

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：27101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04715

研究課題名(和文)一定変位振幅繰返し载荷を受ける円形CFT柱の耐力劣化性状

研究課題名(英文)Strength deterioration of circular CFT columns with constant cyclic deflection

研究代表者

城戸 将江(Kido, Masae)

北九州市立大学・国際環境工学部・准教授

研究者番号：10453226

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)：本研究の目的は、コンクリート充填円形鋼管柱が、長周期地震動のように多数回繰返し変位振幅を受けた場合の耐力劣化挙動に及ぼす、圧縮軸力の大きさ(軸力比)、揺れの大きさ(部材角)、断面寸法(径厚比)の影響を明らかにすることである。

径厚比37の場合については、荷重が既往の一定変位振幅繰返し载荷の実験も含めて検討した結果、軸力比0.3の場合は、限界繰返し回数と部材角の関係は対数軸上において線形的となっており、部材角と限界繰返し回数との関係を定式化し、マイナー則が成り立つか検討した結果、実験値を安全側に評価した。径厚比45の場合は、径厚比37と比較し同じパラメータの場合、耐力の低下が大きい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、超高層事務所建築物に多用されているコンクリート充填鋼管柱(以後CFT柱と称す)のうち、断面形状が円形の場合を対象とし、南海トラフを震源域とした大地震により起こる長周期地震動を想定した多数回繰返し実験を、柱部材を取り出したモデルにより行い、耐力劣化挙動に及ぼす軸力比、揺れの大きさ、断面寸法の影響を明らかにした。円形CFT柱に関する実験的研究は少なく、耐力劣化挙動に及ぼす影響は定性的にしかわかっていなかったが、本研究により定量的に明らかにすることができた。本研究成果は、長周期地震動も考慮した設計に役立てることができる点で社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to clarify the effects of the compressive axial force (axial force ratio), the amplitude of the deformation (rotation angle of the member) and the proportion of cross-section (section depth-thickness ratio) on the strength deterioration of concrete filled circular steel tube columns subjected to cyclic loading like the long-period ground motion.

In the case of the section depth-thickness ratio 37, the relationship between the rotation angle and the limit number of repeated cycles is linear on the logarithmic axis based on the results of this research and previous studies. This relationship was formulated by the least-squares method, and we investigated if the Miner's rule held. The formula evaluated the experimental value conservatively.

In the case of the section depth-thickness ratio 45, the strength deteriorated more than the section-depth-thickness ratio 37.

研究分野：建築構造

キーワード：鋼・コンクリート合成構造 長周期地震動 構造性能 耐力劣化

1. 研究開始当初の背景

コンクリート充填鋼管（以後 CFT）構造は、現在では大多数の超高層事務所建築に利用されている。超高層建築物は固有周期が長いが、今後発生が予想されている南海トラフを震源域とした巨大地震による長周期地震動を受ける場合の、CFT 造建築の構造的評価法は確立されていない。一方で、2017 年 4 月より関東地域などの対象地域において超高層建築物等を新築する際には、従来からの検討に加え、想定される長周期地震動を用いて検討を行うことが、国土交通省より通知されている。つまり、現在は確立された設計手段がない状況で設計するしか無い。したがって、構造設計者が使いやすい長周期地震動を受ける CFT 柱の設計法の確立は喫緊の課題である。この設計法は、実験的研究に基づき、理論的に説明できるものであることが望ましい。

このような背景により、すでに長周期地震動に関連する研究は精力的に行われてきており、CFT 柱についても例外ではなく実験資料の蓄積なども進んでいる。2011 年～2014 年の国土交通省建築基準整備促進事業の一環として CFT 柱を対象とした実験的研究が行われている。角形断面部材を対象とした多数回繰り返し載荷実験が行われ、これらの実験結果に基づいた損傷評価法も提示されている¹⁾。しかしながら、地震時の外柱に対応させて変動軸力を作用させている場合が多く、基本的な一定軸力を受ける場合が少ない。これらは、実際の設計の場合には有用な資料となるが、汎用性の高い耐力劣化性状評価法を導き出す際に、軸力比という極めて重要な要素を考慮できにくいという問題がある。

疲労特性評価法に関しては、既往の実験資料に基づき、限界繰返し回数評価式を提示しているものがある²⁾。限界繰返し回数とは最大耐力の 95% に耐力が低下した時のサイクル数であるが、繰返し回数が 10 サイクル以上の場合の精度に問題がある。

また、実験資料の蓄積とこれまでの成果としては、研究代表者は実験変数を座屈長さ・断面せい比、幅厚比、軸力比、変位振幅（柱部材角）とした、一定軸力下における角形 CFT 柱について、単調載荷 14 体、繰返し載荷約 50 体の実験を実施し、実験資料を蓄積してきた³⁾。これらの実験より、設定した実験変数はすべて、耐力劣化性状に影響を及ぼしていることを明らかにしている。このように角形 CFT 柱については系統的な実験資料を収集している。本研究課題のテーマである円形 CFT 柱についても単調載荷を含めパイロット的に実験を実施しているが⁴⁾、実験変数は軸力比、変位振幅のみと限定的であり、変位振幅の値も限定的であるという問題がある。

一定変位振幅載荷を受ける CFT 柱の研究が行われてきたが、上述したように問題点は数多く残されており、実際の設計に用いる耐力劣化性状評価法が提案されるまでには至っていない。適切な設計には、実験や理論的な根拠に基づく、耐力劣化性状評価手法が必要である。この評価法を提案するには、軸力比、変位振幅、幅厚比（径厚比）といった因子の影響を明らかにするとともに、耐力劣化のメカニズムを定量的に明らかにする必要がある。CFT 柱の耐力劣化の要因は、「充填コンクリートの損傷」、鋼管の「局部座屈」だと考えられているが、定量的な耐力劣化メカニズムの解明には至っていない。これは、相互の現象が連成して生じていることに起因しており、この問題を解明するためには、実験資料を蓄積し実験データを丁寧に分析し、実験変数の影響を定量的に明らかにすることが必要である。

現在、角形 CFT 柱については実験資料の蓄積ができているが、円形 CFT 柱については十分であるとは言えない。角形 CFT 柱と円形 CFT 柱は構造性能が異なる。円形 CFT 柱の耐力劣化性状は、定性的には角形 CFT と同じようになると思われるが、定量的な評価となれば、各実験変数の影響は異なるため、角形 CFT の研究で得られた知見を円形にそのまま適用することはできず、角形から独立した研究が必要である。

2. 研究の目的

上記の背景から、本研究では長周期地震動を想定した繰返し一定変位振幅を受ける円形 CFT 柱の耐力劣化挙動に及ぼす、軸力比、変位振幅、径厚比の影響を定量的に明らかにし、さらに耐力劣化性状メカニズムを明らかにすることで、適用範囲の広い定量的な耐力劣化性状評価法を提案することを目的とする。変位振幅を 3 種類とすることで、これまで行ってきたパイロット試験の実験結果も含め、実験的研究では離散的なデータしか得られない変位振幅の影響を詳細に検討する。軸力比はこれまでほとんど行われていない 0.7 のものも実施し、評価法の適用範囲を広く取れるようにする。継続使用の目安となる損傷（鋼管降伏、局部座屈）については実験の観察を詳細に行い、損傷と耐力劣化性状の関係を示す。

3. 研究の方法

(1) 実験概要

① 実験計画

図-1 に示すように、一定軸力 N と水平力 Q が作用している片持ち柱を想定し曲げせん断実験を行った。実験変数は、1) 軸力比 $n (=N/N_0, N_0 = sA \cdot s\sigma_y + cA \cdot c\sigma_B, sA, cA$: 鋼管, コンクリートの断面積, $s\sigma_y$: 鋼管の降伏応力度, $c\sigma_B$: コンクリートの圧縮強度), 2) 振幅 R ならびに振幅の組合せ, 3) 径厚比 ($=D/t, D$: 断面径, t : 鋼管板厚) 4) 載荷プログラム（一定変位振幅, 変動変位振幅）である。表-1 および表-2 に試験体一覧を示す。表-1 は径厚比が 37 の試験体で、表-2 は径厚比が 45 の試験体である。試験体数はそれぞれ 5 体, 8 体である。

変動変位振幅の載荷プログラムについては、図-2 に示すように振幅の値を 4 レベルとし、同一振幅での繰返しは行わず 1 回とし、最小振幅から開始し、順に振幅を増加させ、最大振幅後は順に振幅を減少させることとした。1 ブロックの繰返し回数は 6 である。表-1, 表-2 中に各振幅の値を示している。

②試験体

試験体の形状・寸法を図-3 に、鋼管の実測寸法を表-3 に示す。試験体には、○-165.2×4.5 および○-165.2×3.7 の円形鋼管 STK400 を使用した。試験体の長さ L はベースプレート上端からピン位置まで 1156.4mm であり、座屈長さ・断面せい比は $l_k/D=14$ である。鋼管の自由端側には厚さ 40mm のエンドプレート、固定端側には厚さ 60mm のベースプレートを溶接した。コンクリートの充填は試験体上部にあるコンクリートの注入口より行い、エンドプレート端面と充填コンクリートが同一面になるようキャッピングを施した。

③材料特性

材料特性を調べるため、鋼材の引張試験、コンクリート圧縮試験および短柱圧縮試験を行った。引張試験は、鋼管より切り出した JIS12 号試験片 3 片で行った。引張試験の結果を表-4 に、引張試験による代表的な応力-ひずみ関係を図-4 に示す。降伏応力度 s_{σ_y} は、0.2% オフセット法にて求めた。コンクリートは高流動コンクリートを用い、スランプフローの目標値は 50cm とした。コンクリート圧縮強度を表-1、表-2 に、代表的な応力-ひずみ関係を図-5 に示す。

④ 実験方法

載荷装置を図-6 に示す。水平方向に 1500kN の油圧ジャッキを、鉛直方向に 500kN の油圧ジャッキを取り付け、ロードセルにて荷重の測定を行う。変位の測定は、ピン位置で水平変位を測定する水平方向変位計 2 台と試験体の伸びあるいは縮みを測定する鉛直方向変位計 2 台で行う。

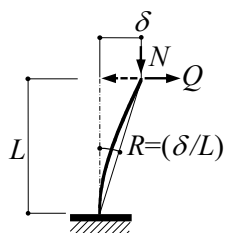


図-1 荷重条件

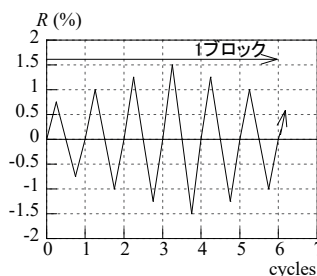


図-2 載荷プログラム (Dt37LD14n30Rv1 のとき)

表-1 試験体一覧 ($D/t=37$)

No.	試験体名	軸力比 n	振幅 R (%)	コンクリート強度 $c\sigma_B$ (N/mm ²)	軸力 N (kN)
1	Dt37LD14n30R125	0.3	1.25	66.01	632
2	Dt37LD14n70R1	0.7	1	66.51	1480
3	Dt37LD14n30Rv1	0.3	0.75, 1, 1.25, 1.5	80.57	716
4	Dt37LD14n30Rv2	0.3	1, 1.17, 1.33, 1.5	78.30	703
5	Dt37LD-14n30Rv3	0.3	0.75, 1, 1.25, 1.75	80.10	713

表-2 試験体一覧 ($D/t=45$)

No.	試験体名	軸力比 n	振幅 R (%)	コンクリート強度 $c\sigma_B$ (N/mm ²)	軸力 N (kN)
1	Dt45LD14n30-M	-	-	65.95	566
2	Dt45LD14n30R24	0.3	2.4	66.98	572
3	Dt45LD14n30R1	0.3	1	67.33	574
4	Dt45LD14n30R15	0.3	1.5	68.45	581
6	Dt45LD14n45R1	0.45	1	75.63	934
5	Dt45LD14n60R1	0.6	1	67.99	1156
7	Dt45LD14n30Rv1	0.3	0.75, 1, 1.25, 1.5	71.76	600
8	Dt45LD14n30Rv2	0.3	1, 1.17, 1.33, 1.5	69.60	600

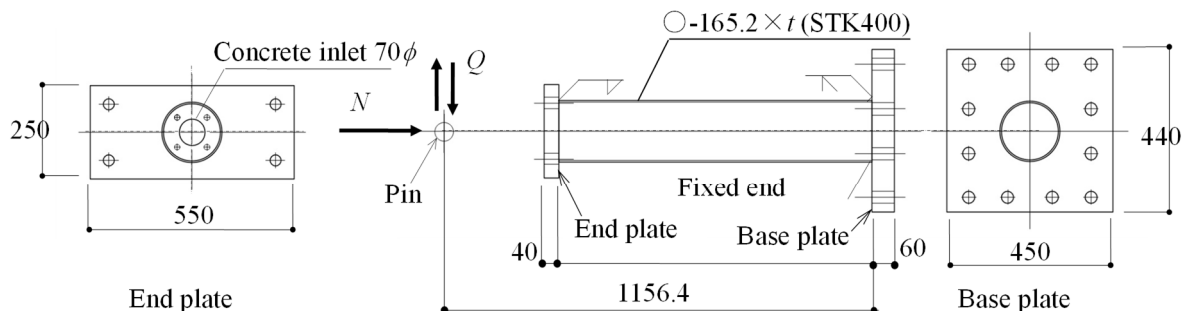


図-3 試験体

unit: mm

表-3 鋼管実測寸法

公称板厚	径 D (mm)	板厚 t (mm)	断面積 A (mm ²)
4.5	165.2	4.199	2124
3.7	165.2	3.528	1792

表-4 引張試験結果

公称板厚	降伏応力度 $s_s\sigma_s$ (N/mm ²)	引張強さ $s_s\sigma_b$ (N/mm ²)	降伏比	破断伸び EL (%)	降伏ひずみ ε_s (%)
4.5	391	483	0.809	33.0	0.173
3.7	330	451	0.732	38.2	0.150

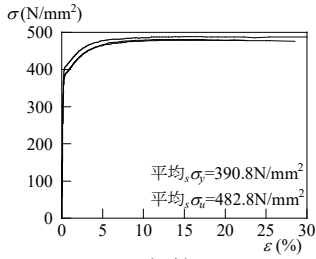


図-4 鋼管の応力-ひずみ関係

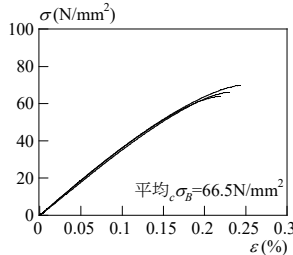


図-5 コンクリートの応力-ひずみ関係

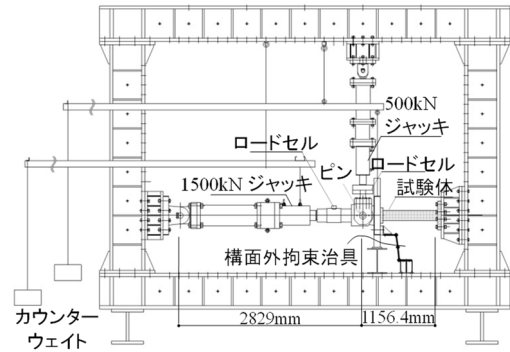


図-6 加力装置

(2) 実験結果

① 荷重-変形関係

図-7, 図-8 にそれぞれ, $D/t=37$, $D/t=45$ の場合の水平力 Q -部材角 R 関係を示す. 図中の△印は最大荷重を示す. また, 四角で囲んだサイクル数で繰返している. 図中の点線は計算により求めた塑性崩壊機構直線を示している. 図-7によれば, $n=0.3$, $R=1.25\%$ の試験体では, 最大荷重到達後, 徐々に荷重が低下していることが観察される. また, 軸力比 $n=0.7$ の場合は最大荷重到達後, 荷重が低下しているが, 正側のほうが荷重の低下が大きく, 正側と負側で荷重の低下が非対称となっていることが観察される. 図(c), 図(d), 図(e)の試験体を比較すると振幅の組合せが異なるが, 図(c), 図(d)の荷重の低下の様子に大きな差はみられず, 図(e)は図(c), 図(d)と比較すると荷重の低下は大きかった.

図-8によれば, 部材角 1% の場合(図(a),(c),(d))を比較すると, 軸力比が大きいほうが少ないサイクル数で荷重が低下していることがわかる. また, 図(e), (f)は変動変位振幅試験体であるが, によれば振幅の組合せが異なるものの, おおむね同様の傾向を示していた.

② 限界繰返し回数と部材角の関係

径厚比が $D/t=37$ の場合について, 正側, 負側の最大荷重の絶対値がそれぞれ 95% , 90% , 85% , 80% に低下した時のサイクル数を限界繰返し回数と呼び, $N_{95\%}$, $N_{90\%}$, $N_{85\%}$, $N_{80\%}$ と表す. 図-9に軸力比 $n=0.3$ の一定変位振幅の場合の部材角と限界繰返し回数 $N_{95\%}$, $N_{90\%}$, $N_{85\%}$, $N_{80\%}$ の関係を対

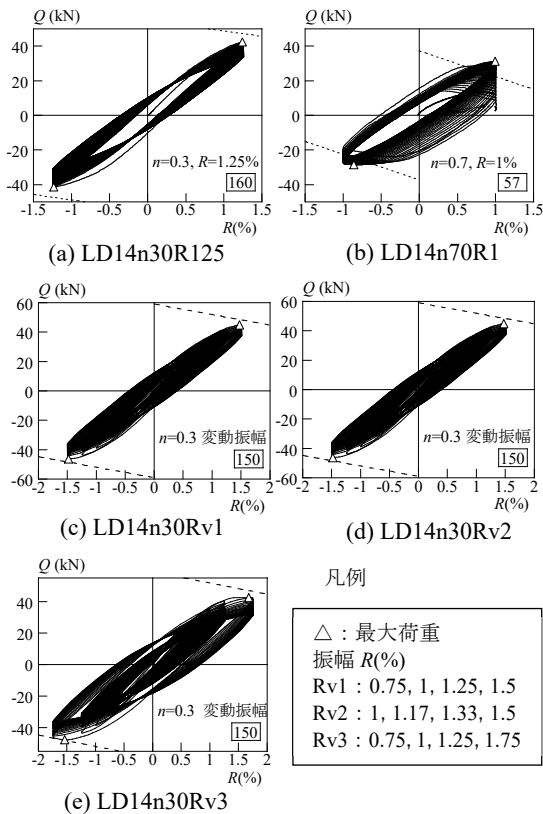


図-7 水平力-部材角関係($D/t=37$)

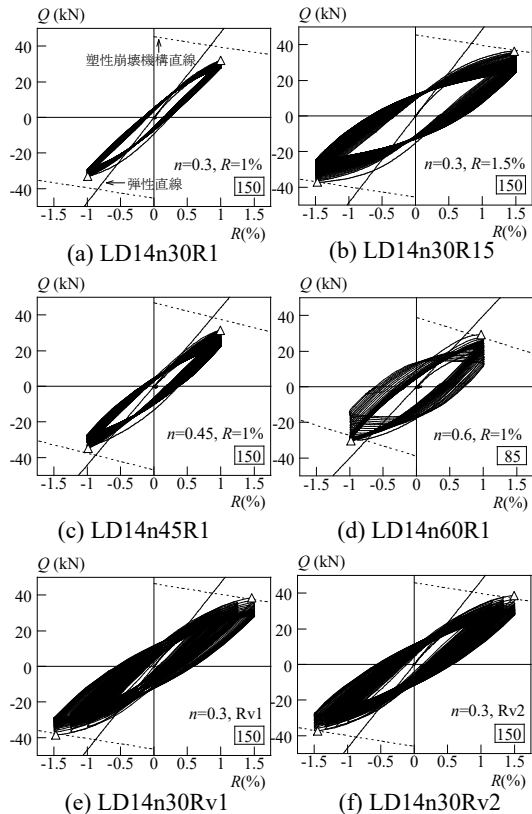


図-8 水平力-部材角関係($D/t=45$)

数軸上に示す。図(a), 図(b)はそれぞれ正側, 負側の場合を示している。図中の $R=1\%$, 1.5% の場合は既往の研究成果によるものである。また, $R=1\%$ の $N_{85\%}$, $N_{80\%}$ は 200 サイクル繰返しても最大荷重の 85% まで耐力が低下しなかったため, 図-9(a), (b) にはプロットしていない。図によれば, $N_{95\%}$, $N_{90\%}$ は部材角と限界繰返し回数の関係は対数軸上においてほぼ線形的な関係となっていることがわかる。そこで, 限界繰返し回数を予測するための回帰式を次の形式にて求めた。

$$R = C \cdot N^\alpha \quad (1)$$

R は部材角, N は限界繰返し回数, C , α は係数である。図-9 中に回帰式を示している。

また, 径厚比 $D/t=45$ で軸力比が $n=0.3$ の場合, 部材角 $R=1\%$, $R=1.5\%$ の時について, 径厚比 $D/t=37$ とした既往の研究⁴⁾から得られた限界繰返し回数と比較すると, 径厚比 $D/t=45$ の場合のほうが限界繰返し回数は小さくなっていった。ただ, 正側, 負側でややばらつきがあるため今後精査する予定である。

③ 累積損傷則を用いた検討

正側, 負側の各振幅における最大荷重の絶対値がそれぞれ 95%, 90%, 85%, 80% に低下した時のブロック数を限界ブロック数と呼び, $B_{95\%}$, $B_{90\%}$, $B_{85\%}$, $B_{80\%}$ と表す。ここで, 一定変位振幅繰返し载荷における限界繰返し回数を用いて, 変動変位振幅繰返し载荷の限界ブロック数を予測できるか試みる。文献2)と同様の方法で線形累積損傷則である式(2)により累積損傷値 D を求める。

$$D = \sum_{i=1}^4 \frac{N_i}{N} \quad (2)$$

表-5 に実験値による限界ブロック数と計算値による限界ブロック数の比 ($B_{95\%}/calB_{95\%}$, $B_{90\%}/calB_{90\%}$, $B_{85\%}/calB_{85\%}$, $B_{80\%}/calB_{80\%}$) を示す。表-5 によると, 変動変位振幅の最大振幅における実験値と計算値の比は LD14n30Rv3 の $R=1.75$ の正側の $calB_{80\%}/B_{80\%}$ を除くとすべて 1 以上であり, 計算値が実験値を過小評価している。

4. 研究成果

円形 CFT 柱を対象とした一定軸力下における曲げせん断実験を, 軸力比, 部材角, 径厚比を実験変数として実験を行った結果以下の成果が得られた。

- (1) 軸力比 $n=0.7$ の場合は最大荷重到達後, 荷重が低下しているが, 正側のほうが荷重の低下が大きく, 正側と負側で荷重の低下が非対称となっていた。
- (2) 既往の一定変位振幅繰返し载荷の実験も含めた軸力比 $n=0.3$ の場合において, 限界繰返し回数は部材角が大きくなるにつれ小さくなり, 部材角と限界繰返し回数の関係は, 対数軸上において線形的となっていた。
- (3) 径厚比 $D/t=45$ で軸力比が $n=0.3$ の場合, 部材角 $R=1\%$, $R=1.5\%$ の時について, 径厚比 $D/t=37$ とした既往の研究から得られた限界繰返し回数と比較すると, 径厚比 $D/t=45$ の場合のほうが限界繰返し回数は小さくなっていった。
- (4) 一定変位振幅繰返し载荷における限界繰返し回数を用いて, 変動変位振幅繰返し载荷の限界ブロック数を予測できるか試みた。また, 累積損傷則から変動変位振幅における限界繰返し回数を求め実験値との比較を行った。

参考文献

- 1) 成原弘之ほか：長周期地震動に対する鉄骨造超高層建築物の安全性検証方法の検討その 27～その 31, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1251-1264, 2014.9
- 2) 福元敏之：コンクリート充填角形鋼管長柱の疲労特性, 日本建築学会構造系論文集, 第 78 巻, 第 694 号, pp.2229-2235, 2013.12
- 3) 城戸將江, 津田恵吾, 福元敏之, 一戸康生, 森田耕次：一定変位振幅繰返し载荷を受ける角形 CFT 柱の限界繰返し回数, 日本建築学会構造系論文集, 第 85 巻, 第 773 号, pp.981-991, 2020 年 7 月
- 4) 城崎康太, 城戸將江, 藤岡大二郎, 宇津宮彦奈, 津田恵吾：一定変位振幅繰返し载荷を受ける円形 CFT 長柱の耐力劣化性状に関する研究, その 1, その 2, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北), 構造 III, pp.1433-1436, 2018.7

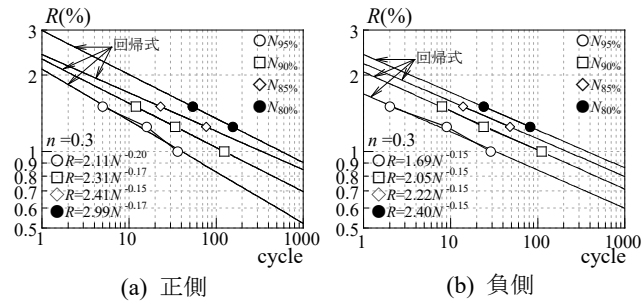


図-9 限界繰返し回数と部材角の関係

表-5 実験値と計算値の比 ($B_{95\%}/calB_{95\%}$)

試験体名	振幅 (%)		$B_{95\%}/calB_{95\%}$	$B_{90\%}/calB_{90\%}$	$B_{85\%}/calB_{85\%}$	$B_{80\%}/calB_{80\%}$
LD14n30Rv1	1.5	正	2.7	1.9	1.7	※ ²
		負	2.4	1.1	1.4	1.4
LD14n30Rv2	1.5	正	2.6	1.7	1.3	1.3
		負	4.3	1.8	1.8	2.2
LD14n30Rv3	1.75	正	2.4	1.7	1.5	0.93
		負	6.5	2.7	2.8	3.1

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 城戸將江, 津田恵吾	4. 巻 86
2. 論文標題 CFT断面の許容耐力における単純累加強度と一般化累加強度の比較	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 1014-1025
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.86.1014	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 城戸將江, 津田恵吾	4. 巻 86
2. 論文標題 平面骨組の安定性指標と座屈長さ係数	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 360-641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.86.630	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 城戸將江, 藤岡大二郎, 城崎康太	4. 巻 -
2. 論文標題 Structural behavior of CFT beam-columns with high strength steel subjected to cyclic loading	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. of 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE Sendai, Japan	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) 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 久島俊也, 城戸將江, 薄拓己, 阿部真士	4. 巻 60
2. 論文標題 一定変位振幅繰返し載荷を受ける円形CFT 長柱の曲げせん断実験	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会九州支部研究報告	6. 最初と最後の頁 381-384
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 城戸將江, 津田恵吾	4. 巻 60
2. 論文標題 CFT断面の許容耐力における単純累加強度と一般化累加強度の比較	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会九州支部研究報告	6. 最初と最後の頁 373-374
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 城戸將江, 津田恵吾	4. 巻 85
2. 論文標題 ブレース付き均等骨組における柱材のP 効果の評価	5. 発行年 2020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 771-778
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.85.771	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 城戸將江, 津田恵吾	4. 巻 85
2. 論文標題 均等な骨組における柱材のP モーメントの評価と変形に及ぼす影響	5. 発行年 2020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 151-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.85.151	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 薄 拓己, 城戸將江	4. 巻 87
2. 論文標題 円形CFT 断面の累加強度と終局強度の比較	5. 発行年 2022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 -
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 -

1. 著者名 城戸 將江, 津田 恵吾	4. 巻 60
2. 論文標題 平面骨組の安定性指標と座屈長さ係数	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会九州支部研究報告	6. 最初と最後の頁 353-356
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 薄拓己, 城戸將江	4. 巻 61
2. 論文標題 円形CFT 断面の終局強度に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会九州支部研究報告	6. 最初と最後の頁 337-340
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 久島俊也, 城戸將江, 薄拓己	4. 巻 61
2. 論文標題 変動変位振幅繰返し載荷を受ける円形CFT 長柱の曲げせん断実験	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会九州支部研究報告	6. 最初と最後の頁 357-360
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 阿部真士, 久島俊也, 城戸將江, 薄拓己	4. 巻 61
2. 論文標題 一定変位振幅繰返し載荷を受ける円形CFT 長柱の曲げせん断実験 D/t=45の場合	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会九州支部研究報告	6. 最初と最後の頁 361-364
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5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 阿部真士, 城戸將江, 薄拓己, 久島俊也
2. 発表標題 多数回繰返し載荷を受ける円形CFT 柱の曲げせん断実験
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 城戸將江
2. 発表標題 円形CFT 断面の累加強度と終局強度の比較
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久島俊也, 城戸將江, 阿部真士
2. 発表標題 多数回繰返し載荷を受ける円形CFT柱の曲げせん断実験
3. 学会等名 第14回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 薄拓己, 城戸將江
2. 発表標題 円形CFT断面の累加強度と終局強度の比較
3. 学会等名 第14回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阿部真士, 城戸將江
2. 発表標題 一定変位振幅繰返し载荷を受ける円形CFT 長柱の構造性能
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集
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