

立命館大学大学院 学生員 北村弘和
立命館大学理工学部 正員 畠山直隆
大阪産業大学工学部 正員 芹生正己

1. はじめに

アースダム、河川堤防、道路築堤など基本三角形断面を持つ工構造物に地震力が働いた場合、異物の破壊状況室内模型実験、理論的考察により、伸縮を伴う振動として取り扱った方が適当であることはすでに明らかにされているが、堤体下の地盤条件の影響については十分に検討がされていないように思われる。ここでは、弾性地盤上に建設された三角堤体における地表工層の厚さの影響について、従来の質点モデル法に斜方境界を満足するため仮想質点を設けたモデルにより、若干の数値計算を行った。加えて階差法による計算結果の比較についても報告する。

2. 質点系モデルの計算方法について

(1) 質点系モデル：図-1に示すように、2次元モデルを考え、堤体および地盤の水平方向をX軸、上下方向をZ軸とする。堤体および地盤を水平、上下方向ともに等間隔に区分し、任意の点 $P_{j,k}$ に格子と代表する質量 $M_{j,k}$ をもたせる。時間 t におけるX、Z方向の変位 $U_{j,k}, W_{j,k}$ に関して、弾性体の運動方程式と等価なモデルとなるよう、水平、上下方向のバネ定数 K_1 、斜め方向のバネ定数 K_2 を定める。

(2) 境界条件：図-1のA、B、C点のような自由表面を含む境界の格子点では、質点間を結ぶバネは、左右の三角形部分を代表するバネの並列結合と考え、欠損部分は質量もバネもないものとして、有効面積に比例した係数補正をする。とくに図-1、D点のような境界を含む点では、図-2に示すように、境界線上の質点間に、それぞれの質点変位の中間値をもつ仮想点 $P_{j,k+1/2}$ を定め、点 $P_{j,k}$ とのバネ定数は $K_2' = 2 \times K_2$ とし、点 $P_{j,k}$ - 点 $P_{j,k+1/2}$ 、および点 $P_{j,k}$ - 点 $P_{j,k+1}$ 間のバネ定数は $K_1' = 3/4 \times K_1$ とする。

3. 計算条件について

剛地盤から横波が最大振幅1で入射するものとする。堤体のポアソン比 $\mu = 1/2$ と考え、縦波速度 $(VP) = 200 \text{ m/sec}$ 、横波速度 $(VS) = 100 \text{ m/sec}$ とした。堤体の高さ15m、堤体幅30mの直角二等辺三角形とし、上下、水平方向ともに等間隔3m毎に区分して次の場合(図-3、(a)(b))について入射波の周期 T を0.3secとし、微小時間間隔0.0075sec毎に計算を行った。

- (a) 剛地盤上に三角堤体と設けた場合 - 3周期程度
- (b) 弾性地盤上に三角堤体と設けた場合(層厚15m, 30m) - 4周期

4. 計算結果および考察

図-4、(1)~(4)は、剛地盤上、弾性地盤上に設置された三角堤体の振動形状の代表例を示した。

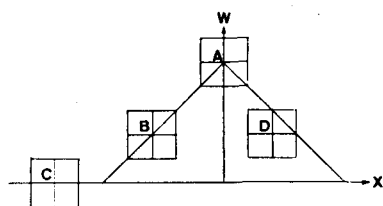


図-1

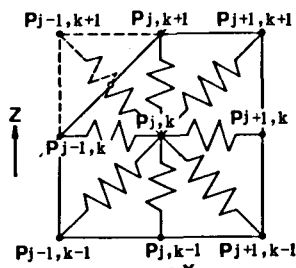
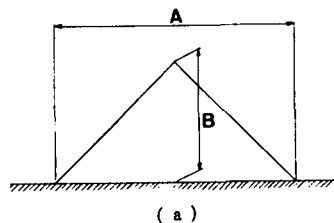
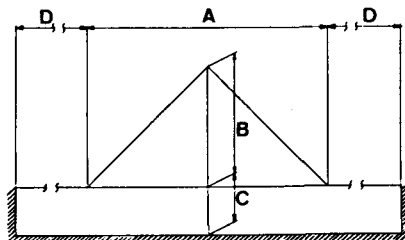


図-2



(a)



A: 15 B: 30
C: 15, 30 D: 120 単位(m)

図-3

(4)剛地盤上の三角堤体について；今回の計算でも階差法同様、横波が入射して振動が堤体頂部に達する $\frac{1}{2}$ 周期程度までは、堤体内のすべての格子点で上下変位 $W=0.3$ 以下であるが、堤体頂部の変位が大きくなるとつれて、上下変位も大きくなり1周期程度では上下変位 $W=0.8$ 以上の点があり $\frac{1}{2}$ 周期では上下変位 $W=1.0$ 以上になる点が存在する。また堤体の伸縮の最も大きい部分は、地盤上鉛直方向9m~12m地点の斜面に現われる。

(5)弾性地盤上の三角堤体について；堤体頂部の振動周期は、地表工層が厚い方が若干長くな、というようである。三角堤体斜面における最大伸縮部も層厚が大きほど若干底部に近くなつており、このことは地震波における堤体の亀裂発生位置に関係するものと思われる。また、三角堤体の底部の上下変位については、地表層厚15mの時には、堤体下端部に最大変位があらわれ、地表層厚30mの時には、堤体の下端部より中心部へ6m~9mの地点に最大変位があらわれているようである。

5. まとめ

剛地盤上および弾性地盤上に設置された三角堤体の振動形状について、弾性地盤と三角堤体を同一な媒質とし若干の数値計算を行った。堤体下の弾性地盤の厚さにより、三角堤体頂部の振動周期および三角堤体斜面の最大伸縮部に差異が生じ、弾性地盤上に設置された堤体については、本解析においても地盤の層厚による影響が大きいことが知られた。

計算手法による差異については、これと階差法の計算結果の振動形状と比較すると、斜面において最大伸縮のあらわれる点が若干異なるが、傾向的には同様の結果を得た。また、境界を簡単化するため堤体を 45° 回転させ従来の質点モデル法で計算を行い振動形状の比較も行、たが、本解析における、斜面質点間に設けた仮想質点は十分に境界条件と満足させるものと思われる。現在、弾性地盤における種々の層厚についての計算も行、というが、実地盤においては成層条件、地下水などの影響を含めて検討する必要があると考えられる。

(参考文献) 1)春海・五十嵐・斎藤；ポテンシャルを持つ質点系モデルによる弾性波の数値実験，昭和53年，非破壊検査，(807~816)第27巻，第12号

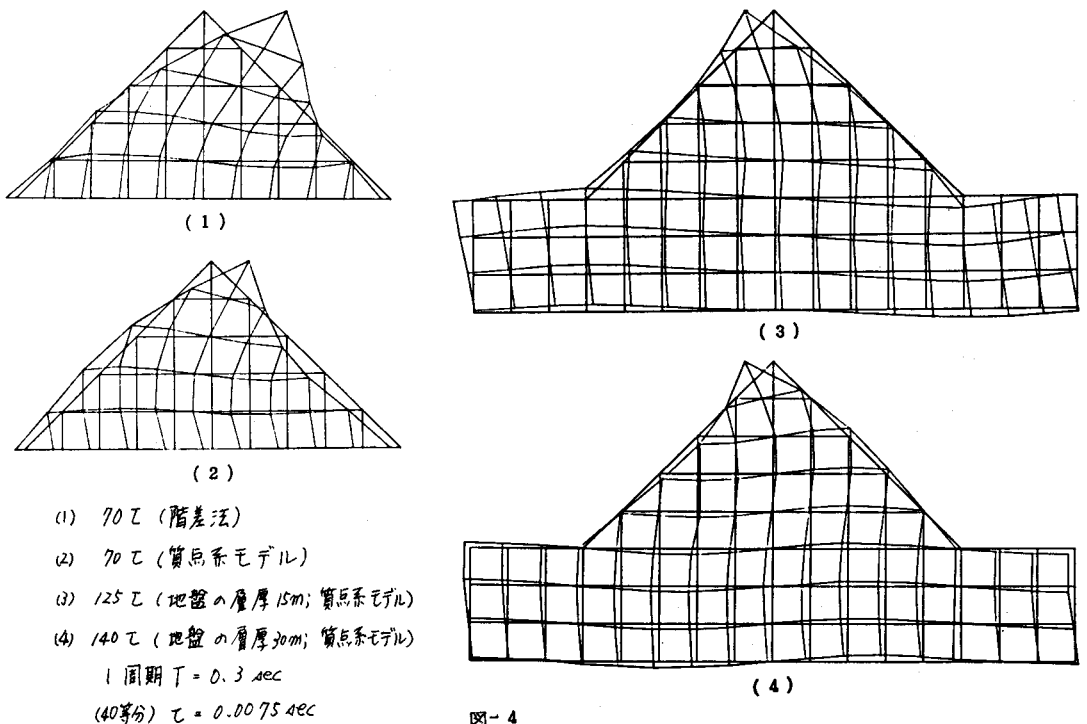


図-4