

質点モデル法による地盤振動の遮断に関する若干の計算例について

立命館大学大学院 〇 学生員 北村弘和
立命館大学理工学部 正員 早川 清
立命館大学理工学部 正員 島山直隆

1. はじめに

地盤と弾性体と考え、これを多数のメッシュに区分し、このメッシュを質点とバネのモデルにおきかえる方法が考えられている¹⁾。ここでは、単純バネに回転慣性を考慮した質点系モデルを考え、若干の計算をおこなひ、空溝による波動伝播の遮断効果および回折効果について検討した。また板状のゴムを格子状に連結して模型地盤を作成し、実験的検討も行ったので、これらの結果についても述べる。

2. 計算方法について

図-1に示すように2次元地盤の水平方向をx軸、上下方向をz軸とする。任意の点 $P_{i,j,k}$ に格子を代表する質量 $M_{i,j,k}$ をもたせ、上下、水平方向のバネ定数を k_1 、斜め方向のバネ定数を k_2 とする。地盤を上下、水平ともに等間隔に区分したとき、時間 t における x, z 方向の変位 $U_{i,j,k}, W_{i,j,k}$ は次式で示される。

$$\begin{aligned} U_{i,j,k} = & 2U_{i,j,k} - U_{i-1,k} + (V_p^2 - V_s^2) \frac{t^2}{h^2} [U_{i,j,k-1} - 2U_{i,j,k} + U_{i,j,k+1}] \\ & + (V_p^2 - V_s^2) \frac{t^2}{4h^2} [W_{i,j+1,k-1} - W_{i,j+1,k} - W_{i,j-1,k+1} + W_{i,j-1,k-1}] \\ & + V_s^2 \frac{t^2}{2h^2} [U_{i,j+1,k+1} + U_{i,j+1,k-1} + U_{i,j-1,k+1} + U_{i,j-1,k-1} - 4U_{i,j,k}] \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} W_{i,j,k} = & 2W_{i,j,k} - W_{i-1,k} + (V_p^2 - V_s^2) \frac{t^2}{h^2} [W_{i,j,k-1} - 2W_{i,j,k} + W_{i,j,k+1}] \\ & + (V_p^2 - V_s^2) \frac{t^2}{4h^2} [U_{i,j+1,k-1} - U_{i,j+1,k} - U_{i,j-1,k+1} + U_{i,j-1,k-1}] \\ & + V_s^2 \frac{t^2}{2h^2} [W_{i,j+1,k+1} + W_{i,j+1,k-1} + W_{i,j-1,k+1} + W_{i,j-1,k-1} - 4W_{i,j,k}] \end{aligned} \quad (2)$$

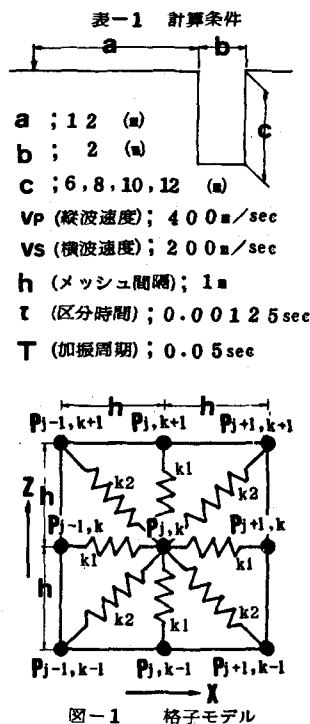
自由表面を含む境界の格子点では、欠損部分の質量もバネも考えず、面積に比例した質量をもたせ、バネ定数も有効面積に比例した係数補正を加えて、各点の方程式を求めた。なお自由表面上の1点に上下方向の正弦波を加えて振動を発生させることにした。この他の計算条件は表-1に示した通りである。

3. 模型実験について

模型地盤はゴム(厚さ1mm、幅3cm)と、8cm間隔の格子に組み、230cm×180cmの長方形の金枠に薄鉄で装着した。遮断壁は空溝に相当する格子部分を切断し、形状を保つようにバルサー材で補強した。模型地盤の定点を鉄球の自由落下により加振し、各点における振動を加速度計ピックアップ→動ひずみ計→ビジュグラフを用いて、波形を記録した。

4. 結果および考察

(1) 質点運動の軌跡について; 2. に述べた計算結果より、溝なし、溝設置後における各



点の軌跡と書き、図-2に示した。溝を設けない場合、地表面での質点の軌跡は、左回りの隋円形となつてゐるが、溝設置後では、回転方向が変化してゐる。この場合、隋円軌跡の長軸は波動の進行方向軸と直交してゐるようである。(ii)振動軽減効果について：計算結果のうち、最大振幅に関して以下の検討をした。図-3は表面工における上下、水平成分それぞれについて、縦軸に溝のない時と溝設置後の振幅比と、横軸に加振点よりの距離ととり、振幅の減衰を示した。溝の後側で、加振点と溝との距離に等しい地点付近では、水平動の方がより減衰がみられ、他の点では上下動の減衰が入さい。計算結果より従来の研究成果同様に、 $H/\lambda \geq 1/4$ の時溝深さによる軽減効果の率が上がらないようである。(iii)模型実験について：自由表面上における加速度の減衰曲線と図-4に示す。枠組による反射の影響を考慮して初動より約0.03秒以内の最大振幅について解析した。計算結果と同様に溝の後側で極大値が存在した。

5. まとめ

空溝による波動伝播の遮断効果について、質点系モデルによる若干の数値計算と模型実験を行つた。数値計算では、加振点より34m地点の上下動は溝深さに関係なく同程度の比であるが、水平動(振幅比0.04~0.055)では溝深さによつて若干の差異がある。また加振点より26m地点で、上下動は極大値と、上下動に比して水平動はやや小さい値を示した。模型実験では、加速度値の減衰は、上下動で $1/5 \sim 1/4$ 、水平動で $1/2$ 程度となつた。これらの結果から振動軽減を考へる上で、溝後側での極大値、回折角、質点軌跡など波動の諸性質の考へが必要であると思はれる。なお各質点間とVoigtモデルで連結し、減衰項を考へた場合のモデルについても数値計算による検討を進めてゐる。

(参考文献) 1) 春海佳三郎他；非破壊検査第12号第27巻，807~816(1978)

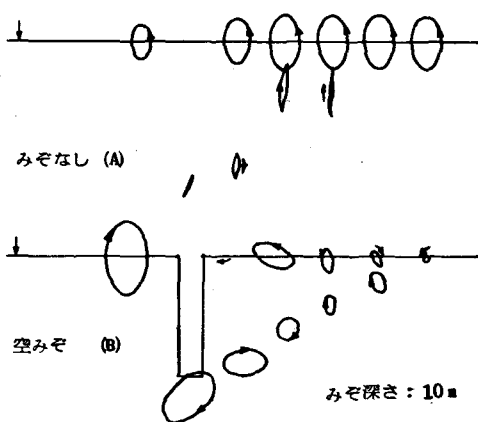


図-2 質点の軌跡

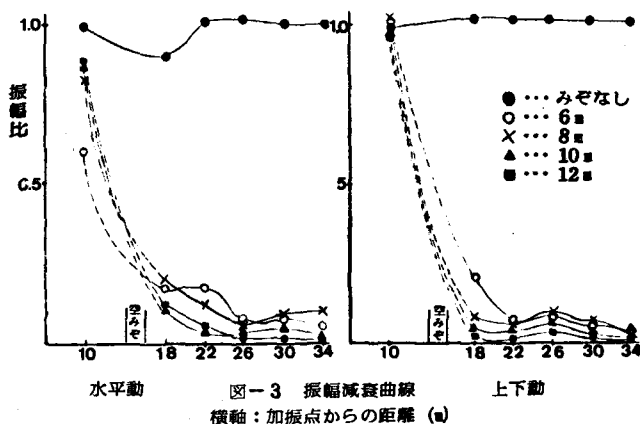


図-3 振幅減衰曲線
横軸: 加振点からの距離 (m)

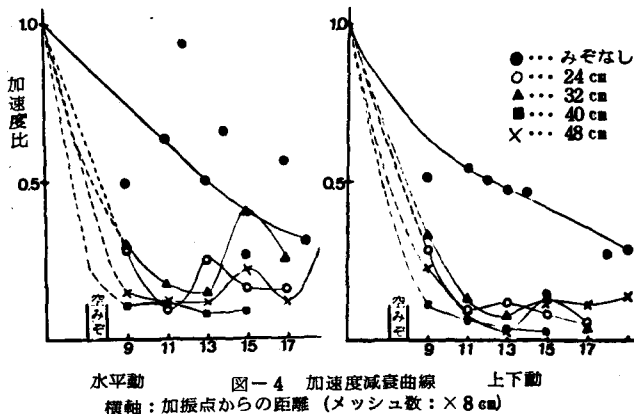


図-4 加速度減衰曲線
横軸: 加振点からの距離 (メッシュ数: $\times 8\text{cm}$)