

Ⅲ-68

不飽和土の浸水位置を考慮した強度低下試験

関西大学工学部	正員	西田一彦
関西大学総合情報学部	正員	青山千彰
関西大学工学部	正員	西形達明
基礎地盤コンサルタンツ(株)	正員	○中井健博

1. はじめに

浸水を受けた不飽和土の強度変形特性に関する従来の研究では、浸水を供試体下端部から行う方法がとられていた¹⁾²⁾。しかし、この方法では浸水が供試体中央部のせん断面に達するまでに変形が生じるため、強度変形特性に対する浸水の影響を正確に把握していない可能性がある。そこで本研究では、低圧三軸圧縮試験装置を用いて、せん断過程において浸水を行うせん断途中浸水試験を実施し、浸水位置を考慮した浸水による強度変形特性の変化について検討した。

2. 試料と試験方法

試料として、均一な粒径で主にシルト分からなるDLクレーを用いた。これは土質工学会で行われた「不飽和土の一斉一軸・三軸圧縮試験」にも用いられている。供試体は、含水比が20%になるように水分調整した試料をモールド内に8層に分けて入れ、各層を締め固めて直径8cm、高さ16cmのものを作成した。DLクレーの物理的性質と供試体条件を表-1に示す。

表-1 DLクレーの物理的性質と供試体条件

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.650
砂分 (%)	0.1
シルト分 (%)	90.4
粘土分 (%)	9.5
初期含水比 w_i	19.42~21.23
初期間隙比 e_i	1.085~1.119
初期飽和度 S_{r_i}	47.19~51.15

試験装置は、下部ペダスタル内のセラミックディスクを介して間隙水圧を測定できる低圧三軸圧縮試験装置³⁾を用いた。供試体のせん断面への浸水は、注射針と注射器からなる注水ラインを供試体中央部に挿入することによって行った。試験は以下の3種類を行った。非浸水試験は、供試体の強度変形特性を求めるために、通常の不飽和せん断試験として行ったもので、拘束圧は $\sigma_3=0.05, 0.10, 0.15\text{kgf/cm}^2$ の3種類とし、各拘束圧の下で等方圧縮を30分間行った後、排気非排水条件下でせん断速度 $\dot{\epsilon}=0.1\%/min$ のひずみ制御方式でせん断を行った。間隙空気圧は制御せずに大気圧とし、発生する負の間隙水圧をサクションとした。せん断途中浸水試験は、非浸水試験と同様に試験を行い、せん断過程において最大軸差応力の20、50、80%に達すると、50ccの水を注水速度25cc/minで浸水を行い、同時にせん断速度を0.1、0.6%/minに変化させたものである。せん断前浸水試験は比較のため、せん断前に浸水を行い、土構造を変化させてからせん断を行ったものである。なお、注水された水の広がり方は、予備試験を行った結果、図-1および写真-1に示したように、注射針の先端すなわち供試体中央部を中心としてほぼ球状に広がり、注水終了と同時に浸水が終了し、供試体全体が均等に浸水されることが確認されている。

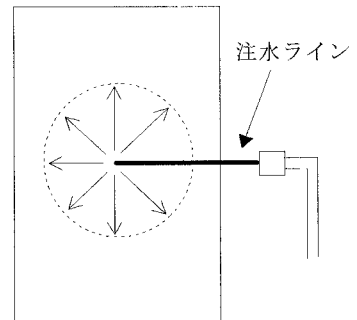


図-1 供試体内の水の広がり方



写真-1 浸水状況

3. 強度特性に対する浸水位置の影響

図-2は、浸水位置を供試体下部、中央部、上部（高さ $H=4, 8, 12\text{cm}$ ）とし、最大軸差応力の50%で浸水したときの $\sigma_3=0.15\text{kgf/cm}^2$ における軸差応力と軸ひずみの関係を示したものであ

る。どの場合も浸水を受けると軸差応力は低下するが、浸水終了直後の値は供試体下部、上部よりも中央部の方が小さくなる。したがって、供試体中央部以外での浸水は強度特性に対するその影響を過小評価することになり、浸水位置を供試体中央部で行うことの必要性を確認できた。

4. 浸水による強度変形特性の変化

$\sigma_3=0.15\text{kgf/cm}^2$ において、最大軸差応力の50%で浸水したときの軸差応力と軸ひずみの関係を図-3に示す。図中にはそれぞれ非浸水試験、せん断前浸水試験結果も示されている。せん断途中浸水試験では浸水を受けると軸差応力が急激に低下し、せん断前浸水試験結果よりも低くなる。また、図-4の体積ひずみと軸ひずみの関係でも、浸水を受けると体積が急激に収縮側に移行し、浸水終了とともに体積変化が緩慢になっていることがわかる。図-5はサクシオンと軸ひずみの関係を示したものである。サクシオンは浸水を受けても急激に変化せずに徐々に低下し、軸ひずみの増加にともなってせん断前浸水試験結果に近づいていく。図-3の結果から浸水部では局所的に急激なサクシオンの解放が生じるものと考えられる。したがって、供試体下端部で間隙水圧を測定する方法では、中央部のサクシオンの低下を正確にとらえることができないものと思われる。

以上の結果、供試体中央部に直接浸水させると、供試体端部から浸水した場合よりも、浸水中の強度低下が著しいことや、体積変化も急激に発生することが明らかとなった。一方、従来どおり、供試体端部で測定しているサクシオンの変化は、強度変形に現れたような急激な変化をとらえ得なかった。よって、不飽和土の浸水による局所的な土構造変化によるせん断強度特性を把握には、せん断面に直接注水する方法が有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 福田護：まさ土の浸水による強度低下と土構造物の安定性について，土と基礎，Vol.31，No.1，1983.
- 2) 梅村順他：しらすのせん断抵抗に及ぼすサクシオンの影響，第28回土質工学研究発表会，1993.
- 3) 西田一彦他：低拘束圧不飽和三軸圧縮試験装置について，土木学会関西支部年次学術講演概要，1991.

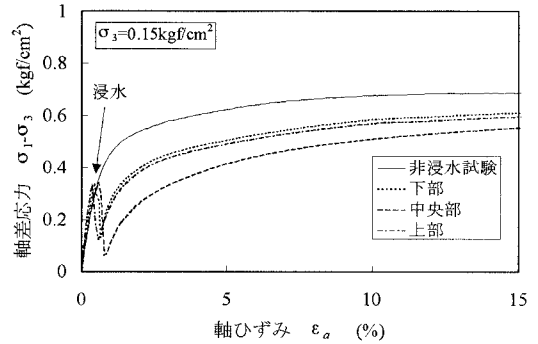


図-2 軸差応力と軸ひずみの関係

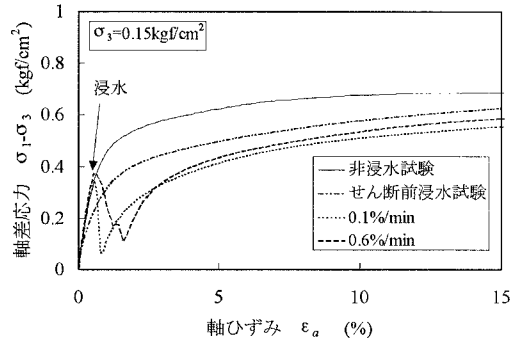


図-3 軸差応力と軸ひずみの関係

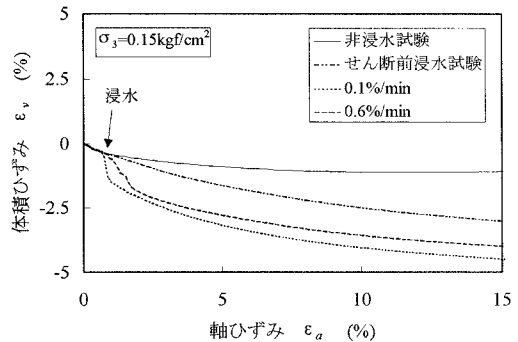


図-4 体積ひずみと軸ひずみの関係

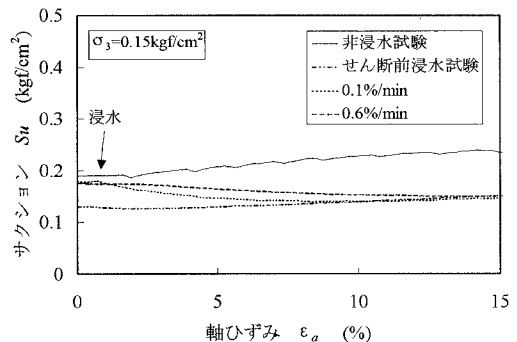


図-5 体積ひずみと軸ひずみの関係