

Ⅲ-A108 不攪乱中間土の繰返しせん断時の軸ひずみ及び間隙水圧発生特性について

基礎地盤コンサルタンツ（株） 正員○伊東周作
山口大学工学部 正員 兵動正幸

1. はじめに

本報告は、粒度分布の異なる不攪乱試料に対する繰返しせん断特性の比較を行い、物理特性の違いによる軸ひずみ・間隙水圧発生挙動の違いに着目し、これらが繰返しせん断特性に及ぼす影響について考察した結果をまとめたものである。

2. 試料及び試験方法

試験に用いた試料は、シンウォールサンプラー及びトリプルチューブサンプラーで採取された不攪乱試料である。試料の粒径加積曲線は図-1に示し、またこれらの試料は、後述する繰返しせん断特性の違いから、砂質土、中間土、粘性土に分類し、表-1に示した。試験は、ほぼ有効上載圧に等しい拘束圧 σ_c' で等方圧密後、繰返し三軸試験を用いて、周波数 0.1Hz の正弦波荷重を非排水状態で繰返し応力振幅 σ_d で載荷する方法で行った。

ここで比較の対象とした試料は、表-1に示すS-1、M-1及びC-1とした。S-1は、細粒分含有率（以下、 F_c と称する）が30%程度、平均粒径（以下、 D_{50} と称する）が0.12mmを示す砂質土であり、M-1は、 F_c が84%、粘土分含有率（以下、 C_c と称する）が14%、液性限界（以下、 WL と称する）が56%、塑性指数（以下、 IP と称する）がNPを示す低塑性粘性土であるのに対し、C-1は、 F_c が79%、 $C_c=29\%$ 、 $WL=81\%$ 、 $IP=47\%$ を示す高塑性粘性土である。

3. 繰返しせん断試験時の軸ひずみ及び間隙水圧発生挙動の比較

ここでは、各試料の軸ひずみ及び間隙水圧発生挙動の違いについて検討した。図-2にS-1、M-1及びC-1の繰返しせん断応力比 $\sigma_d/2\sigma_c'=0.27\sim0.30$ 付近における応力・軸ひずみ・間隙水圧比の時刻歴を示した。図中には繰返し載荷開始後10回付近、M-1とC-1の試料については破壊状態に近い時間での拡大図をあわせて示した。また図-3、図-4は、繰返し回数とひずみ及び間隙水圧発生挙動の違いを示したものである。

S-1は、繰返し載荷に伴い間隙水圧が上昇し、間隙水圧比が1に近くなるとひずみが大きくなる傾向が示され、砂質土の特徴的な挙動を示している。次にC-1は、繰返し載荷に伴う間隙水圧比及び軸ひずみの上昇傾向は認められるものの、間隙水圧比は1に達しておらず、またひずみの急増もみられておらず、塑性の高い粘性土の挙動を示していると考えた。

一方、M-1における軸ひずみ・間隙水圧比は、比較的少ない繰返し載荷で発生しており、全体にS-1に近似した挙動を示しているが、間隙水圧比の拡大図に着目すると、破壊直前の20回付近でも間隙水圧比が完全に1に達しておらず、またその波形は砂質土と異なり粘性土と類似したものがみられている。

図-3、図-4に示した関係において、ひずみの発生は、S-1とM-1は比較的早く発生しているのに対し、C-1はかなり発生が遅く、また発生量が小さくなっている。一方、間隙水圧比の発生は、S-1とM-1で、比較的少ない繰返し回数で上昇しているのに対し、C-1はかなり遅く、またなだらかな上昇勾配を示している。

以上のことより、M-1の軸ひずみ・間隙水圧発生挙動は、比較的少ない繰返し回数で発生し、砂質土に近似した挙動を示すと考えられるが、間隙水圧比の時刻歴にみられる波形の形状及び有効応力経路は、粘性土的な挙動がみられていることから、砂質土と粘性土の中間的な挙動を示す中間土試料であると考えた。

4. 繰返しせん断抵抗と軸ひずみ発生挙動の関係

ここでは、各試料の繰返しせん断応力比と軸ひずみ発生挙動の関係に着目し、これらが繰返しせん断抵抗に及ぼす影響について検討した。図-5は、S-1、M-1、C-1の繰返し回数と軸ひずみ両振幅 DA （以下、 DA と称する）の関係を示したものである。図-5より、繰返し回数と DA の関係は、各試料ともある繰返し回数を境に、ひずみの発生が始まっており、また繰返しせん断応力比 $\sigma_d/2\sigma_c'$ （以下、 $\sigma_d/2\sigma_c'$ と称する）の低下により、ひずみの発生が始まる繰返し回数が遅くなる傾向がみられている。そこで、繰返しせん断抵抗の低下が始まったひずみ $DA=1\%$ と考え、図-6にS-1、M-1、C-1の $DA=1\%$ の繰返し回数と繰返しせん断応力比 $\sigma_d/2\sigma_c'$ の関係を示した。

図-6の関係から、S-1は、繰返し回数5～20回付近で $\sigma_d/2\sigma_c'$ の急激な低下がみられているが、M-1及びC-1は、高い繰返しせん断応力比において、繰返しせん断抵抗の低下がみられるものの、M-1では $\sigma_d/2\sigma_c'=0.25$ 、C-2では $\sigma_d/2\sigma_c'=0.30$ 付近を境に、繰返しせん断抵抗の低下する傾向が少なくなっている。これらのことより、砂質土では、少ない繰返し回数でせん断抵抗が低下し、液状化に至ると考えられるが、中間土、粘性土では、ある繰返し回数を境に、せん断抵抗の低下が少なくなり、完全な繰返しせん断抵抗の消失はみられないと考えた。中間土の繰返しせん断挙動は、物理特性に変化によるダイレイタンス特性の違いに起因し、砂質土の液状化とは異なった繰返しせん断挙動を示していると考えられ、また粘性土に比べて、繰返しせん断抵抗は比較的低いと考えた。

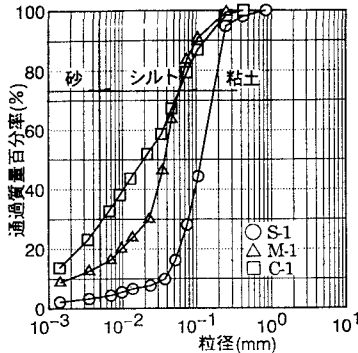


図-1 粒径加積曲線

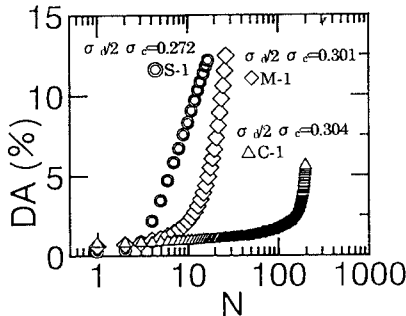


図-3 繰返し回数と軸ひずみの関係

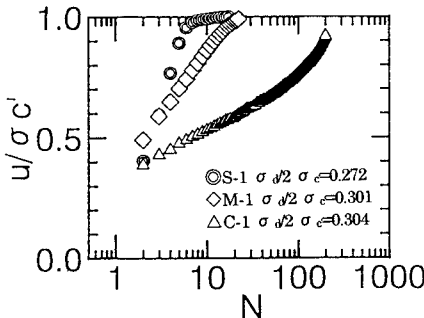


図-4 繰返し回数と間隙水圧比の関係

表-1 試料の物理特性

土質	試料記号	ρ_t	ρ_d	砂	シルト	粘土	Fc	D50	WL	IP
		(g/cm ³)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mm)	(%)	(%)	(%)
砂質土	S-1	1.76	1.28	72	24	4	28	0.12	---	NP
中間土	M-1	1.64	1.06	16	70	14	84	0.04	56	NP
粘性土	C-1	1.58	0.93	21	50	29	79	0.02	81	47

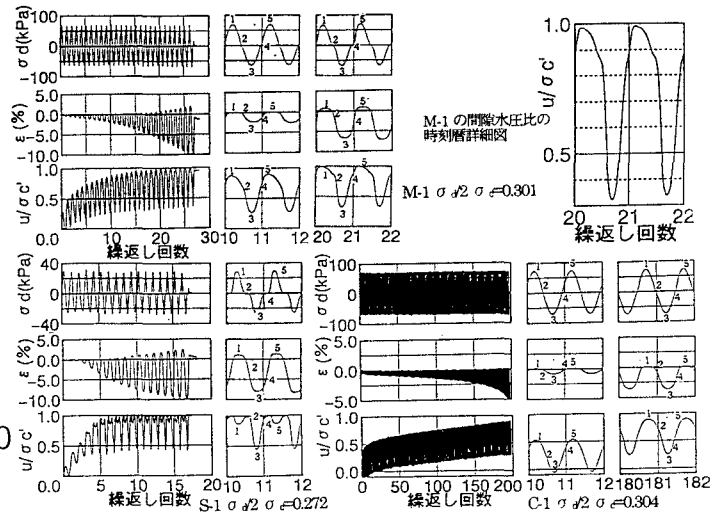


図-2 繰返しせん断試験の応力・軸ひずみ・間隙水圧比の時刻歴

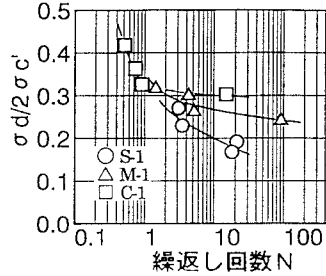


図-6 DA=1%における繰返し回数と繰返しせん断応力比の関係

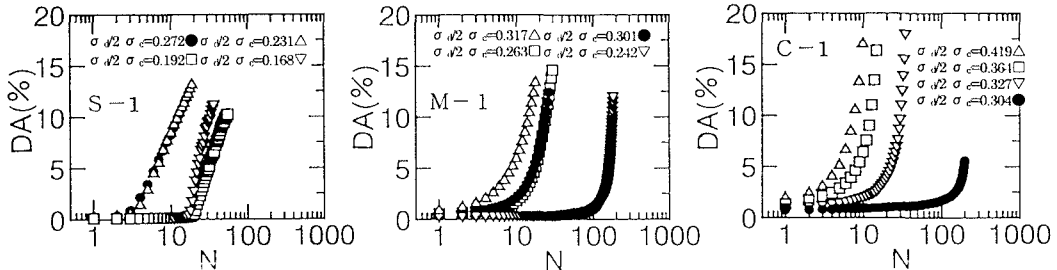


図-5 繰返しせん断応力比の変化による繰返し回数と軸ひずみの関係

参考文献

- 伊東,兵動:粒度分布の異なる不攪乱中間土の非排水繰返しせん断特性、第32回地盤工学研究発表会講演集, pp821~822,1997
- 伊東,兵動:不攪乱中間土の繰返しせん断特性、第24回地震工学研究発表会講演集,pp421~424,1997
- 伊東,兵動:不攪乱中間土の単調及び繰返しせん断特性、土木学会第52回年次学術講演会,pp154~155,1997
- 伊東,兵動:不攪乱土の物理特性と液状化強度の関係について、第33回地盤工学研究発表会講演集(投稿予定)