

初期せん断を受けた赤ボクの繰返し载荷履歴前後の静的せん断特性

福岡大学 学生会員 ○村上 晴菜

福岡大学 正会員 村上 哲, 西 智美, 樋原 弘貴

1. はじめに

2016年熊本地震において、熊本県益城町では震度7の地震を観測した。この地震により、熊本県益城町の火山灰質粘性土地盤では、宅地造成盛土の地震時変状により、住宅に甚大な被害が生じた。熊本県益城町で起きた宅地擁壁被害の要因の1つと考えられている火山灰質粘性土のうち、野見山の研究¹⁾により火山灰質粘性土の中でも被害ごとの擁壁直下2m内に1m以上を占める土質割合では赤ボクは危険度が高く92%以上で要注意以上の判定であるという結果が得られた。本研究では、初期せん断を受けた赤ボクの繰返し载荷履歴前後の静的せん断特性を明らかにするため、既往の実験データの整理を行った。

2. 圧密非排水三軸圧縮試験と圧密非排水繰返し三軸圧縮試験の概要と整理方法

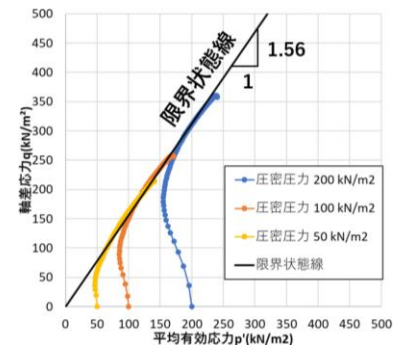
本研究では、既往の研究で実施された実験データを利用した。実験試料は、熊本県益城町で採取された赤ボクの攪乱試料である。結果整理を行った既往の実験は圧密非排水三軸圧縮試験と圧密非排水繰返し三軸圧縮試験で、JCS 0812-200²⁾に従い静的締固めにより直径50mm、高さ100mmの供試体を作製後1日保管したものを利用した所定の圧密圧力で圧密を行った後非排水状態で軸ひずみ速度0.1%の軸圧縮を行ったものである。圧密非排水三軸圧縮試験は、初期せん断有り無しの場合の2つのケースであり、圧密圧力が50kN/m²、100kN/m²、200kN/m²の条件である。圧密非排水繰返し三軸圧縮試験では初期せん断を与え、圧密圧力100kN/m²で統一し、せん断応力振幅が47kN/m²、50kN/m²、55kN/m²、60kN/m²、70kN/m²となるよう非排水繰返し载荷後、静的せん断試験を行っている。この実験結果を元に、平均有効応力 $p' = (\sigma_a' + 2\sigma_r')/3$ 、 σ_a' : 有効軸応力、 σ_r' : 有効速報応力)と軸差応力 $q = (\sigma_a' - \sigma_r')$ の関係を示す平均有効応力経路とせん断ひずみ $\gamma = (\epsilon_a, \epsilon_r)$: 軸ひずみ)と軸差応力 q (kN/m²) の関係を調査する。

3. 初期せん断を受けた赤ボクの静的せん断特性

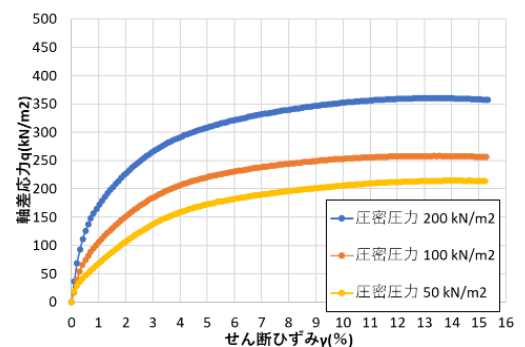
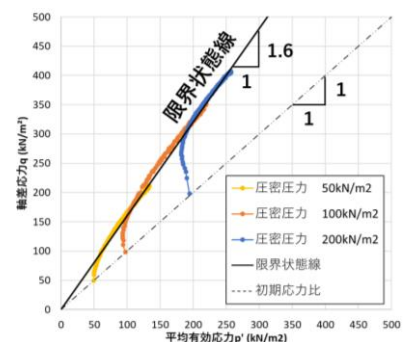
図-1、図-2は静的せん断の整理結果である。初期せん断の有無により多少の違いはあるものの、図-1(a)より初期せん断無しの限界状態線の傾きは1.56、図-2(a)より初期せん断有りの場合の傾きは1.6と近い値であった。このことから、繰返し履歴を与えない静的せん断時の限界状態線の傾きは、初期せん断による影響を受けないようである。

4. 初期せん断を受けた赤ボクの繰返し载荷後の静的せん断特性

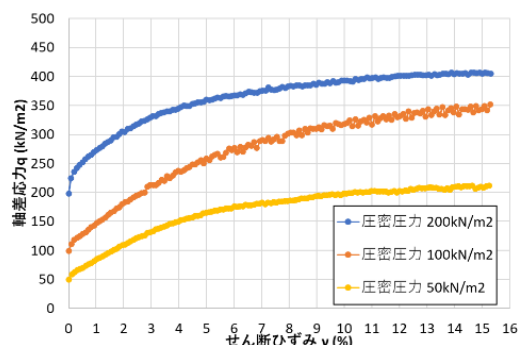
図-3、図-4は繰返し载荷履歴後の静的せん断時の結果である。図-3より最終的に静的せん断時の限界状態線に向かうような有効応力経路を描くということが分かった。また、図-4より、せん断応力振幅47kN/m²、50kN/m²では初期剛性が大きくなるということ、せん断応力振幅50kN/m²から軸差応力 q が増加し、70kN/m²のケースで減少するということ、せん断応力振幅47kN/m²と70kN/m²の軸差応力の最終値は静的せん断の最終値に近づくということが分かった。この

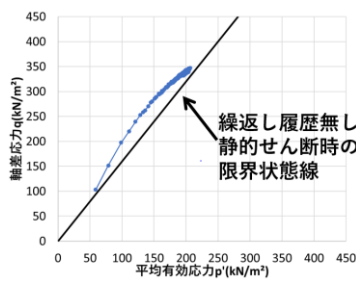
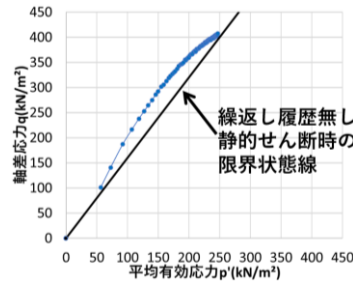
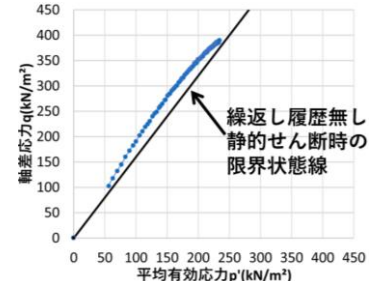
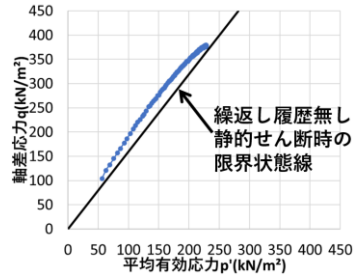
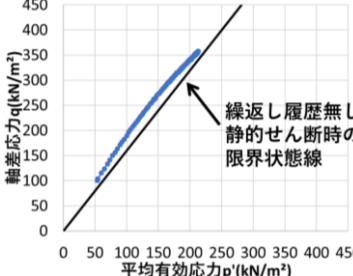


(a) 有効応力経路

(b) せん断ひずみと軸差応力の関係
図-1 初期せん断無しのケース

(a) 有効応力経路

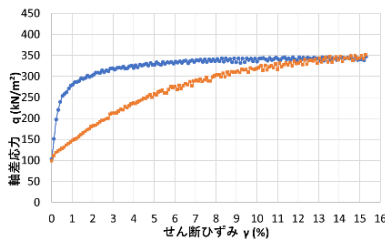
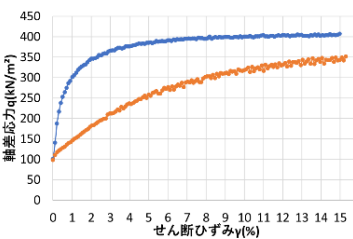
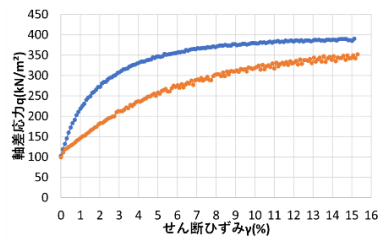
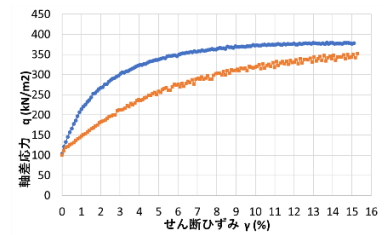
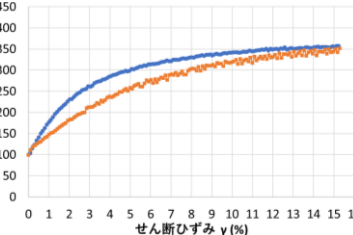
(b) せん断ひずみと軸差応力の関係
図-2 初期せん断有りのケース

(a) せん断応力振幅 47kN/m²(b) せん断応力振幅 50kN/m²(c) せん断応力振幅 55kN/m²(d) せん断応力振幅 60kN/m²(e) せん断応力振幅 70kN/m²

凡例

— : 繰返し履歴後
— : 繰返し履歴無し
静的せん断時の
限界状態線

図-3 繰返し後、静的せん断時の有効応力経路

(a) せん断応力振幅 47kN/m²(b) せん断応力振幅 50kN/m²(c) せん断応力振幅 55kN/m²(d) せん断応力振幅 60kN/m²(e) せん断応力振幅 70kN/m²

凡例

— : 繰返し履歴後
— : 繰返し履歴無し
静的せん断時

図-4 繰返し後、静的せん断時のせん断ひずみと軸差応力の関係

ことから、本供試体は繰返し履歴によって大きな強度・剛性低下がみられないことがわかった。

5. まとめ

赤ボクの基本的なせん断特性を把握するために、再構成赤ボク供試体を用いた非排水三軸圧縮試験の結果から静的せん断特性を調査した。また、初期せん断を受けた繰返し載荷後の静的せん断特性を把握するため、非排水繰返し三軸圧縮試験の結果を整理した。得られた結果は次の通りである。

- (1) 繰返し履歴を与えない静的せん断時の限界状態線の傾きは、初期せん断による影響を受けないようである。
- (2) 繰返し載荷後、有効応力経路の最終値は静的せん断時の限界状態線に漸近する。
- (3) せん断応力振幅 47kN/m²、50kN/m²では初期剛性大きく、非排水せん断強さが増加している。

【謝辞】本研究で用いた実験データは科学研究補助金基盤研究(A)(16H02362) (研究代表: 安原一哉) の一環で(株)セイコーで行った結果を利用させていただいた。記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 野見山陽: 火山灰質粘性土地盤における宅地地盤の地震時不安定化とその評価, 令和元年度建設工学専攻修士論文概要書, No.A-05, 2020.1
- 2) 社会法人セメント協会: セメント系固化材による地盤改良マニュアル, pp74, 2012