

令和 3 年 5 月 29 日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04441

研究課題名(和文) 水平力を受けるト形部分架構を有するパイルキャップの力学特性の明確化

研究課題名(英文) Clarification of Mechanical properties on pile cap on the exterior frame subjected lateral loading

研究代表者

岸田 慎司 (KISHIDA, SHINJI)

芝浦工業大学・建築学部・教授

研究者番号：10322348

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：鉄筋コンクリート造の杭基礎におけるパイルキャップのせん断終局強度を陽な形で求める評価式を実験式と理論式の2種類を提案した。実験式においては、パイルキャップせん断破壊時の帯筋の応力負担割合を考慮することで、せん断強度式を安全側に評価することができた。理論式においては、建築学会RC靱性指針におけるトラス・アーチ理論に基づく柱部材のせん断終局強度式の考え方を準用して、有効断面等を修正することで精度よくパイルキャップせん断終局強度を評価できることを確認した。パイルキャップの杭頭接合面破壊においては、杭頭接合面に補強筋として中子筋を配筋することで杭頭接合面の損傷を抑制できることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

パイルキャップを設計する上で足りていない具体的な検討項目は、杭基礎構造におけるパイルキャップ高軸力下での終局耐力とせん断性能 杭頭接合部における抜出しを考慮したモーメント-回転角関係のモデル化が挙げられる。

実務設計では杭基礎を設計する際、未解明かつ評価困難ながら、既往実験式を外挿して用いている。外挿しても問題ないことの根拠を明確に示すことによって設計者が迷うことなく設計でき、しいては地震時における建物の損傷を抑えることにつながり、安心・安全なまちづくりを実現することができる。

研究成果の概要(英文)：Two types of evaluation formulas, an empirical formula and a theoretical formula, were proposed to obtain the ultimate shear strength of the pile cap in a reinforced concrete pile foundation in an explicit form. In the empirical formula, the shear strength could be evaluated on the safe side by considering the stress burden ratio of hoop stress at the time of pile cap shear failure. In the theoretical formula, the concept of the ultimate shear strength formula for column members based on the truss arch theory in the RC guideline of the Architectural Institute of Japan was applied. It was confirmed that the ultimate shear strength of the pile cap can be evaluated accurately by modifying the effective cross section.

It was found that damage to the pile head joint surface can be suppressed by arranging core bars as reinforcing bars on the pile head joint surface when the pile cap joint surface is destroyed.

研究分野：建築構造

キーワード：パイルキャップ せん断破壊 せん断強度式 杭頭接合面破壊 トラス・アーチ理論 鉄筋コンクリート造 杭基礎 ト形部分架構

1. 研究開始当初の背景

近年、建築物の構造設計法においては、従来の許容応力度設計法・終局強度型設計法から、性能に基づいた設計法、信頼性設計法あるいは損傷制御型設計法の考えが導入されている。一方、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、1995年兵庫県南部地震以降、2011年東北地方太平洋沖地震および2016年熊本地震では、構造被害を被った杭基礎が確認され、地震後に建物の継続使用を断念し解体に至った例も多い。さらに避難施設(小学校・中学校)の被害として、1981年の新耐震基準で設計された場合、または旧基準の建物に現行の耐震補強設計がされた場合においては、倒壊するような事例は確認されていないが、いずれの設計時にも十分な検討が明示的に求められていない杭基礎の損傷が顕在化した。その後、杭基礎の被害状態とその原因、外力との関連が比較的明確になってきている(建築学会:東北地方太平洋沖地震被害調査報告, 2012)。

上部構造には限界耐力計算を導入しているが、基礎構造では、2000年の建築基準法改正以降、告示には地盤の許容応力度および基礎杭の許容支持力の記述しかなく、許容応力度計算を行えば良いと記述されている。2017年に日本建築学会から「鉄筋コンクリート基礎構造部材の耐震設計指針(案)・同解説」が発表された。この指針において、パイルキャップの設計に対してひとつの方針が示されているが、設計式の精度について十分な検討が行われていないため、問題を踏まえた多くの実験が必要であるとの指摘がされている。

国内外において、鉛直力の支持性能に関するものが多く、地震時水平力挙動の研究としては、場所打ちコンクリート杭を使用した実験や機械式定着工法を用いた実験があるが、既製杭を対象とした研究は皆無である。圧倒的に試験体数が少ないこともあってパイルキャップの破壊性状、終局強度および変形性状の定量化や統一的な解釈には至っていない。

ト形部分架構を有するパイルキャップの内部応力状態、各種鉄筋の効果解明及び、合理的な配筋方法の検討を目的に実験を行い、従来から用いられている「標準型配筋」(はかま筋、ベース筋、腹筋)に対し、新たに「かご筋型配筋」(縦筋、帯筋)を提案した。結果として、縦筋およびせん断補強筋を適切に配筋することで標準型と同等の性能を発揮することを明確にした。また、せん断補強筋を増加させることによってパイルキャップの最大耐力の向上と周辺部材の変形抑制が可能となることを示した。さらに、パイルキャップのせん断力に寄与する有効体積を仮定し、修正荒川 mean 式を準用してせん断終局強度式を提案した。しかし、実験結果に対して安全側の評価となり、今回の提案式では、破壊機構を陽に表しておらず、パイルキャップ内の各種鉄筋の評価も十分とはいえない。設計式の精度を上げるためにも実験結果が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、既製コンクリート杭および場所打ちコンクリート杭を対象とし、以下の3つの観点から研究を進める。(i)性能設計を行うための基礎資料を構造設計者に提供すること、(ii)杭と杭頭接合部の解析モデルや設計法および設計例を提示して大地震後の継続使用性を高めた建築物を提供すること、(iii)損傷した杭や杭頭接合部の補修補強方法を提案すること、この3点は建物全体の性能を担保し、安全な社会基盤を形成するために必要不可欠のプロセスである。この観点を効率的に進めていく上で予備的な研究成果をすでに得ており、これらの成果を発展させたその延長線上に本研究計画が位置付けられる。

鉄筋コンクリート(RC)上部構造における柱梁接合部の研究のように、柱と基礎梁と杭が接合されている杭頭接合部を架構として捉え、周囲の構造部材を考慮して写真1のように実験することが最大の特色である。三方向地震力(軸力変動も考慮する)を模擬した静的載荷が可能な装置を利用して、将来的には立体的な杭頭接合部の実験も考えており、パイルキャップの損傷状態および性能評価を定めるために構造実験を中心に、新しく提案する耐震性能評価手法を適用した設計法を構築する。

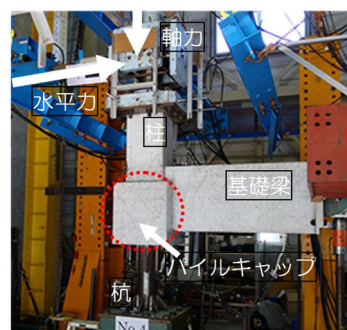


写真1 架構実験装置

3. 研究の方法

(1) 既製杭を用いたト形部分架構におけるパイルキャップせん断終局強度式の再検討

既往の研究において、パイルキャップのせん断終局強度式の考察は行われているが、載荷方向による耐力の違いが考慮されていない。そこで本研究ではパイルキャップせん断終局強度式の更なる検討を行った。既往の文献(2016)で報告された杭・基礎部ト形接合部試験体のうち、既成杭が用いられており、かつパイルキャップせん断破壊した12試験体を対象に検討を行った。

対象とした試験体は実施設計を参考とした約 1/2 ~ 1/3 スケールのト形部分架構である。配筋には、一般的な袴筋・ベース筋・腹筋による標準型、松本(2010)による縦筋・帯筋によるかご筋型を用いた。基礎梁端をピンローラー支持、柱頭及び杭脚をピン支持とし、軸力および水平力は柱頭から導入し、柱頭位置の水平変位における層間変形角にて制御を行い、正負交番繰り返し載荷とした。

(2) 既製杭を用いたト形部分架構におけるパイルキャップのトラス・アーチ機構による検討
 既往の研究(2016・2018)において、パイルキャップのせん断終局強度式の考察は行われているが載荷方向や軸力が考慮されていない。トラス・アーチ理論に基づいたパイルキャップせん断終局強度式の検討を行った。

(3) ト形部分架構パイルキャップにおけるパイルキャップ内帯筋量および杭頭接合面補強に関する検討

既往の研究(2018・2019)においてパイルキャップ内の帯筋量を増加することで耐力や変形性能の向上が確認できた。そこで、本研究ではパイルキャップ内部の2種類の帯筋に着目し、パイルキャップ帯筋と柱帯筋の比率の違いが耐力や変形性能に対しどのような影響を与えるのかを確認する。

また、パイルキャップを有する杭基礎構造では、杭頭接合面破壊が破壊モードの一つとして考えられる。杭頭接合面の破壊がパイルキャップなどの各部材に与える影響を確認することを目的とし、接合面補強筋として中子筋を配筋することで破壊性状に差異が見られるのかを検討する。

4. 研究成果

上記の(1)から(3)研究によって得られた結論をそれぞれ以下に示す。

(1) 既製杭を用いたト形部分架構におけるパイルキャップせん断終局強度式の再検討

柱とパイルキャップ、杭に対する基礎梁主筋の90度折曲げ筋の水平投影長さの平均を圧縮ストラットの水平投影長さとし、接合部有効せい(d_e)とした。

$$d_e = (D_c + D_{pc} + D_p)/3$$

ここで、 D は各部材における基礎梁主筋の90度折曲げ筋の水平投影長さである。 D_p は、アンカー筋の外周に100mmを加えた円形断面とせいを同じくする等価な長方形断面に置換したものを杭断面として扱うこととした。また、袖壁付柱において D_c は、柱と袖壁のせいの断面積の合計とせいを同じくする等価な長方形断面に置換したものを柱断面として扱う。

基礎梁のせん断力による作用軸力の増減を考慮し、せん断強度算定時のパイルキャップの作用軸力を次式のように定義した。

$$N_{pc} = N_c + Q_b$$

N_c :柱軸力、 Q_b :基礎梁せん断力(下向きを正)

既往の式(2016)においてせん断補強筋に対する係数は、実験値のせん断耐力から靱性指針式より算出した無筋時におけるせん断耐力を除いた値をせん断補強筋の効果量と考え、0.2としていた。本研究では想定する有効断面が異なるため、元の修正荒川 mean 式に従い、係数を0.85とした。

曲げ解析によるアンカー筋に生じると想定される引張ひずみと、実験時最大耐力時におけるアンカー筋のひずみを比較した結果、杭・基礎梁が開く方向において、必要定着長さを確保して配筋されたアンカー筋のひずみは、曲げによって生じるそれよりも大きく生じていたことから、同方向におけるアンカー筋を有効な引張鉄筋として追加した。

パイルキャップせん断終局強度式を以下のように再提案した。

$$Q_u = \left\{ \frac{0.068p_c^{0.23}(f_c+18)}{D+0.12} + 0.85 \sqrt{cP_w c\sigma_{wy} + pcP_w pc\sigma_{wy} + 0.1\sigma_0} \right\} bj$$

各記号の詳細は既往式(2016)に従う。既往の研究において提案されたパイルキャップせん断強度式について、有効断面せいとパイルキャップにせん断強度算定時のパイルキャップの作用軸力、せん断補強筋の係数、有効引張鉄筋を修正することで、精度良く実験値を評価できることを確認した。

(2) 既製杭を用いたト形部分架構におけるパイルキャップのトラス・アーチ機構による検討

提案したパイルキャップせん断強度 V_u

a) $v_0\sigma_B - c\sigma_t < 0$ のとき

V_u は次のうち小さい値とする

$$V_u = \begin{cases} \frac{\lambda_c v_0 \sigma_B + c p_{we} c \sigma_{we}}{3} c b_e \cdot c j_e \\ \frac{\lambda_c v_0 \sigma_B}{2} c b_e \cdot c j_e \end{cases} \quad (1)$$

b) $v_0 \sigma_B - c \sigma_t \geq 0$ かつ $v_0 \sigma_B - c \sigma_t - p_c \sigma_t < 0$ のとき

$$c V_t = 2 c p_{we} \cdot c \sigma_{wy} \cdot c b_e \cdot c j_e$$

$$p_c V_t \text{ は次のうち小さい値とする}$$

$$p_c V_t = \begin{cases} \frac{\lambda_{pc} (v_0 \sigma_B - c \sigma_t) + p_c p_{we} \cdot p_c \sigma_{we}}{3} p_c b_e \cdot p_c j_e \\ \frac{\lambda_{pc} (v_0 \sigma_B - c \sigma_t)}{2} p_c b_e \cdot p_c j_e \end{cases}$$

$$V_u = c V_t + p_c V_t \quad (2)$$

c) $v_0 \sigma_B - c \sigma_t - p_c \sigma_t \geq 0$ のとき

$$c V_t = 2 c p_{we} \cdot c \sigma_{wy} \cdot c b_e \cdot c j_e$$

$$p_c V_t = 2 p_c p_{we} \cdot p_c \sigma_{wy} \cdot p_c b_e \cdot p_c j_e$$

$$V_a = (v_0 \sigma_B - c \sigma_t - p_c \sigma_t) \frac{b x_n}{2} \sin 2\theta$$

$$V_u = c V_t + p_c V_t + V_a \quad (3)$$

靱性指針式によるせん断強度 V_u は大きくトラス機構による要素とアーチ機構による要素に分かれている。これをパイルキャップに適用すると以下の式で表される。

$$V_u = c V_t + p_c V_t + V_a \quad (4)$$

$c V_t$: 柱断面のトラス機構によるせん断耐力

$p_c V_t$: パイルキャップ断面のトラス機構によるせん断耐力

V_a : アーチ機構によるせん断強度

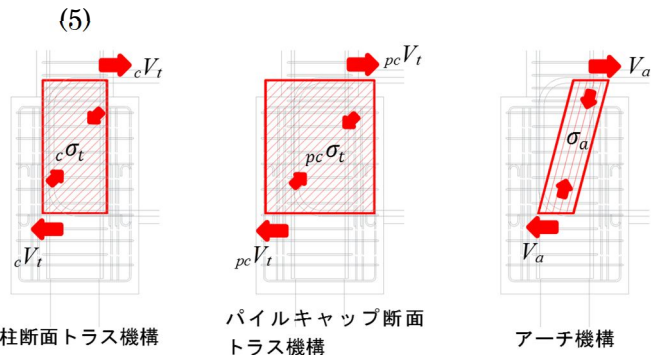
$$v_0 \sigma_B = c \sigma_t + p_c \sigma_t + \sigma_a \quad (5)$$

$c \sigma_t$: 柱断面のトラス機構による圧縮応力

$p_c \sigma_t$: パイルキャップ断面のトラス機構による圧縮応力

σ_a : アーチ機構による圧縮応力

以上を用いて図 1 に示すように 3 つの場合にわけて靱性指針式を適用した。



a) 柱断面のトラス機構による圧縮力が 柱断面トラス機構

$c \sigma_t$ に達する前に最大耐力となる場合

図 1 パイルキャップ内のトラス機構とアーチ機構

b) 柱断面のトラス機構による圧縮力は

$c \sigma_t$ に達し, パイルキャップ断面のトラス機構による圧縮力が $p_c \sigma_t$ に達する前に最大耐力となる場合

c) 柱・パイルキャップ断面のトラス機構による圧縮力が $c \sigma_t, p_c \sigma_t$ に達し, アーチ機構による圧縮力 σ_a との重ね合わせによって最大耐力となる場合

トラス機構には軸力の影響はなく, アーチ機構に対しては中立軸位置やアーチ角度が軸力によって変化することを考慮したせん断強度式²⁾が提案されている。本提案式でも, 修正された靱性指針式を参考にした。

$$x_n = \frac{D}{4} (1 + 2\eta) \quad (6)$$

$$\tan \theta = \frac{D - x_n}{L} \quad (7)$$

ここで, x_n : アーチ機構の中立軸位置, η : 軸力比, D : 部材せい, θ : アーチ機構の圧縮束の角度

有効補強筋比(p_{we}): せん断に寄与する補強筋はせん断力が入力される基礎梁主筋の重

心間距離間に配筋されたものとして、補強筋総断面積を有効断面で除して有効補強筋比を算出する。

補強筋間隔(s): パイルキャップ内の補強筋間隔は配筋の関係上、一定の間隔にできない場合が多いため部材長さを補強筋組数で除して平均化する。

部材長さ(L): パイルキャップに生じるせん断力を基礎梁の入力せん断力(水平方向)で評価し、せん断スパンの長さについては基礎梁主筋の重心間距離とする。

靱性指針ではトラス機構による圧縮応力は横補強筋の4隅で支持するため、その圧縮領域は横補強筋に囲まれた $b_e \times j_e$ の内部となる。また、部材長さ L の間に配筋された補強筋のみ有効として、柱の補強筋によるトラス機構有効断面 $c_b \times j_e$ とパイルキャップの補強筋によるトラス機構有効断面 $pc_b \times pc_j_e$ を用いる。圧縮力の重なりによりパイルキャップ内の柱断面が危険断面となるため、柱断面のトラス機構が先行するものとした。これは柱補強筋が先に降伏した実験結果とも一致する。

アーチ機構によるパイルキャップ有効せい D については靱性指針のせん断設計に基づいてト形柱梁接合部と同様に梁主筋の水平投影長さ L_d を用いることとする。

パイルキャップにおいては柱・パイルキャップ・杭で断面が異なっているため、各部材の面位置からの基礎梁主筋の水平投影長さを平均することで評価することとする。柱・パイルキャップに関しては部材せいをそのまま使用し、杭に関してはアンカー筋の芯から外周に100mm足した円形断面を長方形置換することで部材せい・幅を決定した。また、パイルキャップ有効幅 b については直接基礎梁が取り付けられている柱とパイルキャップは柱梁接合部と同様に協力幅の上限を $D/4$ (この場合の D は柱・パイルキャップのせいとする)とした幅の平均 cb_j, pc_b_j を求め、さらに杭幅 b_p とあわせた平均とする。

修正靱性指針式のトラス・アーチ理論に基づく柱部材のせん断終局強度式の考え方を準用して、有効断面等を修正することで精度よくパイルキャップせん断終局強度を評価できることを確認した。しかし、提案式はパイルキャップ有効補強筋比が極端に小さいパイルキャップに対しては適用性がよくなかった。

(3) ト形部分架構パイルキャップにおけるパイルキャップ内帯筋量および杭頭接合面補強に関する検討

パイルキャップ内のパイルキャップ帯筋および柱帯筋の比率を変化させると、パイルキャップ帯筋量が多い方が最大耐力は大きく、体力低下率は小さくなり、ひび割れ状況から2種類の帯筋がパイルキャップの構造性能に与える影響は異なると考えられる。

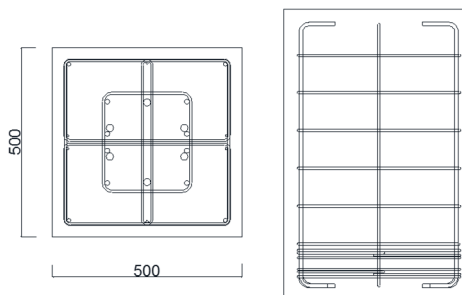
パイルキャップに配筋される2種類の帯筋のうちパイルキャップ帯筋を多く配筋することでパイルキャップに作用するせん断力に対して、一本当たりの帯筋が負担する割合が少なくなると考えられる。

パイルキャップせん断破壊時の帯筋の応力負担割合を表1に示す値を考慮することで、昨年度に提案されたせん断強度式(2019)を安全側に評価することができた。

試験体のひび割れ状況やアンカー筋の降伏状況から、杭頭接合面に補強筋として図2のような中子筋を配筋することで杭頭接合面の損傷を抑制できることがわかった。

表1 パイルキャップ内の帯筋負担応力係数

載荷方向	パイルキャップ		柱	
	柱-基礎梁閉じ	柱-基礎梁開き	柱-基礎梁閉じ	柱-基礎梁開き
負担割合	pc_n_c	pc_n_o	c_n_c ($cPw < 0.15\%$)	c_n_o
	0.96	0.64	5.4 cPw	0.59



試験体D-2 パイルキャップ配筋

図2 パイルキャップ杭頭接合面における補強筋

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 阿部航, 岸田慎司, 向井智久, 渡邊秀和	4. 巻 42
2. 論文標題 ト形部分架構パイルキャップにおける補強筋の効果に関する検討	5. 発行年 2020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 247-252
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 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 Shinji KISHIDA, Tomohisa MUKAI	4. 巻 Paper No.323
2. 論文標題 EXPERIMENTAL STUDY ON THE REINFORCED CONCRETE PILE-CAP WITH A PILE, EXTERIOR COLUMN AND FOUNDATION BEAM	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The International Federation for Structural Concrete 5th International fib Congress	6. 最初と最後の頁 2229-2242
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15件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 岸田慎司, 秋澤貴哉, 向井智久, 渡邊秀和, 中村聡宏, 宮原清
2. 発表標題 ト形部分架構パイルキャップにおける補強筋の効果に関する検討(その1 実験概要と結果)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秋澤貴哉, 岸田慎司, 向井智久, 渡邊秀和, 中村聡宏, 宮原清
2. 発表標題 ト形部分架構パイルキャップにおける補強筋の効果に関する検討(その2 実験の考察)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古川佳純, 岸田慎司, 他 6 名
2. 発表標題 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30 パイルキャップ内帯筋量および杭頭接合面補強に関する実験概要)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部航, 岸田慎司, 他 6 名
2. 発表標題 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31 パイルキャップ内帯筋量および杭頭接合面補強に関する実験結果)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 郡司大裕, 岸田慎司, 他 6 名
2. 発表標題 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 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)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岸田慎司, 向井智久, 他 5 名
2. 発表標題 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29 既製杭を用いたト形部分架構におけるパイルキャップのトラス・アーチ機構による検討)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村聡宏, 岸田慎司, 他 6 名
2. 発表標題 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17 せん断余裕度の低い場所打ちコンクリート杭の曲げせん断実験概要および結果)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中昌史, 岸田慎司, 他 8 名
2. 発表標題 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18 変動軸力下における場所打ち鋼管コンクリート杭の曲げ実験 (その1 実験概要とその結果))
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 早川哲生, 岸田慎司, 他 7 名
2. 発表標題 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19 変動軸力下における場所打ち鋼管コンクリート杭の曲げ実験 (その2 断面解析結果の検討))
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今井康幸, 岸田慎司, 他 8 名
2. 発表標題 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20 場所打ち鋼管コンクリート杭の杭頭接合部の実験概要)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金子治, 岸田慎司, 他 7 名
2. 発表標題 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21 場所打ち鋼管コンクリート杭の杭頭接合部の実験結果)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 千濱彬比古, 岸田慎司, 他 8 名
2. 発表標題 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22 SC杭を用いたト形部分架構を有するパイルキャップに関する構造実験の概要)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿部航, 岸田慎司, 他 8 名
2. 発表標題 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23 SC杭を用いたト形部分架構を有するパイルキャップに関する構造実験の結果)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浅井陽一, 岸田慎司, 他 8 名
2. 発表標題 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24 縮小支圧要素試験結果および既往の評価式との比較)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岸田慎司, 向井智久, 他 6 名
2. 発表標題 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25: 既製杭を用いたト形部分架構におけるパイルキャップせん断終局強度式の再検討)
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018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
---------	---------