

III-59

繰返しせん断の周期が粘土層の沈下に及ぼす影響

宇部工業高等専門学校 正会員 大原 資生

山口大学工学部 正会員 ○松田 博

山口大学大学院 学生員 佐野 修司

1. まえがき： 一般に、地震、波浪等においては、地盤に作用する繰返しせん断の周期が異なり、通常の地震においては卓越周期が2～0.5秒程度であるのに対して、波浪では周期が5～10秒と長い。一方、従来行われた粘土の繰返し三軸試験の結果をみると、繰返しせん断の周期が異なると発生する過剰間隙水圧にも影響することが報告されている。そこで、本研究では、動的単純せん断試験機を用いて、K状態にある飽和粘土に種々の周期の繰返しせん断ひずみを非排水状態で与えた後、発生した過剰間隙水圧を消散させた。そして繰返しせん断の周期が発生する過剰間隙水圧の大きさ及びその消散によって生じる粘土層の沈下におよぼす影響について調べた。

2. 実験装置および供試体： 本実験に用いた装置は、電気油圧サーボ式動的単純せん断試験機であり、その詳細については既に報告している。¹⁾ 用いた試料は粉末状のカオリン粘土 ($G_s=2.718$ 、 $\omega_L=53.5\%$ 、 $\omega_P=28.5\%$) で、供試体の寸法は、直径75.0mm、高さ約20mmの円盤状である。また、圧密後の間隙比は $e_s=1.29\sim 1.33$ である。

3. 実験方法： 所定の圧密圧力 σ'_{vo} で予圧密して正規圧密状態にある供試体に、非排水状態でひずみ振幅 γ_{dyn} が一定の繰返しせん断を行った。 γ_{dyn} は 0.08～3.00% の間で変化し、繰返し回数 n は200回とした。そして、それぞれのひずみ振幅について、繰返しせん断の周期を、0.2、0.5、2.0、10.0秒とした。なお、これとは別に、繰返し回数とひずみ振幅をそれぞれ $n=50$ 、 $\gamma_{dyn}=2.0\%$ とし、繰返しせん断の周期を変化させるという実験も行った。繰返しせん断中は、せん断変位、鉛直変位、供試体下面での過剰間隙水圧を測定した。繰返しせん断終了後は、非排水状態のまま間隙水圧が一定値になるまで放置し、その後、供試体上面より排水を行い、圧密沈下量、供試体下面での間隙水圧の時間的変化を測定した。

4. 結果と考察： 図-1、図-2は、周期 $T=10.0$ 、0.5s として、ひずみ振幅を変化させて得られた過剰間隙水圧の上昇過程を示したものである。ひずみ振幅との対応から明確ではないが、曲線形にやや相違がみられる。なお、図中の Δ の印は実測値であり、実線は実測値に対して次式により双曲線近似したものである。

$$u_{dyn}/\sigma'_{vo} = n / (\alpha + \beta \cdot n) \quad (1)$$

ここに、 α 、 β は係数である。図-1、図-2の曲線から得た α 、 β を周期 T をパラメータとして γ_{dyn} との関係で示したものが、図-3、図-4である。ぱらつきはあるものの、次式の関係が成り立つ。

$$\alpha = A \cdot (\gamma_{dyn})^m \quad (2)$$

$$\beta = \gamma_{dyn} / (B + C \cdot \gamma_{dyn}) \quad (3)$$

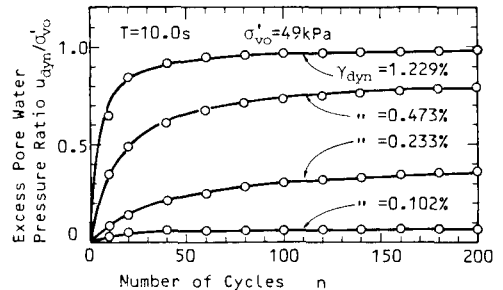


図-1

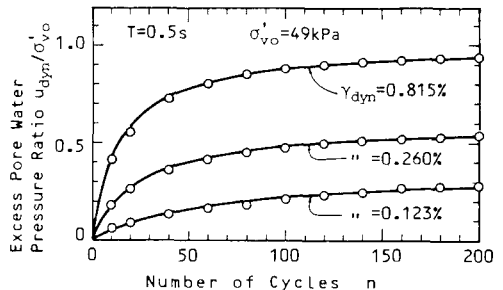


図-2

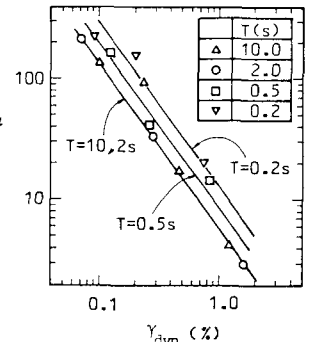


図-3

ここに、 A, B, C, m は定数である。図-3より、 A は周期によって変化するため α は周期の影響を受けるが、図-4より β は周期に影響されないことがわかる。このことは、式(1)から明かなように、 $n \rightarrow \infty$ のときの間隙水圧は周期の違いによらず一定になることを示している。

図-5は、式(1)を用いて u_{dyn}/σ'_{vo} と n の関係を示したもので、ひずみ振幅を0.1%、0.3%、1.0%とし周期 T を10, 2, 0.5, 0.2sと変化させて得たものである。同図には、図-3、4でのデータのばらつきが含まれているが、傾向としては γ_{dyn} が0.1%程度のときは周期の影響はみられない。しかし、ひずみ

振幅が大きくなると T が大きいかほど過剰間隙水圧の初期の立ち上がりの勾配が急になり、 $n=200$ のときの過剰間隙水圧の値にも相違がみられる。一方、図-6はひずみ振幅を約2.2%で一定とし、 $n=50$ 回の繰返しせん断を行った後非排水状態を保った場合の過剰間隙水圧の変化を示したものである。図より $n=50$ 回までの過剰間隙水圧の上昇過程は、図-5と同様な傾向となっている。しかし、 $n=50$ 回の繰返しせん断後非排水状態を保つと過剰間隙水圧は T が10 sおよび2sのケースではほぼ一定であるのに対し、 T が0.5sのときは繰返しせん断終了後上昇し、約1.0分後に $T=10, 2s$ の曲線と一致している。同様なことは、 $T=0.5, 0.2s$ のケースにおいて、 $n=200$ 回後においても確認されている。また、このような繰返しせん断停止後の過剰間隙水圧の上昇については、松井²⁾による繰返し三軸試験の結果でも確認されている。

図-7は、繰返しせん断中に生じた過剰間隙水圧の消散によって生じる沈下ひずみとひずみ振幅の関係を示したものである。図中の Δ が実測値であり、曲線は式(1)と C_{dyn} （繰返しせん断にともなう圧縮指数¹⁾）の値を用いて得た計算値である。実測の沈下ひずみは周期 T によらずほぼ一定となっていることがわかる。これに対して、計算値は周期 T が小さいほど小さくなる傾向があらわれている。この原因は、先述したように、 T が小さいとき繰返しせん断が終了した後も間隙水圧は上昇しようとする傾向があるのに対して、計算値では繰返しせん断中の間隙水圧の上昇曲線に対して γ - β フィッティングしているためと思われる。ただ、図-7の結果からも明かなように、ひずみ振幅が0.5%程度以下では計算値においても周期の影響はほとんどあらわれていない。これらのことから、今回行った実験の範囲では沈下ひずみに及ぼす周期の影響はないといえる。

ただ、繰返しせん断中の過剰間隙水圧の上昇過程は周期の影響を大きく受けることから注意を要する。

5. まとめ： 繰返しせん断によって生じる粘土層の沈下に関して、周期の影響を調べた。その結果、繰返しせん断の周期は過剰間隙水圧の発生に著しく影響するが、その消散によって生じる沈下にほとんど影響しないことが明かとなった。

参考文献：1)大原、松田、末岡：第31回土質工学シンポジウム発表論文集、III-4、pp.79-84、1986年。

2)Matsui, T., H. Ohara, and T. Ito: Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 106, No. GT10, pp.1101-1120, 1980.

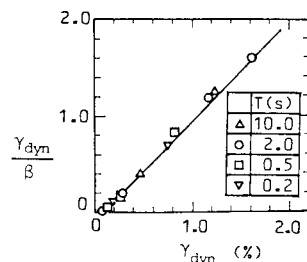


図-4

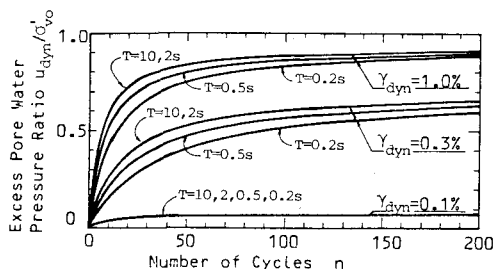


図-5

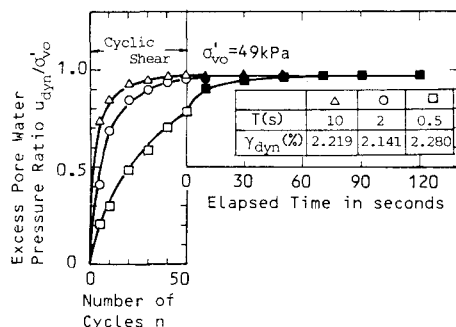


図-6

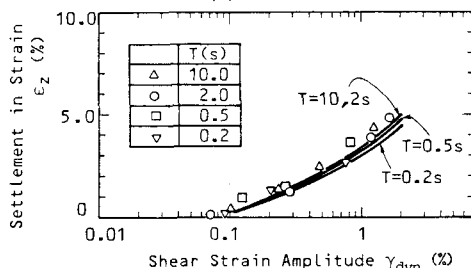


図-7