D—1　アースダムの耐震断面について

京都大学 農学部　　南　勲

わが国においては従来数多くのアースダムが築造されているが、耐震性に関する研究が非常に少い。本報告は、アースダムが地震動をうけた場合の剪断振動の微分方程式を解き、その結果を応用して、耐震設計法を導くと共に、従来の設計法が耐震的に弱点をもっていることを明らかにし得た。

1．振動の基礎方程式

$$\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}=\frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial x}\left(G\frac{\partial w}{\partial x}+\gamma_t\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial t}\right)+\frac{1}{\rho l}\frac{\partial}{\partial y}\left(Gl\frac{\partial w}{\partial y}+\gamma_t l\frac{\partial^2 w}{\partial y\partial t}\right) \quad \cdots\cdots (1)$$

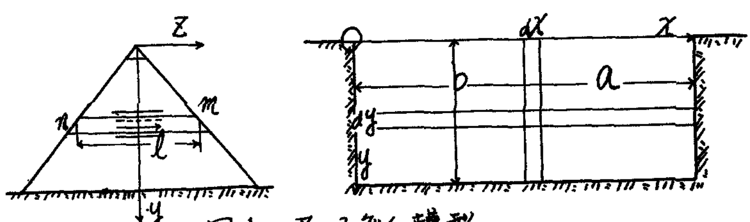

図1　アースダム模型

ここに w＝振幅，t＝時間，ρ＝用土の密度，x，y，z＝座標，G＝用土の剪断弾性係数，γ_t＝用土の粘性係数，l＝任意高の築堤幅である。(1)式は畑中博士によって用いられた式である。

2．ダム空虚時定常振動

地盤振動を次式で表わす。

$$w=G\cos pt=G\cos\frac{2\pi}{T}t \quad \cdots\cdots (2)$$

ここに　G＝最大振幅，T＝振動周期とする。

境界条件

$$\left.\begin{array}{llll} x=0, & w=G\cos pt, & y=0, & \left(\dfrac{\partial w}{\partial y}\right)=0 \\ x=a, & w=G\cos pt, & y=b, & w=G\cos pt \end{array}\right\} \cdots\cdots (3)$$

解は次のように得られる。

$$w=\sum_{s=1}^{\infty}\frac{2G}{b^2[J_1(\lambda_s)]^2}\int_0^b J_0\left(\frac{\lambda_s}{b}\lambda\right)\lambda d\lambda\cdot\frac{1}{C}(A\cos pt+B\sin pt)+\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2G}{a}\sin\frac{n\pi x}{a}\int_0^a\sin\frac{n\pi}{a}\lambda d\lambda$$

$$\times\frac{\{(EF+GH)\cos pt+(EH-GF)\sin pt\}}{F^2+H^2} \quad \cdots\cdots (4)$$

ここに　$A=\{\sin m_1(a-x)\cosh n_1(a-x)+\sin m_1a\cosh n_1a\}\sin m_1a\cosh n_1a+\{\cos m_1(a-x)\sinh n_1(a-x)$
$+\cos m_1a\cosh n_1a\}\cos m_1x\sinh n_1x$

$B=\{\cos m_1(a-x)\sinh n_1(a-x)+\cos m_1a\sinh n_1a\}\sin m_1x\cosh n_1x-\{\sin m_1(a-x)\cosh n_1(a-x)$
$+\sin m_1a\cosh n_1a\}\cos m_1x\sinh n_1x$

$$C = \sin^2 m_1 a \cosh^2 n_1 a + \cos^2 m_1 a \sinh^2 n_1 a$$

$$E = J_0(my)J_0(ny) + 2\left[J_2(my)J_2(ny) + J_4(my)J_4(ny) + \cdots\right]$$

$$F = J_1(my)J_1(ny) + J_3(my)J_3(ny) + \cdots$$

$$G = J_0(mb)J_0(nb) + 2\left[J_2(mb)J_2(nb) + J_4(mb)J_4(nb) + \cdots\right]$$

$$H = J_1(mb)J_1(nb) + J_3(mb)J_3(nb) + \cdots$$

1例として $a=150\,m$, $b=50\,m$, $\sqrt{G/\rho}=50\,m/s$, $\sqrt{\gamma_e/\rho}=5\,m/s$, 固有周期 2.4 sec. のアースダムが $T=1.24$ sec の定常的振動をうけた場合の、ダム各点の振幅と地盤振幅との比を取ったのが図2である。図2(a)の計算結果を見ると、変位は頂点付近において非常に大で、地盤振幅の約5倍になっている。また負の振動がある部分がある。

$m_3 < \frac{2.414}{b}$

の条件が充たされるところでは負の値が現われず、堤敷から堤頂に近づくにつれて一様に増加する。図2(b)はダム中央における振幅分布である。

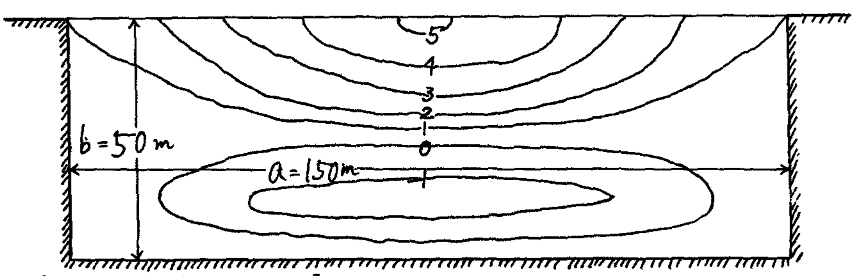

図2(a) 比振幅、比震度分布図

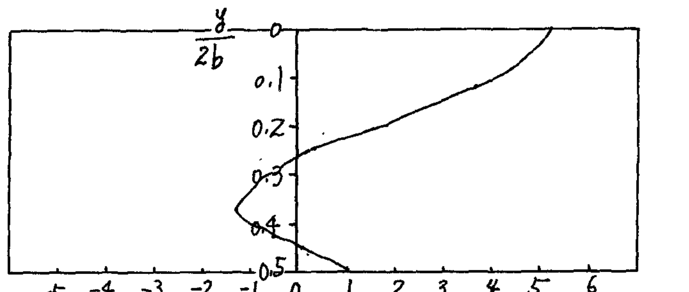

図2(b)

3. 加速度分布

加速度は変位公式(4)を t について2回微分して得られ、変位と同じく一般には堤頂付近で著しく大となり、g なる重力加速度で割れば図2と同じ震度分布をうる。

4. アースダムの耐震設計

アースダムの各高さに応ずる震度分布を予め求め、各震度に応ずるダム堤体の安定勾配を求めることができる。この結果堤頂付近に耐震上の弱点が表われて来た。