

不整形地盤への SH 波の斜め入射により生じる 波動現象に対する模型実験的研究

東京理科大学 学生員 油井道彦
東京理科大学 正会員 森地重暉
東京理科大学 正会員 川名 太

1 はじめに

不整形地盤に生ずる波動現象の究明は、地震工学上において基礎的な課題である。この課題に対する究明方法として数値解析法が有効でその普及も著しい。しかし、複雑な現象の解析においては、大容量の計算が行なわれる場合もあり、数値モデルの設定が問題となる。この場合、現象の動力学的性質の概要を把握することが重要であり、このような考察に模型実験の結果が活用でき得るものといえる。本文では、地盤の不整形性に起因する波動現象の実験解析法の開発、改善を行いその有効性を調査することにした。

2 実験計画と実験方法

基層（硬層）と表層（軟層）地盤の連結部を地盤不整形部とし、そこに平面 SH 波を模型表面に対して 45 度方向から入射することで表層に生じる変位の測定を行った。

Fig-1 に実験装置の全体図、Fig-2 に実験装置の側面図と平面図を示した。

模型材料として、アクリルアミドゲルを用いた。この材料は 2 液混合型の高分子材料である。また、低弾性材料であるために波動現象の速度が低減できるので、現象の把握、波動生成の機械的制御が容易になり実験実施の上で有利になる。地盤模型は一層地盤と二層地盤が連結されており、連結部は 45 度の傾斜層をなしている。一層地盤の横波速度は 2.60 m/s、二層地盤の上層は 1.12m/s であった。地盤模型は 800×800×300mm の直方体のものとした。

SH 波状の平面波の入力は次のように行った。波動源となる平板を模型表面に対して約 45 度の角度で弾性層内に設置した。振り子の先端にとりつけたハンマーを平板に衝突させることで変位を与えた。平板は衝突後にゴムの復元力を利用して平板が微小時間で初期位置に戻るよう工夫してある。

波動伝播に伴い生じる変位の測定は、一層地盤と二層地盤上で行った。二層地盤上に底面が正方形の紙製の 5 面体を 6 点、一層地盤上に 1 点置き、それにレーザー光を照射して加振方向の変位を測定した。加振板の変位測定には、渦電流損式変位計を用いた。

サンプリング周波数を 2000Hz として 4 秒間の記録を得ている。

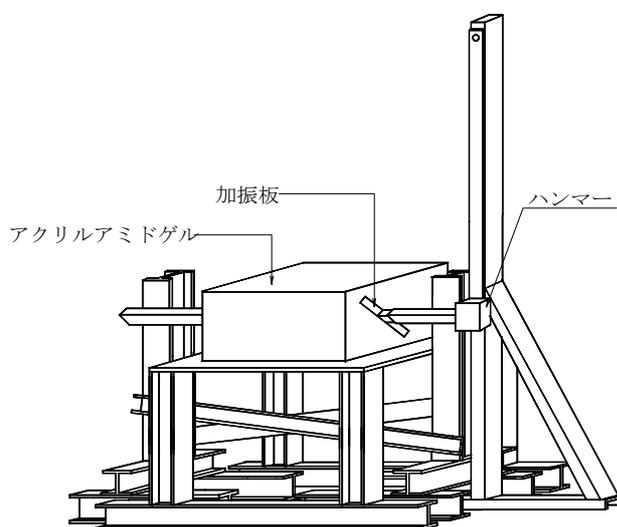


Fig-1 実験装置全体図

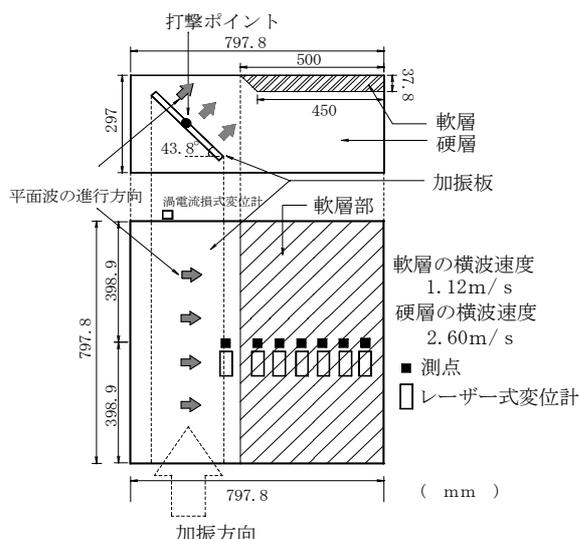


Fig-2 実験装置側面図, 平面図

キーワード：不整形地盤，模型実験

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2718 TEL04-7124-1501

3 実験結果と考察

Fig-3 には、実験で得られた時刻歴波形が示されている。1 c h が加振板，2 c h には一層地盤上，3 c h ~ 8 c h には二層地盤上での変位が示されている。各測点の波形の最初にはパルス状の波が生じていることが確認できる。また，波形の最初に見られるパルス状の波の直後に，大きな振幅の変位が生じていることが確認できる。これらのことを波線理論的に考察した。スネルの法則を用いて算出した波の伝播経路と弾性層の横波速度を用いて理論上の波面の到達時刻を算出した。Fig-3 の点線①で実体波の理論上の到達時刻が示されている。実験結果との比較より，これらの波は加振板より生じた実体波であると確認できた。また，傾斜層で反射をくり返して到達する理論上の波面の到達時刻が2番目の点線②で示されている。実験結果との比較より，2波目の波は傾斜層で反射した波によるものであるといえる。

波群の性状を明瞭にするため，重ね合わせの手法を用いた。実験で入力されたパルス状の波の位相を逆転させ $T/2$ (T :周期) ずらした波をもとの波形と足し合わせ一波の波を生成する。この手法を用いて5波の正弦加振をした場合のものを求めた。その結果が Fig-4 に示されている。例えば，5 c h の波形に注目すると実体波とは異なる波群の生成が確認できる。この波群の伝播性状を検討した。実験で得られた C_p/V_s と f/f_0 の値 (C_p :表層を伝わる波の位相速度， V_s :表層の横波速度， f :表層を伝わる波動の振動数， f_0 :表層のせん断一次振動数) と二層地盤を伝播する Love 波の理論値を比較した。実験で得られた C_p/V_s の値は 1.206 であり， f/f_0 の値が 1.668 であった。弾性論では， C_p/V_s の値が 1.2 であるとき， f/f_0 の値は 1.644 となる。両者は近い値を示していることが確認できた。このことより，重ね合わせで得られた波群は Love 波の様相を呈しているといえる。

4 結び

地盤不整形部に SH 波状の平面波が入射される場合，表層地盤に生じる波動現象を究明すべく，実験方法の開発，改善を行った。以下の結果が得られて，本実験方法の有効性が示されたといえる。不整形部に平面 SH 波を入射すると，地盤に生じる変位は波線理論より説明できる。また，パルス波による実験結果を重ね合わせ，5回の正弦加振した場合での応答を求めた。これにより生じた波群は Love 波の性状をもつことが明らかになった。

参考文献

森地，川名 不整形地盤に生じる波動現象に対する三次元模型実験法の一方法，第 26 回地震工学研究発表会 講演論文集 pp. 493~494, 2001. 8

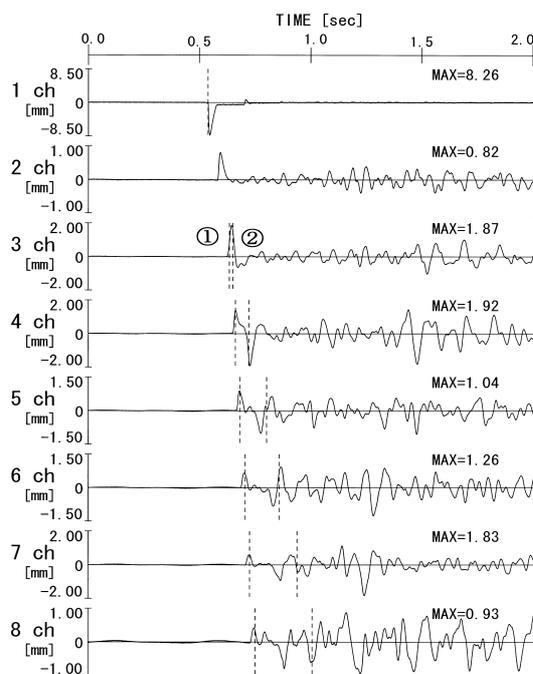


Fig-3 時刻歴波形

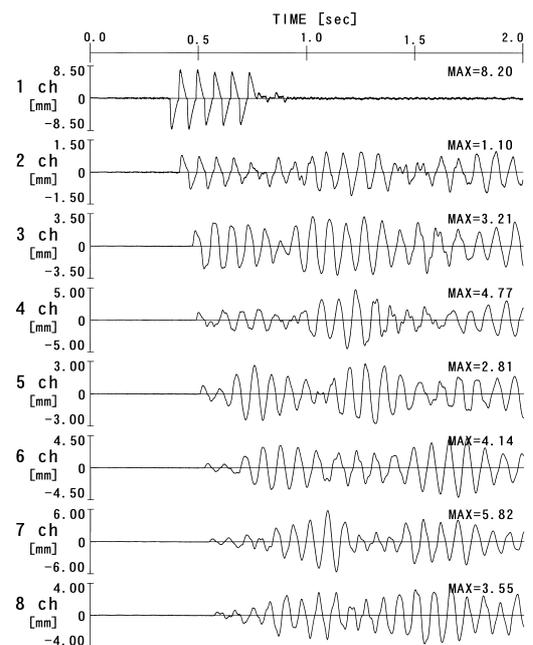


Fig-4 時刻歴波形 (重ね合わせ)