

III-23 砂の液状化強度と相対密度との関係

建設省土木研究所 正 柳田 賢一
〃 正 〇近藤 盛央
日本技術開発(株) 正 高松 重則

1. まえがき

砂質土の液状化の問題は多くの研究者によって研究されてきており、その内容も多岐にわたっている。最近では、砂質土の動的強度については、 N 値の高いあるいは密度の高い砂質土の動的強度特性が問題の1つとして提示されている。例えば、龍岡等¹⁾は砂質土の動的強度が高い相対密度の領域で急激に増加することとを指摘しており、また吉見等²⁾は N 値の高い砂質土に対する動的強度の推定法の詳細な検討の必要性を賜えている。本文では、このような現状を踏まえて、豊浦標準砂を用いて実施した砂質土の動的強度に及ぼす相対密度の影響に関する振動三軸試験の結果を報告する。

2. 実験方法

実験で使用した試料は、豊浦標準砂($G_s=2.64$, $e_{max}=0.96$, $e_{min}=0.64$)であり、高さ14.0cm、径7.5cmの供試体を作成した。供試体作成方法は、乾燥した豊浦標準砂をモールド内に空中落下させ、セールドを木づちで打って目標とする相対密度(D_r)の供試体を作成した後に、炭酸ガスを5分間供給し、その後脱気水を供給して飽和化を図り、 B 値が0.95以上であることを確認した後に3時間の圧密を行なった。その後、振動三軸試験機により所定の応力比($\sigma_p/2\sigma_c'$)で、応力制御による動的載荷を行い、載荷荷重、供試体変位および過剰間隙水圧の測定をした。

なお、載荷周期は0.5Hzであり、ここでは過剰間隙水圧(ΔU)が圧密圧力(σ_c')と等しくなった時点で液状化と定義した。また、実験の対象とした供試体は表-1のとおりである。

3. 実験結果

本報告では、液状化強度を繰返し回数 $N_L=20$ 回で、 ΔU が σ_c' と等しくなる時の応力比で定義した。

図-1は、実験結果の一例であり、平均相対密度が56.4%の場合の液状化時の繰返し回数(N_L)と応力比($\sigma_p/2\sigma_c'$)の関係を示す。このような実験結果に基づいて、 $\sigma_p/2\sigma_c'$ と N_L の関係の平均曲線が図中のように想定される。各供試体の相対密度はやや差があるが、本実験では平均相対密度の $\pm 4\%$ 以内に分布している。

図-2は、図-1のような結果に基づいて各平均相対密度における繰返し回数と応力比の関係の平均曲線を取りまとめたものである。同図から D_r の増加に伴い、液状化のための応力比が増加する傾向を示すことがわかる。また、 D_r が71%と75%ではさほど差がないのに比べて、75%と80%では大きな差があることがわかる。

図-3は、相対密度と液状化強度の関係を示す。つまり図-2の結果において、 $N_L=20$ 回での $\sigma_p/2\sigma_c'$ として液状化強度が求まる。同図によれば液状化強度は相対密度が70~80%付近で急激に大きくなることがわかる。

また、同図には龍岡等¹⁾の結果を併記したが同報告における $N_L=10$ 回で $\Delta U=10\%$ と定義した液状化強度と相対密度の関係は、本実験結果と類似していることがわかる。

4. まとめ

本実験結果によれば豊浦標準砂の液状化強度は、相対密度が70~80%付近で急激に大きくなる傾向を示すことが確認された。従って液状化強度と相対密度との関係を定める限りでは、液状化強度がこれらの相対密度付近では相対密度によって大きく左右されることが指摘される。従って、通常液状化すると考えられている沖積砂質土

表-1 実験結果

試料名	e_c	D_r (%)	$\sigma_{dp}/2\sigma'_c$	N_i (回)
T-22	0.778	56.88	0.180	2.5
T-23	0.774	58.10	0.157	8.5
T-24	0.738	69.50	0.119	12.0
T-25	0.719	75.30	0.245	8.5
T-29	0.731	71.60	0.238	3.0
T-31	0.787	54.10	0.137	21.0
T-41	0.721	74.70	0.267	3.0
T-42	0.730	71.81	0.207	11.0
T-47	0.717	75.99	0.240	6.5
T-48	0.700	81.37	0.334	375.0
T-50	0.707	79.10	0.376	4.0
T-53	0.718	75.60	0.263	6.0
T-64	0.797	51.00	0.134	21.0

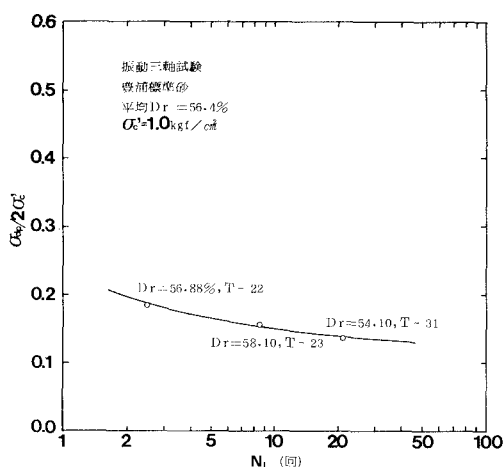


図-1 繰返し回数と応力比の関係 ($D_r=56.4\%$)

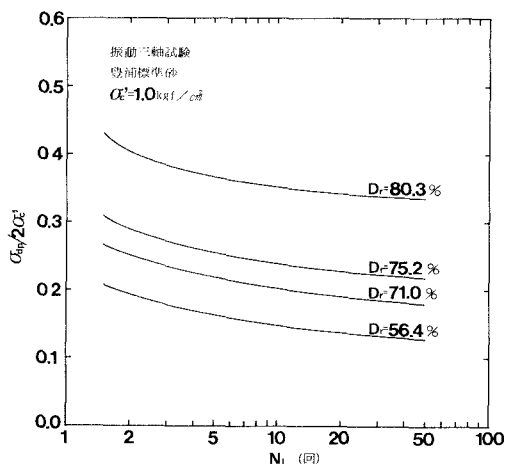


図-2 各相対密度における繰返し回数と応力比の関係

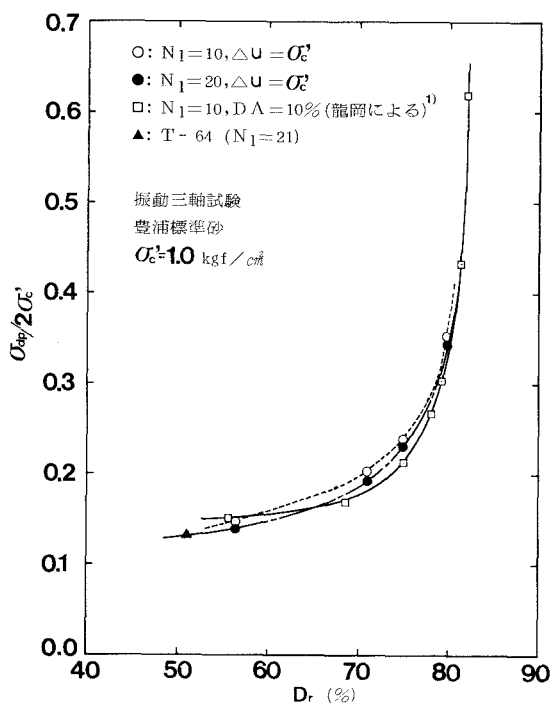


図-3 相対密度と液状化強度の関係

と違い、相対密度の高い砂質土での液状化の可能性を考慮する必要がある場合は、既存の地盤の液状化強度の推定法では液状化強度を過小評価することが考えられるので、これらのことを念頭に入れて適当な措置（サンプリング、強度試験の実施）を講ずる必要がある。しかしながら、相対密度についてはその測定法が基準化されてはいるものの、不安定な指標であるため図-3のような結果を踏まえた上で、より汎用性のある指標により相対密度あるいは N 値の高い地盤での砂質地盤の動的強度の推定法を確立する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 龍岡文夫：繰返し三軸試験，土と基礎，1981.7 Vol.29, No.7 P.29~30
- 2) 吉見吉昭・時松孝次：液状化判定法についての一考察 第15回土質工学研究発表会発表論文集，1981