

Ⅲ-A132

液状化による水平地盤反力係数の低減に関する実験

建設省土木研究所 正員 森光 太郎
 建設省土木研究所 正員 田村 敬一
 建設省土木研究所 正員 東 拓生
 建設省土木研究所 正員 小林 寛

1. はじめに

液状化が予測される地盤上に杭基礎構造物などを計画する場合、液状化による地盤反力の低減の評価が必要であるが、地盤反力の低減については未解明な点も多い。これまで行われた実験的研究のほとんど^{1) 2) 3)}は、過剰間隙水圧比と地盤反力の低減の関係を求めたものである。それに対して、本研究では振動台実験により、液状化に対する抵抗率 F_L と水平地盤反力係数の低減率との関係について検討した。

2. 実験方法

図-1に本研究に用いた実験装置の概要を示す。使用した鋼製の加圧式土槽（内寸100×50×50cm）は、土槽と上蓋の間にゴム膜を挟み、空気圧をゴム膜上方に加えることにより地盤材料に所定の上載圧が加えられる構造になっている。地盤反力は土槽側面から水平方向にピストンを貫入し（変位制御50mm/mim）、ピストン先端のロードセル（載荷面 ϕ 32mm）で計測する。地盤材料は飽和豊浦砂（相対密度： $Dr=50, 70, 80\%$ ）とし、上載圧は9.8kPa(0.1kgf/cm²)に統一した。

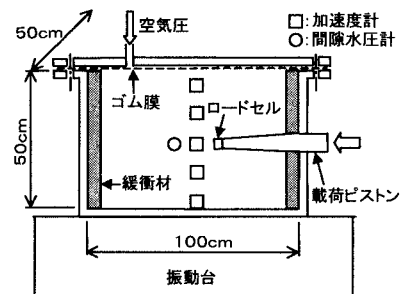


図-1 実験装置の概要

地盤作成後、任意の加振加速度で繰返し20回の正弦波加振を行い、加振完了後ただちにピストンを地盤内に貫入する。加振加速度を変化させ実験を繰返し、液状化程度の違いと水平地盤反力係数の低減率の関係を求めた。加振周波数は液状化後のせん断ひずみを増幅させやすい周波数を採用し、 $Dr=50\%$ で2Hz、 $Dr=70, 80\%$ で3Hzとした。また、土槽内は加振開始から貫入終了まで一定の上載圧で非排水状態を保っている。

3. 液状化に対する抵抗率 F_L の評価方法

振動台加振時に地盤内に生じるせん断応力は、地盤内加速度から単位面積当りの土塊の慣性力を算出して求めた。せん断ひずみは、地盤内加速度を2回積分した変位より算出した。せん断応力、せん断ひずみとも、載荷ピストンが貫入される土槽中央での値に着目した。

液状化の程度を評価する液状化に対する抵抗率 F_L は次式により求めた。

$$F_L = \frac{R_{L20}}{L} \quad (1)$$

R_{L20} ：20回の繰返し加振でせん断ひずみ両振幅 γ_{DA} が7.5%になるせん断強度比

L ：20回繰返し加振したせん断応力比

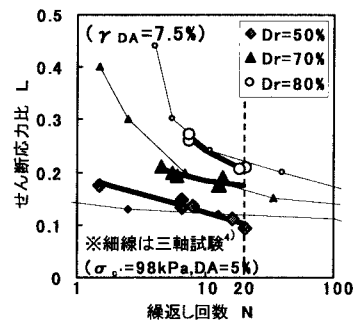


図-2 液状化強度曲線

キーワード：液状化、水平地盤反力係数、 F_L 、せん断ひずみ、振動台実験

連絡先：〒305-0804 つくば市旭1番地 TEL 0298-64-4963 FAX 0298-64-0598

ここで、 R_{L20} は $\gamma_{DA}>7.5\%$ となった実験ケースの液状化強度曲線(図-2)から繰返し回数20回のせん断応力比とした。また、 L はせん断応力比の時刻歴波形から半波ごとの積分値が同じになるように補正正弦波を作成し、補正正弦波の平均振幅をとることとした。図-3に示すように計測波形は液状化後にスパイク状の波形となるが、補正正弦波では液状化前後で同程度の振幅が得られた。

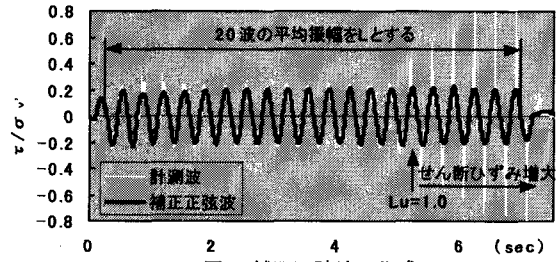


図-3 補正正弦波の作成

4. F_L と水平地盤反力係数の低減率 D_E の関係

載荷ピストン貫入時に得られる水平地盤反力度の一例を図-4に示す。ここで、水平地盤反力係数 k_H は着目する貫入量と水平地盤反力度の割線勾配で定義した。また、水平地盤反力係数の低減率 D_E は加振しないケースの水平地盤反力係数を k_{H0} とし、 $D_E=k_H/k_{H0}$ として算出した。

図-5に着目貫入量 $\delta=3.0\text{cm}$ における F_L と D_E の関係を示す。 D_E は $F_L=1.0$ をはさんで急激に低下し、 $F_L<1.0$ では F_L の減少に伴い緩やかな低下傾向を示した。 F_L と D_E の関係に関して、 Dr による違いは確認できなかった。なお、水平地盤反力係数の着目変位量を1.0, 5.0cmとしても同様の結果が得られた。

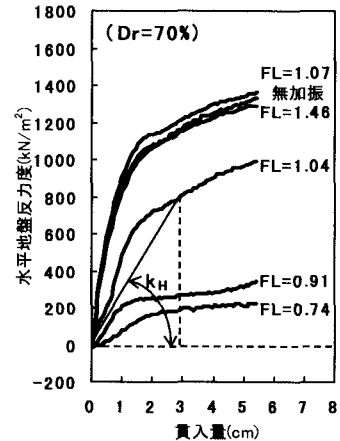


図-4 貫入量と水平地盤反力度

$F_L<1.0$ となった実験ケースについて、液状化によって地盤が経験したせん断ひずみ両振幅 γ_{DA} と D_E の関係を図-6に示す。地盤が経験したせん断ひずみが大きいほど D_E は低下していることがわかる。

$F_L>1.0$ で $D_E>1.0$ のデータが得られた原因として、実験に用いた加圧式土槽全体としては非排水条件であるものの、載荷ピストンを貫入する地盤内部では部分的に若干の密度増加が起り、加振前より地盤が締固まったのではないかと推測される。

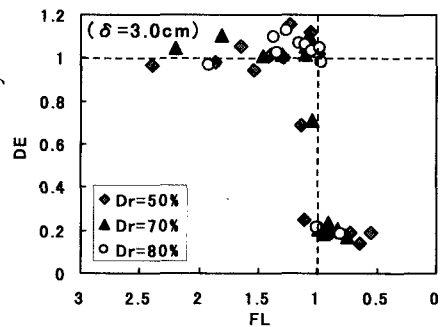


図-5 F_L と D_E の関係

5. まとめ

液状化地盤における水平地盤反力の低減を評価するため、加圧式土槽を用いた振動台実験を行った。実験結果より以下の知見が得られた。

- (1) 実験対象とした比較的液状化強度の低い砂では、液状化による水平地盤反力係数の低減率 D_E は $F_L=1.0$ をはさんで急激に低下し、 $F_L<1.0$ では F_L の減少に伴い緩やかな低下傾向を示した。
- (2) 液状化した地盤では、経験したせん断ひずみが大きいほど水平地盤反力は低下する。

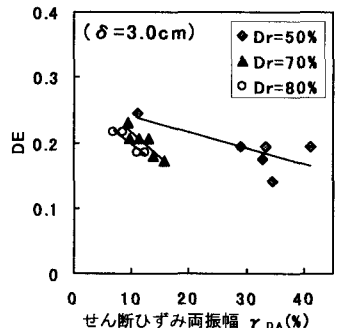


図-6 γ_{DA} と D_E の関係

【参考文献】1) 常田,木全,吉田:地盤の流動化特性およびその影響に関する実験的検討,第16回土質工学研究発表会 pp.629-632, 1981 2) 濱田,大塚,二宮:液状化時の水平地盤反力係数の低減に関する実験的研究,土木学会第49回年次学術講演会 pp.524-525, 1994 3) 仙頭,萩原,二宮:加振した液状化地盤の水平地盤反力に関する実験的研究,土木学会第50回年次学術講演会 pp.492-493, 1995 4) 東,大塚,二宮:砂質土の相対密度を考慮した液状化強度曲線の定式化,土木学会第49回年次学術講演会 pp.528-529, 1994