

Gyratory Shear が粘土の強度特性に及ぼす影響

山口大学工学部 正会員 松田 博
 山口大学大学院 学生会員 櫻谷 慶治
 山口大学大学院 学生会員 山本 智一

1. はじめに 地震等によって生じる粘性土地盤の沈下量、及び静的強度の変化に関する研究はこれまでも行われており、それらは一方向から一定の繰返しせん断ひずみを供試体に与えた場合の挙動に基づいている。しかしながら、実際の地震加速度は多方向に作用するため沈下量や静的強度を推定する上では繰返しせん断の方向性の影響を考慮する必要がある。そこで、水平 2 方向から独立したひずみ振幅の入力が可能な多軸単純せん断試験機を用い、特に今回は Gyratory Shear を供試体に与えた場合の沈下量、及び静的強度について方向性の影響を調べ 1 方向せん断による結果と比較したので報告する。

2. 試験方法 用いた多軸単純せん断試験機は水平直角 2 方向からの繰返しせん断ひずみの入力が可能であって、ここではそれぞれ X 方向、Y 方向と定義する。用いた試料はカオリン粘土 ($\rho_s = 2.536 \text{ g/cm}^3$, $w_L = 55.76\%$, $w_p = 27.41\%$, $I_p = 28.35$) である。粉末状のカオリン粘土を含水比 80% にして脱気した後圧密圧力 49 kPa で間隙水圧が消散するまで約 90 分間圧密した。その後、定体積条件にて供試体に Gyratory Shear を与えた後、ひずみ速度 1%/min として静的せん断試験を行った。また Gyratory Shear を与えた後、再圧密を行いその後に静的せん断試験を行うという実験も実施した。ここでいう Gyratory Shear とは、試験機の X 方向、Y 方向より入力させるサイン波に 90° の位相を持たせることにより、供試体底部の中心が円形の軌跡を描くようなせん断履歴を供試体を与えるものである。実験においては入力するサイン波の周期は 2 秒、繰返し回数 n は 200 回で一定とし、ひずみ振幅は 0.1%~1.0% の間で変化させた。Fig.1、Fig.2 は Gyratory Shear の記録波形である。今回は比較のため 1 方向せん断試験も行なったが、ひずみ振幅の定義として、1 方向せん断時についてはせん断ひずみの片振幅の大きさ ($=\gamma$)、Gyratory Shear の場合においては供試体下部中心の軌跡として得られる円の半径 ($=\gamma' = (\gamma_x + \gamma_y)/2$) とした。

3. 試験結果 繰返しせん断後に生じる粘性土の沈下や静

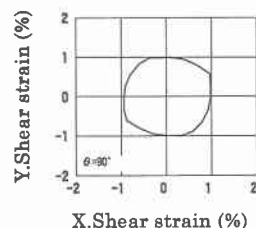


Fig.1 Hysteresis loop for Gyratory Shear.

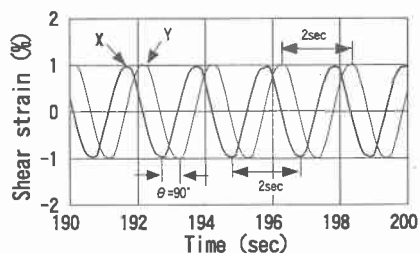


Fig.2 Shear strain-time history.

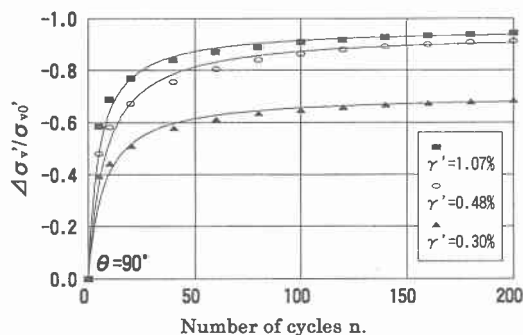


Fig.3 Reduction in vertical effective stress.

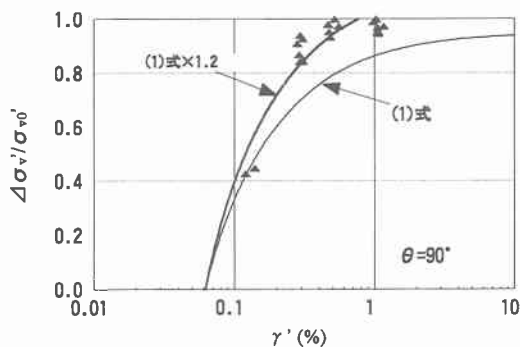


Fig.4 Relationships between $\Delta \sigma_v' / \sigma_{vo}'$ and γ' .

的強度減少などを引き起こす要因の1つにせん断中の過剰間隙水圧の発生に伴う有効応力減少があるが、1方向せん断について有効応力減少はせん断ひずみ振幅 γ と繰返し回数 n の関係として次式のように表されることが確認されている。

$$\Delta \sigma_v' / \sigma_{v0}' = n / (A \cdot \gamma^m + (\gamma / (B + C \cdot \gamma)) \cdot n) \quad (1)$$

上式中の A, B, C, m は実験定数であり、今回用いたカオリン粘土においてはそれぞれ $A=7.11$, $B=-0.059$, $C=0.95$, $m=-0.793$ が得られた。Fig.3はせん断中の応力減少と繰返し回数の関係を示したものであり、Fig.4は応力の減少量と γ の関係を示したものである。同図より同じせん断ひずみ振幅で比較した場合には Gyratory Shear によって生じる有効応力減少は一方せん断によって生じる大きさの約1.2倍であることが分かる。一方、次式で定義される応力減少比 SRR と再圧密時の間隙比変化量の関係を示したものが Fig.5 である。

$$SRR = 1 / (1 - \Delta \sigma_v' / \sigma_{v0}') \quad (2)$$

(1)式と Fig.5の結果を用いることにより繰返しせん断後に生じる粘性土の沈下量は $\varepsilon_v = \Delta e / (1 + e_0)$ の関係により推定可能であり、その結果を示したものが Fig.6 である。

繰返しせん断直後および再圧密後の静的強度比 τ / τ_s (τ_s は繰返しせん断履歴のない場合の静的強度)に関して、応力減少比 SRR との関係を示したものが Fig.7 である。同図より強度の減少・増加は、繰返しせん断の方向とは無関係に SRR のみに依存していることがわかる。Fig.8はせん断ひずみ振幅と τ / τ_s の関係を示したものであって、両者の関係は繰返しせん断方向によって影響を受けることがわかる。

4. 結論 Gyratory Shear によって生じる有効応力の減少と、その後の強度減少・回復および沈下に及ぼす繰返しせん断の方向性の影響について調べた。その結果 Gyratory Shear によって生じる有効応力減少は1方向せん断によって生じる大きさの1.2倍であり、その推定には従来用いられている1方向での式が適用可能であることが分かった。また強度及び沈下量に関してはせん断中の応力減少比 SRR を用いることにより方向性の影響を取り除くことができることが示された。

参考文献 1) H.Matsuda, K. Sakuradani and N. Emoto: Effects of earthquake-induced settlement of clay layer on the ground subsidence, 12WCEE, '1097, pp.1-8, 2000.

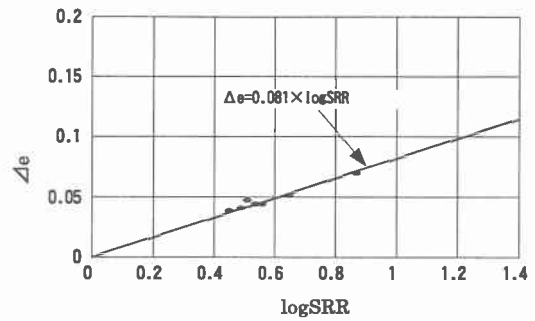


Fig.5 Relationships between logSRR and Δe .

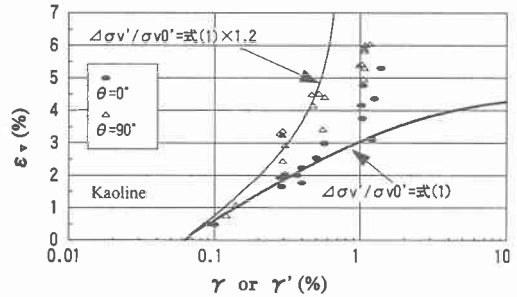


Fig.6 Relationships between ε_v and γ or γ' .

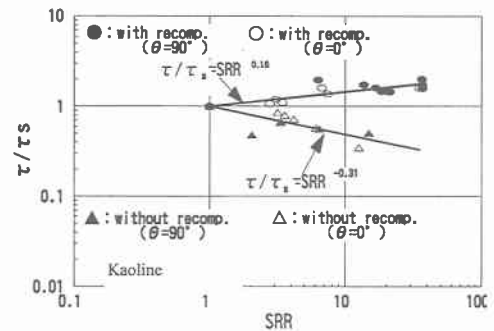


Fig.7 Relationships between τ / τ_s and SRR.

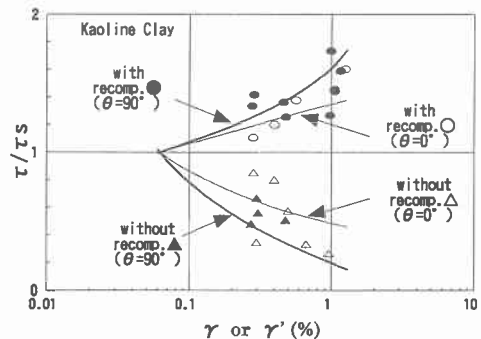


Fig.8 Relationships between τ / τ_s and γ or γ' .