

液状化後の土の物性に関する実験的研究

東海大学大学院 ○小貫 勝彦
 東海大学海洋学部 後藤 弘樹
 東海大学海洋学部 矢島 一憲
 東海大学 正会員 浜田 政則

1. はじめに

埋設管などの地中構造物が液状化に伴う側方流動により甚大な被害を生じることが、既往の研究により明らかにされている。したがって、液状化後の土と地中構造物の相互作用の基本特性を把握することは、きわめて重要である。しかし、液状化の土の性質についてはあまり研究は行われていない。本研究では、液状化土を鋼球等を引き上げ実験を行い液状化土が外力に作用する特性や、液状化土の流体としての基本物性値の検討を行った。

2. 実験概要

実験は図-1に示すように直径1 m、高さ1 mの円筒型土槽を使用し土層に間隙水圧計、変位計、加速度計、ロードセルなどを設置した。液状化地盤作成および供試体を毎回同じ深さに設置するためポンプによるボイリグを行った。なお地盤作成に用いた砂は、豊浦標準砂である。

実験方法は、5.5 H Zの正弦波を入力させ砂層が完全に液状化状態になったことを確認して等速で引き上げた。その時の荷重の変動を測定した。

3. 実験結果

(1) 過剰間隙水圧と作用荷重

図-2に示したグラフは、直径50 mmの鋼球を相対密度28%の液状化層内を2.02cm/secの速度で引き上げた時の値である。上段のグラフは、作用荷重であり、下段は球上面の間隙水圧を示している直線的に減少するはずの間隙水圧が荷重ピークと共に落ちている。これは、球の引き上げにより球周辺の土のせん断抵抗を失うダイラタンシーによるものである。

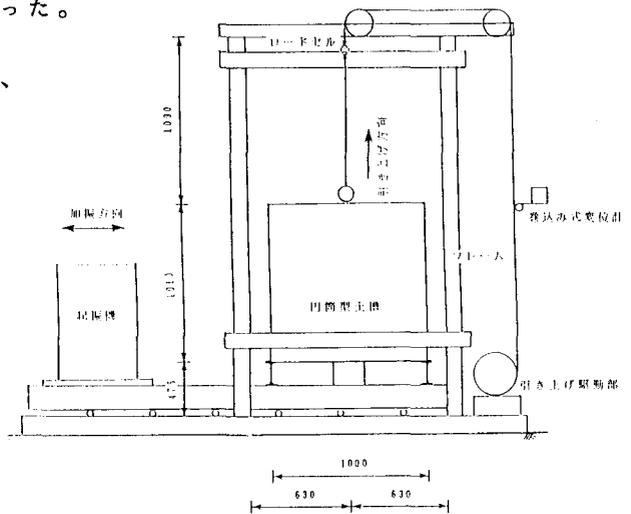


図-1 実験概略図

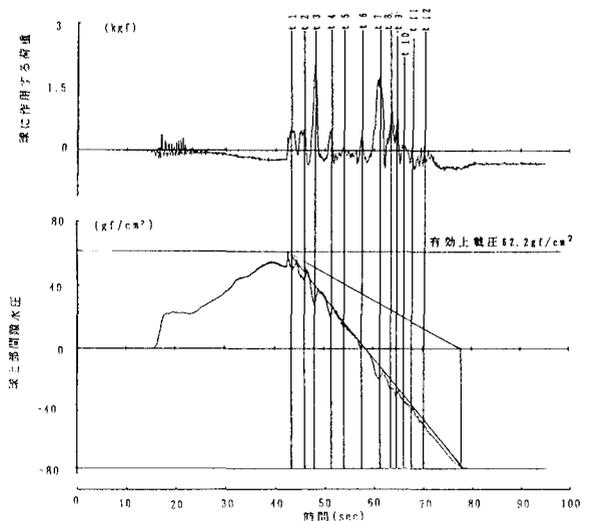


図-2 鋼球内間隙水圧と作用荷重

(2) 液状化抵抗率 F_L と球に作用する荷重
 液状化抵抗率 F_L の算定式を以下に示す。

$$F_L = \frac{R}{L}$$

$$R = 0.012 Dr$$

$$L = \frac{\tau}{\sigma_v}$$

$$\sigma_v = \gamma' h'$$

$$\tau = \frac{\alpha_{max}}{g} h' \gamma$$

- F_L : 液状化抵抗率
- R : 動的せん断強度比
- L : 加振時せん断応力
- Dr : 相対密度
- τ : せん断応力
- σ_v : 有効上載圧
- γ' : 水中単位体積重量
- α_{max} : 入力最大加速度
- g : 重力加速度
- h' : 作用力最大値時の位置

直径50mm鋼球の液状化抵抗率 F_L と球に作用する荷重の関係を図-3に示す。多少ばらつきがあるものの、高速になるにおいて勾配が大きくなっている。これは、作用荷重が、引き上げ速度に関係していることを表している。また F_L と共に作用荷重が増加傾向にある。

(3) 液状化抵抗指数 F_L と粘性係数
 粘性係数の算定式を以下に示す。

$$L_{max} = 6\eta\pi rV$$

直径50mmおよび直径100mm鋼球の液状化抵抗率 F_L と粘性係数の関係を図-4、図-5に示す。直径50mmの場合 $F_L 0.2$ 以下では、係数が一定値に収束しているかのように見えるが、0.2以上から発散している。また、直径100mmの場合でも $F_L 0.2$ 付近から増加している。このように球径は違うものの、粘性係数は同じ傾向を示している。

- L_{max} : 作用最大荷重 (gf)
- η : 粘性係数 (gfs/cm²)
- r : 球半径 (cm)
- V : 引き上げ速度 (cm/sec)

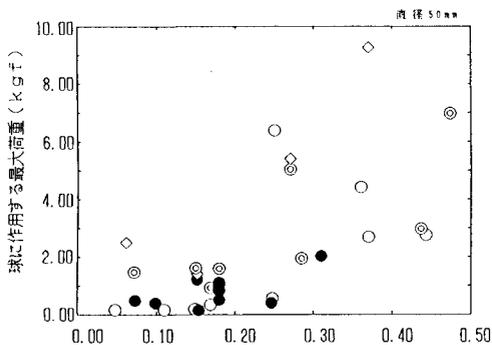


図-3 液状化抵抗指数 F_L と作用荷重

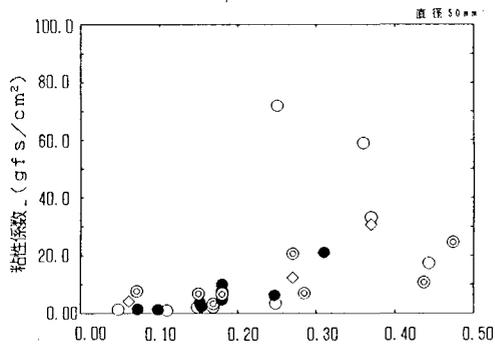


図-4 液状化抵抗指数 F_L と粘性係数

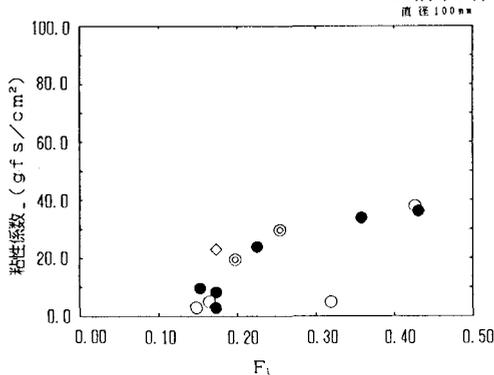


図-5 液状化抵抗指数 F_L と粘性係数