

III-312 砂柱により改良された地盤の動的特性に関する研究

東北大学大学院 学員 ○志田 智之 東北大学工学部 正員 柳沢 栄司
東北大学工学部 正員 菅野 高弘 宮城県道路公社 正員 高橋 準一

1. はじめに

一般に、地盤の動的特性を表す量の一つである弾性波速度は、PS検層により求められることが多い。しかし砂柱改良地盤においては複合地盤であるため、必ずしもPS検層によって地盤の動的特性を把握できるとは限らない。そこで実験室内で、砂柱を芯とする円筒状の粘性土供試体を作成して複合地盤の動的特性について検討した。本研究はこのような砂柱を芯とする円筒状の粘性土供試体を用いて行なった実験より得られた値と、砂と粘性土を弾性体と仮定して得られた理論値とを比較し、複合地盤を単一地盤として取り扱った時の弾性波速度の評価方法について考察しようとするものである。

2. 実験方法

本実験で用いた試料は、空気乾燥青葉山ローム土の840 μ mふるい通過分（日本統一分類法によるとCLに分類される）と山口県豊浦郡で産出される砂（豊浦標準砂）である。これらの物理諸量は表1、表2に示す。

供試体は、直径10 cm、高さ20 cmの円筒形モールドを用て作成した。供試体の概形を図1に示す。この供試体の中心部に金属パイプで直径2.4, 3.0, 5.4 cmの穴を開け、ここに標準砂を相対密度70%前後になるように詰めた。供試体作成終了後、モールドごと水槽に入れ上載圧0.38 Kg f /cm 2 で圧密を行なった。

実験は供試体を上端自由、下端固定の柱として設置し後、プラスチック棒で鉛直、水平方向に衝撃を与えて自由振動させ、ストレージオシロスコープで記録された加速度波形の立ち上がり時間の差から弾性波速度を決定した。実験後は供試体をモールドに戻し更に圧密を行ない、実験を繰り返した。

3. 複合地盤のせん断波速度

実験から得られたS波速度 V と単位体積重量 γ の関係を用いて、砂柱部分の弾性係数を仮定し、任意の置換率 $n=As/A$ における供試体全体の動的特性を推定することが可能であるかパラメータスタディーを行なった。ここに As 、 A は砂柱及び供試体の断面積を表す。粘性土のみから成る供試体から得られたS波速度 V を参考にして、粘性土のS波速度を $V_c=100, 120, 140$ (m/s)と仮定した。なお、この場合の粘性土の単位体積重量 γ_c は、 $\gamma_c=1.80$ (gf/cm 3)で一定とした。これは実験において粘性土部分の単位体積重量 γ_c が1.80 (gf/cm 3)付近を中心に余り変化しないことによる。また中心の砂柱部分についての弾性波速度 V_s は、同様な考えから $\{V_s=160$ (m/s), $\gamma_s=1.65$ (gf/cm 3) $\}$, $\{V_s=180$ (m/s), $\gamma_s=1.70$ (gf/cm 3) $\}$, $\{V_s=200$ (m/s), $\gamma_s=1.75$ (gf/cm 3) $\}$ の3段階を考えてパラメータスタディーを行なってみた。

これらの値から、砂、粘性土のせん断弾性係数 G_s 及び G_c を $V^2=G/\rho$ によって算定し、更に供試体全体の变形係数から換算した合成せん断弾性係数 G と密度 ρ を $G=(G_s \cdot As + G_c \cdot Ac)/A$, $\rho=(\rho_s \cdot As + \rho_c \cdot Ac)/A$ と考えることによって、パラメータを決めた時、任意の置換率 n の時のS波速度を算定することが可能となる。なおここで As 、 Ac は砂及び粘性土の断面積であり、 $A=As+Ac$ である。

4. 実験値及び実測値との比較

図2に前述した仮定のもとで得られた理論曲線と、実験値を合わせて描いた。なお実験における置換率 n は、 $n=6, 9, 29\%$ である。データ数が少ないため断定的なことは言えないが、置換率

表1 青葉山ローム土の物理諸量

比重	2.72
液性限界	48.90%
塑性限界	22.76%
塑性指数	26.14%
粘土分	27.45%
シルト分	36.90%
砂分	35.65%
自然含水比	32~35%

表2 豊浦標準砂の物理諸量

比重	2.621
最大間隙比	0.926
最小間隙比	0.593

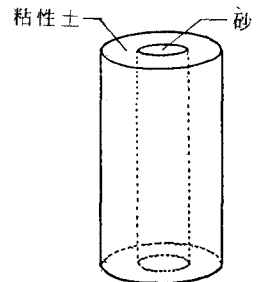


図1 供試体の概形

が小さい範囲については、上記の仮定によりある程度は実験値を表現することが可能である。置換率 n の変化に伴うS波速度 V の増加傾向が、理論値より実験値の方が大きいのは理論値においては圧密による粘性土の弾性波速度の増加が考慮されていないためと思われる。置換率が大きい範囲については砂の弾性波速度を測定することが困難であるため適宜、値を仮定してみたが、さらに多くの置換率について実験を行なうことにより、実験の精度を向上させることが必要である。

また現位置地盤について前述の理論が適用可能であるか、宮城県登米郡長沼ダムのG.C.P.工法により改良された地盤に対して行なったPS検層の値³⁾について考察してみる。表3にPS検層及び地表探査(屈折法)から求めた弾性波速度を示す。

ここでグラベル部分のS波速度を $V=250$ (m/s)、単位体積重量を $\gamma=2.0$ (gf/cm³)と仮定し、軟弱層のS波速度を $V=80, 100, 120$ (m/s)とし、それぞれに対応する単位体積重量を $\gamma=1.55, 1.60, 1.65$ (gf/cm³)とした場合のS波速度の理論曲線と実測値を図3に示す。置換率 $n=10$ (%)において、S波速度 $V=140$ (m/s)となり実測値に近い値が得られる。従って、複合地盤のS波速度 V は上述の仮定を用いればある程度推定が可能である。

5.まとめ

以上の結果を整理すると、

- (1) 置換率が小さい範囲については、パラメータの選択によっては実験値を表現することが可能であるように思われる。
- (2) 置換率が大きい範囲については砂の弾性波速度を正確に測定し、実験の精度を高める必要がある。
- (3) 現位置地盤に対しては上述の仮定を用いれば、ある程度弾性波速度は推定が可能である。

参考文献

- 1) 石原：土質動力学の基礎 pp. 91~101
- 2) 岩崎、嶋津共訳：土と基礎の振動 pp. 62~78
- 3) 高橋他：G.C.P.で改良された地盤で観測された地震記録の解析 第20回地震工学研究発表会講演、概要 pp. 185~188 (1989)

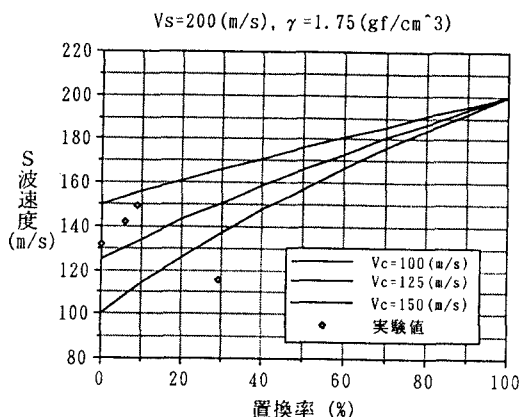


図2 置換率-理論曲線・実験値

表3 試験盛土と実地盤のS波速度

土層	改良地盤			無改良地盤		
	PS検層1	PS検層2	屈折法	PS検層1	PS検層2	屈折法
盛土	120~210	130~170	—	—	—	—
A _{c11}	140	170	170	50	70	50
A _{c12}	140	170	170	80~110	70~110	70~130
A _{s1}	140	150~170	170	130	110	130
A _{c2}	140~200	150	170	120~140	110	130
基盤	260~530	390	270	270~400	390	270

1) 15%改良部, 2) 10%改良部

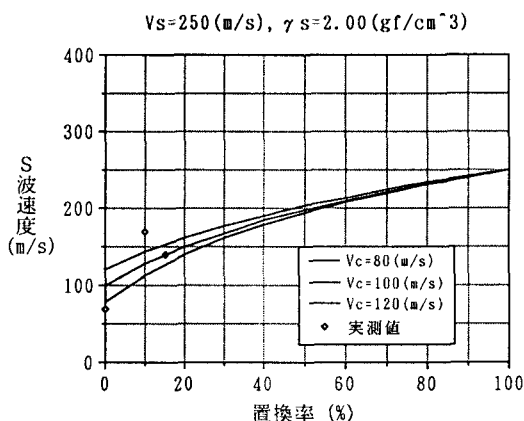


図3 置換率-理論曲線・実測値