

1.はじめに

これまで、供試体の密度と初期有効拘束圧を変えて、液状化試験におけるせん断波速度 V_s の特性について考察を行ってきた¹⁾²⁾。そして、軸差応力 $q=0$ と圧縮時における V_s と平均有効主応力 p' の関係が、伸張時における V_s と p' の関係と異なることが実験で示された。本研究では、液状化試験中の各繰返しサイクルにおける V_s と p' および q の関係に注目し、考察を行った。

2.試験方法およびせん断波測定装置

本研究で用いた豊浦標準砂の主な物理特性は、平均粒径 $D_{50}=0.113\text{mm}$ 、均等係数 $U_c=1.27$ 、土粒子の密度 $\rho_s=2.64\text{g/cm}^3$ で、最大間隙比 $e_{\max}=0.961$ 、最小間隙比 $e_{\min}=0.599$ である。また、供試体の間隙比および相対密度は、それぞれ 0.685 および 76.3% である。

せん断波測定装置は、三軸供試体の

キャップとペDESTALに、それぞれ発信と受信のベンダーエレメントを取り付け、供試体中に 5mm 挿入させた。入力波は 5kHz の正弦波を用い、入力波と出力波をデータレコーダでそれぞれ記録した。¹⁾

試験方法は、空中落下法により、高さ/直径が 120mm/60mm の供試体を作成し、9.8kPa で自立させ、続いて、負圧をセル圧に置き換え、背圧 $\sigma_{bp}=98\text{kPa}$ を作用させ、B 値が 0.96 以上であることを確認し、所定の有効拘束圧を与えた。液状化試験は、繰返し載荷周波数および繰返し応力振幅比を、それぞれ 0.005Hz および 0.23 とした。

図-1 の(a)および(b)に、液状化試験中の有効応力経路とせん断波速度測定点(○)および、応力-ひずみ関係をそれぞれ示す。液状化試験中におけるせん断波速度は、圧縮側、伸張側および軸差応力 $q=0$ において測定した。

3.試験結果および考察

図-2 に、液状化試験中におけるせん断波速度 V_s と平均有効主応力 p' の関係を示す。なお、横軸は対数表示である。この図より、 p' の減少とともに V_s も低下していることがわかる。 p' が小さい範囲では、 V_s の測定精度が十分でないことがわかる。また、せん断波速度 V_s は平均有効主応力 p' の関数となっているが、伸張側の V_s と p' の関係は、 $q=0$ および圧縮側における関係と異なっている。この現象を考察するために、液状化試験中の各繰返しサイクルに注目した。

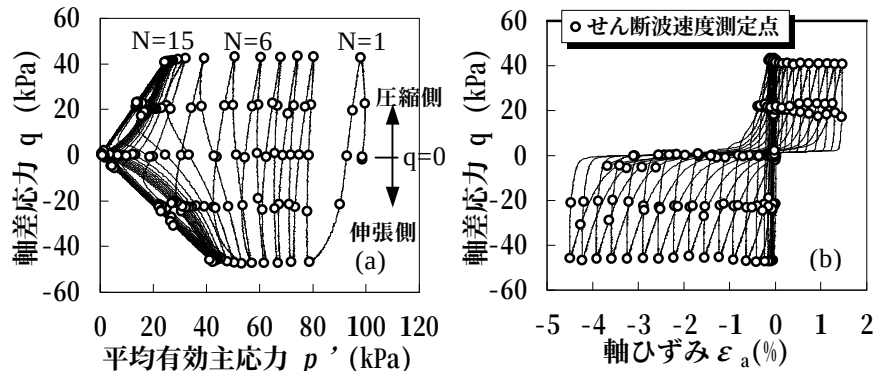


図-1 液状化試験中の有効応力経路と応力-ひずみ関係

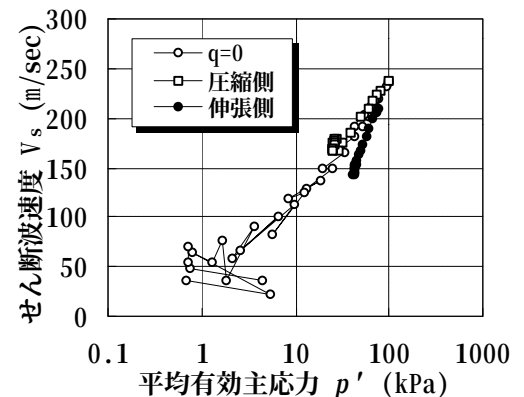


図-2 液状化試験中の V_s と p' の関係

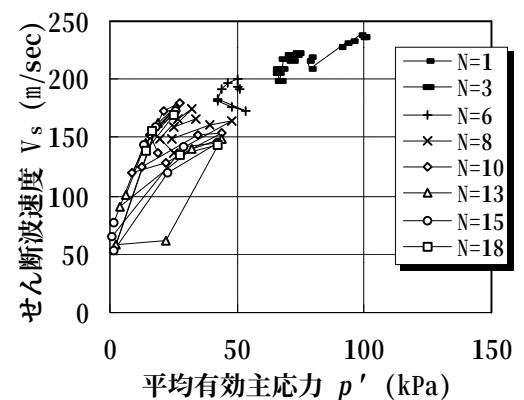


図-3 液状化試験中の各サイクルに注目したときの V_s と p' の関係

図-3 に、液状化試験中の各繰返しサイクルでの、せん断波速度 V_s と平均有効主応力 p' の関係を示す。

さらに、図-4(a), (b)に、液状化試験中の q と p' および V_s と p' の関係を $N=1$ についてそれぞれ示す。同様に、図-5(a), (b)に、 $N=6$ における q と p' および V_s と p' の関係を、図-6(a), (b)に、 $N=15$ における q と p' および V_s と p' の関係をそれぞれ示す。ここで、図-1(a), 図-3 に、繰返し回数 $N=1$, $N=6$ および $N=15$ を示す。図-4, 図-5 および図-6 図は、各サイクルがわかり易いように横軸および縦軸のスケールを変えている。図-5(a), (b)の①, ②および④に注目すると、 p' がほぼ一定であるにも拘らず、軸差応力の減少によりせん断波速度も低下していることがわかる。同様に、図-4(a), (b)の④, ⑤においても、せん断波速度は軸差応力の影響を受けていることがわかる。また、図-4, 図-5 において、 $q-p'$ 関係と V_s-p' 関係は傾向がよく似ている。つまり、 $N=1$, $N=6$ において、 p' が V_s に与える影響に比べて、 q が V_s に与える影響のほうが大きいと考えられる。図-6 は、サイクリックモビリティ中の1サイクルを示している。図-6 の(a), (b)の伸張側において比較すると、図-4, 図-5 の伸張側では、 q と V_s は同じ傾向を示していたが、図-6 の伸張側(③→④→⑤)においては、 p' の回復および減少とともに、 V_s も増加および減少の傾向を示す。以上より、サイクリックモビリティ以前では、 q が V_s に与える影響のほうが p' が V_s に与える影響より大きく、サイクリックモビリティ中では、 p' が V_s に与えるの影響の方が q が V_s に与えるの影響より大きいと考えられる。

4.まとめ

今回、液状化試験中のせん断波速度特性が、軸差応力の影響を受けない $q=0$ および圧縮側と、伸張側とで異なることについて注目し考察を行った。その結果、サイクリックモビリティ以前では、 V_s は q の影響を大きく受け、サイクリックモビリティ中では、 V_s は q より p' の影響を大きく受けることが分かった。

参考文献

- 1) 松枝修平, 後藤聡: 液状化試験における砂のせん断波速度特性—供試体密度の影響—, 第35回地盤工学会研究発表会(投稿中)
- 2) 後藤聡, 松枝修平: 液状化試験における砂のせん断波速度特性—初期有効拘束圧の影響—, 第35回地盤工学会研究発表会(投稿中)

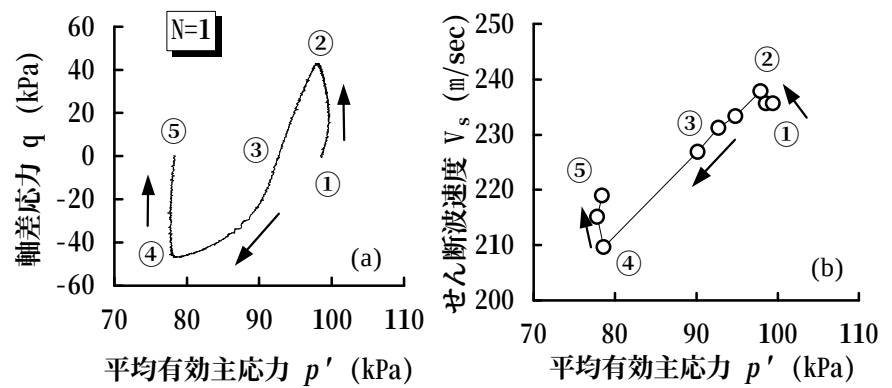


図-4 液状化試験中の $N=1$ における q と p' および V_s と p' の関係

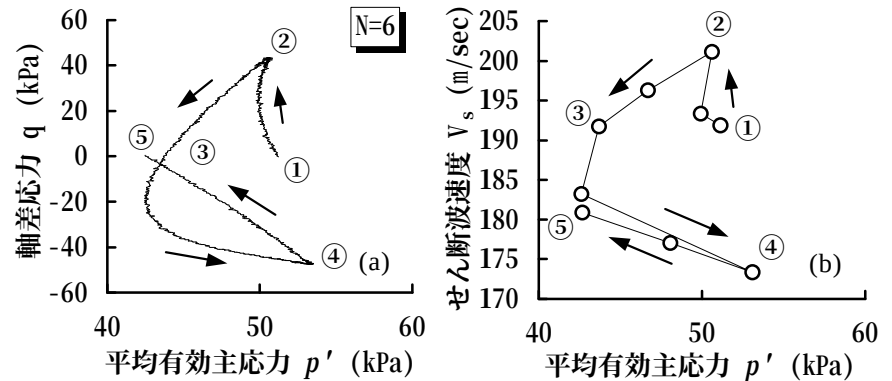


図-5 液状化試験中の $N=6$ における q と p' および V_s と p' の関係

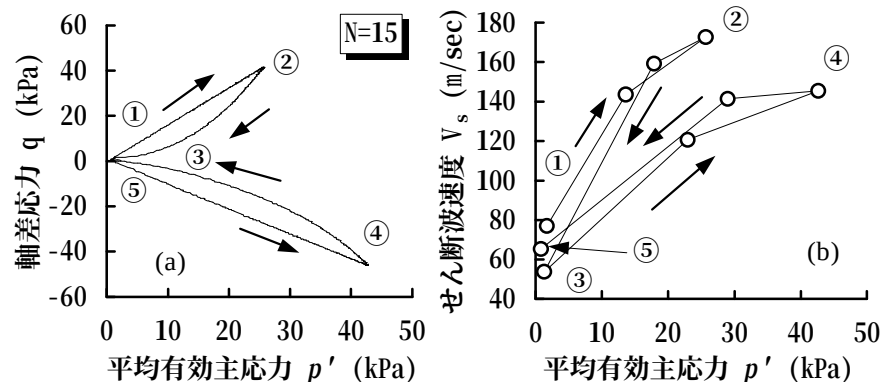


図-6 液状化試験中の $N=15$ における q と p' および V_s と p' の関係

図-6 の(a), (b)の伸張側において比較すると、図-4, 図-5 の伸張側では、 q と V_s は同じ傾向を示していたが、図-6 の伸張側(③→④→⑤)においては、 p' の回復および減少とともに、 V_s も増加および減少の傾向を示す。以上より、サイクリックモビリティ以前では、 q が V_s に与える影響のほうが p' が V_s に与える影響より大きく、サイクリックモビリティ中では、 p' が V_s に与えるの影響の方が q が V_s に与えるの影響より大きいと考えられる。