

III-82

液状化地盤の地震時土圧に関する模型振動実験（その2）

建設省土木研究所 正員 ○高橋晃浩

正員 古関潤一

正員 古賀泰之

1. はじめに

前報¹⁾では、液状化した地盤が掘割道路の側壁に作用する土圧について、正弦波加振による模型振動実験における測定値と計算値との比較を行った。今回は、掘割道路周辺地盤が液状化する場合としない場合（乾燥砂）について、加振波形に不規則波を用いた場合も含めて地震時土圧に関する模型振動実験を行ったので、その結果について報告する。

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. 実験結果及び考察

(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有効応力成分での土圧係数（ $\sigma_{hs}'/\sigma_{vs}'$ ）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前後の値が多く、正弦波の場合と同様の傾向であった。有効土圧が一旦増加するのは、加振中の過剰間隙水圧の消散による有効拘束圧の増加のためと考えられる。

(2) 土圧の振動成分

液状化地盤中の掘割道路模型であるモデル2、3について、各深度の土圧計による実測値の最大動的二振幅と動水圧公式³⁾を拡張した計算値の比較を図3に示す。計算値は次式において、水平震度 k_h を掘割道路模型上部、下部の応答加速度及び台加速度から、過剰間隙水圧比 R_u を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 ：着目点の砂層表面からの深度、 γ_w ：水の単位体積重量、

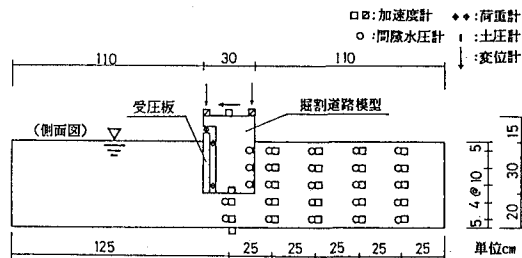


図1 実験模型及び計測器配置図

表1 模型条件

模型番号	砂層（相対密度）	掘割模型 重心位置
モデル2	飽和砂（ $D_r=69\%$ ）	低い
モデル3	飽和砂（ $D_r=52\%$ ）	低い
モデル4	乾燥砂（ $D_r=91\%$ ）	低い
モデル5	乾燥砂（ $D_r=90\%$ ）	高い

表2 加振条件

模型番号	加振波形 ²⁾	加振加速度
モデル2	振動型不規則波 (5秒)	150, 200
モデル3	衝撃型不規則波 (10秒)	250, 300
モデル4	正弦波、振動型・衝撃型不規則波 (5Hz, 4秒)(5秒)(5秒)	100, 200
モデル5	正弦波、振動型・衝撃型不規則波 (5Hz, 4秒)(5秒)(5秒)	300

()内は加振周波数及び加振時間

モデル4・5で正弦波は100～300gal、不規則波は200, 300galの加振を行った

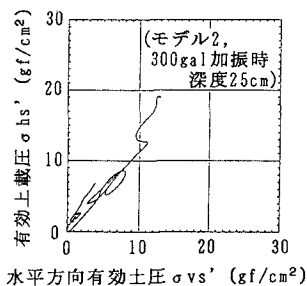


図2 水平方向有効土圧と有効上載圧の関係

γ' ：砂層の有効単位体積重量、 $\pm$ ：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

図より、衝撃型不規則波のモデル3のほうが振動型不規則波のモデル2に比べ計算値が全般にやや大きめになっているが、掘割道路模型上部の加速度を用いて計算すると、どの深度においても実測値と計算値は比較的良好一致している。

乾燥砂地盤中の掘割道路模型に作用する水平方向の土圧合力の、加振時の増加量の測定値と計算値の比較を図4に示す。測定値は受圧板から荷重計に作用する最大値で、計算値は物部・岡部の土圧公式⁴⁾を用いて地震時主働土圧と常時の主働土圧の差として求めた。掘割道路模型の応答加速度は受圧板に作用する平均の加速度を用いた。測定値では、掘割道路模型の重心位置の高い模型5のほうが全般的に土圧が大きめで、正弦波よりも不規則波のほうが、また、振動型よりも衝撃型の不規則波のほうが同じ応答加速度に対する土圧が大きい。模型5の衝撃型不規則波加振時を除くと、測定値は計算値と同程度か、あるいはそれ以下の値となっている。過剰間隙水圧が発生しない場合にはこの計算方法が設計時に適用可能と考える。

図5は、土圧計による測定値の最大値からの合力を計算値と比較したものである。荷重計による土圧合力に比べ、土圧計による土圧合力はばらつきが多くなっているが、荷重計による土圧合力と同程度となっている。

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、不規則波加振の場合にも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。また、掘割道路周辺地盤が液状化しない場合、設計で物部・岡部の土圧式を用いることは安全側の評価となる。

参考文献

- 1) 古関潤一、古賀泰之：液状化地盤の地震時土圧に関する模型振動実験、土木学会第45回年次学術講演会講演概要集 第3部、pp.224-225, 1991.
- 2) 古賀・松尾・武藤・唐澤：液状化性土盤上の盛土の地震時挙動に関する模型振動実験、土木技術資料 第30巻 第8号, 1988.
- 3)、4) 例えば日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説

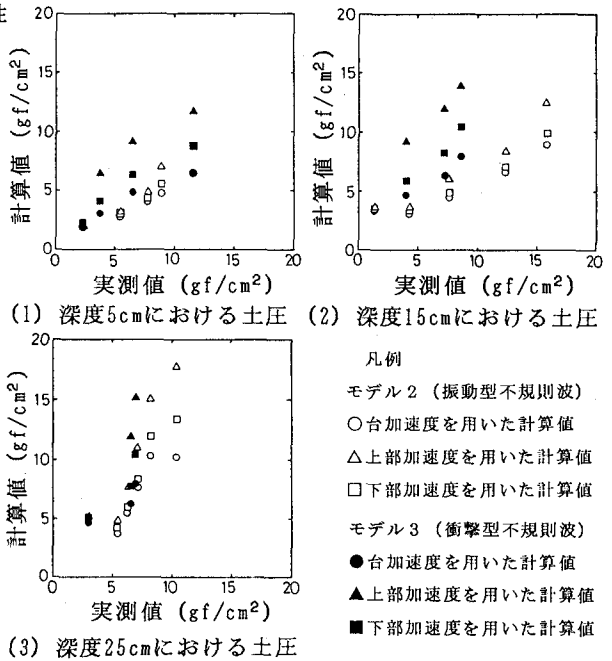


図3 動土圧最大値の実測値と計算値の比較（液状化地盤の場合）

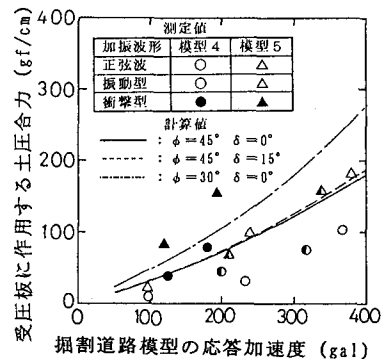


図4 荷重計による土圧合力の測定値と計算値の比較（乾燥地盤）

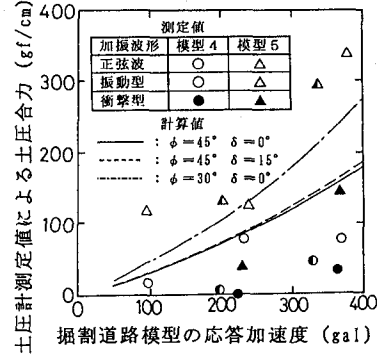


図5 土圧計による土圧合力の測定値と計算値の比較（乾燥地盤）