

風化花崗岩を基岩とする自然斜面における地下水位、変位計測と土壌雨量指数の関係

大日本ダイヤコンサルタント株式会社○池田 智博
 兵庫県 神戸県民センター 六甲治山事務所 山田 剛・堀口 翔平・有働 真
 大日本ダイヤコンサルタント株式会社 鏡原 聖史・山口 奨之
 岡崎 敬祐・伊東 陽希

1 はじめに

近年、豪雨による斜面崩壊の事例が増加している。気象庁では、土砂災害の危険度を評価する指標として、雨量に加え、土壌雨量指数を導入して、土砂災害警戒情報を発表している。気象警戒の一つである大雨警戒（土砂災害）の神戸市域での基準は、この土壌雨量指数 117 を用いている。しかしながら、土壌雨量指数は全国一様のパラメータを用いたタンクモデルであり、斜面内の挙動と比較した事例は少ない。一方、著者らは、風化花崗岩を基岩とする自然斜面において、地下水位と変位の計測を継続して行っている。そこで、対策工を施工した斜面と未施工の自然斜面を対象に水位計、斜面伸縮計、地中傾斜計等の計測データと、土壌雨量指数との関係を確認し、土砂災害の危険性に関連付けた解釈ができるか検討した結果について報告する。

2 調査地の概要

調査地は、兵庫県神戸市須磨区の高倉山（標高 167m）の山腹斜面中に位置しており、地質は花崗岩である（図 1 参照）。山腹斜面の表層には 1m 程度の表土層が分布しており、崩壊予防対策としてロープネット・ロックボルト併用工法が施工されている。また、降雨時や地震時の斜面の挙動を確認するために、山腹斜面に観測機器を図 2 のように設置している。観測機器は谷地形の側部に設置しており、施工斜面と未施工斜面にそれぞれ地表面伸縮計、地中内傾斜計、地下水位計を設置し、併せて雨量計も設置している。観測は、地下水位計、地表面伸縮計、地中内傾斜計は 10 分毎にデータを記録し、雨量計は 1 時間毎にデータを記録している。また観測は、2001 年の 8 月から現在までの約 24 年間にわたるデータを取得している。



図 1 調査位置図 1)

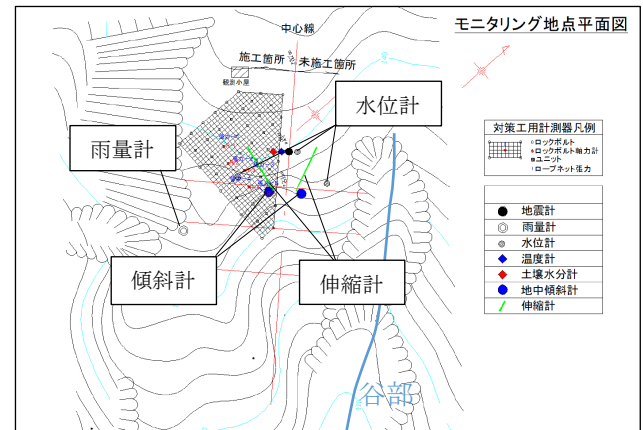


図 2 観測機器位置図

3 計測結果

本報告では、2021 年の観測結果について述べる。2021 年 1 月 1 日を初期値とした観測結果を図 3～図 5 に示す。土壌雨量指数は、1 時間雨量をもとに Ishihara&Kobatake (1979)²⁾ に基づいて計算した。

観測の結果、地下水位は土壌雨量指数が 65 を超過した際に上昇しており、例えば、5 月 21 日には 0.1m の上昇が観測されている。施工斜面と未施工斜面では地下水の発生状況に相違がある。この差異は、集水域などの違いによるものと考えられるが、明確な理由は不明である。

次に、未施工斜面の地表面伸縮計については、地下水位の発生時に累積される傾向が確認できる。この累積変位は、年間で約 2mm である。また、未施工斜面の地中内傾斜計についても同様で、年間で約 1.5mm の累積変位が確認できる。一方、施工斜面の変位は、未施工斜面と比較してわずかであり、対策工の変形抑制効果が発揮されているものと考えられる。

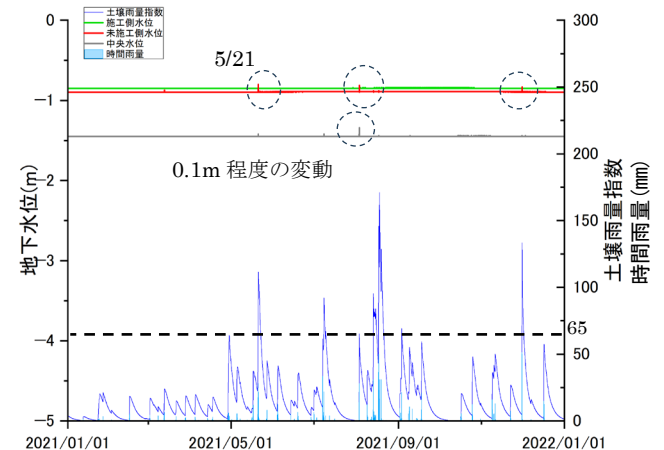


図 3 地下水位計観測結果

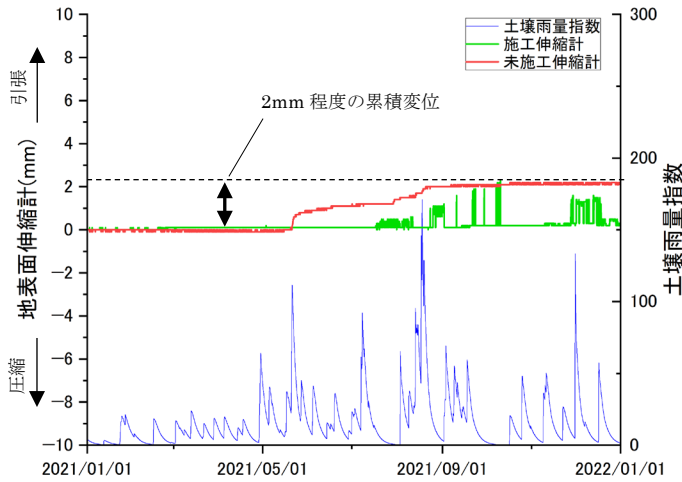


図 4 地表面伸縮計観測結果

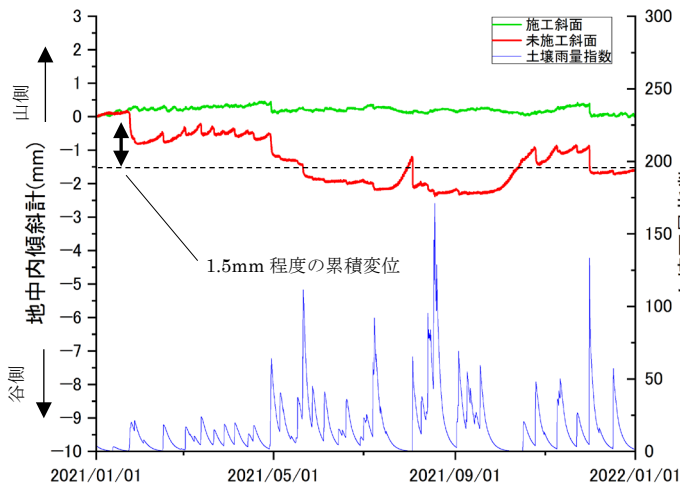


図 5 地中内傾斜計観測結果

4 考察

土壌雨量指数と観測結果の関係を見るために、2021年5月19日から24日までの計測結果を図6～図8に示す。図6から、地下水位は土壌雨量指数が65を超過し、かつ1時間に20程度上昇した際に一時的に形成され、すぐに低下している。一方、土壌雨量指数はゆっくりと低下している。このことから、地下水形成と土壌雨量指数との相関が認められるものの、地下水位の低下と土壌雨量指数の低下については相関がないことがわかる。

次に、未施工斜面においては、地下水位が発生したタイミング以降に変動が見られ、地表面伸縮計では0.6mm、地中内傾斜計では0.1mm程度の変動が観測された。

以上の結果から、本事例では土壌雨量指数が65を超過し、かつ1時間に20程度上昇した際に地下水が形成されることが分かり、自然斜面（未施工）において地表および地中に変位が確認された。このことから、土壌雨量指数によって、地下水位の発現状況や地盤変動の関係を整理できる可能性が示唆された。

5 おわりに

土壌雨量指数と斜面変動や地下水位の挙動について

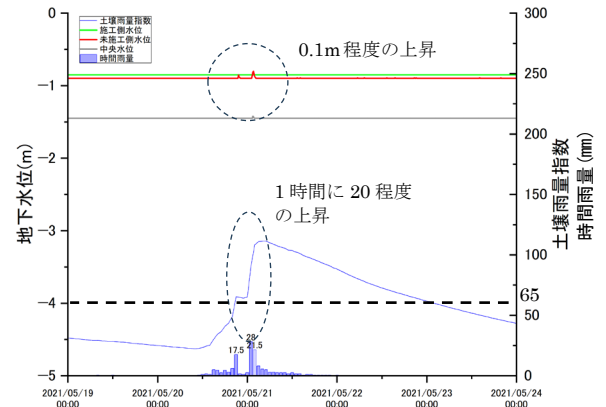


図 6 2021年5月21日降雨時の水位計

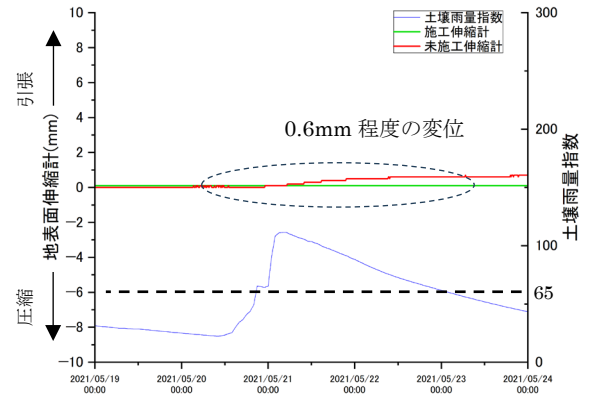


図 7 2021年5月21日降雨時の水位計

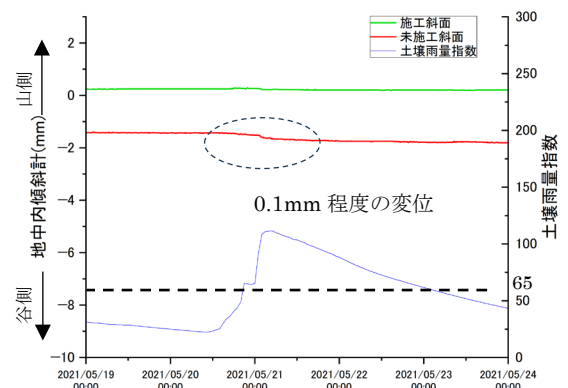


図 8 2021年5月21日降雨時の水位計

確認した。その結果、土壌雨量指数が65を超え、かつ20以上上昇する場合に地下水位が形成され、地盤の変形が確認されることが確認できた。また、同様の規模の降雨を受けることで、年間を通じて累積的に未施工斜面が変形していることも明らかになった。一方、施工斜面では変形が抑制され、累積変形が少なく、対策工としての変形抑制効果が示された。

今後、引き続き長期的なデータの蓄積を行い、土壌雨量指数との関係をさらに整理していきたい。

参考文献

- 1) 国土院地図：地理院地図（電子国土WEB）
<https://maps.gsi.go.jp/#17/34.649114/135.108382>
- 2) Ishihara&Kobatake(1979)
Runoff Model for Flood Forecasting:Manuscript received June 20, 197