

宇部市内の常時微動について

大 原 資 生*

Microtremor Measurement in the Area of Ube City

Sukeo ŌHARA

Abstract

Measurement of microtremors in the area of Ube City were carried out in order to investigate the relation between the properties of alluvium and the properties of microtremor.

Measurements were made at 79 sites as shown in Fig. 1.

The distribution of the predominant period is shown in Fig. 2.

The classification of ground is determined by the relation between the predominant period and the longest one.

Our conclusions are as follows :

- (1) The classification of the ground determined by microtremors is shown in Fig. 7.
- (2) The relation between the predominant period T (sec) and the thickness H (m) of alluvium may be written,

$$T = H/24$$

- (3) The relation between the maximum amplitude A (μ) and the thickness H (m) of alluvium may be written

$$\log A = \frac{H}{38} - 1.886$$

1. 緒 言

各地には、その地盤に特有な固有震動周期というものがあり、地震時には各土地でこの周期の震動が最も多くあらわれる。すなわち、この周期の波が卓越するという性質がある。これを地盤の卓越周期といい、耐震工学上にも地震動と構造物の共振ということから考慮されるべきものである。

また、常時微動とは風や工場機械、交通機関などを原因とする震動が集まつたもので、これらの人工的振動源はすぐ近くにあるものではなく、遠方で起こされる種々雑多な震動が四方八方から伝播してきて、混和し、個々の震動源の特性が打ち消されているもので、振幅が数 μ 以下、周期が2秒くらい以下の波の集りをいう。

最近の研究では、その土地での常時微動の卓越周期と地震動の卓越周期が一致するらしいということがわ

かり、また卓越周期の長さがその土地の地盤の良否の程度を示すということが明らかとなった。

このようなことから、建築学会においては常時微動の平均周期と最大周期、卓越周期と最大振幅との関係によって地盤を4種に分けて、その良否を定めることを考えている。

著者はこんど、宇部市内において、この地盤の良否と常時微動の特性との関係をしらべるために、電磁微動計を用いて宇部市内の79地点の常時微動の測定を行った。

その結果をのべる。

2. 測点および測定方法

測点は市内地質図によって定め、市内全般にほぼ均等に分布するように選定した。その位置は Fig. 1 に示す。

* 土木工学教室

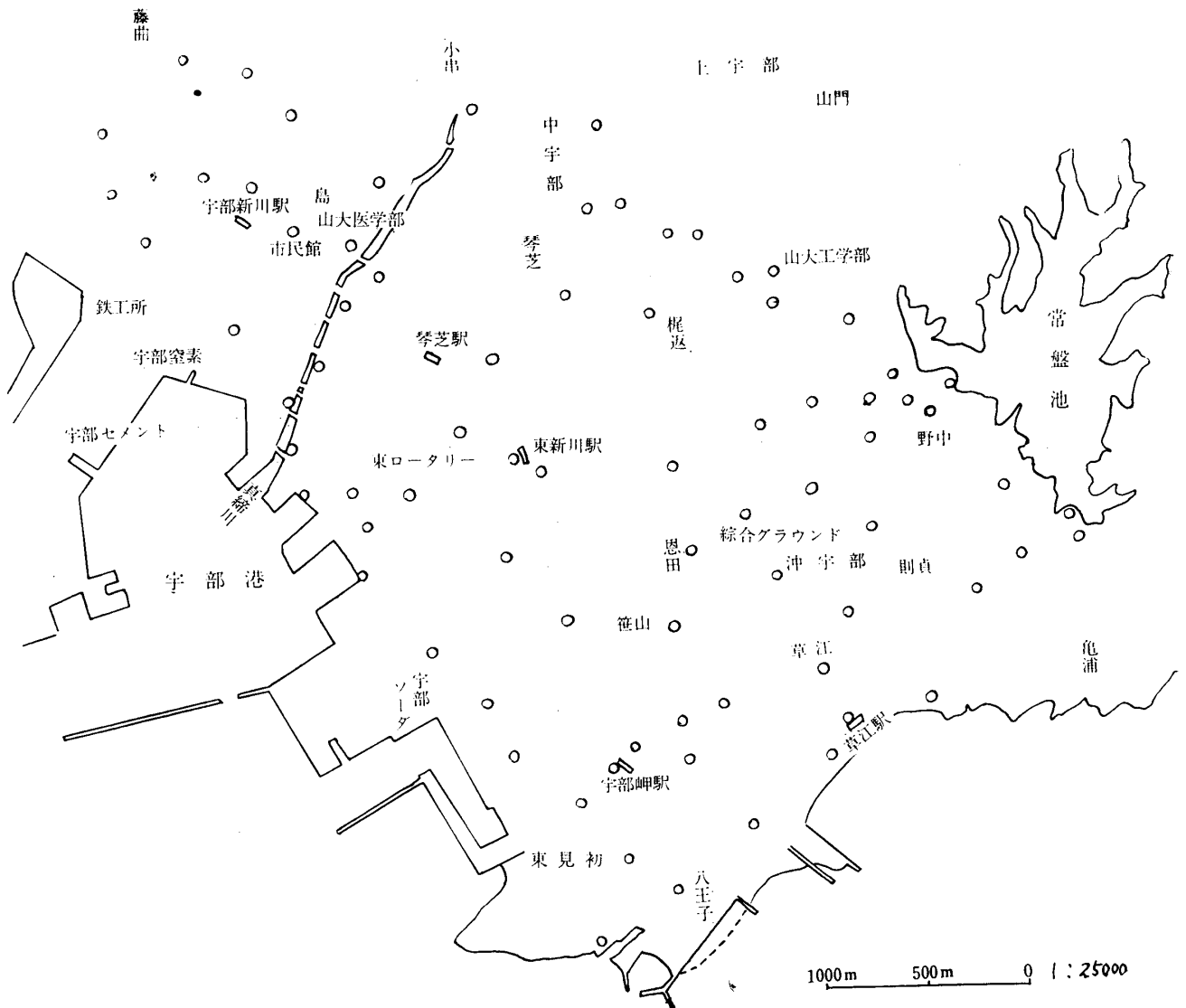


Fig. 1 Distribution of Measuring Points

測定装置である電磁型微動計は可動線輪型の水平動換振器（固有周期1秒，感度 $1.7/V/kine$ ）の出力を増幅し，さらに積分回路を通して煤書きペンオシログラフに記録するもので，総合感度は1～20サイクルの間で10,000倍となっている。野外測定であるので，電源としては蓄電池とインバーターを用いた。

測点では換振器を南北動に測定するようにおき，約2～3分間の常時微動を記録する。

測定を日中に行なったので，他の交通機関や歩行者による震動が直接混入しないように，極力注意し，そのために測点も小学校の校庭とか，公園，空地などに選定した。

3. 解析方法

常時微動観測の整理方法としては，つぎの2つの方

法がある。そのうちの1つは震動波の中心線を引き，その中心線を波が切る間隔の2倍を周期として一定時間内に各周期の波があらわれる数をかぞえて頻度曲線を描く方法と，他の1つはフーリエ分析を行なって周波数を成分別に分析する方法である，後者は簡単には行なえない。そこで，著者の場合は前者の方法を採用したのであるが，インバーターを使用するため，中心線がわずかではあるが全体的に大きく脈動しているので，波の山と山，または谷と谷の間隔を周期として測定した。

このようにして求められた周期別頻度曲線の例をFig. 2に示す。

地盤の特性はこの頻度曲線によって示されると考える。

この曲線の大体の形はある周期のところに山があつ

るが、対称でないときは一致しない。

(3) 最大周期 (Longest Period)

記録上にあらわれた最大の周期で、これが卓越周期より大きいほど頻度曲線が平らなものとなる。

これらのほかに、記録に現われた最大振幅などもあわせて示される場合がある。

4. 結果および考察

4・1 宇部市内の常時微動

Fig. 3 は宇部市内79地点の測定結果から頻度曲線を求め、それぞれの地点の卓越周期の分布を示したのである。

この図よりわかるように市の東部台地、すなわち東見初、草江、亀浦の地域の卓越周期が比較的短かく、0.2~0.3秒程度となっており、その他の地域では0.4秒前後の卓越周期の地盤となっている。その中で、

真綿川河口付近、医大付近、沼交差点付近、常盤池周辺付近などに0.5秒程度の卓越周期が比較的長い地盤が点在している。

なお、宇部港周辺はやはり長い卓越周期の地盤と予想されるが、工場などの関係で常時微動の測定は行なわれなかった。

また Fig. 4 は常時微動測定から得られた地盤の最大振幅の分布である。

この振幅の大小は地盤の良否に関係するが、この図では市街地および工場に近い地域で大きく、住宅地、山手では小さくなっている。

4・2 常時微動による地盤種別の判定

地盤調査は構造物の基礎を経路的に設計、施工するために欠くことのできない重要な一要素である。これは通常ボーリングなど直接的な方法によって行なわれる場合が多い。

そして、その結果から地盤の良否を4種に区分し

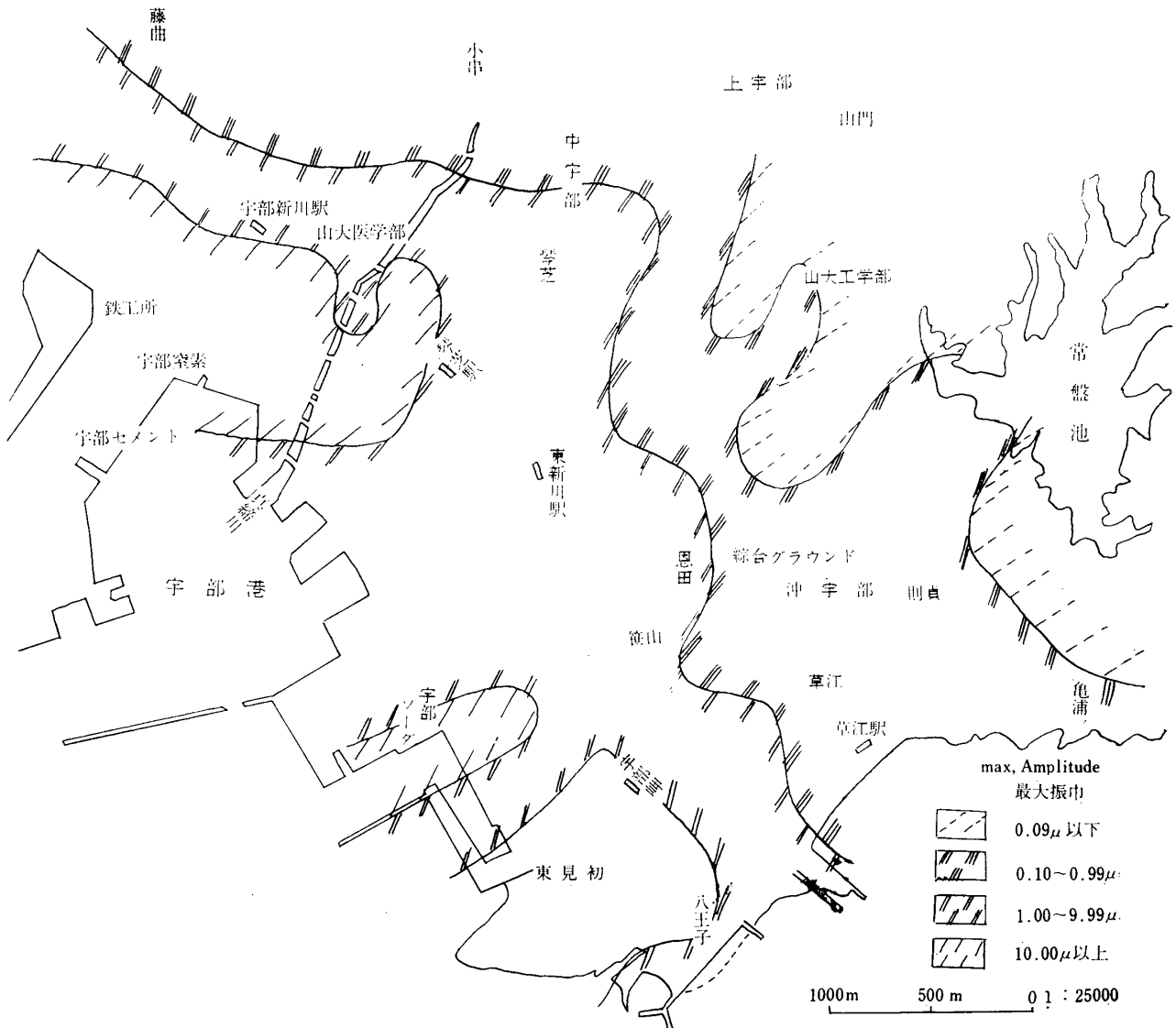


Fig. 4 Distribution of max. Amplitude

て、良好な地盤から順に第1種、第2種、第3種、第4種地盤とよばれる。

これを地盤種別というが、建築学会ではこの地盤種別の判定を常時微動の測定結果によって行なうことがこころみられている。

これには2つの方法がある。その1つは Fig. 5 に示す地盤種別判定図によるもので、常時微動の最大周期と平均周期との関係から、その地盤の種別を定める方法である。

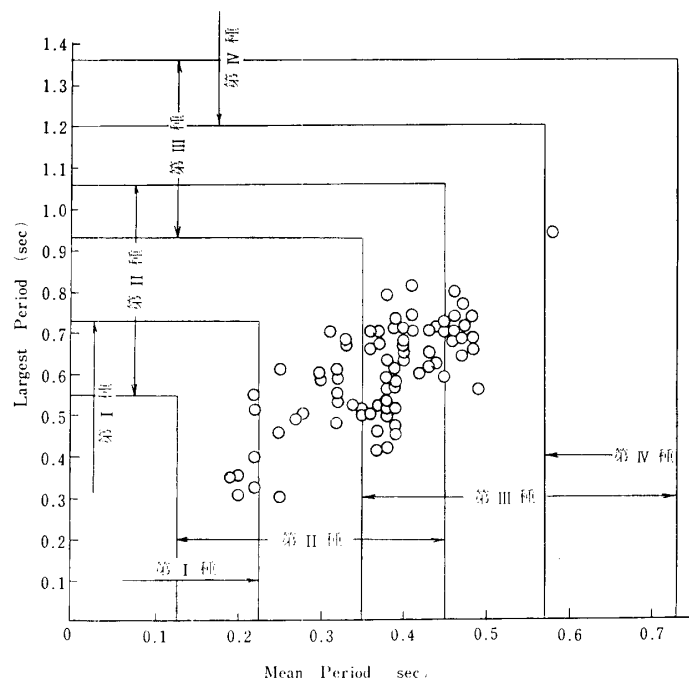


Fig. 5 The first proposal in the classification of the ground by microtremor measurement.

Fig. 5 の中に宇部市内の79地点の常時微動の結果を記入してあるが、主として宇部市内の地盤は2~3種地盤であることがわかる。

Fig. 6 はもう1つの地盤種別判定図で、これは卓越周期と最大振幅との関係によって区分するようになっている。

これら2つの判定図による総合判定の結果が Fig. 7 である。この総合判定を行なうについては、今回の常時微動観測は日中に行なわれたものであるので、最大振幅には交通機関や工場の機械の運転による影響が含まれている場合を考えて、Fig. 5 での結果に信頼性を大きく持たせて総合判定を行なった。

Fig. 7 よりわかるように、宇部港周辺から真締川の両岸に広がる市街地付近が第3種地盤となって宇部市内では最も良い地盤となっている。その外周に第2

または第3種と見られる地盤があって山手、および東見初の台地の地域が第2種と第1種地盤となっている。

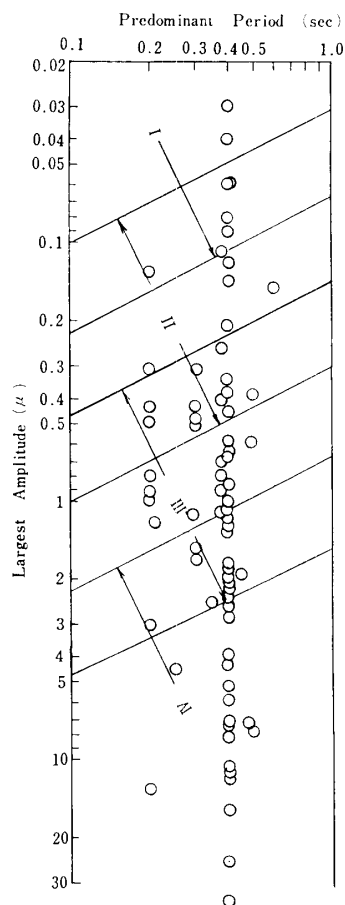


Fig. 6 The second proposal in the classification of the ground by microtremor measurement.

4.3 表層の厚さと常時微動の周期、振幅との関係
宇部地域の地盤構造は一般に頁岩上に砂礫、シルト、粘土が複雑に入り組んで比較的軟弱な層を造っているが、梶返、常盤台付近のごとく頁岩の上を蛇紋岩がおおっており、地表に向かうにしたがって風化の程度を増して地表に露出していたり、石炭が頁岩の間に存在していることもある。

頁岩は第3紀層に当り、その上をおおっている洪積層または沖積層を表層とよぶことにする。しかし、地盤柱状図だけでは、この表層厚さを確実にすることができない地点もあったので、標準貫入値が急激に大きくなる深さまでを表層厚さと考えた。

この表層の厚さを常時微動の卓越周期、最大振幅との関係を求めたのが、Fig. 8, Fig. 9 である。これは宇部市内19地点でのボーリング結果より両者の関係を

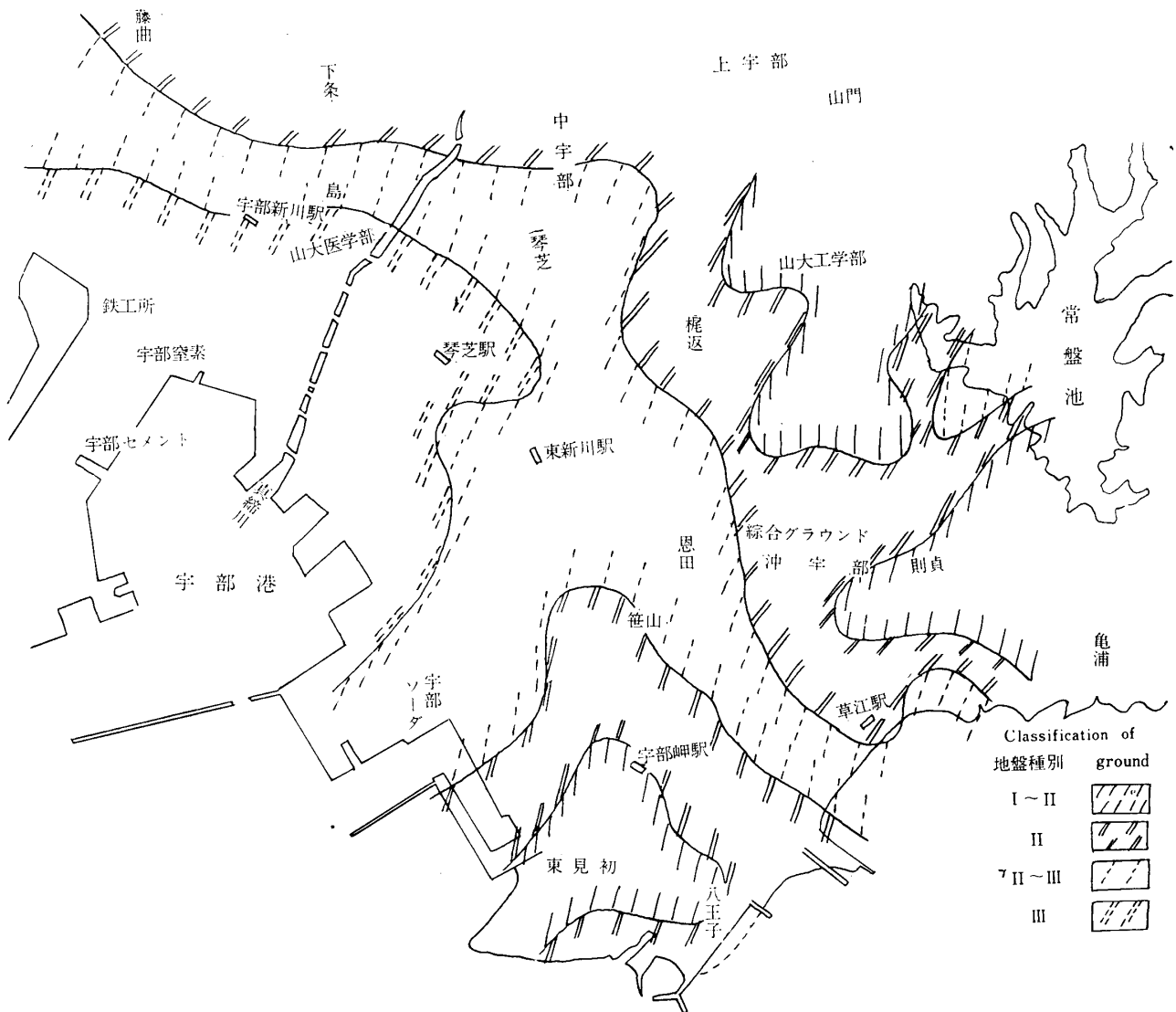


Fig. 7 Classification of Ground.

求めたもので、かなりのバラツキもあり、点の数も少ないのであるが、一応、表層厚と卓越周期との関係はほぼ直線比例の関係にあることがわかる。

一般にいわれることは、表層の厚さを H 、表層中の横波の伝播速度を V_s としたとき、この表層の固有振動周期 T は次式で示される。

$$T = 4H/V_s \quad (1)$$

この T を地盤の固有周期ということから卓越周期に等しいと考えると、卓越周期と表層厚とが一次比例の関係にあることが説明できる。両者の関係を Fig. 8 よりとると、

$$T = H/24 \quad (2)$$

となる。ただし T は秒、 H は m で表わす。
(2)式より表層中の横波の速度を求めると $V_s = 96m/sec$ が得られる。

表博士は洪積層や沖積層内での横波の速度の標準値を与えているが、その値を参考にすると、 $V_s = 96m/sec$ となるのは砂質シルトと判断される。つまり、宇部地域の地盤の表層は複雑な層をなしているが、概括的には砂質シルトから成立していると考えることができる。

この結果はボーリング結果から見ても妥当なものである。

さらに、この表層のポアソン比を 0.25 と仮定するとヤング係数 $E = 350kg/cm^2$ といった値が求められる。

また Fig. 9 でもかなりバラツキがあるが、表層厚が大きくなるにしたがって最大振幅も増大している。いま、最大振幅を $A (\mu)$ 、表層厚を $H (m)$ とすると、両者の関係は次式で示される。

$$\log_{10} A = \frac{1}{3.8} H - 1.886 \quad (3)$$

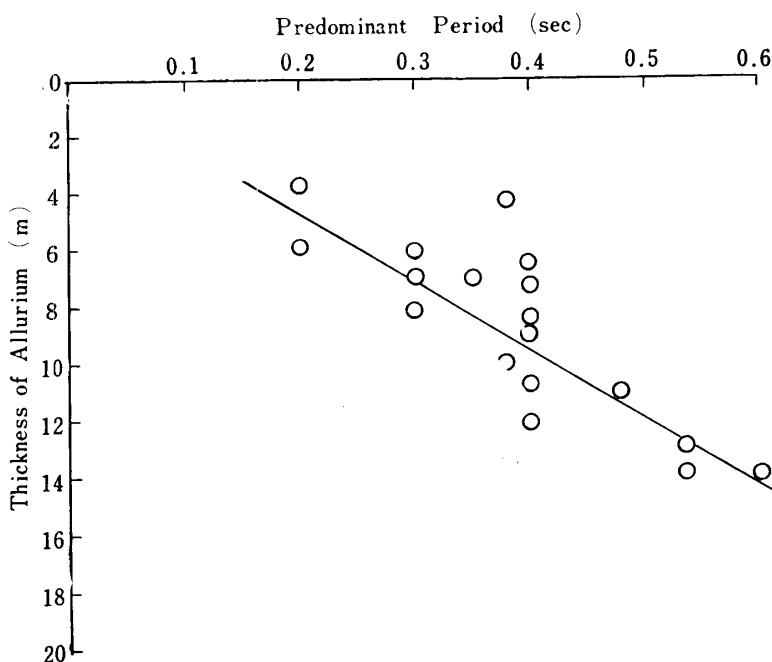


Fig. 8 The relation between the pre-dominant period and thickness of alluvium.

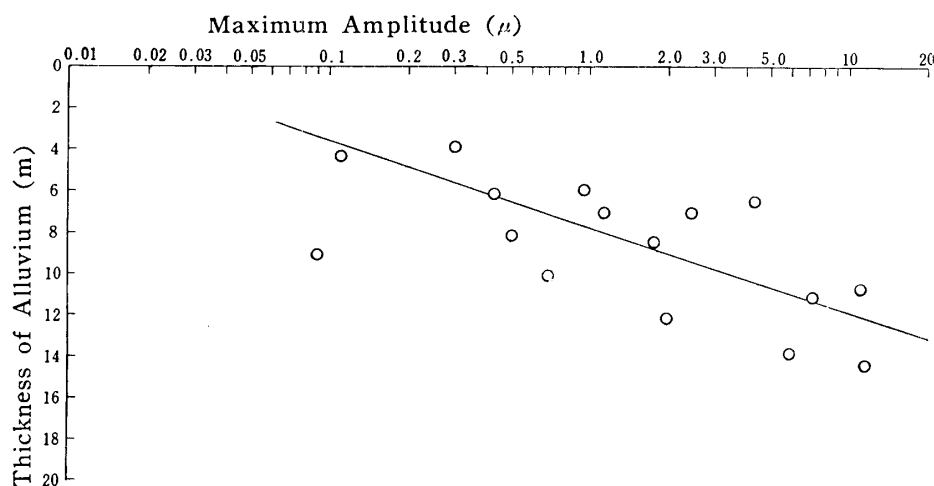


Fig. 9 The relation between the maximum amplitude and thickness of alluvium.

5. 結 語

常時微動の測定結果から、その地盤の特性をどの程度まで知ることができるかということをしらべるために、宇部市内における常時微動を測定して、その卓越周期と表層厚との関係などを求めてみた。

その結果はおよそつぎのとおりである。

- (1) 常時微動測定による地盤種別判定の結果は

Fig. 7に示される。

- (2) 常時微動の卓越周期 T (sec) と表層厚 H (m)

との関係はほぼ $T = H/24$ で示される。

- (3) 常時微動の最大振幅 A (μ) と表層厚 H (m)

との関係はほぼ $\log_{10} A = \frac{H}{3.8} - 1.886$ で示される。

上記の結果に付随して、宇部市内の表層は主として

砂質シルトからなり、そのヤング係数は 350kg/cm^2 程度ということなどが推定された。以上、総合するに宇部市内の地盤は宇部港周辺、真締川両岸の地域で、あまり良好な地盤ではないということが常時微動測定結果からもいえる。

この測定および測定結果の整理に昭和40年度卒業生、岩永忠、手納秀喜両君の助力を得たことを付記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 金井 清, 大築志夫 耐震設計, コロナ社 (1962)
- 2) 岡本舜三, 地震力を考えた構造物の設計法, オーム社 (1954)
- 3) 田治見宏, 建築振動学, コロナ社 (1965)
- 4) 田中貞二, 森下利三: 長岡地震の被害地域における常時微動の測定結果, 地震研究所彙報41号 1冊 (1963-4)

(昭和41年6月15日受理)