

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

1. はじめに

自然斜面や盛土、河川堤防では大雨や洪水に伴う浸水により斜面表層部がしばしば崩壊する。この浸水による地盤の破壊現象に対し従来は種々の水分状態における強度定数を用いた検討がなされている。しかし、浸水時のせん断とコラプスを同時に検討することも重要と考えられる。そこで、不飽和供試体に対してせん断面に直接浸水を行う試験を実施した。その結果、浸水時の過渡的変形は一つの曲線上に終息することが明らかになっている。本研究では、初期間隙比がこの曲線におよぼす影響を検討するため実験的研究を行った。

2. 試料と試験方法

試料には DL クレーを用いた。これは均一な粒径を持ち主にシルト分からなるもので、土質工学会の「不飽和土の一斉一軸・三軸圧縮試験」¹⁾にも採用されている。供試体は含水比 20%に水分調整した試料をモールド内で 8 層に分けて締固め、高さ 16cm、直径 8cm に作成した。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 (%)	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

本研究では斜面表層部での崩壊を想定しているため、低拘束圧 0.05, 0.10, 0.15kgf/cm² の 3 種類とし、供試体への浸水はせん断面に直接浸水するために供試体中央に挿入した注射針より行った。せん断に先立ち供試体条件を等しくするために等方圧縮を行い、その後表-2 に示すように 3 種類のせん断試験を行った。非浸水せん断

表-2 せん断試験方法

非浸水せん断試験	軸ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_w = 0.1\%/min$ でせん断。
せん断前浸水試験	せん断開始前に水 50cc を 25cc/min で浸水。供試体の体積変化とサクシヨンの安定を待って $\dot{\epsilon}_w = 0.1\%/min$ でせん断。
せん断途中浸水試験	$\dot{\epsilon}_w = 0.1\%/min$ でせん断中、所定の軸差応力レベル $S_L = 20, 35, 50, 80\%$ に達した時点で水 50cc を 25cc/min で浸水。

試験は、通常の不飽和せん断試験であり供試体の基礎的な特性を把握するためのものである。せん断前浸水試験は、せん断試験を開始する前に注射針より浸水させた供試体の強度変形特性を把握するために行ったものである。せん断途中浸水試験は、せん断中にせん断面を浸水させる場合のせん断とコラプスによる強度変形特性を求めるためのものである。この試験ではさらに実際の斜面を想定し、応力制御試験（軸応力一定）も行った。なお表-2 の軸差応力レベル S_L とは、浸水開始時の軸差応力の非浸水せん断時の最大軸差応力に対する比を表すものである。

3. 浸水による強度変形特性

図-1 は初期間隙比 $e_i = 1.3$ 、拘束圧 $\sigma_3 = 0.05\text{kgf/cm}^2$ の場合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。ひずみ制御試験結果をみると浸水によって軸差応力が急激に低下し最下点を示した後、再度増加している。このとき浸水による軸差応力の最下点はせん断前浸水試験の応力-ひずみ曲線を大きく下回っている。また、応力制御試験の結果をみると浸水によって軸ひずみが進行し、ある軸ひずみで停止しているのがわかる。これらの結果は、コラプスの影響を含んだ強度変形特性を表している。このことから、せん断面を浸水させた場合、浸水直後の過渡的な状態がもっとも危険であることがわかる。

図-2 は初期間隙比 $e_i=1.3$ ，拘束圧 $\sigma_3=0.05\text{kgf/cm}^2$ の場合における，ひずみ制御試験の軸差応力の最下点と応力制御試験の軸ひずみ停止点を示したものである。この図をみると両試験における浸水による終息点はある曲線上に存在することがわかる。したがって，この曲線は浸水時の過渡的な状態を表す一つの曲線であると考えられる。以前の研究¹⁾では $e_i=1.1$ の場合のみについて，この曲線の存在を確認していたが，異なる間隙比についても同様な曲線が存在することがわかった。

そこで，図-3 は初期間隙比 $e_i=0.9$ ，拘束圧 $\sigma_3=0.05\text{kgf/cm}^2$ の場合における，浸水による軸差応力，軸ひずみの終息点を示したものである。試験結果は少ないがこの場合にも浸水時の過渡的な状態を表す曲線の存在がうかがわれる。

図-4 は上で求められた曲線を間隙比，拘束圧毎に示したものである。通常の応力-ひずみ曲線と同様に，この曲線も間隙比，拘束圧によって変化することがわかる。また図より間隙が小さいほど，あるいは拘束圧が大きいほど浸水直後でも強度があまり下らず，また浸水直後の変形も少ないことがわかる。

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・三軸圧縮試験の結果について，不飽和地盤の調査・設計・施工に関する諸問題シンポジウム，土質工学会，pp.23～26，1992.
- 2) 内木秀平：せん断面浸水による不飽和土の強度変形特性，平成8年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，pp.III-14-1～2，1996.5.

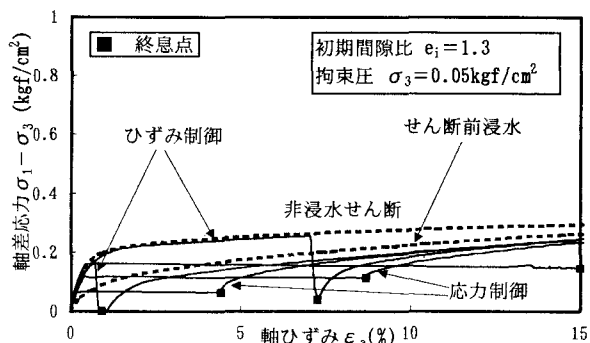


図-1 軸差応力と軸ひずみの関係

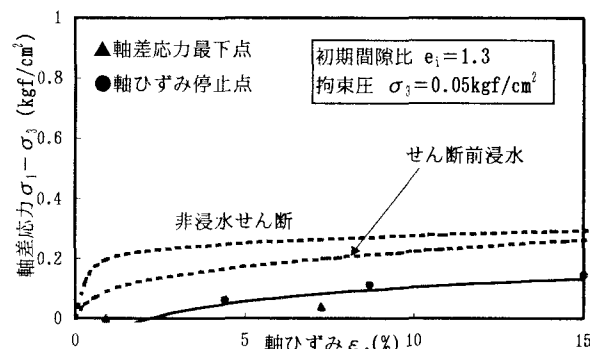


図-2 軸差応力と軸ひずみの関係

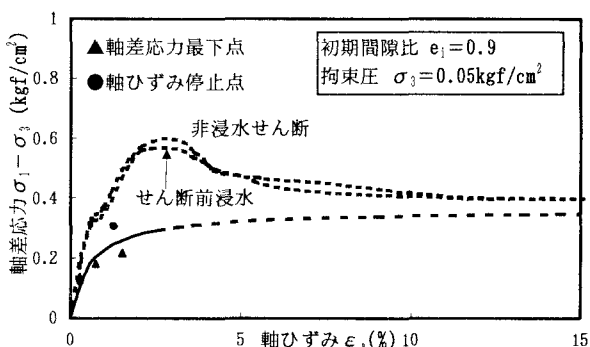


図-3 軸差応力と軸ひずみの関係

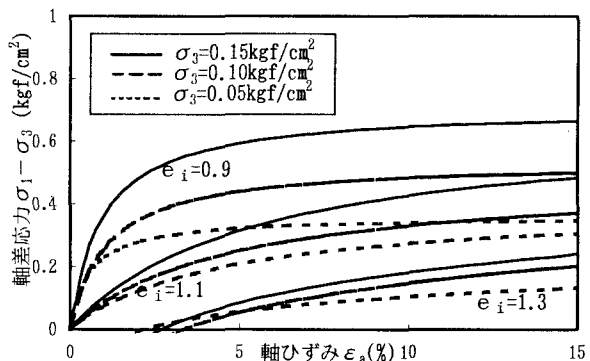


図-4 軸差応力と軸ひずみの関係