

左右で力学的性質の異なる弾性層内の波動伝播状況についての模型実験的研究

東京理科大 学生員 江口 和人
東京理科大 正員 森地 重暉

1. はじめに

地中構造物の震害は、異なる力学的性質をもつ地盤どうしの境界近傍で生じやすいことが知られている。恐らく、地盤境界近辺でひずみが大きくなるためと考えられている。振動論的な検討でも、地盤の振動性状の変わり始める所では、地盤ひずみが大きくなることが予測される。本文では、このような課題に対し、波動論的な検討を行った。波動が伝播する場合、異なる力学的性質をもつ地盤の境界で、どのような波動が生ずるかを模型実験的に調査し、地盤境界での動的現象の解明に資することにした。

2. 実験計画・実験方法

2.1 実験計画

本研究では、剛基層上の弾性層に境界がある場合の波動現象についての基礎的な検討を目的としている。実験は2次元解析的に行った。次の3種類の模型を用いて、境界の相違が波動現象に及ぼす影響を調べた。

①媒質Ⅰ、Ⅱの層厚が等しく、それぞれの横波速度が異なる模型(Fig-1)

②媒質Ⅰ、Ⅱの横波速度は等しいが、それぞれの層厚が異なり、自由表面に段差がある模型(Fig-2)

③媒質Ⅰ、Ⅱの横波速度は等しいが、それぞれの層厚が異なり、剛基層に段差がある模型(Fig-3)

ここで、①②③での左側の弾性層（媒質Ⅰ）のせん断1次振動数は3種類の模型で、ほぼ等しくすることを目的とし、また、右側の弾性層（媒質Ⅱ）についても同様とした。そして、これらの実験模型左側（媒質Ⅰ）よりSH波状の波動を入射させ、境界での波動の反射状況や透過状況の相違を比較検討することにした。



Fig-1



Fig-2

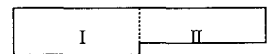


Fig-3

2.2 実験方法

模型材料として、剛基層には鋼材を、また、弾性層にはアクリルミッドゲルを用いた。そして、波動の発生には、電磁式加振器を用い、加振振動数8.5～34.0Hzの範囲で、正弦波形を連続9個発生させた。波動の発生位置は、せん断1次振動数の低い媒質Ⅰに置き、媒質Ⅱへと波動が進行していくようにした。Table-1には、各実験に用いた媒質Ⅰと媒質Ⅱの横波速度とせん断1次振動数が示されている。Fig-1、-2及び-3に示す模型についての実験を、以後、それぞれ実験-1、-2及び-3と称する。

Table-1

	弾性層の横波速度(m/s)		せん断1次振動数(Hz)		せん断1次振動数の比 媒質Ⅱ／媒質Ⅰ
	媒質Ⅰ	媒質Ⅱ	媒質Ⅰ	媒質Ⅱ	
実験1	1.7	2.4	8.30	11.8	1.4
実験2	1.6	1.5	7.91	10.3	1.3
実験3	1.6	1.6	8.26	11.5	1.4

3. 実験結果とその検討

境界の相違が波動現象に及ぼす影響を調べた。加振振動数毎に入射波の波群の最大振幅に対する透過波の

最大振幅と、反射波の最大振幅を求め、それぞれを透過係数、反射係数として図示するとFig-4, -5に示ようになる。Fig-4より、加振振動数が媒質Ⅱのせん断1次振動数より高くなるあたりで、各実験模型において急激に透過係数が増加し、中でも、剛基層に段差のある**実験-3**の模型では、他の場合より透過係数が高いことが分かる。また、Fig-5より、表面に段差のある**実験-2**の模型では、最も反射係数が大きい。他の実験においては、加振振動数が媒質Ⅱのせん断1次振動数を越えると反射係数が認められないことが分かる。なお、本実験で生じた波動は、**Love波**の性状をなしている¹⁾。

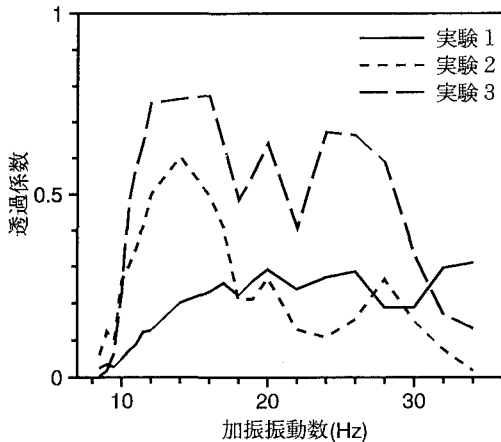


Fig-4 (加振振動数毎の透過係数)

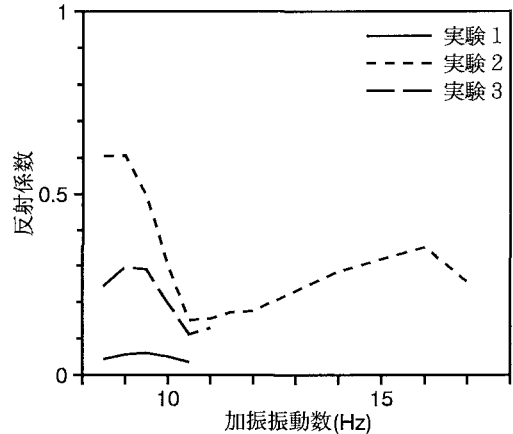


Fig-5 (加振振動数毎の反射係数)

地盤境界における波動現象の理論的研究については、佐藤²⁾やAlsop³⁾のものがあるが、簡単な考察でも、実験結果を説明することができる。Fig-4, -5より、媒質Ⅱのせん断1次振動数を境目にして、透過・反射の状況が顕著に変化していることが分かる。つまり、媒質Ⅱのせん断1次振動数以上での加振振動数では、透過が起こり、以下では反射が顕著になる。また、剛基層に段差がある模型では、透過係数が大きく、自由表面に段差がある模型では、反射係数が大きくなる。このことは、基本モードの**Love波**では、正弦波状のモードになるため、地盤表面で振幅が最大になることによるものと考えられる。なお、3種類のどの実験においても、媒質Ⅰのせん断1次振動数より低い振動数で加振した場合には、波動は発生せず、振動が発生する¹⁾。

4. 結び

地盤境界における波動現象の解明に資するために、左右で力学的性質の異なる剛基層上の弾性層の境界の差異が、S H波状の波動の透過・反射に及ぼす影響を模型実験的に調べた。左右で力学的性質の異なり方が同じでも、①層高が同じで横波速度が異なる場合、②横波速度が同じで自由表面に段差がある場合、③横波速度が同じで剛基層に段差のある場合、それぞれの実験において、透過・反射の加振振動数に対する変化状況が異なる。③の場合は透過係数が大きく、②の場合は反射係数が大きくなる。また、三者とも、高い方(媒質Ⅱ)のせん断1次振動数を境目にして、透過・反射の状況の加振振動数に対する変化が顕著になる。

〈参考文献〉

- 1) 森地, 江口: 地盤内の波動伝播問題に対するゲル状材料を用いた一模型実験方法について, 土木学会論文集, No. 483, I-26, 1994年4月
- 2) Sato, R.: Love Waves Propagated across Transitional Zone, Japan Jour. Geophys. No. 2, 1961
- 3) Alsop, L. E.: Transmission and Reflection of Love Waves at a Vertical Discontinuity, Jour. Geophys. Res. Vol. 71, No. 16, Aug. 1966