

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02244

研究課題名(和文)直下型地震による緩傾斜地盤の長距離流動型災害の原因究明とその防災対策

研究課題名(英文)Cause Investigation and Mitigation Method for Long Distance Fluidized Flow in Gently Sloped Soils during Inland Earthquake

研究代表者

Hemanta Hazarika (Hazarika, Hemanta)

九州大学・工学研究院・教授

研究者番号：00311043

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、2018年にインドネシア・スラウェシ島中部の内陸直下型地震(Mw = 7.5)によってPalu市内の数ヶ所で発生した緩い傾斜地盤の長距離流動化現象に着目し、その原因を地質構造と地盤特性の両面から究明し、世界の類似の地域で、同規模の地震により、同様の被害を引き起こされる危険性の評価を行うことである。本研究では、現地調査データの分析、現地土の室内土質試験、模型実験および地質構造を再現した数値シミュレーションを通じて、内陸直下型地震における低勾配地盤のすべりの脆弱性のメカニズムを解明し、流動距離の評価方法を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果により、同規模の地震を想定して、我が国で類似の地質構造を有する地域のハザードマップを作成することが可能となり、その地震防災対策の策定およびレジリエントな街づくりに大きく貢献できる。また、大地震時における社会基盤施設の安定性向上について新たな指針を与えることに、本研究は豊富な社会的意義を有している。

研究成果の概要(英文)：The objectives of this study are: (1) to focus on the long-distance fluidized failure of gently sloped ground in several locations of Palu city caused by the 2018 Central Sulawesi Earthquake (Mw = 7.5), Indonesia, and to determine its causes from both the geological structure and the geotechnical features, and (2) to assess the risk of similar damage caused by earthquakes of similar magnitude in similar regions of the world. Based on data analysis of field investigations, laboratory tests of collected soils, model tests and numerical simulations reproducing the geological structure, the mechanism of vulnerability of gently sloped ground during inland earthquakes was elucidated and methods for evaluating the flow distance was established.

研究分野：地盤工学・地盤防災学

キーワード：Palu震災 直下型地震 緩傾斜地盤 長距離流動 液状化 水膜現象

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

2018年スラウェシ中部地震(インドネシア)によりPalu市で勾配1~4%の地盤の複数箇所で大規模な流動性のすべりが発生し、死者2,000人以上の人的被害および社会基盤施設の甚大な被害をもたらした。本地震によって大規模な地盤流動(数百m~1km以上)が、少なくとも4箇所(Balaroa、Jono Oge、PetoboとSibalaya)で同時に発生した(図1)。Palu市内の被害は、特殊な土質、地形・地質、地盤の液状化に伴う水膜現象あるいは被圧地下水と、それらの複合的な要因で引き起こされたのではないかと、と思われる。そこで、本研究の核心には「このような大規模な流動化に対して他のどのようなメカニズムが関連しているのか」という学術的な問い掛けが存在する。



図1 地震断層と長距離地盤流動の位置

## 2. 研究の目的

2018年スラウェシ中部地震によって発生した地盤の長距離流動は単に液状化および被圧地下水の影響だけでなく、水膜現象の影響が大きいと思われる。このような水膜現象による長距離地盤流動がどのような条件下で発生するのかを見極め、その対策案を示すことは、似たような地質構造を有する我が国並びに多くの地震国において、地盤災害リスク評価を行う上で極めて重要である。したがって、今回の地震に対する現地調査の結果を踏まえた情報収集およびそれらのデータの詳細な分析、現地で採取した土の試料の室内試験、現地の地質構造を再現した模型実験および数値シミュレーションを実施し、原因究明と今後の災害対策の提案が必要不可欠と判断し、本研究の実施に至った。本研究の目的は、スラウェシ中部地震のような内陸直下型地震によって発生した緩い傾斜地盤の長距離流動化に着目し、その原因を地質構造と地盤特性の両面から究明し、同規模の地震により、同様の被害が引き起こされる危険性の評価を行うことである。

## 3. 研究の方法

上記の研究目的の達成に向けて、本研究で下記の方法を取り入れた。

1. 現地調査を踏まえた情報収集・データ分析
2. 現地土の要素試験(粒度分析、繰返し3軸、中空ねじりせん断、ベンダーエレメント)
3. 模型実験(1次元液状化、振動台模型、遠心模型)
4. 現地の地質構造を再現した数値シミュレーション

以下に、そのいくつかの研究の実施方法および成果を記述する。

## 4. 研究成果

### 4.1 現地調査によるデータ分析

図2は、Petobo地域における、JICAが実施したボーリング調査と粒度試験の結果を再分析して作成した地層想定断面図である。基盤層の上位に分布する礫質土層は上流の扇状地から連続する帯水層であり、地すべり域内では透水性の比較的低いシルト質砂層または砂質シルト層に覆われている。しかし、流動域の直下では、礫質土層の厚さが極端に薄くなり、次第に消失する。この特殊な地盤構造は、礫質土層とその上の厚いシルト質砂層内の地下水に高い圧力が形

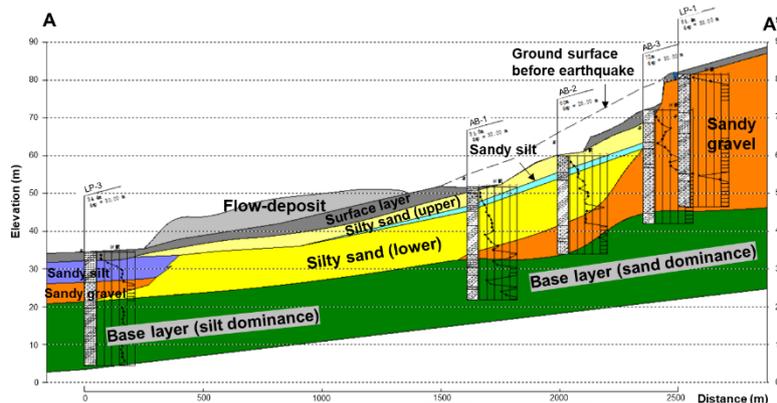


図2 地震後のPetobo地域の地層想定断面図

成されやすいことを意味する。礫質土層の上位に分布するシルト質砂層の地震後の  $N$  値は  $N=10-20$  と比較的高い値であった。しかし、地震前に被圧地下水が存在した場合、このような地盤でも地震時には液状化が発生する可能性が高くなると言える。なお、地すべり域内で滞水礫質土層の分布が消失する特殊な地層構造は、Petobo だけでなく、その他の地域 (Balaraoa、Jono-Oge、Sibalya) で行われたトレンチ調査からも確認されている。

図 3 に地震発生後に Sibalya で行ったトレンチ調査の結果を示す。図中に、地盤のサンプリングを行った地点を青丸で示す。これらの地点は、上から順に Sibalya 1-1~Sibalya 1-8 と命名した。図 4 に採取した試料の粒径加積曲線を示す。粒度による液状化判定 (赤線) の結果 Sibalya1-8 以外は液状化発生の可能性が高い範囲に含まれていることが分かる。表 1 に粒度分布から得られた指標を示す。全ての試料において、均等係数が 10 を超える良配合であり、砂礫の含有率に着目すると、ほとんどの層が砂礫を主体としていることがわかる。一方で、Sibalya 1-6、Sibalya 1-8 においては、シルトおよび粘土を主体としており、細粒分含有率  $F_c$  は 70% を超えていることから、他層と比べると低透水であることが推測される。Sibalya 1-7 が位置する砂礫層が液状化したと仮定すると、Sibalya 1-6 (低透水層) と Sibalya 1-7 (液状化層) の間に水膜が形成される可能性が高いといえる。

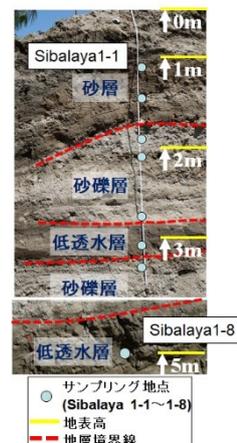


図 3 Sibalya 地域の地層構造

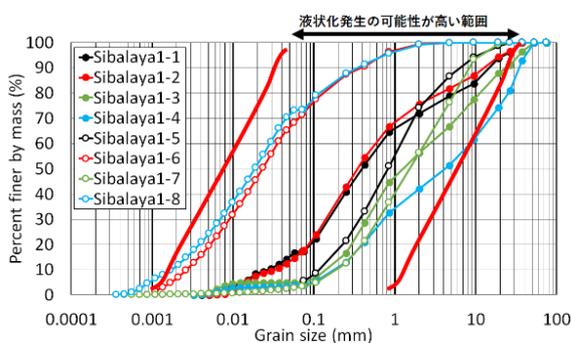


図 4 各試料の粒径加積曲線

表 1 各試料の粒度分布に関する指標

名称	Sibalya1-1	Sibalya1-2	Sibalya1-3	Sibalya1-4
礫(>2mm)	28.2	24.3	43.6	58.0
砂(2mm~75 $\mu$ m)	54.4	58.0	51.4	38.0
シルト(75 $\mu$ m~5 $\mu$ m)	17.3	17.8	4.0	3.4
粘土(<5 $\mu$ m)	0.1	0.0	1.0	0.6
均等係数 $U_c$	25.00	18.33	11.33	42.11
曲率係数 $U_c'$	1.33	1.36	0.79	0.32
細粒分含有率 $F_c$ %	17.4	17.8	5.0	4.0
名称	Sibalya1-5	Sibalya1-6	Sibalya1-7	Sibalya1-8
礫(>2mm)	25.8	0.8	43.7	0.8
砂(2mm~75 $\mu$ m)	68.7	27.0	52.9	25.8
シルト(75 $\mu$ m~5 $\mu$ m)	5.6	52.8	3.0	49.0
粘土(<5 $\mu$ m)	0.0	19.4	0.5	24.4
均等係数 $U_c$	10.42	13.46	11.50	16.57
曲率係数 $U_c'$	0.96	0.89	0.86	0.97
細粒分含有率 $F_c$ %	5.6	72.2	3.4	73.4

## 4.2 現地土の要素試験

ここでは、地震発生後に採取された実際に液状化したと推察される非塑性細粒分を多く含む現地土を用いて、ベンダーエレメント(以下、BE)試験を行い、せん断弾性係数  $G$  を算出した。そして、細粒分がせん断弾性係数  $G$  に与える影響を調査するため、複数の細粒分含有率(0~75%)に再配合した供試体を作製し、試験を行った。ここでは間隙比  $e$  だけでなく、混合土でよく用いられる等価骨格間隙比  $e_{ge}$  を用いて幅広い細粒分含有率の土に対して、統一的にせん断弾性係数  $G$  を評価する式の提案を試みた。

細粒分含有率 (FC) がせん断弾性係数  $G$  に及ぼす影響を調査するため、細粒分を多く含む地層の Sibalya 1-8 ( $FC \approx 75\%$ ) の現地土 (表 1) を用いて BE 試験を行った。試料の礫分が少量であり、本研究で用いた供試体の寸法が  $\phi=50\text{mm}$ 、 $h=100\text{mm}$  のため試料を 2mm 以下に調整し、試験に用いた。また、細粒分による影響を調査するため、粗粒分と細粒分を分けて再配合し、複数の細粒分含有率 (0、10、20、30、40、50、75%) に調整した試料で試験を行った。試験は供試体の両端に設置した BE を用いて供試体を伝搬する弾性波を送受信することにより、伝搬時間を測定し、せん断弾性係数  $G$  を算出する。

本研究ではそれぞれ三軸セル内の上部キャップと下部ペダスタル BE を設置し、電圧波形を与えて弾性波を発生させ、試験を行った。有効拘束圧を 50、100、200、400 kPa と段階的に載荷させ、それぞれの等方圧密条件下で試験を行った。正弦波で周波数を 2.5~25 kHz と変化させ、せん断弾性波を発生させた。せん断弾性波伝搬時間の決定には Start-to-Start 法を用いた。

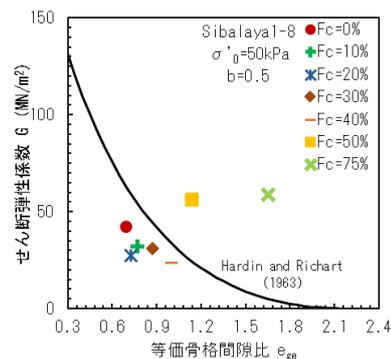


図 5  $G$  と  $e_{ge}$  の関係 ( $b=0.5$ )

図5に有効拘束圧  $\sigma'_0=50$  kPa で例えば寄与率  $b$  を 0.5 に決定しせん断弾性係数  $G$  と等価間隙比  $e_{ge}$  の関係を示す。また、Hardin and Richart が提案した評価式も併せて示す。図より、細粒分含有率  $FC=50, 75\%$  では寄与率  $b$  が減少すると等価骨格間隙比  $e_{ge}$  は大幅に増加していることがわかる。一方、 $FC \leq 40\%$  では寄与率  $b$  が大きくなるとプロットが分散される。 $FC=0 \sim 75\%$  では寄与率  $b$  を一律に決定することが難しいため、 $FC$  によって場合分けを行い、寄与率  $b$  を決定する必要があると考えられる。

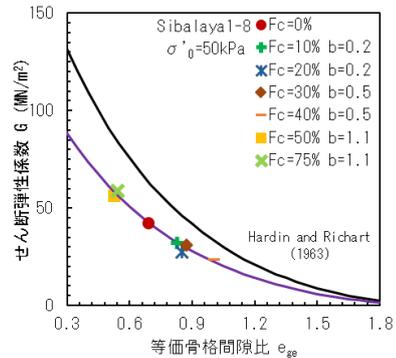


図6  $G$  と  $e_{ge}$  の関係 (紫の線は評価式に基づく)

図6に有効拘束圧が 50 kPa での細粒分含有率  $FC$  ごとにそれぞれ別の寄与率  $b$  を決定した場合のせん断弾性係数  $G$  と等価間隙比  $e_{ge}$  の関係を示す。 $FC$  が 0% の場合は寄与率  $b$  を変化させても等価骨格間隙比  $e_{ge} =$  間隙比  $e$  のため、グラフのプロットが移動することはない。そのため、細粒分含有率  $FC=0\%$  が評価式とプロットするように Hardin and Richart の式の実験定数を変化させ決定した式を用いて細粒分を含む試料の寄与率  $b$  を決定した。実験定数を変化させたものの、細粒分含有率が  $0 \sim 75\%$  の場合では寄与率  $b$  を骨格構造が変化する  $FC$  毎によって場合分けを行うことによってせん断弾性係数  $G$  と等価骨格間隙比  $e_{ge}$  の間に式を用いて関係を示す事ができた。

### 4.3 現地の地質構造を再現した数値シミュレーション

ここでは、現地の地盤情報をもとに緩斜面地盤モデルを構築し、2次元有効応力解析法により、長距離流動現象の再現とその発生メカニズムの解明を試みた。まず、入手可能な地盤情報などから地盤環境の特徴を反映した地盤モデルを作成し、排水条件下で地震応答解析を行い、地震動収束後も解析を継続した。これにより、一定時間経過後に地盤流動が発生する「遅れ破壊現象」が数値解析で再現されることを確認した。また、その発生過程を観察し、遅れ破壊現象の発生メカニズムを推定した。なお流動の発生要因として、灌漑用水路からの流入や、流動域の地下水が定常的に被圧された状態であったことなどが推測されているが、本研究では、それらの影響は解析条件としては考慮せずに、まず第1段階として、地層構造のモデル化のみで地盤流動現象の解析を試みた。

本研究では、緩斜面モデルとして、最も被害が大きい Petobo 地域における地盤調査結果を参照し、その地層構造を参考にモデル化を行った。被害を受けた地域は全長およそ 2 km、面積は 1.4 km<sup>2</sup> であり、流動域の中部から下端部にかけての居住地域が地盤流動による厚い堆積物で埋まり多くの方が生き埋めとなった。Petobo 地域も他の地域と同様、地表面の傾斜角は約 2 度 (約 3.5%) と小さく、地震動が収束してから数分後に地盤流動が始まったことが地元住民の証言からわかっている。被害が発生した地域では、被災後に複数のボーリング調査が実施されている。今回はそのうち流動域の地盤を代表すると考えられる中間付近かつ流動域外に位置するボーリングデータを参照した。ボーリングデータのもとに単純化した地盤モデルは、層分割図と有限要素分割図を座標系とともに図7に示す。地下水位の初期深度は GL-2 m と仮定した。入力地震動は、Balaraa 地区の地盤流動域の上流部に位置するインドネシア気象庁の地上の観測点で得られた加速度記録である。

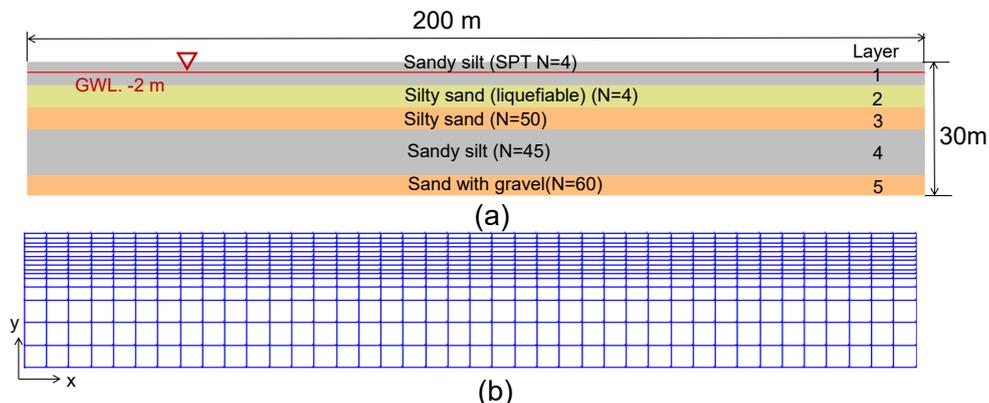


図7 解析モデル：(a) 層分割図、(b) 解析メッシュ

緩く傾斜した砂質土とシルトの互層構造が、大規模流動の発生要因となり得るかどうかを検証するため、それらの透水係数の違いに着目し、表 2 に示すように地盤モデルを Case 1 と Case 2 として地盤の挙動を比較した。本解析では、いずれも液状化層の透水係数を  $k_{sand} = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  とし、表層のシルト層 (GL0 から -5 m) の透水係数を Case 1 では  $k_{silt} = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ 、Case 2 では液状化層と同じ  $k_{silt} = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  とする。

時間経過に伴う過剰間隙水圧の深度方向の推移を確認するため、図 8 に示す解析開始後 300 秒までの過剰間隙水圧の深度分布について考察する。斜めの破線は、地盤が水平であると仮定した場合の初期の有効上載圧を示す。まず Case 1 について、図 8(a) より、GL-6 m 以深の砂層では過剰間隙水圧が時間経過に伴い消散し、300 秒時点で深さによらず約 65 kPa の一定値を示している。この時点で過剰間隙水圧が初期の有効上載圧をわずかに上回っているのは、上で述べたように初期の有効上載圧の算定にあたり地盤の傾きを考慮していないための誤差によるものと思われる。

一方、GL-5 m 以浅のシルト層では過剰間隙水圧は徐々に上昇していることがわかる。このことは、砂層で発生した過剰間隙水圧が時間経過に伴いシルト層へと流入していることを示している。また、GL-5 m では約 250 秒後に過剰間隙水圧が初期の有効上載圧にほぼ等しい状態となっており、地盤が支持力を失っている。このことから GL-5 m の砂層とシルト層の境界部がすべり面となっていることがわかる。

次に図 8(b) に示す Case 2 の水圧分布では、加振により上昇した過剰間隙水圧が、時間経過とともに消散していることがわかる。本ケースの場合、過剰間隙水圧消散に伴う間隙水が層境界に滞留せず速やかに上層に抜けるため、有効応力が低下せず大きな変位が発生しなかった。ただし、300 秒時点での地表面付近の過剰間隙水圧は約 10 kPa となっており、これが地表面の要素に大きな体積ひずみと変位が生じた原因であると思われる。

上記より、緩く傾斜した水平成層を仮定した場合の遅れ破壊現象の発生メカニズムは以下のように推察される。地震動により砂層内に発生した過剰間隙水圧は、土中に動水勾配を発生させ間隙水を移動させる。砂層の上にシルト層のような透水係数の小さな層が存在する場合には、間隙水は地表面への経路が阻害されるため、層境界付近に徐々に滞留する (水膜の形成)。このため、層境界付近では地盤が膨張 (Void redistribution)、それに伴い有効応力が徐々に低下する。

#### 4.4 まとめ

本研究では、2018 年スラウェシ中部地震により発生した緩傾斜地盤の長距離流動の発生メカニズムを解明する目的で、現場調査、室内土質試験、および数値シミュレーションを実施した。以下に本研究から得られた主な結論を述べる。

- 1) 流動域内では上流の扇状地から連続する砂礫層が分布するが、その層厚は流動域内で急激に薄くなる傾向が、すべての流動個所で確認された。
- 2) 流動崩壊が発生したすべての地域の地質構造は低透水層 (キャップ層) が砂礫層に挟まれており、水膜が発生する可能性が高い。
- 3) 砂層の上に低透水層が存在する場合、間隙水は地表面への経路が阻害され、層境界付近に徐々に滞留し、水膜が発生し、緩傾斜地盤でも流動破壊が生じる。
- 4) 地盤内に複数のキャップ層が存在した場合、過剰間隙水圧の消散が遅れ、水膜が形成しやすくなる。

表 2 解析ケースごとに与えた透水係数(m/s)

Cases	Layer 1	Layer 2
	$k_{silt}$	$k_{sand}$
Case 1	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-4}$
Case 2	$1 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4}$

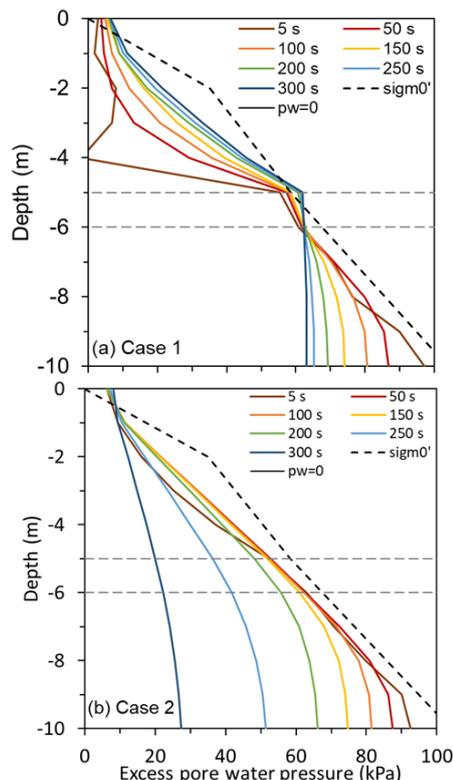


図 8 過剰間隙水圧深度分布  
(a) Case 1、(b) Case 2

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Hidayat, R. F., Kiyota, T., Nawir, H., Umar, M., Rosiyani and Katagiri, T.	4. 巻 53
2. 論文標題 Experimental study on the mechanism of long-distance flow-slide in Palu, Central Sulawesi, Indonesia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bulletin of Engineering for Resilient Society Research, Institute of Industrial Science, University of Tokyo	6. 最初と最後の頁 1-9
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Rohit, D., Hazarika, H., Maeda, T., Sumartini, W. O., Kokusho, T., Pasha, S. M. K. and Nurdin, S.	4. 巻 8
2. 論文標題 Forensic investigation of flowslides triggered by the 2018 Sulawesi earthquake	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40645-021-00452-5	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 該当する
1. 著者名 Rohit, D., Hazarika, H., Qin, C. J., Maeda, T., Kokusho, T., Yahiro, Y. and Prabhakaran, A.	4. 巻 175
2. 論文標題 Simulation of water film formation during the 2018 Sulawesi earthquake, Indonesia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the Institution of Civil Engineers; Forensic Engineering	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1680/jfoen.21.00024	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 該当する
1. 著者名 寺迫太陽, 兵動太一, 掛川智仁, ハザリカヘマンタ, 前田翼	4. 巻 79
2. 論文標題 2018年インドネシアスラウェシ島地震の被災地における現地土のせん断弾性係数と細粒分の評価	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 -

〔学会発表〕 計19件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Hemanta Hazarika
2. 発表標題 Earthquake Induced Fluidized Flow in Gently Sloped Ground - Two forensic Investigations
3. 学会等名 International Webinar on Recent Advances in Geotechnical Engineering Research and Practice (RAGeo-RP) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hazarika, H., Rohit, D., Kiyota, T., Okamura, M., Pasha, S.M.K. and Nurdin, S.
2. 発表標題 Forensic evaluation of long-distance flow in gently sloped ground during the 2018 Sulawesi Earthquake Indonesia
3. 学会等名 7th International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics (7th ICRAEE) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Rohit, D., Hazarika, H., Qin, C., Maeda, T., Kokusho, T. and Yahiro, Y.
2. 発表標題 One-dimensional soil column simulation on water film formation during earthquake
3. 学会等名 1st International Symposium on Construction Resources for Environmentally Sustainable Technologies (CREST 2020) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hidayat, R. F., Kiyota, T. and Umar, M.
2. 発表標題 Experimental study on earthquake-induced long-distance flow-slide in torsional shear test using water inflow concept
3. 学会等名 1st International Symposium on Construction Resources for Environmentally Sustainable Technologies (CREST 2020) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西宏実、飛田哲男
2. 発表標題 緩斜面の遅れ流動破壊現象に対する数値解析的検討
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 須山瑞紀、岡村未対
2. 発表標題 液状化した緩斜面の間隙再配分に関する遠心模型実験
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 新藤依佐希, 岡村未対, 小野耕平
2. 発表標題 液状化した緩斜面の局所変形による流動に関する遠心模型実験
3. 学会等名 令和2年度土木学会四国支部技術研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清田隆, Hidayat, R. F. and Nawir, H.
2. 発表標題 2018年スラウェシ島地震による長距離地盤流動の発生メカニズムに関する中空ねじりせん断試験
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 Hidayat, R., Kiyota, T., Rosiyani and Katagiri, T.
2. 発表標題 Flow deformation behavior of clean sand caused by water inflow under constant shear stress
3. 学会等名 第75回土木学会年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺迫太陽, 兵動太一, 掛川智仁, ハザリカヘマンタ, 前田翼
2. 発表標題 細粒分含有率を変化させた現地土のせん断弾性係数に及ぼす影響
3. 学会等名 第42回地震工学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北川陽土, 兵動太一, 寺迫太陽, 竜田尚希, ハザリカヘマンタ, 前田翼
2. 発表標題 礫分が配合珪砂の液状化特性に及ぼす影響
3. 学会等名 第 2 回 JGS 北陸支部ユースネットワーク研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺迫太陽, 兵動太一, 掛川智仁, ハザリカヘマンタ, 前田翼
2. 発表標題 等価骨格間隙比を用いた被災現地土のせん断弾性係数と細粒分評等価
3. 学会等名 第 2 回 JGS 北陸支部ユースネットワーク研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北川陽士, 兵動太一, 寺迫太陽, 竜田尚希, ハザリカヘマンタ, 前田翼
2. 発表標題 礫分含有率が配合珪砂の液状化強度特性に及ぼす影響
3. 学会等名 令和4年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 寺迫太陽, 兵動太一, 掛川智仁, ハザリカヘマンタ, 前田翼
2. 発表標題 2018年スラウェシ島地震の現地土の細粒分がせん断弾性係数に及ぼす影響
3. 学会等名 令和4年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 堀蓮, 井上和真, 池田隆明, 清田隆
2. 発表標題 2018年インドネシア・スラウェシ島地震における地盤地震応答解析と簡易液状化評価
3. 学会等名 土木学会 第12回インフラ・ライフライン減災対策シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kiyota, T., Shiga, M., Katagiri, T., Furuichi, H. and Nawir, H.
2. 発表標題 Effect of artesian pressure on liquefaction-induced flow-slide: A case study of the 2018 Sulawesi Earthquake, Indonesia
3. 学会等名 4th International. Conference on Performance-based Design in Earthquake. Geotechnical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清田隆, 片桐俊彦, 志賀正崇
2. 発表標題 砂の非排水せん断試験結果に及ぼす間隙水温度の影響
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 Kiyota, T., Shiga, M., Navir, H., and Mori, K.
2. 発表標題 Effect of pressurized groundwater environment on the occurrence of long-distance flow-slide in the 2018 Sulawesi earthquake
3. 学会等名 Proc. of 5th International Conference on Earthquake Engineering and Disaster Mitigation ( (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上野友彰、飛田哲男、小野祐輔
2. 発表標題 地震による緩傾斜地の地すべりに対するSPH法の適用性
3. 学会等名 2022年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

九州大学 防災地盤工学研究室 グローバル地盤災害環境適応学グループ <a href="https://kyushu-univ-hazarika.wixsite.com/global-geo-disaster/">https://kyushu-univ-hazarika.wixsite.com/global-geo-disaster/</a>
--

## 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
研究分担者	Rohit Divyesh Mohanbhai (Rohit Divyesh) (30944508)	九州大学・工学研究院・学術研究員  (17102)	
研究分担者	飛田 哲男 (Tobita Tetsuo) (00346058)	関西大学・環境都市工学部・教授  (34416)	
研究分担者	岡村 未対 (Okamura Mitsu) (50251624)	愛媛大学・理工学研究科(工学系)・教授  (16301)	
研究分担者	清田 隆 (Kiyota Takashi) (70431814)	東京大学・生産技術研究所・准教授  (12601)	
研究分担者	兵動 太一 (Hyodo Taichi) (80749078)	富山県立大学・工学部・講師  (23201)	

	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
研究協力者	國生 剛治 (Kokusho Takaji)		
研究協力者	古市 久士 (Furuichi Hisashi)		

## 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
---------	---------