

東京理大 ○正員 森地重暉
東京理大 正員 田村浩一

1. はじめに

長大構造物や地中構造物の耐震設計を行なうにあたっては、地盤の地震時挙動についての詳細な究明が必要になる。アレイ観測等により得られた資料を用いて地震動の波動論的究明が行なわれつつあり、この種の課題についての検討が進展している。一方、波動実験、振動実験等の模型実験解析方法も地盤や地中構造物の動的挙動を検討するのに有効である。地盤模型材料に低い波速の材料を用いると波動現象が把握しやすく、又、低い固有振動数の模型が製作できるので実験実施の上で都合が良い。そのような有効性を活用して模型地盤についての振動実験、波動実験を行い実験結果に波動論的な考察を加えた報告^{1),2),3)}が著者によるものも含めて発表されている。それ等において模型地盤に生ずる上下動はRayleigh波に、又、水平動はLove波によるものであることが示されている。文献³⁾では、剛基礎上の地盤が剛壁で囲まれている場合、地盤の固有せん断振動モードがLove波に起因するものであることが述べられている。Rayleigh波に関する実験的検討は基礎的段階にとどまり、単純な剛基礎上の地盤の振動についても次のような問題がある。1) 波動の波長が長い程、位相速度が理論値より低くなる傾向があること、2) 実験資料は基本モードのもののみで高次モードのものが確認されていない、等である。本文ではこれ等に関し実験的検討を深めたのでその結果を報告する。

2. 実験計画、実験結果とその検討

文献¹⁾においてRayleigh波に関する実験に用いた模型は、角とう形供試体(横巾60cm, 厚さ4cm, 高さ6cm)のもので、端部は固定境界になっている。固有振動数より波長 λ を、又、振動数と波長との積より位相速度 v を求め、横軸に λ/H (地盤高)、縦軸に v/v_s (横波速度)ととり、表-1に示す各資料を書き入れると λ/H の大なる程、位相速度が理論値より少なめになっている(図-1)。Rayleigh波の水平・鉛直変位は互いに 90° の位相差があるために、伝播方向の対向する波動を重ね合わせて生ずる定常波では水平変位振幅と鉛直変位振幅とが共に0になる表面上の箇所はない。それ故に、模型端部の境界条件がそのような定常波の性質と異なるので長い波長のものでは実験結果と理論値との間に差異が生じたものと考えられる。この差異を検討することで、Rayleigh波に関して追認することにした。定常Rayleigh波のモードに合せて図-2に示す水平動のみ可能な機構を模型端部に作り実験を行なうことにした。表-2に示す寸法の模型1、2を実験に用いたが、高さを変動したのは λ/H を二種類にしたためである。模型材料としてはアクリルアミドゲルを用いた。図-2に示す矢印位置に電磁式加振機を置き、互いに逆相に加振して主に地盤表面の上下動に着目して固有振動形、振動数を測定していった。模型より得られた最大波長の資料を表-3に示す。これ等より v/v_s 、 λ/H を求め図-1に記入した。●印、◎印はそれぞれ模型-1

	$f(Hz)$	$\lambda(cm)$	$v(m/sec)$	v/v_s	λ/H
1	9.8	60	5.9	2.8	1.0
2	13.4	30	4.0	1.9	5.0
3	17.4	22.5	3.8	1.9	3.8
4	18.5	15	2.8	1.3	2.5
5	21.0	12	2.5	1.2	2.0
6	22.7	10	2.3	1.1	1.7
7	22.5	8.5	2.2	1.0	1.4
8	27.9	7.5	2.1	1.0	1.3

f : 加振振動数 v_s : 横波速度 (2.11m/sec)

表-1

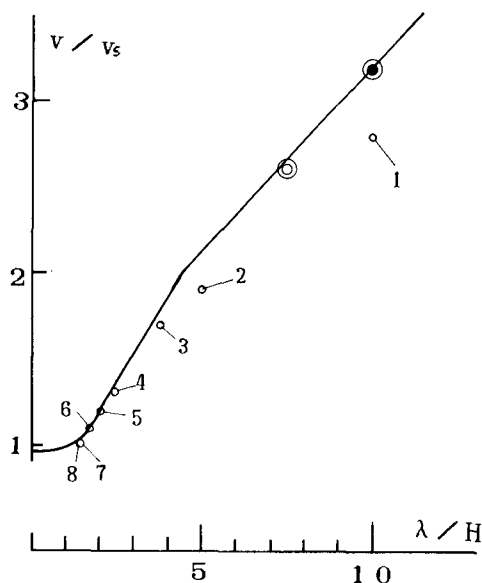


図-1

、2に対応している。 分散曲線との差異が表-1に示した資料のものより少ないことは実験結果が満足な精度を有するものと考えられる。

	横幅	厚さ	高さ	横波速度
模型-1	60(cm)	8(cm)	6 (cm)	2.54(m/sec)
模型-2	60	8	8	2.59

表-2

	f(Hz)	λ (cm)	v(m/sec)	v/v_s	λ/H
模型-1	13.4	60	8.0	3.2	1.0
模型-2	11.4	60	6.8	2.6	7.5

表-3

次に高次モードについての検討を行なった。
 多くの予備実験から上述と同様な形状の模型からも一次モードらしい振動状況が観察されたのであるが、模型厚さの方向に一様性がなくそのために厳密には平面ひずみ状態であるとは考えにくい。 そのようなことを考慮して、60 x 60 x 8 cmの地盤模型を剛基礎上にのせ側面を剛壁として底部を水平加振することで実験を行なった。 このようにすれば、加振方向に沿った地盤の対称面近くでは平面ひずみ状態に類似した条件にあると考えた。 地表面に発生する上下動に注目し、定常波の波長、振動数等を測定していった。 表-4に結果を示す。
 これ等より v/v_s 、 λ/H を求め図-3に示す分散曲線に記入した。表-3における(7)は分散曲線との比較から一次モードのものであると考えられる。

3. 結び

模型地盤に発生する振動モードについて波動論的な考察をし、上下動がRayleigh波によるものであることを追認した。 前報告¹⁾に比べ模型地盤における境界条件に改善を施して実験を行ない、前報告での結論を裏付けた。
 又、基本モードだけでなく、一次モードについても実験資料を得ることができた。
 室内模型振動実験で表面波の痕跡を把握したことは、不整形地盤、地中構造物等の動的挙動の究明に有効性を示すものと考えられる。

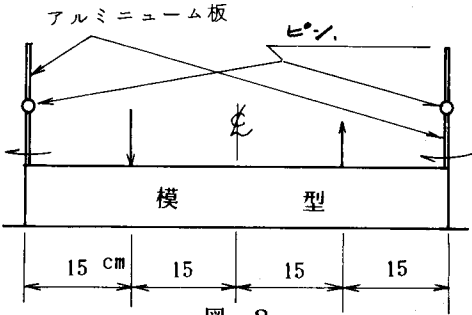


図-2

	f(Hz)	λ (cm)	v(m/sec)	v/v_s	λ/H
1	16.3	30	4.9	1.8	3.8
2	21.1	15	3.2	1.2	1.9
3	24.0	12	2.9	1.0	1.5
4	28.0	10	2.8	1.0	1.3
5	32.1	8.6	2.8	1.0	1.1
6	36.0	7.5	2.7	0.97	0.94
7	37.2	12.0	4.5	1.6	1.5

表-4

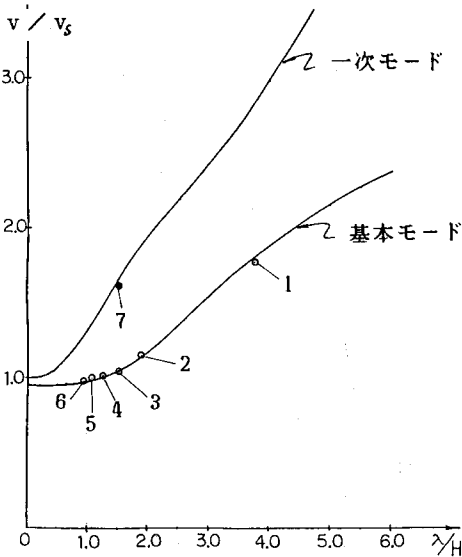


図-3

1) 森地、田村 <模型地盤に生ずる振動モードについての波動論的考察> 第17回地震工学研究発表会 1983年7月
 2) 大町、年縄 <表面波の伝播による地盤振動についての模型実験> 第39回年次学術講演会 第1部 1984年10月
 3) 森地、大町、年縄 <Vibration Modes characterized by Love Wave in an Elastic Layer overlying a Rigid Basement> 土木学会論文集 1 No. 356 1985年4月