

土の圧縮特性に及ぼす塑性指数の影響

山口大学工学部 正会員 兵動正幸 吉本憲正
山口大学大学院 学生員 ○金鍾根
(株) 白石 正会員 松本裕介

1.はじめに

細粒分が多く含まれれば、中間土の圧縮量が增大することは容易に想像ができる。しかし、どの程度なのか、細粒分の種類によってどのように圧縮特性が変遷するのかについては明確になっておらず、一層の研究が待たれる分野である。そこで本研究では、塑性の異なる細粒土を含む混合土に対して、定ひずみ速度圧密試験を行い、その結果から様々な土の圧縮特性および土に含まれる細粒土に関係なく圧縮特性の評価をすることのできるパラメータについて検討を行った。

2.試料および試験方法

本研究で用いた試料は、粗粒土として粒度調整した三河珪砂を、細粒土として鳥取県西部地震で液状化し噴砂した鳥取シルト(非塑性)と小野田港より採取した小野田粘土(中塑性)および有明海沿岸の六角川河口で採取した六角粘土(高塑性)を用い、これらを乾燥重量比で混合させた混合土である。いずれも粗粒土と細粒土の乾燥重量比は、100:0、85:15、70:30、50:50、30:70、0:100 の6種類とした。各試料の物理的性質および供試体の作製方法を表-1に、粒径加積曲線を図-1に示す。混合土-Aは、すべての供試体を空中落下法により作製した。すなわち、高さ2cm直径6cmモールドに同じ高さから、試料をその中にスプーンでゆっくり落下させることにより作成し上面整形後、通水し飽和させた。混合土-Bの小野田粘土含有率15%以下の試料および混合土-Cの六角粘土含有率0%の試料は、混合土-Aと同様の方法で供試体を作製した。混合土-Bの小野田粘土含有率30%以上の試料および混合土-Cの六角粘土含有率15%以上の試料は、予圧密法により、各試料の液性限界の2倍の含水比でかき混ぜ、スラリー状で直径30cm、高さ50cmの予圧密容器に投入し、圧密圧力50kPaで約2週間かけて圧密して供試体を作製した。このような試料の圧縮性を把握するために定ひずみ速度圧密試験を行った。

表-1 各混合土の初期状態

混合土-A									
鳥取シルト含有率(%)	作製方法	細粒分含有率(%)	シルト分含有率(%)	粘土分含有率(%)	ひずみ速度(%/min)	間隙比e	液性限界W _L (%)	塑性限界W _p (%)	塑性指数I _p
100*	空中落下法	97.5	91.5	6.0	0.1	1.280	-	-	NP
70	空中落下法	68.3	64.1	4.2	0.1	0.741	-	-	NP
50	空中落下法	48.8	45.8	3.0	0.1	0.531	-	-	NP
30	空中落下法	29.3	27.5	1.8	0.1	0.537	-	-	NP
15	空中落下法	14.6	13.7	0.9	0.1	0.625	-	-	NP
0**	空中落下法	0	0	0	0.1	0.715	-	-	NP
混合土-B									
小野田粘土含有率(%)	作製方法	細粒分含有率(%)	シルト分含有率(%)	粘土分含有率(%)	ひずみ速度(%/min)	間隙比e	液性限界W _L (%)	塑性限界W _p (%)	塑性指数I _p
100*	予圧密	83.9	46.9	37.0	0.01	1.575	72.5	28.3	44.2
70	予圧密	58.7	32.8	25.9	0.01	1.283	54	23.4	30.6
50	予圧密	41.9	23.4	18.5	0.01	0.935	37	18.8	18.2
30	予圧密	25.1	14	11.1	0.05	1.076	24.8	15.7	9.1
15	空中落下法	12.6	7	5.6	0.1	0.563	-	-	NP
0**	空中落下法	0	0	0	0.1	0.715	-	-	NP
混合土-C									
六角粘土含有率(%)	作製方法	細粒分含有率(%)	シルト分含有率(%)	粘土分含有率(%)	ひずみ速度(%/min)	間隙比e	液性限界W _L (%)	塑性限界W _p (%)	塑性指数I _p
100*	予圧密	95.8	33.3	62.5	0.01	2.993	154.4	43.12	111.3
70	予圧密	67.1	23.4	43.75	0.01	2.207	112.5	30.18	82.32
50	予圧密	47.9	16.7	31.3	0.01	1.489	71.5	26.42	45.08
30	予圧密	28.7	10.0	18.75	0.01	1.188	56.3	22.81	33.49
15	予圧密	14.4	5.03	9.375	0.1	0.715	-	-	NP
0**	空中落下法	0	0	0	0.1	0.715	-	-	NP

*細粒土のみ **珪砂のみ

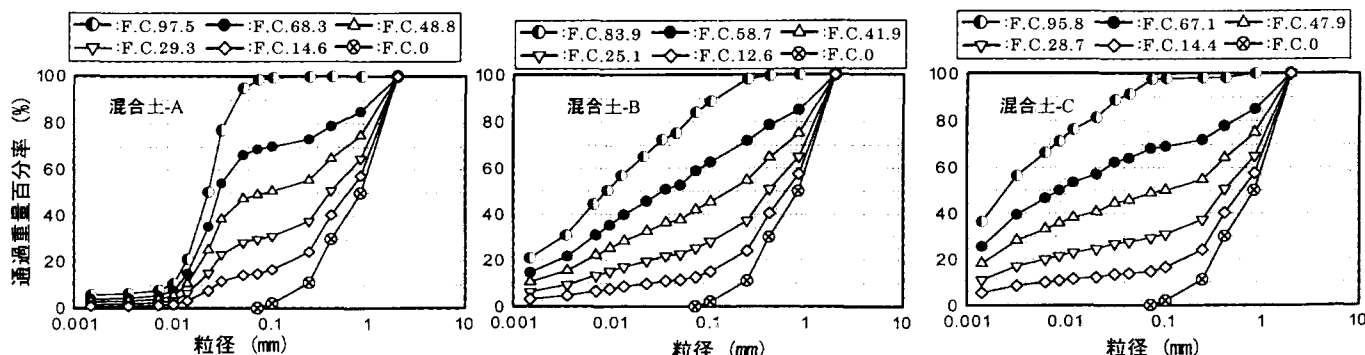


図-1 各混合土の粒径加積曲線

3.実験結果

定ひずみ速度圧密試験を行うにあたり、ひずみ速度は表-2に示す地盤工学会の基準に基づいている。図-2に、定ひずみ速度圧密試験から得られた e - $\log p$ 関係を示す。いずれの試料も細粒分含有率が増加するにつれて圧縮性が大きくなっていることがわかる。図-3に、各混合土の圧密応力 $p' = 1000 \text{ kPa}$ までの圧縮指数と細粒分含有率の関係を示す。

表-2 目標のひずみ速度

塑性指数 I_p	ひずみ速度 %/min
10未満	0.1
10～40	0.05
40以上	0.01

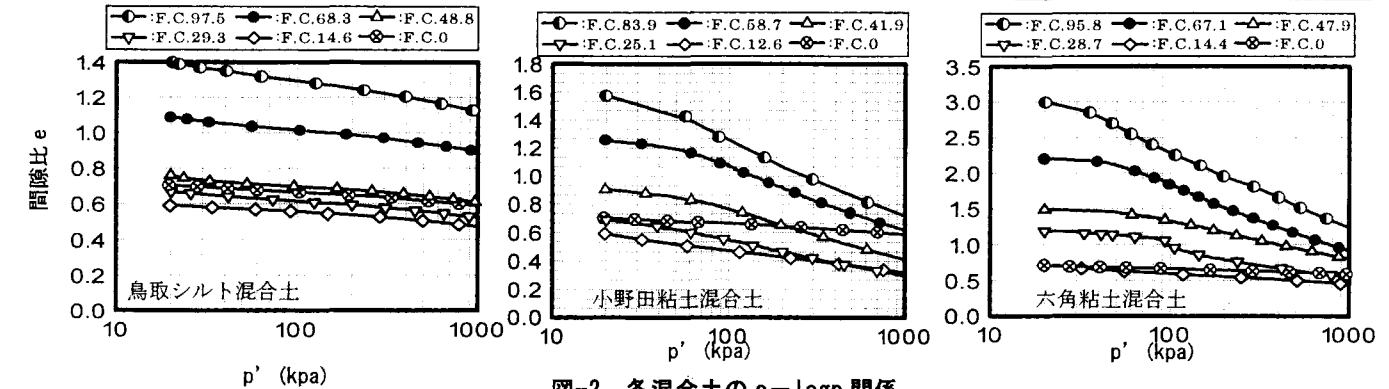


図-2 各混合土の e - $\log p$ 関係

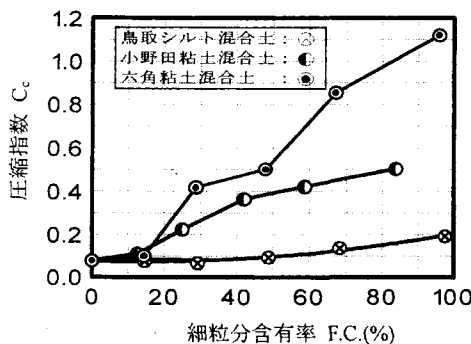


図-3 C_c -F.C. 関係

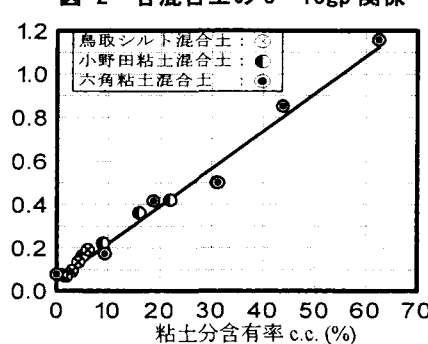


図-4 C_c -c.c. 関係

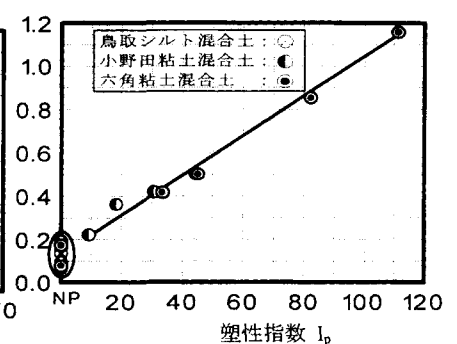


図-5 C_c - I_p 関係

鳥取シルト混合土は、細粒分含有率 30%付近までは圧縮指数はほとんど変化せず、この細粒分含有率を超えるあたりから徐々に大きくなっているが、それ程大きな値には至らない。非塑性の細粒土を含む混合土は骨格が細粒土に移行しても、すぐにはその影響が圧縮指数に現れず、ある程度の細粒土を含まなければ圧縮指数には、ほとんど影響を与えないことがわかる。一方、塑性のある細粒土を含む小野田粘土混合土と六角粘土混合土は、低い細粒分含有率から細粒分含有率の増加とともに圧縮指数がほぼ直線的に増加し、含まれる細粒土の影響が顕著に現れている。さらに二つの混合土を比較すると、六角粘土混合土のほうがより顕著にこの傾向が現れている。これらのことより、混合土の圧縮指数に与える細粒土の影響は、シルト分よりも粘土分のほうが大きく、また塑性の高い細粒土ほどその影響は大きいと考えられる。そこで図-4に、各混合土の圧縮指数と粘土分含有率の関係を示す。図より、含まれる細粒土の塑性の違いによらず、すべての中間土において粘土分含有率と圧縮指数の関係は、一本の右上がりの直線で表されることがわかる。また、塑性の違いを評価するために図-5に、圧縮指数と塑性指数の関係を示す。塑性指数を有する混合土は、すべて一本の右上がりの直線で表現でき NP の混合土に関しては、圧縮指数は 0.07～0.2 程度と極めて低い値を示した。

4.まとめ 本章で得られた成果を以下にまとめる。1) 含まれる細粒土に塑性がない場合、混合土の圧縮性は極端に低い。細粒土に塑性がある場合は、塑性の大きなものほど混合土の圧縮性も大きい。2) 細粒分含有率と圧縮指数の関係は、種類の異なる細粒土を含む混合土に対して個別の直線的な関係が得られた。そのため、本研究では 3 本の直線が現れ、細粒分含有率では塑性の異なる細粒土を含む混合土のすべてを包括的に評価することは難しい。3) 粘土分含有率と圧縮指数と関係は、塑性の異なる細粒土を含む混合土すべてが一つの直線上にあり、混合土に含まれる細粒土の塑性の有無に関わらず包括的に評価することができる。4) 以上より、塑性の異なる細粒土を含む混合土の圧縮特性を表わすには、粘土分含有率が適切なパラメータであると結論づけられる。

<参考文献> 1) 谷口ら(1998)：中間土の非排水せん断特性に及ぼす細粒分含有率の影響、第 33 回地盤工学会研究発表会、pp.685-686 2) 日下部伸・小田恵之輔・善功企・赤木寛一：定ひずみ速度圧密試験の間隙水圧と圧密係数、第 48 回土木学会年次学術講演会講演概要集、pp.1006-1007, 1993