

ふとんかごの排水効果に着目した屋外盛土湛水実験の再現解析

日本大学大学院 学生会員 ○石井 康介
日本大学 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

近年、日本各地で多発する豪雨に起因する盛土の崩壊事例が数多く報告されている¹⁾。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るとともに、法尻を補強している。矢口ら²⁾は、降雨時のふとんかごの排水効果を明らかにするために、境界条件を明確にした屋外盛土を作製した。水巻ら³⁾は、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、山田ら⁴⁾は、屋外盛土の天端に

トレンチを設けた湛水実験を実施し、ふとんかごによる排水効果を確認した。本研究では、ふとんかごで補強した盛土内部の浸透挙動を明らかにするために湛水実験の再現解析を行い、実験結果と解析結果を比較した。

2. 実験概要

山田らの実験の無対策盛土及び対策盛土の概要図を図-1に示し、各盛土におけるトレンチ水位の経時変化を図-2に示す。非定常浸透流解析は、2次元FEM地盤解析ソフトのPLAXIS 2Dを用いて解析した。解析で用いた盛土(山砂)及びふとんかごの水分特性曲線を図-3に、材料パラメータを表-1に示す。ふとんかごの透水係数は栗石を用いているため清浄な礫と同程度の十分に大きい値とした。不飽和浸透特性にはVan Genuchtenモデル(VGモデル)を用いた。山砂の解析パラメータは、保水性試験結果をフィッティングすることで決定した。ふとんかごの解析パラメータは、観察結果から、かご内部には保水されることがないため、飽和度の上昇に伴いサクションが急激に減少するような特性を設定した。境界条件は、盛土背面と底面、トレンチ側面を不透水境界、トレンチ底面を水頭境界とした。なお、図-3に示すトレンチの湛水実験におけるトレンチ水位変化を上記の水頭境界に与えた。

3. 実験結果

図-4に盛土法肩より1.25m下の地盤の飽和度の経時変化の比

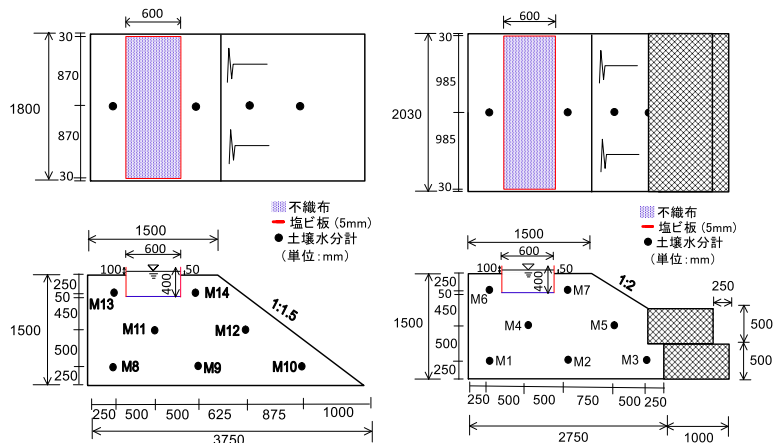


図-1 無対策盛土及び対策盛土の概要

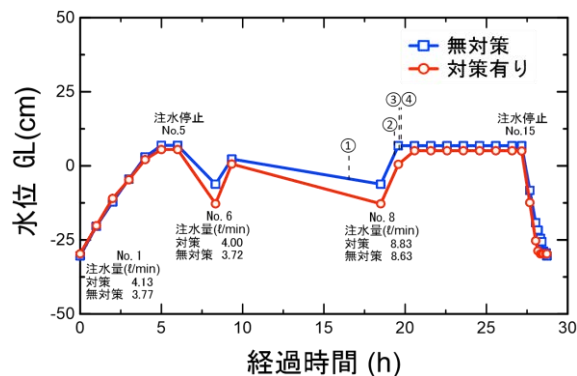


図-2 トレンチ水位の経時変化

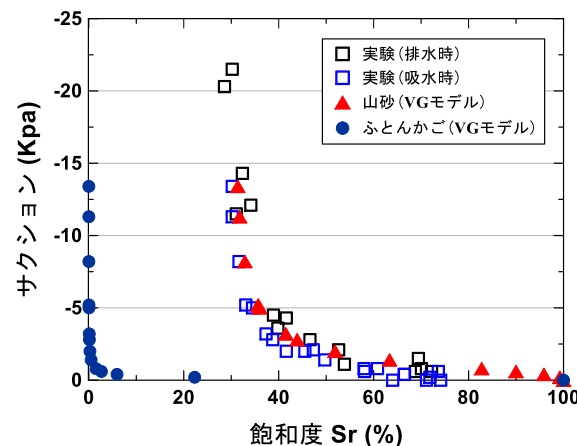


図-3 水分特性曲線

キーワード ふとんかご，屋外盛土実験，非定常浸透流解析，排水効果

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学土木工学科 TEL024-956-8710

較図を示す。なお、実験では土壌水分計を用いて体積含水率を測定していたため、飽和度に換算して比較を行った。実験では注水停止後の対策盛土と無対策盛土で飽和度の低下傾向がほぼ等しいのに対し、解析では対策盛土の方が先に飽和度が低下した。これは、実験では無対策盛土法尻に水道が形成されたため飽和度が低下したと考えられる。次に盛土法尻付近(G.L.-1.25m)の飽和度の経時変化の比較図を図-5に示す。解析は対策盛土の方が無対策盛土よりも先に飽和度が低下する傾向を概ね再現できている。次に盛土法面中段の飽和度を図-6に示す。解析は対策盛土が無対策盛土よりも先に飽和度が低下する傾向を示したがその差はわずかであった。また、実験結果では、対策盛土より先に無対策盛土の飽和度の低下がみられた。これは、かご背面に敷設した不織布の目詰まりの影響か、センサー(M5)の不良等が考えられるが、詳細については不明である。図-7に無対策盛土のり尻が崩壊した時(19.4時間経過時)の盛土内の飽和度の分布を示す。対策盛土では盛土のり面表層の飽和度が無対策盛土に比べて低下していることが確認できる。このことからふとんかごを設置したことにより盛土のり面の飽和度の上昇が抑制される効果が確認できた。

4. まとめ

本研究では、屋外盛土湛水実験の再現解析を行い以下のことが分かった。

- ・解析ではのり尻を含む盛土下部(1段目のかご付近)において対策が無対策よりも先に地盤の飽和度が低下し、ふとんかごによる排水効果がみられた。
- ・ふとんかご設置により盛土のり面表層付近の飽和度の上昇抑制が確認できた。

今後は、実際の造成盛土を対象にふとんかごの排水効果を検証していく予定である。

参考文献

- 1)村上哲, 安福規之, 廣岡明彦, 末次大輔, 酒匂一成, 廣渡幸大:平成 30 年 7 月豪雨で九州地域に生じた地盤災害と課題, 地盤工学会誌, Vol.67, No.7, 2019.
- 2)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研究発表会, III-62, 2017.
- 3)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, III-42, 2018.
- 4)山田貴士, 仙頭紀明: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, 土木学会東北支部技術研究発表会, III-33, 2019.

表-1 解析に用いたパラメータ

	山砂（無対策）	山砂（対策）	ふとんかご
透水係数 $k(m/s)$	3.09×10^{-4}	6.07×10^{-4}	1.00×10^{-1}
S_{res}	0.3000		0
S_{sat}	1.000		1.000
g_n	2.500		3.000
g_a 1/m	10		100
g_l	0		

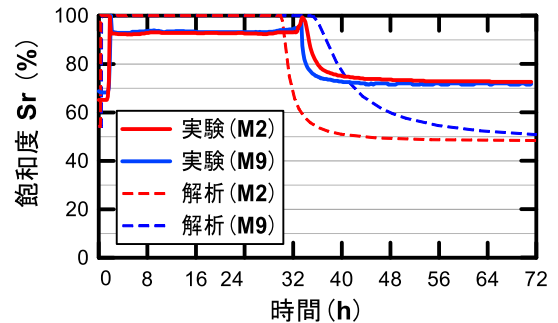


図-4 実験及び解析における飽和度の経時変化(M2,M9)

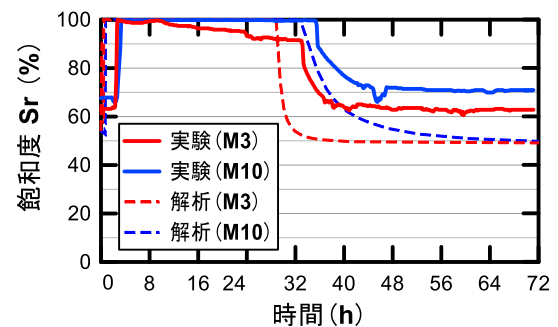


図-5 実験及び解析における飽和度の経時変化 (M3, M10)

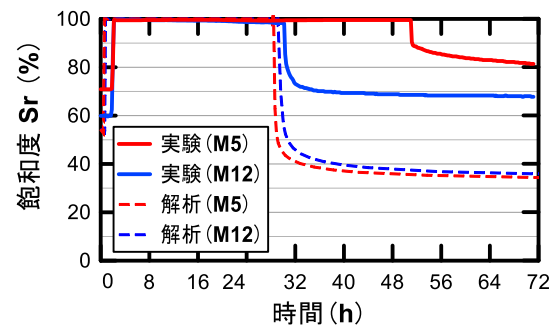


図-6 実験及び解析における飽和度の経時変化 (M5, M12)

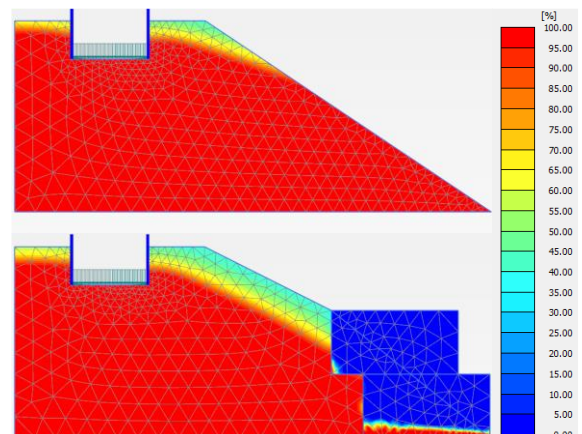


図-7 盛土飽和度の比較(無対策盛土のり尻崩壊時)