

平成21年 6月19日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2006～2008

課題番号：18360261

研究課題名 (和文) 曲げ降伏後にせん断破壊する鉄筋コンクリート柱の
三次元ひび割れと寸法効果研究課題名 (英文) Size-effect and 3D cracks in reinforced concrete columns
failing in shear after flexural yielding

研究代表者

市之瀬敏勝 (ICHINOSE TOSHIKATSU)

名古屋工業大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：10151474

研究成果の概要：

鉄筋コンクリート柱をアラミド繊維でせん断補強した場合の三次元ひび割れについて、実験的に調べた。付着破壊が生じないように、片持ち梁形式で加力した。せん断補強量が多いほど柱断面の中心とアラミド繊維近傍の内部ひずみの差が大きくなった。このことから、アラミド繊維のせん断補強によって断面が樽型に変形していることが確認できた。高補強試験体では、アラミド繊維近傍でトラス機構が強く働き、せん断力を負担していることが分かった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
2007年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2008年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
総計	14,500,000	4,350,000	18,850,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築構造・材料

キーワード：鉄筋コンクリート、柱、ひび割れ、せん断、変形能力

1. 研究開始当初の背景

建築構造設計を性能評価型に転換すべきだという主張が世界の主流になって久しい。性能評価型設計が可能になれば、施主に対してわかりやすく構造性能を説明することができるし、設計の自由度が増大するなど、そのメリットは大きい。しかし、強震動によって建物が大きく塑性化する状況での耐震性

能を評価することは、現段階でも非常に難しい。鉄筋コンクリート建物の場合は、部材変形能力の評価、特に曲げ降伏後のせん断破壊が最大のネックになっている。

2. 研究の目的

本研究は、曲げ降伏後のせん断破壊に伴う強度・剛性の低下を実用的かつ理論的にモデ

ル化することを目的とする。「実用的」とは、耐震設計・診断に直接利用できる程度の単純化を行うという意味である。「理論的」とは、既往の実験データを統計的に処理してモデルパラメータを決めるのではなく、破壊のメカニズムに立脚した物理的に明確なパラメータ決定を行うという意味である。

3. 研究の方法

鉄筋コンクリート柱をアラミド繊維でせん断補強した場合の三次元ひび割れについて、実験的に調べた。付着破壊が生じないように、片持ち梁形式で加力した。ピアノ線を用いて、コアコンクリート領域の変形状態を測定した(図1参照)。荷重は、図2のような繰り返しとした。最大変形時に荷重をかけたままで低粘性エポキシ樹脂を注入し、硬化後に除荷した。その後、鉄筋を含む箇所をダイヤモンドカッターで切除し、X線による内部ひび割れ観察を行った。



図1 荷重・測定装置

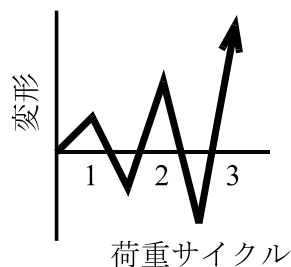


図2 繰り返し荷重

4. 研究成果

せん断補強量が多いほど柱断面の中心とアラミド繊維近傍の内部ひび割れの差が大きくなった。このことから、アラミド繊維のせん断補強によって断面が図3のように樽型に変形していることが確認できた。

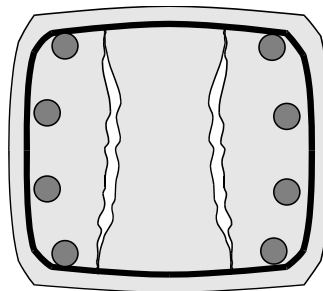


図3 柱断面の変形

低補強試験体($\rho_{wy}=0.03\%$)は、補強形式が同一だったにもかかわらず、2つの試験体の内部ひび割れに大きな違いが見られた。一つの試験体では、断面が樽型の変形をしていた。一方、もう一つの試験体では、樽型の変形がほとんど見られなかった。後者の試験体は、 $\rho_{wy}=0.1\%$ の試験体より高い耐力を示した。内部ひび割れは、図4、図5のような平面状であった。

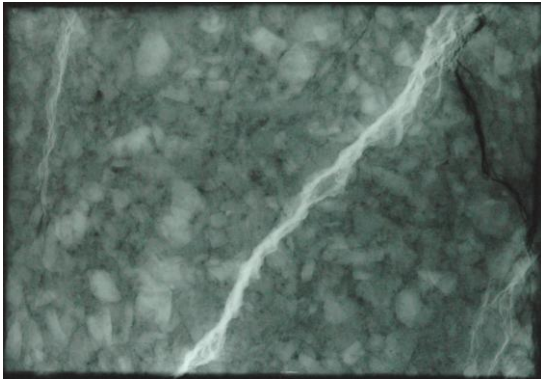


図4 平面状のひび割れ(3次元処理前)

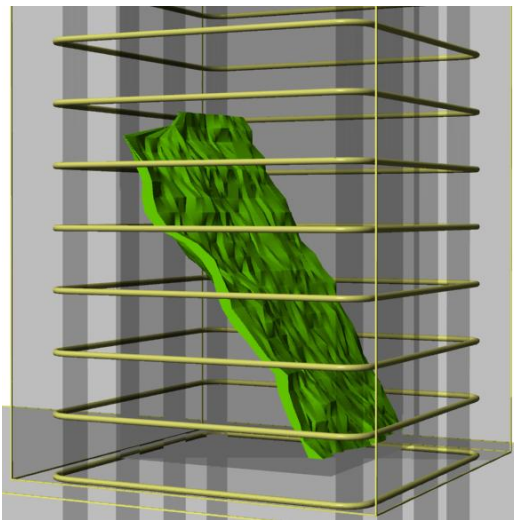


図5 平面状のひび割れ(3次元処理後)

高補強試験体($p_{vy}=0.1\%$ 以上)の内部ひび割れは、アラミド繊維近傍において細かく、枝分かれが広く均等に発生していた(図6参照)。また、アラミド繊維近傍(特に柱断面の四隅)において主圧縮ひずみが顕著であった。これが原因となってアラミド繊維が柱の角で破断したと考えられる。すなわち、高補強試験体では、アラミド繊維近傍でトラス機構が強く働き、せん断力を負担していることが分かった。

日本建築学会「鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説(1999)」で使われているトラス・アーチ理論と、Purdue大学で提案された修正モール・クーロン理論(図7)を組み合わせ、そこで用いるパラメータを今回の実験シリーズで得られた知見

に基づいて決定する、という手順が有力であることを確認した。

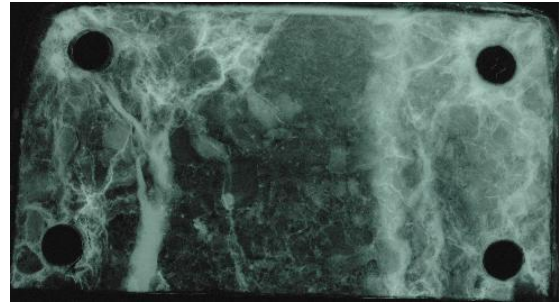


図6 繊維近傍のひび割れが枝分かれする状況

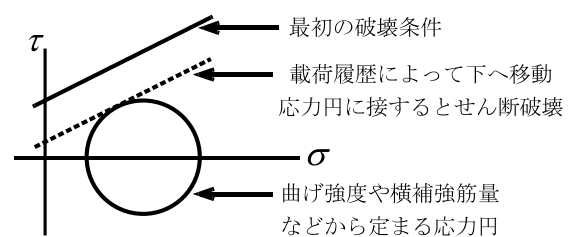


図7 修正モール・クーロン理論

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

日比野陽, 市之瀬敏勝, J. L. D. Costa, M. P. Nielsen: Procedure to predict the storey where plastic drift dominates in two-storey building under strong ground motion, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 2008.12 査読あり

花井伸明, 平林聖尊, 市之瀬敏勝: モール・クーロンの破壊基準を用いた RC 部材のせん断挙動評価, *コンクリート工学論文集*, Vol. 19, No. 1, pp. 1-9, 2008.1 査読あり

ルクマン, 武田 三弘, 大塚 浩司, 市之瀬敏勝: アラミド繊維で補強した RC 柱の変形と内部ひび割れ性状, *コンクリート工学年次論文報告集*, Vol. 30, No. 3, pp. 229-234, 2008 査読あり

花井伸明, 西健太郎, 日比野陽, 市之瀬敏勝: 粗い間隔でアラミド繊維補強を施した RC 柱の曲げせん断性状, *コンクリート工学年次論文報告集*, Vol. 29, No. 3, pp. 1531-1554, 2007.7 査読あり

〔学会発表〕(計 4 件)

松下 央雅, ルクマン, 吉田 和也, 武田 三弘, 市之瀬 敏勝: アラミド繊維補強を施した RC 柱の内部ひび割れ性状の進展, 日本建

築学会東海支部研究報告集, 2009.1

ルクマン, 市之瀬 敏勝, 武田 三弘: アラミド繊維で補強した RC 柱の変形と内部ひび割れ性状, 日本建築学会学術講演梗概集(中国), Vol. C-2, pp. 537-538, 2008.9

日比野陽, 花井伸明, 市之瀬敏勝, 小杉一正, 谷垣正治: 粗い間隔でアラミド繊維補強を施した RC 柱の繰り返し載荷実験 その 1 高軸力下における変形性能, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), C-2, pp. 297-298, 2007.8

花井伸明, 日比野陽, 市之瀬敏勝, 小杉一正, 谷垣正治: 粗い間隔でアラミド繊維補強を施した RC 柱の繰り返し載荷実験 その 2 付着割裂柱と極短柱, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), C-2, pp. 299-300, 2007.8

[図書] (計 1 件)

M. A. Sozen, 市之瀬敏勝: An Introduction to Structural Analysis, CRC Press, 2008

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

市ノ瀬 敏勝

名古屋工業大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号: 10151474

(2) 研究分担者

梅村 恒

名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号: 70324473

(3) 連携研究者

Jose Ramirez

米国 Purdue 大学 工学部 教授