

Ⅲ - A 80

粘性土の動的変形特性に及ぼす繰返し载荷回数の影響

日建設計 中瀬土質研究所 正 ○伊藤 祐仙 片桐 雅明 斎藤 邦夫

1. はじめに

動的変形試験では、通常10波目の結果を用いて動的変形係数を求める。しかしながら、粘性土の場合、小さな応力振幅でもひずみが累積し易く、10回の繰返し载荷といえども、得られる動的変形係数が異なることが懸念される。本報告では、正規圧密状態および過圧密状態にある粘性土の動的変形試験を行い、繰返し载荷に伴う軸ひずみの累積、過剰間隙水圧の蓄積による有効応力状態の変化を調べ、繰返し载荷回数が等価弾性係数に及ぼす影響について考察を加える。

2. 試料および実験方法

本実験に用いた試料は、川崎粘土( $\rho_s=2.704\text{g/cm}^3$ ,  $w_L=52.8\%$ ,  $w_P=29.0\%$ ,  $I_P=23.8$ )である。この粘土を含水比80%に調整して充分練り返した後、 $0.4\text{kgf/cm}^2$ で7日間予圧密して直径5cm、高さ10cmの供試体を切り出した。

実験には油圧サーボ方式の動的三軸試験機を用い、圧密圧力1.0、2.0、4.0 $\text{kgf/cm}^2$ で等方圧密した後、1.0 $\text{kgf/cm}^2$ まで除荷し、同一の有効拘束圧で動的変形試験を行った。繰返し荷重は応力制御で与え、载荷周期は0.1Hz（正弦波）とした。各ステージ終了後に排水し、過剰間隙水圧を完全に消散させた。1ステージ当たりの繰返し载荷回数は10回である。なお、供試体の飽和には2重負圧法を用い、背圧2.0 $\text{kgf/cm}^2$ は圧密開始前から与えた。

3. 実験結果および考察

図-1に各ステージにおける軸ひずみ $\varepsilon_{sa}$ の変化を示す。正規圧密供試体NCでは、過圧密供試体OCR=2、4に比べ、同じ応力振幅 $\sigma_d$ に対して大きな $\varepsilon_{sa}$ が発生しており、相対的に、载荷の繰返しに伴う $\varepsilon_{sa}$ の累積も大きくなっている。特に $\sigma_d=1.1\text{kgf/cm}^2$ では、 $N=1\sim 10$ の間に、0.01程度の軸ひずみが累積し、 $\varepsilon_{sa}$ は、約2倍に増加している。過圧密供試体では、OCR=2の $\sigma_d=1.1\text{kgf/cm}^2$ において、0.002のひずみが累積しており、絶対量は小さいものの $N=10$ の $\varepsilon_{sa}$ は $N=1$ に対して、1.6~1.7倍であることがわかる。これを除けば、ひずみの累積は、ごく僅かである。このことから、過圧密比が大きいほど、繰返し载荷による軸ひずみの累積は小さく、ある程度以下の応力振幅では、軸ひずみは繰返し载荷回数の影響を受けず、弾性的な挙動を示すものと考えられる。

载荷中における有効応力状態の変化を図-2に示す。図中のプロットは、ステージ毎の1波目、10波目に

ける有効応力経路の軌跡の最上点および最下点を示したものである。明らかに各供試体の全応力（図中の破線）と、対応する有効応力の差異は、過圧密比、繰返し载荷回数によって異なっている。とりわけNCでは、1波目と10波目の有効応力状態が大きく異なっており、载荷の繰返しに伴う過剰間隙水圧の増加が著しく、小さな $\sigma_d$ においても過剰間隙水圧が蓄積されている。OCR=2の $|\sigma_d| < 0.8\text{kgf/cm}^2$ およびOCR=4では、1波目と10波目の応力状態が概ね同じであり、繰返し载荷回数の影響は認められない。過圧密比が大きいほど、繰返し载荷回数の影響を受けない応力振幅の範囲は、大きくなる傾向にある。このことは、図-1の結果と合致している。また、10波目の応力状態を包絡すると、正規・過圧密粘性土の静的な三軸圧縮・伸張試験の応力経路に類似しており、限界状態線付近で変曲が認められる。このことは、液状化試験の応力経路に見られるように、限界状態に漸近すると

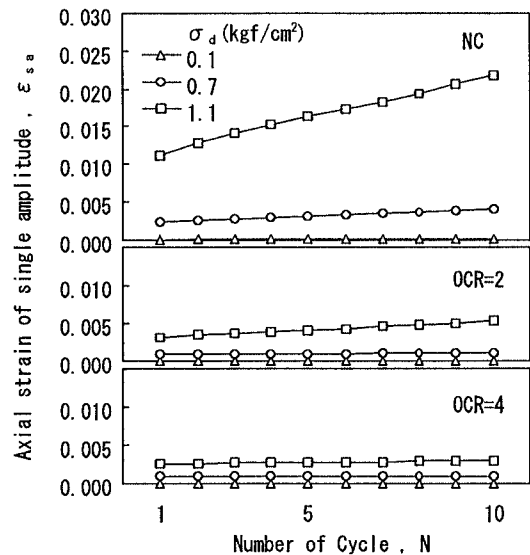


図-1 軸ひずみに及ぼす繰返し载荷回数の影響

キーワード：動的変形試験、繰返し载荷回数、応力履歴、粘性土

連絡先：川崎市幸区南加瀬 4-11-1 (〒211) TEL. 044-599-1151 FAX. 044-599-9444

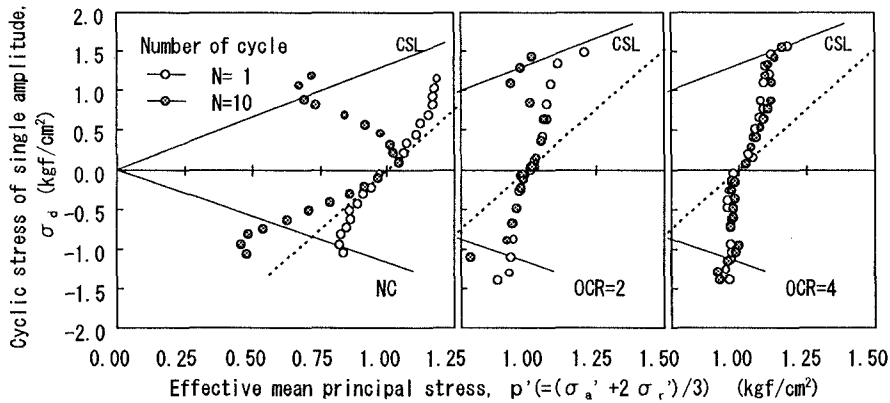


図-2 応力状態に及ぼす繰返し載荷回数の影響

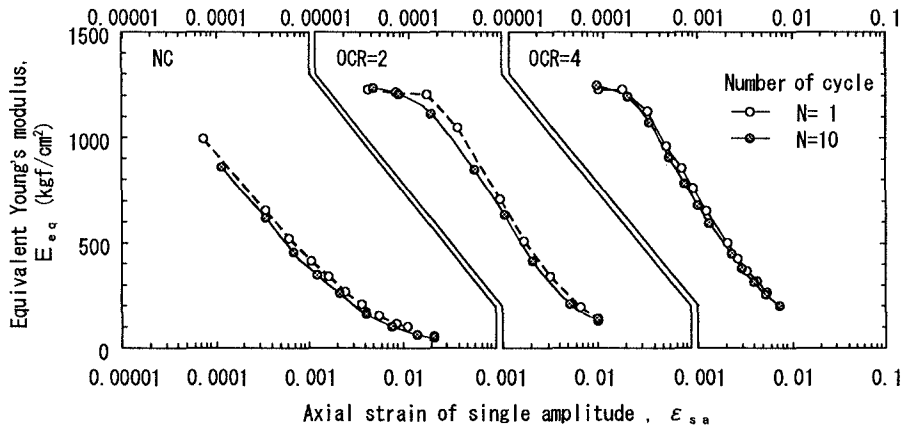


図-3 等価弾性係数に及ぼす繰返し載荷回数の影響

ともに、限界状態線に沿ってループを描き、結果として応力経路の最上点および最下点の軌跡に変曲が現れたことを意味している。

1波目と10波目の結果を用いて、等価弾性係数 $E_{eq}$ と軸ひずみ $\epsilon_{sa}$ を整理し、図-3に示す。応力履歴によらず、10波目の結果から得られる $E_{eq}-\epsilon_{sa}$ 関係は、1波目のそれに比べて小さくなる傾向にある。また、OCR=2の $\epsilon_{sa}=0.0001\sim0.0002$ 付近に示されるように、1波目と10波目の $\epsilon_{sa}$ に伴う $E_{eq}$ 減少傾向が異なり、10波目では、1波目より小さな $\epsilon_{sa}$ から $E_{eq}$ が減少しており、同一軸ひずみに対する $E_{eq}$ の差が、この付近で最も小さくなっていることがわかる。残念ながら、NCでは、同様の特性を確認できていない。本実験で得られた軸ひずみの範囲では、同一軸ひずみに対して、 $E_{eq}$ の差は最大で10%程度であった。また、推定の域を出ないが、過圧密粘土の供試体では、 $\epsilon_{sa}\leq 0.00001$ で $E_{eq}$ 一定の値に漸近する傾向にあり、初期剛性率に相当する $E_{eq}$ は、1200～1300kgf/cm<sup>2</sup>程度であると考えられる。

#### 4. まとめ

等方応力下において正規・過圧密した粘性土の剛性について調べた結果、1)正規圧密状態に近いほど、繰返し載荷回数の影響を顕著に受け、有効応力状態が大きく変化すること、2)粘性土の動的変形係数 $E_{eq}-\epsilon_{sa}$ 関係は、繰返し載荷回数にも影響を受けることが分かった。今後、より微小なひずみ領域における変形挙動について確認するとともに、他の粘性土についてもデータを蓄積し、更なる検討を加えたいと考えている。

《参考文献》 1) 岡部, 伊藤, 片桐, 斎藤 (1996): 粘性土の動的変形特性に及ぼす応力履歴の影響, 土木学会第51回年次学術講演会, 第3部門(a), 土木学会, pp168-169. 2) 伊藤, 片桐, 斎藤 (1997): 粘性土の微小ひずみ領域における変形特性, 第24回関東支部技術研究発表会, 土木学会関東支部, pp362-363.