

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：33910

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25420493

研究課題名(和文) 変動二軸曲げを受ける鉄筋コンクリート柱の耐震性能向上に関する研究

研究課題名(英文) Study on Improvement of Seismic-resistance Performance of Reinforced Concrete Columns subjected to Cyclic Biaxial-Bending

研究代表者

水野 英二 (MIZUNO, Eiji)

中部大学・工学部・教授

研究者番号：80144129

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、「横拘束筋間隔」、「軸方向鉄筋とコンクリート間の付着の有無(ボンド型・アンボンド型)」、「載荷経路」および「材料特性」を要因とした鉄筋コンクリート(RC)柱の二方向繰り返し載荷実験を実施し、軸方向鉄筋とコンクリート間の付着の有無が軸方向鉄筋の座屈・破断性状および内部コンクリートの破壊進展に与える影響について検証した。

この結果、1) アンボンド型鋼繊維補強コンクリート(SFRC)柱とすることにより、軸方向鉄筋の破断が少なくなる、2) 軸方向鉄筋に伸び率の高いSUS304鉄筋を使用したアンボンド型SFRC柱は横拘束筋間隔に関係なく高い耐力を大変位領域まで発揮する、など多くの知見を得た。

研究成果の概要(英文)：The bi-axial cyclic loading tests of reinforced concrete columns (i.e., UN-SFRC columns) in which the boundaries between rebar and steel-fiber reinforced concrete (SFRC) are un-bonded in the plastic-hinged zone, have been performed under the different loading histories.

The experimental data have been compared with those of previous experiments on several types of RC columns. Herein, flexural strength and ductility of the different types of RC columns have been examined in details in the post-peak region. Also, the buckling and breaking of rebar during cyclic loading have been examined and it has been found that the use of UN-SFRC column is effective against the breaking of rebar. Furthermore, the progressive deterioration of core-concrete and the energy absorption capacities have been discussed during cyclic loading process.

It has been found that the use of UN-SFRC column might be effective to make the plastic hinged zone of RC column more ductile in the post-peak region.

研究分野：土木工学

キーワード：鉄筋コンクリート柱 アンボンド型SFRC柱 繰り返し二軸曲げ 変形特性 耐荷特性 SUS304鉄筋 軸方向鉄筋の座屈 軸方向鉄筋の破断

1. 研究開始当初の背景

(1) 大規模クラスの地震を対象として、「診断」→「実験」→「解析」→「補強」→「検証」からなる総合的な研究プロセスを通して、都市部にて重要なインフラストラクチャーを構成している鉄筋コンクリート部材 (RC 部材) に対する「持続的かつ発展的な劣化診断ならびに耐震補強システム」の確立を目指して、研究を実施していた (図-1 参照)。

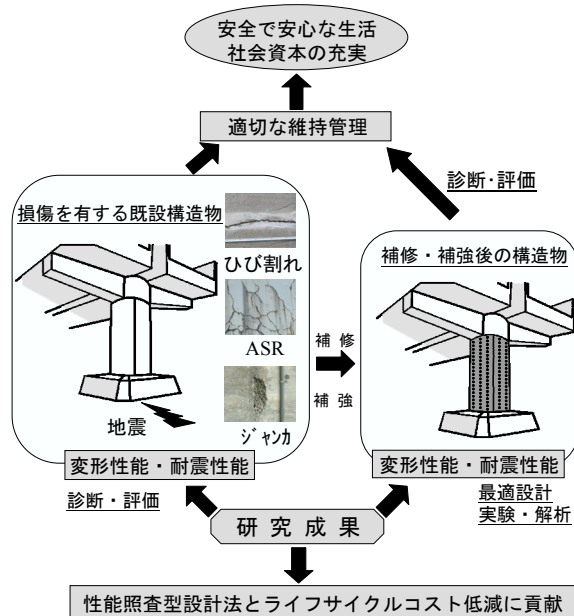


図-1 これまでの研究の流れ (一例)

(2) その研究の一環として、「繰り返し二軸曲げを受ける RC 柱の耐荷特性に関する実験的研究」を通して、RC 柱のポストピーク領域での耐荷特性に与える「載荷経路」ならびに「横拘束筋間隔」の影響、また、これら要因が RC 柱の塑性ヒンジ部分における内部コンクリートの破壊性状および軸方向鉄筋の座屈性状に与える影響について、繰り返し二軸曲げ載荷実験を通して検証した。この結果、二軸曲げを受ける「載荷経路」にも依存するが、「横拘束筋間隔」が長くなれば、塑性ヒンジ領域のコンクリート部分が大きく破壊され、それに伴い軸方向鉄筋の座屈の進行が助長されるため、RC 柱の耐荷性能は著しく低下することが分かった。さらに、これまでの一方向載荷実験結果も含めて考察した結果、あるレベルの柱回転角以上になると、コンクリートの剥落に伴い軸方向鉄筋の座屈が発生し、その後、耐荷性能が「載荷経路」および「横拘束筋間隔」によって徐々に異なる傾向を示すことを確認した。よって、「かぶりコンクリートの剥落を遅らせ、ひいては軸方向鉄筋の座屈の進行を抑制するための工夫を施した」RC 柱の繰り返し二軸曲げ載荷実験を通して、これを確認する必要があると認識した。

(3) この結果を受けて、「繰り返し二軸曲げを受ける SFRC 柱の変形特性に関する実験的研究」を実施した。ここでは、塑性ヒンジ部

分のかぶりコンクリート剥落を抑制するための工夫として、材料的な観点より、ヒンジ部分の「普通コンクリート」の代わりに「鋼繊維コンクリート (SFC)」を使用した鋼繊維補強コンクリート (SFRC) 柱を作製した。本課題申請者らは、各種横拘束筋体積比 (0.56 ~ 2.42 %) を有する SFRC 柱の変形性能について詳細な検討を行うため、実験要因として「載荷経路」ならびに「横拘束筋間隔」を採用し、軸圧縮 (5%軸力比) 下での繰り返し二軸曲げ実験を実施した。RC 柱と SFRC 柱の破壊進展を比較・考察した結果、鋼繊維コンクリートはかぶりコンクリートの剥落を抑制し、座屈の進行を遅延させる効果があることを確認した。一方、軸方向鉄筋の破断が多く生ずる結果となった。

以上より、「載荷経路」、「横拘束筋間隔」および「材料的特性」の要因に加え、今後は、塑性ヒンジ部分での「軸方向鉄筋の座屈・破断」をより効率的に抑制するための「構造的な創意工夫」も採り入れて、変動二軸曲げ (以下、繰り返し二軸曲げとも記述) を受ける RC 柱の耐震性能を向上 (耐震に対する高性能化) させる必要性を認識した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「二軸曲げを受ける RC 柱」のこれまでの研究成果を基に、「変動二軸曲げを受ける RC 柱のポストピーク領域にまで及ぶ耐震性能の向上」を実験的ならびに解析的な観点から検証するとともに、以下の課題に取り組むことにある。

(1) 【軸方向鉄筋の構造的特性を考慮した RC 柱の耐震性能向上の検討】

ここでは、「載荷経路」および「横拘束筋間隔」を要因として、「軸方向鉄筋の座屈ならびに破断の抑制を目指した構造的特性」を考慮した RC 柱の繰り返し二軸曲げ実験および数値解析を実施し、RC 柱の変形・耐震性能向上の度合いを横拘束筋パラメータに基づいて整理・検討する。

(2) 【変動二軸曲げを受ける RC 柱の耐震性能向上の評価および最適な補強法の提案】

前年度の研究成果を基に、RC 柱にとって最適な構造特性を特定する。続いて、最適な構造特性を採用した RC 柱の繰り返し二軸曲げの追加実験を実施し、従来の RC 柱の繰り返し二軸曲げ実験結果と比較し、耐震性能の

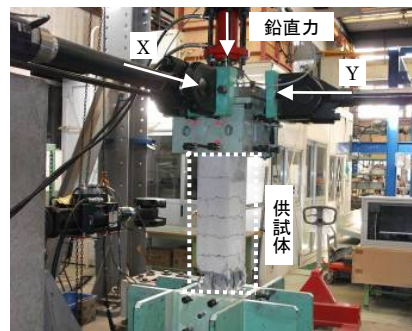


写真-1 変動二軸曲げ載荷装置 (中部大学)

向上について検討する。さらに、解析的な観点からも、内部コンクリートへの拘束効果および耐震性能の向上について検討を加え、合理的な補強法の提案を目指す。

### 3. 研究の方法

本研究では、RC 柱のポストピーク領域にまで及ぶ変形特性（破壊形態および軸方向鉄筋のはらみ出しなども含む）、エネルギー吸収能ならびに耐震性能を検証するために、

(1) 実験装置および供試体、(2) 実験内容などを含めた「研究の方法」について説明する。

#### (1) 変動二軸曲げ载荷装置および供試体

一定軸力下で変動二軸曲げを受ける RC 柱の変形性能を解明するために、中部大学の材料・構造実験施設所有の変動二軸曲げ载荷装置（写真-1）を利用して実験的検証を行う。実験で使用する供試体の形状ならびに配筋の一例を図-2 に示す。実験には、断面寸法  $200 \times 200$  mm、柱有効高さ 1,000 mm、せん断スパン比 5 を有する RC 柱供試体を用いた。本供試体は、軸方向鉄筋比 1.3 %、横拘束鉄筋体積比 1.10 % ~ 0.60 % の範囲にある、曲げ破壊先行型の実大 RC 柱をモデル化したものである。供試体作製の関係上、軸方向鉄筋には D10 を 8 本、横拘束筋には D6 を柱基部からおよそ 3D 区間（D：柱幅）まで間隔  $s = 65, 90, 105$  および 120 mm（4 水準）でそれぞれ配筋した。平成 25 年度の载荷実験では、軸方向鉄筋および横拘束筋は共に SD295A 筋、平成 26 年度の载荷実験では、軸方向鉄筋に SUS304 筋または SD345 筋、横拘束筋には SD345 筋を使用した。

#### (2) RC 柱の変動二軸曲げ実験

「载荷経路」、「横拘束筋間隔」に加えて、材料的な観点からコンクリートおよび軸方向鉄筋の「材料特性」を、構造的な観点から「軸方向鉄筋とコンクリート間の付着の有無」を、それぞれ要因とした変動二軸曲げ実験を実施した。

実験を実施するに際し、供試体（図-2 参照）を鋼製治具に挿入し、高力ボルトにより完全

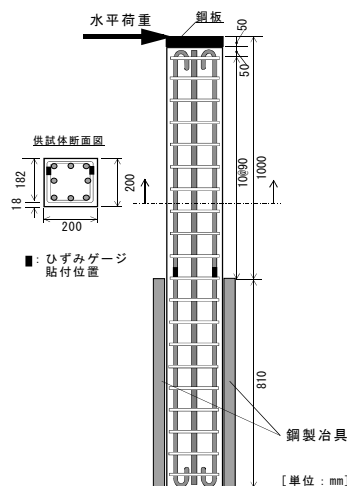


図-2 供試体の概要（一例）

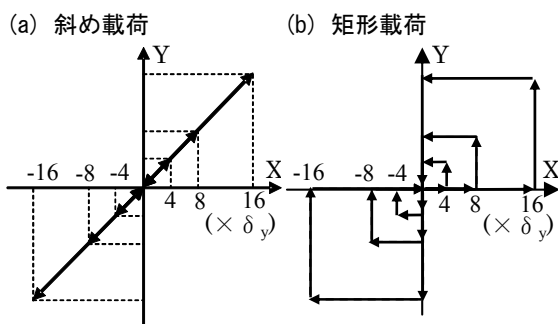


図-3 载荷経路

固定の条件となるように、供試体を固定した。载荷は、供試体に鉛直ジャッキにより軸力を作させると同時に、写真-1 に示す二方向载荷装置を用いて二方向（X および Y 方向）からの水平変位を柱頂部に与えることにより、繰り返し二軸曲げ载荷実験を実施した。鉛直軸力の大きさは累加軸耐力の 5 % とし、以下の载荷経路に基づいて変位制御により水平荷重を作させた。図-3 (a) および (b) に示すように、それぞれ (1) 45° 方向の斜め载荷、(2) 矩形（正方形）载荷の 2 種類の载荷（変位）経路を設定し、柱頂部を二方向（X 方向および Y 方向）に変位制御した。

斜め载荷（図-3 (a) 参照）では、X 方向および Y 方向に同時に同一変位を、 $(0 \rightarrow +4 \delta_y \rightarrow -4 \delta_y \rightarrow +8 \delta_y \rightarrow -8 \delta_y \rightarrow +8 \delta_y \rightarrow -16 \delta_y \rightarrow +16 \delta_y \rightarrow -16 \delta_y)$  の順に入力することにより実験を実施した。一方、矩形载荷（図-3 (b) 参照）では、第 1 象限と第 3 象限にて順に大きさ  $4 \delta_y, 8 \delta_y$  および  $16 \delta_y$  の矩形により 8 の字を描くように X 方向および Y 方向の変位を変化させて実験を実施した。ここで、図中の「 $\delta_y$ 」は初期载荷での引張側軸方向鉄筋の初期降伏時における柱頭での水平変位  $\delta$ （本実験では、軸方向鉄筋のひずみが  $2,000 \mu$  に達した時の降伏水平変位）を意味する。なお、これまでの実験結果と比較するため、本実験では、便宜上、斜め载荷： $\delta_y = 5.35$  mm、矩形载荷： $\delta_y = 6.00$  mm を採用した。

### 4. 研究成果

ここでは、「5. 主な発表論文等」で記す〔雑誌論文〕③（平成 25 年度）、〔雑誌論文〕②（平成 26 年度）および〔学会発表〕④（平成 27 年度）の研究成果について説明する。

#### (1) 【軸方向鉄筋の破断防止策を施した SFRC 柱の二方向繰り返し耐荷特性に関する実験的研究】（平成 25 年度）

本研究では、既往の研究で扱った「横拘束筋間隔」および「载荷経路」に加えて、「柱塑性ヒンジ部の軸方向鉄筋とコンクリート間の付着の有無」も要因とし、鉄道 RC ラーメン高架橋などを対象とした、一定軸力下（累加軸耐力の 5 %）での RC 柱の二方向繰り返し载荷実験を実施した。「载荷経路」としては、図-3 に示す斜め载荷および矩形载荷を採用した。

実験供試体として、従来の「付着を有する RC 供試体」および軸方向鉄筋の破断防止を目指した「付着の無い鋼繊維補強コンクリート（アンボンド型 SFRC）供試体」を採用した。軸方向鉄筋の破断を防止するための一つの工夫として、柱の塑性ヒンジ部分（柱基部より 0.5D 前後の区間）の SD295A 軸方向鉄筋とコンクリートとの間の付着を切ったアンボンド型 SFRC 供試体（UN-SFRC 柱）を作製した。ここでは、図-4 に示すように、UN-SFRC 柱基部より高さ  $h$ （0.5D 前後）の範囲に亘って軸方向鉄筋に塩化ビニールホース（外径 14 mm、厚さ 1 mm）を巻くことにより付着を切る工夫をした。そのため、横拘束筋間隔  $s = 65$  mm の場合、 $h = 2s$ 、それ以外の場合には  $h = s$  と設定した（図-4 参照）。

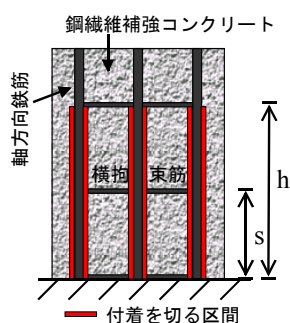


図-4 アンボンド型 SFRC 柱基部

なお、打設コンクリートには、設計基準強度  $f_{ck} = 40$  MPa を有する普通コンクリートおよび鋼繊維補強コンクリート（直径 0.62 mm、長さ 30 mm、断面積 0.302 mm<sup>2</sup> の鋼繊維を体積比率 1.5 % 混入）を用いた。本実験では、横拘束筋間隔（4 種類）、RC 柱・UN-SFRC 柱（2 種類）および荷経路（以下に説明する 2 種類の荷経路）を要因として、計 16 体の供試体を作製した。これら供試体の実験データに加え、D6（SD295A）の中間補強筋を横拘束筋間隔の中間に配筋する RC 供試体（中央部の軸方向鉄筋を繋いだ十字型 RC 柱 8 体および隅角部の軸方向鉄筋を繋いだ X 字型 RC 柱 8 体）、RC 柱 8 体および SFRC 柱 8 体の計 32 体の実験データも RC 柱の耐震性能向上に関する考察・検討の対象とした。なお、これら供試体のコンクリートの設計基準強度  $f_{ck}$  は 60 MPa である。

本研究では、報告者らが実施した、平成 24 年以前の RC 柱および SFRC 柱の二方向繰り返し荷重実験結果と本実験結果とを比較することにより、従来の RC 柱において軸方向鉄筋の座屈および破断が生ずる塑性ヒンジ領域（本研究では、部材回転角：0.15、変位レベル  $16\delta_y$ ）までを対象にアンボンド型 SFRC 柱のエネルギー吸収能および破壊性状、さらに耐荷特性ならびに軸方向鉄筋の破断防止効果について検証した。

#### 【破断防止効果の検証】

これまでの RC 柱、SFRC 柱、X 字型および十字型中間補強筋付き RC 柱の荷重実験結果より得られた軸方向鉄筋の破断本数と本実験結果とを比較した結果を表-1 および表-2 に示す。6 種類の柱の結果より、横拘束筋間隔が短い場合には、早い荷重区間（ $+8\delta_y \rightarrow -16\delta_y$ ）から破断が始まり、総破断本数が多いが、横拘束筋間隔が長くなるにしたが

表-1 軸方向鉄筋の破断本数の比較（斜め荷重）

供試体名	斜め荷重			
	横拘束筋間隔 (mm)			
	65	90	105	120
UN-SFRC 柱	2	2	0	0
RC 柱 (40 MPa)	2	2	0	0
RC 柱 (60 MPa)	2	1	0	0
SFRC 柱	4	2	1	1
X 字型中間補強筋付き RC 柱	2	0	2	1
十字型中間補強筋付き RC 柱	3	2	2	0

表-2 軸方向鉄筋の破断本数の比較（矩形荷重）

供試体名	矩形荷重			
	横拘束筋間隔 (mm)			
	65	90	105	120
UN-SFRC 柱	1	1	1	0
RC 柱 (40 MPa)	2	1	1	0
RC 柱 (60 MPa)	2	0	0	0
SFRC 柱	6	5	5	4
X 字型中間補強筋付き RC 柱	3	2	2	1
十字型中間補強筋付き RC 柱	2	2	0	0

い、後半の荷重区間（ $-16\delta_y \rightarrow +16\delta_y$ ）または最終荷重区間（ $+16\delta_y \rightarrow -16\delta_y$ ）で破断が生じ、総破断本数が少なくなる傾向にあることが分かった。特に、横拘束筋間隔が大きい場合（本研究では、120 mm）、UN-SFRC 柱を採用することは、軸方向鉄筋に対して鋼繊維補強コンクリート化により座屈の遅延ならびにアンボンド化により破断防止を図ることが可能となると同時に、大変位領域に至るまで強度の低下を抑えることが可能となるため、有効な補強法になり得ることを確認した。

#### 【まとめ】

塑性ヒンジ部分の軸方向鉄筋の付着を切った SFRC 柱（UN-SFRC 柱）の二方向繰り返し耐荷特性と、従来の SFRC 柱、RC 柱および中間補強筋付き RC 柱の耐荷特性とを比較し、鉄筋破断防止の効果について検証した結果を以下にまとめる。

- ① UN-SFRC 柱の初期最大耐力は、RC 柱のそれと同程度か 1 割程度高い耐力を発揮する。
- ② SFRC 柱をアンボンド化することにより、大変位領域での軸方向鉄筋の破断を防止することが可能である。とくに、矩形荷重下でその効果は大きい。
- ③ UN-SFRC 柱のコンクリート破壊域は基部に集中しているが、SFRC 柱と違い、基部から 130 mm 程度の領域には表面ひび割れが殆ど生じなかった。この理由としてアンボンド化が考えられる。
- ④ アンボンド化型 SFRC 柱の累積吸収エネルギー量の低下を防止する対策が今後の課題となる。
- ⑤ SFRC 柱および RC 柱にてコンクリートの強度劣化が生じ塑性ヒンジ化するような荷重領域（ $+16\delta_y \rightarrow -16\delta_y$ ）まで強度を保有するためには、SFRC 柱をアンボンド化することが有効である。
- ⑥ UN-SFRC 柱は他の柱よりも高い残存強度

を大変位領域にても保有することが可能であり、斜め載荷では 0.5 以上、矩形載荷では 0.3 程度の強度保有率を有することが包絡線の強度特性から分かった。

(2) 【材料特性の異なるアンボンド型鋼繊維補強コンクリート柱の繰り返し二軸曲げ耐荷特性に関する実験的研究】 (平成 26 年度)

本研究では、平成 25 年度に扱った「横拘束筋間隔」および「載荷経路」に加えて、軸方向鉄筋およびコンクリートの「材料特性」も水準とし、軸方向鉄筋の破断防止を目指した「付着の無い鋼繊維補強鉄筋コンクリート (アンボンド型 SFRC) 柱」の一定軸力下での繰り返し二軸曲げ載荷実験を実施した。ここでは、「材料特性」の異なる軸方向鉄筋 (SUS304 および SD345) および鋼繊維補強コンクリートを採用し、「載荷経路」としては、斜め載荷および矩形載荷を採用した。これまで報告者らが実施した、SD295A 鉄筋を軸方向鉄筋に用いたアンボンド型 SFRC 柱の二軸曲げ載荷実験結果と本実験結果とを比較することにより、材料特性の異なるアンボンド型 SFRC 柱のポストピーク領域での耐荷特性ならびに軸方向鉄筋の破断防止効果について検証した。なお、これら供試体のコンクリートには、圧縮強度  $f_{ck}$  が 54 MPa~74 MPa にある 4 種類のコンクリートを使用した。本研究の結果を以下にまとめる。

- ① SUS304, SD345 および SD295A 鉄筋を軸方向鉄筋に用いたアンボンド型 SFRC 柱の初期耐力は、降伏強度の違いよりもコンクリート強度に影響される。
- ② SUS304 柱は斜め載荷および矩形載荷ともに軸方向鉄筋の破断本数が一番少ない。これは、コンクリートの靱性率の大きさの他に軸方向鉄筋の破断ひずみが大きいことも一因であると考えられる。
- ③ SUS304 柱 (強度: 70MPa, 靱性率: 2.9~3.4) と SD295A 柱 (強度: 50MPa, 靱性率: 4.1~5.6) は両載荷下で同程度の耐荷性能を呈する。
- ④ 圧縮強度が同じでも靱性率が 2.1 と小さい SD345 柱は靱性率が大きい SD295A 柱と比べ、斜め載荷下の大変位領域にて耐荷性能が低い。
- ⑤ 過鉄筋状態とならない範囲内で、ヒンジ領域に対して、圧縮強度が高く、靱性率の大きな鋼繊維補強コンクリートおよび破断ひずみが大きい軸方向鉄筋を用いて、初期耐力が高い、大変位領域までも耐荷性能の高いアンボンド型 SFRC 柱とすることが望ましい。

(3) 【軸方向鉄筋の座屈およびコンクリートの繰り返し劣化特性を考慮した RC 柱の変形挙動解析】 (平成 27 年度)

一般に、繰り返し曲げを受ける鉄筋コンクリート (RC) 柱の塑性ヒンジ部におけるポストピーク領域での変形特性として、かぶりコ

ンクリートの剥落に始まる内部コンクリートへの破壊進展ならびにそれに伴う軸方向鉄筋の座屈・破断が挙げられる。本研究では、一方向繰り返し曲げ載荷下での RC 柱の耐荷特性を考察し、軸方向鉄筋の座屈およびコンクリートの繰り返し劣化特性を考慮した RC 柱の繰り返し変形挙動を解析的に検証した (図-5~図-7)。得られた知見をまとめると、以下のように要約される。

- ① 軸方向鉄筋の座屈およびコンクリートの繰り返し劣化を柱基部の曲率量で制御できるようモデル化した。
- ② 本解析モデルにより、大変位領域までの座屈挙動ならびにコンクリートの繰り返し劣化挙動を概ね再現できた。
- ③ さらに、多種の実験データを用いて解析的検証を行い、精緻なモデルの構築を行う必要がある。

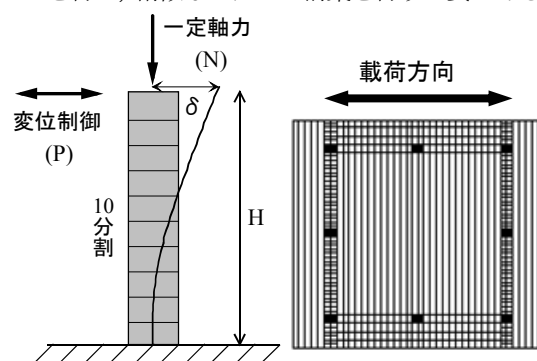


図-5 柱解析モデル 図-6 柱断面モデル

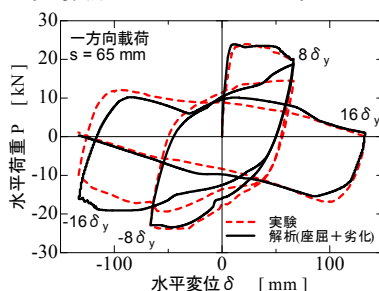


図-7 解析結果 (座屈+劣化考慮)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① 近藤貴紀, 水野英二, 異なるレベルの損傷を有する鋼製円形橋脚の繰り返し曲げ載荷下でのコンクリート部分充填補修効果に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, 査読有, 2016, Vol.38, No.2, pp. 1-6.
- ② 近藤貴紀, 亀田好洋, 水野英二, 材料特性の異なるアンボンド型鋼繊維補強コンクリート柱の繰り返し二軸曲げ耐荷特性に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, 査読有, 2015, Vol.37, No.2, pp. 139-144.
- ③ 近藤貴紀, 亀田好洋, 水野英二, 軸方向鉄筋の破断防止策を施した SFRC 柱の二方向繰り返し耐荷特性に関する実験的研究, 土木学会論文集 A2(応用力学), 査読有, 2015, Vol.70, No.2(応用力学論文

集 Vol.17), I\_385-I\_396..

- ④ 亀田好洋, 水野英二, 軸方向鉄筋の破断防止に主眼を置いた鉄筋コンクリート柱の繰り返し二軸曲げ耐荷特性に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, 査読有, 2014, Vol.36, No.2, pp.121-126.
- ⑤ 水野憲司, 鈴木森晶, 水野英二, 材料および構造特性の違いが RC 柱の二方向繰り返し耐荷特性に与える影響に関する研究, 土木学会論文集 A2 (応用力学), 査読有, 2013, Vol. 69, No.2 (応用力学論文集 Vol.16) , I\_225-I\_236.
- ⑥ 鈴木森晶, 水野英二, 繰り返し二軸曲げを受ける中間補強筋付き鉄筋コンクリート柱の耐荷特性に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, 査読有, 2013, Vol.35, No.2, pp.139-144.

[学会発表] (計 16 件)

- ① 山崎純太, 近藤貴紀, 水野英二, 大きな繰り返し曲げ損傷を受けた鉄筋コンクリート柱の補修効果に関する実験的研究, 土木学会第 71 回年次学術講演会, 2016.9.7~9.9, 東北大学 (宮城県・仙台市) .
- ② 近藤貴紀, 水野英二ら, 繰り返し二軸曲げ下で大きな損傷を受けた RC 柱の補修効果に関する実験的研究, 平成 26 年度土木学会中部支部研究発表会, 2016.3.4, 豊田工業高等専門学校 (愛知県・豊田市) .
- ③ 亀田好洋, 水野英二, 繰り返し曲げを受ける鉄筋コンクリート柱の変形特性に関する実験的研究, 土木学会第 70 回年次学術講演会, 2015.9.16~9.18, 岡山大学 (岡山県・岡山市) .
- ④ 川瀬 瞳, 亀田好洋, 近藤貴紀, 水野英二, 軸方向鉄筋の座屈およびコンクリートの繰り返し劣化特性を考慮した RC 柱の変形挙動解析, 土木学会第 70 回年次学術講演会, 2015.9.16~9.18, 岡山大学 (岡山県・岡山市) .
- ⑤ 近藤貴紀, 水野英二ら, 材料特性の異なるアンボンド型 SFRC 柱の繰り返し二軸曲げ変形特性に関する実験的研究, 土木学会第 70 回年次学術講演会, 2015.9.16~9.18, 岡山大学 (岡山県・岡山市) .
- ⑥ 亀田好洋, 水野英二, 繰り返し曲げを受ける鉄筋コンクリート柱の耐荷力特性に関する一考察, 土木学会第 18 回応用力学シンポジウム講演会, 2015.5.17, 金沢大学 (石川県・金沢市) .
- ⑦ 川瀬 瞳, 亀田好洋, 近藤貴紀, 水野英二, 軸方向鉄筋の座屈およびコンクリートの繰り返し劣化特性を考慮した RC 柱の変形挙動に関する解析的研究, 土木学会第 18 回応用力学シンポジウム講演会, 2015.5.17, 金沢大学 (石川県・金沢市) .
- ⑧ 近藤貴紀, 水野英二ら, 材料特性の異なるアンボンド型 SFRC 柱の二方向繰り返し耐荷特性に関する実験的研究, 土木学会第 18 回応用力学シンポジウム講演会, 2015.5.17, 金沢大学 (石川県・金沢市) .

- ⑨ 近藤貴紀, 亀田好洋, 山下公正, 水野英二, 軸方向鉄筋の材料特性がアンボンド型 RC 柱の繰り返し二軸曲げ変形挙動に及ぼす影響, 平成 26 年度土木学会中部支部研究発表会, 2015.3.6, 豊橋技術科学大学 (愛知県・豊橋市) .
- ⑩ 山口拓也, 松村寿男, 水野英二, 損傷を有する円形鋼製橋脚の二方向繰り返し載荷下でのコンクリート部分充填による補修効果に関する実験的研究, 土木学会第 69 回年次学術講演会, 2014.9.10~9.12, 大阪大学 (大阪府・豊中市) .
- ⑪ 亀田好洋, 水野英二, 鋼板で内部拘束された鉄筋コンクリート柱の変形性能に関する実験的研究, 土木学会第 17 回応用力学シンポジウム, 2014.5.11, 琉球大学 (沖縄県・中頭郡) .
- ⑫ 松村寿男, 水野英二, 損傷を有する鋼製円形橋脚の繰り返し二軸曲げ載荷下でのコンクリート部分充填補修効果に関する実験的研究, 土木学会第 17 回応用力学シンポジウム, 2014.5.11, 琉球大学 (沖縄県・中頭郡) .
- ⑬ 近藤貴紀, 水野英二ら, 軸方向鉄筋の破断防止策を施した SFRC 柱の二方向繰り返し耐荷特性に関する実験的研究, 土木学会第 17 回応用力学シンポジウム, 2014.5.11, 琉球大学 (沖縄県・中頭郡) .
- ⑭ 山口拓也, 前口剛治, 水野英二, 損傷を有する円形鋼製橋脚の二軸曲げ載荷下でのコンクリート充填補修効果について, 土木学会中部支部研究発表会, 2014.3.7, 岐阜大学 (岐阜県・岐阜市) .
- ⑮ 亀田好洋, 水野英二, 軸方向鉄筋の破断防止に主眼を置いた RC 柱の繰り返し曲げ変形特性について, 土木学会中部支部研究発表会, 2014.3.7, 岐阜大学 (岐阜県・岐阜市) .
- ⑯ 黒田亮, 鈴木森晶, 水野英二ら, 異なる材料および構造特性が RC 柱の二方向繰り返し耐荷特性に与える影響, 土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013.9.4~9.6, 日本大学 (千葉県・習志野市) .

## 6. 研究組織

- (1) 研究代表者  
水野 英二 (MIZUNO, Eiji)  
中部大学・工学部・教授  
研究者番号 : 80144129
- (2) 研究分担者  
鈴木 森晶 (SUZUKI, Moriaki)  
愛知工業大学・工学部・教授  
研究者番号 : 90273276  
伊藤 睦 (ITOH, Atsushi)  
中部大学・工学部・准教授  
研究者番号 : 00345927