

屋外盛土の湛水実験によるふとんかごの排水効果の検証

日本大学工学部 学生会員 ○山田 貴士
 日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

近年、日本各地で起きている豪雨により、盛土等の土構造物が崩壊する被害が多く報告されている。その対策としてふとんかご工法が用いられている。この工法は盛土の法尻部にふとんかごを設置し、盛土内部の地下水位を低下させ、法尻を補強している。降雨時の、ふとんかごの対策効果について、境界条件を明確にした屋外盛土実験¹⁾により約1年間の土中の体積含水率を計測し、その推移と空間分布²⁾を求めた。しかし盛土全体で見ると降雨のみの条件では排水効果が限定的であった。そこで本研究では屋外盛土の天端にトレンチを設けて湛水し、盛土を湿潤させることで、ふとんかごの排水効果と法尻補強効果の検証を行った。

表-1 盛土の透水係数と現場密度

	ρ_d (g/cm ³)	ρ_t (g/cm ³)	w (%)	透水係数 (m/s)
対策	1.59	1.72	8.3	6.07×10^{-4}
無対策	1.68	1.82	8.4	3.09×10^{-4}

2. 実験方法

屋外盛土の全景を写真-1に示す。対策盛土及び無対策盛土の概要図を図-1、図-2に示す。各盛土の天端には深さ400mm、幅600mmのトレンチを設けた。なお奥行は対策盛土では1970mm、無対策盛土では1740mmとした。トレンチの土留めには塩ビ板(厚さ5mm)の箱を使用した。また、底面には浸食防止のために不織布(ニードルフルマット、NN-10、厚さ1cm)を敷設した。盛土の体積含水率は土壌水分計(DECAGON社 EC-5)を用いて測定した。

3. 実験結果

トレンチ掘削時に盛土の天端の表層(約GL-13cm)で乱さない土を採取し、定水位透水試験を実施した。加えて土の現場密度試験(砂置換法)も実施した。それらの結果を表-1に示す。対策盛土の透



写真-1 屋外盛土の全景

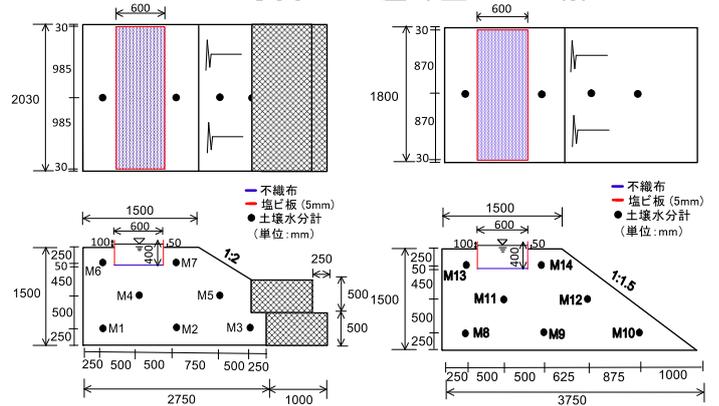


図-1 対策盛土の概要

図-2 無対策盛土の概要

表-2 実験時の経時時間における操作と盛土の状況

No.	経過時間(h)	水位調整の操作	盛土の状況
1	0	注水開始	
2	1.7		無対策盛土の法尻から水が少しづつ出始める
3	4.2		無対策盛土が定水位
4	4.75		対策盛土が定水位
5	6.0	注水停止	
6	9.3	注水再開	
7	16.7		無対策盛土の右側に亀裂が入り法尻が少し崩れる①
8	18.6	定水位にするために注水量を増やす	
9	19.4		無対策盛土の右側の法尻が崩壊する②
10	19.6		無対策盛土定水位
11	19.8		無対策盛土の左側に法尻に亀裂が入る③
12	19.9		無対策盛土の左側の法尻が崩壊する④
13	20.6		対策盛土定水位
14	27.2	注水停止	
15	28.3		対策盛土の水がすべて抜ける
16	28.7		無対策盛土の水がすべて抜ける



写真-2 法尻の経時変化

キーワード 盛土 ふとんかご 排水効果 湛水実験

連絡先(福島県郡山市田村町徳定中河原1・024-956-8710)

水係数は無対策の約2倍程度高い事がわかる。これは対策盛土の密度が無対策盛土よりも低かったためと考えられる。湛水実験における経過時間と水位調整の操作及び盛土で見られた変化等の観察状況を表-2に示す。表中の①～④の無対策盛土の法尻の状況の経時変化を写真-2に示す。水位の経時変化を図-3に示す。図中には湛水時の注水量(1分間あたり)を示したが、注水量は3.7～4.1ℓ/minであり、途中から8.6～8.8ℓ/minと増やしている。図-3より一旦注水を停止(No.5)してから注水を再開(No.6)までの変化を見ると、対策盛土の方が水位が低下している事が見て取れる。このことから対策により一定の排水効果があらわれている事がわかった。

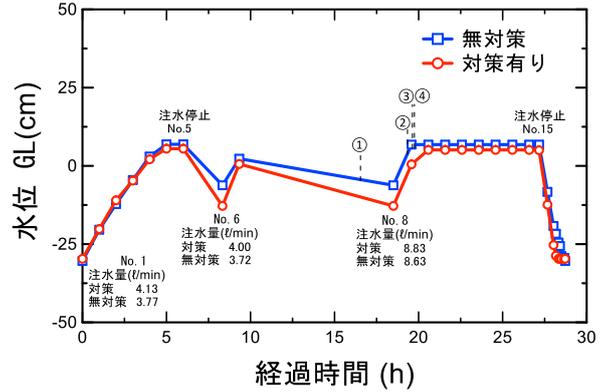


図-3 トレンチ内の水位の経時変化

無対策盛土の実験終了時の法尻の崩壊状況を写真-3に示す。写真より崩れて崩壊した箇所には、水道(みずみち)による空洞が観察できた。一方で対策盛土には変状は見られなかった。このことより、ふとんかごには法尻補強効果がある事がわかった。



写真-3 無対策盛土の法尻崩壊状況

盛土内の3箇所の土壌水分の推移について、法肩の真下を図-4、法面中段を図-5、法尻を図-6に示す。ここで飽和した時の体積含水率は約 $\theta_{sat} = 0.31$ である。法肩の真下では無対策と対策では、ほとんど差は見られなかった。法面中段では注水を停止した後、対策盛土の方が、体積含水率が高い飽和状態が長く続いた。一方、法尻では対策盛土の方が体積含水率が速く低下した。体積含水率の結果より、ふとんかごの排水効果は法尻付近では見られたものの、盛土全体で見ると限定的である事がわかった。

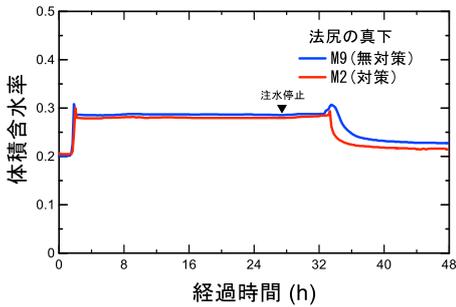


図-4 体積含水率の経時変化 (法肩真下)

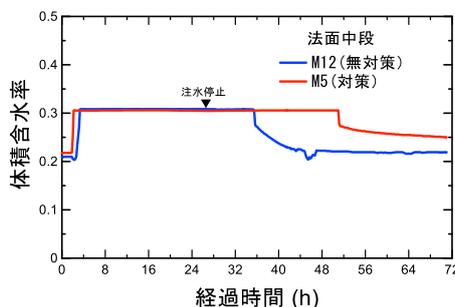


図-5 体積含水率の経時変化 (法面中段)

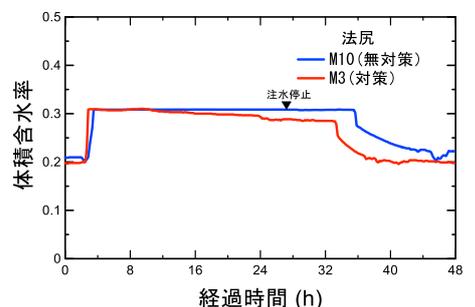


図-6 体積含水率の経時変化 (法尻部)

4. まとめ

本研究では屋外盛土の天端に湛水し、ふとんかごによる排水効果と法尻補強効果を検証して以下のことがわかった。1) 対策盛土のトレンチの水位は低下速度が大きく、ふとんかごによる排水効果が確認できた。2) 体積含水率からは、法尻において対策による排水効果が見られたが、盛土全体で見ると限定的であることが分かった。3) 無対策盛土は湛水により法尻の両端が崩壊し、水道(みずみち)が生じた一方で、対策盛土に変状はなく、法尻補強効果が確認できた。

謝辞

本研究は JSPS 科研費(課題番号 16K06495、代表: 仙頭紀明 日本大学)の助成を受けました。記して謝意を示します。

参考文献

- 1) 矢口雅人・清原雄康・海野寿康・仙頭紀明. ふとんかごの排水効果に着目した屋外盛土の作製. 土木学会東北支部技術発表会. 2017, III-62
- 2) 水巻隼人・清原雄康・海野寿康・仙頭紀明. ふとんかごを用いた屋外盛土実験による排水効果の評価. 土木学会東北支部技術研究発表会. 2018, III-42