

Ⅲ - A 65 豊浦砂の低拘束圧下における非排水繰返しせん断特性

武蔵野土質調査	正会員	天谷	宗徳
東京大学生産技術研究所	正会員	佐藤	剛司
東京大学生産技術研究所	正会員	古関	潤一
東京大学大学院	学生会員	真栄城	徳泰

はじめに

液状化時の砂地盤の挙動を明らかにするために、重力場での模型振動実験とこれらを対象とした数値シミュレーションが各所で行われている。しかしながら、このような低拘束圧下での砂の液状化特性¹⁾は必ずしも明らかにはされていない。ここでは、豊浦砂を用いて非排水繰返し三軸試験を行い、低拘束圧下で試験を実施する際の供試体自重、メンブレン張力、載荷軸及びキャップの慣性力の影響について検討した結果を報告する。

実験方法

供試体の寸法は直径 7.5cm、高さ 15cm であり、気乾状態の豊浦砂を用いて空中落下法により $Dr=80\%$ 程度となるように作成した。飽和させた供試体を背圧 98kPa のもとで 2.94、4.9、9.8、49kPa の 4 通りの有効拘束圧まで等方圧密し、軸載荷装置に $\phi=63\text{mm}$ または 40mm の空圧ベロフラムシリンダーを用いて、0.1Hz の正弦波を入力波形とし、非排水繰返し載荷を行った。低いセル圧や飽和のための CO_2 通気時の圧力は U 字管でモニターしながら調節した。側方有効応力は 4.9kPa 以下の場合にはセル水位と背圧用ビューレットの水頭差によって与え、間隙水圧は差圧計を用いて計測した。

供試体自重の影響²⁾³⁾

有効拘束圧が 2.94kPa の場合の供試体の各部での有効応力経路を図 1 に示す。鉛直有効応力は乾燥状態の供試体の負圧による自立中に最大となり、側方有効応力は、その後セル水を満たした状態で最大となる。その時の供試体下端での過圧密比は、鉛直方向で約 1.5、側方向では約 1.3 となる。以下では、鉛直有効応力として供試体の中央高さでの値を用いた。

メンブレン張力補正

メンブレン張力は軸方向に対して伸張側のみ次式により補正を行った²⁾³⁾。

$$\Delta \sigma_{an} = -4 \cdot E_m \cdot \epsilon \cdot a \cdot t_m / D \quad (\epsilon < 0)$$

ここで、 $\Delta \sigma_{an}$: 軸方向のメンブレン張力、 E_m : メンブレンの弾性係数(=1.813MPa)、 t_m : メンブレンの厚さ(=0.2 または 0.3mm)、 ϵ_a : 供試体の軸ひずみ、 D : 供試体の直径である。繰返し応力比約 0.7、有効拘束圧 2.94kPa、 $t_m=0.2\text{mm}$ の条件で試験を行った場合のメンブレン張力の補正の有無の影響を図 2 に示す。軸ひずみ $DA=5\%$ に達したときでは応力比は 15% 程減少しており、メンブレン張力の影響が大きいことがわかる。

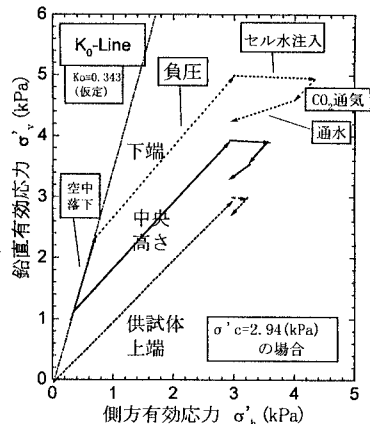


図 1 供試体作成時の圧密有効応力経路

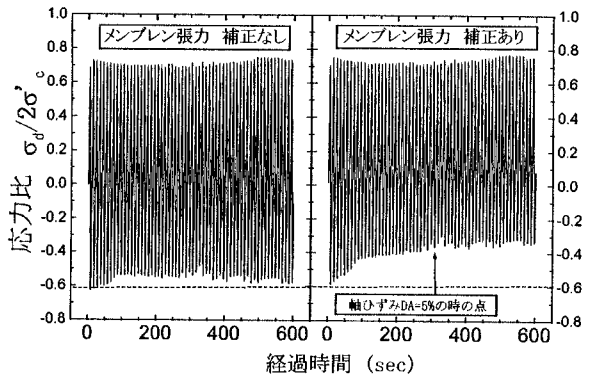


図 2 メンブレン張力補正の比較

キーワード; 低拘束圧、液状化、非排水繰返しせん断、慣性力

連絡先; 〒359 埼玉県所沢市北岩岡 296-1 TEL 0429-43-3391 FAX 0429-43-3397

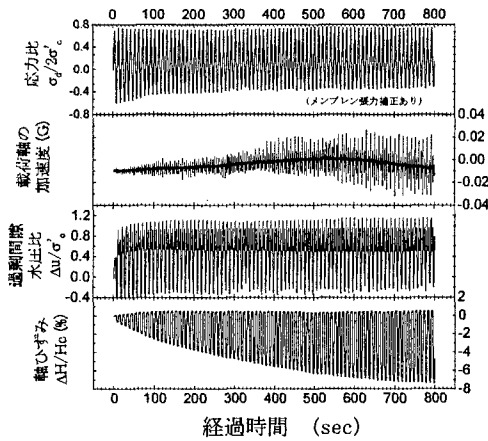


図3 各波形の時刻歴

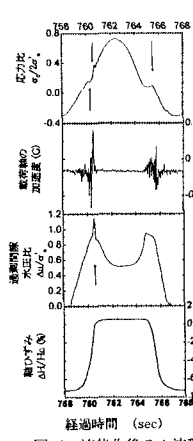


図4 液状化後の1波形

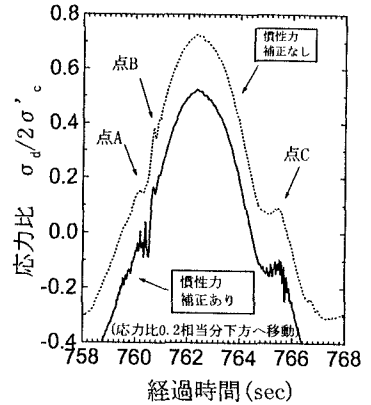


図5 慣性力補正の比較

キャップ及び载荷軸の慣性力の影響

繰返し载荷時に供試体に作用する軸荷重は、ロードセルでの荷重測定値と、ロードセルと供試体の間にある载荷軸及びキャップの質量(今回の場合1.081kg)に起因する慣性力の和となる。そこで载荷軸に加速度計を設置して後者の慣性力の影響について検討した。図2と同じ試験時の各測定値を図3に示す。このうち液状化後の1波を取り出して拡大したものが図4である。図4で矢印で示したいくつかの時点で、応力比と過剰間隙水圧比の波形が乱れている。この時、最大で0.02G程度の加速度が発生している。加速度から算定した慣性力の有無の影響を図5に示す。慣性力補正によって図5の点Aと点Cに見られた応力比の凹部分の波形が変化するが、点Bでの波形及び最大振幅は慣性力の影響を受けない。なお、慣性力補正後の平均有効主応力と軸差応力の関係を図6に示すが慣性力の影響は特に顕著には現れなかった。

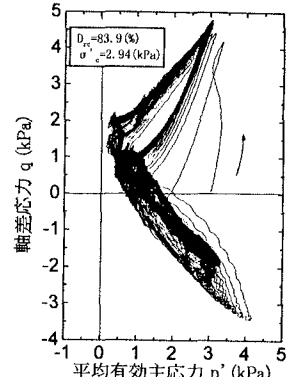


図6 慣性力補正後の有効応力経路

液状化強度の拘束圧依存性

有効拘束圧が繰返し回数と応力比の関係に及ぼす影響を図7に示す。有効拘束圧が低くなるに従い液状化強度は増大していくことが確認できた。

まとめ

低拘束圧下で砂の非排水繰返し三軸試験を行う際には他の静的な試験²⁾³⁾と同様に、供試体の自重とメンブレン張力の影響に留意する必要がある。今回の試験条件のもとではキャップと载荷軸の重量による慣性力の影響は比較的小さかった。

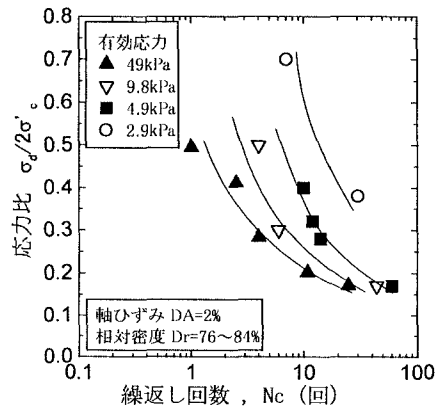


図7 液状化強度曲線

参考文献

- 1) 金谷尊、西 好一(1994):低拘束圧下における砂の繰返し非排水せん断強度、第29回土質工学研究発表会。
- 2) Tatsuoka, F., Goto, S. and Sakamoto, M. (1986): Effect of some factors on strength and deformation characteristics of sand at low pressure, Soils & Foundations, Vol. 26, No. 1, pp. 105-114.
- 3) 坂本 信 (1985): 極低拘束圧下における砂の変形強度特性、東京大学修士論文