

Ⅲ - A34

不飽和土のせん断応力下における浸水と強度変形特性

正会員 関西大学工学部 西田一彦 正会員 埼玉高速鉄道㈱ ○内木秀平
正会員 関西大学工学部 西形達明 学生員 関西大学工学部 春木 誠

1. はじめに

斜面における崩壊は、雨水などの浸透によるものが大半であるが、その破壊は主に表層部において生じるものが多い。また、浸水時に生じる斜面の変形についても検討しておかなければならないことは周知のとおりである。しかし、せん断応力下で浸水を受けた場合の複合的な強度変形特性については明らかにはなっていないようである。そこで、本報告では三軸圧縮状態にある供試体中央部に注水を行うことで浸水によってコラプスとせん断変形が同時に生じるときの挙動を考察した。

2. 試料および試験方法

試料には、DL クレー¹⁾を使用した。これは、カオリナイトの原石を粉砕して、粗粒分と細粒分を除去した人工試料である。これを含水比 $w=20\%$ になるように試料調節し、8層に分けて締め固め、高さ $h=16\text{cm}$ 、直径 $d=8\text{cm}$ の供試体を作成した。DL クレーの物理的性質と供試体条件を表-1に示す。

試験方法は斜面の比較的浅い部分での崩壊を想定して、拘束圧 $\sigma_3=0.05$ 、 0.10 、 0.15kgf/cm^2 の3種類の低拘束圧のもとで30分間の等方圧縮後、排気排

表-1 DL クレーの
物理的性質と供試体条件

土粒子の密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$	2.650
砂分 (%)	0.1
シルト分 (%)	0.4
粘土分 (%)	9.5
初期含水比 w_i	20
初期間隙比 e_i	0.9, 1.1, 1.3
初期飽和度 S_{r_i}	60, 48, 42

表-2 試験方法

非浸水せん断	初期含水比 $w=20\%$ 、初期間隙比 $e=1.1$ の供試体を浸水時の軸ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_w=0.1\%/min$ でせん断したもの。
せん断前浸水	初期含水比 $w=20\%$ 、初期間隙比 $e=1.1$ の供試体を等方圧縮後、50ccの水を25cc/minで浸水。変形が安定してから浸水時の軸ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_w=0.1\%/min$ でせん断したもの。
せん断途中浸水	初期含水比 $w=20\%$ 、初期間隙比 $e=1.1$ の供試体をせん断試験中に各軸差応力レベルで、50ccの水を25cc/minで浸水させる。浸水時の軸ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_w$ を0.1, 0.3, 0.6%/minとする。さらに、浸水時より、応力一定の応力制御試験も行った。

本報告では表-2のような3種類の試験を行った。非浸水せん断は、浸水試験との比較のために一定の水分を得たまま通常のせん断試験を行ったものである。また、せん断前浸水は、一定量の水をせん断前に注水し、水分状態の安定を待ってからせん断試験を行ったものである。せん断途中浸水は、ある応力状態(S_L)に達した時点でせん断前浸水と等量の水を注水するものである。これらはひずみ制御試験を主としたが、さらに、実斜面を想定して応力制御試験(軸差応力一定)を行い、浸水時の変形特性について検討を行うことにした。ただし、このとき変形停止後については、再び軸ひずみ速度を0.1%/minとしてせん断した。ここで浸水時の軸差応力レベル(S_L)は、浸水時の軸差応力の非浸水せん断で得られた最大軸差応力に対する比を表したものである。

3. 浸水による強度変形特性の変化

図-1は、間隙比 $e=1.3$ の場合の拘束圧 $\sigma_3=0.05\text{kgf/cm}^2$ 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。ひずみ制御式におけるせん断途中浸水試験は、浸水により

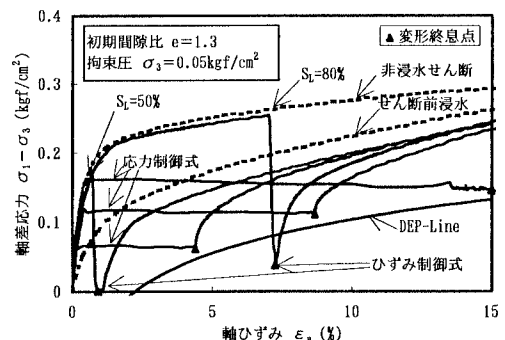


図-1 軸差応力と軸ひずみの関係

キーワード 不飽和土, せん断, コラプス

連絡先 関西大学工学部地盤地質工学研究室 TEL06-368-0898

コラプスが生じることによって軸差応力は大きく低下し、最下点にいたり、浸水終了後、軸差応力は再度増加する。これより、ひずみ制御試験による浸水直後の変形終息点は、一つの曲線状に存在することがわかる。また、図-1に応力制御式におけるせん断途中浸水試験の結果を示した。この場合も、浸水時に生じる軸ひずみの変化($\Delta \epsilon_a$)が終息する点は、ひずみ制御式において示した曲線にほぼ一致することがわかる。したがって、これは浸水時に生起する変形挙動を表す曲線であると考えられる。本報告では、この曲線を浸水による変形終点包絡線として DEP-Line(Deformation Ending Point Line)と略称する。

図-2は、間隙比 $e=1.3$ の場合の拘束圧 $\sigma_3=0.05\text{kgf/cm}^2$ における、体積ひずみと軸ひずみの関係を示したものである。せん断途中浸水では、浸水により体積ひずみ($\Delta \epsilon_v$)を生じる。この図に、ひずみ制御式と応力制御式におけるせん断途中浸水の変形終息点を示しているが、体積-ひずみの関係においても、浸水時の急激な体積変化を表す DEP-Line が存在することがわかる。

図-3は、間隙比 $e=1.3$ の場合の拘束圧 $\sigma_3=0.10\text{kgf/cm}^2$ における、サクシヨンと軸ひずみの関係を示したものである。せん断途中浸水では、浸水によりサクシヨン $S_u=0.1\text{kgf/cm}^2$ 程度低下し、せん断前浸水におけるサクシヨンの挙動と一致する。

図-4は、間隙比 $e=1.3$ の場合の拘束圧 $\sigma_3=0.05\text{kgf/cm}^2$ における、体積ひずみと平均主応力の関係を示したものである。コラプスは浸水により有効応力が減少し、土構造の強度が低下した結果生じるものである。そのため、低拘束圧下において、等方応力下での浸水による体積変化(せん断前浸水)も、せん断応力下での浸水による体積変化も、ほぼ同じ曲線に近づくことがわかる。

図-1, 2の結果より、浸水時に生じるせん断ひずみの変化量($\Delta \gamma$)を算出することができる。図-5は、浸水時のせん断ひずみの変化量と軸差応力レベルの関係を示している。浸水時のコラプスを含むせん断ひずみの変化量が一つの曲線上に存在することがわかる。すなわち、本報告で対象としているような低拘束圧下では、拘束圧の影響をあまり受けないことを示している。これより、せん断応力下にある斜面に浸水が生じた場合の変形量を見積もる手段とされることができる。

参考文献

- 1) 不飽和地盤の安定性に関する研究委員会：不飽和土の一斉一軸・三軸試験の結果について，pp.23-58，1993。

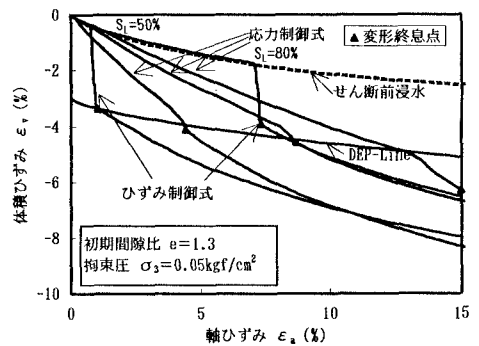


図-2 体積ひずみと軸ひずみの関係

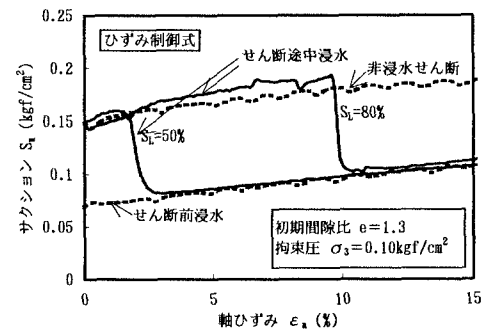


図-3 サクシヨンと軸ひずみの関係

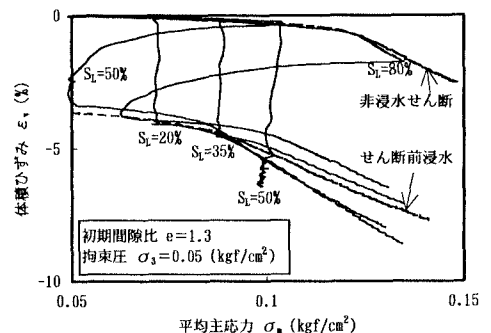


図-4 体積ひずみと軸ひずみの関係

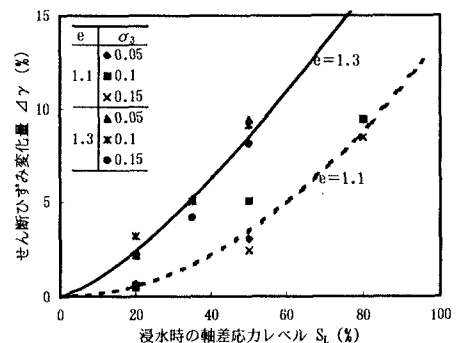


図-5 浸水時の軸差応力レベルとせん断ひずみ変化量の関係