

令和 5 年 5 月 15 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H02231

研究課題名（和文）地盤の内部侵食に伴う水みちや空洞の生成・進展機構の解明及び陥没危険度の評価

研究課題名（英文）Study on the formation and expansion of subsurface cavity due to internal erosion and evaluation of potential risk of ground cave-in

研究代表者

桑野 玲子 (Kuwano, Reiko)

東京大学・生産技術研究所・教授

研究者番号：80312974

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：地盤陥没現象は、陥没直前になるまで地表から前兆を捉えるのが困難なため、確実に防止するには陥没の起因となる地中空洞を見つけて適切に対策しなくてはならない。しかしながら、空洞探知、対策の両面において知見の蓄積が不十分なため、道路管理の実務では対症療法的な対策に追われているのが現状である。

そこで本研究では、要素試験や室内模型実験により内部侵食を受けた土の力学挙動や地中空洞の生成・拡大メカニズムを解明すると共に、人工空洞を設置した実物大試験道路を構築し、空洞の陥没危険度の定量的評価方法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

陥没防止のためには、浅層部空洞に対しては地中レーダ探査によって探知することが可能であるものの、多数空洞が見つかる現状において対策の優先度を定めるために陥没危険度の評価が喫緊の課題であった。深層部空洞に関しては、地盤内部の侵食に伴う空洞生成・進展と陥没、および地下の水みち形成の過程と径路の把握について、これまで系統的な学術研究の事例が少なく知見の蓄積が進んでいない。本研究で、空洞の生成・拡大メカニズムを調べし深層部から浅層部に至る過程、および地表陥没に至る条件を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：In order to prevent sinkholes and ground collapses, the underground cavities that cause cave-ins have to be detected and properly filled. However, due to a lack of knowledge in both cavity detection and countermeasures, road management practice is currently dominated by symptomatic countermeasures.

In this study, the mechanical behaviour of soil subjected to internal erosion and the generation and expansion mechanisms of underground cavities were investigated through laboratory soil tests and model experiments. A full-scale test road with artificial cavities was also constructed to develop a quantitative evaluation method for the risk of cave-in of cavities.

研究分野：地盤工学

キーワード：空洞 内部侵食 水みち 陥没

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地盤内の水みちや内部侵食に伴って地盤内に空洞が生成し地盤陥没を起こすことがある。近年では、2009年に北海道安平町のゴルフ場で起きた陥没事故、2016年に宮崎県都城の畑地で起きた陥没などの事例がある。一方都市部では、道路下の埋設インフラの老朽化に伴う損傷などを主な要因として、年間1万件もの道路陥没が起こっている。

陥没防止のためには、浅層部空洞に対しては地中レーダ探査によって探知し補修などの対策を施すことが最も効果的で日本国内では実施されているが、その費用は空洞化の主要因であるインフラ老朽化や近年の気象の激甚化に伴い今後さらなる増大が予想され、効率的かつ合理的な維持管理システムの構築が急務である。深層部空洞に関しては、地盤内部の侵食に伴う空洞生成・進展と陥没、および地下の水みち形成の過程と径路の把握について、これまで系統的な学術研究の事例が少なく知見の蓄積が進んでいない。特に地層や構造物との境界面で発達する水みちおよび脆弱部は、実務において地表面陥没が発生した場合にその根拠として確認されることはあるが、詳細な形成・進展メカニズムはほとんど明らかにされていない。

2. 研究の目的

本研究の最終目的は地盤陥没の未然防止にある。地盤陥没現象は、陥没直前になるまで地表から前兆を捉えるのが困難なため、確実に防止するには陥没の起因となる地中空洞を見つけて適切に対策しなくてはならない。しかしながら、空洞探知、対策の両面において知見の蓄積が不十分なため、道路管理の実務では対症療法的な対策に追われているのが現状である。そこで本研究では、地中空洞の生成・拡大メカニズムを解明し、生成要因や成長速度など個々の空洞特性に応じた合理的探査方法を提案するとともに、空洞の陥没危険度を定量的に評価することにより、適切な対策を提案することを目的とした。

3. 研究の方法

3.1 空洞の生成・拡大メカニズムの検討

図1に示すような底面に土砂流出孔を有する模型土槽を用いて一連の空洞形成シミュレーション模型実験を実施した。模型地盤の材料には、土砂出しやすく空洞が出来やすい材料として平均粒径0.1~0.5mm程度のケイ砂を使用した。

図2に典型的な空洞生成・拡大のパターンを示す。開口部から水と砂の流出が起こり、空洞直上の地表面のわずかな沈下を伴って空洞が生成するものの、水の流出が落ち着くと土砂流出も止まり、空洞上部地盤にはアーチ作用が働き空洞は安定する。降雨などにより周辺の水位が上がる想定で再び空洞内に水を供給すると土砂流出が再開し、空洞幅が広がると共に空洞天井部が崩落して成長した。最終的に空洞上の地盤が自重により崩落して陥没に至った。

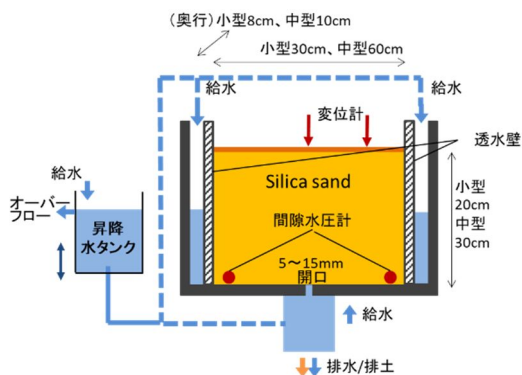


図1 土砂流出模型土槽

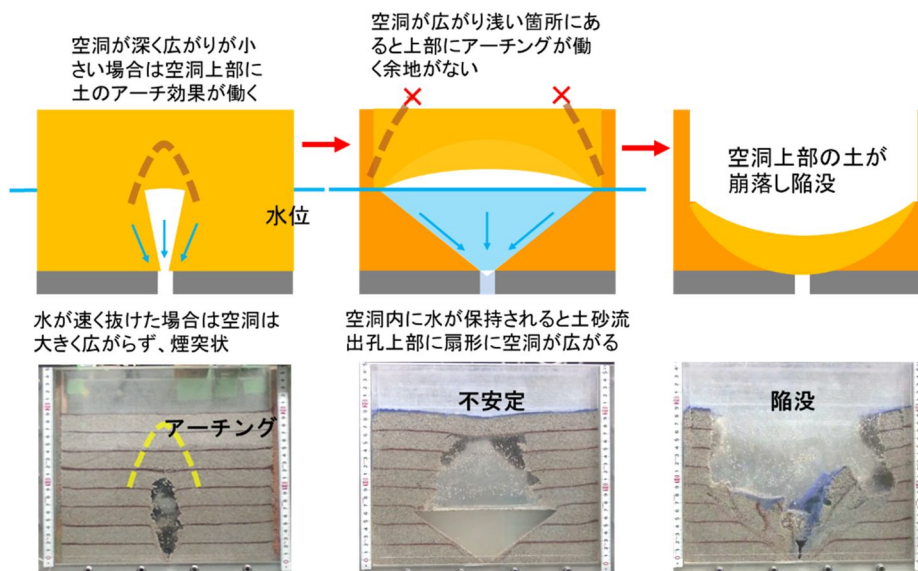


図2 空洞生成・拡大過程

3.2 要素試験による内部侵食の検討

細粒分の抜け出しを許した特殊な一次元透水試験や三軸試験、中空ねじり試験装置を実施し、内部侵食に伴う地盤材料の脆弱化について検討した。図3に試験装置の概要を示す。細粒分の流出量は、排水の濁度をモニタリングすることにより把握した。

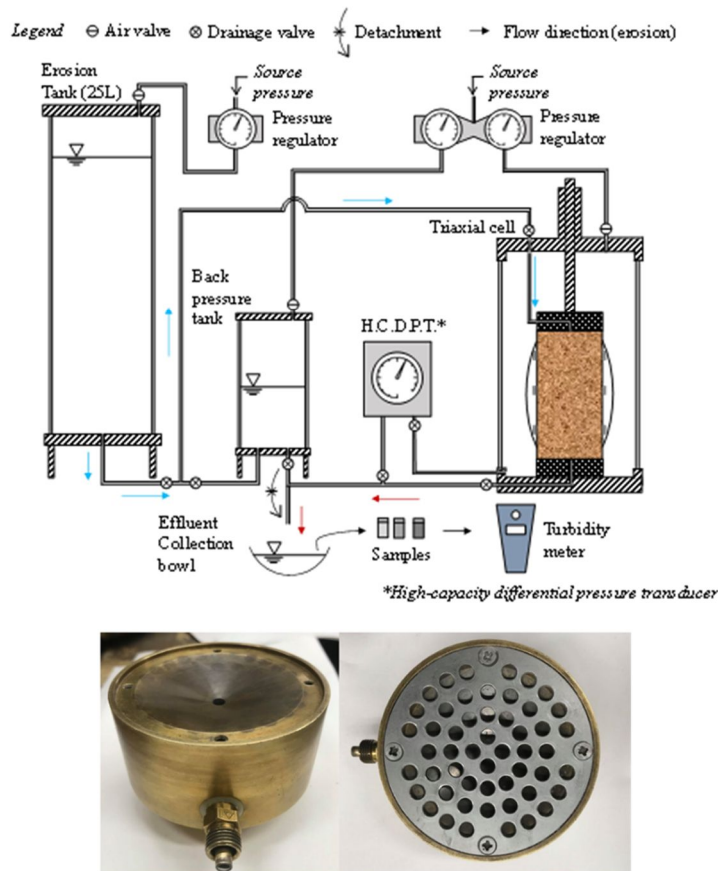


図3 細粒分の抜け出しを許した三軸試験装置の全体概要と特殊な細工を施したペDESTAL

3.3 実物大試験道路における人工空洞上の載荷試験

道路陥没挙動の解明を意図し、室内実験や既存データの分析による陥没危険度評価方法の検証と共に、複数パターンの舗装構造における空洞上の舗装の挙動特性と耐陥没舗装および補修技術に対する効果を把握するため、空洞を作製・設置した実物大試験道路を埼玉大学構内に構築した。生活道路および一般道路相当の舗装を第1期工事（2019年10月）、第2期工事（2020年2月）と第3期工事（2020年10月）において3回施工した。図4に試験道路の概況および第1期工事の空洞配置を示す。空洞上路面において、FWDおよび平板載荷による押し抜きせん断試験を実施した。

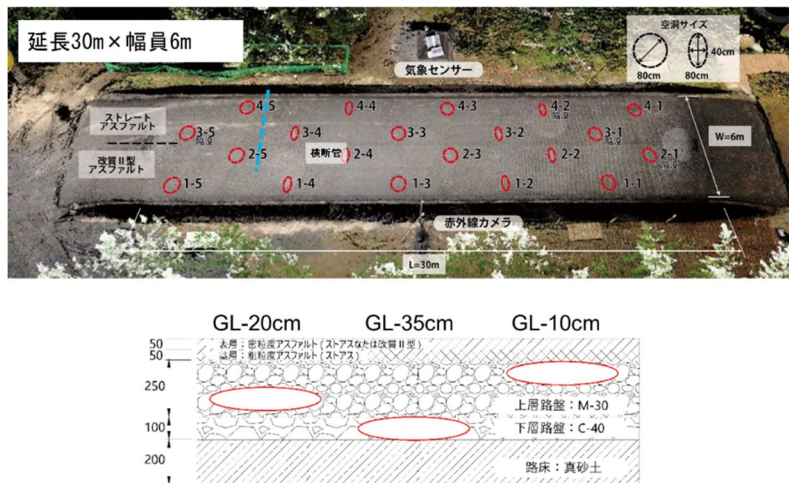


図4 実物大試験道路（第1期）

4. 研究成果

本研究では、室内要素試験、室内模型実験、実物大試験道路を用いて、地盤の内部侵食による力学特性の変化、空洞生成・拡大メカニズム、および陥没危険度の評価について検討した。得られた主な知見を以下に示す。

- ・細粒分の流出では土の骨格構造に寄与しない細粒分がまず流出し、その場合は細粒分流出によって密度減少があっても、強度や剛性はむしろ増大することがある。この傾向は三軸試験で顕著に表れる。
- ・模型砂地盤に初期水位を設定し底部から土砂を流出させると、初期水位付近を上端とした煙突状の空洞が出来る（初期空洞）。
- ・初期空洞上の表層部の土はアーチングにより支えられ、空洞生成によるゆるみは空洞上の空洞幅分の範囲に留まった。
- ・空洞内に水が残るか再び侵入する場合は、空洞内の水面以下が土砂流出孔を中心に安息角をもって広がり、空洞が拡大する。空洞が広がるにつれて天井部の土も不安定化し崩落する。それらを繰り返して鉛直上方に進展する。
- ・空洞が拡大して空洞天井深さと空洞幅の比が0.2~0.3に達すると、アーチ作用は働かず自重で崩落し陥没する。
- ・陥没時は空洞直上の土塊が両側面に作用する主に（見かけの）粘着力によるせん断抵抗が自重や上載荷重に抵抗しきれなくなった時と考えるのが妥当であった。
- ・模型実験の結果より、空洞の陥没危険度を空洞幅に対する空洞天井深さの比で評価することとし、国道の空洞・陥没データと照合したところ、概ね整合していた。
- ・砂質地盤の土砂流出模型実験で、空洞の陥没危険度は、空洞深さと空洞幅の比に依存することを確認し、実務で経験的に用いられている陥没危険度チャートの科学的根拠を示した。また、顕著な破損がない下水管継手の漏水箇所でも土砂流出が起こる可能性があることを模型実験で示し、その条件を検討した。空洞を有する模型地盤の振動台実験を実施し、空洞に向かってすべり破壊を起こしたり、空洞下部の地盤が液状化するなどして、空洞が拡大するメカニズムを示した。
- ・路盤内または路盤下に空洞を有する実物大試験道路を構築し、空洞載荷試験を実施したところ、空洞深さと舗装耐力に相関が見られた。舗装の仕様により平板載荷試験やFWDの値に差異はあったものの、路盤が侵食されて薄くなり空洞がアスファルト層に迫ると陥没寸前の状態に陥る。この場合、夏季は日単位、冬季は数ヶ月単位で陥没に至る。このことから、陥没危険度を空洞深さと空洞幅の比で評価する際、アスファルト層の厚さは除外するのが妥当と考えられる。なお、舗装上で実施したFWDは路面温度に大きく依存し、温度補正をしたとしても、路面下空洞の検知に必ずしも有効でないことが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Kuвано Reiko, Santa Spitia Luisa Fernanda, Bedja Mehdi, Otsubo Masahide	4. 巻 27
2. 論文標題 Change in mechanical behaviour of gap-graded soil subjected to internal erosion observed in triaxial compression and torsional shear	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geomechanics for Energy and the Environment	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) 10.1016/j.gete.2020.100197	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 Bedja Mehdi, Umar Muhammad, Kuвано Reiko	4. 巻 62
2. 論文標題 Influence of density on the post-suffusion behavior of gap-graded sand with fines	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Soils and Foundations	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) 10.1016/j.sandf.2022.101159	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 Chitravel Sanjei, Otsubo Masahide, Kuвано Reiko	4. 巻 62
2. 論文標題 Effects of internal erosion on the cyclic and post-cyclic mechanical behaviours of reconstituted volcanic ash	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Soils and Foundations	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) 10.1016/j.sandf.2022.101111	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 Chitravel Sanjei, Otsubo Masahide, Kuno Makoto, Kuвано Reiko	4. 巻 62
2. 論文標題 Post-erosion mechanical responses of internally unstable gap-graded soil under drained torsional simple shear and triaxial compression	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Soils and Foundations	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) 10.1016/j.sandf.2022.101224	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 唐崎遥平、桑野玲子	4. 巻 17
2. 論文標題 下水管接合部の止水不良個所における路面下空洞の生成・成長過程の検討	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 587-589
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3208/jgs.17.587	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 瀬良良子、岡村雅俊、平田良佑、桑野玲子	4. 巻 17
2. 論文標題 藤沢市道における路面下空洞の挙動観察と原因調査	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 611-622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3208/jgs.17.611	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 Chitravel Sanjei, Otsubo Masahide, Kuwano Reiko	4. 巻 61
2. 論文標題 Experimental study on stiffness degradation and monotonic response of reconstituted volcanic ash induced by internal erosion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Soils and Foundations	6. 最初と最後の頁 1431 ~ 1452
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sandf.2021.08.003	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 桑野玲子、大原勇	4. 巻 16
2. 論文標題 路面下空洞の生成・拡大メカニズムと陥没危険度の評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地盤工学ジャーナル	6. 最初と最後の頁 307、317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3208/jgs.16.307	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 桑野玲子、桑野二郎、瀬良良子、井原務、小堺規行	4. 巻 73
2. 論文標題 路面下空洞の陥没危険度評価と合理的対策に関する研究の概要	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 生産研究	6. 最初と最後の頁 333, 336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11188/seisankenkyu.73.333	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 唐崎遥平、桑野玲子、大坪正英	4. 巻 73
2. 論文標題 北海道安平町の地盤陥没跡地における表面波探査	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 生産研究	6. 最初と最後の頁 367, 369
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11188/seisankenkyu.73.367	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 横山大智、桑野玲子、大坪正英、久野洵	4. 巻 73
2. 論文標題 砂粒子の微小なサクシオンおよびその空洞保持に対する効果の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 生産研究	6. 最初と最後の頁 359, 362
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11188/seisankenkyu.73.359	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 Ali,U. Otsubo, M., Ebizuka,H. & Kuwano,R.	4. 巻 60
2. 論文標題 Particle-scale insight into soil arching under trapdoor condition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Soil and Foundations	6. 最初と最後の頁 1171, 1188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sandf.2020.06.011	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 中田祐輔、ウマイル アリ、桑野玲子、大坪正英	4. 巻 72
2. 論文標題 地中空洞まわりの応力伝達経路の影響を考慮したDEM弾性波伝播解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 生産研究	6. 最初と最後の頁 397, 400
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 武政学、吉川猛、柳浦良行、清田隆、桑野玲子、池田隆明	4. 巻 67-8
2. 論文標題 ボカラ多発陥没の地質調査例	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地盤工学会誌	6. 最初と最後の頁 16, 19
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 西山博光、藤井邦男、瀬良良子、桑野玲子Vol.67, No.8, pp.12-15.	4. 巻 67-8
2. 論文標題 官学産連携の路面下空洞対策の取り組み - 路面下空洞の開削調査事例 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地盤工学会誌	6. 最初と最後の頁 12, 15
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41件(うち招待講演 1件/うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Kuwano, J., Kuwano, R., Ihara, T. and Muroi, K.
2. 発表標題 Loading tests on model subsurface cavities in base course layer of prototype scale test road
3. 学会等名 the 10th International Conference on Physical Modelling in Geotechnics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kuwano, J., Kuwano, R., Ihara, T. and Muroi, K.
2. 発表標題 Stability of hidden cavity in base course reinforced by geosynthetics
3. 学会等名 7th Asian Regional Conference on Geosynthetics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大野敦弘、藤井邦男、井原務、渡邊真一、桑野玲子
2. 発表標題 路面補強工法の開発(陥没抑制効果の検討)
3. 学会等名 第2回交通工学に関する国内シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡邊真一、井原務、大野敦弘、桑野玲子
2. 発表標題 路面補強工法による道路陥没抑制効果の評価に関する有限要素法適用性の基礎的検討
3. 学会等名 第27回舗装工学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横山大智、桑野玲子、大坪正英
2. 発表標題 空洞周りのアーチ形状に関する針貫入試験結果に基づく考察
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 唐崎遥平、久野洵、大坪正英、桑野玲子
2. 発表標題 弾性波伝播特性に着目した深部空洞探査可能性の検討
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 Chitravel, Otsubo, M, and Kuwano,R.
2. 発表標題 Effect of principal stress rotation on shear modulus G_{max} of gap-graded soil subjected to internal erosion
3. 学会等名 第77回土木学会年次講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nakata,Y
2. 発表標題 Influence of soil arching and loosening around a subsurface cavity on wave propagation
3. 学会等名 the 20th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kuwano, J.
2. 発表標題 Loading tests on model subsurface cavities in base course layer of prototype scale test road
3. 学会等名 the 10th International Conference on Physical Modelling in Geotechnics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kuвано, J.
2. 発表標題 Stability of hidden cavity in base course reinforced by geosynthetics
3. 学会等名 7th Asian Regional Conference on Geosynthetic (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 唐崎遥平
2. 発表標題 弾性波伝播特性に着目した深部空洞探査可能性の検討
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 横山大智
2. 発表標題 空洞周りのアーチ形状に関する針貫入試験結果に基づく考察
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 井原務、大野敦弘、桑野玲子
2. 発表標題 路面下空洞上の舗装の陥没抑制となる路面補強工法の検討
3. 学会等名 第34回日本道路会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 桑野玲子、大坪正英、Li Yang, Chitravel Sanjei, Liu Junming、横山大智、唐崎遥平
2. 発表標題 模型実験で観察された砂地盤内の空洞の発達過程と陥没メカニズム
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 久野洵、桑野玲子
2. 発表標題 路面下空洞観測孔に挿入可能な点群観測装置
3. 学会等名 局所的なゆるみを有する地盤内の弾性波伝播に関する個別要素法解析
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口牽、久野洵、桑野玲子
2. 発表標題 地下流水音測定による水みち探査の深部空洞探知への応用
3. 学会等名 局所的なゆるみを有する地盤内の弾性波伝播に関する個別要素法解析
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野裕、桑野玲子、桑野二郎、プラディーブ ポカレル
2. 発表標題 路面下空洞の陥没危険度評価における地震動の影響
3. 学会等名 局所的なゆるみを有する地盤内の弾性波伝播に関する個別要素法解析
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 唐崎遥平、久野洵、桑野玲子
2. 発表標題 北海道安平町の地盤陥没跡地における表面波探査
3. 学会等名 局所的なゆるみを有する地盤内の弾性波伝播に関する個別要素法解析
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 濱也幸樹、大野敦弘、瀬良良子、桑野玲子
2. 発表標題 空洞下ゆるみ領域の複数点測定による空洞診断の高度化事例
3. 学会等名 局所的なゆるみを有する地盤内の弾性波伝播に関する個別要素法解析
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大野敦弘、佐藤雅規、瀬良良子、井原務、室井和也、桑野玲子
2. 発表標題 アラミド繊維シートを用いた路面補強工法に関する研究
3. 学会等名 局所的なゆるみを有する地盤内の弾性波伝播に関する個別要素法解析
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 桑野二郎、桑野玲子、井原務、室井和也
2. 発表標題 ジオシンセティクスで補強された路盤内空洞の安定性
3. 学会等名 局所的なゆるみを有する地盤内の弾性波伝播に関する個別要素法解析
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大野敦弘、佐藤雅規、瀬良良子、井原務、室井和也、桑野玲子
2. 発表標題 路面下空洞上の路面補強方法に関する研究（補強材料の比較）
3. 学会等名 土木学会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加納晋太郎、瀬良良子、大野敦弘、濱也幸樹、桑野玲子
2. 発表標題 強制陥没試験後の空洞上舗装の破壊現象
3. 学会等名 土木学会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中田祐輔、桑野玲子、大坪正英
2. 発表標題 局所的なゆるみを有する地盤内の弾性波伝播に関する個別要素法解析
3. 学会等名 土木学会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬良良子、加納晋太郎、井原務、室井和也、桑野玲子
2. 発表標題 路面陥没に至る空洞上部アスファルトの挙動観測報告（実物大試験道路）
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 中田祐輔, 大坪正英, 桑野玲子
2. 発表標題 地中空洞周りのアーチング及びゆるみの影響を考慮したDEM弾性波伝播解析
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 Tan Tingshen, 桑野玲子, 金城瑞樹, 小堺規行
2. 発表標題 再掘削性を考慮した空洞補修用可塑性充填材の開発
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 平野裕, 桑野玲子, 井原務, 室井和也, 桑野二郎, 瀬良良子
2. 発表標題 路面下空洞の陥没危険度評価のための実物大試験道路の構築と空洞載荷試験の概要
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 唐崎遥平, 金子かのん, 桑野玲子, 桑野二郎
2. 発表標題 埋設管接合部の止水不良箇所における路面下空洞の生成・成長過程の検討
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 久野洵、田口牽、桑野玲子
2. 発表標題 特定周波数に注目した地下流水音解析手法
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 田口牽、久野洵、桑野玲子
2. 発表標題 地下流水音測定による水みち探査の可能性
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 Pradeep Polhrel、加藤舜大、桑野二郎、平野裕、桑野玲子
2. 発表標題 地盤内空洞の生成と地震時安定性に及ぼす地下水位の影響
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 濱也幸樹、大野敦弘、森山鉄平、浅見文美恵、瀬良良子、桑野玲子
2. 発表標題 空洞下ゆるみ情報を用いた高度空洞診断事例の報告
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 大野敦弘、雑賀正嗣、佐藤雅規、瀬良良子、井原務、室井和也、桑野玲子
2. 発表標題 合理的路面下空洞対策に向けた路面補強工法jに関する研究
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 加納晋太郎、瀬良良子、井原務、室井和也、桑野玲子
2. 発表標題 路面陥没に至る空洞上部アスファルト混合物層の挙動の考察
3. 学会等名 土木学会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 室井和也、桑野玲子、井原務
2. 発表標題 路面下空洞上の舗装支持力に関する検討
3. 学会等名 土木学会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大野敦弘、佐藤雅規、瀬良良子、井原務、室井和也、桑野玲子
2. 発表標題 路面下空洞上の路面補強方法に関する研究
3. 学会等名 土木学会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kuwano,R., Santa, L. Bedja, M. Otsubo, M. and Ohara,Y.
2. 発表標題 Experimental Investigation on Mechanism of Internal Erosion and Development of Underground Cavities
3. 学会等名 7th International Symposium on Deformation Characteristics of Geomaterials, IS Glasgow2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kuwano,R., Ohara, Y. and Sera,R.
2. 発表標題 A study on the potential size of subsurface cavities in sandy soil
3. 学会等名 16th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sera, R., Kuwano,R. and Hotta,M.
2. 発表標題 Development of Subsurface Cavity Potential Map for Prevention of Road Cave-in
3. 学会等名 16th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桑野玲子、井原務、室井和也
2. 発表標題 路面下空洞の陥没危険度評価のための影響要因の検討
3. 学会等名 第1回交通地盤工学に関する国内シンポジウム
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 空洞計測装置および空洞計測システム	発明者 久野洵	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-199694	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
研究 分 担 者	大坪 正英 (Otsubo Masahide) (80804103)	東京大学・生産技術研究所・助教 (12601)	2022年度に異動により研究分担者より削除

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
---------	---------