

高性能粘弾性体を用いた壁型制震ダンパーのRC取付部要素実験

その4 複数スタッドの特性評価

正会員 ○宮崎 裕一*1
同 戸澤 正美*1

同 濱 智貴*1
同 島崎 和司*2

制震ダンパー 粘弾性体 鉄筋コンクリート構造
接合部 スタッド

1.はじめに

高性能粘弾性体を用いた壁型制震ダンパーを超高層RC造集合住宅に適用しようとした場合、取付部のディティールと剛性評価が重要となる。昨年までにRC根巻型のダンパー取付部¹⁾では、定着筋の配置によって異なる破壊形式となり、取付部のRC部材としての評価とともに、スタッドとコンクリートの間の構造性能の評価が必要となる事を示し、スタッドが1本の場合について、回転バネのモデル化のための資料を得ることを目的とした実験の結果を報告した²⁾。今回は、スタッドが複数並んだ場合の性能についての実験を行ったので、その結果を報告する。

2.実験概要

一昨年度の根巻部試験体詳細¹⁾と写真を図1に、本年度試験体詳細を図2に示す。試験体は6体でNo1-3がスタッド2本の試験体、No4-6がスタッド3本の試験体である。スタッドはPL12に溶接接合し、試験体内部に埋め込まれている。表1に試験体使用材料を示す。試験体のスタッド、スタッドが溶接されているプレートの厚さ、主筋、補強筋、コンクリートの基準強度は前年度の研究で使用したものと同一ものを使用した。No.1,2,4,5は根巻部のせん断クラックの損傷を模擬するため、対角方向の圧縮割裂試験によりクラックを発生させ残留クラック幅が0.25mmとなるようにした。損傷させた試験体のうちNo.2,5は自動式低圧注入工法によりエポキシ樹脂を注入して補修した。

試験は、前報²⁾と同様に図3に示すようにネジ鉄筋である定着筋を反力治具にナットで固定し、アクチュエーターの中心高さをスタッドとプレートが溶接接合されている根元部と一致させ、一方向引張り繰り返し試験を行った。加力サイクルは、前報と同様に(1)式で算定したスタッド1本のせん断耐力時応力度に断面積を掛けたせん断耐力39kNをスタッド本数倍とし、その1/3、2/3、3/3の荷重で1回ずつ一方向繰り返し加力を行い、以降は試験体の様子を見て漸増繰り返し加力を続けた。

$$q_s = \min(0.5\sqrt{FcEc}, 0.64\sigma_t) \dots (1)$$

q_s : スタッドのせん断耐力時応力度、 Fc : コンクリート強度、 Ec : コンクリートのヤング係数、 σ_t : スタッドの引張強度時応力度

計測は、プレートと定着筋固定部コンクリートの相対

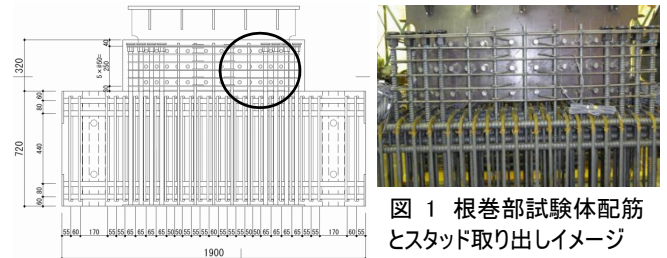


図1 根巻部試験体配筋とスタッド取り出しイメージ

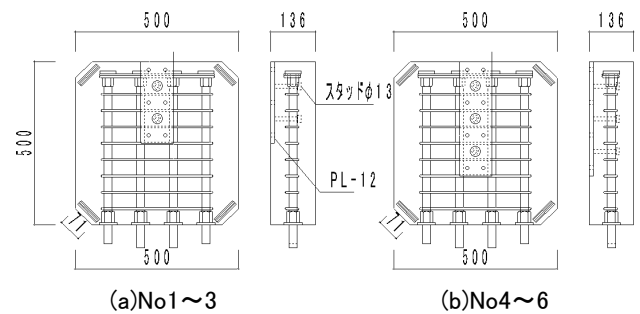


図2 試験体寸法

表1 使用材料

鋼材	使用部材	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 × 10 ⁴ (N/mm ²)	伸び (%)	
D4	SD295A	ノッチ補強	310	499	-	30
D6	KSPD80	横補強筋	1055	1195	-	9
D22	SD490	アンカー筋	545	717	18.1	17
スタッドφ13	SS400	スタッド	374	494	-	30
PL12	SN490B	加力用	377	525	-	27
	コンクリート		42.5	-	2.80	-

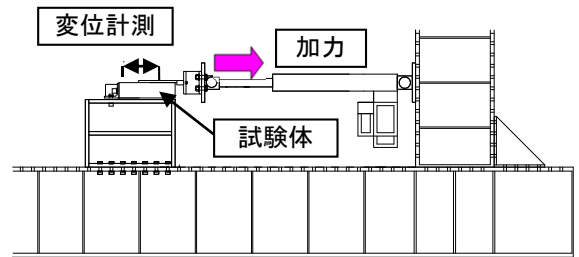


図3 試験装置の概要

変形とスタッド、鉄筋の歪みを計測した。

3.実験結果・考察

スタッド2本の試験体の内、損傷を与えたNo.1,2試験体は、40kN過ぎからクラックが広がり、損傷の無いNo.3試験体も含めて50kNを超えたところで端のスタッド部分から掃出し破壊につながるクラックが生じた。最終的には、このクラックが広がり、90kN近傍で中側のスタッドが破断して耐力低下を起こした。端のスタッドは掃出し破壊

となり、破断には至らなかった。スタッド3本の損傷を与えたNo.4試験体は40kN過ぎからクラックが広がり始め、すべての試験体で120kN近傍で端部のスタッドからクラックが生じた。140kNを超えたところで中側のスタッドが破断して耐力低下を起こした。写真1に損傷状況の例としてNo.6試験体の最大荷重時のクラック状況を示す。中央部のクラックは水平に近く、最終的に溶接部傍のスタッドが破断し、最外端のスタッドは掃出し破壊となっている。

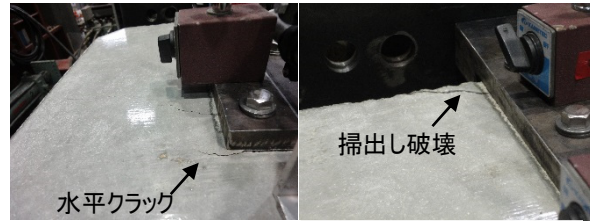


写真1 損傷状況の例 (No.6 最大荷重時)

図4に荷重と定着プレート-コンクリート間のずれ変形のグラフを示す。図中の水平破線は(1)式による応力度から算定したスタッド本数に対応したせん断耐力である。No.1~No.3ではこの値程度、No.4~No.6ではこの値を超えている。前報のスタッド1本の試験体で、掃出し破壊を起こさなかった試験体では、最大耐力は(1)式でスタッドの引張強度で定まる耐力 ($1.0\sigma_t$) まで耐力が上昇したが、本試験体では外端のスタッドが掃出し破壊となっているためそこまでの耐力には達していない。

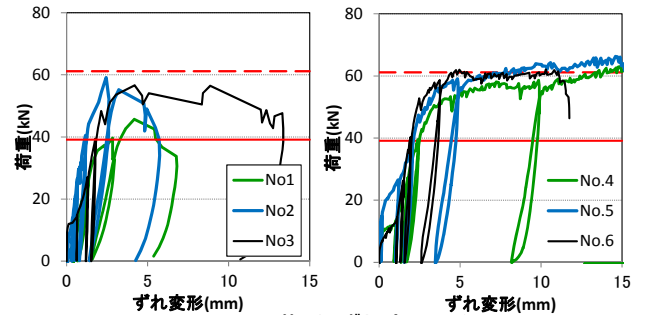


図4 荷重-ずれ変形関係

鉄筋の歪みは、損傷のための圧縮割裂試験前を初期値とした定着筋の歪みは、最大1000 μ 程度、横補強筋の歪みは端部で最大2000 μ 程度で、いずれも降伏に達していなかった。スタッドの軸歪みと荷重の関係を図5に示す。No.6の外端スタッドの歪みは計測不良であった。内部のスタッドは引張降伏しているが、スタッド3本の試験体の外端のスタッドは降伏ひずみに達すること無く最大耐力に至っている。

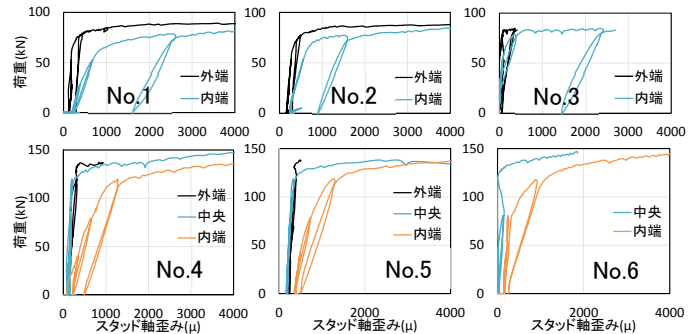


図5 荷重-スタッド軸歪み関係

スタッド1本の荷重-変形関係を前報²⁾に倣い山野辺らの提案式³⁾を基に以下の3折れ点で設定する。

- 1) 第1折れ点荷重P1: 実強度を用いた(1)式の耐力/2、初期剛性: 前報²⁾の式、2) 第2折れ点荷重P2: 実強度を用いた(1)式、第2剛性: 初期剛性 $\times 0.07$ 、3) 第3折れ点荷重P3: スタッド引張耐力、第3剛性: 初期剛性 $\times 0.01$

実験結果と設定した復元力を比較したものが図6である。破線はスタッド1本当たりの各荷重P1,P2,P3をスタッド本数倍した値、実線は、最外端のスタッドのみ荷重をP2で頭打ちとし、中側のスタッドのみ耐力上昇を考慮したものである。第1折れ点から第2折れ点にかけて実験値の方が小さな値となっている。これは、写真2に示す様に全スタッドに歪みゲージを添付したため、その保護ゴムの部分の剛性が低いと思われる。これを考慮して実験の復元力を第2サイクルから描くと図7のようになり、実線による評価は、スタッド2本の損傷のある場合を除き、全体的には実験結果を評価していると言える。

4.まとめ

- 1) スタッドを複数配置した場合の耐力は、設計耐力まではスタッドの本数倍とすることができる。
- 2) 大変形時には、外端のスタッドは掃出し破壊となり、最大耐力に達しないが、中央部のスタッドは最大耐力

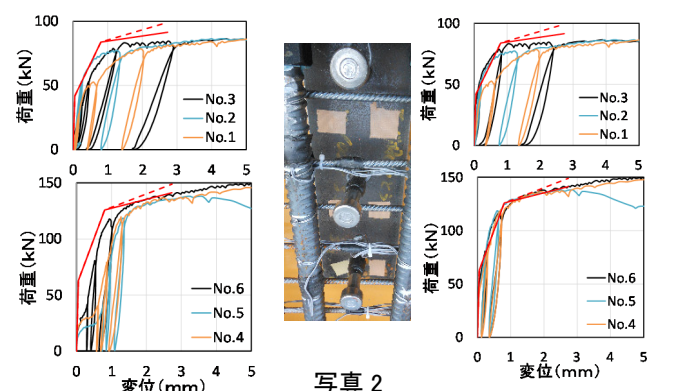


図6 スタッド-コンクリート間の復元力

写真2 スタッド養生

図7 補正スタッド-コンクリート間の復元力

を発揮する。

【謝辞】 実験は、神奈川大学の五十嵐教務技術主任や山本さんをはじめ多くの学生の協力を得た。ここに感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 小嶋 一輝他、高性能粘弾性体を用いた壁型制震ダンパーの RC 取付部要素実験、その 1、2、日本建築学会大会梗概集、pp.1329-2332、2011年
- 2) 濱 智貴他、高性能粘弾性体を用いた壁型制震ダンパーの RC 取付部要素実験、その 3、日本建築学会大会梗概集、2012年
- 3) 山野辺 宏治、矢部 喜堂、和田 章：頭付きスタッドの弾塑性性状を考慮した合成梁架構の弾塑性平面骨組解析、日本建築学会構造系論文集 (502)、135-140、1997

*1 清水建設株式会社

*1 Shimizu Corporation

*2 神奈川大学 工学部 建築学科 博士 (工学)

*2 Prof. Department of Architecture Kanagawa University Dr. Eng