

種々の塑性指数から成る中間土のせん断特性に及ぼすひずみ速度の影響

山口大学大学院 学生員 ○松本裕介

山口大学工学部 正会員 兵動正幸 吉本憲正

基礎地盤コンサルタンツ（株） 正会員 伊藤周作

1.はじめに

自然地盤を構成する土質は均一ではないことが多く、砂、シルトおよび粘土など粒径の異なる様々な土の混合体として構成されていることが多い。砂と粘土のどちらともつかない土のことを中間土と呼び、その取り扱いに苦慮している現状にある。また、中間土においても、含まれる細粒分が活性を有する場合と有さない場合で性質が異なり、細粒分の性質の異なる中間土の性質については十分に検討されていない。そこで本研究では、非塑性、中塑性、高塑性の細粒土と珪砂を種々の割合で混合して中間土を作製し、それぞれに対してひずみ速度を変化させて非排水三軸圧縮試験を行った。ここでは、様々な塑性指数を有する中間土のせん断特性に及ぼすひずみ速度の影響について考察する。

2.試料および試験方法

本研究で用いた試料は、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、これらを所定の乾燥重量比で混合させた中間土である。これら3種類の細粒土を混合した土をそれぞれ、中間土-A、中間土-B、中間土-Cと呼ぶことにする。粗粒土と細粒土の乾燥重量比は、いずれも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に示す。中間土-Aにおいては、すべての供試体を水中落下法により作製した。また中間土-Aの供試体作製においては、モールド内に高さの半分まで水を張り、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、作製方法を統一した。中間土-Bの小野田粘土含有率15%以下の試料および珪砂(F.C.=0%)は、中間土-Aと同様な方法で供試体を作製した。中間土-Bの小野田粘土含有率30%以上の試料および中間土-Cの六角粘土含有率15%以上の試料については、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。試験条件は背圧200kPaの下、等方圧密で拘束圧200kPa、ひずみ速度0.1、1.0、10%/minとした。

3.実験結果

図1に、各ひずみ速度に対する有効応力経路を示す。図には、代表と称して配合割合50:50の各混合土の結果を掲げた。中間土-Aの鳥取シルト混合土においてはひずみ速度の変化に対する対応関係が得られておらず、ひずみ速度との相関性は見られない。中間土-B、Cの小野田・六角粘土混合土は、ひずみ速度が増加する程、有効応力の低下は少なく有効応力経路は右に推移している様子が認められる。図2に、各ひずみ速度に対する応力-ひずみ関係を示す。中間土-Aの鳥取シルト混合土においては、全てのひずみ速度で明確な変相点を示し、その後ダイレイタンスによる硬化挙動を示していることが認められる。また変相点まではひずみ速度の影響は受けないが、その後の硬化挙動には大きな影響を受けている。中間土-B、Cの小野田・六角粘土混合土においては、ひずみ速度が増加するにつれて軸差応力が順に大きくなっていることがわかる。

表 1. 試料の物理的性質

(a) 中間土-A					
鳥取シルト含有率(%)	作製方法	細粒分含有率(%)	粘土分含有率(%)	比重Gs	塑性指数Ip
100	等エネルギー	98	6	2.665	NP
70	等エネルギー	68	4	2.661	NP
50	等エネルギー	49	3	2.659	NP
30	等エネルギー	30	2	2.656	NP
15	等エネルギー	15	1	2.654	NP
0	等エネルギー	0	0	2.652	NP

(b) 中間土-B					
小野田粘土含有率(%)	作製方法	細粒分含有率(%)	粘土分含有率(%)	比重Gs	塑性指数Ip
100	予圧密	84	37	2.593	44.2
70	予圧密	59	26	2.649	30.6
50	予圧密	42	19	2.650	18.2
30	予圧密	25	11	2.652	9.1
15	等エネルギー	13	6	2.650	NP
0	等エネルギー	0	0	2.652	NP

(c) 中間土-C					
六角粘土含有率(%)	作製方法	細粒分含有率(%)	粘土分含有率(%)	比重Gs	塑性指数Ip
100	予圧密	96	63	2.556	111.3
70	予圧密	67	44	2.585	82.32
50	予圧密	48	31	2.604	45.08
30	予圧密	29	19	2.623	33.49
15	予圧密	14	9	2.638	NP
0	等エネルギー	0	0	2.652	NP

キーワード：中間土、ひずみ速度、せん断特性

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 TEL0836-85-9344

1) 図3に、試験から得られた最大軸差応力と細粒分含有率の関係を各ひずみ速度をパラメータとして示す。中間土-Aの鳥取シルト混合土の結果は、最大軸差応力の値はばらついているが、その値はひずみ速度の大きさに関係なく順不同になっているため、ひずみ速度との相関性は見られない。しかしながら、細粒分含有率97.5%の鳥取シルト混合土においては最大軸差応力がひずみ速度とよい相関性を見せている。小野田粘土混合土においても、細粒分含有率0~12.6%まではひずみ速度の影響はなく、細粒分含有率25.1%以上になるとひずみ速度の影響が生じている。六角粘土混合土においては、細粒分含有率14.4%以上からひずみ速度の影響が出始め、細粒分含有率30%付近ですでに細粒土のみの速度依存性と一致している。また、ひずみ速度の影響が現れている細粒分含有率では、その速度依存性に大きな違いは生じていなかった。ある細粒分含有率以上では、速度依存性がほぼ同等になる傾向が、塑性を有する細粒分を含む中間土では見られた。塑性のない細粒土を含む鳥取シルト混合土はほとんど速度依存性がなく、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に速度依存性があつたことから、速度依存性は粘土分含有率に依存すると考えられる。そのため、速度効果が現れたものの中で最も粘土分含有率の低い6%付近が、ひずみ速度の影響を受ける最小の粘土分含有率と推察される。

7. まとめ 本研究で得られた知見を以下にまとめる。(1)非塑性の細粒土を含む中間土のせん断特性は、砂質土的な傾向を示し、塑性のある細粒土を含む中間土のそれは、ある細粒分含有率以上になると、含まれる細粒土そのものの挙動と同様になる。(2)ひずみ速度の影響が現れている範囲では、その速度依存性に大きな違いは生じてない。

<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

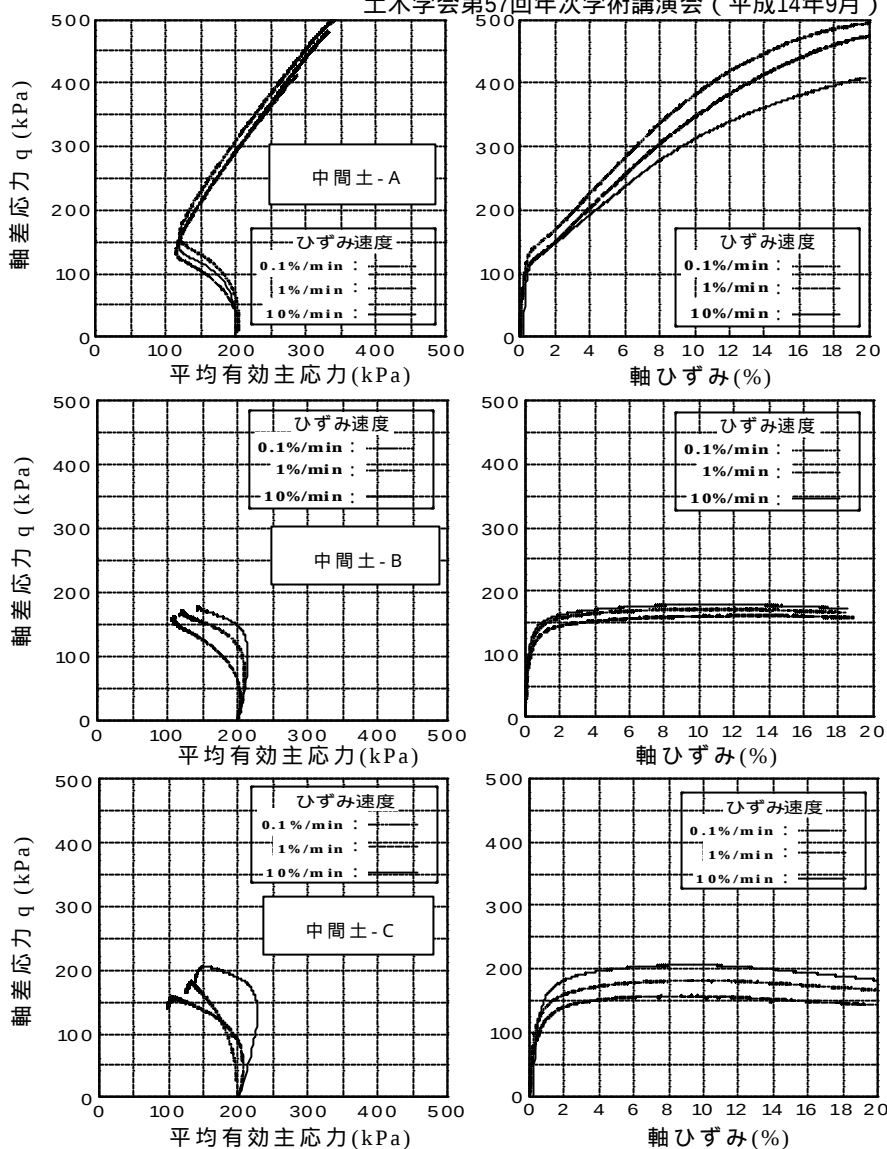


図1 各ひずみ速度における有効応力経路

図2 各ひずみ速度における応力-ひずみ関係

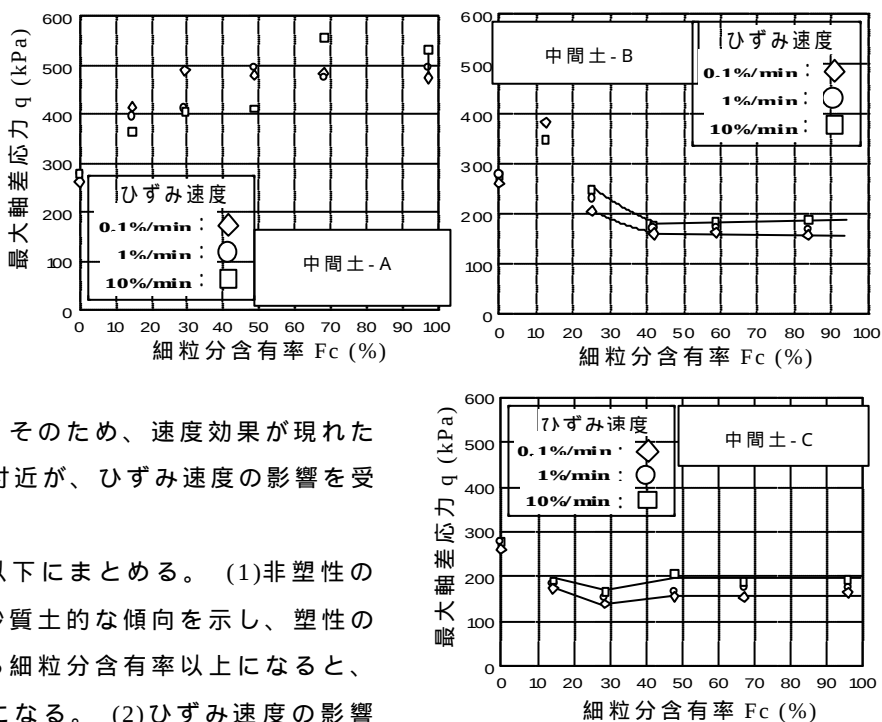


図3 q_{max} と F_c 関係