

III-57

飽和粘土の強度低下におよぼす繰返し波数と応力比の影響

運輸省 港湾技術研究所
同上
同上

善 功企
○山崎 浩之
加賀谷 宏基

1. まえがき

粘性土地盤上に建設された海洋構造物が波の繰返し作用を受ける場合には、波力が構造物を介して地盤中に伝わり地盤中の粘土は繰返し載荷を受けることになる。そのため粘土の強度が低下し地盤の支持力が低下することが考えられる。そこで、本研究では繰返し載荷を受けた後の粘土の静的強度低下を推定するため、供試体に繰返し載荷を加え、その後直ちに静的な非排水三軸試験を実施し、繰返し載荷による非排水三軸強度の低下と繰返し応力比および波数との関係について調べた。

2. 試験概要

試験装置、試料：用いた試験装置はひずみ制御による静的な三軸試験も行うことができる繰返し三軸試験装置である。試料は不攪乱の熊本粘土（塑性指数 $Ip=30$ ）および繰りかえし再圧密した川崎粘土（ $Ip=43.3$ ）である。

実験方法：供試体は直径5cm、高さ10cmに成形し、ドレインペーパーを巻き三軸セル内で過圧密にならないよう所定の圧密圧力（熊本：0.57kgf/cm²、川崎：1.0kgf/cm²）で24時間圧密した。圧密後適当な繰返し応力比 τ_d/σ_c' で周期5秒のサイン波形による繰返し載荷を行った。その後直ちに非排水三軸試験をひずみ制御（ひずみ速度1%/min）で実施した。

3. 試験結果

図-1に一例として熊本粘土の繰返し載荷後の非排水三軸試験での応力ひずみ曲線を示す。

図中、曲線上の数字は繰返し載荷で発生した両振幅軸ひずみ $2\varepsilon_a$ の値を示している。なお、0%は繰返し載荷を行わず、圧密非排水三軸試験のみを実施したことを意味している。図-1より、繰返し載荷中に発生した両振幅軸ひずみ

が大きいくほどその後の非排水三軸試験においてせん断初期の弾性係数が低下し、また強度低下も大きいことがわかる。

図-2は、今回実施されたすべての試験の非排水三軸試験中の応力ひずみ曲線から静的強度を求め、繰返しを受けた場合の静的強度と受けない場合の静的強度の比：強度比 R を求め、 R と繰返し載荷中に発生した両振幅軸ひずみ $2\varepsilon_a$ との関係を示した図である。

図-2より繰返し載荷中に発生した両振幅軸ひずみ $2\varepsilon_a$ が大きいくほど静的試験での強度低下は顕著であり、ばらつきはあるものの R は $2\varepsilon_a$ の関数で表され（図中に関数形を示す）、 $2\varepsilon_a$ が10%では静的試験のみを実施した場合の約7割に、 $2\varepsilon_a$ が5%では約9割に静的強度が低下している。 $2\varepsilon_a$ が2%以下では静的強度の低下は認められない。

図-3-(a)、図-3-(b)に川崎粘土および熊本粘土の繰返し応力比 τ_d/σ_c' と繰返し波数 N の関係を示す。図中の△、□、○プロットは、それぞれ $2\varepsilon_a$ が2%、5%、10%の場合に対応している。熊本粘土の図-3-(b)の場合には τ_d/σ_c' が0.2以下では10000波繰返し載荷を行っても $2\varepsilon_a$ が2%以上発生しないことになるので、図-2に示した発生両振幅軸ひずみ $2\varepsilon_a$ と強度比 R の関係より $\tau_d/\sigma_c' = 0.2$ を静的強度の低下を引き起こす限界値と考えることができる。

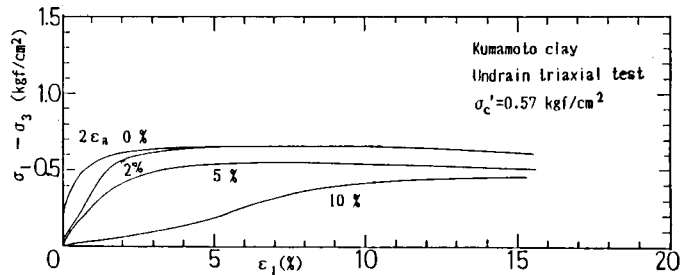


図-1 熊本粘土の非排水三軸試験結果の一例

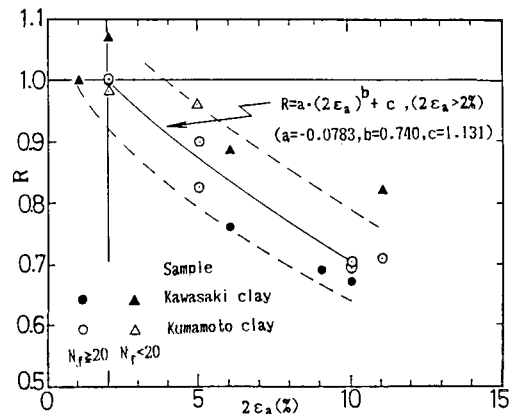


図-2 強度比 R と両振幅軸ひずみ $2\varepsilon_a$ 関係

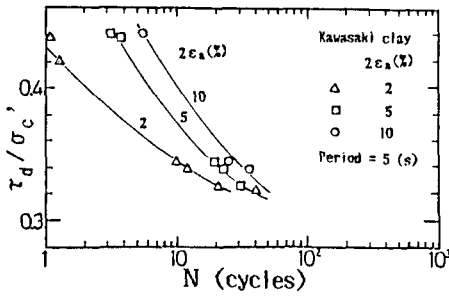


図-3-(a) 応力比 τ_d/σ_c' と繰返し波数 N 関係（川崎粘土）

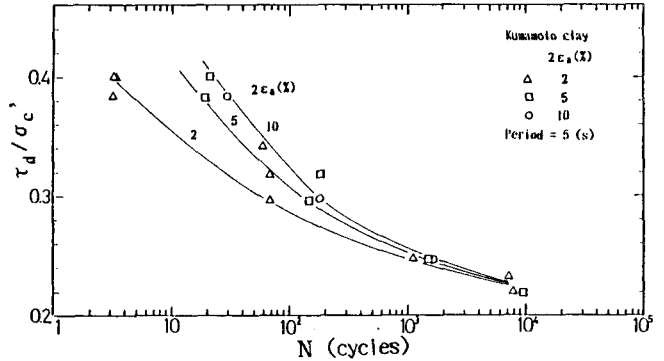


図-3-(b) 応力比 τ_d/σ_c' と繰返し波数 N 関係（熊本粘土）

図-4-(a)（川崎粘土）、図-4-(b)（熊本粘土）は繰返し载荷中の繰返し応力比（実線）をパラメータとして強度比 R と繰返し波数の関係を示した図である。なお、破線は繰返し载荷中に発生した両振幅軸ひずみであり、またプロットについている数字は繰返し载荷中の応力比である。図-4よりある繰返し応力比で、ある波数载荷を受けた場合の粘土の静的強度の低下の程度を推定することができる。

4. あとがき

川崎粘土と熊本粘土を用いて、粘土がある応力比で、ある波数繰返し载荷を受けた場合にどの程度静的強度が低下するかを明らかにした。粘土に繰返し载荷を与えた場合の静的強度は繰返し载荷中に発生する両振幅軸ひずみ $2\epsilon_a$ が大きいほど低下し、今回用

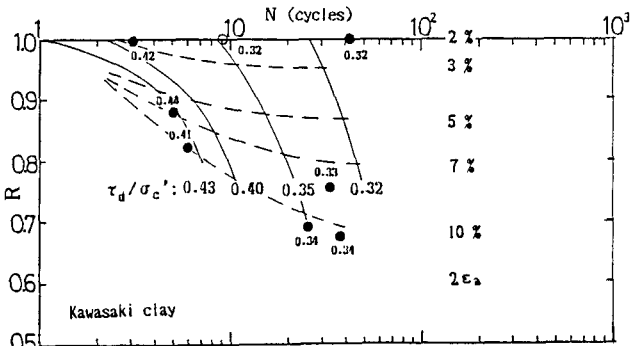


図-4-(a) 強度比 R と繰返し波数 N 、応力比 τ_d/σ_c' 関係（川崎粘土）

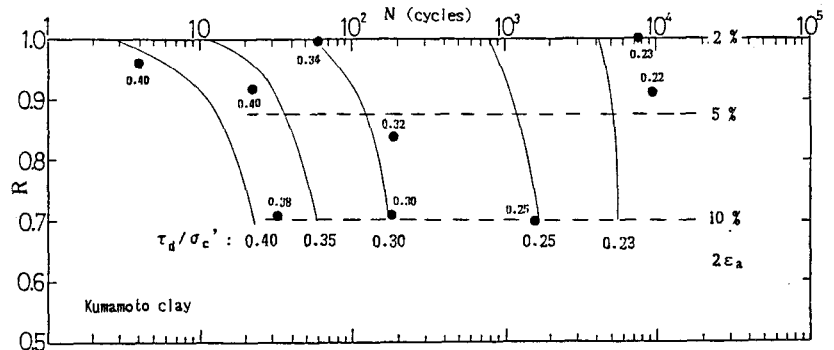


図-4-(b) 強度比 R と繰返し波数 N 、応力比 τ_d/σ_c' 関係（熊本粘土）

いた試料では $2\epsilon_a$ が2%を越えた場合に低下が始まることが確認された。繰返し応力比 $\tau_d/\sigma_c'=0.2$ では10000 波繰返しても $2\epsilon_a$ は2%を越えなかったので $\tau_d/\sigma_c'=0.2$ を静的強度の低下を引き起こす限界値と考えることができる。

5. 参考文献

- 1) 大根田秀明, 梅原精文, 樋口嘉章: 振動単純せん断試験による粘性土の繰返し強度特性について, 港湾技術研究所報告, 第23巻, 第4号, 1984, pp71-94