

Ⅲ - A77

不攪乱中間土の単調及び繰返しせん断特性

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. まえがき

細粒分を含む砂質土や低塑性粘性土の繰返しせん断特性の研究については、近年盛んに研究が行われているが、これらの研究の多くは攪乱試料を再構成して作成したものによるものが多く、不攪乱試料によるものは比較的少ないようである。本報告は、不攪乱中間土に対して行った単調せん断試験及び繰返しせん断試験結果から、有効応力経路及び応力ひずみ関係に注目し、中間土の繰返しせん断特性についての考察した結果について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、茨城県の2地区において、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。試料の一覧及び粒径加積曲線は、表-1及び図-1に示した。試料は、物理特性の違いにより、砂質土（S-1）、中間土（M-1、M-2）、粘性土（C-1）に分類され、S-1を除く試料のOCRは e - $\log p$ 関係（図-2）および有効土被り圧から1.4~2.7を示す過圧密粘土であった。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、静的試験は0.1%/minの載荷速度で非排水三軸圧縮試験、動的試験は周波数0.1Hzの正弦波荷重を非排水状態で繰返し応力振幅 σ_d で載荷する方法により行った。

表-1 試料の物理特性

地区	試料名	深度 (m)	ρ_t (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	W _n (%)	e _o	e _c	砂分 (%)	シル 分 (%)	粘土 分 (%)	F _c (%)	D ₅₀ (mm)	IP (%)	P _c (kPa)	M	OCR
A	S-1	5.0-6.7	1.76	1.27	38	1.06	1.05	72	24	4	28	0.12	NP	---	1.69	---
	M-1	14.0-14.8	1.64	1.06	54	1.39	1.33	16	70	14	84	0.04	NP	108	1.63	1.7
	C-1	17.0-17.8	1.57	0.92	70	1.85	1.77	21	50	29	79	0.02	47	108	1.48	1.4
B	M-2	15.0-15.7	1.79	1.27	41	1.17	1.12	41	47	12	59	0.06	7	421	1.62	2.7

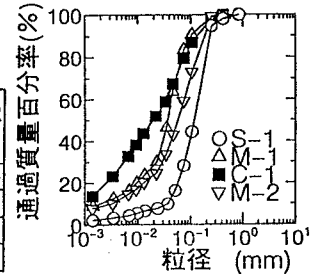


図-1 粒径加積曲線

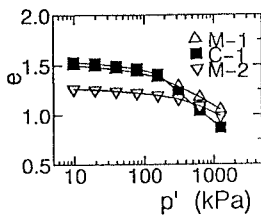


図-2 e-log p 関係

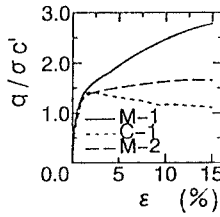


図-4 応力比・軸ひずみ関係

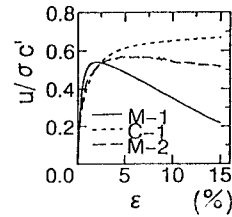


図-5 間隙水圧比・軸ひずみ関係

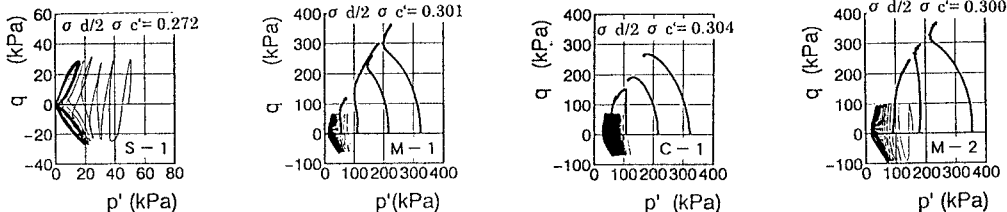


図-3 単調及び繰返し試験の有効応力経路

キーワード：液状化、変形、間隙圧、繰返し荷重、応力経路、三軸圧縮試験

〒310 茨城県水戸市梅香2-2-4 5朝日ビル TEL 029-227-3423 FAX 029-227-3422

〒755 山口県宇部市常盤台2557

TEL 0836-35-9939 FAX 0836-35-9429

3. 単調せん断特性

図-3に静的試験(M-1, M-2, C-1)と動的試験の有効応力経路を示した。また動的試験の拘束圧に近い静的試験の応力・ひずみ関係、間隙水圧比・ひずみ関係をそれぞれ図-4、図-5に示した。中間土(M-1, M-2)の間隙水圧比とひずみの関係は、ひずみの増加に伴い間隙水圧比が上昇した後減少する傾向を示し、M-1の方が減少傾向が大きくなっている。一方応力比とひずみの関係は、M-2がひずみ2%付近で定常状態に達しているのに対し、M-1ではその傾向がみられていない。M-1とM-2におけるこれらの関係の違いは、M-2が粘性分をやや多く含んでいるためだと考える。次に有効応力経路は、破壊に達する前に間隙水圧が上昇から減少に転じた様子を表しており、また動的試験に近い拘束圧からの静的試験の有効応力経路はほぼ鉛直に上昇しているのに対し、圧密降伏応力以上の正規圧密領域からのそれは収縮する傾向がみられ過圧密の影響が認められた。さらに、粘性土(C-1)の間隙水圧比とひずみの関係は、ひずみの増加に伴う間隙水圧比の増加傾向がみられ、一方応力比とひずみの関係はひずみ2%付近で定常状態に達している。また有効応力経路は、鉛直方向に上昇し破壊包絡線に達しており、中間土と同様、過圧密の影響が認められた。

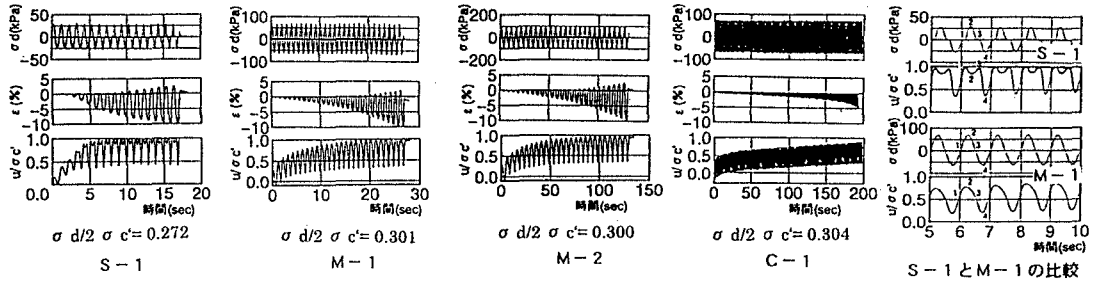


図-6 軸ひずみ・間隙水圧比の時刻歴の比較

4. 繰返しせん断特性

繰返しせん断特性は、軸ひずみ・間隙水圧比の時刻歴（図-6）と有効応力経路（図-3）から考察を行う。砂質土は、繰返し載荷に伴い間隙水圧が上昇し、間隙水圧比が1近くになるとひずみが大きくなっている。また正の間隙水圧比が1.0に到達し、有効応力がゼロを示した後、顕著なサイクリックモビリティを繰返している。図-3では有効応力が減少し、破壊包絡線に沿った有効応力経路が確認されている。

一方中間土(M-1, M-2)の間隙水圧（図-6）は、有効応力がゼロまで達しておらず、間隙水圧比付近の波形は砂質土と異なった形状を示している。有効応力経路（図-3）は原点に近づくが、サイクリックモビリティは確認されていない。さらに有効応力は、M-2 (IP=7%)より M-1 (NP)の方が、若干多く減少することが認められている。間隙水圧比の時刻歴及び有効応力経路から、中間土の繰返しせん断時の間隙水圧の発生挙動は砂質土と異なり、これはせん断時のダイレイタンス特性の違いによるものと考えられる。

粘性土のひずみと間隙水圧比の発生は中間土と比べて少ないことが図-6より明らかである。しかし、間隙水圧比の時刻歴及び有効応力経路から、その特性は中間土に近似していると考えられる。

4. まとめ

粒度配合及びコンシステンシー特性の異なる中間土・砂質土・粘性土の単調及び繰返しせん断試験結果の比較・検討により、試料のダイレイタンス特性の違いが、間隙水圧発生挙動及び有効応力経路の違いに影響することが判明した。中間土の単調及び繰返しせん断特性は、ひずみの発生挙動が砂質土に近く、間隙水圧の発生挙動は粘性土に近い特性を示すものと考えられる。中間土の繰返しせん断は、未解明な部分が多く、今後解析評価手法及び対策工法の構築に関する研究開発が必要になってくると考える。

参考文献

川手, 兵動, 村田, 米村, 河原: 塑性指数の異なる不攪乱海成粘土の非排水繰返しせん断特性, 第30回土質工学研究発表会講演集, pp935~936, 1995