

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 8 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H00789

研究課題名（和文）大地震に対するコンクリート杭および杭頭接合部の性能評価と2次設計法の提案

研究課題名（英文）Seismic performance of concrete piles and pile caps under large earthquakes

研究代表者

河野 進（Kono, Susumu）

東京工業大学・科学技術創成研究院・教授

研究者番号：30283493

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 35,300,000円

研究成果の概要（和文）：コンクリート杭と杭頭接合部について、継続使用性に関わる性能および終局時構造性能の解明を目的として研究を進めた。コンクリート杭の曲げ性能については、実験から軸力や径厚比が構造性能に与える影響を明らかとした。また、こうした杭の履歴復元力特性を精度よく再現可能なマルチスプリングモデルを構築した。せん断性状についても、実験と解析からせん断耐力の予測を可能とした。

杭頭接合面における荷重伝達機構評価を目的として、杭頭接合部曲げせん断載荷実験を行い、埋め込み方式と定着筋方式の2つの抵抗機構から得られる曲げ抵抗機構が、パイルキャップの大きさ、せん断補強筋の配置、ベース筋から受ける影響を実験的に確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

兵庫県南部地震・東北地方太平洋沖地震・熊本地震では、構造被害を被ったコンクリート杭基礎が確認され、地震後に建物の継続使用を断念し解体につながった例も多い。そこで、コンクリート杭の曲げ降伏時性能や終局時変形性能、杭頭接合部詳細が構造性能に与える影響について知見を集め、地震後の継続使用性を確保する一連の技術が求められている。そこで、大地震に対する場所打ち杭や既製杭の性能設計を可能とするため、なるべく実大に近い寸法や境界条件における杭体および杭頭接合部に関する実験を行い、実験結果に基づいてコンクリート杭や杭頭接合部の地震時安全を確保できる方法を提案したことが学術的かつ社会的意義である。

研究成果の概要（英文）：The purpose of the study is the seismic performance of concrete piles and pile caps under large earthquakes and the proposal of a design method for large earthquakes.

The flexural performance of different types of concrete piles was studied from a series of tests. It was confirmed that a proposed multi-spring model is able to simulate the hysteresis relations with good accuracy.

The flexural behavior of a pile in a pile cap was studied from the experiment by changing pile-cap size, amount of shear reinforcement, and type of transverse reinforced above the pile top interface. The study clarified the contribution to the bending capacity from two actions: the plying action of the embedded pile and the bending action from anchored steel reinforcement.

研究分野：耐震構造工学

キーワード：杭 杭頭接合部 2次設計 耐震安全性 継続使用性 終局時挙動 曲げ靱性能 軸力

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

建築物の上部構造においては、既に地震動レベルを数段階に想定した設計法が確立され性能設計に移行しているが、一般建物の基礎構造に関しては大地震を対象とした二次設計が義務付けられていない。これは、基礎構造の損傷を起因とした建物が崩壊に至った例が少なく人命保護の観点から問題がなかったことに加え、地盤を含めた外力条件が複雑で不確定要素が多いためである。しかし、兵庫県南部地震(1995年)・東北地方太平洋沖地震(2011年)・熊本地震(2015年)では、構造被害を被ったコンクリート杭基礎が確認され、地震後に建物の継続使用を断念し解体につながった例も多い。そこで、コンクリート杭の曲げ降伏時性能や終局時変形性能、杭頭接合部詳細が構造性能に与える影響について知見を集め、地震後の継続使用性を確保する一連の技術が求められている。

大地震に対する場所打ち杭や既製杭の性能設計を可能とするためには、実大規模の杭体および杭頭接合部実験結果に基づいて、寸法効果に関する外挿の不確定性をなくしてコンクリート杭の地震時安全を確保することが必要となる。しかし、場所打ち杭、既製杭、杭頭接合部のいずれにおいても、終局時までの挙動を変形まで含めて実験で確認した研究は、数年前まで海外も含めて少数の研究に限られていた。

2. 研究の目的

- (i) コンクリート杭(場所打ちコンクリート杭, SC杭, PHC杭, PRC杭)について大地震に対する杭頭部および杭頭接合部の曲げやせん断に関する構造性能評価に必要な基礎資料を大寸法試験体に対する構造実験から収集すること。また、今回の実験データや既往データに基づき、高圧縮軸力・引張力を受けるコンクリート杭基礎構造の終局時までの破壊モードおよび曲げせん断性状をモデル化し、杭頭部および杭頭接合部での外力抵抗機構を明確にすること。さらに、構造性能の改善方法を提案すること。
- (ii) 地震後の継続使用性を確保できる杭基礎構造の耐震設計に必要な設計式を整備し、設計例を提示すること。データや解析ツールを整備して、上部構造と基礎構造の一体解析に必要な解析ツールを検証すること。
- (iii) 現行基準の改善案を建築学会で提案し、基礎指針や基礎部材設計指針に反映させる。

3. 研究の方法

項目 場所打ちコンクリート杭の構造性能解明に関する技術開発

円形断面である場所打ち杭は主筋が一斉に降伏しないことから杭の降伏が明確でなく、また終局時に引張降伏する鉄筋断面積が明確に決められない。また、RC柱に対して得られた構造性能を準用し、杭の終局時の挙動を推測する事が一般的であるが、鉄筋量が少なく軸力が変動する円形断面のコンクリート杭における曲げ終局状態を確認するための実験はこれまで行われていない。さらに、大地震を想定した杭頭部のせん断設計においては、負担する変動軸力や杭頭周辺部における自由地盤の水平挙動を考慮した評価手法がない。こうした問題点を考慮した場所打ち鋼管杭杭頭接合部の構造性能評価技術を開発する。鋼管や主筋の、降伏・座屈・破断などが曲げ耐力や破壊モードに与える影響を解明し、予測式を提案する。

項目 既製コンクリート杭の構造性能解明に関する技術開発

SC杭・PHC杭・PRC杭などの既製杭について、JIS規格等で定められている杭体の曲げおよ

びせん断耐力が設計値以上であることの確認載荷試験が実務では一般的であるが、終局時性能に関する実験データはほとんどない。また、杭体の耐力確認試験では単純支持梁の単調漸増載荷が一般的で、軸力を変動させたり繰返し曲げせん断耐力を与えたりする実験施設がなく、上部構造の柱で実施しているような終局挙動確認実験を行うことは極めて困難であった。そこで、異なる種類の既成杭の特殊性を反映した終局時限界値が決まっていない。本研究では、曲げおよびせん断性能の評価手法を、実大杭頭接合部試験体を用いて開発する。特に、曲げに関しては曲げモーメントと曲率（または回転角）の関係を実験より明らかにし、数値解析でモデル化が容易にできるように計測項目を計画する。また、杭径の大口径化とコンクリートの高強度化が図られており、これらの構造性能への影響についても実験により明らかにする。既製杭に関しては、パイルキャップとのコンクリート強度差が大きく、支圧破壊を評価する方法を含めて開発する。また、パイルキャップにおいて定着鉄筋を用いる場合と杭頭部を埋め込む場合では杭頭接合部の破壊モードが異なるが、これらの破壊モードを精度良く評価する方法を開発する。

項目 杭頭接合部の構造性能解明に関する技術開発

大地震後も継続使用性を可能とする工法を開発する場合には、杭頭接合部の構造性能評価が必要となる。特に、負担応力の大きい大口径コンクリート杭を対象に、杭頭部の応力を基礎梁に伝達する応力伝達機構と高軸力時の軸力変動による影響を明らかにする。

項目 上部構造・基礎構造一体型解析モデルの構築

上部構造物と基礎構造には相互作用力が働くため、分離型モデルの構造解析では地震応答の精度に限界がある。一方、一体解析は地盤ばねの設定が不適切だと、杭および上部構造体の応力を過小評価してしまう。また、地盤 - 杭 - 上部構造フレーム系の実験データが乏しく、数値解析モデルの検証も不十分である。本研究では、地盤ばね等が杭や上部構造体の応力・変形に及ぼす感度解析を行い、一般の構造設計者が使用できる簡易一体化モデルを提供する。

4. 研究成果

杭体と杭頭接合部について、継続使用性に関わる性能および終局時構造性能の解明を目的にして研究を進めた。

【既製コンクリート杭および場所打ちコンクリート杭の構造性能解明に関する技術開発】

- 鋼管コンクリート杭の曲げ靱性能を評価するため、SC杭12体の一軸圧縮試験を行い、鋼管とコンクリートの厚みが、それぞれの材料の圧縮特性に与える影響を実験的に明らかにした。次に、軸力がせん断性能に与える影響を明らかにすることを目的として、SC杭及び耐震杭6体の逆対称曲げせん断載荷実験を行い、せん断耐力についての知見を得た。また、軸力を受けるSC杭の曲げ載荷実験81体の曲げ耐力について、RC基礎部材指針、CFT指針、Eurocode 4、AISCの4つの指針の予測式との比較検討を行った。さらに、軸力を受けるPRC杭の曲げ性能を調べるため、本研究グループが過去に行った実験データをまとめ、複数の汎用有限要素法プログラムを用いて行った曲げ解析結果との比較を行った。
- 鋼管コンクリート杭の曲げ靱性能を評価するため、SC杭12体・耐震杭4体・コンクリート4体・鋼管4体の一軸圧縮試験を行い、鋼管とコンクリートの厚みが、それぞれの材料の圧縮特性に与える影響を実験的に明らかにした。また、軸力を受ける耐震杭の曲げ載荷実験50体の曲げ耐力について、RC基礎部材指針、CFT指針、Eurocode4、AISCの4つの指針の予

測式との比較検討を行った。さらに、軸力を受けるPHC杭のせん断性能を調べるため、本研究グループが過去に行った実験データをまとめ、汎用有限要素法プログラムを用いて破壊機構の考察を行った。

- 鋼管コンクリート杭の曲げ靱性能を評価するため、SC杭12体・コンクリート6体の一軸圧縮試験を行い、鋼管とコンクリートの厚みと中詰めの有無が、材料の圧縮特性に与える影響を実験的に明らかにした。また、径厚比 (D/t) が大きいためノンコンパクトに分類される耐震杭の圧縮性状をFEM解析により再現し、47試験体の圧縮試験結果を使ってその妥当性を確認した。さらに、軸力を受けるPHC杭のせん断性状を再現できるFEM解析モデルを構築し、本研究グループが過去に行ったせん断実験結果が精度よく再現できることを確認した。

【杭頭接合部の構造性能解明に関する技術開発】

- 杭頭の根入れ長さが1D (D : 杭径) よりも短い場合の杭頭接合面における荷重伝達機構と終局まげ耐力の評価を目的として載荷実験を行った。RC基礎部材指針の方法は抵抗機構が明確であるが、軸力の影響を受ける実験結果をうまく説明できず、パイルキャップコンクリートの支圧効果を考慮してコンクリートの応力-ひずみ曲線を補正するなどの方法を改善する必要があることが分かった。また、支圧抵抗の評価は杭頭接合面断面解析において、圧縮強度増大係数 ($\phi_c=2.0$) もしくは仮想鉄筋コンクリート断面 (杭径+200mm) で評価することが一般的であるが、その抵抗機構を明確化するためパイルキャップ試験体の偏心支圧試験を行い、偏心量や支圧面積の影響を定性的に明らかにした。
- 杭頭の根入れ長さが1D (D : 杭径) よりも短い場合の杭頭接合面における荷重伝達機構評価を目的としてFEM解析を行った。杭頭接合面にて、圧縮を受けるコンクリート部分の支圧強度がどの程度上昇するかが、曲げ耐力に大きな影響を与えていることが分かった。また、支圧抵抗の評価は杭頭接合面断面解析において、圧縮強度増大係数 ($\phi_c=2.0$) もしくは仮想鉄筋コンクリート断面 (杭径+200mm) で評価することが一般的であるが、その抵抗機構を明確化するためパイルキャップ試験体および偏心支圧試験試験体のFEM解析を行い、コンクリート強度・偏心量・支圧面積が強度や変形性能に与える影響を明らかにした。
- 杭頭の根入れ長さが1D (D : 杭径) よりも短い場合の杭頭接合面における荷重伝達機構評価を目的として、12体の杭頭接合部曲げせん断載荷実験を行った。杭頭接合部における、埋め込み方式によるこ作用から得られる曲げ抵抗力と、接合面において定着筋とコンクリートから得られる曲げ抵抗力の2つが、パイルキャップの大きさ、せん断補強筋の配置、ベース筋によってどのように変化するかを実験的に確認した。また、支圧によるコンクリートの見かけの圧縮力の上昇する機構を解明するため、7体の支圧試験体を用いた支圧試験を行い、荷重の変化が、ひび割れの進展、コンクリートの圧壊などの物理現象とどのように関連しているかを実験で確認した。

【上部構造・基礎構造一体型解析モデルに関する技術開発】

- 部材に関する研究成果を用い、上部構造 (2x3スパンの5階建てRC造) ・基礎梁・SC杭・地盤バネからなる一体解析モデルを作成し、静的漸増解析を行った。SC杭の杭径および材料モデルが、杭頭部の曲げモーメント-回転角関係および上部構造のベースシア係数最大値への影響を明確にすることを目的としている。コンクリートの圧縮限界ひ

ずみを0.005とするバイリニアモデルでは、押込み側の杭が曲げ圧壊している状況を再現できず高性能モデルの曲げ耐力を上回る危険側の判断となることを確認した。

- 上部構造（3x3スパンのRC造で、4階建て・8階建て・12階建て）・基礎梁・SC杭・地盤の対して、一体解析と同等の精度が得られる2段階解析，3段階解析を実施した。3段階解析では、地盤柱，基礎梁と杭，基礎梁と上部構造の3つに分け，地盤柱下部に地震の速度成分を入力し，これが徐々に上部構造に伝搬される状況を模擬したものである。2段階解析では，地盤柱，杭・基礎梁・上部構造の2つにモデル化し，やはり地盤柱下部に地震の速度成分を入力し，構造物に与える影響を計算で求めた。遠心実験結果と比べると精度は劣るが，非常にモデル化がやりやすく，計算効率がいいことが分かった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計37件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 12件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 小原拓, 河野進, 浅井陽一, 木谷好伸, 後庵満丸	4. 巻 86 (779)
2. 論文標題 終局時におけるSC杭の変形性能に着目した解析的研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会構造系論文集	6. 最初と最後の頁 117-126
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 Thusoo S., Obara T., Kono S., Miyahara K.	4. 巻 228
2. 論文標題 Design models for steel encased high-strength precast concrete piles under axial-flexural loads	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Engineering Structures	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.engstruct.2020.111465	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 Obara, T. Kono, K. Mukai, D.	4. 巻 1
2. 論文標題 Damage Evaluation and Limit States of Rocking Concrete Walls with Energy Dissipaters	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13632469.2020.1835748	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 成瀬 俊佑, 小原 拓, 河野 進, 宮原 清.	4. 巻 41(2)
2. 論文標題 マルチスプリングモデルを用いたPRC杭の曲げ解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 439-444
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 Thusoo, S. Kono, S. Hamada, J.Asai, Y. Mukai, D.	4. 巻 1
2. 論文標題 Experimental investigation of hollow precast steel-encased concrete piles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The 17th World Conference on Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 2i-0047
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 該当する

1. 著者名 Oktiovan, Y P. Otaki, T. Obara, T. Kono, S. Asai, Y. Kobayashi, K. Watanabe, H. Mukai, T. Mukai, D.	4. 巻 1
2. 論文標題 Analysis on shear failure of PHC piles under different levels of axial load ratios	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The 17th World Conference on Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 2i-0063
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 該当する

1. 著者名 Obara, T. Egawa, M. Thusoo, S. Kono, S.Miyahara, K. Mukai, D.	4. 巻 1
2. 論文標題 Experimental study on shear behavior of hollow precast steel-encased high-strength spun concrete piles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The 17th World Conference on Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 2i-0077
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 該当する

1. 著者名 Naruse, S.Nakano, R. Tosauchi, Y. Obara, T. Kono, S. Kobayashi, K.Fukuda, T. Gunji, Y. Arai, T.	4. 巻 1
2. 論文標題 Experimental study on moment resisting mechanism at pile-pile cap interface, #1 Experimental investigation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The 17th World Conference on Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 2i-0080
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 Tosauchi, Y. Nakano, R. Naruse, S. Kono, S. Obara, T. Kobayashi, K. Fukuda, T. Gunji, Y. Arai, T.	4. 巻 1
2. 論文標題 Experimental study on moment resisting mechanism at pile and pile cap interface, #2 Moment capacity formulation based on failure mechanism	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The 17th World Conference on Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 2i-00115
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 Kono, S. Mukai, T. Kobayashi, K. Kaneko, O. Kishida, S. Komuro, T. Obara, T. Mukai, D.	4. 巻 1
2. 論文標題 Japanese recent experimental studies on ultimate behavior of concrete piles and pile caps	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The 17th World Conference on Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 2i-0084
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 楠原 文雄・河野 進・北山 和宏.	4. 巻 58(8)
2. 論文標題 日本建築学会「鉄筋コンクリート部材の構造性能評価の現状と将来」の概要	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本コンクリート工学会	6. 最初と最後の頁 565-572
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 Hachhethu, S. Obara, T. Kono, S. Mukai, D.	4. 巻 IV
2. 論文標題 Evaluation of load deformation behavior of unbonded post-tensioned precast walls	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Summaries of technical papers of annual meeting, AIJ	6. 最初と最後の頁 727-728
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 Thusoo, S. Kono, S. Obara, T. Mukai, D.	4. 巻 IV
2. 論文標題 Verification of strength of steel-encased high-strength concrete piles under combined axial and flexure forces using different design codes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Summaries of technical papers of annual meeting, AIJ	6. 最初と最後の頁 487-488
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 該当する

1. 著者名 Drouin, T. Kono, S. Obara, T. Asai, Y. Goan, M. Mukai, D.	4. 巻 IV
2. 論文標題 Modelling flexural behavior of precast reinforced concrete piles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Summaries of technical papers of annual meeting, AIJ	6. 最初と最後の頁 573-574
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 該当する

1. 著者名 古川 佳純. 小原 拓. 河野 進. 宮原 清. Thusoo, S. Mukai, D.	4. 巻 IV
2. 論文標題 SC杭の軸圧縮性状に関する実験的研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集構造系	6. 最初と最後の頁 575-576
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 該当する

1. 著者名 土佐内 優介. 中野 凌. 成瀬 俊佑. 河野 進. 小原 拓. 小林 勝己. 郡司 康浩. 新井 寿昭. 福田 健.	4. 巻 IV
2. 論文標題 支圧効果を考慮した杭頭接合部の曲げ挙動に関する検討 (その1~3)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集構造系	6. 最初と最後の頁 549-554
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 福田 健. 河野 進. 小原 拓. 小林 勝巳. 土佐内 優介. 新井 寿昭. 郡司 康浩.	4. 巻 IV
2. 論文標題 パイルキャップの支圧に関する要素試験	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集構造系	6. 最初と最後の頁 569-570
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 小原 拓. Subedi, N. 阿部 紗也加. Thusoo, S. 河野 進. 平尾 一樹. 今井 康幸. Mukai, D.	4. 巻 IV
2. 論文標題 軸力を受ける鋼管コンクリート杭のせん断終局耐力に関する実験的研究(その1~3)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集構造系	6. 最初と最後の頁 577-582
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 該当する

1. 著者名 田村修次	4. 巻 1
2. 論文標題 地盤 - 構造物系の振動実験から見た相互作用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第10回構造物と地盤の動的 相互作用シンポジウム	6. 最初と最後の頁 98-104
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 Castellanos, S., Wijeyewickrema, A. C., Shrestha, B. K. and Kono, S.	4. 巻 1
2. 論文標題 Preliminary results of high-strength concrete filled steel tube (CFST) piles considering soil-pile interaction effects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 20th ASEP International Convention	6. 最初と最後の頁 1-12
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 該当する

1. 著者名 Thusoo S., Kono S., Hamada J., Asai Y.	4. 巻 204
2. 論文標題 Performance of Precast Hollow Steel-Encased High-Strength Concrete Piles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Engineering Structures	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) 10.1016/j.engstruct.2019.109995	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 千濱彬比古, 向井智久, 平出務, 小林勝巳, 今井康幸, 平尾一樹, 金子治, 植村一貴, 河野進	4. 巻 IV
2. 論文標題 大地震後の継続使用性を確保するためのコンクリート系杭基礎構造システムの構造性能評価に関する研究 その27	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集構造系	6. 最初と最後の頁 217-218
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 江川弥玖, Thusoo S., 小原拓, 河野進, 平尾一樹, 小林勝巳, Mukai D.	4. 巻 IV
2. 論文標題 軸力を受けるSC杭のせん断耐力に関する実験的研究 その1	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集構造系	6. 最初と最後の頁 227-228
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 該当する

1. 著者名 大和由佳, 西村康志郎, 柏尚稔, 千野舜, 河野進, 杉山太宏	4. 巻 IV
2. 論文標題 2016年熊本地震による東海大学阿蘇キャンパス1号館の被害調査 (その2-3)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集構造系	6. 最初と最後の頁 587-590
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 Thusoo S., Kono S., Obara T., Asai Y., Hamada J., Kobayashi K.	4. 巻 IV
2. 論文標題 Performance Evaluation of Earthquake-Resistant Steel-Encased Concrete Piles Based on Prestressed Concrete Member Design Criteria	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Summaries of technical papers of annual meeting	6. 最初と最後の頁 213-214
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 土佐内優介, 中野凌, 成瀬俊佑, 河野進, 小林勝己, 福田健, 郡司康浩, 新井寿昭, 小原拓	4. 巻 IV
2. 論文標題 杭頭根入れ長さが短い杭を有するパイルキャップのへりあき破壊耐力に関する実験的研究 (その1~3)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集構造系	6. 最初と最後の頁 179-184
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 Oktiovan Y., Otaki T., Obara T., Kono S., Asai Y., Kobayashi K., Watanabe H., Mukai T., Mukai D.	4. 巻 1
2. 論文標題 Shear Damage Evaluation of Prestressed High Strength Concrete Pile Using Finite Element Program	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The 6th Joint Workshop on Building / Civil Engineering between Tongji & Tokyo Tech	6. 最初と最後の頁 41-48
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 該当する

1. 著者名 岸田慎司, 向井智久, 毎田悠承	4. 巻 41
2. 論文標題 偏心した柱を有するト形部分架構パイルキャップの破壊性状に関する検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 265-270
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 郡司大裕, 岸田慎司, 向井智久, 毎田悠承	4. 巻 41
2. 論文標題 既製杭を用いたト形部分架構パイルキャップの破壊性状の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 271-276
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 郡司大裕, 向井智久, 毎田悠承, 小林勝己, 田中昌史, 後庵満丸, 福田健, 岸田慎司	4. 巻 IV
2. 論文標題 大地震後の継続使用性を確保するためのコンクリート系杭基礎構造システムの構造性能評価に関する研究 その28-31	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 219-226
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 金子治	4. 巻 1
2. 論文標題 建築分野におけるコンクリート系杭の構造性能評価の現状	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 基礎工	6. 最初と最後の頁 80-83
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 金子治	4. 巻 68
2. 論文標題 建築物における杭の耐震性能	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地盤工学会誌	6. 最初と最後の頁 30-31
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 松林正也, 金子治	4. 巻 1
2. 論文標題 2016年熊本地震における杭基礎の被害における杭頭固定度の影響に関する解析的検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会中国支部研究報告集	6. 最初と最後の頁 265-268
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 今井康幸, 宮本和徹, 田中昌史, 堀川剛, 荻田成也, 森島洋一, 田中幸芳, 矢田哲也, 金子治	4. 巻 1
2. 論文標題 場所打ち鋼管コンクリート杭の継手部曲げ実験結果とその評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会中国支部研究報告集	6. 最初と最後の頁 273-276
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 田村修次・石川大輔・柴田景太・船原英樹	4. 巻 1
2. 論文標題 水平力と転倒モーメントを受ける杭の周面摩擦力の評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 513-514
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 小田切瑞生・田村修次・浅香美治・岩井俊之・平井卓海	4. 巻 1
2. 論文標題 動的遠心載荷実験による加振レベルと杭頭水平力の関係	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 499-500
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 Subedi, N., Wijeyewickrema, A. C., and Kono, S.	4. 巻 1
2. 論文標題 Review of Recent Advances in Seismic Analysis of Reinforced Concrete Buildings Considering Soil-Pile-Structure Interaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Seventh ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 1-2
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0件

〔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
研究分担者	西村 康志郎 (Nishimura Koshiro) (00343161)	東京工業大学・科学技術創成研究院・准教授 (12608)	
研究分担者	岸田 慎司 (Kishida Shinji) (10322348)	芝浦工業大学・建築学部・教授 (32619)	
研究分担者	W i j e y e w i c k r e m a A (Wijeyewickrema Anil) (10323776)	東京工業大学・環境・社会理工学院・准教授 (12608)	
研究分担者	渡邊 秀和 (Watanabe Hidekazu) (20620636)	国立研究開発法人建築研究所・構造研究グループ・主任研究員 (82113)	
研究分担者	田村 修次 (Tamura Shuji) (40313837)	東京工業大学・環境・社会理工学院・教授 (12608)	

6. 研究組織（つづき）

	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	谷 昌典 (Tani Masanori) (50533973)	京都大学・工学研究科・准教授 (14301)	
研究分担者	小原 拓 (Obara Taku) (50845451)	東京工業大学・科学技術創成研究院・助教 (12608)	
研究分担者	金子 治 (Kaneko Osamu) (80824135)	広島工業大学・工学部・教授 (35403)	

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			
スイス	スイス連邦工科大学ローザンヌ校			
米国	Univ. of Wyoming			