

愛知工業大学 正会員 大根義男 愛知工業大学 正会員 成田国朝
愛知工業大学 正会員 奥村哲夫 愛知工業大学 学生員 〇小嶋青磨

1. はじめに

近年のダム計画では、フィルダムの基礎地盤として洪積砂層や第3紀の砂層などを含む地盤が選ばれる場合が少なくない。この種の地盤は堤体荷重によって砂の堆積構造が乱されると、地震時に液状化現象によって地盤の支持力が低下して基礎のすべりが起ったり、液状化破壊に至らないまでも地震時の間げき水圧によって剛性が低下し、地震応答が増大して基礎や堤体に有害変形を生じたりする危険性が考えられる。飽和砂地盤の液状化現象に関しては、これまでに数多くの実験的、理論的研究が進められ、地震時の間げき水圧の発生機構や液状化特性などは、かなり明らかにされてきた。また水平な地盤については液状化破壊に関する実用的な判定法もほぼ確立されている。しかし、フィルダムの基礎地盤のように土層厚さや傾斜が一定でなく、境界条件によって応力状態が複雑に変化する構造系の地震時間げき水圧や有効応力が減少し剛性が低下した場合の地震応答の変化、地震時に発生する残留変形の問題などについては現在のところほとんど解明されていない。

筆者らは先に地震時間げき水圧を取り入れた応答解析法を提案した^{1),2)}。しかし、この解析法の妥当性については議論の不足していた面があるので、今回、モデル砂層の液状化実験を行って、計算値と実験値との比較を試みた。ここに、一部を報告する。

2. 地震時間げき水圧を考慮した応答解析法

既報告で提案した地震時間げき水圧を考慮した応答解析法の流れは、図1に示すとおりである。

既報告で提案した地震時間げき水圧を求め、 $\tau = 1 \times 10^{-6}$ の G を実験式より決定する。

地震時の解析では地盤内各要素のせん断応力波 T_d が山→谷または谷→山の値を示したとき、 T_d の正弦波が $1/2$ 回生じたものとする。そして振動三軸試験の $T_d/\sigma'_v \sim N_d$ の関係から T_d に相当する液状化までの繰返し回数 N_d を求めてみると $\Delta S_d = 1/2 N_d (\tau_d)$ が、 T_d $1/2$ 回の応力波の液状化に対する回数としての寄与率を与える。この寄与率を逐次加算すると、任意時間の寄与率

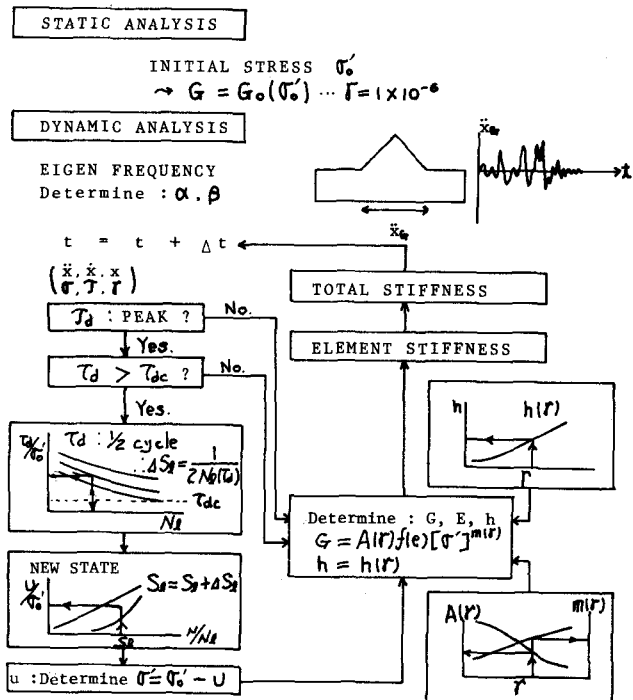


図 - 1

S_u が求まるから、振動三軸試験で得られる $U_{cr}/N_u/N_{cr}$ 関係を通じて各時刻に発生する間げき水圧 U が求まる。この U とせん断剛性率に関する実験式 $G = A(r) \cdot f(e) \cdot (\sigma'_v - U)^{m(r)}$ にあてはめれば、新たな G が決定される。

3. モデル砂層の液状化実験

上記応答解析法の検証を目的としたモデル砂層の液状化実験は、図-2に示すような小型振動台に砂箱を載せ、豊浦標準砂を詰めて行った。

砂層中央部には、図に示すような点に加速度計と間げき水圧計を設置し応答を計測した。今回の実験条件は正弦波加振で、砂層の初期相対密度 $D_r = 30\%$ とし、周波数と加速度をいろいろ変えて行った。

4. モデル砂層の解析

解析の第1段階としてモデル砂層を図3のような1自由度の多質点系モデルで表現し、実験値と計算値の比較を行った。このようなモデル化を行なうに際し、実験砂層が半無限砂層を代表するものでなければならぬが、この点については実験で砂層表面に加速度計を幾つか設置して応答の一樣性を調べたとこ、中央部約20cm幅の部分は砂箱の壁面拘束の影響がないことが確認された。

5. 比較例

図4は振動台に加速度振幅60gal、振動数10Hzの正弦波を加えた時の間げき水圧発生過程(点線、層内3点について)と、図3に示した1自由度多質点系の底部に同じ正弦加速度波を与えたときの計算結果(実線)を比較したものである。計算は土層を5質点に分割し、時間間隔を1/100秒で行っている。図を見てわかるように、砂層上部のNo.1においては、間げき水圧上昇が実験値と計算値でほとんど一致している。しかしNo.2においては途中までは上昇の傾向が似通っているが、最終的な過程で相違が大きくなっている。さらに最下点のNo.3では上昇曲線の傾向は幾分欠けているが、後半で絶対量に大きな差が現われている。これらNo.2,3における後半の大きな相違はNo.1が完全液状化した時点から特に著しい。(これは各点のせん断応力がこの時点を境として、同時に急に減少していることから言える) また、特に下部点で実験値と計算値の差が大きいことについては、実験土層が半無限地盤を厳密に表現していないことによるものと考えられる。これらの点については、今後検討していくつもりでいる。

参考文献 1) 西儀建部大根、動的間げき水圧を考慮したアースダム振動解析、土木学会第33回年講
2) 大根西儀利親、砂地盤の非線形振動解析、1979、土木学会中部年講

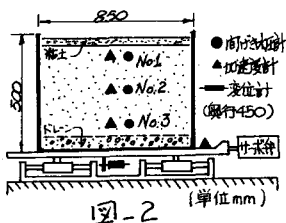


図-2 (単位mm)

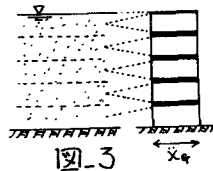


図-3

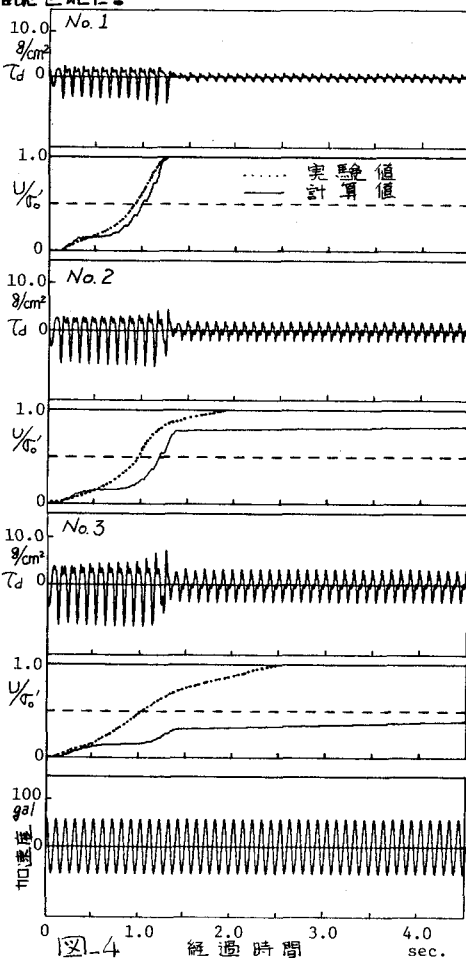


図-4