

京都大学 正員 赤井 浩一
 " " 〇 足立 紀尚
 建設省 " 安藤 信夫

1. はじめに 弾-粘塑性性として、飽和粘土の構成方程式の確立に努めているが、その一連の研究として、振動荷重下、飽和粘土の挙動も有効応力 σ の立場から解明しようとしている。ここでは正規圧密粘土について、振動荷重のもとで、有効応力経路、応力-ひずみ、弾性定数、発生間隙水圧と弾-粘塑性性と考えた構成方程式との相関について述べる。

2. 実験試料と方法 用いた試料はわり返し再圧密した草津粘土であり、 $LL=53.8\%$ 、 $PL=27.1$ のシルト質粘土である。使用した振動三軸試験機は既報²⁾のもので、試料を2日間等方圧密した後、非排水条件で定ひずみ速度せん断(約 $0.011\%/min$)を行ない所定の支持荷重を与え、その支持荷重レベルから約 $\pm 0.4\%/cm^2$ の応力振幅で 1 Cycle/sec の $\sin e$ 波の振動軸荷重で振動クリープ試験も行なった。Table-1にはここで報告する振動クリープ試験の試験条件をまとめて示してある。 σ_3 は圧密側圧、 σ_1 は支持荷重でせん断速度である。圧密実験にはすべて $1\%/cm^2$ の initial back pressure を適用した。

TEST NO.	kg/cm ² σ_3	kg/cm ² $\sigma_1 - \sigma_3$	$10^{-2}\%/min$ $\dot{\epsilon}$
2011	2	1.25 ± 0.34	1.10
2012	2	1.25 ± 0.38	1.05
2013	2	1.24 ± 0.37	1.26
2031	3	1.50 ± 0.42	1.06
2032	3	2.03 ± 0.37	1.12
2033	3	0.99 ± 0.47	1.15
2034	3	0.63 ± 0.52	1.12
2041	2	1.32 ± 0.35	1.07
2042	2	1.36 ± 0.43	1.05
2043	2	1.49 ± 0.41	1.08
2044	2	1.56 ± 0.46	1.08
2045	2	1.49 ± 0.46	1.08
2046	2	1.47 ± 0.42	1.08

Table - 1

3. 実験結果と考察 Fig-1 に振動クリープ試験の結果の一例も有効応力経路として示す。こゝに σ_{me} は圧密圧力である。図には振動回数 N と最大軸応力時々の σ_1 の数値も示している。この図には定ひずみ速度せん断試験で求めた等ひずみ線、破壊包絡線 F.L.、ならびに平衡応力状態線 E.L. も示してある。

Fig-2 は振動クリープ試験の最大軸応力初期値と、同じ水圧の発生をひずみの進行がとる平衡状態をとめて求めたものであり、一定ひずみせん断試験の有効応力経路とを比較する。破壊強度は定ひずみ速度せん断と振動クリープと比較すれば、 $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ は双方ほぼ同じ値をとるが、 $(\sigma_1/\sigma_3)_f$ は振動クリープの方がはるかに大きい。しかし、振動クリープ試験の結果を各サイクルにおける $(\sigma_1 - \sigma_3)$ と σ_{me} の平均値で整理すれば Fig-3 に示すように、定ひずみ速度せん断と破壊線が一致し、 $(\sigma_1/\sigma_3)_f$ が同一の値をとることもわかる。こゝからは振動時の有効せん断応力の概念、粘性応力の考慮を示す。

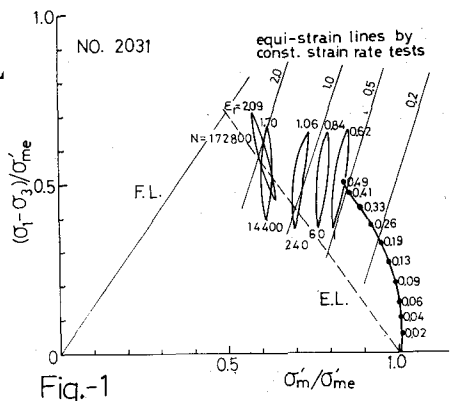


Fig. 1

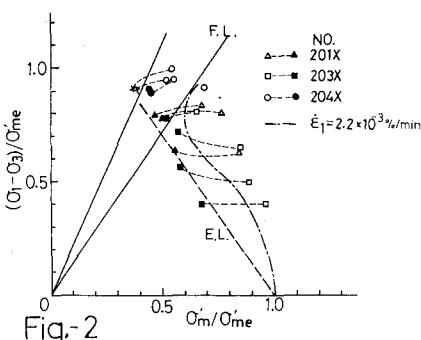


Fig. 2

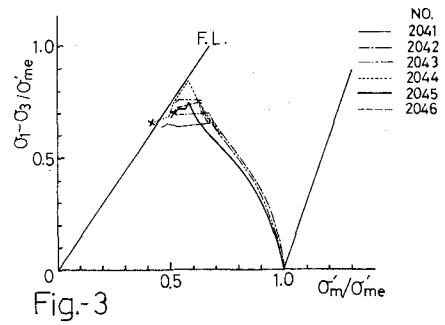


Fig. 3

ものである。Fig-4はFig-2に対応する実験結果、応力-ひずみ曲線と振動回数 N と各サイクルの最大応力に対応する軸ひずみとを示してある。一般に振動クリープの場合には振動回数の増加とともに、ひずみレベルは増大し、弾性係数の増大とヒステリシスの減少が見られる。この結果は柴田³⁾の行った $\sigma_m = \text{const.}$ の繰り返し載荷試験の結果と一見矛盾しているようであるが、彼らの試験ではFig-5に模式的に示すように各サイクル毎に、その塑性変形を半強制的にひずみの原点に戻して試験をむきよに繰り返すため、等価弾性係数は次第に減少し、ヒステリシスは増大する。この場合でも弾性係数を除荷時のものとしてとればほとんど変化していない。間ゴウ水圧が正しく測定されているかどうかが有効応力の立場で解明しようとする際の重要な点題である。振動時1サイクルにおける最大、最小間ゴウ水圧を $\Delta u = \Delta u_m \pm \Delta u_d$ と考えると、 Δu_d は間ゴウ水圧の弾性成分を表すものとして、振動クリープ時の間ゴウ水圧-ひずみ関係を平均間ゴウ水圧 Δu_m と平均軸ひずみ ϵ_{sm} について求めたものがFig-6(a),(b)である。図には定ひずみ速度せん断試験($1 \times 10^{-2} \sim 15\%/min$)で得た間ゴウ水圧-ひずみ曲線を平均したものと比較して示してある。この図から、振動クリープ試験における間ゴウ水圧の測定は正確であり、それと間ゴウ水圧と軸ひずみとが一義性も明らかである。Fig-7には弾-粘塑性性とした構成方程式誘導のための概念図を示している。Fig-7に示すひずみと応力経路、発生間ゴウ水圧を総合すると、この構成方程式が振動荷重下の挙動を説明している可能性を示している。

参考文献 1)近江、安藤、"土質材料の動的降伏曲面について"、第8回土質工学研究発表会講演集、1973。2)赤井他、"有効応力のラビ振動荷重下の飽和粘土の变形挙動"、第7回土質工学研究発表講演集、1972。3)柴田、長谷川、"粘土の動的挙動に関する考察"、第8回土質工学研究発表会講演集、1973。

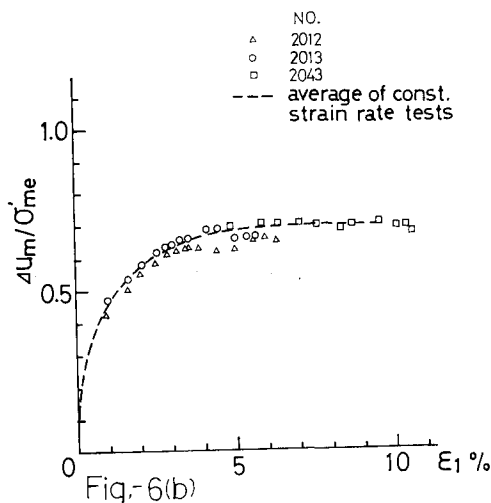


Fig. 6(b)

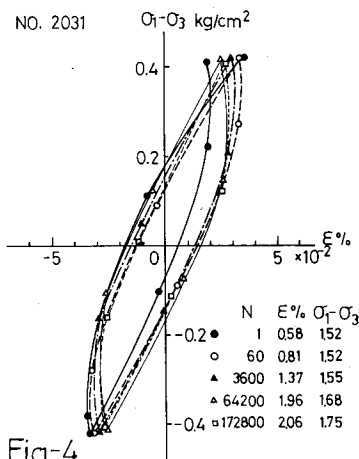


Fig. 4

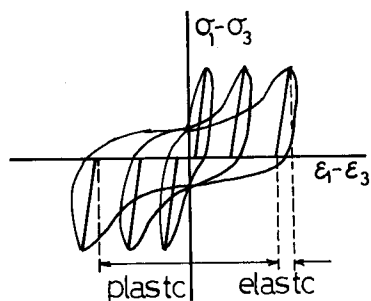


Fig. 5

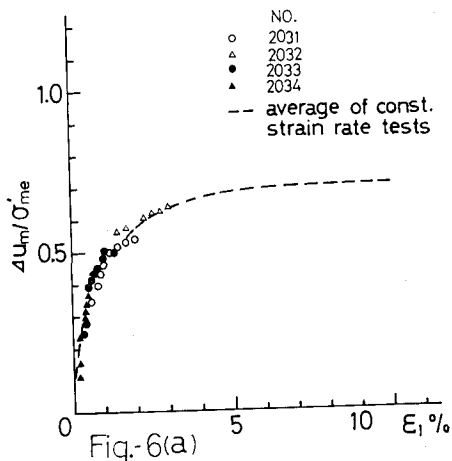


Fig. 6(a)

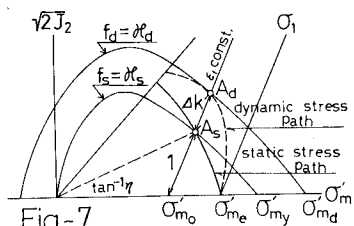


Fig. 7