

給排水履歴を受けた泥岩由来の盛土材料のせん断特性の変化

東北大学 学 ○井林拓郎 正 加村晃良 フ 風間基樹

1. 研究背景と目的

高速道路や鉄道盛土の建設では、建設発生土を廃棄物にしないための環境的・社会的配慮から、切土と盛土の土量収支を重視する。そのため、スレーキング性材料であっても、適切な締固め管理や経過観察を前提として使用される。地盤内でスレーキングが発生すると、地盤内の細粒分が増加し、それらが移動・流出することで、内部浸食が引き起こされる。近年、土構造物においてスレーキングによる地盤材料の力学特性の変化が指摘されている^{1), 2)}。しかし、スレーキングの判断基準は感覚的なものであることや、その進行過程と土の排水・非排水せん断特性との関連には不明確な部分が多く、維持管理上の課題となっている。本研究では、高速道路の建設に実際に使用された泥岩由来の盛土母材を用いて、供試体に異なる給排水履歴を与え、各種排水条件で三軸圧縮試験を実施し、供試体のせん断特性の変化を評価した。

2. 試験方法

試験供試体には、秋田県の高速度近傍斜面から実際に採取した泥岩由来の盛土母材を用いた（写真1）。試料は、実盛土と同一母材であり、4.75mmを最大粒径として建設時の粒度分布に合うように、粒度調整をした。初期含水比は、施工時含水比に合わせて37%に設定した。供試体を突き固めによる締固め法で作製後、拘束圧50kPa、100kPaで圧密した。給排水履歴を付与するため、供試体下部から20kPaの負圧によって供試体の排水を行った。その24時間後、排水のための負圧を0kPaに戻すことで供試体への給水を行った。この排水と給水を1サイクルとし、0、2、4サイクルに対応した試験を実施した。なお、給排水された水量は供試体につながっているビューレットの読み値で計測した。その後、CDおよびCU条件下でひずみ制御による単調荷重を行った。さらに、その供試体を用いて、ふるい分け試験を行った。表1に試験ケース、図1に試験の手順を示す。

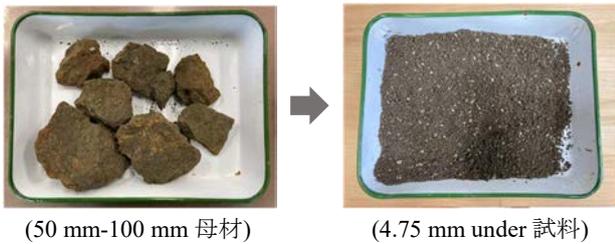


写真1 供試体に用いた試料の母材と試料

表1 試験ケース一覧

試験No.	含水比(%)	給排水履歴回数	拘束圧(kPa)	排水条件
1			50	
2		0	100	
3			50	CD
4		2	100	
5			50	
6	37		100	
7			50	
8		0	100	
9			50	CU
10		100		
11		50		
12		100		

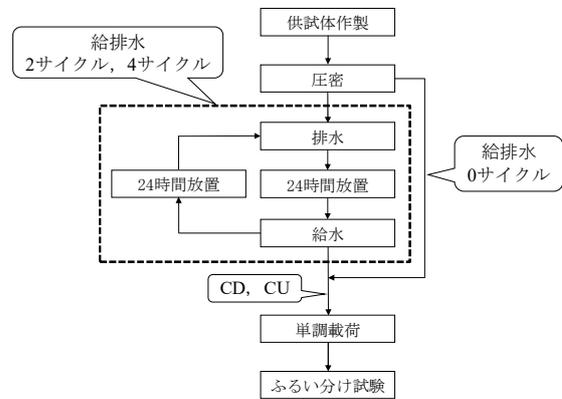


図1 試験手順

表2 給排水サイクル前後のビューレット読み値

給排水サイクル	給排水前の読み値 (ml)	給排水後の読み値 (ml)	給排水前後の差 (ml)
0	45.0	45.0	0.0
2	50.0	75.2	25.2
4	49.8	82.0	32.2

3. 給排水履歴によるせん断特性の変化

表2に拘束圧50kPaの給排水サイクル前後でのビューレット読み値の変化を示す。給排水サイクルが0回と2回の間では保水性が高くなり、2回と4回の間では保水性の変化は小さいことがわかる。この結果から、スレーキングによる細粒化、すなわち保水特性の変化は、初期の給排水履歴による影響が大きいと考えられる。

図2に拘束圧が50kPaで、給排水サイクルが0回、2回、4回の際の粒度の変化を表したグラフを示す。給排水サイクルが0回から2回の間で細粒分の割合が増加し、給排水サイクルが2回と4回の間での細粒分の増加割合は鈍化していることが分かる。内訳を見ると、250μm以上の粒径が特に細粒化していることが読み取れる。これらより、供試体の保水

性が高まったのは、給排水の作用によって細粒分が増加したためであるが、特に、大きい粒径における細粒化の影響が含まれていることが示された。

図3には、各給排水履歴における拘束圧 50 kPa の CD 条件下での応力-ひずみ関係を示す。いずれのケースも明確なピークを示さないひずみ硬化型の挙動であることが分かる。給排水サイクルが 0 回と 2 回の間で有意な強度低下を示したが、2 回と 4 回の間では大きな変化はみられなかった。これに対し、図4には、拘束圧 50 kPa のときの CU 条件下における応力-ひずみ関係を示す。CU 条件下では給排水サイクルが 2 回と 4 回の間にも強度低下を示した。図5には、せん断ひずみが 5%のときのせん断剛性率（給排水履歴 0 回の値で正規化したもの）について、CD 条件および CU 条件各々の結果を示す。CD、CU 条件ともに給排水サイクルが 0 回と 2 回の間でせん断剛性率が急激に低下した。また、給排水サイクルが 2 回と 4 回の間において、強度同様に CU 条件のみせん断剛性率の低下がみられた。図6には、拘束圧 100 kPa の CU 条件下でのせん断剛性率とせん断ひずみの関係を示す。拘束圧 50 kPa と同様に給排水サイクルが 0 回と 2 回の間でせん断剛性率は低下したが、2 回と 4 回の間では大きな変化はみられなかった。

これらより、泥岩由来の本試料では、特に初期の給排水履歴によってスレーキングが進行し、せん断強度と剛性（即ち変形特性）の各々の低下を引き起こすことが示された。

4. まとめ

- スレーキング性を有する泥岩由来の供試体に給排水履歴を与えると、履歴 0 回と 2 回の間で細粒分の割合が特に増加し、それに伴って、保水性も高まった。また、250 μm 以上の粒径で特に細粒化が生じた。
- 拘束圧 50 kPa では、CD、CU 条件ともに、給排水履歴が 0 回と 2 回の間でせん断強度やせん断剛性の低下がみられた。CU 条件では、給排水履歴が 2 回と 4 回の間でもせん断強度やせん断剛性率の低下がみられた。
- 拘束圧 100 kPa でも拘束圧 50 kPa と同様の剛性低下の傾向が見られた。

謝辞

本研究で使用した泥岩試料の採取にあたっては、東日本高速道路(株)東北支社秋田管理事務所ならびに奥山ボーリング(株)の小松順一氏、福田敦氏にご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 菊本統, 福田拓海, 京川裕之: 破碎泥岩のスレーキング現象と変形挙動, 土木学会論文集 C(地圏工学), Vol.72, No.2, pp. 126-135, 2016.
- 2) Sakai, T. & Nakano, M.: Effects of slaking and degree of compaction on the mechanical properties of mudstones with varying slaking properties, *Soils and Foundations*, Vol. 59, pp. 56-66, 2019.

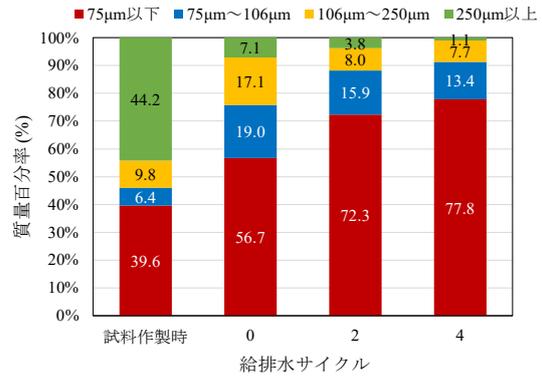


図2 給排水回数と粒度変化の関係

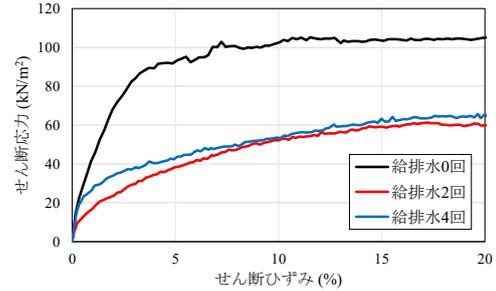


図3 CD 条件下での応力-ひずみ関係(50 kPa)

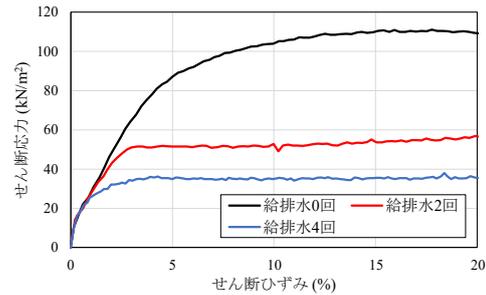


図4 CU 条件下での応力-ひずみ関係(50 kPa)

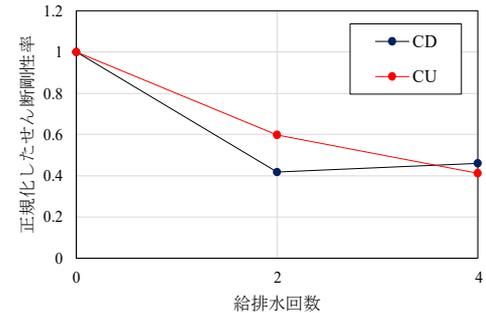


図5 せん断剛性率と給排水回数の関係(50 kPa)

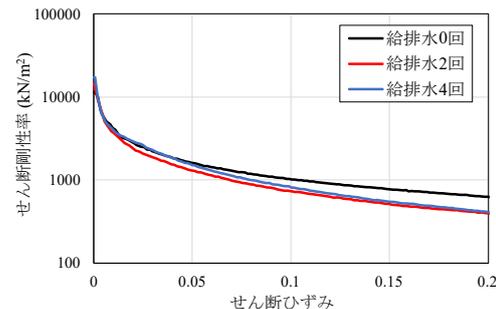


図6 せん断剛性率とせん断ひずみの関係(100 kPa)