

I - B 87

地盤内の波動現象の肉眼的観察について

東京理科大学 学生員 川名 太
東京理科大学 正会員 森地 重暉

1. はじめに

地盤内の振動・波動現象の究明は、地震工学上の基本的な課題である。その究明方法には、数値解析、強震観測及び模型実験法がある。現在における前二者の普及に呼応すべく、模型実験法のより一層の進展が望まれる。著者はこのように考えて、模型実験法の開発・改善を行ってきた。他の模型材料に比べて横波速度が極端に低いゲル状材料を実験模型に用いて波動現象の速度を低減することで実験の実施を容易にした。

波動現象を捕らえるには、模型内を伝播してゆく物理量の時間的・空間的変動を知る必要がある。著者等は、模型における幾つかの点での変位の時刻歴を測定して得られた結果から波動の伝播状況を究明してきた。このような方法では、観測した点以外での状況は不明瞭である。そこで、本文では肉眼による単純な観察方法で現象を模型の広範囲で捕らえることで、過去に得られた結果の追認を試みた。

2. 実験目的・実験方法

実験に用いた模型材料の横波伝播速度は1~2m/s程度である。波動の発生方法にもよるが、弾性率が低いために模型での変位の伝播状況が肉眼でも観察できる場合がある。従って、撮影機やビデオカメラを用いて、コマ送りを適当にすれば現象を記録することが可能である。ここでは、試みに35mmフィルム用のモータードライブカメラ(Nikon:F3AFカメラ,モータードライブMD-4)を用いて波動の伝播状況を記録することにした。

著者等は、過去に剛基層上にある弾性層内の波動現象の把握に対して模型実験を行ってきた。弾性層における幾つかの点に生ずる波動伝播に伴う変位の時間的変動を測定してきた。直方体の模型地盤の奥行き方向の線上で上下方向に加振するとRayleigh波状の波動が模型地盤内に伝播¹⁾、奥行き方向に加振するとLove波状の波動が伝播する²⁾ことを示した。本文の目的は、今回用いた方法により、直方体模型の自由表面の変形が波動の性質を反映しているか否か調べることである。

模型材料として、アクリルアミドゲル³⁾を用いた。この材料で作成した地盤模型に波動が伝播していく状況を明瞭に捕らえるように次のような工夫をした。地盤模型の自由表面に蛍光灯を映し、表面の凹凸で生ずる蛍光灯の像のゆがみを撮影した。蛍光灯の像を明瞭にするためには模型表面が平滑でなければならない。模型を作成する際に型枠材料としてガラス板を用いているが、表面を清浄にすべく入念に処理した。Fig.1に実験の概要が示されている。模型の長手方向の中心線に関して左右対称に二本の蛍光灯の像が生ずるように工夫した。波動の発生には電磁式加振器を用いた。加振器の加振棒の先端にはアルミニウムの角棒(10×10mm)を取り付け模型に圧着した。上下方向に加振する場合と模型の奥行き方向に加振する場合とを行った。用いたフィルムはASA400のカラー用である。撮影速度は1秒間に6コマであった。また、寸法を確認するために模型の両サイドに20cm間隔で表球を取り付けた。

3. 実験結果と考察

Photo.1には、上下加振によって生じた波動の伝播状況が示されている。本模型材料の横波速度 V_s は1.4m/sであり、加振振動数は18Hzであった。波長 λ は8.0cmと思われる。よって、位相速度 C_p は $18 \times 0.08 = 1.4\text{m/s}$ となる。この模型地盤の層厚 H は、5.0cmであるため $\lambda/H = 1.6$ となる。その場合、弾性論では $C/V_s = 1.06$ であるので、合理性のある結果になっている。Photo.2には、奥行き方向に加振することによって生じた波動の伝

キーワード 模型実験, Rayleigh波, Love波, 肉眼的観察

〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 Tel 0471-24-1501 Fax 0471-23-9766

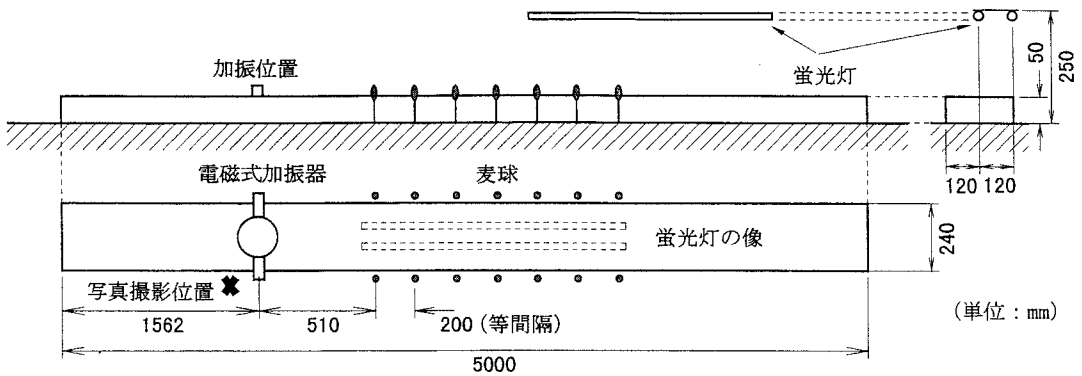


Fig.1 実験概要

播状況が示されている。加振振動数は18Hzであった。Photo.1のものに比べて明瞭には波長を読むことはできない。

これら二枚の写真でいえることはPhoto.1は二本の蛍光灯の像が同位相に見えるのに対して、Photo.2のものは逆位相になっている点である。像のゆがみは模型自由表面の凹凸による。Fig.2に示すとおり、Photo.1では、上下動は同方向で水平動が互いに異方向になっている。即ち、模型の奥行き方向に一樣に上下動が生じている。Photo.2では、水平動が互いに同方向で上下動は異方向であることになる。即ち、長手方向の中心線に関して上下動が逆対象に生じている。Photo.1の方がPhoto.2よりも明瞭に蛍光灯のゆがみが発生し、このことは上下動が優勢に発生しており、二次元解析でのRayleigh波の性質を示すことになる。一方、Photo.2では、水平動が優勢で上下動が小さいためにゆがみが明瞭ではない。水平動が奥行き方向に一樣に生じていることになり、模型表面の動きがSH波状のものであることを指し示していると考えられる。なお、水平動が生じていることは、直接、模型の変形からも確認できる。

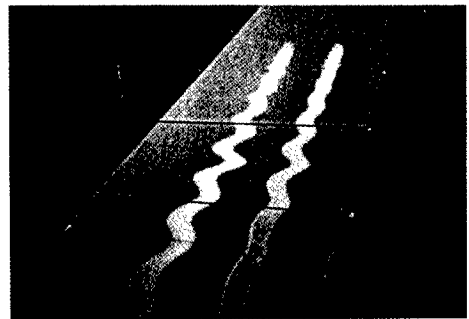


Photo.1 蛍光灯の像の様子（上下加振）

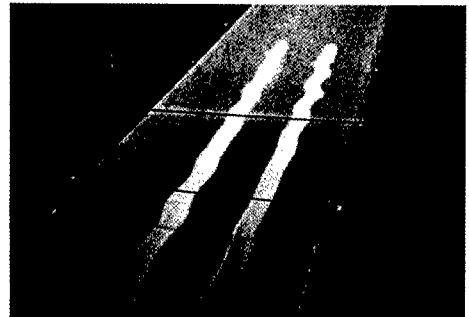


Photo.2 蛍光灯の像の様（SH加振）

4. 結び

著者等はゲル状材料を模型材料として用い、波動実験を行ってきた。それに関して行った単純な肉眼的観察の結果が波動の性質を定性的に正しく示していると考えられる。

参考文献

- 1) 森地重暉, 江口和人: 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, 土木学会論文集, No.489/I-27, pp.197-206, 1994.
- 2) 森地重暉, 大西康之: 弾性層内を伝播する表面波に対する一模型実験方法について, 構造工学論文集, Vol.38A, PP625-638, 1992.
- 3) 森地重暉, 田村重四郎: ゲル状材料を用いた動力学の模型実験解析の一方法について, 土木学会論文報告集, No.310, pp.33-44, 1981.

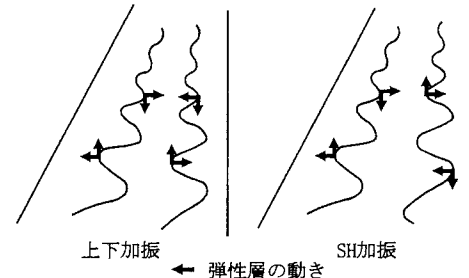


Fig.2 像のゆがみと弾性層の状態