

III-A 86

単純せん断試験による初期せん断応力を受けた粘性土の繰返し強度評価

茨城大学大学院 学生員 ○横川青児
 茨城大学工学部 正員 安原一哉・村上 哲
 茨城大学大学院 学生員 喜渡基弘

1. はじめに

粘性土地盤の地震による被害事例を見てみると、構造物や盛土などにより、予め基礎地盤内にせん断力が作用しているところに被害が生じている¹⁾。本研究では、この初期せん断力を受けた粘性土の繰返し強度を、地震時の地盤の応力状態を良く再現できるNGI型の単純せん断試験装置を用いて調べ、その影響を明らかにした。

2. 試料及び実験方法

等体積繰返し単純せん断試験で用いた試料は、再構成された低塑性のシルト質粘土($G_o=2.79$, $w_L=38.6\%$, $w_P=19.0\%$, $I_p=19.6$)である。新たに試作した装置では、供試体の側方を拘束できるワイヤーメンブレンを用いることにより初期K₀圧密条件と平面ひずみ条件下での静的・繰返し試験が可能である。実験では、圧密応力 $\sigma_{vc}=200\text{kPa}$ でK₀圧密させた後、排水条件のもとで初期せん断を与える。次いで、応力振幅が一定(周波数 $f=0.1\text{Hz}$)の繰返しせん断力を加える。せん断時に達成される等体積条件は、非排水試験と等価であると考えられる。なお、初期せん断応力 τ_s は3種類(10, 20, 30kPa)とし、繰返しせん断応力を変化させて実験を行った。

3. 実験結果及び考察

等体積繰返し単純せん断試験により得られた応力経路を図-1(a), (b)、せん断応力-せん断ひずみ関係を図-2(a), (b)に示す。ここで両図の(a)は $\tau_s=0$ の完全両振り、一方(b)は $\tau_s=30\text{kPa}$ で繰返しせん断力の逆転がない片振り試験となっている。

図-1中に示す静的破壊線は、等体積静的単純せん断試験より得られた結果であり、 $c'=9\text{kPa}$, $\phi'=21.3^\circ$ である。これらの結果から初期せん断がない場合の繰返し試験では、両振幅せん断ひずみ γ_{DA} の発達によりせん断ひずみが増加しているが、初期せん断応力を加えた試験では、非回復のひずみが初期せん断を加えた側に蓄積されていく。

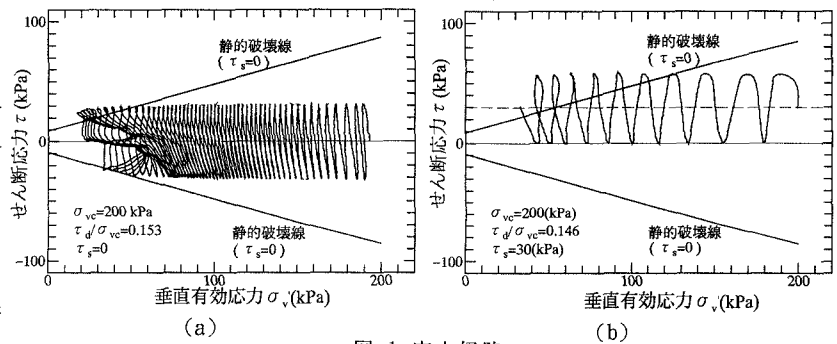


図-1 応力経路

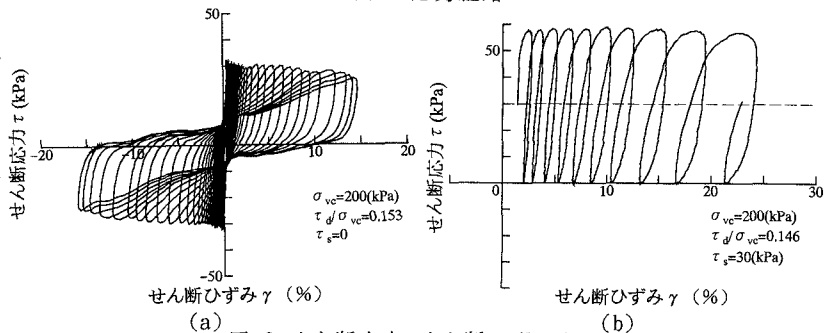


図-2 せん断応力-せん断ひずみ関係

ここで本研究で用いた粘性土の繰返し強度を評価するために、ピークせん断ひずみ γ_p が10%に達したときを破壊と定義し、繰返しせん断応力比 $R(\tau_d/\sigma_{vc})$ と γ_p (黒印は γ_{DL}) が10%に達した載荷回数 N の関係を、両対数で表したものが図-3である。この図より、初期せん断応力の増加にとともに繰返し強度が低下していることが分かる。このことは、初期せん断応力を受けた粘土の繰返し強度特性を三軸試験により調べた過去の知見と一致している²⁾。ここで初期せん断応力比 (τ_s/σ_{vc}) と R の関係を載荷回数を1回と20回の場合について示したものが、図-4である。これより用いた粘性土の場合には、初期せん断応力比と繰返し強度の関係は直線で近似される。

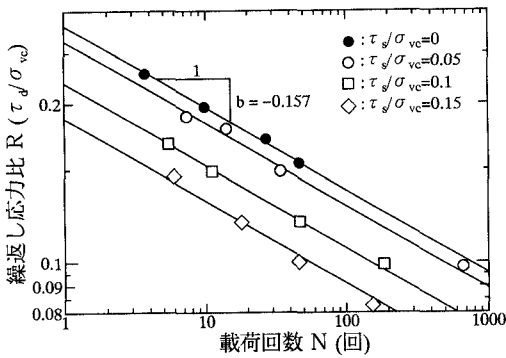


図-3 繰返し応力比と載荷回数との関係

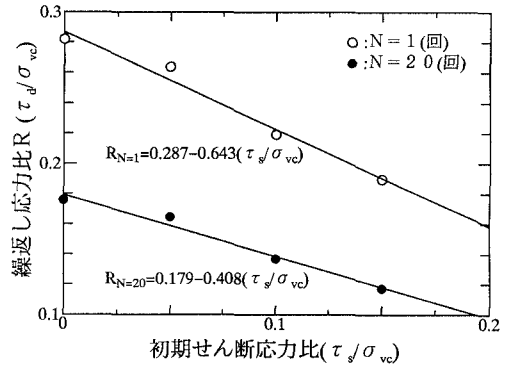


図-4 初期せん断応力比と繰返し応力比との関係

図-3に示す繰返し強度線は、両対数でとることにより直線で表され、以下の式で評価される。

$$R(N) = \tau_d / \sigma_{vc} = a N^b \quad (1)$$

ここで、 a : 載荷回数1回における R の値

b : 両対数直線上における動的強度線の勾配

また、式(1)の a の値は図-4に示す $R_{N=1}$ と等価であり、次式となる。

$$a = R_{0(N-1)} + c(\tau_s / \sigma_{vc}) \quad (2)$$

ここで、 $R_{0(N-1)}$: $\tau_s / \sigma_{vc} = 0$ の $N=1$ 回における R の値

c : 直線の傾き

よって、初期せん断応力を加えた繰返し強度は次式で表される。

$$R(N) = \{ R_{0(N-1)} + c(\tau_s / \sigma_{vc}) \} N^b \quad (3)$$

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 初期せん断応力の増加にともなう繰返し強度は、直線的に減少する。
- (2) 用いた粘性土の場合、式(3)により初期せん断応力を受けた繰返し強度を定式化することができる。

《参考文献》

- 1) 建設省土木研究所動土質研究室：土構造物の地震被害例，土木研究所資料，1980。
- 2) 杉山・兵動・山本・藤井：粘土の繰返しせん断特性に与える初期せん断応力の影響，粘性土の動的性質に関するシンポジウム発表論文集，PP133-136，1995。