

擬似飽和状態の不飽和砂質土の乾湿繰り返し履歴による強度低下

名城大学	正会員	小高猛司
名城大学	正会員	板橋一雄
名城大学大学院	学生会員	○中島康介
元名城大学生		小坂大祐

1. はじめに

盛土法面を適正に維持管理するためには、今まで無視されがちであった盛土の性能低下についても考慮する必要がある。本研究では、盛土法面の長期的な性能低下の要因のひとつとして繰返し受ける降雨とそれに伴う地下水面変動に着目し、これらの水理条件の変化が不飽和盛土材料の変形強度特性に及ぼす影響について検討を行っている。本報では不飽和三軸試験を実施することにより、砂質土供試体に対してサクションを制御することによって乾湿繰返し履歴を擬似的に与えた後の供試体のせん断強度の変化について考察した結果を示す。

2. 実験試料と実験条件

本実験で用いた試料は、実際の盛土構造物から採取した礫混じり砂を粒径 9.5mm 以下に粒度調整したものであり、細粒分を 20%程度含有している(図 1 参照)。三軸供試体は、静的締固め法により原位置乾燥密度 1.57Mg/m^3 となるように作製した。図 2 は供試体を 2 重負圧法によって飽和化した後の $\overline{\text{CU}}$ 試験の結果である。ややゆる詰め

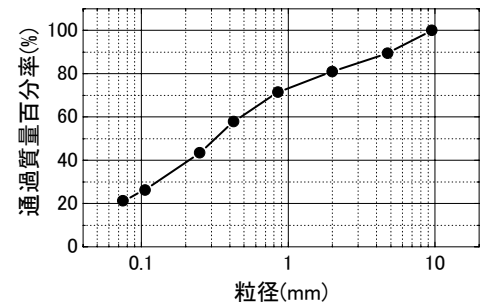


図 1 実験試料の粒度分布

不飽和三軸圧縮試験では A.E.V. 200kPa のセラミックディスクを下
部ペDESTALに埋め込み、上部キャ
ップにはポリフロンフィルターを使
うことにより、間隙水と間隙空気
の経路を分離した。すべての実験に
おいて、セル圧 250kPa、間隙空気圧を
200kPa と固定する一方、間隙水圧を
変化させることにより、初期のサク
ションを 0, 10, 20, 50 および 150 kPa

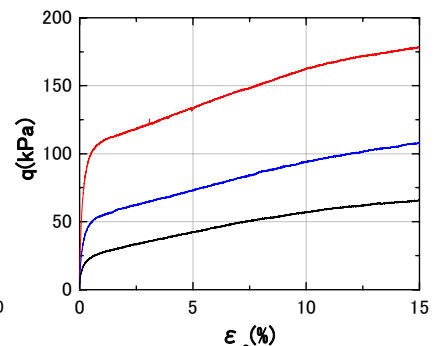
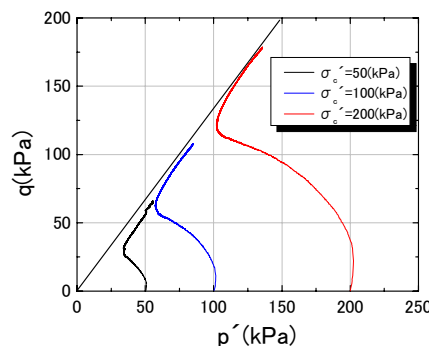


図 2 飽和供試体の $\overline{\text{CU}}$ 試験結果; (a)有効応力経路, (b)応力～ひずみ関係

とした。供試体を三軸セルに設置し、それぞれの初期サクション
で排水／吸水過程を 24 時間行なった後、排気・非排水条件にてせん断を実施した。実際の盛土の豪雨崩壊時のせん断強度を評価するには、間隙空気は常に大気圧にある排気条件と考え、間隙水に関しては、ある含水状態に至ってからは急速に破壊すると思え非排水条件とするのが最も適切であると判断した。さらに、乾湿繰返し履歴を受けた盛土の状態を想定し、サクションを 0→50→0→50→0kPa と作用させて供試体に吸・排水を繰返しした後、擬似飽和状態のサクション 0kPa で排気・非排水条件でせん断した。

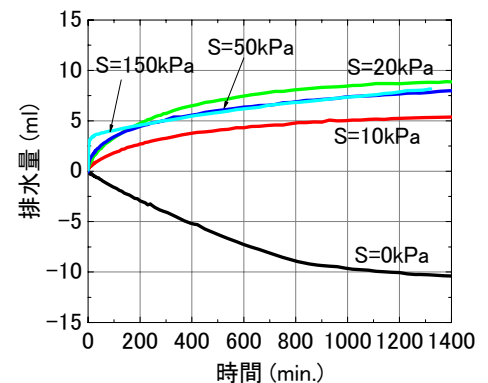


図 3 初期サクションによる排水／吸水

不飽和土、三軸試験、乾湿繰返し

3. 試験結果

図3は各初期サクシヨンでの排水／吸水過程における吸・排水量である。静的締め固めで作製された不飽和状態の供試体が持つ自然状態でのサクシヨンは0から10kPaの間と考えられ、それより大きいサクシヨン10kPa以上では排水挙動を、小さい0kPaでは吸水挙動を示すことがわかる。それぞれの供試体の初期の含水状況が若干異なることから、サクシヨン20～150kPaの試験ケースでは排水量とサクシヨンとの明確な相関は見られない。また、排水／吸水過程は24時間で打ち切ったが、どの試験ケースにおいても吸・排水は完全に収束していない。この排水／吸水過程終了時で評価した供試体の水分特性曲線を図4に示す。供試体の体積変化を計測していないために、含水比を用いている。サクシヨン50kPaと150kPaではほぼ同じ含水比となり、サクシヨン20kPa以下になると急激に含水比が上昇する。乾湿繰り返し過程における水分特性は赤丸と矢印で示しているが、ほぼ同じ含水比で繰り返されている。サクシヨン0kPaにおいては、乾湿を繰り返さなかった供試体と比べて若干含水比が低い、飽和化に伴うコラプスによる体積収縮が考えられるために、体積含水率が実際にどのように変化しているのかは現時点では正確にわからない。

図5は各初期サクシヨンから排気・非排水条件での不飽和三軸試験の結果である。図4の水分特性において含水比に差が生じるサクシヨン0から50kPaの間において、軸差応力にも差が生じている。特に顕著に吸水した擬似飽和状態にある初期サクシヨン0kPaの軸差応力は突出して小さい。図6はこの擬似飽和状態の初期サクシヨン0kPaと乾湿繰り返し履歴を与えた後の初期サクシヨン0kPaの実験結果を、完全飽和状態での $\overline{CU}$ およびCD試験結果とともに示したものである。擬似飽和条件における排気・非排水せん断強度は、 $\overline{CU}$ 試験でのせん断強度と比較するとかなり大きい。実際の盛土にあてはめて考えれば、乾燥状態の盛土が降雨により急激に水浸することを想定すると、飽和化に伴う急激な強度低下が懸念されるものの、せん断強度の下限値である完全飽和状態のせん断強度までは、まだ余裕があることを示している。一方、非排水条件であるためにCD試験のせん断強度までには当然ながら至っていない。

乾湿繰り返し履歴を与えた擬似飽和条件の供試体では、乾湿繰り返し履歴のない場合と比較して若干のせん断強度の低下が見られる。これは乾湿繰り返し後の擬似飽和状態に差が生じている可能性を示唆している。

4. まとめ

急激な降雨によって冠水した盛土のせん断強度を検討するために、不飽和条件での排気・非排水せん断強度を実施した。その結果、完全飽和条件での非排水せん断強度を下限値、排水せん断強度を上限値と考えてよいことが確認されたが、降雨による乾湿繰り返し履歴によって、擬似飽和条件でのせん断強度が低下することが示唆された。盛土の長期劣化の要因の一つとなる可能性もあり、今後さらに詳細な実験で検証してゆく必要がある。なお、本研究は（財）道路保全技術センターの平成19年度研究開発助成を受けて実施したものである。記して謝意を表します。

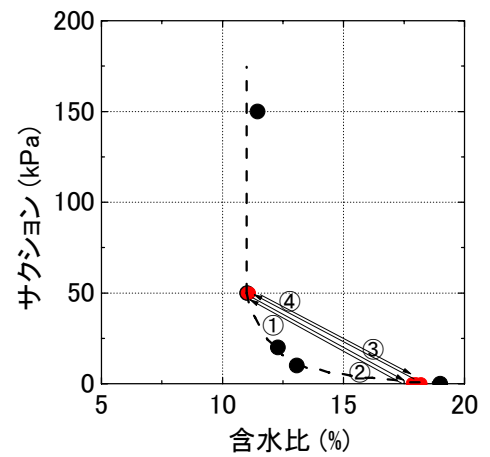


図4 水分特性曲線

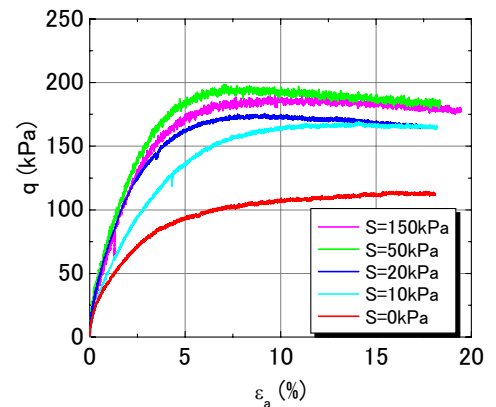


図5 不飽和三軸試験結果

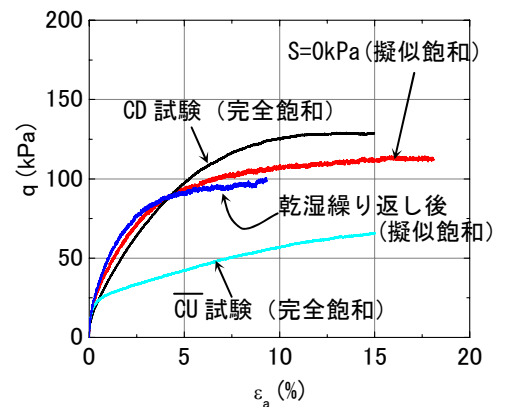


図6 サクシヨン0kPaでの比較