

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	外付け制振補強された既存RC造建物の耐震補強設計手法に関する研究 その1 取付部の実験概要
Title	
著者(和文)	箕輪田翔, 住岡良紀, 長谷川隆, 森田高市, 向井智久, 石井匠, 佐藤大樹, 北村春幸
Authors	Sho Minowada, daiki sato, Haruyuki Kitamura
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. B-2, , pp. 651-652
Citation(English)	, Vol. B-2, , pp. 651-652
発行日 / Pub. date	2008, 9
rights	日本建築学会
rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
relation	isVersionOf: http://ci.nii.ac.jp/naid/110007065333

外付け制振補強された既存 RC 建造物の耐震補強設計手法に関する研究

—その 1 取付部の実験概要—

RC建物 外付け制振補強 履歴型制振ブレース
面外曲げ変形 ねじれ変形 取付部

正会員 ○ 箕輪 翔^{*1} 同 住岡 良紀^{*2}
同 長谷川 隆^{*3} 同 森田 高市^{*3}
同 向井 智久^{*3} 同 石井 匠^{*4}
同 佐藤 大樹^{*5} 同 北村 春幸^{*5}

1. はじめに

1995 年の阪神大震災を受けて耐震改修促進法が制定され、2006 年に同法の改正により今後 10 年間で耐震化率を向上することを目標・計画された。そこで、耐震化率の向上を目標とした普及型耐震改修技術の開発の一つとして、既存 RC 建造物に対して、効果的にエネルギー吸収を可能とする制震部材を用いて既存建物を高性能化させることは有効であると考えられている。具体的には、図 1 に示す既存 RC 建造物の外周部に、ダンパーブレース(以下ブレース)端部の定着板と RC 部材との間にグラウト材を介して PC 鋼棒により圧着する工法は有効であり、これまでに本工法を対象とした実験的研究が行われている¹⁾²⁾。しかしながら、本工法を普及させるためには、想定される破壊モードを考慮し、適切な設計用応力による検討が必要となる。

そこで本研究では、図 1 の点線部に示されたブレース端部と RC 部材の取付部における要素実験を行う。本報では、取付部を再現した実験概要、その 2 では過去の試験体を含め、確認された破壊モードとそれらの耐力式の精度について検討した。

2. 実験計画

2.1 試験体概要

本研究で用いた試験体は 4 体で、部材断面、主筋、補強筋間隔、及びブレース取付角 θ をパラメータとした。表 1 に試験体一覧、表 2 に材料試験値、図 2 に標準試験体(試験体①)配筋図を示す。

2.2 荷重方法

図 3 に荷重装置を示す。試験体は試験体基部をアンカー止めし、荷重治具に取付けた油圧ジャッキにより定着板に取付けたブレースに圧縮・引張力を加えることによって正負繰り返し載荷を行う。載荷プログラムは、ブレースが十分に機能する変形レベルを想定し、変形量を片振幅 0.5% として、載荷荷重が低下するまで実施することとする。

2.3 計測項目

測定項目は、荷重装置の荷重、試験体各部の変形ならびに主筋、せん断補強筋、PC 鋼棒の歪みである。歪みを計測した RC 梁部の隅角部、四隅の主筋位置を図 4 に示す。載荷装置荷重はアクチュエータの先端に取付けられたロードセルにより計測し、各部の変形は床を不動点と仮定してそこに立てた支柱で支持した変位計によって測定する。変位計取付け位置ならびに使用測定機器名を図 5 に示し、その変位計の値から面内曲げ回転角 θ_i 、面外曲げ回転角 θ_o 、ねじれ回転角 θ_t を算出する。各算出式を式(1)~(3)に示す。

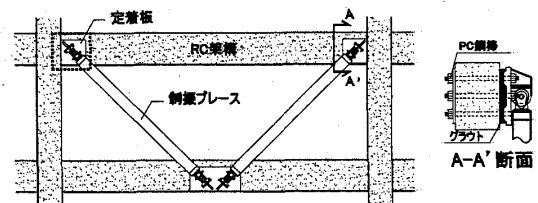


図 1 制振ブレース付き RC 梁構例

表 1 試験体一覧

試験体名	全主筋比割合	部材断面	主筋	補強筋	ブレース角度
①	0.3	200×425 (mm ²)	6-D13	D6 @50 (mm)	45°
②	0.3	200×425 (mm ²)	6-D13	D6 @50 (mm)	60°
③	1.3	200×425 (mm ²)	8-D19	D6 @50 (mm)	45°
④	0.3	200×750 (mm ²)	6-D19	D6 @100 (mm)	45°

表 2 材料試験値

試験体名	コンクリート強度 (N/mm ²)	主筋降伏強度 (N/mm ²)	あばら筋降伏強度 (N/mm ²)
①	34.5	350.4	340.5
②	34.9		
③	34.8	333.6	
④	33.5		

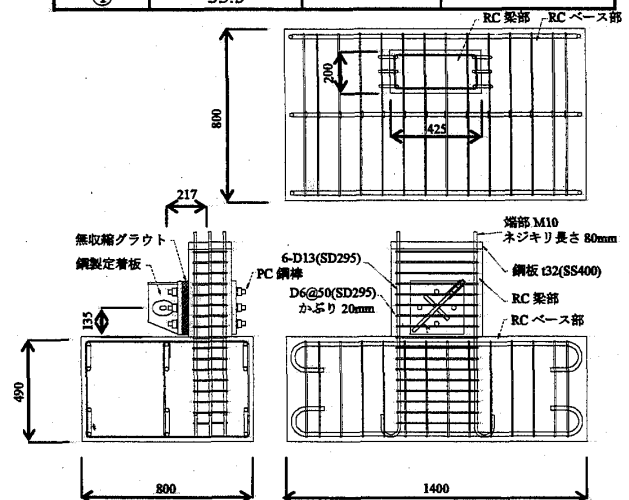


図 2 標準試験体(試験体①)詳細図(単位mm)

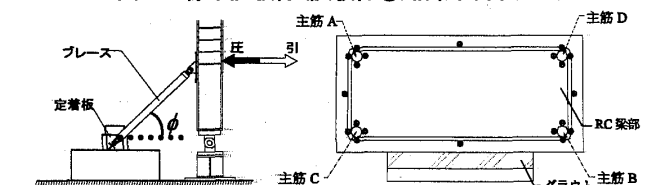


図 3 荷重装置

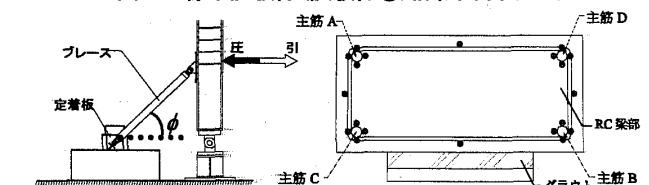


図 4 RC 梁部の主筋配置図

Design Method for Seismic Retrofit of Existing R/C Buildings
Using Energy Dissipative Brace
Part.1 Experiment Summary of the Attachment of the Brace to the Beam

MINOWADA Sho, SUMIOKA Yoshinori
HASEGAWA Takashi, MORITA Koichi
MUKAI Tomohisa, ISHII Takumi
SATO Daiki, and KITAMURA Haruyuki

3. 実験結果

図6にブレース軸応力度 σ_d ー歪み曲線 ε_d を示し、図7にブレース軸応力度 σ_d ー各種回転角($\theta_i \cdot \theta_o \cdot \theta_t$)を示す。

図6ではブレースの軸応力が0 kNの時、ブレースの取付けによるガタは多少あるものの、紡錘形の安定したループを描いてエネルギー吸収していることが分かる。さらにブレースは、歪み硬化の影響により、最大で引張軸力が降伏軸応力よりも1.8~2.0倍ほど上昇することが確認されたが、およそ8cyc.目以降より軸応力は安定し、ほぼ一定値となった。また、試験体③及び試験体④において、圧縮側で荷重の増大が見られるが、これは20cyc.後半に2重鋼管の内管が圧縮時に膨張し外管に接触することにより鋼管内で摩擦が働いたためであると考えられる。また、図6内に示された口はRC梁部材内の四隅に配置された4本の主筋(図4)の内、最も早期に降伏した主筋時のブレース軸応力度 σ_d ー歪み ε_d 関係を併せてプロットしたものである。図6から試験体①及び試験体②は载荷開始後2~3cyc.で破壊に至っておりブレース降伏とほぼ同時に試験体①では主筋B、試験体②では主筋C(図4)が降伏に至った。

試験体①及び試験体②ともに、図7に示すように1cyc.目の主筋降伏時付近で既に、面外曲げによる変形 θ_o が進み、その後、ねじれによる変形 θ_t が卓越して発生している。以上より、RC梁部はブレースによる面外曲げの影響により主筋が降伏した後に、ねじれによる脆性破壊となったことが推察される。また図7より、試験体②の面外曲げ回転角 θ_o が試験体①に比べて载荷の初期段階で大きな値であることが分かる。これは試験体②のブレース角度 ϕ が試験体①よりも大きい(表1参照)、RC梁部への鉛直成分の引張応力が大きいことによる。以上のことからねじれ耐力が十分であっても面外曲げの影響によりねじれ破壊することが想定されるため面外曲げ耐力も十分に見込む必要がある。

試験体③及び試験体④は30cyc.の繰返し载荷後に鋼材ダンパーブレースのハードニングによる応力上昇に伴って、主筋の

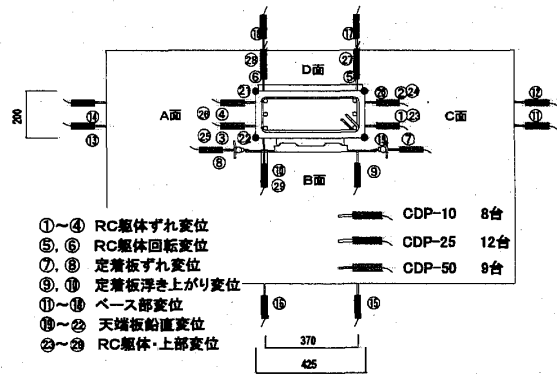


図5 変位計測定位置(単位mm)

$$\theta_i = \left(\frac{①+②-③-④}{4} - \frac{⑳+㉑-㉒-㉓}{4} \right) / 200 \quad (1)$$

$$\theta_o = \left(\frac{⑤+⑥}{2} - \frac{㉔+㉕}{2} \right) / 200 \quad (2)$$

$$\theta_t = ((⑥-⑤) - (㉕-㉔)) / 370 \quad (3)$$

一部(試験体③及び試験体④ともに主筋B)が降伏した。また、面外曲げ変形は平均して、1cyc.目で0.0035radであったが、30cyc.目では0.0092radとなり、RC梁部の剛性低下が進んでいることが確認できる。しかし、この主筋降伏とRC梁部の剛性低下が、ブレースのエネルギー吸収性能に及ぼす影響は小さいと考えられる。

まとめは、次報にて示す。

謝辞

本実験は、(後)建築研究所の研究課題である「耐震化率向上を目指した普及型耐震改修技術の開発」の鋼構造分科会(主催:北村孝幸)において検討・実施されたものである。当該分科会委員並びに関係者に謝意を表す。

参考文献

- 1) 石田陽一, 石井匠, 北村孝幸, 向井智久, 藤澤一善, 清水孝幸: 履歴減衰型制振ブレースを用いた既存RC造橋梁の制振補強構法に関する研究—その1. RC造梁端部のねじれ破壊性状— 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) pp. 741~742, 2002, 8
- 2) 角田充朗, 井戸健介, 田中豊延, 石井匠, 清水孝幸, 藤澤一善, 龍川恵一, 北村孝幸: 履歴減衰型制振ブレースを用いた既存RC造橋梁の制振補強構法に関する研究—その13. ブレース軸力-梁端部ねじり角度関係の骨格曲線— 日本建築学会学術講演梗概集(近畿) pp. 515~516, 2005, 9
- 3) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート終局強度設計に関する資料
- 4) 建築物の構造関係技術基準解説書編纂委員会: 2007年度版 建築物の構造関係技術基準解説書 全国官報販売協同組合 2007, 8

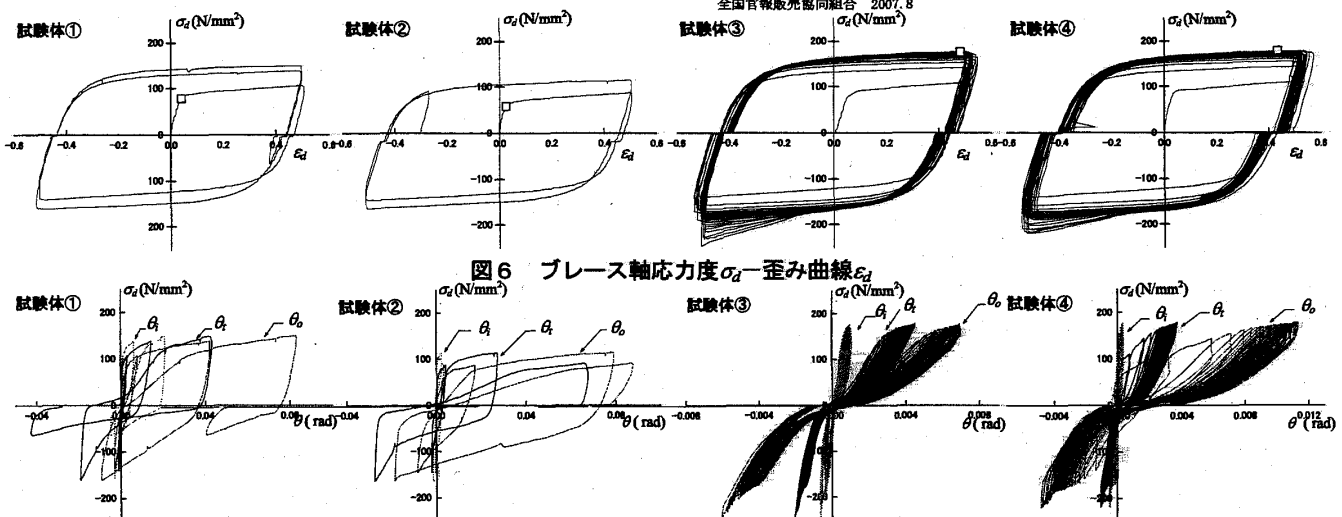


図6 ブレース軸応力度 σ_d ー歪み曲線 ε_d

図7 ブレース軸応力度 σ_d ー各種回転角 $\theta_i \cdot \theta_o \cdot \theta_t$

- *1 東京工業大学 大学院生 (元 東京理科大学)
- *2 東京理科大学 大学院生
- *3 独立行政法人 建築研究所 博士(工学)
- *4 JFE 技研 株式会社 博士(工学)
- *5 東京理科大学理工学部建築学科 博士(工学)

Graduate Student, Tokyo Institute of Technology
Graduate Student, Tokyo University of Science
Building Research Institute, Dr.Eng.
JFE R&D Corp., Dr.Eng.
Professor, Tokyo University of Science, Dr.Eng.