

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：16401

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K21061

研究課題名（和文）雨が止んだのに山が崩れた～降雨終了後の斜面の変形・破壊のメカニズム～

研究課題名（英文）Deformation and failure of a slope during drying process after rainfall

研究代表者

笹原 克夫（Katsuo, Sasahara）

高知大学・教育研究部自然科学系理工学部門・教授

研究者番号：90391622

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,600,000円

研究成果の概要（和文）：斜面崩壊の検知や予測のために斜面の変位や地下水位の計測が行われるが、その中で降雨中に地下水位が一定ないしは低下する条件下で、斜面の変位が進行し、崩壊に至る例がしばしば見られた。上記のような、一般の土質力学では表し得ない変位を再現するために、本研究では、時間依存性の変位増加を変位速度と加速度の関係を基に定式化し、それと地下水位上昇に伴う変位を表す双曲線関数を組み合わせたモデルを提案した。このモデルを人工降雨下の模型斜面の変位に適用したところ、地下水位上昇時のみならず、地下水位一定時ないしは低下時の変位増加を良く表し得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

降雨による斜面崩壊発生直前には、通常地下水位が上昇しながら斜面の変位が増加し、崩壊に至ることが多い。土質力学的な手法は、通常はこの地下水位上昇に伴う崩壊発生を説明している。しかし実際には、地下水位が一定ないしは低下する条件の下で、斜面の変位が進行し、崩壊に至る事例も多い。これを説明し、再現するモデルを構築することは、斜面崩壊の発生予測のために重要であり、土砂災害や斜面災害の対策、特に警戒避難などのソフト対策に大きく資することとなる。

研究成果の概要（英文）：Measurement of the displacement on the slope could be one of the effective tools to predict failure time of landslides. The displacement on the slope increased up to failure not only with rising groundwater level in most cases but also with constant or lowering groundwater level in the field or on model slope under rainfall, which was against the common understanding in soil mechanics. In this research project, the modelling of time-dependent displacement based on the relationship between the velocity and acceleration derived from the measured displacement was combined to the model of stress-dependent displacement based on the relationship between the groundwater level and the displacement to simulate the increase of the displacement with constant or lowering groundwater level in the slope. The proposed model could simulate the displacement on model slope with not only rising groundwater level but also constant or lowering groundwater level in the slope well.

研究分野：土砂災害発生の土質力学的メカニズムと発生予測システムの構築

キーワード：斜面崩壊 地すべり 降雨 地下水位 変位 クリープ 予測

1. 研究開始当初の背景

斜面崩壊の検知や予測のために斜面の変位や地下水位が計測される。人工降雨下の実斜面や模型斜面において、地下水位が一定ないしは低下傾向の下で、斜面の変位が進行し、崩壊に至る例がしばしば見られた¹⁾²⁾。現在の土質力学では、応力比の増加に伴うひずみ(変位)の増加が主に対象であり、特に応力比が減少する地下水位低下時の変位の進行は説明できない。しかし斜面上の変位計測に基づく斜面崩壊の予測手法を確立するためには、地下水位上昇時のみならず、地下水位一定時ないしは低下時の変位の増加と崩壊の発生を再現できるモデルが必要である。

2. 研究の目的

降雨による地下水位の変動に伴う変位の再現が可能な力学モデルを提案する。本モデルでは、地下水位一定時ないしは低下時の斜面の変位の再現が可能でなければならない。特に地下水位低下時の変位は、本来は応力比が減少する除荷条件下であるが、この場合は降伏局面内の弾性変形とみなす弾塑性モデルの考え方を準用し、応力(地下水位)変化による塑性ひずみ(変位)は発生しないと仮定する。そしてこの場合は時間依存性の塑性ひずみ(変位)が発生すると仮定する。この際弾性ひずみ(変位)は塑性ひずみ(変位)に比して小さいと仮定し、無視する。つまり本研究では、地下水位一定ないしは低下時には、時間依存性の塑性変位が発生すると仮定し、そのモデル化を行うこと、そして応力依存性の変位と組み合わせ、降雨による地下水位の上昇と低下による変位の増加を予測するモデルを構築する。

3. 研究の方法

防災科学技術研究所の大型降雨実験施設内で作製した、幅 150cm、厚さ 50cm 及び長さ 600cm の砂質模型斜面を 30 度に傾斜させ、15~30 mm/h の一定強度の散水を 4 回与えた。模型斜面はまさ土 ($D_{50} = 1.25\text{mm}$, $U_C = 21.88$) で作製し、 $e = 0.652\sim 0.678$, $w = 3.7\sim 4.4\%$ で締固めた。また散水は 1 回 1.5~4 時間で、散水の間隔を 3~9 日間とした。最後の 4 回目の散水 (Rain4) では、降雨強度 30 mm/h の散水を約 4 時間継続した時点で、模型斜面が崩壊した。実験方法の詳細は参考文献 2) を参照されたい。

実験中の計測データを、地下水位と地表面変位の関係として表したのが図 1 である。Rain1~3 の降雨イベントでは地下水位は上昇しなかったが、地表面変位は増加した (Stage I)。不飽和状態でのサクションの減少に伴う変位の増加と考えられるが、本報告ではこれは検討対象としない。Rain3 終了後に地下水位は上昇し (Stage II)、その後低下した (Stage III) が、それらの間も変位は増加した。最後の降雨である Rain4 により地下水位上昇と共に変位が急増し、崩壊に至った (Stage IV)。

次に時間依存性の変位を、福園³⁾の提唱する変位速度 - 加速度の関係式に基づいて表す。それを応力(地下水位)依存性変位を表す地下水位 - 変位の双曲線関数モデルと組み合わせる。こうして模型斜面の地下水位の変動に伴う変位を再現するモデルを構築する。そして時間依存性変位のモデル定数については、地下水位発生前の計測変位データを用いて定め、応力(地下水位)依存性変位のモデル定数は、第 1 回目の地下水位上昇期の計測データを用いて決定した。

4. 研究成果

(1) 地下水位上昇に伴う変位のモデル化

地下水位上昇時の斜面上の変位の増加は、地下

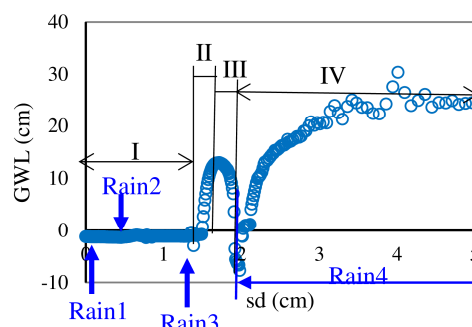


図 1 変位 sd と地下水位 GWL の関係 (実測)

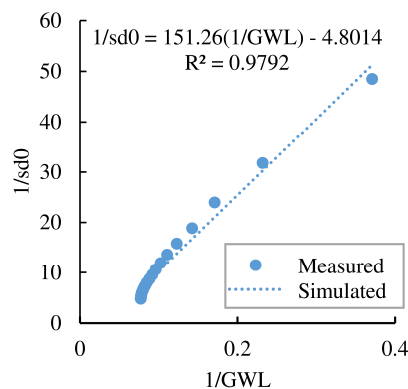


図 2 sd - GWL の実測値と近似曲線

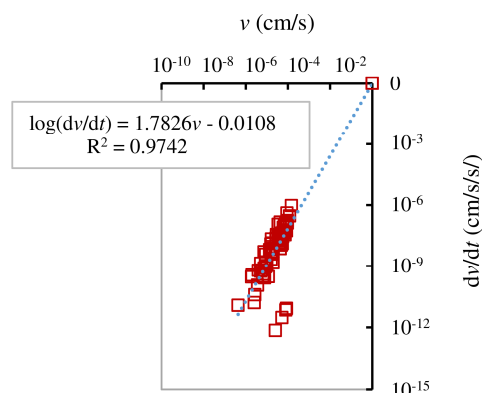


図 3 v と dv / dt の実測と近似直線

水位上昇と共に、地下水位上昇量に対する変位増加量が大きくなる。筆者はこれを地表面変位 sd と地下水位 GWL の間の双曲線関数で表現した⁴⁾。

$$sd = \frac{1}{G_{sur.}} \frac{GWL_{max} \cdot GWL}{GWL_{max} - GWL} \quad (1)$$

この関係を時間で微分すると、変位速度 v と地下水位上昇速度 $d(GWL)/dt$ の関係が得られる。

$$v = \frac{1}{G_{sur.}} \left(\frac{GWL_{max}}{GWL_{max} - GWL} \right)^2 \frac{d(GWL)}{dt} \quad (2)$$

上式(1)(2)で t は時間、 $v = d(sd) / dt$ であり変位速度、 $G_{sur.}$, GWL_{max} は定数である。

ここで定数 $G_{sur.}$, GWL_{max} を求める。式(1)の両辺を逆数に取り、 $X = 1/GWL$, $Y = 1/sd$ とすると、式(1)は以下の式(3)のように線形化できる。

$$Y = G_{sur.} \left(X - \frac{1}{GWL_{max}} \right) \quad (3)$$

この式(3)に従って、Stage II の実測の sd , GWL より X , Y を求め、両者の線形回帰を行うと(図2)、その結果より $G_{sur.} = 151.26$, $GWL_{max} = 31.5$ となった。

次に地下水位 GWL の計測値から時々刻々の地下水位上昇速度 $d(GWL) / dt$ を求め、上式(2)に代入して、対応する時刻の変位速度 v を求めた。変位 sd は変位速度 v を時間 t で積分することで求められる。

(2) 地下水位一定時および低下時の変位のモデル化

次に地下水位低下時の変位については、地下水位が低下すると有効応力が増加し、応力比が低下するが、このような条件下での変位の増加は力学的には考え難い。よって地下水位が低下することによる応力変化は変位に影響を与えないものと考え、一定応力条件下のクリープ変位と見なした。これを福圓の提案した変位速度 v - 加速度の絶対値 $|dv/dt|$ の間の以下の関係⁵⁾で表せると仮定した。

$$\left| \frac{dv}{dt} \right| = a \cdot v^\alpha \quad (4)$$

なお福圓は元々上式を $dv/dt > 0$ の場合に成立するとしたが、本研究で実施した、模型斜面での変位データに基づく検討では、 $dv/dt < 0$ の速度が減速する過程でも、加速度 dv/dt の絶対値を取れば、同一の a, α を用いて表すことができることが判明した⁵⁾。上式(4)を時間で積分して以下の $v - t$ 関係を求める。なお dv/dt の正負により場合分けがある。

$$\frac{dv}{dt} > 0 : v = \{a(1 - \alpha)(t - t_1) + v_1^{1-\alpha}\}^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (5)-1$$

$$\frac{dv}{dt} \leq 0 : v = \{a(\alpha - 1)(t - t_1) + v_1^{1-\alpha}\}^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (5)-2$$

上式で a, α は定数で、 t_1 及び v_1 は時間及び変位速度の初期値である。式(5)-1 は変位が加速的に増加して崩壊に至る場合に、式(5)-2 は変位速度が減少して変位が停止する場合に用いる。今回は、便宜的に前者は地下水位一定時に、後者は地下水位低下時の変位の増加に適用できると考える。

定数 a, α は Stage I 及び II の地下水位上昇時の計測データから v 及び dv/dt を求め、両者を両対

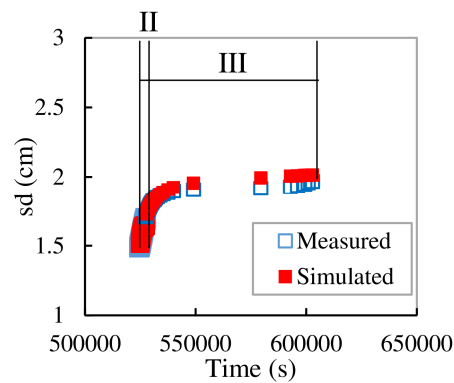


図4 Stage II- III における sd の再現結果

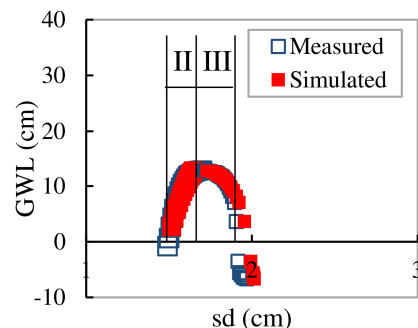


図5 Stage II-III における sd と GWL の関係の再現結果

数軸上に整理して線形近似して求めた結果 (図 3), $a = 0.9754$, $\alpha = 1.7826$ となった .

(3) モデルによる再現結果

上記のように Stage II の計測データから地下水位上昇時の変位をモデル化し, Stage I 及び II の計測データから地下水位一定時及び低下時のクリープ変位をモデル化した . これらのモデルを用いて, Stage III の地下水位低下時の変位と, Stage IV の地下水位上昇時の変位を再現した .

図 4 に Stage II ~ III の変位 sd の実測値と再現値の経時変化を比較して示す . Stage II (地下水位上昇時) における計測データより, 地下水位上昇時の変位モデルの定数を定めたため, Stage II における変位の実測値は良好に再現されることは当然であるが, 同時に地下水位低下時である Stage III における変位も良好に再現されたことがわかる . Stage III の変位は, Stage I ~ II における計測データより式(4)のモデル定数を定め, 変位加速度が負の場合のクリープ変位として式(5)-2 を用いて再現したが, 精度良く再現されたことがわかる . この結果を見ると, 地下水位低下時の変位をクリープ変位として扱うことが妥当であるといえる . 図 5 に同じく Stage II ~ III の間の変位 sd - 地下水位 GWL の関係の実測値と再現値を比較して示した . 図 4 における変位の経時変化が良好に再現されたことからわかるように, 変位 sd - 地下水位 GWL の関係も, 今回の計算により良好に再現された .

図 6 に Stage IV における, 地下水位上昇に伴う変位 sd の急増の実測値と再現値の比較を示す . 再現値は良く実測値の経時変化を再現しているようであるが, よく見ると実測値に比べて再現値の方が変位の増加が著しくなるタイミングが遅く, 結果として 1,307,500 秒では変位の再現値が実測値より 0.1cm ほど小さく, この差がその後大きくなる . 図 7 に変位 sd - 地下水位 GWL の関係の実測値と再現値を比較して示すが, これを見ると再現値の方が変位初期の曲線の勾配が大きい . これはモデル定数の G_{sur} の逆数である $1/G_{sur}$ に相当する . つまり Stage II における勾配 $1/G_{sur}$ が, Stage IV のそれより大きいことに由来して, この Stage IV における変位 sd の再現精度の悪さが生じたと考えられる .

(4) まとめ

本報告では, 地下水位上昇時における変位増加を変位 - 地下水位の双曲線関係で表すと共に, 地下水位低下時の変位増加を, 地下水位一定時と同様に, 応力一定条件下のクリープ変位と見なして, 福園の変位速度 - 加速度関係に基づく時間 - 変位速度式を導いて表した . その結果地下水位低下時の変位はクリープ変位として計算すると良好に再現できた . また地下水位上昇時の変位は, 第 1 回目の地下水位上昇時より, 2 回目 (崩壊直前) の地下水位上昇時の方が, 再現結果が微小に小さい結果となった . これは地下水位上昇時の変位 - 地下水位関係を表す曲線の勾配は, 前者の方が大きいことが原因であることが判明した . これが崩壊発生時刻の予測に与える影響と, その修正方法については今後の課題である .

参考文献

- 1) Hiroataka Ochiai, Katsuo Sasahara, and Yusuke Koyama: Landslide Field Experiment on a Natural Slope in Futsu City, Chiba Prefecture, Z. Arbanas et al. (eds.), Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk, ICL Contribution to Landslide Disaster Risk Reduction, pp.169-176, 2021, DOI 978-3-030-60713-5_18.
- 2) Katsuo Sasahara, Naoki Sakai: Shear and compression strain development in sandy model slope under repeated rainfall, Soils and Foundations 57, pp.920-934, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2017.08.021>
- 3) 福園輝旗: 表面移動速度の逆数を用いた降雨による斜面崩壊発生時刻の予測法, 地すべり 22(2): 8-13, 1985.
- 4) 笹原克夫, 酒井直樹: 地表面変位と地下水位のモニタリングに基づく斜面崩壊発生予測, 地盤工学ジャーナル 9(4): 671-685, 2014.
- 5) Katsuo Sasahara: A relation for accelerating deformation of sandy soil and its application to predict the time to failure of a sandy model slope under repeated rainfall, Environmental Earth Sciences, 81:208, 2022. <https://doi.org/10.1007/s12665-022-10322-y>.

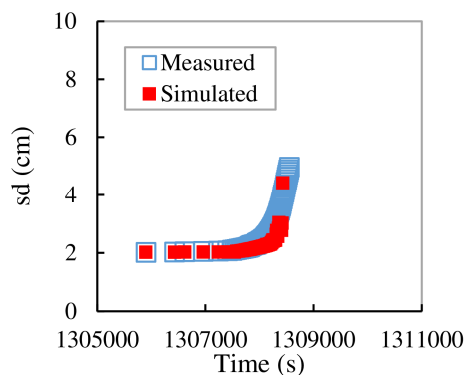


図 6 Stage IV における sd の再現結果

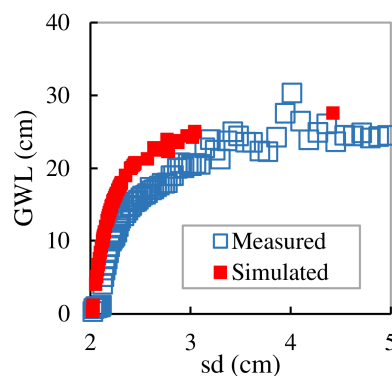


図 7 Stage IV における sd と GWL の関係の再現結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 笹原克夫, 佐藤渉, 渡邊聡, 岩田直樹, 土佐信一, 小泉圭吾	4. 巻 17
2. 論文標題 斜面上の変位モニタリングに必要な計測精度 - 斜面規模と計測精度の関係 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 地盤工学ジャーナル	6. 最初と最後の頁 217 ~ 225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3208/jgs.17.217	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sasahara Katsuo	4. 巻 19
2. 論文標題 Development of the surface displacement during repeated rainfalls in sandy model slopes: condition for the increase of the displacement to failure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Landslides	6. 最初と最後の頁 2791 ~ 2800
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10346-022-01932-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sasahara Katsuo	4. 巻 12
2. 論文標題 Development of the shear displacement of sandy soil due to absorption under constant shear stress for creep failure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-19287-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 笹原克夫	4. 巻 71(1)
2. 論文標題 表層崩壊の予測のための変位モニタリングの精度向上に向けて	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 地盤工学会誌	6. 最初と最後の頁 16 ~ 21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 笹原克夫	4. 巻 480
2. 論文標題 変位計測に基づく模型斜面の崩壊発生予測 - 変位増加から崩壊に至る力学的条件 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土砂災害予測に関する研究集会2021年度プロシーディング (防災科学技術研究所研究資料第480号)	6. 最初と最後の頁 51 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sasahara Katsuo, Hiraoka Nobutaka, Kikkawa Naotaka, Itoh Kazuya	4. 巻 80
2. 論文標題 Development of the surface displacement velocity in a full-scale loamy model slope under multistep excavation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of Engineering Geology and the Environment	6. 最初と最後の頁 4389 ~ 4403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10064-021-02226-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Bhat Deepak Raj Bhat, Soichiro Osawa, Akihiko Wakai, Katsuo Sasahara, Netra P. Bhandary, Fei Cai, Hirotaka Ochiai, and Norihiro Tanaka	4. 巻 16
2. 論文標題 Rigorous Analysis of Stress-Dependent Landslide Movements with Groundwater Fluctuations Applicable to Disaster Prevention in Monsoon Asia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Disaster Research	6. 最初と最後の頁 658 ~ 673
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jdr.2021.p0658	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sasahara Katsuo	4. 巻 81
2. 論文標題 A relation for accelerating deformation of sandy soil and its application to predict the time to failure of a sandy model slope under repeated rainfall	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Environmental Earth Sciences	6. 最初と最後の頁 208 ~ 208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12665-022-10322-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sasahara Katsuo	4. 巻 3
2. 論文標題 Velocity and Acceleration of Surface Displacement in Sandy Model Slope with Various Slope Conditions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 N. Casagli et al. (eds.), Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk, ICL Contribution to Landslide Disaster Risk Reduction	6. 最初と最後の頁 315 ~ 320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-60311-3_37	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ochiai Hiroataka, Sasahara Katsuo, Koyama Yusuke	4. 巻 5
2. 論文標題 Landslide Field Experiment on a Natural Slope in Futtsu City, Chiba Prefecture	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Z. Arbanas et al. (eds.), Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk, ICL Contribution to Landslide Disaster Risk Reduction	6. 最初と最後の頁 169 ~ 175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-60713-5_18	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 笹原克夫, 佐藤涉, 土佐信一, 渡邊聡, 岩田直樹, 小泉圭吾
2. 発表標題 斜面規模に対応した変位の計測精度と計測時間間隔について
3. 学会等名 第56回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Imaya ARIYARATHNA, Katsuo SASAHARA
2. 発表標題 Prediction of Failure Time based on Velocity and Acceleration of Surface Displacement in Sandy Model Slope
3. 学会等名 日本地すべり学会第60回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 笹原克夫
2. 発表標題 変位の計測に基づく崩壊予測 変位の増加から崩壊に至る条件 、日本地すべり学会第60回研究発表会
3. 学会等名 日本地すべり学会第60回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大澤宗一郎, 若井明彦, 笹原克夫, Deepak Raj Bhat, 田中頼博
2. 発表標題 千葉県富津市の自然斜面での地すべり実験に対する弾粘塑性FEM解析
3. 学会等名 日本地すべり学会第60回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hirotaka Ochiai, Katsuo Sasahara, and Yusuke Koyama
2. 発表標題 Landslide Field Experiment on a Natural Slope in Futtsu City, Chiba Prefecture,
3. 学会等名 The Fifth World Landslide Forum (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Imaya Ariyarathna, Katsuo Sasahara
2. 発表標題 Prediction of Failure Time based on Velocity and Acceleration of Surface Displacement in Sandy Model
3. 学会等名 The Fifth World Landslide Forum (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 笹原克夫
2. 発表標題 変位計測に基づく模型斜面の崩壊発生予測 変位増加から崩壊に至る力学的条件
3. 学会等名 防災科学技術研究所 2021年度 土砂災害予測に関する研究集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 笹原克夫
2. 発表標題 異なる斜面条件を有する砂質模型斜面の変位速度 - 加速度関係
3. 学会等名 第55回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 笹原克夫
2. 発表標題 地下水位上昇速度が異なる砂質斜面の変位速度と崩壊時刻
3. 学会等名 日本地すべり学会 第59回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 笹原克夫
2. 発表標題 せん断応力一定条件下の砂質土への給水によるせん断変位の進行 - クリープ破壊の発生条件 -
3. 学会等名 第57回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤真一, 酒匂一成, 笹原克夫, 笛田奏成
2. 発表標題 機械学習による地表面変位データに基づく斜面異常検知システムの提案
3. 学会等名 第57回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 笛田奏成, 伊藤真一, 酒匂一成, 笹原克夫
2. 発表標題 RNNによる斜面変位予測モデルの構築に関する研究
3. 学会等名 第57回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 笹原克夫, 石濱茂崇
2. 発表標題 多次元変位計測に基づく自然斜面の掘削時の不安定度評価
3. 学会等名 第61回日本地すべり学会研究発表会および現地見学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 片山政弘, 中出剛, 石濱茂崇, 濱田好弘, 笹原克夫, Imaya Ariyaratna, 板山達至
2. 発表標題 動態モニタリングによる掘削時の自然斜面の変形挙動の評価(その1) - 実験概要 -
3. 学会等名 第61回日本地すべり学会研究発表会および現地見学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱田好弘, 中出剛, 笹原克夫, 板山達至, 矢野弘, 寛健太
2. 発表標題 動態モニタリングによる掘削時の自然斜面の変形挙動の評価(その1) - 複数の計測器における挙動分析と比較評価 -
3. 学会等名 第61回日本地すべり学会研究発表会および現地見学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 笹原克夫, 黒崎颯, 船井孝誠, 土佐信一
2. 発表標題 自然斜面における人工降雨崩壊実験時の計測事例: 崩壊しなかった事例
3. 学会等名 第61回日本地すべり学会研究発表会および現地見学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------