

乱さないしらすの非排水単調せん断特性

鹿児島高専 正員 岡林巧 鹿児島高専 学生員 中俣春樹 鹿児島高専 学生員 松元優一
 山口大学 正員 兵動正幸 山口大学 正員 村田秀一 九州大学 正員 安福規之

1. まえがき

南九州に広く分布する地山しらす斜面は、降雨時に崩壊災害を毎年のように繰り返しているにもかかわらず、確立された安定解析のもとにあるとはいえない。本研究は、降雨下における地山しらす斜面の安定性を検討すべく実施したものの内、乱さないしらすの非排水単調せん断挙動に与える初期有効拘束圧の影響を調べたものである。

2. 試料および試験方法

試験に用いた試料は、鹿児島県始良郡隼人町産の一次しらすである。この乱さないしらすは、固結した多孔質粒子により構成されているので、飽和が非常に困難である。そのため著者らは、予備試験を行い炭酸ガスで供試体内の空気を置換し脱気水を通水した後、背圧100kPaを12時間以上負荷する方法を採用した¹⁾。得られたB値は0.95以上を確認した。また乱さないしらすの供試体サンプリングは、薄肉円筒のしらすカッターを20t油圧ジャッキで水平圧入する方法を用いた。この方法によると本中硬質の始良しらすの場合約7割の確率で乱さないしらすのサンプリングが可能である。単調載荷三軸せん断試験は、非排水状態で拘束圧一定においてひずみ制御方式で行った。ひずみ速度は、0.1%/minとした。

3. 非排水せん断挙動

図-1は、軸差応力と軸ひずみの関係を示したものである。圧縮側での軸差応力は、軸ひずみの増加に伴いひずみ硬化挙動を示しつつ一端ピーク値に達しているが、その後にはひずみ軟化挙動を示している。この軸差応力のピーク値は、初期有効拘束圧の増加に伴い増大している。一方、伸張側の軸差応力は、圧縮側のそれと同じく軸ひずみの増加に伴いひずみ硬化挙動を呈しているが、ピーク値は明確でない。

間隙水圧と軸ひずみの関係を示したものが図-2である。ここで定義する間隙水圧は、供試体下部に連結されている間隙水圧計の値であり、ダイレイタンシー成分と等方圧縮成分を含んだものである。図から明かなように間隙水圧は、軸ひずみ約1%程度のせん断初期に初期有効拘束圧の大きな条件ほど大きな正圧を示してピーク(変相点に対応)値に達し、その後軸ひずみの漸増と共に負圧を示して定常値化する傾向にある。

図-3は、有効応力経路を示したものである。図中の矢印PTは、

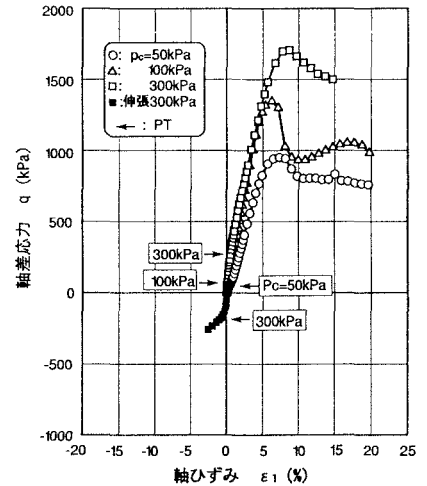


図-1 軸差応力と軸ひずみの関係

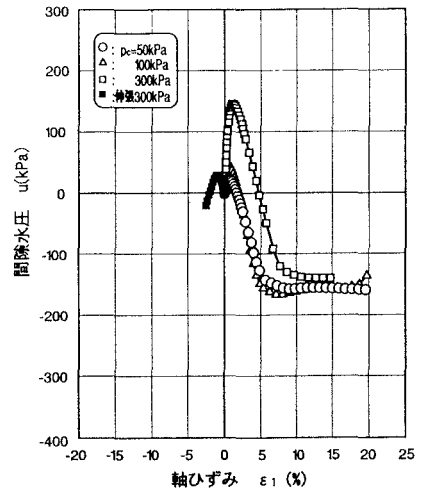


図-2 間隙水圧と軸ひずみの関係

平均有効主応力が減少から増加に転ずる変相点を示している。非排水せん断時の平均有効主応力 P' が初期有効拘束圧 P_c より小さい領域の挙動を収縮傾向と定義し、 P' が P_c より大きい領域の挙動を膨張傾向と定義すると。圧縮側の有効応力径路は、せん断初期からひずみ硬化挙動を伴う弱い収縮傾向を示した後変相点を越えた時点から強い膨張傾向を示している。これらのことは、乱さないしらすの場合非排水せん断応力を受けると最終的に、ダイレイタンシーにより膨張挙動に至った後に定常状態を迎えることを意味している。また伸張側の有効応力径路は、せん断初期に圧縮側のそれよりやや強い収縮傾向を示すものの圧縮側とほぼ同様な挙動を呈するものと考えられる。

初期有効拘束圧 P_c で正規化した有効応力径路を示したものが図-4である。図からこの範囲の初期有効拘束圧レベルでは有効応力径路に差はみられず、正規化した有効応力径路におよぼす初期有効拘束圧の影響は有意なものではないと考えられる。また定常状態時の軸差応力比は、初期有効拘束の大きな条件ほど小さな値を示している。これは、初期有効拘束圧の増加に伴って粒子破碎が卓越し、初期有効拘束圧の大きな条件ほどせん断強さが大きく低減することを意味している。

図-5は、有効応力比と軸ひずみの関係を示したものである。図から有効応力比と軸ひずみの関係に初期有効拘束圧のおよぼす影響は小さいことが分かる。また有効応力比は、軸ひずみ1~2%でピークに達した後に定常値化する傾向にある。有効応力比の最大値 η_i を圧縮側・伸張側で求めると、圧縮側 $\eta_{ic} \approx 1.7 \sim 1.8$ 、伸張側 $\eta_{it} \approx -1.1$ を得る。このことは、モール・クーロンの破壊基準を満たすことを意味しており、せん断抵抗角に換算すると約 42° になる。これらの乱さないしらすの非排水せん断挙動は、先に報告した¹⁾ 相対密度90%の乱したしらすの振る舞いに類似しているといえる。

4. あとがき

本研究では、初期有効拘束圧の違いによる乱さないしらすの非排水単調せん断特性がほぼ明らかになった。最後に、本研究の試験を実施するにあたり山口大学工学部山本修三技官にご協力頂いた。また、原位置での乱さない試料のサンプリングに関しては、鹿児島高専土木工学科土質研究室の学生のご尽力を受けた。ここに感謝の意を表する。

[参考文献]

1) 岡林・兵動・安福・村田：乱した一次しらすの非排水単調および繰返しせん断挙動、土木学会論文集、No. 499/Ⅲ-28、pp. 97-106、1994。

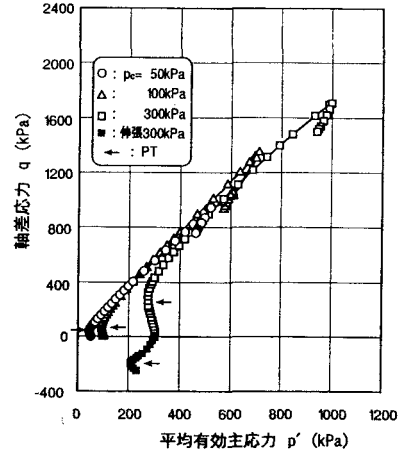


図-3 有効応力径路

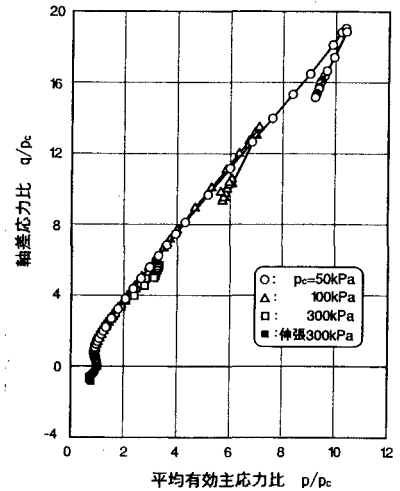


図-4 正規化した有効応力径路

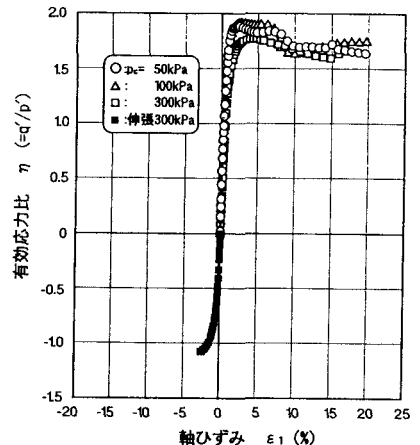


図-5 有効応力比と軸ひずみの関係