

III - 267

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

熊谷組技術研究所 正会員 濱田尚人

建設省土木研究所 正会員 大塚久哲

建設省土木研究所 正会員 二宮嘉朗

1. はじめに

地震による地盤の液状化により杭基礎がせん断破壊したことがたびたび報告されており、臨海部など軟弱な砂質地盤上に杭基礎構造物を建設する場合、地震による地盤液状化時の地盤支持力低下を評価することがきわめて重要である。本研究では、地盤液状化時における水平地盤反力係数の低減率を求めるため、実地盤における杭まわりの地盤応力に近い状態を再現可能な装置を作製し、地盤の上載圧や過剰間隙水圧比の条件を変化させ、地盤に対して静的な水平载荷試験を行なった。これにより杭基礎支持地盤の液状化程度に応じた水平地盤反力係数の低減率について検討した。

2. 実験手法

図-1に本実験に用いる加圧式土槽の概要図を示す。土槽は密閉鋼製土槽(長辺100×短辺50×深さ47.9cm)でありその底にはポーラス材がはめ込まれ、送排水が可能な構造となっている。地盤反力測定のためのピストンは $\phi 6$ cmで土槽側面の中央部に取り付けられている。実験においては、下部土槽と上蓋の間にゴム膜を挟み込み、このゴム膜を介して空気圧により下部土槽中の砂地盤を加圧し、土槽内の砂地盤の上載圧を変化させ、実地盤の深度に対応させている。また間隙水圧計、土圧計が土槽底面中央部と側面中央部に各1個づつ取り付けられている。ピストン貫入力を測定するためのロードセルは土槽外部に取り付けている。過剰間隙水圧の発生方法は、土槽底部より強制的に水圧を加える方法により行った。

実験においては、各上載圧とその上載圧下における過剰間隙水圧比をパラメータとした。土槽内の地盤は相対密度が約30%でできるだけ均一になるようにボイリング法を用いて作製し、反力測定試験のたびに新たに作製した。

3. 実験結果及び考察

水平地盤反力、及びその低減率はピストン貫入速度により変化することが考えられるため表-1に示す条件で最も地盤反力の低減が大きくなる貫入速度を予備実験により調べた。ピストン1mm貫入時の地盤反力を基準に水平地盤反力係数の低減率を表-2にまとめると、貫入速度の速い場合ほど反力係数の低減率は大きい傾向がある。

そこで本試験においては低減率の大きい50mm/minのピストン貫入速度で実験を統一する。

本実験の実験ケースを表-3にまとめる。図-2から図-5に上載圧別に各上載圧条件の過剰間隙水圧比0.0の水平地盤反力で正規化した低減率を示

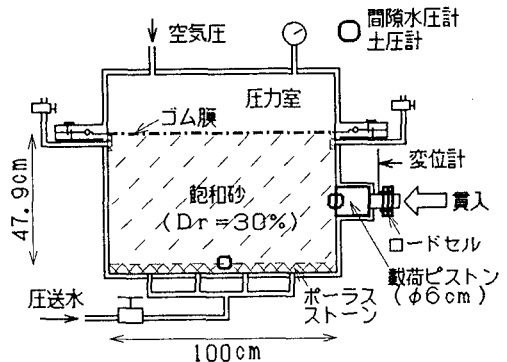


図-1 実験装置の概要

表-1 予備実験条件

上載荷重 (kgf/cm^2)	0.6
地盤の相対密度 (%)	30
過剰間隙水圧比	0.0 0.8
ピストン貫入速度 (mm/min)	10, 30, 50

表-2 水平反力と反力係数の低減率

		間隙水圧比	
		0.0	0.8
貫入速度 (mm/min)	10	15.0 (kgf)	15.0 (1.00)
	30	27.5	16.0 (0.58)
	50	27.5	13.0 (0.47)

※ $\sigma_v = 0.6 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 、()内が反力低減率

表-3 本実験ケース

初期上載荷重 (kgf/cm^2)	0.2, 0.4, 0.6, 1.0
過剰間隙水圧比 ($\Delta u/\sigma'_v$)	0.0, 0.2, 0.4, 0.6 0.7, 0.8, 0.9, 0.95
地盤の相対密度 (%)	30
ピストン貫入速度 (mm/min)	50

す。プロット点は反力測定時の地盤内へのピストン貫入量別になっている。図-3から図-5に示すように上載圧が 0.4kgf/cm^2 以上のケースでは過剰間隙水圧比に応じて同程度の低減率であり、また低減率はほぼ直線的である。地表面からやや下がった地盤内では上載圧、すなわち地盤深さに関係なく過剰間隙水圧比をパラメータとして低減率を算定できると考える。しかし、図-2の上載圧 0.2kgf/cm^2 のケースでは反力測定時のピストン貫入量による低減傾向は異なる。貫入量の少ない時点で測定した低減率は低減率は小さい。図-6に上載圧が 0.2 、 1.0kgf/cm^2 、過剰間隙水圧比 0.0 の载荷ピストンの貫入による地盤反力の変化を示す。上載圧が小さいと大きい場合に比較してピストン貫入による地盤の塑性化傾向は小さい。図-2のように 1mm 貫入時と 50mm 貫入時で反力係数の低減率に幅があるのは、 1mm 貫入時においては、まだ地盤は塑性化傾向が進んでいないために凸の低減率になるが、貫入量が多くなるとつれ塑性化するため直線的な低減率になると考える。

4. まとめ

地盤液状化時における水平地盤反力係数の低減率を求めるため、地盤の上載圧や過剰間隙水圧比の条件を変化させ、地盤に対し水平载荷実験を行った。水平地盤反力係数の低減率は過剰間隙水圧比によってほぼ線形的に減少することが確かめられた。なお、本報告は著者の一人の濱田が建設省土木研究所において部外研究員としておこなった成果の一部をまとめたものである。

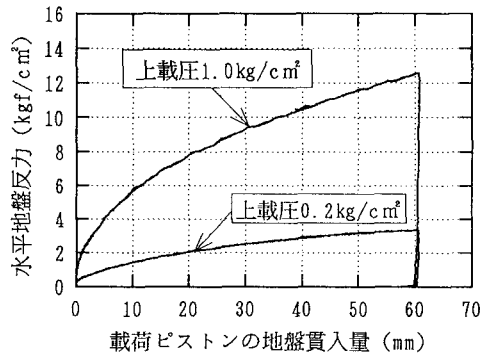


図-6 水平地盤反力の変化

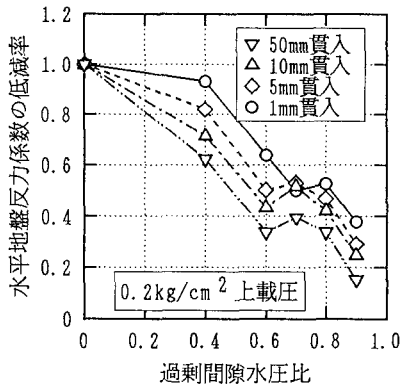


図-2 水平地盤反力係数の低減率

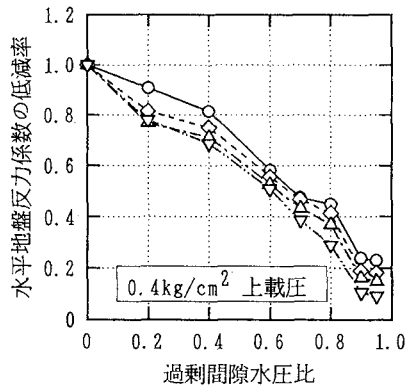


図-3 水平地盤反力係数の低減率

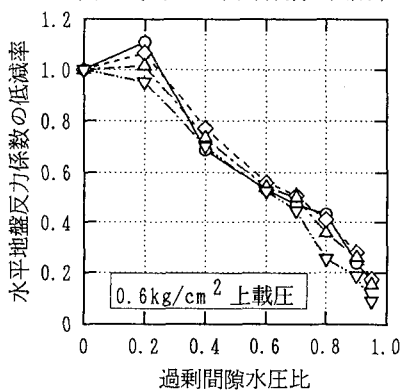


図-4 水平地盤反力係数の低減率

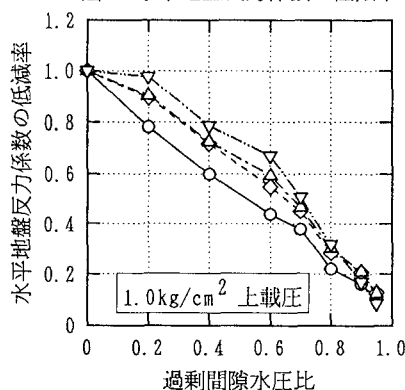


図-5 水平地盤反力係数の低減率