

I-411

傾斜構造を有する実地盤の振動特性

九州大学 工学部 正 員 小坪 清真
 " " " 烏野 清
 " " " 成富 勝
 " " 学生員 ○塚本 敦之

1. まえがき

水平な層をなす地盤の振動特性は、実際の地震波の記録・重複反射法などの理論解析により、かなり解明されているが、傾斜構造を有する地盤の振動特性は、観測記録も少なく、理論的にも十分な検討がなされていないようである。そこで著者らは、傾斜構造を有する実地盤に対して常時微動試験を行い、地盤の卓越周期を求めると共に、FEMや重複反射法による理論値との比較検討を行った。

2. 常時微動試験

図-1に対象地盤である宅地造成地の概要ならび測点を示す。AcはN値0~1の軟弱地盤、AsはN値10前後のやや硬質な沖積層、Ds1はN値15~25 DcはN値10前後 Ds2はN値30~50の洪積層、Tmは岩盤である。

測点1~16において、電磁式速度型地震計(固有振動数

0.3Hz)を設置し、P方向(測点軸方向)S方向(測点軸直角水平方向)の常時微動を測定した。図-2は測点2,5,8,10で得られた速度記録のS方向のフーリエスペクトル図である。なおP方向のフーリエスペクトル図も、ほぼ同様な形であった。図-2に示したスペクトルのピーク値より地盤の卓越周期を求めた。

3. 理論解析

図-3に示すように地盤を対称と仮定して、半断面についてモデル化を行い、FEMを用いて解析した。境界条件は、図-3において左側を伝達境界とし、右側を固定境界とした。また、節点A~Dに対しては、その地点の地層が層状をなすものとして、重複反射理論による解析も行った。S波の速度VsはN値より仮定し、単位体積重量 γ 、ポアソン比 ν は、地層の土質の性質により仮定した。また、減衰定数は0.15とした。

4. 解析結果

図-4は、FEM及び重複反射理論より求めた節点A, C, Dの周波数伝達関数である。図-4より得られた地盤の固有振動数を実験値と比較して示したのが表-1である。また各節点における深さ方向の変位モードを図-5に示す。FEMや重複反射理論の結果は、軟弱地盤が深くなるにつれて、固有振動数が小さくなることを示している。実験では、節点Cで0.90Hz、節点Dで0.73Hzとその傾向が表われ、理論値とよく一致しているが、節点A, Bに関しては理論値と一致するような実験値を得ることはできなかった。しかし、節点Aの実験値2.88Hzは理論の2次に近く、重複反射理論による周波数伝達関数は2次の応答倍率が非常に大きいことを考えると、実験値は理論値の2次に対応していると思われ

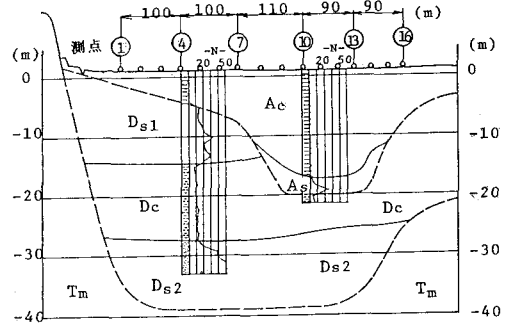


図-1 概要及び測点図

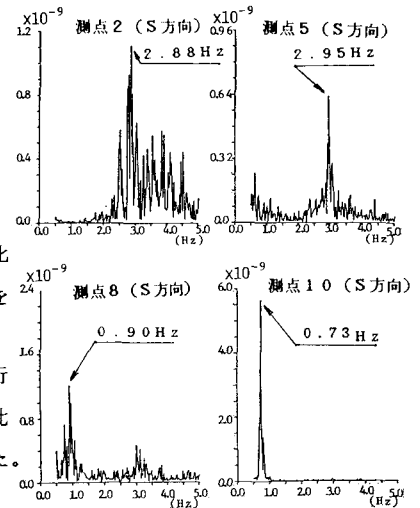


図-2 フーリエスペクトル図

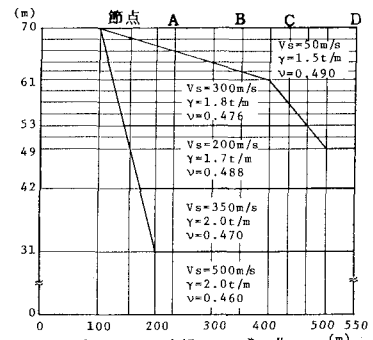


図-3 地盤のモデル化

る。図-5の変位モード図より節点C、Dのような軟弱地盤が深い地点では、軟弱地盤の部分が卓越している。また、軟弱地盤が浅い節点Aの変位モード図は、1次で地盤全体が卓越しており、2次で軟弱地盤の部分が卓越している。したがって、今回の常時微動試験では、軟弱地盤の部分が卓越するような振動のみが得られたようである。FEMと重複反射理論による解析結果を比較してみると、周波数伝達関数はやや異なっているが、低次の固有振動数や変位モードは比較的一致しているので、傾斜構造を有する地盤の解析においても、重複反射理論による解析は、ある程度有効であろう。

FEM解析において、EL-CENTRO地震のNS成分（最大加速度を100galに換算）を入力した時の地表面の地震応答を示したのが図-6であり、深さ方向の最大水平ひずみを示したのが図-7である。図-6において、最大応答加速度は、節点A、Bの軟弱地盤が浅い地点で大きく、節点C、Dの軟弱地盤が深い地点で小さくなっている。一方、最大応答変位は、軟弱地盤が深い地点での一次の卓越周期が大きいことから、逆に大きくなっている。また図-7より、水平ひずみは軟弱地盤の底面付近で大きな値を示し、地表面の水平ひずみは、各節点ともほぼ同じ程度の値であることがわかる。

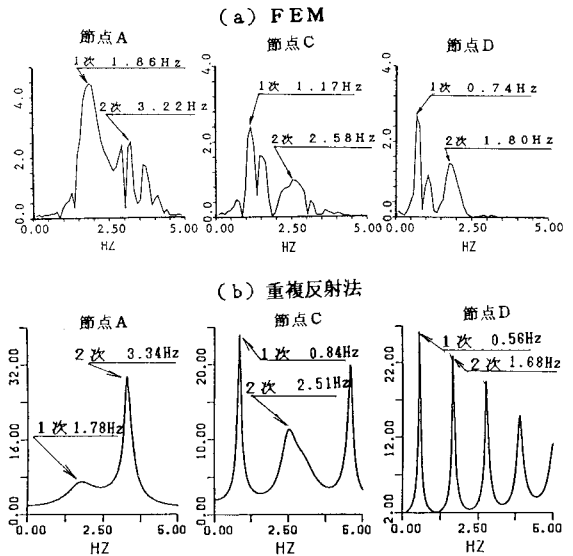


図-4 周波数伝達関数

表-1 固有振動数

単位 (Hz)

節点(測点)番号	節点A(測点2)	節点B(測点5)	節点C(測点8)	節点D(測点10)
実験値	2.88	2.95	0.90	0.73
FEM	1次 1.86	1.66	1.17	0.74
	2次 3.22	—	2.58	1.80
重複反射法	1次 1.78	1.38	0.84	0.56
	2次 3.34	—	2.51	1.68

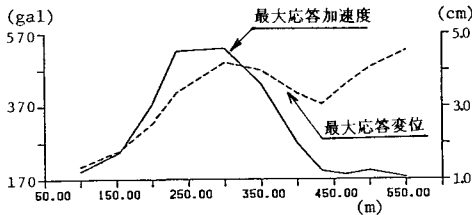


図-6 最大応答加速度及び最大応答変位図

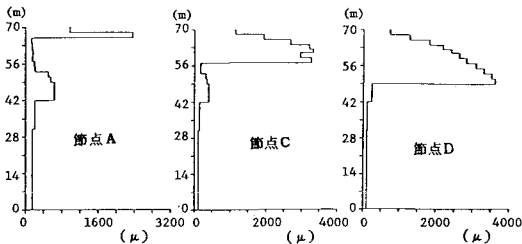


図-7 最大水平ひずみ図

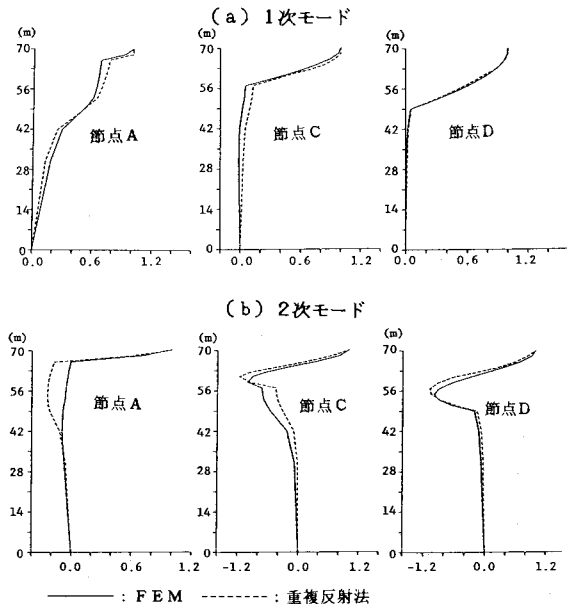


図-5 変位モード図