

Seismic performance assessment of unsaturated soil slope in different groundwater levelsの紹介

村尾英彦* Hidehiko MURAO / 株式会社村尾地研 Murao Chiken Co., Ltd.

Landslides誌 (DOI10.1007/s10346-021-01674-w) に掲載された, Shuai Huang et al. (2021) による標記論文では, 地震動による土斜面の不安定化の主要因の一つが, 振動によって発生する過剰間隙水圧の上昇であることに着目し, 地震動によって発生する過剰間隙水圧を計算するための簡便な手法を1. 地震履歴において最大加速度が生じた時点で, 最大の過剰間隙水圧が発生する。2. 地震時せん断ひずみによる土の圧縮は, すべて間隙水圧に転化される。という2点の仮定をもとに構築し, この手法に基づいて, 数値解析と振動台実験から不飽和土斜面の耐震性能を検討している。

図-1は, 地下水の影響を考慮した数値解析結果(変位分布, せん断ひずみ, および塑性分布)を示したものである。図-1左側に変位分布を示しており, 地下水の影響がない場合(浸潤面高さ $H_w=0$ m)には, 最大変位は斜面形状に沿うように斜面の上部~中央部に集中している。一方で, 地下水の影響を考慮した場合(浸潤面高さ $H_w=16$ m)には, 地下水の影響がない場合と比較して, 斜面の上部~中央部のひずみ集中域が, さらに内部~底部方向へと発展している。このことから, 地下水の影響がない場合と, ある場合を比較すると, 地下水の影響がある(浸潤面が斜面内に存在する)場合には, すべり面が浸潤面よりも深い位置に形成されることを示し

ている。図-1右側には, せん断ひずみ, および塑性分布を示している。地震動の影響で, 斜面の法尻付近に応力集中が発生して, 塑性域はその周辺に分布することは共通しているが, 地下水の影響を考慮した場合には, すべり面がより深くなる傾向があることがわかる。塑性域については, 地下水の影響がない場合には, 斜面形状に沿うような形で, 地表付近に分布する。一方で, 地下水の影響を考慮した場合には, 塑性域はすべり面形状に沿いつつ, さらに深部にまで分布していることがわかる。

これらの解析結果から, 地震動によって, 地下水条件に関わらず, 斜面の法尻付近の有効応力が低下することでせん断ひずみが増加し, すべり面が形成されることは共通しているが, すべり面形状は浸潤面の位置の影響を受けると考察している。さらに, 浸潤面が斜面内に存在する条件下では, 比較的, 斜面の加速度が小さくなることを解析的に示しており, これは, 地下水が地震波の高周波成分を吸収して斜面の振動を低減させることが原因だと考察している。また, 振動台模型実験と数値解析結果を比べて, 塑性域分布や破壊モードが良く一致しているということを根拠として, 数値解析の妥当性を検証している。

以上の検討から, 地下水の影響を受けて浸潤面が高い斜面では変形が大きくなるなど, 斜面の耐震性能が浸潤面の位置によって異なることや, 破壊モードが異なることを明らかにしている。また, これらの結果から, 土斜面の耐震補強対策を検討する際には, 地下水条件を考慮する必要があることを示唆している。

内容にご興味のある方は, 是非論文を参照されたい。また, 近年では, 土斜面における破壊メカニズムを解明しようとする研究(例えばMurao, H. (2018), Murao, H. (2021))も増えてきているので, 興味のある方はそちらも併せて参照されたい。

引用文献

- 1) Murao, H., Nakai, K., Noda, T. and Yoshikawa, T. (2018) : Deformation/failure mechanism of saturated fill slopes due to resonance phenomena based on 1g shaking-table tests, Canadian Geotechnical Journal. Vol. 55, No. 11, pp. 1668-1681.
- 2) Murao, H., Nakai, K., Yoshikawa, T. and Noda, T. (2021) : Progressive Failure of unsaturated fill slope caused by cumulative damage in saturated zone, International Journal of GEOMATE. Vol. 20, No. 78, pp. 1-8.

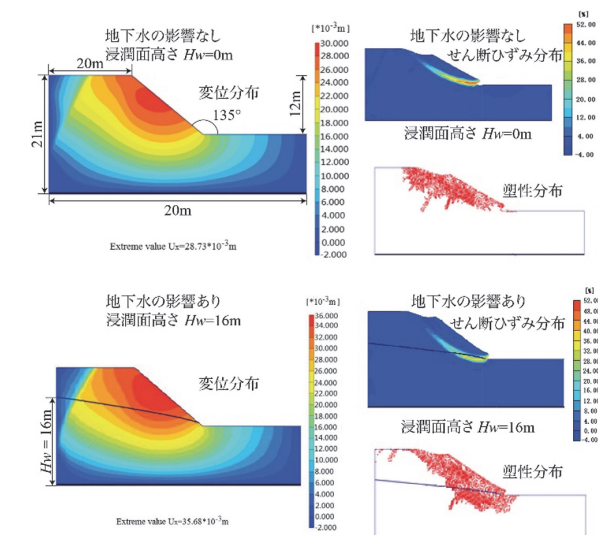


図-1 地下水位の影響を考慮した場合の斜面変位とせん断ひずみ, および塑性域分布
Huang et al. 2021のFig. 26, 27より転載, 加筆 (Springer承認済)