

## 京都府綾部市安国寺裏斜面の体積含水率と地下水位の考察（その2）

大阪産業大学 学生会員 ○清水大雅・綾部大吾・加藤諒

大阪産業大学 正会員 小田和広

中央開発（株） 正会員 矢野晴彦

大阪大学 正会員 小泉圭吾

鹿児島大学 正会員 伊藤真一

立命館大学 正会員 藤本将光

（株）ダイヤコンサルタンツ 正会員 鏡原聖史

高知大学 正会員 笹原克夫

## 1. はじめに

地盤工学会関西支部の「斜面災害のリスク低減に関する研究委員会（委員長：芥川真一神戸大学教授）」では、斜面災害のリスク評価手法の開発を目指して、過去に顕著な斜面崩壊が発生した京都府綾部市安国寺裏斜面において斜面動態モニタリングを行っている<sup>1)</sup>。本報告では、既存の報告<sup>2)</sup>に引き続き、体積含水率の特徴的な挙動と土質特性について考察する。

## 2. 対象斜面と地下水位計の設置位置

図-1 は観測機器の設置状況を示している<sup>3)</sup>。両側を尾根に挟まれた細長い形状の斜面において、傾斜、体積含水率および地下水位の計測を行っている。体積含水率は傾斜計の設置地点付近の深さ 20cm の深度に設置した土壌水分計によって計測される。本発表では、K-2~K-5 までの4地点における体積含水率に着目して考察する。

## 3. 体積含水率の挙動

図-2 は 2018/7/4 から 7/7 までの時間雨量と体積含水率のそれぞれの変動を示している。数日間無降雨が続いた後、7/4 に比較的弱い降雨があった。その後、7/5~7/6 にかけて降雨が継続した後、7/7 に約 50mm/hr と約 20mm/hr の顕著な降雨があった。K-2 の体積含水率は、約 40% であったのが 7/5 の 19:00 に約 53% まで増加し、その後ほぼ一定のままとなっている。K-3 については、30% 弱であったのが 7/5 に約 35% まで増加し、その値を 7/7 の 2:00 まで保っている。その後、約 66% まで急増、約 40% まで急減、再び約 57% まで急増、直後に約 33% まで急減し、その値を保っている。K-4 については、7/4 の降雨によって約 52% から約 55% まで増加した後は、7/6 の 16:00 に約 60% まで増加するまではあまり変動していない。7/6 の 23:00 に一度減少するがすぐに約 64% まで増加し、7/7 の 16:00 に約 55% まで減少している。K-5 については、7/5 に約 52% から約 59% まで増加した後は、7/6 の 16:00 に約 62% まで増加するまでは変動は大きくない。7/6 の 23:00 に一度減少するがすぐに約 62% まで増加し、7/7 の 16:00 に約 57% まで減少している。

K-2, K-3, K-5 において 7/5 に体積含水率が増加し、7/5~7/6 の降雨期間中ほぼ一定値を保っているのは、擬似飽和現象であ

キーワード 地下水, 現地計測, 豪雨, 体積含水率, 斜面

連絡先 〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3 丁目 1-1 大阪産業大学工学部都市創造工学科 TEL 072-875-3001

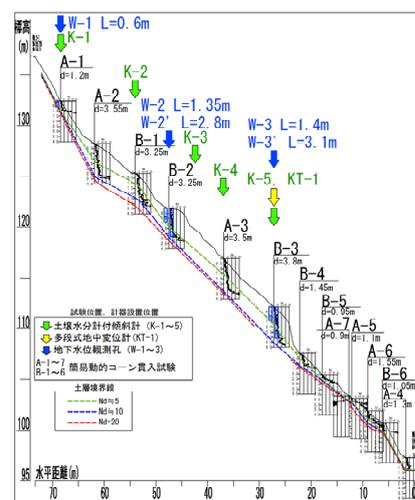


図-1 観測機器の設置状況 (V:H=1:2)<sup>1)</sup>

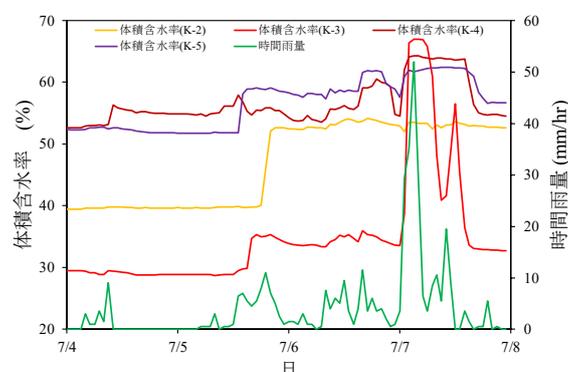


図-2 体積含水率と時間雨量の変動

る<sup>4)</sup>。擬似飽和現象とは、不飽和状態下において、斜面内の任意点における水の流入量と流出量がバランスした状態のことを指し、同図より僅かに微動が見られるのは降雨強度の影響によるものである。一方、K-4において、体積含水率が7/4の降雨によって増加し、その後ほぼ一定値を保つ現象は、無降雨期間であるので擬似飽和現象ではない。また、K-3、K-4およびK-5において7/7に60%を越える体積含水率に達するのは地下水によって地盤が完全に飽和したことによるものである<sup>2)</sup>。

#### 4. 土質に関する考察

前章で指摘したように、飽和時の体積含水率が62%~66%であるということは非常に高い空隙を有していること意味している。表-1はこの斜面の土の物理特性と透水係数を示している。礫や砂を多く含みながら高い空隙を有していることは非常に特徴的である。ところで、現地踏査の結果、周辺の山地の大部分は、はんれい岩で構成さ

図-3 地下水位と時間雨量の変動

地点	深度	粒度 (%)					土粒子の密度	自然含水比%	液性限界%	塑性限界%	現場透水試験 透水係数 m/s	備考
		礫	砂	シルト	粘土	細粒分						
W-1	0-0.5m	36.5	51.6	8.5	3.4	8.5	2.953	12.0	-	-	4.20E-05	
W-2'	0-0.5m	12.5	47.2	22.1	18.2	22.1	2.874	23.4	52.8	27.4		
	0.5-1.0m	10.5	41.8	24.2	23.5	24.2	2.864	24.9	53.3	27.6		
	1.0-1.3m	7.1	34.5	27.4	31.0	27.4	2.856	26.2	66.5	27.3	1.55E-05	W-2
	1.5-2.0m	2.0	15.6	37.9	44.5	37.9	2.842	31.1	61.3	26.8		
W-3'	2.5-2.8m	17.1	51.6	20.3	11.0	20.3	2.941	21.2	46.5	24.4	1.32E-05	
	0-0.5m	15.1	34.2	27.9	22.8	27.9	2.811	34.9	74.7	31.7		
	1.0-1.4m	3.9	15.6	34.8	45.7	34.8	2.858	36.4	68.3	31.2	9.42E-06	W-3
	1.4-1.5m	3.2	16.1	39.6	41.1	39.6	2.965	36.2	53.0	28.5		
	2.0-2.5m	7.4	17.8	41.1	33.7	41.1	2.907	32.7	59.3	28.5		
	2.8-3.0m	6.7	21.4	32.6	39.3	32.6	2.909	33.8	59.8	26.5	1.39E-05	

れ、一部に緑簾石角閃岩が局所的に分布していることが分かっている。研究対象の斜面は、それらが土砂化し、堆積して出来上がったものであると考えられる。ここで、はんれい岩の主要な構成鉱物である角閃石やかんらん石等の有色鉱物は、化学的風化や熱水変質により緑泥石やスメクタイトといった膨潤性の鉱物に変化しやすいと言われている。事実、崩壊斜面に残存していた強風化岩に対するX線回折(定性分析)の結果、構成鉱物は主に角閃石であり、膨潤性粘土鉱物であるスメクタイトを含有することを確認している。このような地質特性が、高い飽和体積含水率の成因となっているものと考えられる<sup>1)</sup>。

また、表-1からW-2'とW-3'における現場透水試験による透水係数には大きな違いはない。K-3、K-4およびK-5の飽和時の体積含水率はほぼ一致する。しかし、無降雨期間における体積含水率は、K-3が約30%であるのに対し、K-4とK-5では50%強である。つまり、K-3の土は、K-4やK-5地点の土に比べて非常に保水性が低い。保水性の違いは雨水の浸透特性に影響を及ぼす。今後その点から、地下水位の挙動を考察することも必要であろう。

#### 5. まとめ

本研究における主な知見を取り纏める

- ① K-2を除き、擬似飽和状態から地下水位の上昇による飽和状態に達していた
- ② K-2では地下水位が他の地点と比べ、低い位置までしか達しなかった。
- ③ 斜面の土は非常に高い空隙を有しており、それは地山が膨潤性に変化しやすい鉱物を有しているためである。
- ④ K-3の土は、K-4やK-5地点の土に比べて非常に保水性が低い。

参考文献 1) 地盤工学会関西支部：斜面動態モニタリングに基づく斜面安定性評価研究委員会報告書，2018. 2) 綾部大吾他：京都府綾部市安国寺裏斜面の体積含水率と地下水位の考察(その1)，令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会，(投稿中). 3) 矢野晴彦他：京都府綾部市安国寺裏斜面を対象とした動態モニタリング(その1)，地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム論文集，200-205，2018. 4) 小泉他：擬似飽和体積含水率に着目した現地計測データに基づく豪雨時ののり面監視手法に関する研究，地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム論文集，287-291，2019.