

繰返し荷重における非排水と部分排水のシルト質粘土の挙動

佐賀大学 理工学部 学 〇森 昌樹 学 L. samang
正 坂井 晃 正 三浦 哲彦

1. まえがき

軟弱な沖積粘土が厚く堆積している佐賀平野では、道路土工の形態として低盛り土道路の築造が多く用いられている。このような軟弱地盤上の低盛り土道路では、自動車の走行荷重が盛り土内で分散、吸収されずに繰返し荷重として地盤に伝播する。この時過剰間隙水圧の発生と、消散が同時に起こる部分排水状態にあると考えられる。本研究は、部分排水状態にある繰返し载荷の変形特性を把握するために非排水及び部分排水における繰返し三軸試験を行った。

2. 試料及び試験方法

試料は、佐賀郡川副町に現在建設中の佐賀空港予定地の地下2.5~3.5mの不攪乱有明粘土(シルト質粘土)を使用した。その物理特性は、密度 $\rho_s=2.62$ (kg/cm^3)で、液性限界 $w_L=63\%$ 、塑性限界 $w_p=31\%$ 、塑性指数 $I_p=32\%$ 、自然含水比 $w_n=70.8\%$ である。供試体はトリミング法により、直径 5cm、高さ 11.5cmに切り出して三軸室にセットした。実験の経路を Fig. 1に示す。まず、 $0.15 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ の有効拘束圧でバックプレッシャーを $2.0 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 負荷した後、24時間等方圧密を行った。その後軸荷重速度 $0.03 \text{ kgf}/\text{cm}^2/\text{時}$ で、K-line ($K=0.5$)に到達させ(経路 O-A)、K-圧密をおこなった(経路 A-B)($\sigma_{1o}'=1.0 \text{ kgf}/\text{cm}^2$, $\sigma_{3o}'=0.5 \text{ kgf}/\text{cm}^2$)。K-圧密終了後、4時間の間において任意の応力比で繰返し荷重(片振り、正弦波、 0.10 Hz)を载荷した(経路 B-C)。排水条件としては、非排水条件と部分排水条件の2種類についてそれぞれ実施した。部分排水は、供試体の側面に螺旋状に濾紙を巻いて側方排水とし、供試体上部中央で間隙水圧を計測するという方法を用いた。試験条件は、Table 1に示すとおりである。

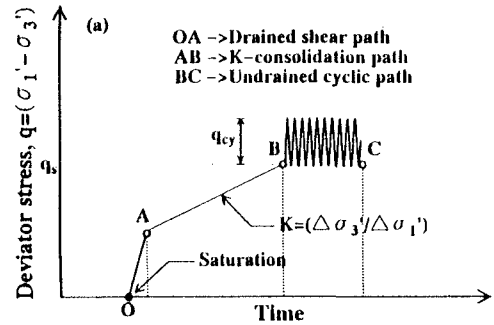


Fig.1 Schematic diagram for testing

Table 1. Conditions of cyclic triaxial tests (one-way loading, $K=0.5$)

Test number	σ_{1o}' (kgf/cm^2)	σ_{3o}' (kgf/cm^2)	e_c	ω_c (%)	f (Hz)	q_{cy}/p_{∞}'	Drain Conditions
U1	1.00	0.50	1.66	63.4	0.10	0.796	Undrained
U2	1.00	0.50	1.66	69.8	0.10	0.734	---
U3	1.00	0.50	1.61	68.9	0.10	0.610	---
U4	1.00	0.50	1.72	73.5	0.10	0.341	---
P1	1.00	0.50	1.76	67.1	0.10	0.729	Partially-drained
P2	1.00	0.50	1.69	63.8	0.10	0.623	---
P3	1.00	0.50	1.59	58.9	0.10	0.523	---

e_c and ω_c are void ratio and water content after consolidation

3. 試験結果

3.1 非排水繰返しせん断試験

Fig. 2は、非排水繰返しせん断強度を示す。各サイクルにおける peakせん断応力時の軸ひずみ ε_{pa} が10%になった時の、繰返し载荷回数 N_f と繰返し応力比 (q_{cy}/p_{∞}') の関係を表している。 $N_f=100$ の時の繰返し応力比は0.64である。

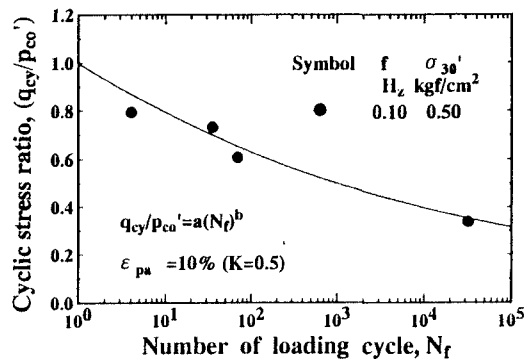


Fig.2 Relation of q_{cy}/p_{∞}' versus N_f

3.2 部分排水繰返しせん断試験

(1) 間隙水圧上昇・消散と体積ひずみに及ぼす繰返し応力比の影響

種々の繰返し応力比で载荷した時の間隙水圧・体積ひずみと繰返し载荷回数 N の関係を Fig. 3 に示している。部分排水では、繰返し载荷初期に間隙水圧が上昇し、非排水状態の間隙水圧上昇量よりも小さな値で消散に転じている。繰返し応力比の値が大きくなるほど間隙水圧の上昇量が大きく、また、消散量も大きいことから体積ひずみが高い値を示している。本試験は、不攪乱のシルト質粘土であり、かつ異方圧密からの部分排水試験であるが、等方圧密から行った兵動らの報告と同様の傾向が得られた。

(2) 残留軸ひずみに及ぼす繰返し応力比の影響

Fig. 4 は $N=200$ までの応力・ひずみ関係を異なる繰返し応力比に対して比較したものである。繰返し応力比の大きい(a)図の方が残留軸ひずみが大きいのに比べ、繰返し応力比の小さい(b)図では残留軸ひずみが小さい段階で収束に向かう傾向にある。また、各サイクル時の peak 軸ひずみ ε_{pa} と体積ひずみ ε_v の関係を各繰返し応力比別にプロットしたのが Fig. 5 である。繰返し回数が50回以上では、 ε_{pa} と ε_v の増加率はほぼ同一であるが間隙水圧消散の大きい50回以内では繰返し応力比の大きいものほど、 ε_{pa} の増加が顕著である。

4. あとがき

本試験結果から部分排水による変形挙動(軸ひずみと体積ひずみ)は、繰返し応力比の値の影響を、大きく受けていることが分かる。

今後、側圧が異なる場合の挙動についても比較検討していく予定である。

参考文献

兵動正幸他: 長期繰返しせん断を受ける粘土の間隙水圧および変形予測, 土木学会論文集, 第400号/11-10, pp. 151-160, 1988.

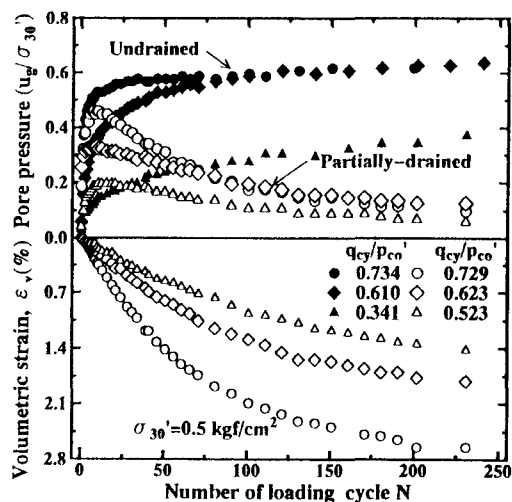


Fig.3 Pore pressure and ε_v response with N

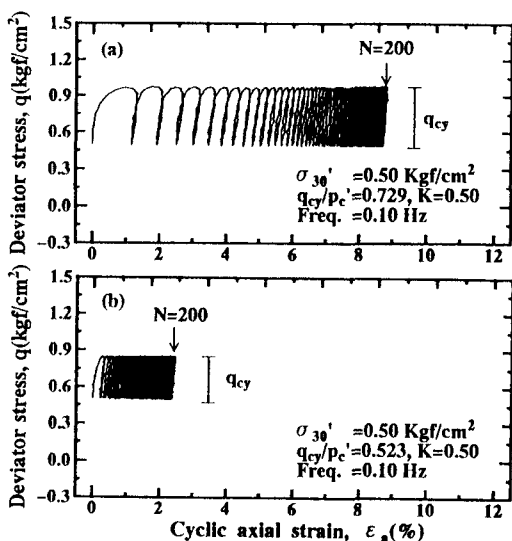


Fig.4 Stress-strain relation for various $q_{cy}/p_{co}^{\prime}$

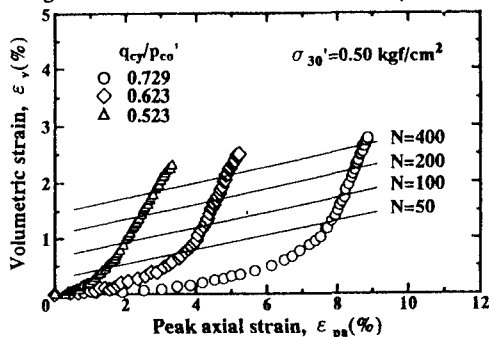


Fig.5 Relation of ε_v versus ε_{pa}