

中間土の単調せん断特性に及ぼす物理特性の影響

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 ○伊東 周作
山口大学 正会員 兵動 正幸 吉本 憲正
山口大学大学院 学生員 松本 裕介

1. はじめに

本研究は塑性指数の異なる3種類の細粒土と砂を混合した試料に対し、単調せん断試験を行った。試料の混合比は0～100%とし、砂から粘土に至る土の挙動の比較を行った。単調せん断特性は骨格構造や細粒土の物理特性の影響により、異なる挙動を示すことが分かった。

表-1 試料の混合比及び物理特性

2. 試験試料及び試験条件

実験に用いた試料は、粒度調整した珪砂と細粒土を所定の乾燥重量比で混合して作製した。細粒土は鳥取シルト、小野田粘土及び六角粘土の3種類であり、それぞれ鳥取シルト混合土、小野田粘土混合土及び六角粘土混合土と称した。試料は細粒土と珪砂の配合比に応じて7種類作製し、試料番号は細粒土の配合比とした。表-1に試料の混合比及び物理特性を示し、図-1に粒径加積曲線を示した。細粒土の特性は鳥取シルトが非塑性、小野田粘土が中塑性、六角粘土が高塑性なものであった。

試験試料は細粒分を多く含むものは予圧密法で、細粒分が少ないものは水中落下法で作製した。水中落下法は初期密度を調整する方法をとったが、鳥取シルト混合土で初期密度を統一することができなかったため、供試体作製時のエネルギーを一定とした等エネルギー法で行った。等エネルギー法は気乾状態で試料を混合し、モールド内にスプーンで試料をゆっくり落下させて作製した。予圧密法は含水比が液性限界の2倍程度にした細粒土と珪砂を混合し、予圧密装置で2週間圧密を行った。試験は非排水単調三軸圧縮試験を行った。供試体は高さ10cm、直径5cmの円柱供試体であり、圧密圧力 $\sigma'_c=200\text{kPa}$ 、軸ひずみ速度0.1%/minで行った。

(a) 鳥取シルト混合土

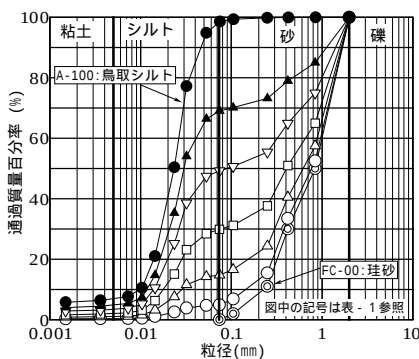
試料番号	細粒土珪砂混合比	作製方法	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 (%)	I_p	e_s	記号	タイプ
A-00	0:100	等エネルギー	100	0	0	0	NP	0.69		
A-05	5:95		95	5	0	5	NP	0.77	○	
A-15	15:85		85	14	1	15	NP	0.90		
A-30	30:70		70	28	2	30	NP	1.17	□	
A-50	50:50		51	46	3	49	NP	2.11		
A-70	70:30	予圧密	32	64	4	68	NP	4.49	▲	
A-100	100:0		2	92	6	98	NP	90.2	●	

(b) 小野田粘土混合土

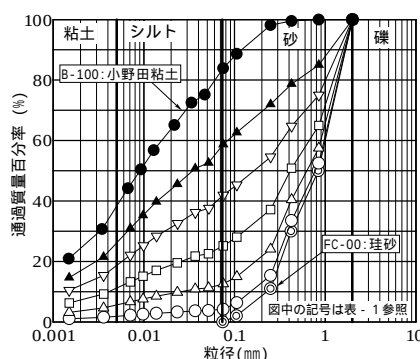
試料番号	細粒土珪砂混合比	作製方法	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 (%)	I_p	e_s	記号	タイプ
B-00	0:100	等エネルギー	100	0	0	0	NP	0.69		
B-05	5:95		96	2	2	4	NP	0.70	○	
B-15	15:85		87	6	7	13	NP	0.74		
B-30	30:70		75	11	14	25	9	1.13	□	
B-50	50:50		58	19	23	42	18	2.04		
B-70	70:30	予圧密	41	26	33	59	31	4.18	▲	
B-100	100:0		16	37	47	84	44	12.1	●	

(c) 六角粘土混合土

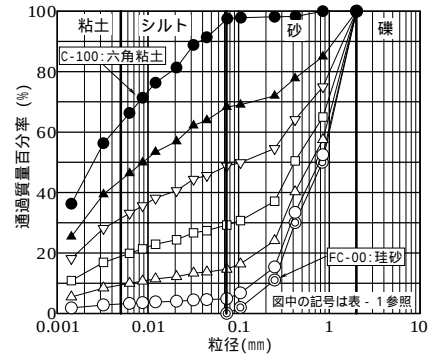
試料番号	細粒土珪砂混合比	作製方法	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 (%)	I_p	e_s	記号	タイプ
C-00	0:100	等エネルギー	100	0	0	0	NP	0.69		
C-05	5:95		95	2	3	5	NP	0.71	○	
C-15	15:85		86	5	9	14	NP	0.99		
C-30	30:70		71	10	19	29	33	1.99	□	
C-50	50:50		52	17	31	48	45	3.82		
C-70	70:30	予圧密	33	23	44	67	82	8.91	▲	
C-100	100:0		4	33	63	96	111	91.7	●	



(a) 鳥取シルト混合土



(b) 小野田粘土混合土



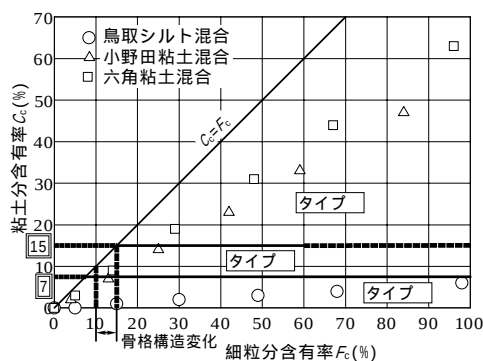
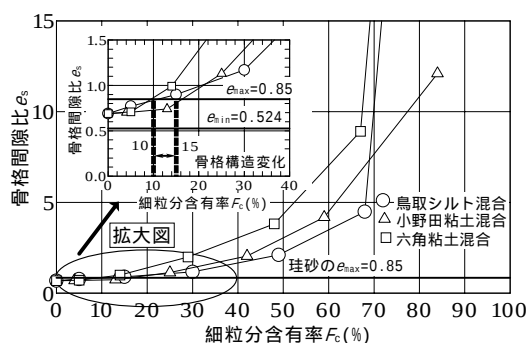
(c) 六角粘土混合土

図-1 粒径加積曲線

3. 試料の物理特性と骨格構造

図-2に粘土分含有率 C_c と細粒分含有率 F_c の関係を示した。図中に骨格構造の変化がみられた細粒分含有率10～15%及び単調せん断特性の区分を示した。小野田粘土混合土及び六角粘土混合土はほぼ同様な関係をキーワード；中間土，粘土分含有率，三軸試験，応力経路，応力 - ひずみ関係

大阪市西区阿波座 1-11-14 基礎地盤コンサルタンツ（株）関西支社 Tel 06-6536-1781 Fax 06-6536-2124

図-2 粘土分含有率 C_c と細粒分含有率 F_c の関係図-3 骨格間隙比 e_s と細粒分含有率の関係

示すが、鳥取シルト混合土は細粒分含有率に対して粘土分含有率の増加がみられていない。

図-3に骨格間隙比 e_s と細粒分含有率 F_c の関係を示した。図中に珪砂の最大間隙比 $e_{\max}=0.85$ を示した。骨格間隙比 e_s は土の体積を粗粒子 V_{ss} 、細粒子 V_{sc} 、水 V_w の3つに区分し、間隙部の体積 V_w と V_{sc} の和と固体部の体積 V_{ss} の比で定義される。骨格間隙比は細粒分含有率の増加に伴い大きくなり、細粒分含有率 10～15% 付近で珪砂の最大間隙比 $e_{\max}=0.85$ と交わっている。このことから、各試料の骨格構造は細粒分含有率 10～15% を境に、砂粒子骨格主体から細粒土主体に移行していると考えられる。

4. 単調せん断特性

図-5(a), (b)に有効応力経路、軸差応力 q ・軸ひずみ ε_a 関係を示した。試験結果は細粒土混合比 30, 70 を示した。単調せん断特性は中密の砂質土、中間土、粘性土を対象とし、図-4に示す3タイプに区分できると考えた。タイプ は収縮した後膨張しダイレンタンシ - により大きな強度を示し、タイプ は収縮した後膨張するが初期拘束圧以上にならず、タイプ は終始収縮挙動を示し限界応力状態に至っている。

細粒土混合比 30 の結果は鳥取シルト混合土がタイプ , 小野田粘土混合土がタイプ , 六角粘土混合土がタイプ となった。一方、細粒土混合比 70 の結果は鳥取シルト混合土がタイプ , 小野田粘土混合土と六角粘土混合土がタイプ となった。タイプ は小野田粘土混合土 B-15 以下、六角粘土混合土 C-05 以下でみられ、砂主体の骨格構造との一致がみられた。さらに、細粒土主体の領域でタイプ と に区分された。一方、鳥取シルト混合土は骨格構造の変化や細粒分による違いがみられなかった。図-2の関係において、せん断特性は粘土分含有率 7%, 15% で区分されることが分かった。単調せん断特性は骨格構造や細粒土の特性の影響を受けるが、鳥取シルト混合土のように非塑性な試料はその影響を受けないことが分かった。

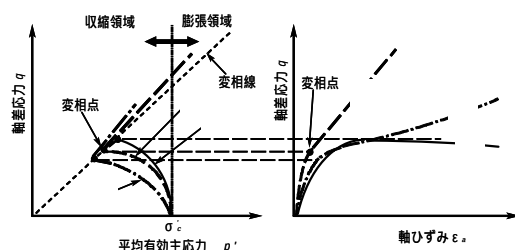
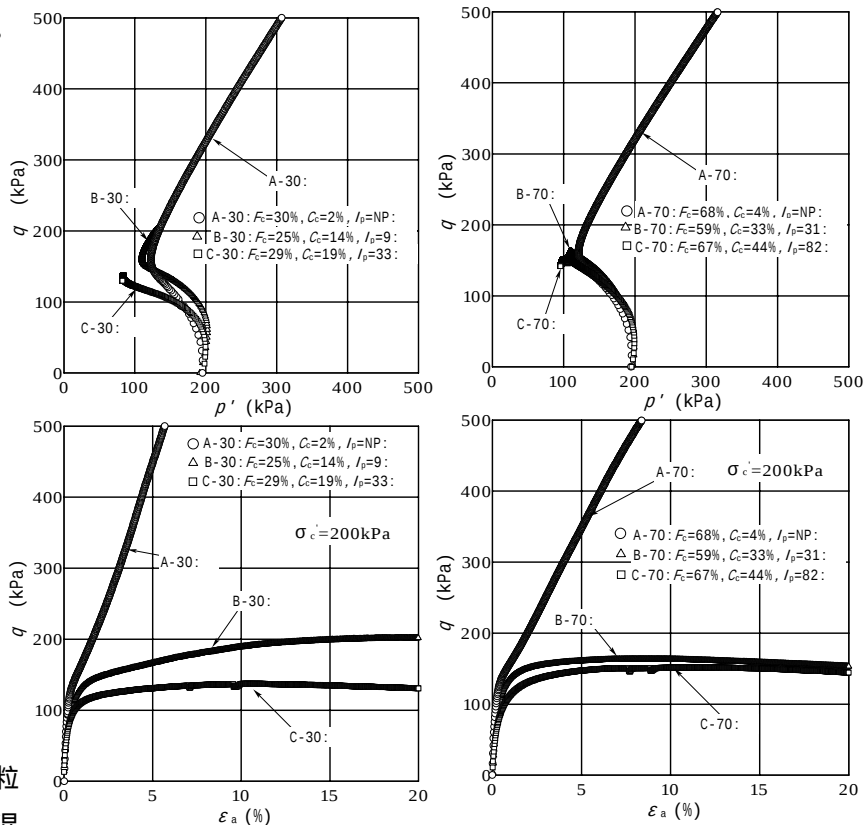


図-4 単調せん断の概念図



(a) 細粒土混合比 30

(b) 細粒土混合比 70

図-5 有効応力経路、軸差応力 q ・軸ひずみ ε_a 関係