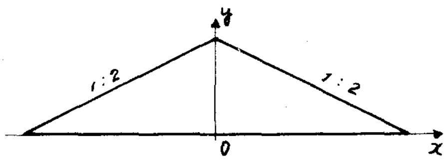
I―15 アースダムの２次元振動数値計算について

京都大学防災研究所 正員 工博 石崎潑男
立命館大学理工学部 正員 畠山直隆
仝 上 正員 ○芹生正己

アースダムの振動はセン断振動と考えるより，上下，水平両方向を含む伸縮ある振動ととして取り扱つた方が適当であるように思われる。この見地に基いて剛地盤上にある三角形体の２次弾性体としての振動性状を知るために階差法を用いて若干の計算を行った。この結果についてはすでに発表したが，[1,2]堤体は伸縮を伴なう振動をなし堤体表面に引張力を生じることが明かになつた。しかし乍ら，この場合には計算を容易とするために勾配 1:1 の三角形体について行ったものである。実際のアースダムは堤底巾に比しして高さがかなり小であるので，この勾配の影響を知るために勾配 1/2 なる二等辺三角形について，階差式を用いて若干の数値計算を行うことにした。

剛地盤上にある三角形体の長さ方向の振動は一様とし右図に示すように水平方向を x 軸，上下方向を y 軸，それぞれの方向の変位を u，v，とすれば三角形体の運動方程式は次のようになる。



$$\rho\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}=(\lambda+2\mu)\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\mu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+(\lambda+\mu)\frac{\partial^2 v}{\partial x\partial y}\qquad \rho\frac{\partial^2 v}{\partial t^2}=(\lambda+2\mu)\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\mu\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}+(\lambda+\mu)\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}\qquad(1)$$

応力の関係は，

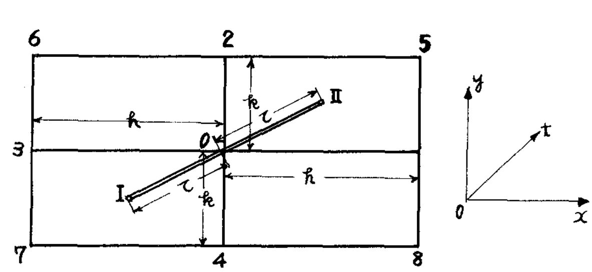
$$\sigma_x=\lambda\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}\right)+2\mu\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right),\quad \sigma_y=\lambda\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}\right)+2\mu\left(\frac{\partial v}{\partial y}\right),\quad \tau_{xy}=\mu\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)\qquad(2)$$

境界條件式は三角形体の両表面上では *Normal stress* と表面に沿う *Shearing stress* を 0 とすれば次のようになる。

$$\frac{\lambda}{2\mu}\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}\right)=\mp\left(\frac{\partial u}{\partial x}+4\frac{\partial v}{\partial y}\pm2\frac{\partial u}{\partial y}\pm2\frac{\partial v}{\partial x}\right),\qquad 4\left(\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial v}{\partial y}\right)=\mp3\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)\qquad(3)$$

また $y=0$，すなわち堤底から $u=A\sin pt$ で表わされる横波が入射するものとする。

次に堤体を x 方向に h，y 方向に k なる間隔で，その比を $h/k={}^1/_2$ となるように区分し，ある時刻 t における堤体内の点 x_0，y_0 においてそれぞれ方向の変位を u_0，v_0 とし，左図のように番号をつける。また $t-\tau$，$t+\tau$，の時刻における 0 点の変位を I，II なる *sufix* をつけて表わす。しかるとき(1)式は次の階差式で表わされる。



$$u_{II}=2\left\{1-\frac{\lambda+6\mu}{4\rho}\left(\frac{\tau}{h}\right)^2\right\}u_0-u_I+\frac{\lambda+2\mu}{4\rho}\left(\frac{\tau}{h}\right)^2(u_1+u_3)+\frac{\mu}{\rho}\left(\frac{\tau}{h}\right)^2(u_2+u_4)+\frac{\lambda+\mu}{8\rho}\left(\frac{\tau}{h}\right)^2(v_5-v_6+v_7-v_8)$$

$$v_{II}=2\left\{1-\frac{4\lambda+9\mu}{4\rho}\left(\frac{\tau}{h}\right)^2\right\}v_0-v_I+\frac{\lambda+2\mu}{\rho}\left(\frac{\tau}{h}\right)^2(v_2+v_4)+\frac{\mu}{4\rho}\left(\frac{\tau}{h}\right)^2(v_1+v_3)+\frac{\lambda+\mu}{8\rho}\left(\frac{\tau}{h}\right)^2(u_5-u_6+u_7-u_8)$$

---------------- (4)

境界條件も階差式で表わし，(4)式を用いて堤底から横波が入射した場合の堤体内各点の変位を微小時間毎に遂次計算することが出きる。
いま堤高を10mに取り，その間隔を2mに，堤底巾を40mに取り,その間隔を4mに区分し，縦波速度を200 m/sec，横波速度を100 m/secとし堤底より最大振巾1の横波が入射するものとすれば，セン断振動とすれば，この共振周期は0.261″である。
この場合の堤体各部の変形と主応力をもとめる若干の計算を行っている。なお三角形体の両側において勾配の異った場合についても同様に計算を行なう予定である。

(1) 石崎，畠山，芹生，三角形体の2次元振動数値計算について，才3回地震工学研究発表会講演概要　昭和34年9月，
(2) 石崎，畠山，芹生，三角形体の2次元振動とセン断振動の比較，関西支部年次学術講演会講演概要　昭和34年11月。