

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25289180

研究課題名(和文)変形に伴って変化するRC造耐震壁の損傷程度と耐震性能評価

研究課題名(英文)Ultimate drift capacity and damage evaluation of RC walls

研究代表者

河野 進 (Kono, Susumu)

東京工業大学・応用セラミックス研究所・教授

研究者番号：30283493

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、方立壁の損傷低減及び構造性能改善を目指した試験体10体程度の載荷実験を実施した。また、地震後の継続使用性に関する評価方法案を示し、本実験の損傷データに基づき継続使用性評価について考察した。RC増設壁及びUFCパネルにより補強した2体では、既存部と補強部が終始良好な一体性を示し、総ひび割れ長さや通常補修が必要となる幅0.2mm以上のひび割れ長さも大幅に低減できた。壁端部に拘束領域を有する2体でも、総ひび割れ長さや通常補修が必要となる幅0.2mm以上のひび割れ長さも大幅に低減された。4体ともコンクリート剥落率は $R=1/100$ radサイクルまでごくわずかであった。

研究成果の概要(英文)：In order to simulate compression controlled flexural failure, a fiber based model was constructed and calibrated using series of experimental studies conducted on reinforced concrete walls last several years in Japan. Then a parametric study was carried out with the fiber based model to simulate the hysteresis curves of walls to see effects of three variables on the load and drift level of characteristic points of a backbone curve. Three variables were concrete compressive strength (30MPa, 45MPa, 60MPa), confining reinforcement ratio in boundary regions (1.1% - 3.2%) and axial load ratio (0% - 50%). The parametric study showed that three variables have different degree of influences on the features of backbone curves and the axial load ratio is the most influential factor on the ultimate drift capacity.

研究分野：建築構造・材料

キーワード：RC壁 終局時変形性能 靱性能 損傷評価

## 1. 研究開始当初の背景

2010年の日本建築学会鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(以後、RC規準)では、枠柱がない矩形断面のRC造耐震壁の設計手法が示された。RC造耐震壁はこれまでも建築物において重要な水平力抵抗要素と認識されてきたが、その設計手法および挙動に関しては以前から様々な問題が指摘されてきた。本申請に関する主な問題点を示す。

- 2次設計時の部材種別に対して、求められる終局時変形性能が定義されていない。また、RC造耐震壁の部材種別を判別するための条件は、技術指針によるとせん断応力度レベル( $\tau_u/F'c$ )のみであり、軸力・断面端部の拘束レベルなどの重要因子が終局時の変形性能やDs値に与える影響は明らかでない。
- 耐震壁の各変形レベルにおけるひび割れなどの損傷程度は、ほとんど解明されておらず、性能評価型設計を行うための情報が不足している。2010年NZ地震では、中破にさえ至っていないRC造耐震壁構造物において、スラブや梁などRC造耐震壁以外の構造要素や間仕切り壁や天井などの非構造要素の損傷により取り壊しとなるケースが目立ち、周辺部材も含めた損傷予測の重要性が再認識された。
- 設計時において耐震壁は1本柱や3本柱でモデル化されることが多い。しかし、様々な塔状比や周辺架構との相互作用を考慮すると、耐力や剛性の予測精度はかなり低いと考えられている。また、相互作用を考慮したRC造耐震壁構造の数値モデルの精度を確認できるベンチマーク実験は多くない。
- 耐震壁の損傷および破壊性状に、ひずみ速度が与える影響は未だに明らかではない。高速載荷でせん断滑りが卓越する場合と、影響がない例が報告されている。
- 矩形断面を有する耐震壁が2010年のRC規準で認められたが、枠柱付耐震壁との耐震性能の差異が定量化されていない。

さらに、2010年チリ地震や2011年NZ地震では、連層耐震壁壁脚でコンクリートの圧壊・主筋の破断など、これまであまり想定されなかった形式の破壊が生じ、枠柱が無い耐震壁の地震時挙動に関して更に注目が集まった。ただし、RC造耐震壁構造の利点も大いに認知されている。2010年のチリ地震では、9階建以上のRC造建物1,939棟の被害率は2.8%(3階建以上9,974棟では、0.5%)であり、Mw8.8の地震規模に対してRC造耐震壁構造を主とするチリの建築物の被害率は驚くほど小さかった。RC造耐震壁構造は設計や施工が簡単で安価であるにも拘らず、中小地震に対しては

弾性応答で構造体をほぼ無損傷に保ち、大地震に対しては建物の特定層に破壊が集中しにくいなど、構造性能向上に対する費用対効果が大きい。矩形断面耐震壁は、建築計画上の自由度が高く、その普及を図ることは、健全な社会ストックを形成していく上で益々重要になる。

しかし、2010年に申請者が行った枠柱無の矩形断面耐震壁実験では、枠柱の拘束量が1.24%と多くても限界部材角は1%と小さかったこと、枠柱のない矩形断面の場合は損傷が早期に進展し座屈の考慮が必要であることが明らかとなった。また、矩形断面耐震壁の座屈挙動はPaulay等、Chai等、Goodsir等、Wallaceが実験結果を報告しているが、座屈挙動までを含めた設計法はなく、その普及を図る上で早急な対応が必要である。

## 2. 研究の目的

損傷制御型耐震構造物の設計において、経済的かつ有効な耐震部材として、2010年RC規準で認められた矩形断面を有するRC造耐震壁に関して、設計に必要な耐震性能を明らかにし、「建物の機能維持・早期復旧」を最も経済的に実現する構造システムとして普及させる。

## 3. 研究の方法

研究全体では、3年間にわたり10体程度の壁試験体を用いて静的載荷実験を行い、変形性能や損傷について検討を行った。ここでは、既存建築物の方立壁を対象に耐震補強を施した2体及び新築建築物の方立壁を想定して端部に拘束領域を設けた2体の計4体について説明する。このうち、本科研費で製作した試験体は、NSW2BとNSW6の2体である。

### (1) 試験体

NSW2A及びNSW2Bは、NSW2と同一詳細を有する試験体にそれぞれRC壁増設及び超高強度繊維補強コンクリート(以下、UFC)パネル接着を行った試験体である。NSW2Aでは、M16高力ボルト18本(F10T)を既存壁部分に埋め込み、既存部の作成後に、試験体を横に倒した状態で補強部の配筋(縦横D10@250シングル)を行い、既存部材齢13日で厚さ80mmのコンクリートを打設した。NSW2Bでは、既存部の作成後に試験体を横に倒した状態で、既存部材齢26日で厚さ60mmのUFCパネルを2液性エポキシ樹脂(厚さ10mm、圧縮強度71N/mm<sup>2</sup>、弾性係数5.1N/mm<sup>2</sup>、引張せん断強度20N/mm<sup>2</sup>、接着強度5.1N/mm<sup>2</sup>)により接着した。UFCパネル接着は、アンカー埋め込み、配筋、コンクリート打設等が不要で、施工面で大きな利点を有する。NSW2A、2Bとも、補強後の全断面重心と加力芯が一致するように、既存部は加力芯

からそれぞれ 40mm, 35mm 偏心させた。

NSW5 は, NSW2 と同一形状で, 壁端部に拘束領域として開口補強筋 4-D13, 拘束筋 D6@60mm を配し, 壁横筋は拘束筋間隔に合わせて D10@60 シングル (180 度フック定着) とした試験体である。NSW6 は両側を窓開口に挟まれた方立壁を想定し, 損傷低減及び構造性能改善を目的に, 壁端部に拘束領域を設け, 壁筋をダブル配筋とした試験体である。壁断面 200mm×900mm, 壁高さ 1800mm, 壁縦筋 D10@200 ダブル, 壁横筋 D10@100 ダブルとし, 拘束領域には, 開口補強筋 4-D13, 拘束筋 D10@100 を配した。

コンクリートは普通セメントを用いたレディミクストコンクリートを使用し, 壁脚危険断面位置を打継面として鉛直下向きに打設した。

## (2) 載荷方法

4000kN 鉛直ジャッキ 2 本により所定の軸圧縮力 (既存壁全断面積に対する軸力比 0.15 相当) を一定に保持しながら, 上下スタブの平行を保持するように制御し, 3000kN 水平ジャッキにより水平力を与えた。載荷は上下スタブの相対水平変位を壁高さ (NSW6 以外: 2100mm, NSW6: 1800mm) で除した部材角  $R$  により制御した。水平加力は正負交番繰返し漸増載荷とし,  $R=\pm 1/800\text{rad}$  で 1 回,  $R=\pm 1/400\text{rad}$ ,  $\pm 1/200\text{rad}$ ,  $\pm 1/133\text{rad}$ ,  $\pm 1/100\text{rad}$ ,  $\pm 1/67\text{rad}$ ,  $\pm 1/50\text{rad}$ ,  $\pm 1/33\text{rad}$  で 2 回ずつ繰返し,  $+1/20\text{rad}$  の押切載荷を行った。

## (3) 測定方法

鉄筋歪は開口補強筋, 壁筋及び端部拘束筋に貼付した歪ゲージで測定した。ひび割れ幅計測は各サイクルのピーク変形時及び除荷時に行い, 除荷時に目視で確認できたひび割れ

やコンクリート剥落を OHP シートに転写して記録した。なお, これらの損傷量の測定は, 試験体の正面と両側面 (補強部含む) の 3 面で行った。

## (4) 実験結果

各試験体のせん断力一部材角関係を図-1 に, 最大耐力  $Q_{max}$ , 最大耐力時変形角  $R_{max}$ , 限界変形  $R_u$  (最大耐力の 80%まで低下した点とした) 及び計算耐力を示す。なお, 曲げ及びせん断耐力計算値  $cQ_{mu}$  及び  $cQ_{su}$  は, 荒川式に基づき算定 ( $cQ_{su}$  は mean 式) し, 補強した 2 体の補強部については, (a) 補強部とスタブを繋ぐ縦筋が無い場合曲げ耐力に寄与しない, (b) 簡易的に補強部せいの半分 (525mm) の圧縮束が形成されると仮定して, その水平抵抗成分 ( $= (t_{wr} D f'_{cr} \tan \theta) / 2$ ,  $\tan \theta = 0.9D / (2h)$ ), ここで,  $t_{wr}$ : 補強部壁厚,  $D$ : 補強部せい (本試験体では壁長さと同じ),  $f'_{cr}$ : 補強部圧縮強度,  $h$ : 壁高さ) がせん断耐力に寄与するとした。

全ての試験体で  $R=1/200\text{rad}$  サイクルまでに開口補強筋が降伏した。NSW2 では,  $R=1/200\text{rad}$  サイクルで対角せん断ひび割れが発生し, その後, このひび割れがずれを伴う開閉を繰り返してひび割れ界面のコンクリート破壊が顕著となった。NSW2A 及び 2B では, 端部で既存部と補強部の間に軽微なひび割れが確認されたが, 終始良好な一体性を示した。 $R=1/67\text{rad}$  サイクルで最大耐力を示した後は, 既存部端部で座屈した開口補強筋にコンクリート塊が押し出される現象が顕著となったが, 補強部が十分に抵抗したことで正負とも最大耐力の 80%まで低下せず, 安定した挙動を示した。なお, NSW2B の  $R=1/33\text{rad}$  サイクル負側 2 回目の除荷履歴は, 載荷装置の不具合により計測値が存在しないため点線で示す。NSW5

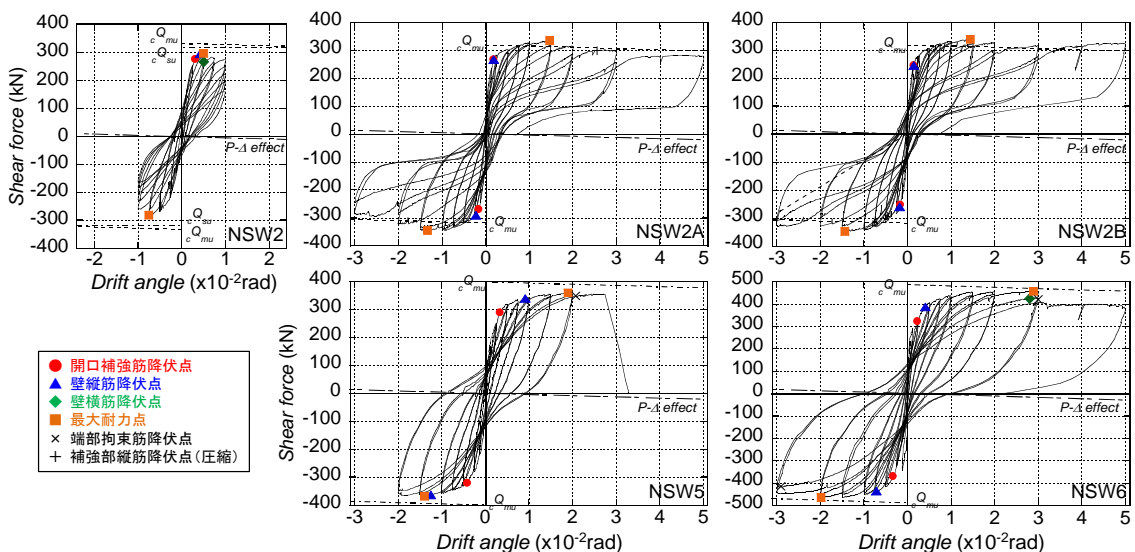


図-1 荷重-変形関係

は、 $R=1/50$ rad サイクルまでは非常に安定した挙動を示したものの、 $R=1/33$ rad サイクル正側 1 回目途中 ( $R=2.75 \times 10^{-2}$ rad) で、壁頂部の圧壊及びせん断ひび割れ界面でのすべりが顕著となり、急激な耐力低下を伴って軸力保持能力を喪失した。NSW6 は、最大耐力を示した  $R=+1/33$ rad 及び  $-1/50$ rad サイクル以降、端部の圧壊が顕著となったものの、正負とも最大耐力の 80% まで低下せずに安定した挙動を示した。表より、既往の曲げ耐力評価式は、NSW2A、2B の最大耐力を約 5~13% 安全側に、NSW5、6 の最大耐力を約 5~10% 危険側に評価した。

各試験体の  $R=1/200$ rad 及び  $1/100$ rad サイクル終了時における残留ひび割れについて説明する。NSW2 では  $R=1/100$ rad サイクルで対角せん断ひび割れ面周辺のコンクリート破壊が顕著となったのに対して、RC 増設壁及び UFC パネル補強した NSW2A 及び NSW2B では、壁板端部に曲げ及び曲げせん断ひび割れが見られたのみで、壁板中央部のひび割れはほぼ皆無であった。一方で、NSW5 では端部拘束筋に合わせて曲げひび割れが多数発生し、対角せん断ひび割れも見られた。また、NSW6 では NSW5 と同様に対角せん断ひび割れの発生が確認されたが、本数は少なかった。

各載荷サイクルのピーク変形時及び除荷時において観測された最大ひび割れ幅と経験最大部材角について説明する。不具合によるひび割れが最大幅を示したサイクルは白抜きのプロットで区別して示す。端部の曲げひび割れに変形が集中した NSW2A、2B では、ピーク変形時の最大ひび割れ幅が NSW2 も含む他の試験体を上回った。しかし、NSW2 では  $R=1/133$ rad サイクル以降で残留ひび割れ幅が急増したのに対して、本実験の 4 体では  $R=1/100$ rad サイクルまでは NSW2 に比べて増加が緩やかとなった。NSW2 ではせん断ひび割れが、本実験の 4 体では曲げひび割れがそれぞれ卓越したためとみられる。

負荷除荷時での残留ひび割れ長さや経験最大部材角の関係を考慮する。残留ひび割れ幅  $w_f$  で分類 (0.2mm 未満, 0.2~1.0mm 未満, 1.0~2.0mm 未満, 2.0~5.0mm 未満, 5.0mm 以上) した内訳を示す。なお、載荷の不具合により発生したひび割れは除外した。

NSW2 では総ひび割れ長さが  $R=1/200$ rad サイクル以降急増し、幅の大きなひび割れも増加したのに対して、補強した 2 体では、総ひび割れ長さや通常補修が必要となる幅 0.2mm 以上のひび割れ長さも大幅に低減された。ただし、NSW2B では  $R=1/100$ rad サイクルまで幅 1.0mm 以上のひび割れ発生は抑えられたものの、 $R=1/67$ rad サイクルにおいて端部の曲げひび割れの残留ひび割れ幅が 5.0mm 以上となっ

た。端部に変形を集中させることで、大変形時には過大な幅のひび割れが残留することに注意する必要がある。NSW5 では総ひび割れ長さは NSW2 に比べて大幅に増加した。しかし、その大半は補修不要な 0.2mm 未満のひび割れであり、損傷の抑制効果が確認できた。また、NSW6 でも総ひび割れ長さに対する 0.2mm 以上のひび割れ長さは NSW5 同様に大幅に抑制できた。

負側載荷除荷時でのコンクリート剥離面積率 (計測対象面積に対するコンクリート剥落面積の比) と経験最大部材角の関係を示す。本実験の試験体はいずれも  $R=1/100$ rad サイクルまでコンクリート剥落率はごくわずかであった。その後の値の推移は、拘束領域を持たない NSW2A、2B の方が拘束領域を有する NSW5、6 に比べて大幅に増加する傾向が確認された。

#### (5) 継続使用性に関する耐震性能評価

地震発生時に防災拠点となる官庁施設などの建築物には地震後の高い継続使用性が要求される。例えば、官庁施設の総合耐震計画基準には、I-A-甲類とする建築物では人命の安全確保に加えて十分な機能確保を図る旨の記述があるものの、具体的な継続使用性の評価方法は示されていない。著者らは、東日本大震災での被災事例調査に基づき、地震後の継続使用性の有無に影響を及ぼす要因を系統的に分類するための分析フローを提案した。本研究では、継続使用性を確保するための要求性能に関する更なる検討として、地震後の継続使用性に関する耐震性能の評価方法を示すとともに、本実験のデータに基づいて継続使用性評価について考察する。

継続使用性の評価法の検討に当たり、最初に RC 造非耐力壁の損傷状態の分類を行った。継続使用性の観点から損傷に対する応急措置、補修及び応急復旧実施の許容可否を基準として損傷状態を  $N_w$ -I~ $N_w$ -III の 3 段階に分類した。各分類に対応して想定される RC 造非耐力壁の具体的な損傷状態を併せて示す。さらに、損傷状態の分類と地震後の継続使用性に関する耐震性能の目標ランクの関係を考慮した。構造部材や設備機器等についても同様のマトリクスが作成されているが、ここでは吊り天井も含めた非構造部材のみを示す。耐震性能目標ランクは、建築物の使用制限の程度に関する目標に応じて S、A、B の 3 段階とした。非構造部材に関しては、S ランクでは基本的には軽微な損傷を除いて被害を許容しない状態 N-I に限られ、A 及び B ランクでは、状況に応じて小さなもしくは部分的な損傷に対する応急措置、補修及び応急復旧を許容する。また、災害対策本部が設置されるような活動上重要なエリアでは要求性能を高く設定するととも

に、継続使用性に影響の少ない箇所は1段階大きな損傷状態を許容することとしている。

損傷状態を分類する定量的な閾値として、損傷に関する指標が考えられる。現実的には、地震後の時間経過に応じ、簡易又は詳細な調査により地震後の継続使用性を判定することとなる。簡易調査の指標としてはひび割れ幅やコンクリートの剥落程度等が、詳細調査の指標としてはひび割れ長さやコンクリート剥落面積等がそれぞれ挙げられるが、ここでは、簡易な指標の一つとして、被災度区分判定基準の損傷度の判定方法を用いて検討を行う。

損傷度 I となったのは、ひび割れが分散した NSW5 の  $R=1/800\text{rad}$  サイクルのみであった。最大残留ひび割れ幅を損傷度の判定指標の一つとしており、限られた本数のひび割れが大きく開くような NSW2A, 2B には不利な判定となった。しかし、補修不要な 0.2mm 未満のひび割れを除けば各試験体で残留ひび割れ長さに極端な差は見られず、 $R=1/100\text{rad}$  までコンクリート剥落もほとんど発生しておらず、継続使用性については各試験体で大差無いものと考えられる。実際にはひび割れ長さや本数といった指標も組み合わせることで地震後の継続使用性に大きく影響するとみられることから、評価の簡便さとのバランスを勘案しながらこれらの指標をどのように考慮するか検討が必要である。

#### 4 研究成果

ここでは、過去3年に行った研究から方立壁の損傷低減及び構造性能改善を目指した試験体4体の載荷実験を紹介した。また、地震後の継続使用性に関する評価方法案を示し、本実験の損傷データに基づき継続使用性評価について考察した。

- RC増設壁及びUFCパネルにより補強した2体では、既存部と補強部が終始良好な一体性を示し、総ひび割れ長さや通常補修が必要となる幅0.2mm以上のひび割れ長さも大幅に低減された。正負とも最終サイクルまで最大耐力の80%まで低下しなかった。
- 壁端部に拘束領域を有する2体でも、総ひび割れ長さや通常補修が必要となる幅0.2mm以上のひび割れ長さも大幅に低減された。大変形時には壁端部の圧壊が顕著となり、NSW5では $R=2.75 \times 10^{-2}\text{rad}$ で軸力保持能力を喪失したものの、NSW6は最終サイクルまで正負とも最大耐力の80%まで低下しなかった。
- 4体ともコンクリート剥落率は $R=1/100\text{rad}$ サイクルまでごくわずかで、その後は、拘束領域を持たないNSW2A, 2Bの方が大きく増加する傾向が見られた。

- 被災度区分判定基準の損傷度の判定方法に基づく検討を行った。ひび割れ長さや本数といった指標を地震後の継続使用性の評価にどのように考慮するか、今後更なる検討が必要である。

#### <引用文献>

- ① 小倉昌也ほか:RC造非耐力壁の地震後の損傷状態に関する実大試験体実験(その1,2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, pp. 447-450, 2014.9
- ② 向井智久ほか:RC造壁付き架構の構造特性と損傷状態に関する研究(その1 被災したRC造壁付き架構の標準モデル), 第14回日本地震工学シンポジウム論文集, pp. 757-765, 2014.12
- ③ 国土交通省住宅局建築指導課ほか監修: 2007年版建築物の構造関係技術基準解説書, 2007
- ④ 国土交通省:官庁施設の総合耐震・対津波計画基準, 2013.3
- ⑤ 喜々津仁密ほか:建築物の地震後の継続使用性に関する阻害要因分析(その2 要因分析の方法), 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-1, pp. 39-40, 2014.9
- ⑥ 日本建築防災協会:震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針, 2001

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 9 件)

- ① 谷昌典, Yuniarsyah E., 向井智久, 河野進: 損傷低減及び構造性能改善を目指したRC造方立壁部材の実大実験, JCI年次論文報告集, JCI, Vol. 37, No.2, pp. 901-906, 2015. 査読有
- ② Taleb R., Ogura M., Kono S., Tani M.: Performance of Confined boundary regions of RC rectangular Walls under cyclic reversal loadings, Annual convention proceedings, JCI, Vol. 36, No.2, pp. 325-330, 2014. 査読有
- ③ 谷昌典, 小倉昌也, 向井智久, Taleb Rafik: 実大試験体を用いたRC造非耐力壁の破壊形式及び損傷状態に関する実験的研究, JCI年次論文報告集, 36, No.2, pp. 631-636, 2014. 査読有
- ④ 谷昌典, 福山洋, 坂下雅信, 河野進: RC造耐力壁の実験データベースを用いた部材種別の判定基準に関する検討, AIJ技術報告集, AIJ, 19, 43, pp. 927-932, 2013. 査読有
- ⑤ 谷昌典, 福山洋, 河野進: RC造耐力壁端部拘束域の力学挙動, JCI年次論文報告集, Vol. 35, No.2, pp. 355-360, 2013. 査読有
- ⑥ Taleb R., Kono S., Sakashita M.: Nonlinear Finite Element Analysis of RC Cantilever Structural Walls Under Lateral Loading, JCI年次論文報告集, JCI, Vol. 35, No.2, pp. 61-66, 2013. 査読有
- ⑦ 戸谷航大, 小倉昌也, 谷昌典, 河野進: 軸力と断面端部の拘束状態が柱無耐震壁の曲げ終局時変形性能に及ぼす影響, JCI年次論文報告集, JCI, Vol. 35, No.2, pp. 403-408, 2013. 査読有
- ⑧ 谷昌典, 福山洋, 坂下雅信, 河野進: RC造耐力壁の実験データベースを用いた部材種別の判定基準に関する検討, AIJ技術報告集, 19, 43,

- pp. 927-932, 2013. 査読無
- ⑨ 河野進, 坂下雅信, 他5名: 鉄筋コンクリート造連層耐力壁の構造詳細と部材種別に関する基準の整備に資する検討, BCI ビルディングレター, 573, pp. 10-24, 2013. 査読無
- [学会発表] (計 15 件)
- ① Kono S., Obara T., Taleb R., Watanabe H., Tani M., Sakashita M.: Simulation of drift capacity for RC walls with different section configurations, Proc. of 10th Pacific Conf. on EQ Eng., November, 2015, Australia, pp. 181-188, 2015. 査読有
- ② 北村史登, Yuniarsyah Eko, 向井智久, 谷昌典, 河野進, 渡邊秀和, 前田匡樹, 衣笠秀行: 損傷低減に袖壁を活用した実大5層鉄筋コンクリート造建築物の静的載荷実験, AIJ 梗概集構造系, C2, pp. 377-386, 東海大, 2015. 査読無
- ③ Yuniarsyah E., Taleb R., Watanabe H., Kono S., Tani M., Mukai T.: Experimenta Study on Residual Damage of Full-Scale RC Non-Structural Wall Specimens, summaries of AIJ annual meeting, AIJ, C2, pp. 129-132, 東海大, 2015. 査読無
- ④ Kono S., Arai M., Watanabe H., Taleb R., Yuniarsyah E., Obara T.: Seismic Performance and its assessment of RC Structural Walls, Proc. Struc. Eng. Frontier Conf., March, 2015, Tokyo Inst. of Tech., Japan, pp. 287-294, 2015. 査読無
- ⑤ Kono S., Tani M., Mukai T., Fukuyama H., Taleb R., Sakashita M.: Seismic behavior of Reinforced Concrete Walls for a performance based design, 2nd European Conf. on EQ Eng. and Seismology, Aug., Turkey, # 1471, 2014. 査読有
- ⑥ Tani M., Mukai T., Ogura M., Taleb T., Kono S.: Full-Scale Experiment on Non-Structural R/C Walls Focused on Failure Modes and Damage Mitigation, 2nd European Conf. on EQ Eng. and Seismology, Aug., Turkey, # 656, 2014. 査読有
- ⑦ Taleb R., Kono S., Sakashita M., Tani M.: Effects of Boundary Regions Confinement on the Seismic Performance of Flexural RC Structural Walls, 2nd European Conf. on EQ Eng. and Seismology, Aug., Turkey, # 1262, 2014. 査読有
- ⑧ Kono S., Sakashita M., Tani M., 他6名: Seismic behavior of RC Structural Walls based on the Japanese Domestic Research Efforts, 10th Nat. Conf. on EQ Eng., July, USA, # 2, 2014. 査読有
- ⑨ Taleb R., Kono S., Tani M.: Effects of end regions confinement on seismic performance of rc cantilever walls, 10th Nat. Conf. on EQ Eng., July, USA, # 725, 2014. 査読有
- ⑩ 谷昌典, 向井智久, 河野進, 他5名: RC造壁付き架構の構造特性と損傷状態, 14th 地震工学シンポ, pp. 786-794, 千葉, 2014. 査読無
- ⑪ Kono S., Tani M., Sakashita M., 他2名: Ultimate Drift Capacity of Reinforced Concrete Walls, Proc. of the Conf. for Civil Eng. Research Networks, # 088, Indonesia, 2014. 査読無
- ⑫ 堀野隼平, 脇田拓弥, 坂下雅信, 西山峰広, 河野進: 有開口耐震壁の線材置換によるモデル化と復元力特性の評価, AIJ 梗概集構造系, C2,

- pp. 525-528, 神戸市, 2014. 査読無
- ⑬ 小倉昌也, 谷昌典, 向井智久, Taleb Rafik, 河野進: RC造非耐力壁の地震後の損傷状態に関する実大試験体実験, AIJ 梗概集構造系, C2, pp. 447-450, 神戸市, 2014. 査読無
- ⑭ Kono S., Tani M., 他3名: Performance of Confined RC Rectangular Wall Boundaries under Cyclic Loadings, AIJ annual meeting, AIJ, C2, pp. 347-350, Kobe, 2014. 査読無
- ⑮ Kono S., Taleb R., Sakashita M., Tani M., Mukai T., 他1名: Effect of boundary area confinement on the ultimate flexural drift capacity of cantilever structural walls, 6th Civil Eng. Conf. in Asia Region, Aug, Indonesia, # 127, 2013. 査読有

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

河野 進 (KONO, Susumu)  
東京工業大学・応用セラミックス研究所・教授  
研究者番号: 30283493

### (2) 研究分担者

篠原 保二 (SHINOHARA, Yasuji)  
東京工業大学・応用セラミックス研究所・准教授  
研究者番号: 50196408

渡邊 秀和 (WATANABE, Hidekazu)  
東京工業大学・応用セラミックス研究所・助教  
研究者番号: 20620636

向井 智久 (MUKAI, Tomohisa)  
建築研究所・構造研究グループ・主任研究員  
研究者番号: 30318208

谷 昌典 (TANI, Masanori)  
京都大学・工学研究科・准教授  
研究者番号: 50533973

丸田 誠 (MARUTA, Makoto)  
島根大学・総合理工学研究科・教授  
研究者番号: 30416763

坂下 雅信 (SAKASHITA, Masanobu)  
建築研究所・構造研究グループ・研究員  
研究者番号: 50456802