

大阪大学大学院 学生員 畑 長次
大阪大学工学部 正員 伊藤 昌雄
同 同 松井 保

[1] まえがき

筆者らは、飽和粘土の動的挙動を有効応力の立場から解明するため、正規圧密粘土に繰返し荷重を与える実験を行ってきた。そして、繰返し載荷により発生する過剰間隙水圧に着目し、その挙動を明らかにするとともに、飽和粘土の力学的特性に及ぼす動的応力履歴の影響について検討してきた。しかし、自然地盤は正規圧密状態ばかりでなく、浸食作用や地下水面の変動等により過圧密状態にある地盤も少なくはない。そこで、飽和された過圧密粘土に繰返し荷重を与え、過圧密比や繰返しせん断応力が過剰間隙水圧にどのような影響を及ぼすかを調べ、過剰間隙水圧発生メカニズムを検討した。

表-1

OCR	有効圧密圧力 σ'_v (kg/cm ²)	有効拘束圧力 σ'_c (kg/cm ²)	せん断応力振幅 T_d (kg/cm ²)	繰返し回数 N (cycle)	せん断応力 振幅レベル T_d/σ'_v (%)
2	4.0	2.0	0.52	10^4	40
"	"	"	0.58	1.5×10^4	45
"	"	"	0.67	10^4	51
"	"	"	0.75	4140	58
3	6.0	"	0.67	10^4	41
4	8.0	"	0.77	1.3×10^4	38

(周波数はすべて 0.5 Hz)

[2] 試料および実験方法

用いた試料は千里粘土、実験装置は振動三軸試験機で、既報のものと同様である。^{1), 2)} 実験方法については、まず過圧密試料を作製するために有効圧密圧力 σ'_v で 24 時間等方圧密し、有効拘束圧力 σ'_c で 24 時間吸水膨張する。その後、正規圧密粘土に対するものと同様、平均主応力一定の繰返し載荷を行なう。載荷条件は表-1 に示す通りで、OCR とせん断応力振幅レベルをそれぞれ変化させた。尚、繰返し載荷試験とは別に、同一作製方法による過圧密試料において静的三軸圧縮試験を行ない、せん断強度 τ_f を求めておく。

[3] 実験結果および考察

図-1 は、 T_d/σ'_v が約 40 % で、3 種の OCR について、過剰間隙水圧 Δu と繰返し回数 N の関係を示している。 Δu は N が 10^4 回付近まで減少し、その後増加し続ける。そして、 $N = 10^4$ へ近づくにつれて Δu の増加率がだんだん小さくなる。このような間隙水圧挙動は OCR = 2, 3, 4 のいずれの供試体についても言え、3 供試体とも Δu は 0 付近に収束しているようである。しかし、 Δu の負の値は OCR が大きいほど大きく現われている。このことは OCR が大きいほど、静的せん断試験において、 Δu が小さくなることと一致している。この 3 ケースの実験では有効拘束圧力、繰返し載荷条件が等しいので、負の Δu の発生量の相違は有効圧密圧力によるものと考えられる。

次に、図-2 は OCR = 2 で、4 種の T_d/σ'_v について、 Δu と N の関係を示している。図からわかるように、 T_d/σ'_v が果然と負の Δu に若干の差が生じ、 N が大きくなるにつれて過剰間隙水

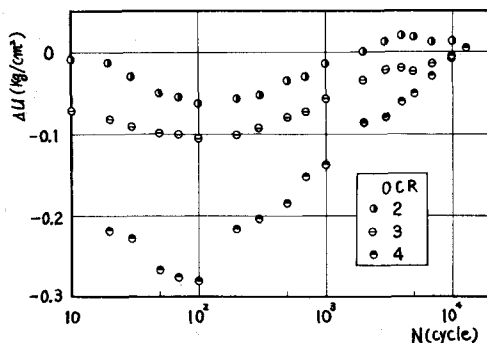
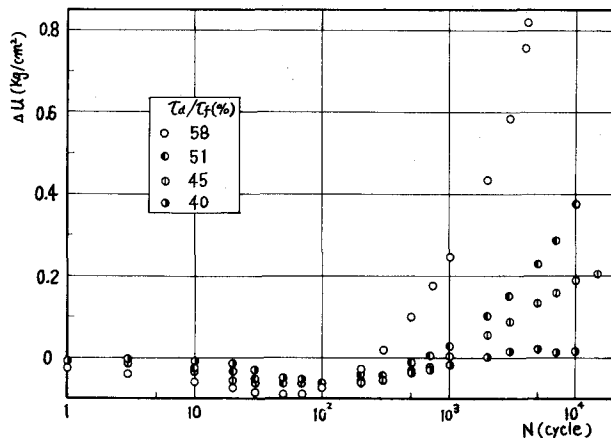


図-2



圧に明確な相違が生じている。 T_d/T_f が40%および45%では、 Δu は最終的に平衡値に達するようである。 T_d/T_f が51%および58%では、 $d(\Delta u)/d(\log N)$ が増加しており、後者では $N = 4 \times 10^3$ を越えると急激に増加する。ただし、 T_d/T_f が58%の実験は軸ひずみが非常に大きくなり、破壊していると判断したため $N=4140$ で繰返し載荷を停止した。以上のことから、過圧密粘土の繰返し載荷による過剰間げき水圧は、繰返し回数がある程度大きくなると、正規圧密粘土と同様、せん断応力振幅に限界値が存在すると思われる。

平均主応力一定の繰返し載荷試験では、圧縮と伸張が交互に生じる応力状態になっているので、軸ひずみも圧縮と伸張が交互に現われる。したがって、繰返し効果をひずみとしてとらえる場合には、最大圧縮ひずみと最大伸張ひずみの差を考え、ひずみ振幅 ε_{pp} と表わすことにする。図-3は、図-2と同じ供試体の ε_{pp} と N の関係を示している。 T_d/T_f の大きさによって、勾配は異なっているが、 $\log N$ に対して単調増加となっている。図-2と図-3より ε_{pp} と Δu の関係をプロットすると、図-4のようになる。 T_d/T_f が大きくなるにつれて、カーブは図-4で右上方に引き伸ばしたような形になっており、 ε_{pp} と Δu の変化が大きくなっていることがわかる。すなわち、 Δu が等しいとき、 ε_{pp} は T_d/T_f の値とともに大きくなっている。繰返し載荷を停止したときの残留ひずみが非常に小さいにもかかわらず、 Δu が蓄積残留していることをとも考え合わせると、平均主応力一定の繰返し載荷試験では、 Δu とひずみとの間に一義的な関係が見い出せないようである。

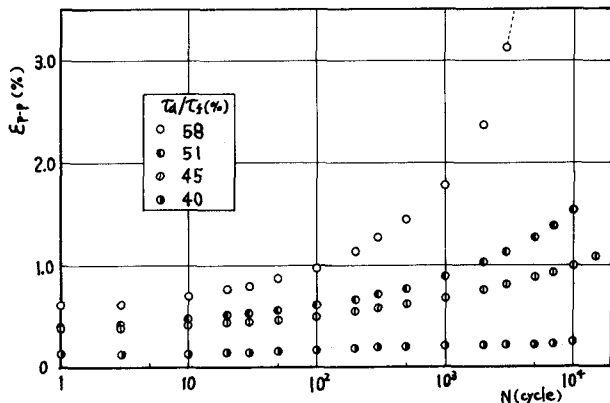


図-3

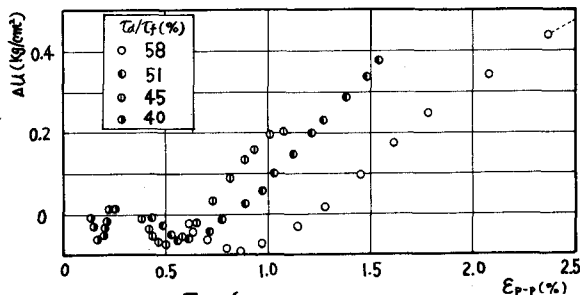


図-4

[4] 過剰間げき水圧発生メカニズム

過圧密粘土は、同じ有効拘束圧力 σ'_c をもつ正規圧密粘土に比べて、有効圧密圧力 σ'_v の影響が残っているため、繰返し載荷初期には、過圧密粘土のダイレイタンス特性を示し、繰返し載荷を受けることによって、 σ'_v の履歴が打ち消されていく。すなわち、本実験の場合、過圧密応力履歴の存在によって、負の過剰間げき水圧が発生するが、動的応力履歴によって、過圧密応力履歴の記憶が失われていく。その結果、過圧密粘土は正規圧密粘土に似た状態に近づいていき、同時にダイレイタンス特性が正規圧密粘土のそれに变化し、過剰間げき水圧が減少から増加へと移っていく。このように考えると、[3]で述べたような過圧密粘土の過剰間げき水圧の挙動をスムーズに説明できる。

最後に、本研究に協力された元本学学生石井湧太郎君（現在、東亜建設工業）に謝意を表する。

[5] 参考文献

- 1) 松井・小原 “正規圧密粘土に及ぼす振動荷重の影響について” 第9回土質工学研究発表会(1974)
- 2) 伊藤・松井・小原 “正規圧密粘土に及ぼす振動荷重の影響について” 第29回工学会年次学術講演会(1974)
- 3) “ ” “飽和粘土に及ぼす動的応力履歴の影響” 第10回土質工学研究発表会(1975)
- 4) “ ” “繰返しによる累加する飽和粘土の間げき水圧挙動” 第30回工学会年次学術講演会(1975)
- 5) 松井・小原・伊藤 “飽和粘土の力学的特性に及ぼす動的応力履歴の影響” 工学会論文報告集(投稿中)