

愛知工大 (正) 谷口仁士

〃 (正) 飯田茂幸

1. はじめに

過去、筆者らは愛知県を中心に、約400地点で常時微動の測定を行った。その結果、地盤構造の相違により、水平成分の卓越周期と上下成分の卓越周期との間に差が生じることを明らかにし、その差を利用した地盤種別の判定法を提案した。また、Tripartite観測、地盤内常時微動測定を通じて、卓越周期近傍の波動の多くは表面波波動の可能性が大きいことも明らかにした。本報告は上記のような微動の特性を踏えた上で、微動測定より得られた水平成分と上下成分の卓越周期の分離現象を表面波波動理論を用いて説明するとともに、地盤構造と地盤を構成している地層のS波速度を推定しようとする一つの試みである。

2. 地盤構造と微動測定による卓越周期との関係

測定された微動の解析結果を地盤種別Ⅰ～Ⅳ種に分けて、図1～図4に示した。この種別は建築基準法による種別法である。それぞれの地盤上での水平成分の卓越周期と上下成分の卓越周期との関係

をまとめれば以下になる。

図1. オⅠ種地盤上では水平2成分、上下成分とも卓越周期が0.121～0.160秒の帯域に分布する確率が高い。

図2. オⅡ種地盤上ではEW成分と上下成分

は0.361～0.400秒の帯域で分布確率が最大となるが、NS成分は0.321～0.361秒の帯域で大きくなる。

図3. オⅢ種地盤上では水平2成分は0.401～0.440秒の帯域で、上下成分は0.281～0.320秒の帯域で分布確率が最大となる。すなわち、水平成分と上下成分の卓越周期の差が0.12秒となる。

図4. オⅣ種地盤上では水平成分は0.601～0.640秒、上下成分は0.481～0.520秒の帯域で分布確率が最大となる。

この現象はオⅢ種地盤と同様であり、卓越周期の差は0.120秒となる。以上の結果より、水平成分の卓越周期はオⅠ種～オⅣ種地盤にかけ大きくはなっている。その大きくなる度合はオⅠ種～オⅡ種が0.20秒、オⅡ～オⅢ種が0.04秒～0.08秒、オⅢ種～オⅣ種が0.20秒である。一方、上下成分については、オⅡ種～オⅢ種にかけて卓越周期は小さくなるが、その他の地盤では水平成分同様、オⅠ種～オⅡ種、オⅢ種～オⅣ種にかけて大きくなっている。しかし、オⅡ種～オⅣ種にかけての変動は水平成分よりも小さい。その結果、オⅣ種地盤上では、水平成分と上下成分の間の卓越周期の分離が明確になる。

3. 卓越周期と理論解析値

図5～図8に各種地盤上での実測卓越周期と表面波、S波重複反射、1/4波長の理論による計算された卓越周

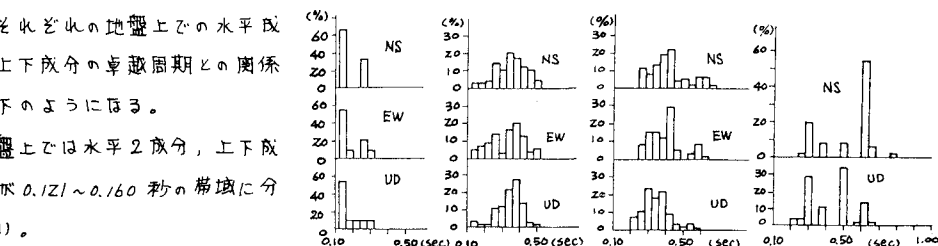


図1.オⅠ種地盤, 図2.オⅡ種地盤, 図3.オⅢ種地盤, 図4.オⅣ種地盤

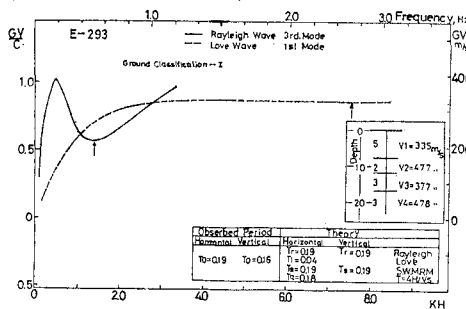


図5.オⅠ種地盤での実測卓越周期と理論解析値

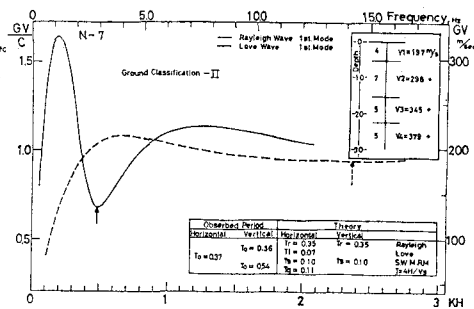


図6.オⅡ種地盤での実測卓越周期と理論解析値

期を示した。更測結果と解析値を比較すると、Ⅱ種地盤上では Rayleigh 波、S 波、半波長理論による解析値と更測値がほぼ一致している。

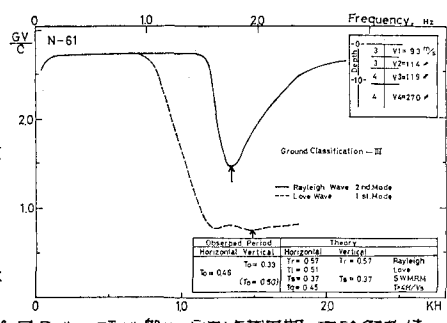


図7.Ⅱ種地盤での更測卓越周期と理論解析値

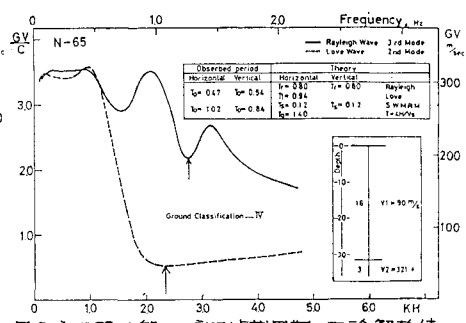


図8.Ⅳ種地盤での更測卓越周期と理論解析値

Ⅱ種地盤上では水平、上下成分とも Rayleigh 波とよく対応している。しかし、Ⅲ種、Ⅳ種地盤上では水平成分は Love 波、上下成分は Rayleigh 波 or S 波と対応している。以上のことより、測定された卓越周期近傍の波動の相違により、水平成分と上下成分の卓越周期の間に分離現象が生じ、その現象の発生および大きさは地盤構造に依存しているものと推測できる。

4. 二層構造モデル地盤の解析

上述した現象を定量的に考察するため、図9に示したような二層構造のモデル地盤を作成した。モデル地盤の動力学定数は名古屋地盤において更測された平均的な定数である。解析については、前述したように更測卓越周期が表面波波動で説明できることより、微動が Rayleigh 波と Love 波の合成されたものと仮定し、モデル地盤の層厚(H)と卓越周期、地層の V_s と卓越周期の関係について行った。解析結果を図10に示す。図中の T_h は Love 波より計算された値であり、水平成分に対応している。また、 T_v は Rayleigh 波より計算された値であり、上下成分に対応している。まず、 T_h に注目すると沖積層厚が増すにつれ大きくなっている。同様に V_s が小さくなる程 T_h は大きくなっている。一方、 T_v については、 $H=10m \sim H=20m$ にかけて小さくなるが、 $H=20m$ 以上になると大きくなって行く。しかし、 T_h のように V_s にはあまり依存していないようである。すなわち、 V_s が変化しても、 T_v はあまり変化しない。よって、Ⅱ種地盤上では $T_h \approx T_v$ であった現象が沖積層厚が増す程、 V_s が小さくなる程、 T_h と T_v の差、すなわち分離現象が大きくなる。この現象は更測結果と同じ現象である。

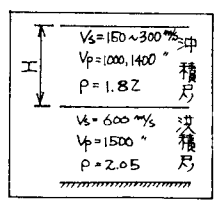


図9.モデル地盤

この現象を図11に示した。図に示したように、 $V_s = 150 m/s$ の沖積層を考えた場合、層厚 $20m$ で 0.3 秒であったものが、層厚 $30m$ で 0.53 秒、 $50m$ で 0.75 秒にもなっている。S 波速度と卓越周期の差を層厚別に示したのが図12である。図に示したような関係を用いれば、沖積層の平均的な S 波速度をより近似値として推定できるものと思われる。

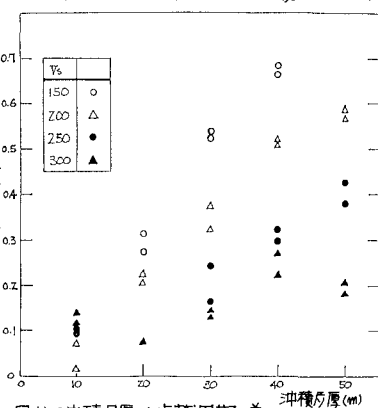


図11.沖積層厚と卓越周期の差

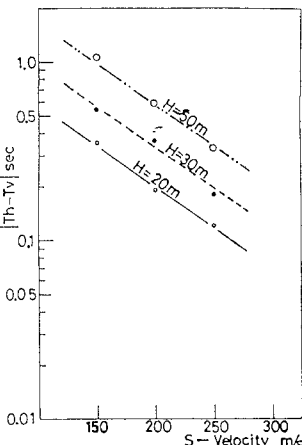


図12. S 波速度と卓越周期の差

5. まとめ

水平成分と上下成分の卓越周期の分離現象は、水平成分を Love 波、上下成分を Rayleigh 波と仮定すれば二層モデル地盤の解析結果より説明できる。また、この関係を応用すれば、地層の S 波速度の推定もある程度可能であると思われる。