

繰返し軸差応力が砂質土の非排水繰返し強度に与える影響

Effects of cyclic loading history on undrained cyclic strength of sandy soil

○上野和広*

UENO Kazuhiro*

1. はじめに

非排水繰返し軸差応力に対する土質材料の動的強度はその乾燥密度が高いほど高くなる¹⁾。しかしながら、土質材料が地震動等によって大きなひずみ履歴を受けた場合、その後の再圧密で乾燥密度が上昇するにも拘わらず、土の動的強度は低下する²⁾。一方、土質材料は堆積あるいは盛立後、継続する一定応力条件下で圧密によるクリープひずみが進行し、動的強度が継時的に増加することが確認されている³⁾。したがって、土構造物の動的強度は地震時の損傷による低下と、その後の再圧密過程での回復を繰返しながらかつて供用期間を通して変動する可能性が高い。本研究では、複数の繰返し軸差応力履歴が砂質土の動的強度へ与える影響について検討を行った。

2. 試料および実験条件

実験には繰返し三軸試験機を用いた。図-1に試料(銚田砂)の粒度分布を示す。供試体は、試料を直径5cm×高さ10cmのモールド内で所定の乾燥密度(Loose: 1.45cm³, Dense: 1.62cm³)となるよう突固めて作製した。供試体を飽和した後、拘束圧100kN/m²で等方圧密を行った。圧密後に非排水条件にし、繰返し軸差応力 σ_d を与えて非排水繰返し軸差応力を行った。 σ_d は、図-2に示すように1波目の10kN/m²から徐々に振幅を増加させた。所定の両振幅軸ひずみ DA を生じるまで繰返し軸差応力を行った後、排水状態にして再度圧密を6分間行った。その後、非排水状態にして再び繰返し軸差応力を行った。この繰返し軸差応力→再圧

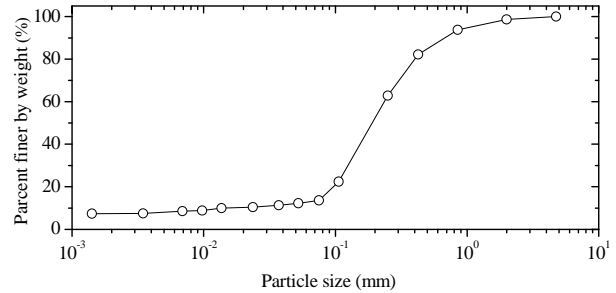


図-1 試料の粒径加積曲線
Grain size distribution curve of soil

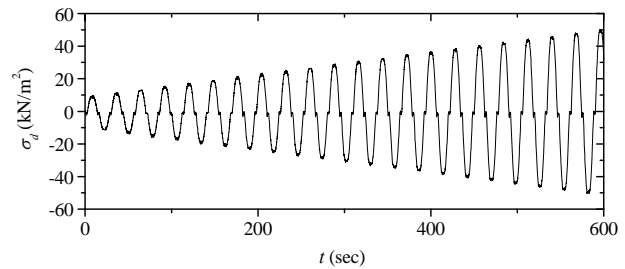


図-2 繰返し軸差応力の波形
Wave form of cyclic deviator stress

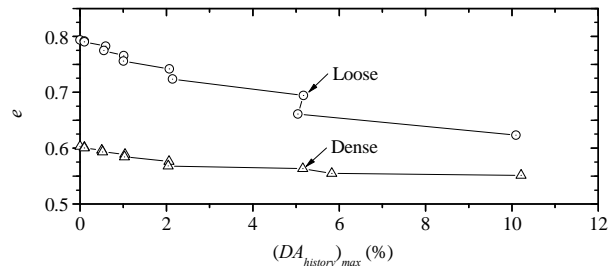


図-3 間隙比 e と $(DA_{history})_{max}$ の関係
Relationship between void ratio and $(DA_{history})_{max}$

密のサイクルを $DA=0.1, 0.1, 0.5, 0.5, 1, 1, 2, 2, 5, 5, 10, 10\%$ に対して順に実施した。

3. 結果と考察

図-3に繰返し軸差応力履歴に伴う間隙比 e の変化を、供試体が繰返し軸差応力以前に受けた DA の履歴の最大値 $(DA_{history})_{max}$ に対してプロットした。繰返し軸差応力履歴を受けることによ

*農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門, Institute for Rural Engineering

キーワード: 繰返し軸差応力履歴, 非排水繰返し強度, 乾燥密度

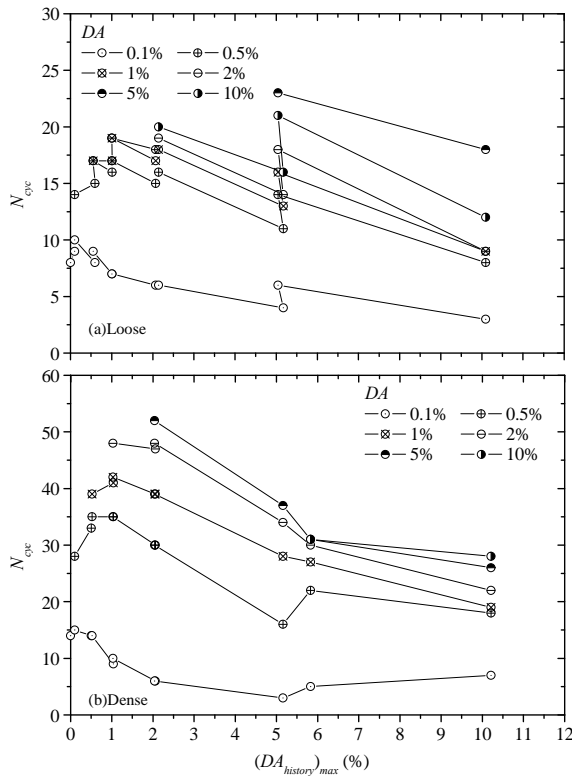


図-4 N_{cyc} と $(DA_{history})_{max}$ の関係
Relationship between N_{cyc} and $(DA_{history})_{max}$

て供試体の間隙比は一貫して減少し、乾燥密度が高くなった。図-4 に繰返し载荷によって $DA=0.1, 0.5, 1, 2, 5, 10\%$ が生じるまでの繰返し载荷回数 N_{cyc} と $(DA_{history})_{max}$ の関係を示す。繰返し载荷履歴の増加に伴って乾燥密度が高くなるにも拘わらず、 N_{cyc} は増減を繰返しながら全体として低下する傾向にある。同じ $(DA_{history})_{max}$ で N_{cyc} を比較すると、 $(DA_{history})_{max}$ の履歴を受けた回数によって N_{cyc} が異なり、Loose では特にこの傾向が顕著である。図-5 に所定の $(DA_{history})_{max}$ の履歴を受けていない ($history=0$) 時の N_{cyc} ($DA=0.5\%$) に対する $history=1, 2$ の時の N_{cyc} の比率 $N_{cyc}/(N_{cyc})_{history=0}$ を $(DA_{history})_{max}$ に対してプロットした。 $(DA_{history})_{max}$ が小さい(約 0.5%) 場合、繰返し载荷履歴を受けることで N_{cyc} が増加し、非排水繰返し载荷に対する抵抗性が高くなった。しかしながら、 $N_{cyc}/(N_{cyc})_{history=0}$ は $(DA_{history})_{max}$ の増加とともに低下し、 $(DA_{history})_{max}=1\sim 2\%$ から $history=0$ での値を下回った。これは、大きなひずみ履歴を受ける

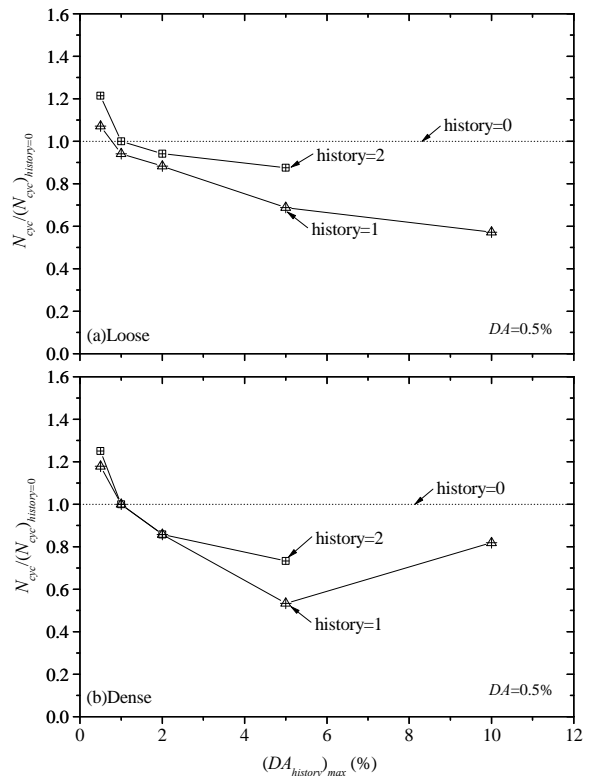


図-5 N_{cyc} の比率と $(DA_{history})_{max}$ の関係
Relationship between N_{cyc} ratio and $(DA_{history})_{max}$

ことによって土の骨格構造が損傷したためと考えられる。一方、 $history=2$ の $N_{cyc}/(N_{cyc})_{history=0}$ はいずれの $(DA_{history})_{max}$ でも $history=1$ よりも大きい。したがって、土の動的強度は地震動などによってある DA が生じた時、その DA が $(DA_{history})_{max}$ よりも大きい場合には低下し、 DA が $(DA_{history})_{max}$ よりも小さい場合には増加すると考えられる。

4. まとめ

複数の繰返し载荷履歴が砂質土の動的強度へ与える影響について検討を行った。その結果、土の動的強度はひずみ履歴に応じて低下あるいは増加することが示唆された。

参考文献

- 1) Tatsuoka, F., Muramatsu, M. and Sasaki, T. (1982): Cyclic undrained stress-strain behavior of dense sands by torsional simple shear tests, Soils and Foundations, 22(2), 55-70.55-70.
- 2) Finn, W. D. L., Bransby, P. L. and Pickering, D. J. (1970): Effect of strain history on liquefaction of sand, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol.96, No.SM6, 1917-1934.
- 3) Tatsuoka, F., Kato, H., Kimura, M. and T. B. S. Pradhan (1988): Liquefaction strength of sands subjected to sustained pressure, Soils and Foundations, 28(1), 119-131.