

III - 279

液状化の程度による地盤物性値の変化に関する実験

金沢大学工学部 正会員 宮島昌克
金沢大学工学部 正会員 北浦 勝
西松建設（株） 北野 豊

1. はじめに

液状化に伴う地盤の側方流動に関する研究が近年精力的に行われている．完全液状化状態（過剰間隙水圧比が1.0の状態）における地盤を粘性流体として扱う試みもなされている．本研究では，完全液状化時のみではなく，液状化過程の進行に伴う，すなわち過剰間隙水圧の上昇に伴う地盤物性値の変化に注目して振動実験を行った．

2. 実験概要

実験装置の概要図をFig.1に示す．

実験に用いた砂箱は高さ250mm，長さ380mm，奥行き220mmである．砂層地盤に用いた砂は手取川の川砂であり，比較的液状化しやすい粒径範囲にある．その物理定数をTable 1に示す．本実験においては，過剰間隙水圧の発生は加振によるのではなく，砂層底面より与える上向き浸透流によっており，流量によって過剰間隙水圧の大きさを調整している．過剰間隙水圧を計測するために水圧計をFig.1に示す位置に設置した．鉛球の引き上げにはモーターを使用しており，引き上げ速度は1.1, 2.1, 3.5cm/sの3ケースである．鉛球の引き上げ時の抵抗力を荷重計で計測した．ここでは，鉛球を水平方向にのみ移動するように2本のレールで支えているので，鉛球の移動に伴う鉛球とレールに働く摩擦力をあらかじめ計測しておき，実験値から差し引いた．

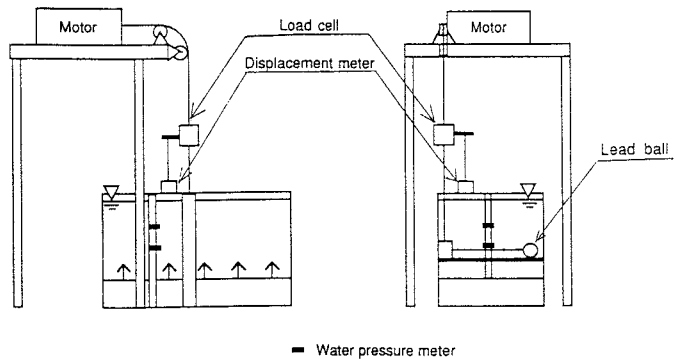


Fig. 1 General view of test apparatus.

Table 1 Physical properties of sand.

Specific gravity(G_s)	2.67
Uniformity coefficient(U_c)	2.96
Maximum void ratio(e_{max})	1.030
Minimum void ratio(e_{min})	0.721
50 percent diameter(D_{50})	0.2 (mm)
Coefficient of permeability(k)	1.92×10^{-2} (cm/s)

3. 実験結果および考察

荷重計で計測された鉛球引き上げ時の荷重と，そのときの変位との関係をFig.2に，引き上げ速度ごとに示す．Fig.2を見ると，荷重のピークの値は過剰間隙水圧比が大きくなるほど大きくなっており，引き上げ速度が速くなるにしたがって小さくなっていることが分かる．Fig.3は鉛球が受ける抗力が一定となったときの荷重計の値と引き上げ速度の関係を，過剰間隙水圧比ごとに示している．同図によれば，過剰間隙水圧比が1.0より小さい場合には引上げ速度の増加とともに荷重は減少しているのに対し，過剰間隙水圧比が1.0の場合は荷重は増加している．このことから，過剰間隙水圧比が1.0付近では地盤は流体的な挙動を示していることが考えられ，地中構造物が受ける抗力は速度に比例して大きくなると予想される．そこで，従来から行われているように，液状化地盤を弾性体として地盤ばね係数を求めるとともに，ここでは液状化地盤を粘性流体と仮定して粘性係数をも求めた．すなわち，Fig.2から初期接線勾配を読み

とりばね係数を，荷重が一定となったときの値を用いて荷重と移動速度の関係から粘性係数をそれぞれ求め，Figs. 4, 5にまとめた。

Fig.4によれば，過剰間隙水圧の上昇とともにばね係数は減少しており，その低減率は引上げ速度が速くなるにしたがって小さくなっている。引上げ速度が1.1 cm/sで過剰間隙水圧比が1.0のときのばね係数は，過剰間隙水圧比が0.0の場合のばね係数と比べ約1/20となっているのに対し，引上げ速度が3.5cm/sの場合を同様に比較すると，約1/4となった。過剰間隙水圧比が0.0のときのばね係数は 0.64kgf/cm^3 となり，ガス導管耐震設計指針に示されている地盤ばね係数と比較して約1/7となっている。模型地盤が実地盤に比べてかなり軟弱な地盤を対象としていることが分かる。

Fig.5はFig.4と同様な傾向があり，過剰間隙水圧比の増加とともに粘性係数は減少し，引き上げ速度の増加とともに低減率は小さくなる。しかし，過剰間隙水圧比が1.0の場合の粘性係数の値は，どのケースでもほぼ同じである。この実験では過剰間隙水圧比が1.0の粘性係数は $2.008\text{gf} \cdot \text{sec/cm}^2$ となった。本実験で得られた完全液化状態の地盤の粘性係数を水のそれと比較すると， 10^5 倍となっており，従来の実験結果と調和的である。

本実験から，完全液化時には，鉛球が受ける抗力は引き上げ速度とともに増加することが分かった。このことより，完全液化時には地盤は流体的挙動を示していると考えられる。一方，過剰間隙水圧比が1.0よりも小さい場合には，引き上げ速度の増加とともに最大抵抗力は小さくなっており，この場合にも速度効果があることを示唆している。

最後に，本研究の一部が，川崎製鉄株式会社の補助によって実施されたことを記して深謝いたします。また，実験の実施にご協力して下さいました，金沢大学大学院生 長谷川正道氏に感謝します。

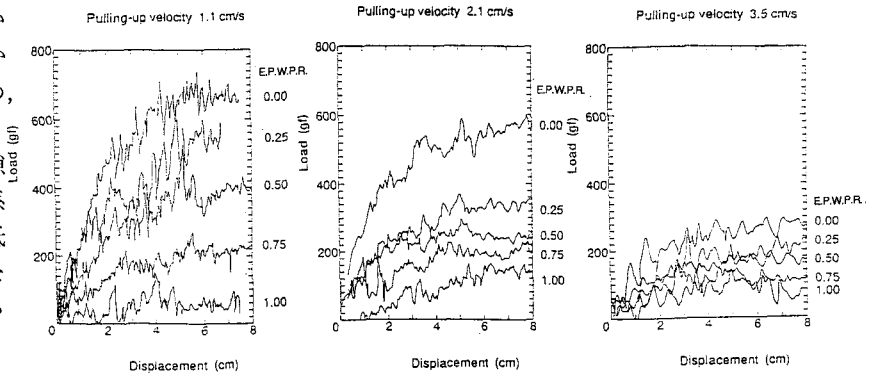


Fig. 2 Relationship between load and displacement.

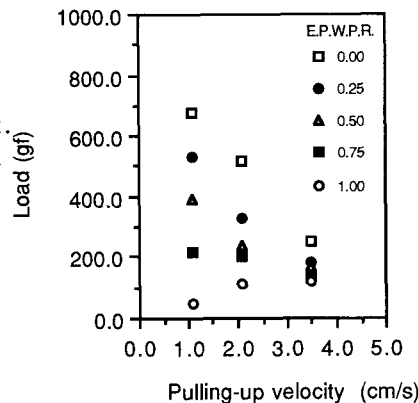


Fig. 3 Relationship between pulling-up velocity and load.

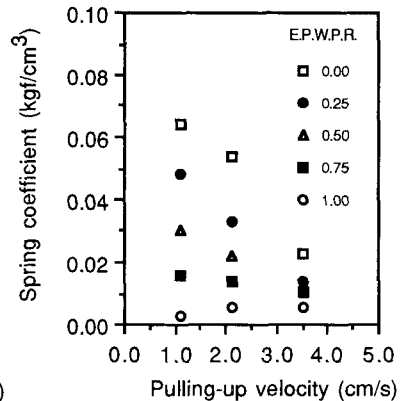


Fig. 4 Relationship between pulling-up velocity and spring coefficient.

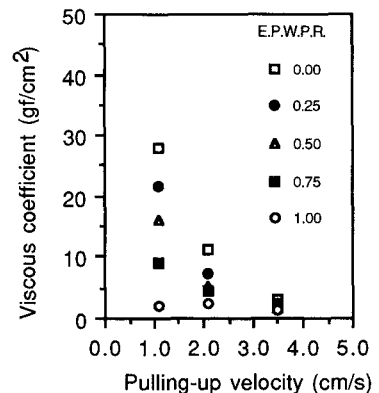


Fig. 5 Relationship between pulling-up velocity and viscous coefficient.