

III-101

液状化地盤の地震時土圧に関する模型振動実験

建設省土木研究所 正員 ○古関潤一
古賀泰之

1. はじめに

地震時に液状化した地盤中に構造物基礎や地中構造物、矢板、固化改良壁等がある場合、これらには常時よりもかなり大きな土圧が作用することが予想される¹⁾。ここでは、液状化した地盤から掘割道路の側壁に作用する土圧について模型振動実験を行い、計算値との比較を行った。

2. 実験方法

模型を図1に示す。表1の4種類の模型について表2の条件で水平加振を行った。

砂層は気乾状態の豊浦砂を用いてホッパーによる空中落下法で作成した。掘割道路模型は鋼製で、片側の受圧板に作用する土圧合力を荷重計で測定し、反対側では土圧計と間隙水圧計による測定を行った。掘割道路模型の加振中の浮上がりあるいは沈下を抑えるために、鉛散弾を中にいれて見かけの単位体積重量(掘割模型重量/地盤中に埋め込まれた部分の体積)が周辺地盤と同等の 1.9gf/cm^3 となるように調節した。

3. 実験結果および考察

(1) 土圧の漸増成分

液状化時には等方的な応力状態になるものと仮定して、土圧と間隙水圧の実測値から算定した加振中の水平方向有効土圧 σ_{hs}' と有効上載圧 σ_{vs}' (いずれも2Hzのローパスフィルターをかけて振動成分を除いてある)の関係の例を図2に示す。過剰間隙水圧が発生する際の実測値の有効土圧成分での土圧係数($\sigma_{hs}'/\sigma_{vs}'$)はほぼ一定に保たれることがわかる。地盤作成時と加振時について求めた土圧係数は、ばらつきはあるものの0.5前後の値が多かった。

(2) 土圧の振動成分

土圧の振動成分の実測値と、動水圧公式²⁾を拡張した計算値の時刻歴の比較の例を図3に示す。それぞれ次のような処理を行っている。実測値は2Hzのハイパスフィルターをかけて漸増成分を除いた。また、計算値は次式において、水平震度 k_h を掘割道路模型の応答加速度から、過剰間隙水圧 R_u を2Hzのローパスフィルターをかけた間隙水圧計の測定値から求めた。

$$\sigma_{hd} = \pm \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \sqrt{H \cdot z} \cdot (\gamma_w + R_u \cdot \gamma')$$

ここに、H:掘割道路模型の埋込み深さ、z:着目点の深度、 γ_w :水の単位体積重量、 γ' :砂の有効単位体積重量、±:砂層の慣性力が壁体に向いているときに土圧が増加する
加振開始後1.5~2.0秒の間に振幅が大きくなり、その後減少する点で、実測値と計算値は定性的に一致する。以下では、応答加速度として掘割道路模型の上部と下部の平均を用いた場合について比較を行う。

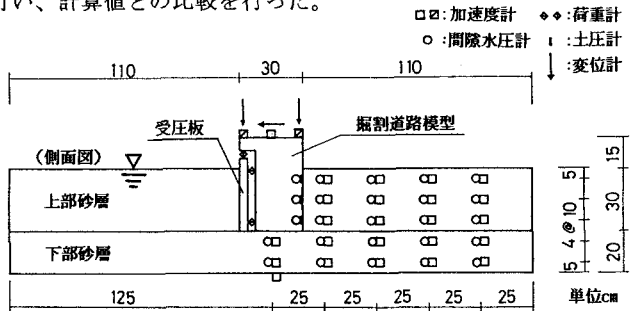


図1 実験模型及び計測器配置図

表1 模型条件

模型番号	上部砂層 (Dr)	下部砂層 (Dr)	掘割模型の重心位置 (底面からの高さ)
モデル2	ゆる詰め(60%)	ゆる詰め(60%)	低い (14.5cm)
モデル3	密詰め(79%)	密詰め(79%)	低い (14.5cm)
モデル4	ゆる詰め(46%)	密詰め(90%)	低い (14.5cm)
モデル5	ゆる詰め(59%)	ゆる詰め(59%)	高い (33.8cm)

表2 加振条件

加振波形	正弦波
周波数	5Hz
加振時間	4秒
加振加速度	80, 100, 120, 150, 180gal

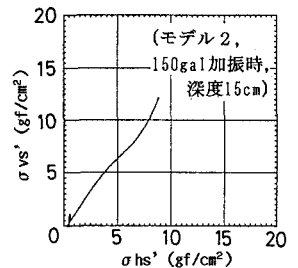


図2 水平方向有効土圧と有効上載圧の関係

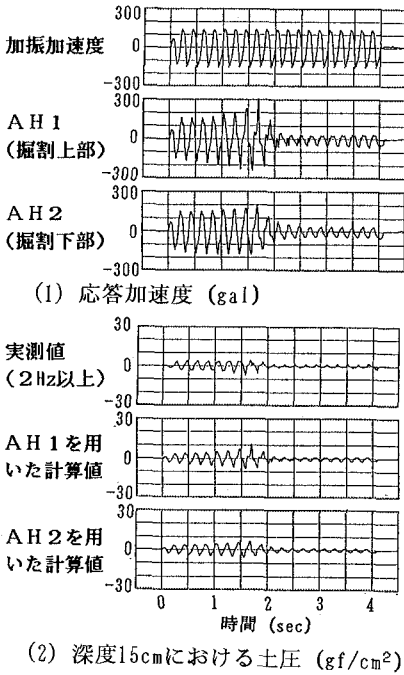


図3 実測値及び計算値の時刻歴
(モデル2, 150gal加振時)

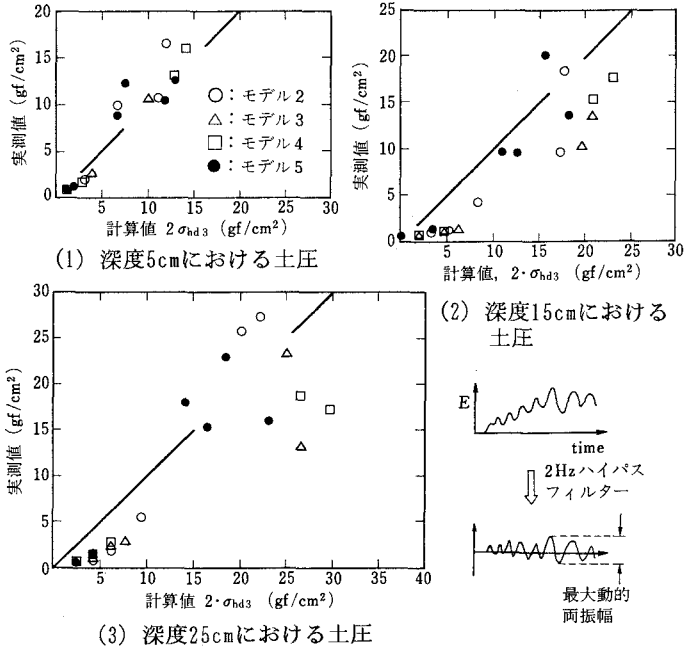


図4 各深度の土圧計による実測値の最大動的両振幅と計算値の比較

各深度の土圧計による実測値の最大動的両振幅と計算値の比較を図4に示す。どの深度においても、計算値は実測値と比較的よく一致しており、模型条件の影響は明確には見られない。

土圧計の時刻歴を足しあわせて算定した水平土圧合力、及び荷重計により測定した水平土圧合力の最大両振幅と、計算値の比較を図5及び図6に示す。各深度の土圧は実測値が計算値よりも大きい場合があったが、合力にするといずれの図でも計算値のほうが大きい。これは、各深度の土圧の最大値が同時には生じないためと考えられる。

4. まとめ

(1) 液状化時の土圧の漸増成分は、有効水平応力 σ_h' と有効鉛直応力 σ_v' の比が常時と変わらないものとして算定することができる。

(2) 液状化時の土圧の振動成分は、過剰間隙水圧の発生を考慮して動水圧公式を拡張することにより算定することができる。土圧合力の計算値は実測値よりも大きめで、設計でこれを用いることは安全側の評価となる。

参考文献 1) 土田肇：振動により流動化した砂層が壁体に及ぼす圧力、土と基礎、Vol.16, No.5, pp.3-10, 1968.

2) 例えば日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説

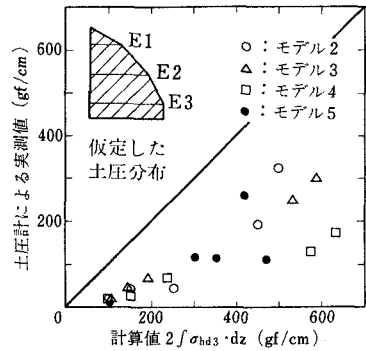


図5 土圧計による水平土圧合力の比較

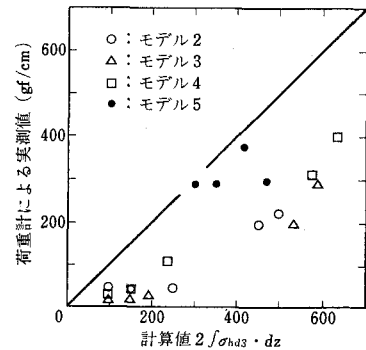


図6 荷重計による水平土圧合力の比較