

北海道大学大学院 ○山口晴幸

新潟大学工学部 小川正二

1. まえがき

地震力のような動的セン断応力を受ける地盤の挙動を知るためには土の動的性質を知る必要がある。著者らは初期圧密圧力、拘束応力、過圧密比、主応力比、などの初期応力状態を異にする飽和粘性土に繰返し応力を載荷した時の動的性質について実験を行なったので、その結果をここに報告する。

2. 実験方法

TABLE-1 実験条件と供試体の条件

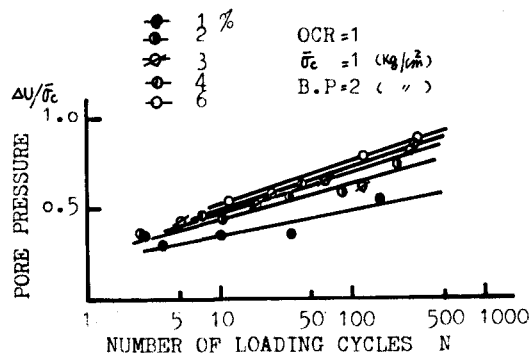
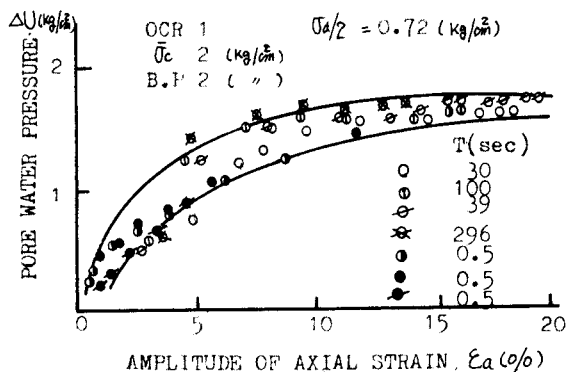
	OCR	圧密圧力 (σ_c (kg/cm ²))	拘束応力 (σ_3)	有効荷重 ($\sigma_1 - \sigma_3$)	平均含水比 (W_a (%))
isotropic	1	1.0	2.0	1.0	36.69
	1	1.0	3.0	1.0	35.75
	1	1.0	4.0	1.0	35.26
	1	1.0	5.0	1.0	35.23
	1	2.0	3.0	2.0	33.44
	1	2.0	4.0	2.0	34.26
	1	2.0	5.0	2.0	33.15
	1	3.0	4.0	3.0	32.09
	1	3.0	5.0	3.0	31.30
	1	4.0	5.0	4.0	30.70
	3	3.0	3.0	1.0	32.68
	5	5.0	5.0	1.0	31.06
anisotropic	K_0	$\bar{\sigma}_0$	$\bar{\sigma}_c$	$\bar{\sigma}_1$	W_a
	0.7	1.0	2.0	1.0	36.00
	0.8	1.0	2.0	1.0	36.04
	0.9	1.0	2.0	1.0	35.85
	0.8	3.0	4.0	3.0	32.59
	0.9	3.0	4.0	3.0	31.71

実験に用いた試料土の物理的性質は $W_L = 53.8\%$ 、 $W_P = 31.6\%$ 、 $G_S = 2.685 \text{ g/cm}^3$ でシルト質ロームに分類される。懸濁状態から予備圧密した圧密土を直径 5 cm 、高さ 12.5 cm の円筒型の供試体に成形する。実験条件は表 1 に示しており、振動三軸試験機を用いて非排水条件で側圧を一定とし、 2 Hz で軸圧を繰返し載荷した。また、載荷周期を変化させた実験も行なった。

3. 実験結果と考察

Ⅰ) 間ゲキ水圧 飽和粘性土に繰返し応力を載荷すると動態時の間ゲキ水圧は載荷回数と共に漸増する。この傾向は主応力比、過圧密比が 1 に近いほど大きい。図 1 はヒズミ振幅 ε_a をパラメーターとして発生間ゲキ水圧 $\Delta U / \bar{\sigma}_c$ と載荷回数 N との関係を示しており、ある N に対して ε_a が大きいほど $\Delta U / \bar{\sigma}_c$ は大きくなるが、ヒズミ増加によるその増加の割合は次第に小さくなり、 $\varepsilon_a = 3\%$ 以上では ε_a の影響はほとんどない。また図 2 は載荷周期 T をパラメーターとして同一載荷応力における発生間ゲキ水圧 ΔU と ε_a との関係を示したもので、圧縮時における ΔU は T が長くなるにつれ多少大きくなるがほぼ T によらず ε_a に影響されるものと思われる。

以上では ε_a の影響はほとんどない。また図 2 は載荷周期 T をパラメーターとして同一載荷応力における発生間ゲキ水圧 ΔU と ε_a との関係を示したもので、圧縮時における ΔU は T が長くなるにつれ多少大きくなるがほぼ T によらず ε_a に影響されるものと思われる。

Fig.-1 $\Delta U / \bar{\sigma}_c$ と N との関係に与える ε_a の影響Fig.-2 ΔU と ε_a との関係に与える載荷周期の影響

Ⅱ) 動的セン断強さ 図 3 は初期応力状態の異なる場合の載荷応力を初期圧密平均主応力 $\bar{\sigma}_m = \frac{1}{3}(\bar{\sigma}_1 + 2\bar{\sigma}_3)$ で正規化した動的セン断強さ $\bar{\sigma}_d / 2\bar{\sigma}_m$ と降伏載荷回数 NY との関係を表わしている。圧密圧力 $\bar{\sigma}_c$ が同じ場合、過圧密比が高いほど $\bar{\sigma}_d / 2\bar{\sigma}_m$ の値は大きく、 NY が小さいほどその傾向が顕著である。しかし、 NY が大きくなるにつ

れ過圧密効果が徐々に減少し正規圧密状態の土が繰返し応力を受けている状態に近づく。また、本実験においては、同じ過圧密状態にある種々の初期応力状態の土の動的せん断強さを $\bar{\sigma}_m$ で正規化した $\sigma_d/2\bar{\sigma}_m$ -NY関係は $K_0=1.0$ 、 $\bar{\sigma}_m=1.0 \text{ Kg/cm}^2$ のとき $\sigma_d/2\bar{\sigma}_m$ -NY関係とはほぼ一致した。表2は動的破壊線の勾配から求めた動的内部摩擦角と静的 $C_u/\bar{P}_0$ に対応して、圧密圧力の増加に伴う動的せん断強さの増加割合を示す動的 $C_u/\bar{P}_0$ の値を各NYに対して示している。動的内部摩擦角、 $C_u/\bar{P}_0$ の値は静的値に比較してかなり低い値を取る。

TABLE-2 動的内部摩擦角と動的 $C_u/\bar{P}_0$

	全応力表示	有効応力表示	動的 $C_u/\bar{P}_0$
STATIC	24	35	0.601
Ny 5	17.5	15.5	0.364
10	14.5	14.0	0.268
50	11.5	12.0	0.213
100	10.5	11.0	0.194
500	10	-	-

Ⅲ) 変形 図4は等方圧密状態の場合での荷重応力 $\sigma_d/2\bar{\sigma}_c$ と降伏時におけるヒズミ振幅 ϵ_{ay} との関係を示している。荷重応力が大きいほど過圧密効果が ϵ_{ay} に与える影響が顕著となり過圧密比が高いほど降伏時におけるヒズミ振幅は小さい。また、図5は異方圧密状態の場合の降伏時における塑性ヒズミ ϵ_{py} とヒズミ振幅 ϵ_{ay} との比 $\epsilon_{py}/\epsilon_{ay}$ とNYとの関係を示すが、荷重応力が大きいほど土の変形に対してヒズミ振幅が支配的になる。この傾向は K_0 -圧密時における最大主応力が小さいほど大きく表われる。

4. むすび

繰返し応力を受ける飽和粘性土の間ゲキ水圧、せん断強さ、変形等の挙動に対して圧密圧力、過圧密比、主応力比などの初期応力状態の影響が定性的に得られた。

〔参考文献〕

1)小川正二、柴山孝幸、山口晴幸、"繰返し応力を受ける飽和粘性土の力学的性質、第8回土質工学会研究発表講演集、1973。
赤井浩一、足立紀尚、安藤信夫、"飽和粘性土の応力-ヒズミ-時間関係、土木学会論文報告集NO225、1975-5、

。Lo. K. Y. Canadian Geotechnical Journal, VO1. 6, pp383~412 (1969)。

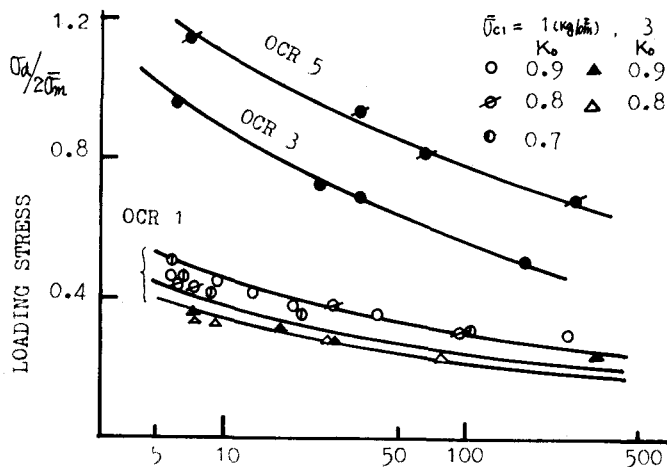


FIG.-3 $\sigma_d/2\bar{\sigma}_m$ と N_r との関係.

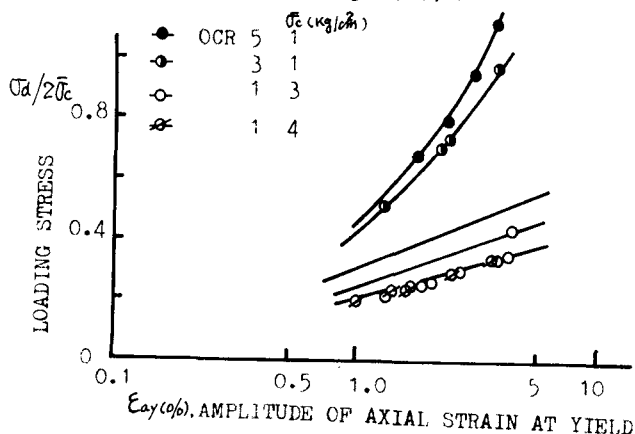


Fig.-4 $\sigma_d/2\bar{\sigma}_c$ と ϵ_{ay} との関係.

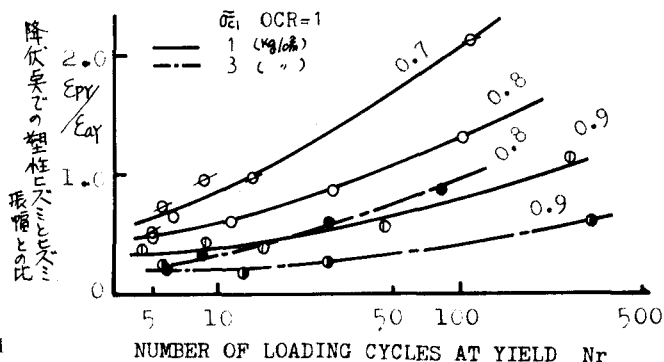


Fig.-5 $\epsilon_{py}/\epsilon_{ay}$ と N_r との関係に与える主応力比の影響.