

III-135

静的三軸圧縮試験による液状化強度の予測

関東天然瓦斯開発株式会社 ○ 柏原敏郎
長岡技術科学大学 工学部 小川正二
長岡技術科学大学 工学部 亀井健史

1. まえがき

従来、砂地盤の液状化強度は応力制御方式による動的非排水三軸繰返し試験により求められてきた。しかしながら、この試験法では多くの経費と労力が必要である。本研究は上記の点に着目し、歪制御方式による静的非排水三軸繰返し試験から得られた液状化強度と、最も簡便な非排水三軸圧縮試験結果との関係について報告するものである。また、動的非排水三軸繰返し試験と静的非排水三軸繰返し試験による液状化強度の比較結果を報告するものである。

2. 試料および実験方法

試料としては、新潟県黒崎町上越新幹線沿線で採取した砂を用い、その諸物性は表-1に示す通りである。

表-1 試料の物理的性質

Gs	D ₁₀	D ₆₀	e _{min}	e _{max}
2.68	0.17	0.35	0.61	1.00

供試体は、空中落下法により気乾状態で作成した。その後、試料を飽和させ、98 kPaの圧密圧（ σ'_0 ）で圧密を行ない、さらに98 kPaのバックプレッシャーを与えた。また実験は、繰返し試験、圧縮試験とともに相対密度（ D_r ）の範囲を35～70%とし3種類以上に対して行った。

同一の軸差応力（ σ_a ）を圧縮方向と伸張方向に加えることにより非排水繰返し載荷を行った。なお、繰返し載荷様式は、0.3 %/minの歪制御方式を用いた。

3. 実験結果および考察

図-1は非排水有効応力経路を示している。液状化の主原因は間ゲキ水压の上昇であり、非排水繰返し載荷時の有効応力経路は図中の経路ABの形により規定される。そこで、経路ABの形を数量的に表わす量として応力定数 $U_{qp} = P_{AB}/Q_{AB}$ なる値を考える。 U_{qp} の値は拘束圧の大きさにはほぼ無関係であり、密度の値のみにより決定できる。

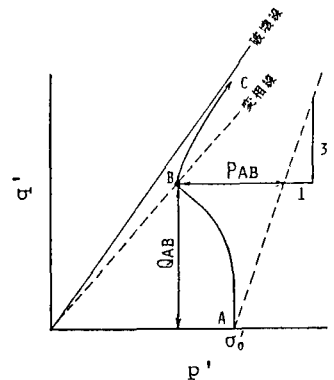


図-1 非排水有効応力経路モデル

三軸圧縮試験における、最大過剰間ゲキ水压比（ $\Delta U_{max}/\sigma'_0$ ）と D_r の関係を示したのが図-2である。また、 U_{qp} と D_r の関係を図-3に示した。両図より、 $\Delta U_{max}/\sigma'_0$ と U_{qp} の値はゆる詰め

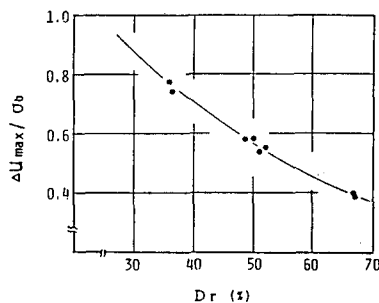


図-2 最大過剰間ゲキ水压比（ $\Delta U_{max}/\sigma'_0$ ）と相対密度（ D_r ）の関係

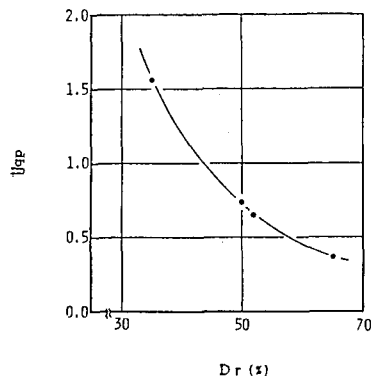


図-3 応力定数（ U_{qp} ）と相対密度（ D_r ）の関係

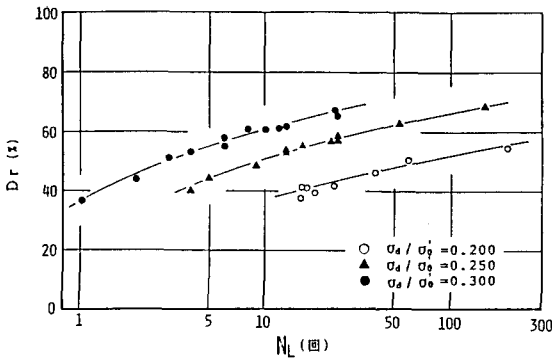


図-4 相対密度 (D_r) と初期液状化回数 (N_L) の関係

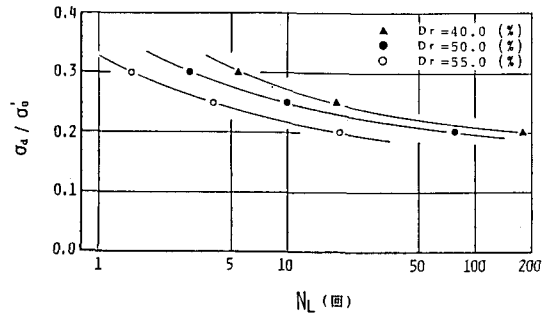


図-5 応力振幅 (σ_d / σ'_0) と初期液状化回数 (N_L) の関係

の砂になるほど大きくなる傾向が認められた。

静的繰返し試験における、 D_r と初期液状化回数 (N_L) の関係を図-4に示す。この図より、応力振幅 (σ_d / σ'_0) の大きさには関係なく、密な砂ほど N_L が多くなることがわかる。また、 σ_d / σ'_0 と N_L の関係は図-5のように示され、この図から、動的非排水三軸繰返し試験では、よく知られている曲線とほぼ同様な傾向が本研究においても得られた。

次に、三軸圧縮試験における U_{qp} と D_r の関係を静的非排水三軸繰返し試験結果に適用する。図-4における D_r の値を応力定数の逆数 ($1/U_{qp}$) で置き換えると、図-4は図-6のように書き換えられる。この図より、応力定数と初期液状化回数の間には、応力振幅の大きさによらずある一定の直線相関を有していることが認められる。すなわちこの関係は、非排水三軸圧縮試験から液状化強度を知る可能性があることを示している。

また、静的非排水三軸繰返し試験結果と動的非排水三軸繰返し試験結果を比較すると図-7のようになる。

同一の D_r に対して、ある特定の回数で初期液状化に達するために必要な σ_d / σ'_0 を求めると、本研究で得られた値は動的繰返し試験で求められる値の53%であり、本研究で得られた σ_d / σ'_0 の値を1.9倍することにより動的繰返し結果とほぼ一致することがわかる。

4. 結論

砂地盤の液状化強度を、簡便な静的圧縮試験よりある程度評価できることを示した。

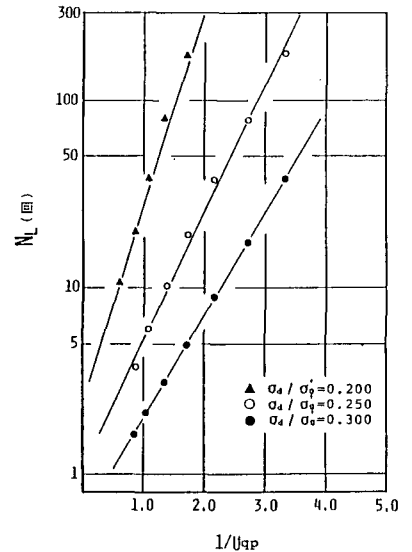


図-6 応力定数の逆数 ($1/U_{qp}$) と初期液状化回数 (N_L) の関係

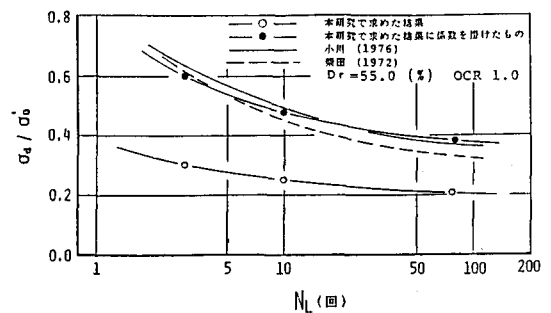


図-7 応力振幅 (σ_d / σ'_0) と初期液状化回数 (N_L) の関係