

I - 682

粒状体構造物の動的破壊およびその周波数依存性に及ぼす上下動の影響

大阪ガス(株) 正員 矢納康成
 東京大学工学部 正員 小長井一男

1. はじめに

阪神大震災の災害調査報告でも度々指摘されているように、構造物の耐震安定性を評価する上で、上下動の影響は無視できないものである。本研究は、粗い粒子から成る堤体構造の振動破壊加速度が、加振周波数に依存するという性質に着目し、この性質が上下動によってどのように影響を受けるかを模型実験により検討し、更に、粒状体構造の動的安定性を簡便に評価する手法¹⁾に上下動の影響を取り入れ、その結果について検討を加えたものである。

2. 砕石から成る堤体模型の振動破壊実験

振動台の上に $D_{50}=7.59(\text{mm})$ 、比重=2.673の砕石を積み上げて図-1に示すような堤体モデルを作成し、これを水平方向と上下方向に加振して振動破壊実験を行った。加振波は振幅の徐々に増加する正弦波を用い、水平動と上下動は同周波数、同位相とした。水平動のみ(振幅の増加率が6gal/s)、水平動(振幅の増加率が6gal/s)+上下動(振幅の増加率が2gal/s)、水平動(振幅の増加率が6gal/s)+上下動(振幅の増加率が4gal/s)の3種類の振動パターンについて、それぞれ加振周波数を変化させた時の破壊加速度について図-2に示す。これによると、(1)加振波が水平動のみの時には破壊加速度に周波数依存性がはっきりと現れているが、上下動が加わるとその傾向が弱くなる、(2)上下動を加えても破壊加速度の大きさはあまり変わらない、などの特徴が認められる。

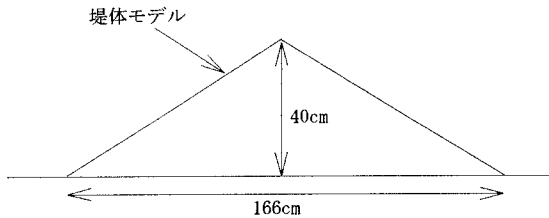


図-1 堤体モデル

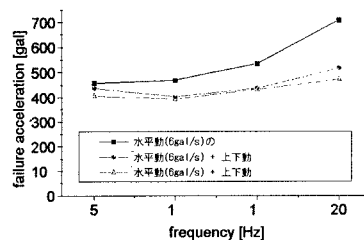


図-2 実験結果

3. 上下動を考慮した斜面破壊の概念モデル

図-3は上下動を考慮した粗粒から成る堤体斜面の動的破壊概念モデル図である。上に乗っている粒子群が下の粒子を乗り越えることによって破壊が生じるとして、次のような関係式が得られる。

$$\frac{g+\ddot{v}}{L}\phi - \ddot{\phi} = \frac{g+\ddot{v}}{L}\left(\alpha + K_F\mu - \theta + \frac{\ddot{u}}{g+\ddot{v}}\right) \quad (1)$$

ここに、

θ : 代表的な滑り面の勾配

- α : 滑り面に対し、上の粒子塊が持ち上げられる
角度の初期値
(ダイレイタンシー角の最大値)
- L : 粒子の代表粒径
- ϕ : 下の粒子の回転角
- K_F : 土圧係数
- μ : 摩擦係数
- $\ddot{u}$: 水平方向の加振加速度
- $\ddot{v}$: 上下方向の加振加速度

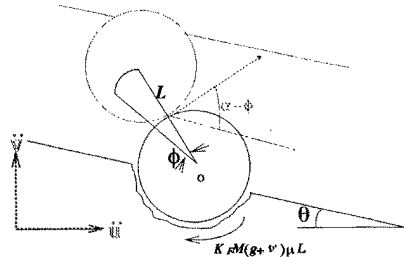


図-3 概念モデル図

4. 概念モデルを用いた解析結果の検討

図-4、図-5は式(1)の計算結果であり、 α を変化させた時の破壊加速度と加振周波数の関係を示している。図-4は加振波が水平動(振幅の増加率が6gal/s)のみであり、図-5は水平動(振幅の増加率が6gal/s)に上下動(振幅の増加率が4gal/s)を加えたものである。これらの図を比較すると上下動が破壊加速度の周波数依存性に影響を与えていることがわかり、これは実験結果と整合する。

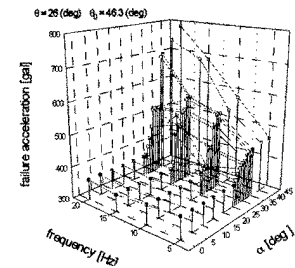


図-4 計算結果 1

図-6は水平に加振した時の破壊加速度を上下動を加えた時の破壊加速度で割った値(定数k)を表している。上下動は水平動と同周波数なので上下動を加えると斜めに加振される。その加振方向の水平からの傾きを β とする。この図より上下動を加えても破壊加速度は余り変化しないのがわかる。実験は $\theta_0 - \theta = 20(\text{deg})$ の時である。 $(\theta_0$:静的安息角)

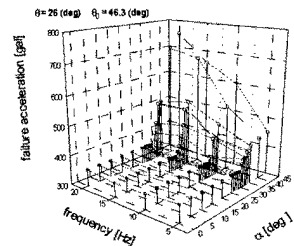


図-5 計算結果 2

4. まとめ

- (a) 上下動は破壊加速度の周波数依存性に影響を与える。
- (b) 水平動で耐えうる加速度で堤体をどの方向に加振してもほぼ耐えうる。

課題は多く残されているが式-1自体は非常に簡単であり将来この式が斜面安定の一指標になる可能性があるものとする。

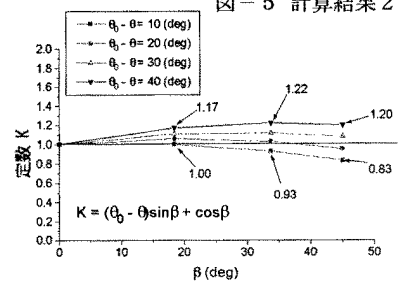


図-6 定数Kと β の関係

[参考文献]小長井一男：レーザー援用トモグラフィーによる粒状体構造変形過程の可視化，生産研究，第46巻，第8号，1994.8