

III-175 繰り返し荷重を受ける粘性土の変形および強度特性

運輸省港湾技術研究所 善 功企
 ○山崎 浩之
 加賀谷 宏基

1. まえがき

防波堤などの海洋構造物直下の地盤には、波による繰り返し荷重が構造物を介して伝達し、地盤中の土はランダムな繰り返し荷重を多数波受けることになる。したがって、粘性土の場合には繰り返し載荷により静的強度が低下し、地盤の支持力が低下することが考えられる。そこで、一定振幅の繰り返し荷重が粘性土に作用したときの変形係数の変化および静的強度（最大せん断強度）の低下特性について検討し、さらにランダム荷重についても検討したので報告する。

2. 実験概要

用いた試験装置は繰り返し三軸試験とひずみ制御による静的三軸圧縮試験が行えるものである。試料は、熊本市で採取した不攪乱の海成粘土（塑性指数：40）である。試料を $\phi=50\text{mm}$, $h=125\text{mm}$ に成型後、 $0.58(\text{kgf/cm}^2)$ の圧密圧力で等方圧密した。圧密終了後、非排水条件で繰り返し載荷を所定の繰り返し軸応力（周期5秒）で行った。繰り返し載荷終了後、直ちに三軸圧縮試験をひずみ速度 $1\%/min$ で行い静的強度の低下特性を調べた。

3. 一定振幅繰り返し荷重の場合の実験結果および考察

一定振幅繰り返し荷重での変形特性を調べるため、繰り返し波数 N のときの変形係数を図-1の履歴ループの頂点 a , b を結んだ直線の勾配 E として定義し、図-2のような整理を行った。図-2は繰り返しせん断応力比 τ_d/σ_c' をパラメータとして示してあるが、繰り返し軸応力が一定の場合、変形係数 E は繰り返し波数 N の対数に比例することが分る。図-2の関係を繰り返し波数と繰り返しせん断応力比を変数にして近似すれば次式となる。

$$E = \{403.0 - 757.0(\tau_d/\sigma_c')\} \sigma_c' \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

$$-97.9(\tau_d/\sigma_c') \log N \} \sigma_c' \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (1)$$

次に、繰り返し載荷後の静的強度（最大せん断強度）の低下について調べる。繰り返し載荷を行った場合と行わない場合の静的強度の比を強度比 R として定義し、 R と繰り返し載荷中に発生する両振幅軸ひずみ $2\epsilon_a$ の関係を示したのが図-3である。図-3には再調整した川崎粘土の実測値もプロットしてある。図-3から、 $2\epsilon_a$ が2%以下では強度比 R は1で静的強度低下は認められないが、2%以上では R は1以下となり静的強度低下がみられる。 R と $2\epsilon_a$ の関係を図-3中の実線で代表し、式示すれば次式となる。

$$R = -0.0783(2\epsilon_a)^{0.740} + 1.131 \quad (2)$$

式（1）、（2）から繰り返し荷重が一定の場合の波数と発生ひずみおよび静的強度低下の関係をj知る

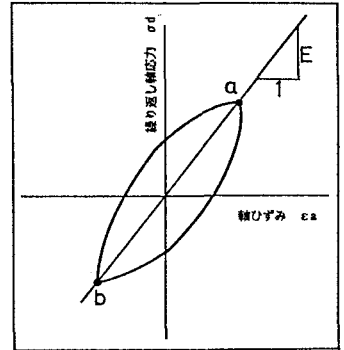


図-1 変形係数 E の定義

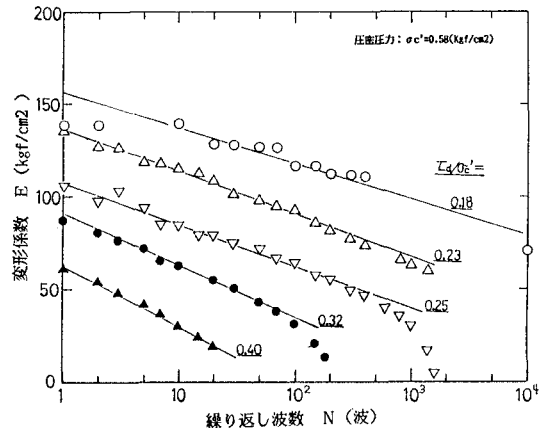


図-2 変形係数 E と繰り返し波数 N の関係

ことができる。

4. ランダム荷重の場合の実験結果および考察

繰り返し荷重がランダムな場合の繰り返し载荷中のEとNの関係を調べるため、図-4に繰り返し軸応力が大から小、あるいは小から大へ変化する場合の実測値をプロットで示してある。ここで、図-4の実測値を予測するため次のような仮定を行った。図-5は図-2の関係を模式化したもので、3本の実線はそれぞれ繰り返し応力が大、中、小の時のものである。繰り返し応力の中から小、あるいは中から大へ変化する時、Eは図-5の矢印のように一定値で点aから点b、点aから点cへと乗移り、その後は矢印のように式（1）の関係を満たすと考える。このような仮定で予測したのが図-4の実線である。

また、静的強度の低下を予測し、強度比を実測値と比較したのが図-6である。図-6の予測値のRは、Eを上述の考えで予測し、Eと繰り返し軸応力 σ_d から $2\epsilon a$ を求め、さらに式（2）からRを求めたものである。図-4と図-6の予測値は実測値をほぼ説明している。

5. あとがき

今回用いた粘性土について、繰り返し荷重が载荷された場合の载荷中の変形係数および载荷後の静的強度の低下は、式（1）、（2）で予測できることが分った。今後は現地盤の数値解析等を行い、実測データとの比較検討を行っていきたい。

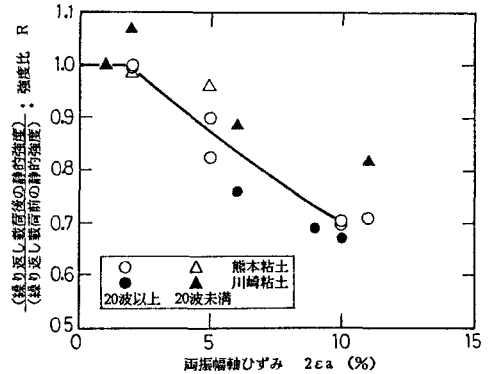


図-3 強度比Rと発生両振幅軸ひずみの関係

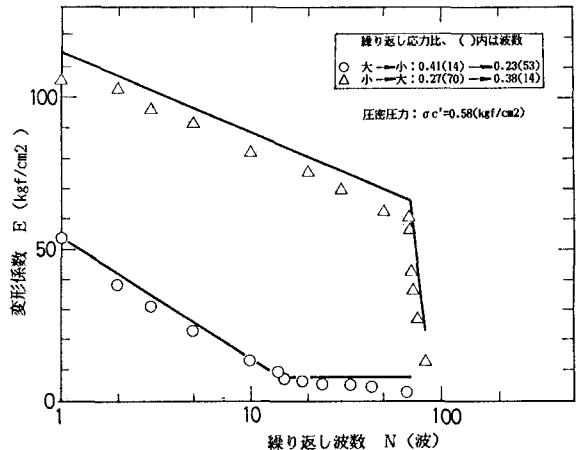


図-4 繰り返し荷重が変化する場合のEとNの関係

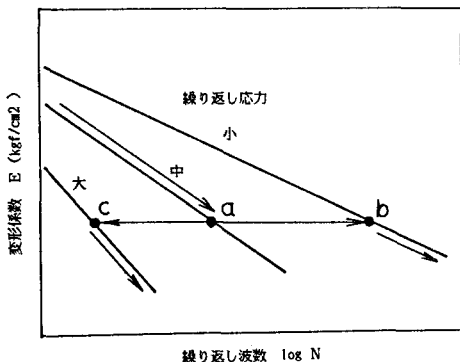


図-5 繰り返し荷重が変化した時のEの仮定

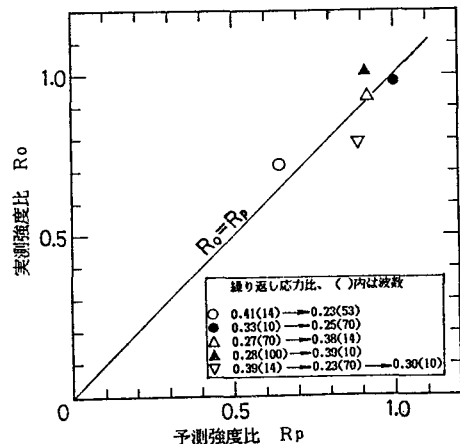


図-6 実測強度比RoとRpの関係

（参考文献）善、山崎、加賀谷：飽和粘土の強度低下におよぼす繰り返し波数と応力比の影響，土木学会第42回年次学術講演会講演概要集 第3部，PP140-141