

関西大学工学部 正会員 西田一彦
関西大学工学部 正会員 西形達明
(協)関西土質研究センター 正会員 中山義久
関西大学大学院工学研究科 学生員 ○吉岡孝浩

1. はじめに

現在の液状化判定法には、細粒分含有率や平均粒径などの粒度によるものが多用されている。しかし、含有細粒分のコンシステンシーが影響をおよぼすなどから粒度特性のみによる液状化強度特性の評価は必ずしも十分でない。本報告書では各試料の粒度、含有鉱物、風化度などの物理的性質を総合的に評価しうる指標として流動限界を液状化の判定に適用することを考えた。そこで、全国各地で採取した5種類の砂質土を対象とし、振動三軸試験機により液状化試験を行い、流動限界と液状化強度特性の関係について検討した。

2. 用いた試料の特徴と実験方法

用いた砂質土は、全国各地の5地点で採取したものであり、表-1にその物性値を示す。この中で、本研究で液状化の指標として用いる流動限界の値は16~41%とかなり広範囲に分布している。図-1は試料の粒径加積曲線であり、図中には「港湾施設の技術上の基準・同解説」¹⁾にある液状化の起こりやすい粒径の範囲をあわせて破線で示している。この図より、どの試料も特に液状化の可能性のある範囲に存在している。図-2は平均粒径と液状化強度比の関係(図中の数字は圧密後間隙比)を示している。図をみると、圧密後間隙比によって液状化強度比が大きく変化する試料もあれば、ほとんど変化しない試料もある。また、Sand3, Sand5試料のように平均粒径がほぼ等しいにもかかわらず液状化強度比が大幅に異なっているものもある。すなわち、液状化強度比を平均粒径と圧密後間隙比によって整理することは困難であることがわかる。図-3は細粒分含有率と液状化強度比の関係を示している。一般に細粒分含有率が大きいと液状化に対する抵抗が大きいと考えられている²⁾。しかし、この図からも、細粒分含有率と液状化強度比の規則性は見つけることができないようである。以上の結果より、粒度特性のみによる液状化強度比の判別は困難であることがわかる。これは、砂質土が含有する細粒分のコンシステンシーなどが、液状化強度比に大きく影響を与えるためだと考えられる。

液状化試験に用いた供試体は直径 5cm、高さ 10cm、で 2mm ふり通過試料を所定の含水比に調整し、静的に3層に締固めたものを用いた。CO₂通気と脱気水通水後 198kPa の背圧を負荷し、B 値が 0.95 以上になっていることを確認し、98kPa で等方圧密を行った。その後、繰返し載荷は、

表-1 試料の物理的特性

試料名	ρ_s (g/cm ³)	D_{50} (mm)	FC (%)	e_{min}	e_{max}	w_{fl} (%)
Sand1	2.663	0.190	32.5	0.663	1.115	20.8
Sand2	2.645	0.350	25.6	0.908	1.411	25.9
Sand3	2.650	0.275	23.0	0.784	1.469	41.3
Sand4	2.678	0.370	28.2	0.737	1.223	22.8
Sand5	2.646	0.290	19.8	0.657	1.087	16.4

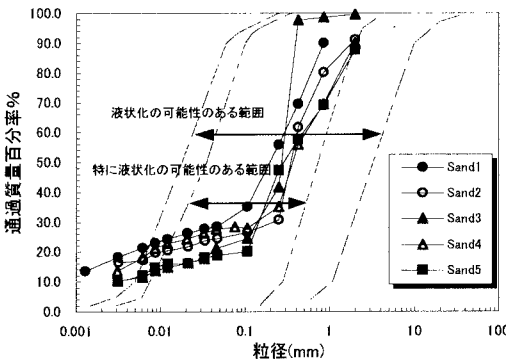


図-1 粒径加積曲線

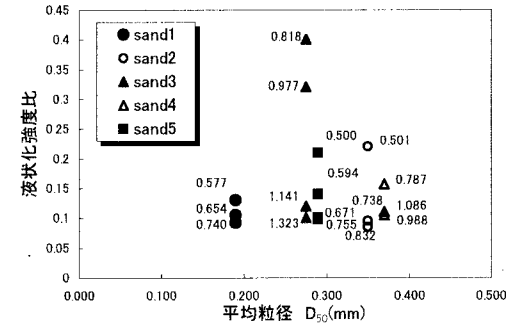


図-2 平均粒径と液状化強度比の関係

周波数 0.1Hz の正弦波で実施した。

3. 実験結果

図-4 は液状化試験による軸ひずみ 5%における液状化強度曲線を示す。この図には圧密後間隙比がほぼ等しいすべての試料の液状化強度曲線を示した。図より、流動限界が非常に大きい Sand3 試料は応力比も大きくなっており、流動限界の小さい試料は、応力比が小さくなっている。すなわち、砂質土の流動限界は、応力比に影響するものと考えられる。

図-5 は図-4 で得られた各試料の結果について、圧密後間隙比と液状化強度比の関係を示した。この図から、すべての試料とも圧密後間隙比がある特定の間隙比よりも小さくなると液状化強度が急激に増加する傾向がみられる。この液状化強度比が急激に増加する点を液状化限界間隙比と呼ぶことにする。また、間隙比が大きくなると、すべての試料の液状化強度比は 0.08~0.10 の間に収束する傾向にある。この液状化限界間隙比は砂質土の液状化対策における締固め程度の一つの指標になると考えられる。

図-6 には図-5 で求められた液状化限界間隙比と流動限界の関係を示す。多少のばらつきがあるものの、液状化限界間隙比と流動限界には図中の直線のような一義的な関係があることがわかる。また、流動限界が大きくなると、液状化限界間隙比が大きくなる。すなわち、砂質土の流動限界から液状化限界間隙比を予測することができる。この結果より、埋立地などの施工において、締固めを行う場合に、図-6 の直線より下側の領域の間隙比で締固めることで十分な液状化強度比を得ることができる。

4. まとめ

- 1) 液状化強度比は同一間隙比の場合、流動限界の大きい試料の方が大きくなる。
- 2) 液状化強度比が急激に上昇する液状化限界間隙比が存在する。
- 3) 液状化限界間隙比と流動限界には相関関係があり、流動限界により液状化に強い間隙比の範囲を求めることが可能となる。

参考文献

- 1) 港湾施設の技術上の基準・同解説：運輸省港湾局監修，日本港湾協会，1989。
- 2) 道路示方書・同解説：日本道路協会，pp.91~95，1996。

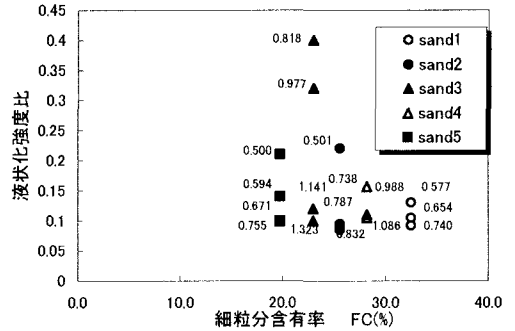


図-3 細粒分含有率と液状化強度比の関係

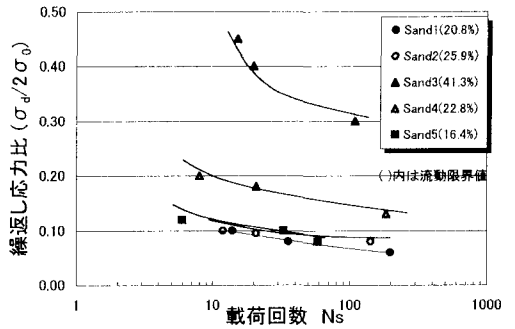


図-4 液状化強度曲線

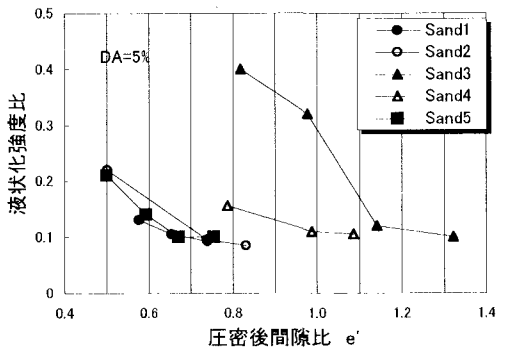


図-5 液状化強度比と圧密後間隙比の関係

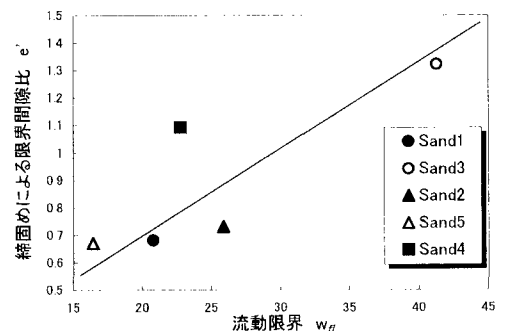


図-6 液状化限界間隙比と流動限界の関係