあまりない。
- 3). 深度方向に対する振幅の変化は指数関数的に小さくなっている。
- 4). V_s と振幅の減衰係数 α との関係は $\alpha = -0.219 \log V_s + 0.557$ で近似することができる。また剛性率と減衰係数との間にも同形式の関係があると考えられる。

[参考文献] 1. 谷口他. 地盤内微動の周期・振幅特性, 愛工大研究報告 No. 14-B (1979年).

2. 谷口他. 地盤内微動の振動特性, 地震学会講演要録集 (1979年, 秋季大会).

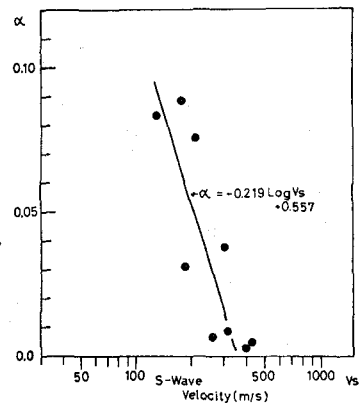


図6. 減衰係数 α と V_s との関係