

# 現場データを用いた砂・細粒土混合土の液状化強度評価

復建調査設計株式会社 正会員 ○渡邊 真悟  
 山口大学 正会員 兵動 正幸

## 1. はじめに

実地盤では砂、シルト、粘土が複雑に混入しており、土の力学特性を評価する場合、間隙比や細粒分含有率等、土の状態量を表す指標を適切に把握することが重要となる。兵動ら<sup>1)</sup>によると、活性のある海成粘土と珪砂を混合した土を対象とした非排水繰返し三軸試験結果より、砂が構造主体を成す領域においては、混合土の骨格構造を表す等価骨格間隙比が非排水繰返しせん断強度と一義的な対応関係を示すことが明らかにされている。このような背景を踏まえ、本研究では、細粒分を含む埋立地盤から得られた試料に対する室内土質試験データ（以下、「現場データ」と称す。）を用い、砂・細粒土混合土の構造状態に着目し、砂・細粒土混合土の液状化強度と等価骨格間隙比の対応関係について評価・考察を行った。

## 2. 現場データの特性

本研究で用いた現場データは、東京湾岸の埋立地盤においてロータリー三重管サンプラーにより採取された試料に対する室内土質試験データである。図-1 に当該地盤の地層構成モデルを示す。当該地盤は、上層より埋立土層、沖積層、洪積層の順に構成されている。本研究では、埋立土層内の建設残土層（以下、「Bs 層」と称す。）を対象とした室内土質試験結果の内、細粒分含有率 50%以下のデータを検討に用いた。なお、Bs 層は G. L. -2.0m から G. L. -20.0m の深度に位置し、山砂と建設残土を埋立て材料としている。図-2(a)～(d)に、Bs 層データ (n=132 データ) の間隙比、細粒分含有率、塑性指数、液状化強度の頻度分布を示す。

## 3. 砂・細粒土混合土の構造境界

砂・細粒土混合土の非排水繰返しせん断強度は、構造主体を成す土の特性に大きく左右される<sup>1),2)</sup>。そのため、まずは Bs 層データの構造境界把握を目的とし検討を行った。図-3 に間隙比と細粒分含有率の関係を、図-4 に塑性指数と細粒分含有率の関係を示す。図-3 より、 $F_c=20\%$ 未満では細粒分の増加に伴う間隙比変化はあまり認められないが、 $F_c=20\%$ 以上の領域では細粒分の増加に伴い間隙比も増加傾向を示す。これは、 $F_c=20\%$ 付近から細粒土の性質が発揮され始めたことによるものだと考えられる。また、図-4 より、 $F_c=20\%$ 以下では多くのデータが非塑性を示すのに対し、 $F_c=20\%$ 付近を境界に塑性を有するデータが増加しはじめ、 $F_c=30\%$ 以上では全てのデータが塑性を示す結果となる。よって、本研究で用いた Bs 層データの構造境界は  $F_c=20\%$ 付近であると推察された。

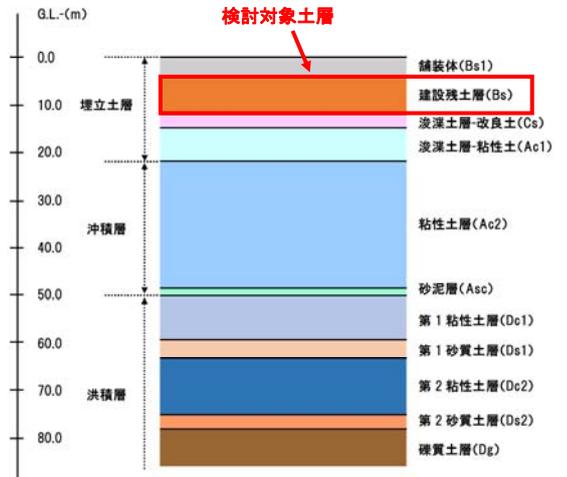


図-1 現場データ採取位置の地層構成モデル

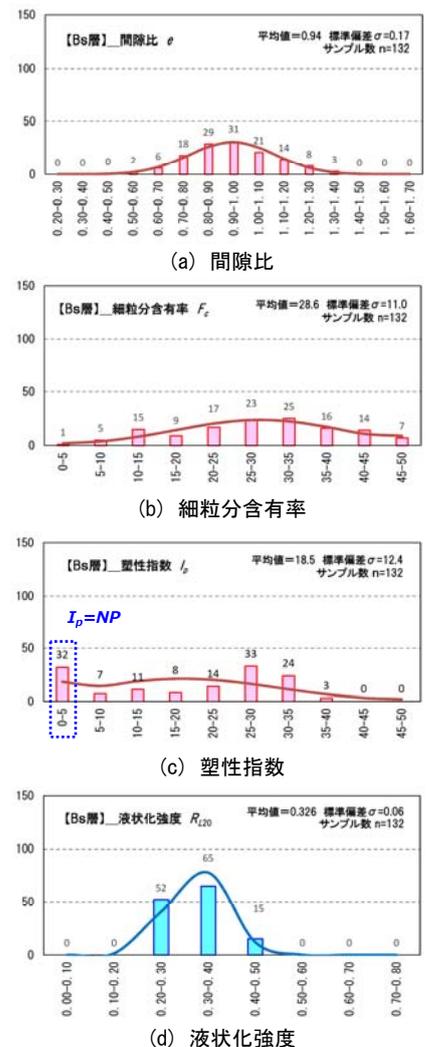


図-2 現場データの特性

キーワード 砂・細粒土混合土, 液状化強度, 骨格構造

連絡先 〒732-0052 広島市東区光町2丁目10番11号

TEL 082-506-1867

#### 4. 等価骨格間隙比による液状化強度の評価

細粒土がある程度の割合で砂の骨格形成に加担するとみなす等価骨格間隙比  $e_{ge}$  は式(1)で表される。ここに  $b$  は、細粒分の粗粒分に対する寄与率である。著者らは、この寄与率と砂と細粒土の粒径比である  $\chi$  との間に一定の対応関係があることを調べ、粒径比を用いた寄与率の推定法を式(2)として示している<sup>3)</sup>。本研究においても、砂が構造の主体を成すと推察される  $F_c=20\%$  以下の Bs 層データを対象とし、式(1)～(3)に従い等価骨格間隙比を求め、液状化強度との対応性を検討した。

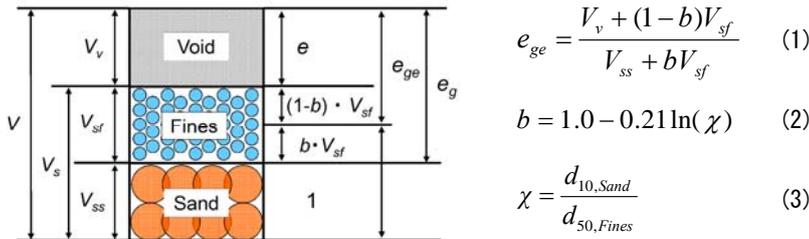


図-5 等価骨格間隙比の考え方

図-6～図-8 に液状化強度と等価骨格間隙比の関係を示す。図-6 は等価骨格間隙比  $e_{ge}(b=1)$  すなわち通常の間隙比を、図-7 は等価骨格間隙比  $e_{ge}(b=0)$  すなわち骨格間隙比を、図-8 は Bs 層データの粒径比から求めた寄与率  $b$  に対する結果を示す。図-8 より、粒径比から求めた寄与率に対する等価骨格間隙比は、図-7 に示す寄与率  $b=0.0$  と比較し、細粒分含有率の少ないデータ ( $F_c=0\sim10\%$ ) の液状化強度—等価骨格間隙比関係に漸近し、細粒分含有率の違いによらず液状化強度と概ね一義的な対応関係を示す。また、図-6 に示す寄与率  $b=1.0$  と比較すると、等価骨格間隙比のばらつきが若干大きいものの、 $F_c=0\sim10\%$  の液状化強度—等価骨格間隙比関係より小さな値を示す等価骨格間隙比がなくなり、一義的な対応関係を示す。よって、砂が構造の主体を成す領域において、粒径比から推定した寄与率を用いた等価骨格間隙比が、液状化強度の評価において有効な指標になると考えられる。

#### 5. まとめ

本研究により得られた知見をまとめると以下のとおりとなる。

- 1) 間隙比、塑性指数、細粒分含有率を評価指標とすることで、砂・細粒土混合土の構造境界把握が可能となった。
- 2) 砂が構造主体を成す領域では、粒径比から求めた寄与率による等価骨格間隙比と液状化強度に一定の対応関係が認められた。

#### 参考文献

- 1) 兵動正幸, 金郁基, 中田幸男, 吉本憲正: 砂・粘土混合土の非排水せん断強度特性に及ぼす細粒分の影響, 土木学会論文集 C, Vol.66, No.1, pp.215-225, 2010.
- 2) 渡邊真悟, 兵動正幸, 東佳佑, 梶山慎太郎: 広範な粒度から成る砂・細粒土混合土の非排水繰返しせん断特性の評価, 土木学会論文集 C(地圏工学), Vol.71, No.4, pp.301-316, 2015.
- 3) 渡邊真悟: 広範な粒度から成る砂・細粒土混合土の非排水繰返しせん断特性に関する研究, 山口大学大学院理工学研究科博士論文, 2016.

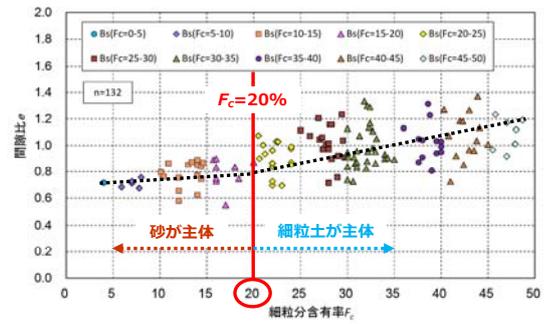


図-3 間隙比と細粒分含有率の関係

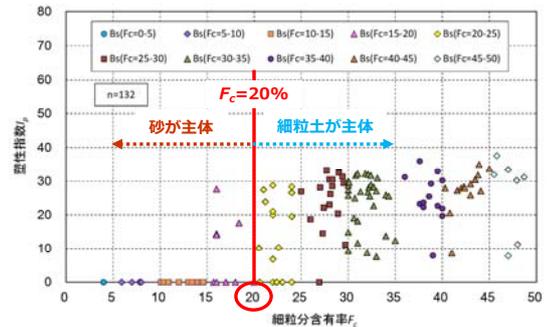


図-4 塑性指数と細粒分含有率の関係

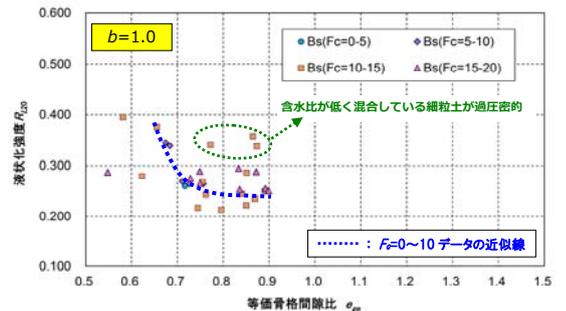


図-6 液状化強度と  $e_{ge}(b=1)$  の関係 ( $F_c \leq 20\%$ )

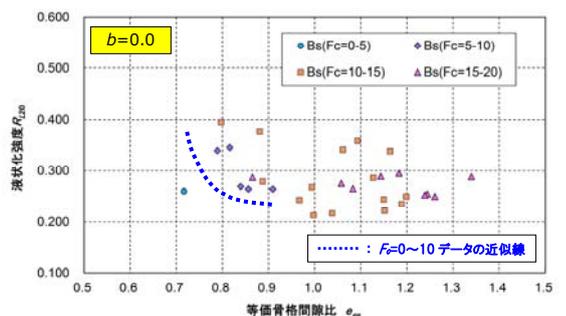


図-7 液状化強度と  $e_{ge}(b=0)$  の関係 ( $F_c \leq 20\%$ )

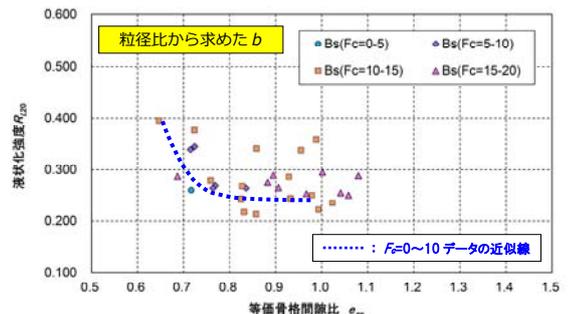


図-8 液状化強度と  $e_{ge}$  (粒径比から求めた  $b$ ) の関係 ( $F_c \leq 20\%$ )