

先行圧密時間が繰返し荷重履歴後の強度に及ぼす影響

西日本工業大学 正員 安原一哉, 正員○平尾和年

1・まえがき 埋立て地のような粘性土地盤は堆積年代(圧密時間)が極めて若いため、地震などの動的外力に対する抵抗力は小さく支持力や沈下に関して工学的問題が生じる。このような粘性土地盤が繰返し荷重を受けるとき累積される間隙水圧によって、有効応力が低下し、破壊に至ることもある。その後、繰返し載荷が停止し、累積された過剰間隙水圧が消散するための時間的余裕があれば、有効応力は初期の状態に回復し再沈下を伴う可能性がある。これらには、砂質土と異なり圧密時間の影響が深く関わっていると思われる。このうち、繰返し荷重載荷中の挙動に及ぼす圧密時間の影響については、再圧密粘土を用いた繰返し三軸試験を行ない報告した²⁾。今回は、これに引き続き先行圧密時間が異なる供試体の繰返し荷重履歴後の非排水せん断強度について検討した結果を報告する。

2・実験概要 実験試料は、練り返し再圧密した有明粘土を使用した。試料の物理的性質は、表-1に実験条件とともに示している。繰返し三軸試験に用いた供試体寸法は、直径3.5cm、高さ8.75cmである。試験方法は、供試体に拘束圧と同じ背圧を負荷する。その後拘束圧を加え、先行圧密時間を変えた等方圧密を行なう。このとき、所定の先行圧密時間終了後、1時間放置して間隙水圧の再配分を行なった。次に、非排水条件で繰返し荷重をTC-4-2(一方向載荷)を除いて両ひずみ振幅 $\varepsilon_{DA} = 5\%$ まで軸方向のみ二方向載荷で負荷した。周波数は $f=0.1$ Hzである。続いて、単調載荷の非排水せん断試験を行なった。載荷手順は図-1に示す通りである。

表-1 物理的性質および実験条件

No.	t_c (hr)	W_i (%)	σ_c (kgf/cm ²)	σ_r (kgf/cm ²)
TC-1	0.25	82.7	2.0	0.8
TC-2	1	83.4	2.0	0.8
TC-3	4	83.1	2.0	0.8
TC-4	24	88.6	2.0	0.8
TC-4-1	24	84.6	2.0	0.8
TC-4-2	24	83.0	2.0	0.8

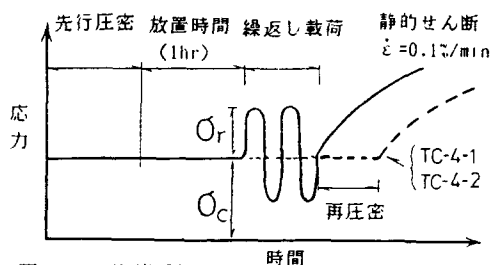
Gs = 2.58, w_L = 115%, I_p = 72

図-1 載荷手順

3. 実験結果と考察

先行圧密時間の異なる粘土の $e-p-su$ 関係を示せば図-2のようになる。B点か一次圧密終了とすれば、先行圧密時間が長くなるに従って $A \rightarrow B \rightarrow C$ と粘土の初期状態が変化することになる。これに対応して非排水せん断強度も増加することになる。今回の実験は、先行圧密時間が供試体に対して非排水繰返し履歴後、直ちに非排水せん断を行なったものと、先行圧密時間は同一(24 hr)で非排水繰返し履歴後排水を許して再圧密を行ないこの後非排水せん断を行なった二つに分けられる。非排水せん断時の応力-ひずみ関係を図-3に、有効応力経路を図-4に示している。図中には、繰返し履歴を受けていない粘土供試体の非排水せん断試験結果(CIU)も併記している。

3.1 先行圧密時間の影響

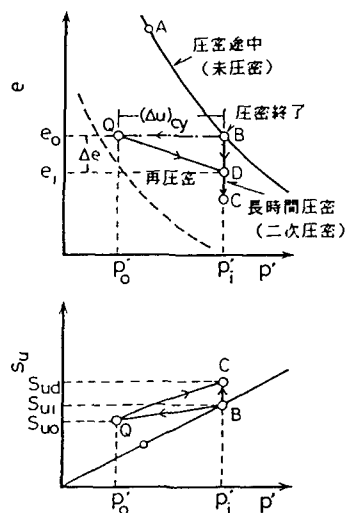
図-2 繰返し応力履歴を受けた粘土の $e-p'-su$ 関係

図-3より、圧密時間24hrの非排水繰返し履歴を受けた供試体の最大主応力差は、両ひずみ振幅 $\varepsilon_{DA} = 5\%$ の大ひずみを受けているためCIU 供試体の最大主応力差より小さくなっている。ここで、強度低下比を求めれば $s_{uo}/s_u = 0.83$ となり17% 非排水せん断強度が低下していることになる。先行圧密時間の相違については、明らかに圧密時間が短くなるに従って最大主応力差は低下していく。このことは、非排水状態で大きな繰返しひずみ履歴を受けたため、かなり粘土構造が劣化しているためと思われる。しかし、図-4に示したように先行圧密時間によらず、CIU 試験から決定された限界状態線近傍でそれぞれ破壊するようである。これらより、堆積時間の極めて短い埋立て地盤では砂地盤の液状化ほどではないにしろ支持力の低下を十分考慮する必要がある。

3.2 再圧密を伴う繰返し履歴後の強度

繰返し履歴後に排水を許し再圧密した供試体は、非排水せん断強度の増加が予想されるか、図-3、図-4から一方向載荷（主応力の反転なし）による繰返し履歴を受けたTC-4-2は再圧密されたにも関わらずCIU 供試体と同程度の最大主応力差であり、強度増加はほとんど認められない。これは、繰返しによって累積した間隙水圧が $u_{cy}/\sigma_c \approx 0.2$ のため間隙水圧消散による再圧密量が小さいことに起因すると思われる。一方、二方向載荷

（主応力が反転）によって両ひずみ振幅 5% まで繰返し載荷を受け、累積間隙水圧が $u_{cy}/\sigma_c \approx 0.8$ 近く生じたTC-4-1は、CIU 供試体及びTC-4-2に比べ顕著な強度増加が認められ、応力経路の立ち上がりも急になる。これは、再圧密によってより安定な構造へ再形成されたものと思われる¹⁾。このことは、正規圧密粘土地盤では大ひずみ履歴を受けてもこれによって生じた間隙水圧が消散する時間が十分あれば、強度が回復する可能性が示唆される。

1. あとがき 繰返し履歴後の非排水せん断強度に及ぼす先行圧密時間の影響について検討した結果、1) 大ひずみ履歴を受けても、圧密時間が短いほど非排水せん断強度は低下する。2) 正規圧密粘土の場合繰返しによって破壊するようないずれも履歴をうけた後、再圧密されることによって非排水せん断強度が回復することが分かった。

なお、本研究の一部は、昭和63年度文部省科学研究費奨励研究(1)（平尾）及び重点領域（代表者安田進九工大助教授）の助成を受けて行なわれた。 引用文献 1) 安原・Andersen (1988): 繰返し荷重を受けた正規圧密粘土の構造形成と再沈下、昭和62年度土木学会西部支部講演概要集、pp.346-347。2) 平尾・安原・Hyde(1988): 塑性の高い飽和粘土の繰返し三軸試験、土の非排水繰返し試験に関するシンポジウム論文集、pp.113-118。

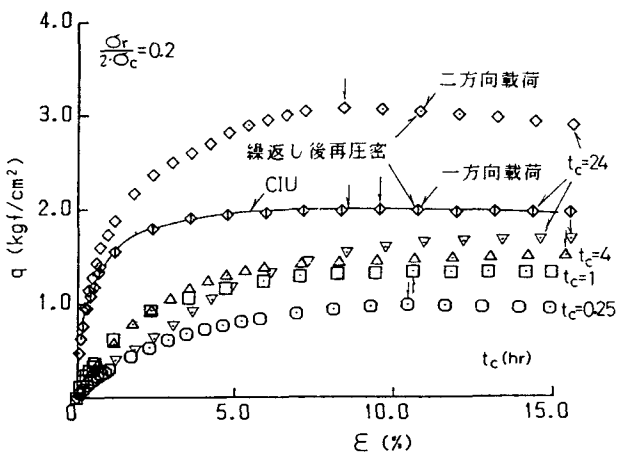


図-3 応力・ひずみ曲線に及ぼす先行圧密時間の影響

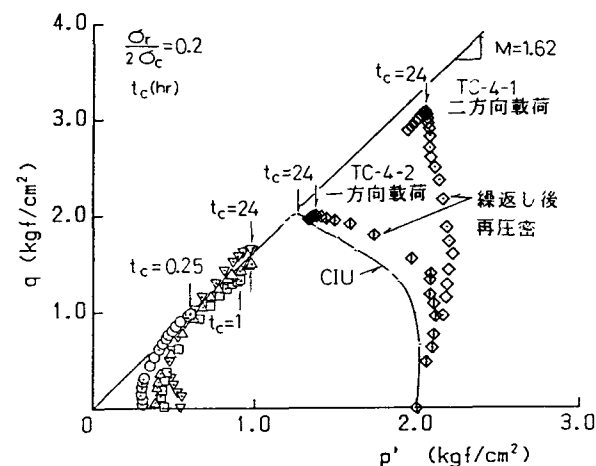


図-4 有効応力経路に及ぼす先行圧密時間の影響