

Ⅲ - A86

初期せん断に着目したまさ土の繰返し変形特性に関する一考察

九州大学工学部 学○平野 意裕 正 落合 英俊 正 安福 規之
竹中工務店 正 塩見 忠彦 元九州大学工学部 学 奥野 彰之

1.はじめに

まさ土は粒度分布がよい砂質土系の地盤材料であり、今までの粒度分布を規準にした液状化判定法に基づくと液状化しにくいと判断される。まさ土は特に西日本に広く分布し、埋め立て地の地盤材料としてよく用いられている。しかし、阪神・淡路大震災では、このまさ土によって埋め立てられた人工島や港湾施設といった埋め立て地盤に液状化が発生し、大きな被害をもたらした。そのため、まさ土のせん断強度特性を改めて調べることの重要さが指摘され、現在多くの機関で精力的に研究がなされている¹⁾。本研究では、構造物直下の埋め立て地盤を想定し、初期せん断を与えた中程度に密なまさ土を対象に繰返し三軸試験を行い、その繰返し変形挙動を考察した。

2.試料と試験方法

試料は、2mmふるいを通した福岡県新宮町のまさ土 ($U_c=33.2, F_c=16\%, e_{max}=1.309, e_{min}=0.835, \rho_d=2.739g/cm^3$) である。供試体は、直径5cm高さ10cmの円柱形で、湿潤締固め法により相対密度 $Dr=70\%$ になるように作製した。この供試体を用いて、B値が0.95以上であることを確認した上で、それぞれ所定の圧まで等方圧密し、そこから排水三軸試験をすることによって3種の初期せん断 ($\eta=0, 0.3, 0.6$;ここに η は応力比 q/p' である) を与えた。その後、載荷周波数を0.1Hzとし、振幅を数種類変えて繰返し三軸試験を行った。

3.試験結果の比較法

初期せん断を与えて繰返し三軸試験を行うと、図1に示すように片振りになるため、両振りのせん断ひずみ $DA=5\%$ を定義することができない。さらに、間隙水圧も、 $\Delta u/\sigma'_c=0.95$ まで上がることはなくこれを用いて比較することはできない。そこで、初期せん断の大小が液状化強度に及ぼす影響を知るために、以下のような比較法を導入する。

表1は、初期せん断を与えていないまさ土の繰返し三軸試験の結果を示したものである。この表のように、 $DA=5\%$ 、 $\Delta u/\sigma'_c=0.95$ 、変相状態における応力比 η_{pt} に至るまでの繰返し回数はほぼ等しいものとなっている。また、 η_{pt} に至るまでの繰返し回数を用いたのは、有効応力経路上で η_{pt} に至ったところからひずみが急激に大きくなるためである。ここに示す η_{pt} は図1(a)に示しているように静的三軸試験より求めたものである。

以上のことから、初期せん断を与えた繰返し三軸試験の結果を比較する方法として、変相線に至るまでの繰返し回数を用いるのが有効であると考え、ここではそれを用いて考察した。また、これに準ずる比較法として、図1(b)中に示している平

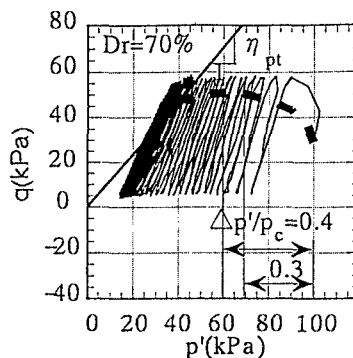


図1(a).有効応力経路と概念図

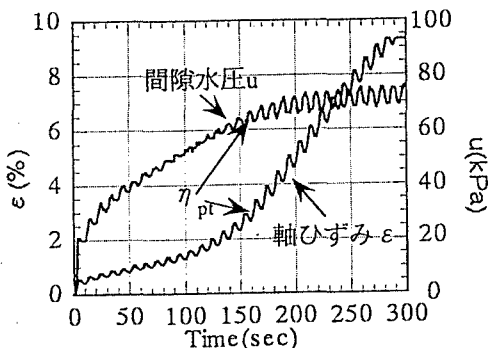


図1(b).軸ひずみ、間隙水圧の時間変位 (初期せん断0.3)

表1.繰返し回数の相違

繰返し応力比	繰返し回数		
	DA=5%	$\Delta u/\sigma'_c=0.95$	η_{pt}
0.335	7	7	7
0.250	18	19	18
0.231	40	40	40
0.224	51	50	50

まさ土、繰返し三軸試験、初期せん断、液状化

〒812 福岡市東区箱崎6丁目6-10-1 TEL092-642-3286 FAX092-642-3285

有効主応力の変化量、ここでは $\Delta p'/p_c=0.3$ と 0.4 に着目し、その状態に至るまでの繰返し回数をを用いた。

4. 試験結果と考察

図1は初期せん断応力比 $\eta=0.3$ 、 $\sigma_d/\sigma_c'=0.24$ のときの有効応力経路(a)と軸ひずみ、間隙水圧の時刻歴(b)の代表的なものを示している。これよりFinn and Vaidなどが指摘している、初期せん断がある場合は初期に過剰間隙水圧がはやく立ち上がり液状化率は小さいところで平衡状態に達するという傾向のあることが分かる²⁾。

図2は、平均有効主応力が 0.3kgf/cm^2 ($\Delta p'/p_c=0.3$) 減少したときの繰返し応力振幅比と繰返し荷回数との関係を初期せん断に着目して示したものである。同様に、図3は、平均有効主応力が 0.4kgf/cm^2 ($\Delta p'/p_c=0.4$) 減少したときのものである。また図4は、変相線に至るまでの繰返し回数と繰返し応力振幅比との関係を初期せん断に着目して示したものである。これら3つの図より、いずれの場合も、初期せん断の大きいものほど、所定の繰返し回数に至るに必要な繰返し応力振幅比は小さくなる。また、その小さくなる程度は、 $\Delta p'/p_c$ にあまり影響されなことから、初期せん断の影響が $\Delta p'/p_c$ の比較的小さなところから表れるものと推察される。図4において初期せん断応力比 $\eta=0.3$ の曲線が他の2つの曲線と異なった、緩やかな勾配になっている。これは、残留ひずみの生じ方が初期せん断の大きさに影響されると考えられることを示している。

図5は、図2から図4の曲線で、繰返し回数20回の繰返し応力振幅比 (σ_d/σ_c')₂₀ と初期せん断の大きさの関係を示したものである。この図から、初期せん断応力が大きくなるほど、(σ_d/σ_c')₂₀ が著しく低下することがわかる。

5. まとめ

以上のように、初期せん断をうけたまき土が繰返し変形挙動に及ぼす影響を変相点に着目して考察した。

本研究により得られた結論を以下に示す。

- 初期せん断応力が大きくなるほど、所定の繰返し回数 N_c に至るに必要な繰返し応力振幅比は低下する。
- 初期せん断の繰返し変形特性に及ぼす影響は、比較的小さな間隙水圧の発生時期から顕著に現れる。

【参考文献】

1) 兵動他：破砕性土の定常状態と液状化強度，土木学会論文集，No.554，Ⅲ-37，pp.197-209，1996
 2) Vaid, Y.P. and Finn, W.D.L. (1979) Effect of static shear on liquefaction potential, J. Geotech. Engng. Div., ASCE, Vol. 105, No. GT10, Proc. pp. 1233-1246

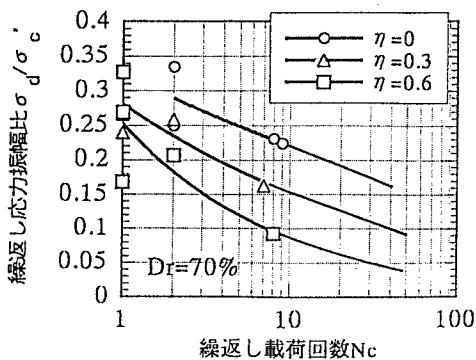


図2. $\Delta p'/p_c=0.3$ の時の σ_d/σ_c' と N_c の関係

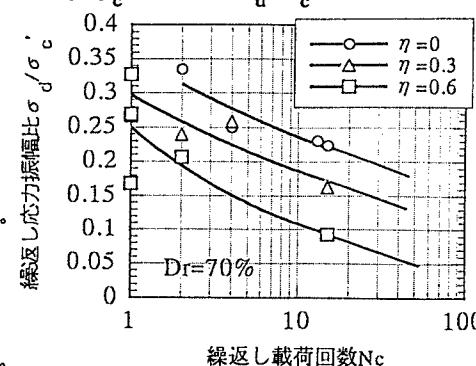


図3. $\Delta p'/p_c=0.4$ の時の σ_d/σ_c' と N_c の関係

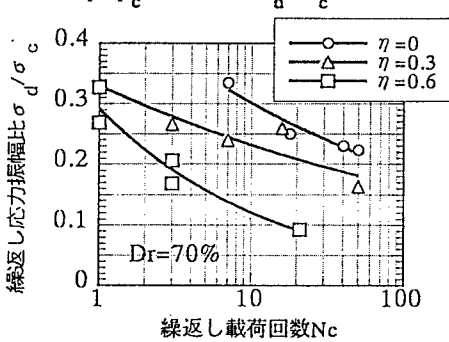


図4. 変相線に至るまでの繰返し回数と σ_d/σ_c' の関係

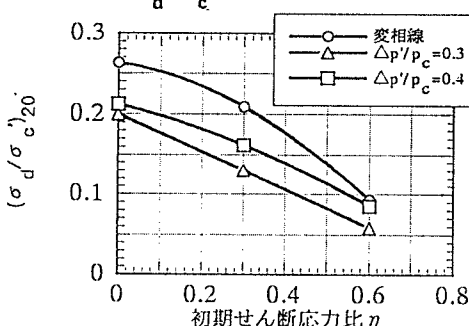


図5. (σ_d/σ_c')₂₀と初期せん断の関係