

ふとん籠を設置した造成盛土における地下水位変動と排水性の評価

日本大学工学部 学生会員 ○高橋 直也

日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

2008年に発生した岩手・宮城内陸地震によって宮城県栗原市の重力式擁壁を設置した造成盛土法面が崩壊した。崩壊の様子を写真-1¹⁾に示す。現場の盛土材は火山灰質砂質土が主体で、透水性が低く、地下水位が高かったため、擁壁に高い水圧が作用していたことが崩壊の一因とされている。そこで、排水効果が期待できるふとん籠擁壁(写真-2)を用いて復旧し、その後2011年に発生した東日本大震災では、このふとん籠擁壁に変状は見られなかった。本研究では、当該盛土において2013年から観測している地下水位記録を用いて、盛土内の地下水位の変動の傾向と雨量に関する指標との関係性を分析した。加えて、非定常浸透流解析を行い、造成盛土内の地下水位分布を求め、ふとん籠の排水による対策の効果を評価した。

2. 地下水位観測結果とその評価

盛土内の地下水位は図-1²⁾に示す位置で観測した。2013年8月から1時間毎に計測し、現在も継続中である。観測期間中の地下水位と時間雨量の関係を図-2に示し、最高水位および最低水位を表-1に示す。雨量データは、気象庁のアメダス(鶯沢)を用いた。観測期間で最も地下水位が上昇した2015年の連続雨量と地下水位の関係を図-3に示す。無降雨状態に対して、24時間以内の連続雨量が20mm以下であれば、地下水位の上昇は見られなかった。土壌雨量指数³⁾と地下水位の関係を図-4に示す。土壌雨量指数の上昇と地下水位の上昇は同期しているが、その後は地下水位の下降勾配の方が緩やかである。これは、造成盛土が集水地形¹⁾に位置するため、地山からの湧水が時間遅れを伴って盛土内に流入したものと考えられる。



写真-1 重力式擁壁の崩壊(2008)



写真-2 ふとん籠擁壁(2019)

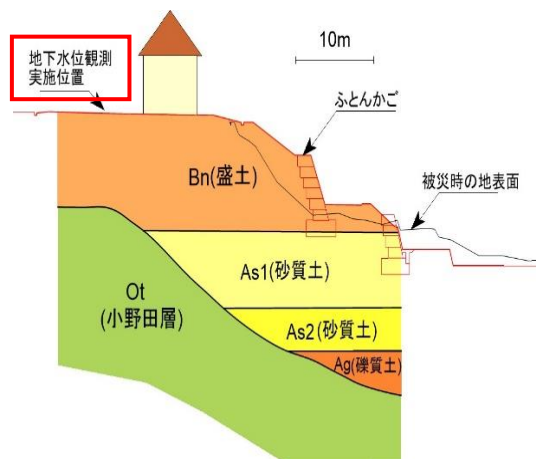


図-1 地下水位観測実施位置

表-1 各年の最高水位・最低水位

西暦	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
最高水位(m)	3.286	3.816	3.048	4.215	3.886	3.644	3.818
最低水位(m)	5.390	5.400	5.480	5.483	5.436	5.456	5.590

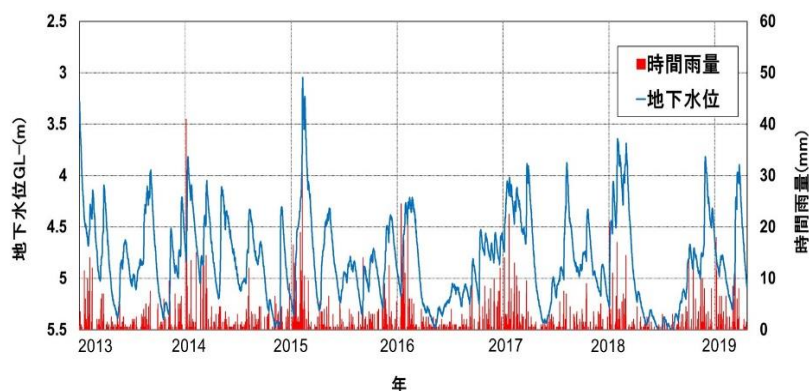


図-2 各年の地下水位と時間降水量

キーワード: 土壌雨量指数, 非定常浸透流解析, ふとん籠, 連続雨量

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部 地盤防災工学研究室 TEL024-956-8710

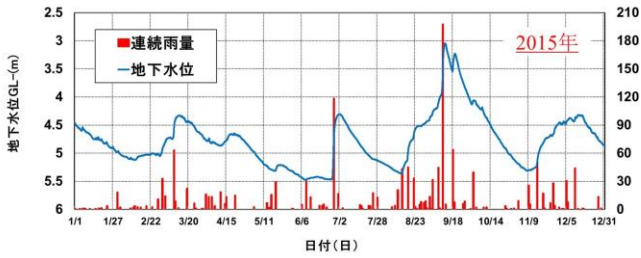


図-3 連続雨量と地下水位変動の関係

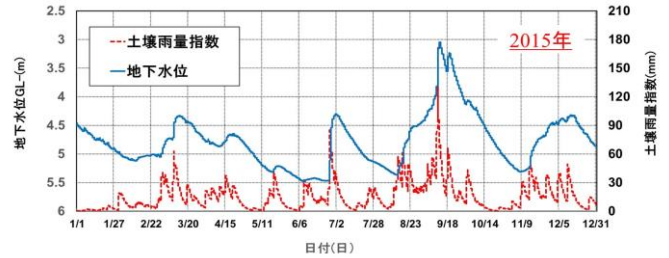


図-4 土壌雨量指数と地下水位変動の関係

3. 非定常浸透流解析

図-1の造成盛土を図-5に示すようにモデル化した。解析は、PLAXS2Dを用いて実施し、地下水位観測孔の設置場所を左端断面とした。盛土の粒度分布²⁾を参考に表-2に示す物性値を各層に与えた。解析では、まず盛土全体を飽和状態($S_r=99\%$)に設定した。その後、モデルの側面を水頭境界とし、左側は観測水位、右側は地下水位に設定し、盛土内の浸潤面が定常になるまで計算を行った。解析は観測水位が最高の(GL-3.048m)時、最低の(GL-5.590m)時について実施した。最高水位の結果を図-6、最低水位の結果を図-7に示す。解析結果から、ふとん籠背後の地下水位は低い状態に保たれており、壁面に水圧は作用しておらず、排水効果が確認できた。

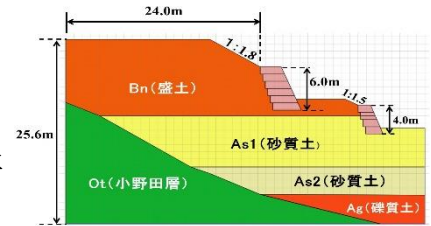


図-5 解析モデル

表-2（非定常浸透流解析）物性値

土層区分	透水係数 k (m/day)	不飽和モデル	水分特性モデル
Bn(盛土)	1.063	Van Genuchten	USDA(砂質ローム)
As1(砂質土)	1.063		
As2(砂質土)	1.063		
Ag(砂質土)	1.063		
Ot(小野田層)	0.100		USDA(砂)
Gabion(ふとん籠)	86.40		

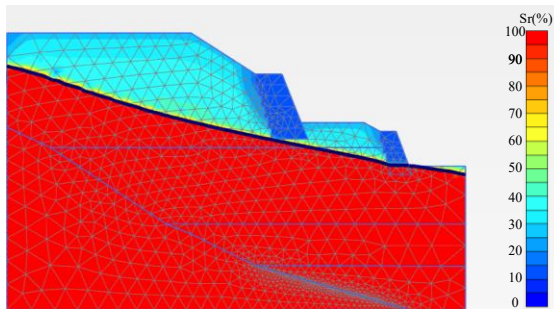


図-6 最高水位時の盛土内の飽和度分布

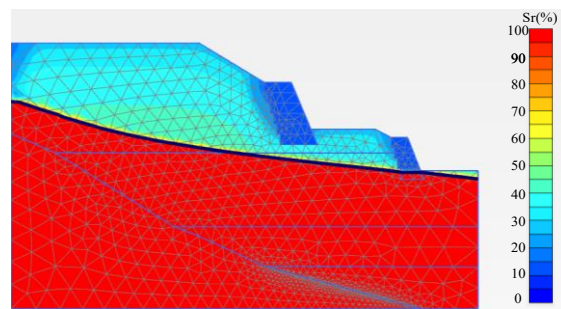


図-7 最低水位時の盛土内の飽和度分布

4. まとめ

本研究では、ふとん籠擁壁を含む造成盛土の地下水位観測結果から、地下水位変動と雨量の関係を分析した。加えて、造成盛土の非定常浸透流解析を行って以下のことが分かった。

- 1) 無降雨状態に対して、24時間以内の連続雨量が20mm以下であれば、地下水位の上昇は見られなかった。
- 2) 土壌雨量指数の上昇と地下水位の上昇は同期しているが、造成盛土が集水地形に位置するため、地下水位の下降勾配の方が緩やかである。
- 3) ふとん籠背後の地下水位は低い状態に保たれており、壁面に水圧が作用しておらず、ふとん籠の排水効果が確認できた。

謝辞：宮城県教育庁施設整備課より、地質調査データ提供及び水位観測にご協力頂き、記して、謝意を示します。

参考文献

- 1) 小林勇雅, 仙頭紀明: かご工を設置した造成盛土の地下水位変動とその要因分析, 土木学会東北支部技術研究発表会, III-52, 2015.
- 2) 川崎丞, 仙頭紀明: かご工を設置した盛土斜面の地下水位変動と対策効果の検証, 土木学会東北支部技術研究発表会, III-1, 2014.
- 3) 気象庁: 土壌雨量指数 (<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.html>) 閲覧日 2020年1月15日)