

1 はじめに

表面波,特にレーリー波を利用した地盤探査は古くからその可能性が指適されてはいたものの,地殻レベルの大局的構造をとらえるといった研究が主たるものであり,精度的に従来の屈折法や反射法よりも劣るものとされてきた。しかし, Foster・Heukeleom¹⁾は,表面波による探査を地盤表面の精密な探査に用い良好な成果を得ており,その後 Abiss^{2),3)}も同様の手法によって地盤の剛性率を求め,土の異方性に言及している。また国内では毎熊⁴⁾らが,人工盛土中の埋設物の深度・大きさなどを同様の手法により実験して成功を納めている。

これらの実験的研究は,従来の表面波に関する知識からすると大胆な仮定にもとづいて行われているにもかかわらず,いずれの場合にも相当に精度の高い成果をあげており,地盤の非破壊探査の分野に新しい局面をむかえる可能性を秘めているものと考えられる。本報では,表面波法による地盤探査への適用例を紹介し,本手法の土木地質調査分野への適用の可能性について述べるものである。

2 探査方法

探査に用いた装置は,図1に示した基本構成からなる。

探査自体は,起振器により任意の変調サイン波を発生させ,その伝播時間を2つの受振器によって求めるという単純な手法であるが,極めて短時間の現象をとらえるために,相互関法を用いている。

地表面でとらえられたレーリー波速度は, $\frac{1}{2}$ 波長の領域の平均的な伝播速度とみなすことができる,という仮定に基づいて,波長を変化させることによって深度方向のデータが得られる。

この仮定を理論的に説明をすることは難しいが,多くの探査例からの経験によれば,土木工学的には妥当なものと考えられる。

起振器は0~400Hz程度の周波数を任意に変化させることができ,深度は伝播速度の関数として次式によって求めることができる。

$$\lambda = V / n$$

$$Z = \lambda / 2$$

ここに, λ :波長, V :伝播速度, n :周波数, Z :深度である。

3 探査結果

図2,図3は,千葉県下の地すべり地で行った探査結果である。表現方法としてはFosterらの方法に従って,上半分に起振周波数と速度の関係を,下半分に波長の $\frac{1}{2}$ と速度との関係を示してある。

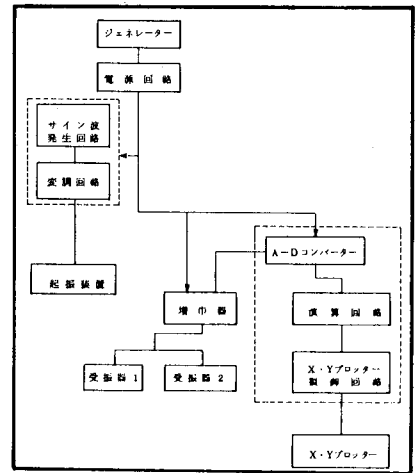


図 1

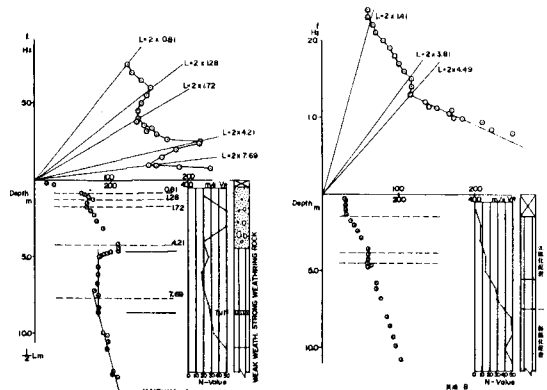


図 2

図 3

図2では、上部砂礫及び風化岩と弱風化岩との境界が明瞭に読み取れる。

図3では、速度変化と深度の関係は、地層境界よりむしろN値との関係に明瞭にあらわれている。

図4は、相模原市で行った探査例である。深度15m付近にN値の明瞭な変化点があり、これはローム層と砂礫層との境界を示している。しかし、レーリー波速度の分布は、若干の変化は見られるものの、この深度で明瞭な変化としては現われていない。

図5は、同一地点で行ったPS換層の結果と対比したものである。 V_s

(S波速度)と V_R (レーリー波速度)は、かなり良い相関を示している。

以上のことから、レーリー波速度は、地質構成との相関よりも力学的なパラメータであるN値との相関が比較的良好なこと、さらにはN値よりも V_s との相関が良いことなどが明らかとなった。

図6は、これまで行ってきた探査のうち、PS換層が実施されている地点を選び、 V_s と V_R との関係をまとめたものである。ポアソン比を0.4と仮定した時の理論的に求められる関係($V_R = 0.956 V_s$)を図中に示しているが、若干のパラッキはあるもののほぼこの関係に一致しているものと言える。

5 まとめ

表面波を媒体とした表層近くの地盤探査手法は、国内ではほとんど報告されていないが、ここにあげた例のように、比較的浅部の探査には効果的に利用できそうである。とくに、①探査はボーリング孔などを必要とせず簡易に実施できる、②S波速度と一定の相関を示すレーリー波速度が深度毎に得られる、という画期的な方法である。しかし、この探査手法は、今のところその理論的背景が十分に確立されていない部分もあり、今後さらに探査実績をふやし、それらの点を明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) C.R.Foster et.al Dynamic Testing of Pavement, A.S.C.E. Feb.1960
- 2) C.P.Abiss Shear Wave measurements of elasticity of the ground , Geotechnique Vol.31, No1 , 1981
- 3) C.P.Abiss Delarmination of ground modul: by a seismic noise technique on land and on the Sea bed, Geotechnique Vol.33 , No.4 , 1983
- 4) 毎熊, 佐藤 起振器振動によるS波速度構造の推定, 昭和57年度 物理探査学会講演予稿集

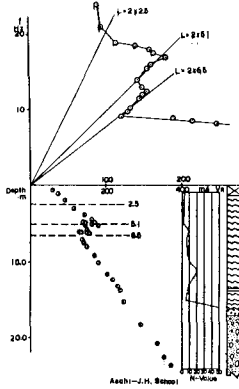


図 4

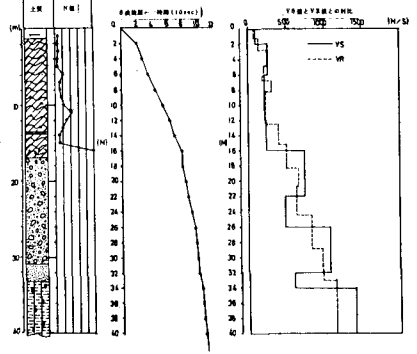


図 5

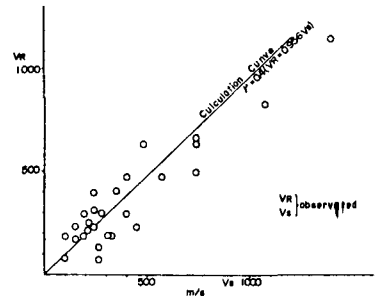


図 6