

低降伏点鋼を用いたRC間柱型制振ダンパーの構造性能に関する実験

制振ダンパー 低降伏点鋼 RC間柱
根巻き型接合 露出型接合

正会員 ○中澤 春生*1 同 島崎 和司*2
同 戸澤 正美*1 同 宮崎 裕一*1
同 淵本 正樹*1 同 大久保香織*1

1. はじめに

RC造超高層集合住宅の内側チューブ架構において、上下階の梁間を繋ぐ間柱部材に低降伏点鋼をせん断パネルとして組み込んだ制振ダンパーの構造性能を把握し、設計用の資料を得ることを目的とした実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験概要

試験体形状および配筋を図1に、試験体諸元と材料強度の一覧を表1に示す。試験体は、高さの中央部分に制振ダンパーとなる露出鉄骨(高さ175mm)が位置する形状で、ダンパー鉄骨の定着方法とRC定着部断面寸法・配筋を変えた3体である。試験体の縮尺は約50%で、鉄骨はBH-175×90×12×12で共通であり、いずれも鉄骨露出部のウェブに低降伏点鋼(LY225材)を組み込んでいる。

試験体No. 1は、ダンパー鉄骨をRC定着部に根巻き型接合させたもので、RC定着部断面が250×500mmと小さく、定着部がせん断破壊するものである。No. 4はダンパー鉄骨のベースPLをRC定着部の主筋(ねじ節鉄筋)にロックナットで締付け、露出型接合としたもので、下側の定着部のコンクリート打設を考慮したふかし部分を長手方向に設け、RC定着部断面を250×700mmとしている。No. 5は、No. 1と同様の根巻き型接合であるが、RC定着部のせん断強度を高めるため、断面寸法を350×500mmとし、せん断補強筋も増やしている。全試験体ともRC定着部のコンクリートはFc48相当とした。各試験体の使用材料とその強度は表1に示す通りである。

加力方法を図2に示す。加力は神奈川大学構造実験室にて実施した。試験体の上下には剛なスタブを設けており、上下のスタブが平行となるように副アクチュエータで制御しながら、主アクチュエータにてせん断力を加力する変位漸増正負交番繰返し载荷を行った。なおNo. 1では初期軸力を0としたのち上下スタブ間高さが変動しないように制御し、No. 4とNo. 5では露出鉄骨のフランジ断面に対して長期許容応力度相当となる300kN(装置重量込みで360kN)の一定軸力を維持するように加力した。

3. 実験結果

各試験体のせん断力(V)-層間変形角(R)関係を図3に、最終破壊状況を図4に、全体変形に占めるダンパー変形の比率を図5に示す。各試験体とも、R=0.25%までにRC定着部に曲げひび割れ、せん断ひび割れが発生した。

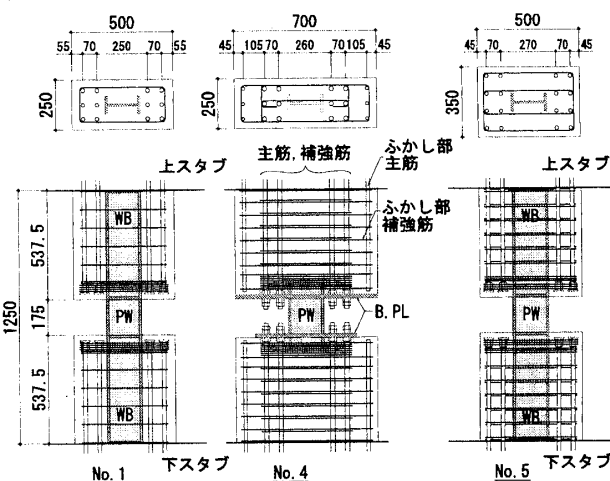


図1 試験体形状および配筋

表1 試験体諸元および材料強度一覧

試験体	鉄骨 (BH-175×90×12×12)				RC部 断面寸法 B×D (mm)	コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	RC部鉄筋			
	部位	材種	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)			配筋	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	
No. 1	ウェブ	PW	LY225	204.2	250 × 500	48.2	主筋 SD490	6-D19	517.4	694.0
		WB	SS400	303.7			補強筋 SPR785	2-D10 Ø90	893.3	1078.5
	フランジ									
No. 4	ウェブ	PW	LY225	227.5	250 × 700	57.4	主筋 SD490	6-D22	522.7	706.4
		WB	SS400	277.7			補強筋 SPR785	3-D10 Ø62	852.4	1035.8
	ベースPL	SN490C	389.8	542.8						
No. 5	ウェブ	PW	LY225	227.5	350 × 500	53.3	主筋 SD490	8-D19	538.9	720.2
		WB	SS400	277.7			補強筋 SPR785	4-D10 Ø70	852.4	1035.8
	フランジ									

(注) No. 4において、ベースPLはt=19mm、ふかし部主筋は6-D16 (SD390)、ふかし部補強筋は2-D10Ø70 (SD295A)

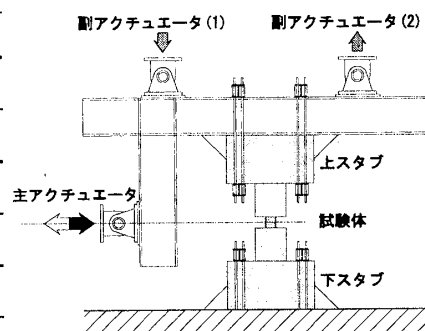


図2 加力装置概要

Seismic Behavior of Puncheon-type Damper with
Low-yield-strength Steel Shear Panel

NAKAZAWA Haruo, SHIMAZAKI Kazushi, TOZAWA Masami,
MIYAZAKI Yuichi, FUCHIMOTO Masaki and OKUBO Kaori

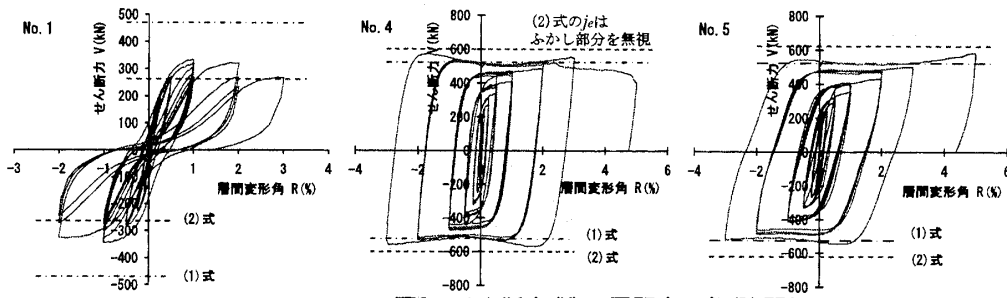


図3 セン断力(V)一層間変形角(R)関係

$$V_{du} = \frac{2.2 f_y}{\sqrt{3}} A_{pw} \quad (1)$$

V_{du} : ダンパーのせん断耐力
 f_y : パネルウェブの降伏強度
 A_{pw} : パネルウェブの断面積

$$V_{su} = \frac{\lambda V_{CB}}{2} (b_s - b_f) j_e \quad (2)$$

V_{su} : RC定着部のせん断耐力
 b_f : 埋込み鉄骨のフランジ幅
 他の記号は、
 靱性指針(6.4.3)式に同じ

No.1試験体では、R=0.5%でダンパー鉄骨のウェブが降伏し、R=0.5%~1%にかけてせん断ひび割れが進展・増加した。No.1試験体の最大耐力はR=1%時に発現し、その後RC定着部のせん断ひび割れの拡大が顕著となって耐力が低下した。損傷に伴うRC定着部の変形や抜き変形が大きいので、V-R関係は逆S字形の履歴形状を呈している。No.1の最大耐力は、靱性保証型指針(6.4.3)式において有効幅から埋込み鉄骨フランジ幅を控除して算出したトラス機構強度(2)式で安全側に評価できる対応を示した。

No.4とNo.5試験体では、変形の増大に伴ってRC定着部のひび割れの拡大はみられず、R=0.25%でダンパー鉄骨のウェブが降伏した後、ダンパー鉄骨の変形が支配的なV-R関係履歴特性を示した。これらの試験体のダンパー降伏時のせん断力はほぼ $f_y A_{pw} / \sqrt{3}$ と同等であり、その後履歴振幅の増加に伴ってせん断力が増大し、最大せん断力は降伏時の2.2倍程度となった。No.4とNo.5を比較すると、ふかし部分を付けてRC定着部が長いNo.4の方がRC定着部の剛性が高いため、ダンパー部の変形比率が大きく、V-R関係の剛性も高くなっている。なお、No.4はR=5%を目指す载荷の途中でベースPL近傍のフランジが破断して耐力が低下した。図5より、ダンパー変形比率は、No.1では最大でも50%以下であるのに対し、No.4で90%、No.5では70%程度の変形をダンパーが占めていることが分かる。また同図中にNo.1のRC部せん断変形比率を示しているが、同一変形での繰返し载荷では、ダンパー変形比率が下がるのに対して、RC部のせん断変形比率が増加している。

各試験体の等価粘性減衰定数はダンパー変形比率の大きい試験体ほど高く、No.4ではR=1%以後に0.5程度の値を示している(図6)。

4. まとめ

RC骨組の梁間を繋ぐべく低降伏点鋼をパネルウェブに用いた制振ダンパーを上下のRC定着部に連結した間柱型制振ダンパーの水平変位振幅繰返し载荷実験を行い、その構造性能を把握した。実験の結果より、ダンパー鉄骨が有効に変形するためのRC定着部のせん断強度評価方法とダンパー鉄骨の負担せん断力を確認した。今後、RC定着部の剛性評価方法を検討し、その確立が必要である。

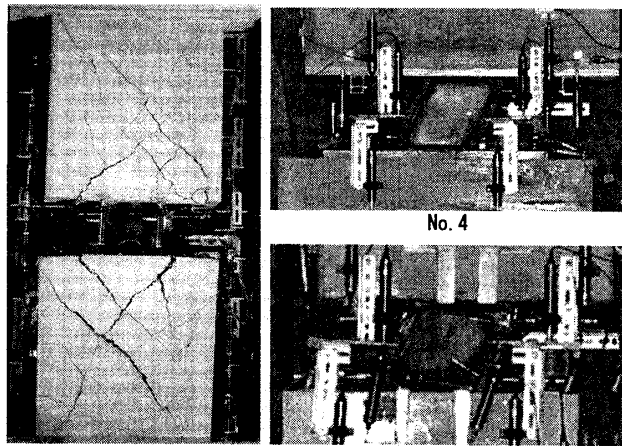


図4 最終破壊状況

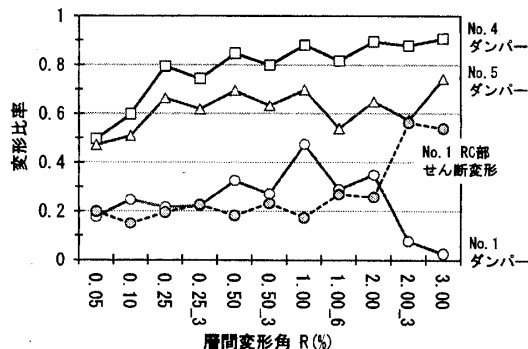


図5 各試験体のダンパー変形比率

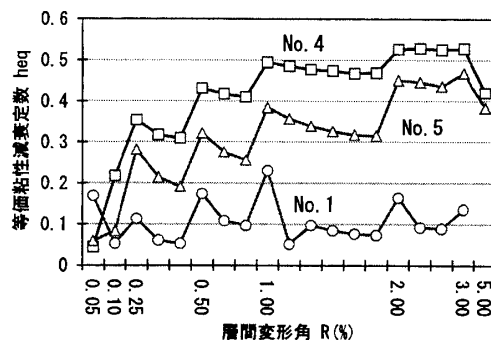


図6 等価粘性減衰定数の推移

謝辞 本研究は、神奈川大学2009年度卒研究生 浅見尚也氏、鈴木翔太氏の多大なご協力のもとに行われました。記して謝意を表します。

*1 清水建設
 *2 神奈川大学工学部建築学科教授・博士(工学)

*1 Shimizu Corporation
 *2 Prof., Dept. of Architecture, Kanagawa University, Dr.Eng.