

(43) 剛基層上の弾性層内を伝播するLove波に 関する一模型実験方法について

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

地盤内を伝播する波動についての解明は、地中構造物等の耐震性についての究明に対し基本的であると考えられる。そのような目的のためには、アレイ観測の他に数値解析、実験解析も有効である。ここでは、模型実験に着目し、伝播する波動の解明のための一手法の開発を試みた。

2. 実験計画および実験方法

剛基層上の弾性層内を伝播するLove波について実験を行ない、実験結果の検討を試みた。模型材料として基層には鋼材を、また弾性層に対してはアクリルアミドゲルを用いた。この材料は横波速度(2-3m/s程度)が低いのでアルミニウム、プラスチック等を用いる場合に比べて波動現象の発生、把握等が容易である。実験としては下記の2種類のものを実施した。

実験-I : 横波速度が一様な弾性層について。

基本的な検討を目的としてこの種の地盤について実験を行なった。弾性層模型は層厚3cm、奥行き12cm、長さ400cmの直方体とした。模型材料の横波速度は1.84m/s、また、ポアソン比は0.5である。波動の発生には電磁式加振器を用いた。図-1に示す通り、加振器の加振棒先端にアルミニウム角棒(断面1cm×1cm)をつけ、角棒は水平運動だけするように工夫した。角棒を弾性層模型に圧接して、模型の奥行き方向に正

弦的に加振することで弾性層内にSH波状の波を発生させた。発生する正弦波形は連続9個とした。振動数は12.5-22.5Hzとした。

波動の伝播により生ずる弾性層の変位の測定は次の通りとした。図-1の(2)-(9)において弾性層の自由表面近傍にストローを挿入固着してストローの先端にアルミニウム箔を付け箔の

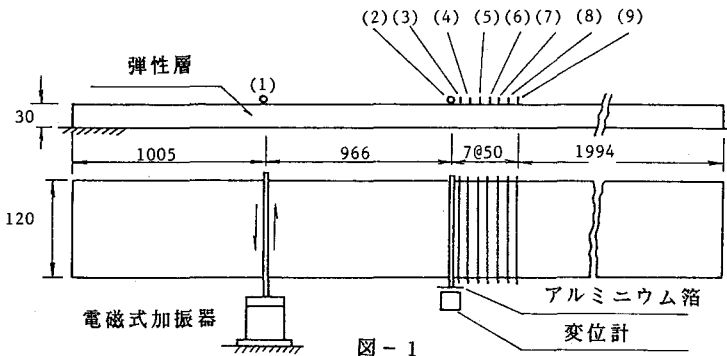


図-1

変位を非接触変位計(ギャップセンサ:電子応用(株))により測定した。変位波形はオッシログラフにより記録した。

実験-II : 鉛直境界左右で横波速度の異なる弾性層について。

応用例として、上記の弾性層内の波動の伝播状況を調査した。地盤模型の寸法、加振方法及び変位測定方法は実験-1の場合と同様である。図-2において、(1)は加振点、又、(2)-(17)は変位測定位置を示す。

*例えば、藤井 和成他3名<溝を通過するレイリー波群について(I),(II)>、地震、第2輯、第33巻、

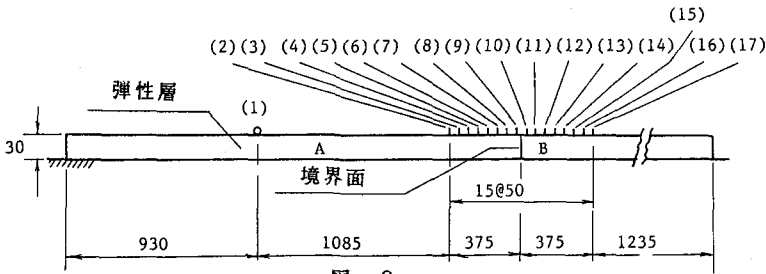


図-2

なお、横波速度はA部分では1.63m/s、また、B部分では1.90m/sとした。ポアソン比は両部とも0.5である。

3. 実験結果とその検討

3.1 実験-I について。

図-3に実験結果の一例(17.5Hz)を示す。各記録波形をみると明らかに波群が進行してゆく状況が分かるが、これは分散性波動の特徴である。図-4は(2)と(9)における変位波形を抜き出したものである。波群の速度は最大変位を示す位相(○印)の(2)から(9)までの時間差 t_g と、(2),(9)間の離隔距離とを用いて求め、これを群速度とした。

(2)の(○印)の位相の到達時間はその位相と(9)の(○印)を付けた以外の位相との時間差例えば図-3に示す t_p がそれに対応する。図-4に示す記録だけでは位相の到達時間を定めることは出来ない。例えば映画撮影等を利用し進行する波動のある位相の伝播速度を求めるべきであるが、ここでは次ぎの方法を試行した。伝播する波動の波長を求めるために(2)-(9)点での同時刻における位相差を調べてみた。図-3に示す一

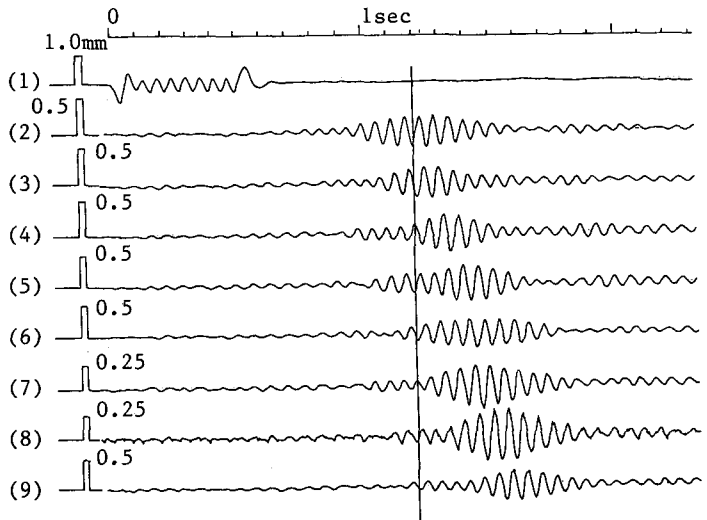


図-3

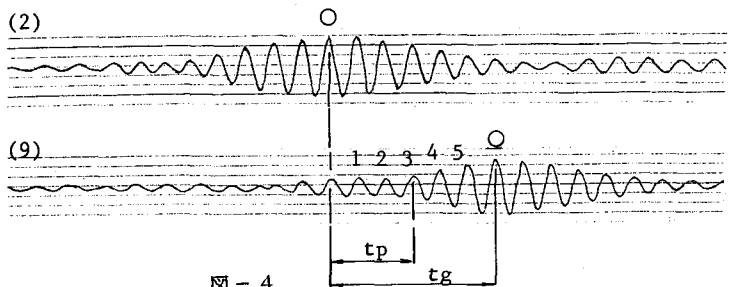


図-4

例では各測定点の間隔が5cmだから、波長は約20cmであることが想像される。振動数と波長との積から波速を求めると約3.5m/sとなる。図-4の(9)の記録のうち(○印)を付けた位相以外の1,2,3,4,5の位相

から t_p を求めそれらを用いて位相速度を試算し
 前出の値に近いものを求めると 3.09m/s となり
 2 の位相のものが正しいと考えられる。また、
 振動数を考慮して得られる波長は 17.7cm となる
 。他の振動数についても同様な解析を行ない、
 群速度、位相速度及び波長を求め分散性を調べ
 ると図-5 に示す通りとなる。図中には、剛基
 層上の弾性層内を伝播するLove波の位相速度と
 群速度の分散曲線を併記している。
 縦軸は位相速度 (C) 又は群速度 (C_g) と横波
 速度 (V_s) との比率、横軸は λ (波長) と地盤
 高さ (H) との比率を示す。

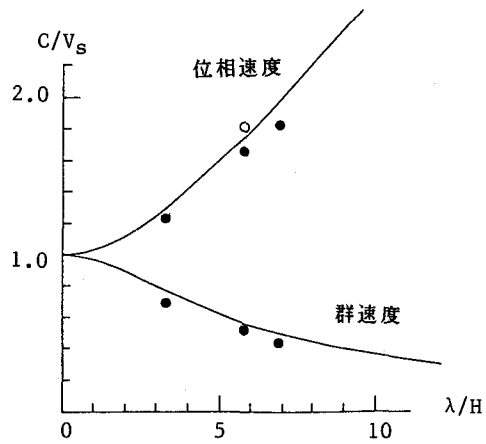


図-5

実験値は理論値を説明すると考えられる。

3.2 実験-IIについて。

13.0Hz-16.5Hz の振動数で加振し実験を行なったが、各振動数の実験結果について詳述することは紙面の
 関係上出来ない。図-6 に実験結果の一例(15.0Hz)を示す。測定点(9) と(10)との間に鉛直な境界面がある
 。図-6 を概観するとA部より波群がB部内に入射してゆく様子が分かる。又、A部からの波群が入射する
 以前にB部内に波長の長い波動の波群が発生しているのが分かる。図-6 に示される6個の波群の変位振幅
 の極大値 a, b, c, d, e 及び f の比率を求めると表-1 に示す通りになる。ここでは、13.0Hzでの加振点の振幅
 を1とし、他の振動数のものは同一の加振力となるように補正した。

表-1内の各値を概観すると次ぎのことが分かる。

- (1) 13.6Hzと13.8Hzとを境目にして b/e の値が急変している。
- (2) c, d の値は14.6, 14.8Hz 付近でピークとなっている。

これらのことから、13.6Hzより低い振動数では波動はA部にこもり、それより高い振動数では波群がB部へ
 透過してゆく傾向のあることが分かる。また、 c, d の値が大きいと思われる振動数領域ではB部の弾性層特
 有の群速度の遅い波動が発生しているものと考えられる。 b の値は13.8Hzで極大となり、又、 e は15.4Hzで
 最大と思われる値をとる。これらは各々A, B部のせん断1次振動数に近く、また、基本モードのLove波の
 Airy相に対応している。

4. 結び

剛基層上の弾性層内を伝播するLove波についての一つの実験方法を呈示した。一様な横波速度をもつ弾性
 層と鉛直境界左右で横波速度の異なる弾性層とを例題とした。実験結果を検討した結果、この方法は有用で
 あると考えられる。

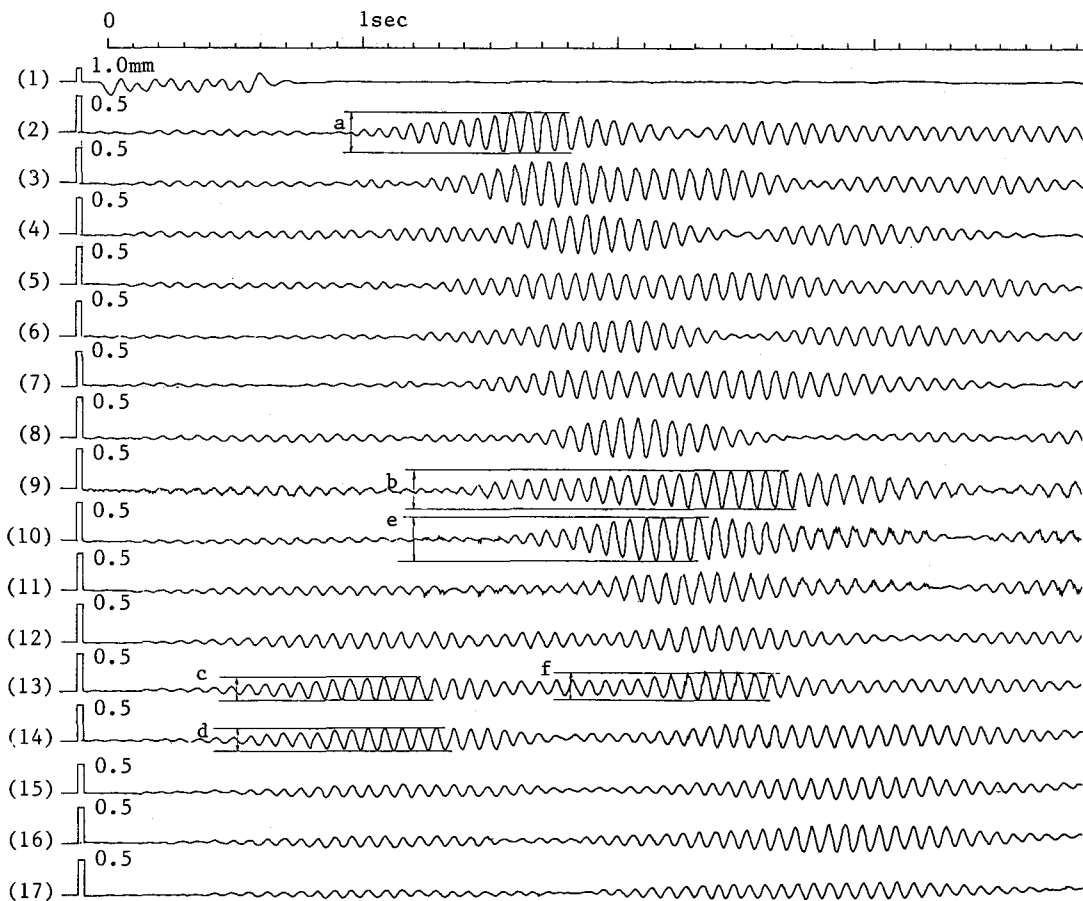


图 - 6

表 - 1

f (Hz)	加振点	a	b	c	d	e	f
13.0	1.0	0.20	0.26	0.04	0.05	0.14	0.07
13.2		0.22	0.31	0.04	0.03	0.17	0.06
13.4		0.34	0.47	0.07	0.03	0.14	0.07
13.6		0.44	0.53	0.11	0.05	0.19	0.14
13.8		0.52	0.65	0.18	0.15	0.44	0.23
14.0		0.45	0.56	0.18	0.16	0.39	0.21
14.2		0.51	0.61	0.26	0.24	0.48	0.28
14.4		0.53	0.60	0.31	0.28	0.54	0.32
14.6		0.58	0.64	0.33	0.33	0.62	0.38
14.8		0.59	0.59	0.34	0.32	0.62	0.40
15.0		0.54	0.50	0.32	0.31	0.59	0.38
15.2		0.58	0.41	0.30	0.30	0.62	0.39
15.4		0.63	0.44	0.26	0.28	0.63	0.41
15.6		0.58	0.40	0.21	0.22	0.57	0.40
15.8		0.57	0.41	0.16	0.17	0.53	0.39
16.0		0.61	0.45	0.12	0.15	0.58	0.43
16.25		0.60	0.47	0.09	0.12	0.56	0.48
16.5		0.57	0.50	0.07	0.07	0.58	0.48