

デボンド異形鉄筋を用いたブレース型制振部材に関する研究

その2 ブレース実験による性能評価

正会員 ○ 二宮 誠司^{*1}
同 五十嵐 泉^{*2}
同 島崎 和司^{*3}

RC 構造 デボンド ブレース
制振部材

1. はじめに

ブレース型制振部材は、引張力及び圧縮力の作用下において、履歴型制振ダンパーとして効果を発揮するものでなくてはならない。特に、芯材の圧縮側での降伏によるエネルギー吸収や、座屈・変形に伴う端部の局部的な破壊を防止することが課題である。その 1 で、要素実験によってデボンド処理方法の違いによる鉄筋圧縮時のエネルギー吸収能力と芯鉄筋の局部変形モードについて評価を行った。本報では、ブレースタイプとして実際に用いることを想定した実験を行い、デボンド処理方法の相違による性能の差異を把握し、検討を行う。

2. 実験概要

2.1 試験体

試験体は計 4 体で、概要を図 1 に示す。コンクリート部分は断面 240×210mm で長さ 1500mm とした。表 1 に試験体一覧と中央部鉄筋のデボンド処理方法、クリアランスを示す。クリアランスの定義はその 1 と同様とする。鉄筋は両端部を D22 のねじ鉄筋とし、D16 の中央部芯鉄筋と摩擦溶接で接合し、その 1 と同様の処理を行った。拘束材としての RC 部材は、主筋に 4-D13 を用い、D6 の拘束筋を端部から中央にかけて、@20 から @100 の間隔で配筋した。芯鉄筋溶接部には緩衝材を設置することで、圧縮力がコンクリートに伝達しないようにした。これら

は端部でのコンクリートの破壊を防ぎ、中央部芯鉄筋の降伏によるエネルギー吸収を図るためである。さらに端部鉄筋は、コンクリートへの埋め込み長さを十分にとり、露出鉄筋の長さを最小限に抑え、座屈しづらい構造とした。加えて異形鉄筋を 4 本配置することによって、エネルギー吸収性能が高まり、軸回りの回転に対しても抵抗できる。試験体両端部には載荷用鉄骨をナット締めで接続した。この部分は実際は、RC 部材内に定着されることを想定している。表 2 に材料の性質を示す。

2.2 載荷方法

図 2 に加力装置の概略を示す。載荷は、載荷用鉄骨柱の下部をピン支持とし、上部を鋼製パンタグラフで面外方向の移動を拘束し、アクチュエーターにより水平力を正負繰り返し作用させた。試験体芯鉄筋 4 本の合計降伏荷重(ΣPy)の $\Sigma Py/3$ 、 $\Sigma 2Py/3$ 、 ΣPy を各 1 回、その後は載荷柱の水平移動角で 1/200、1/133、1/100、1/67、1/40rad を目標として各 3 回繰り返し載荷した。圧縮側で試験体に座屈が生じた場合は加力を中止した。

2.3 計測計画

鉄筋の歪は芯鉄筋に貼り付けた歪ゲージにより、変位測定は、鉄骨柱載荷位置の水平変位、試験体鉄筋の軸方向全長変位、試験体の強・弱軸方向の各たわみ、コンクリート部分の滑り変位を測定した。

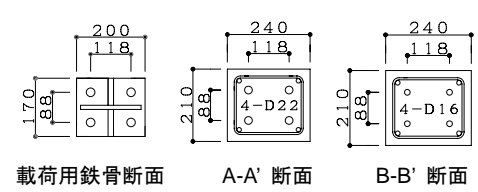
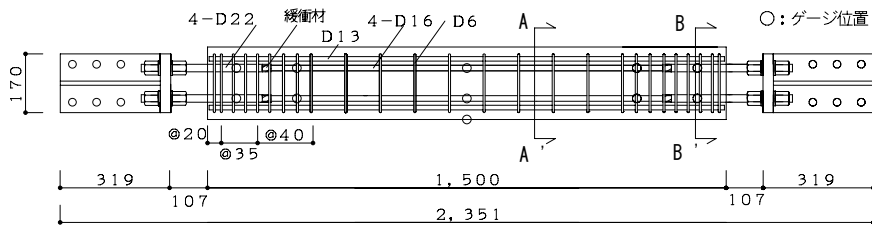


表 1 試験体一覧

試験体	中央部鉄筋	中央部鉄筋の表面処理	クリアランス
No.1	D16(SD345)	処理なし	—
No.2		ワックス+デボンドテープ	1mm
No.3		硬質塩化ビニル管	2mm
No.4		ビニールチューブホース	1mm

表 2 材料の性質

コンクリート			
圧縮強度(N/mm ²)		ヤング係数(N/mm ²)	
38.3		2.75 × 10 ⁴	
鉄筋			
	呼び名	降伏強度(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)
補強筋	D6(SD345)	391	571
主筋	D13(SD345)	381	608
芯鉄筋	D16(SD345)	391	626
端部鉄筋	D22(SD345)	409	590

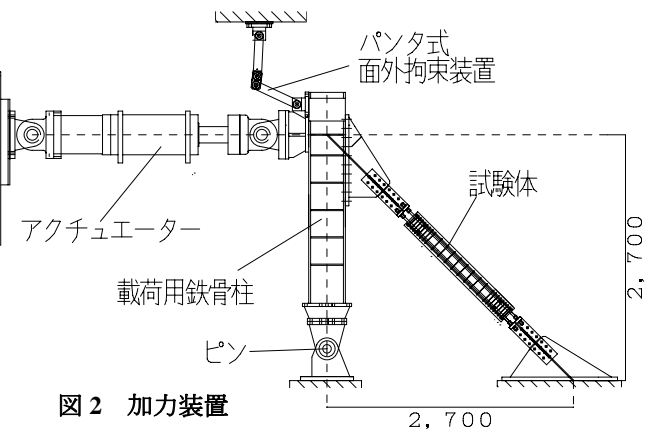


図 2 加力装置

3. 実験結果及び考察

3.1 クラック発生状況

芯鉄筋がコンクリートに付着している No.1 試験体は、最初の引張荷重で溶接部付近に横クラックが生じ、その後も荷重に伴ってクラックが増加し、1/67rad 一回目の引張側の途中で、溶接部付近の D16 が 1 本破断した。No.2 試験体は、1/100rad 一回目の圧縮側の途中で端部露出鉄筋（以下、端部鉄筋）が座屈したので、引張側のみ荷重に切り換え、引張側では 1/33rad の加力を終えてもクラックは生じなかった。No.3 試験体は 1/67rad 一回目の圧縮側で端部鉄筋が座屈し、それに伴うクラックが生じた。No.4 試験体は 1/40rad 一回目の圧縮側で端部鉄筋が座屈し、それに伴うクラックが生じた(写真 1 参照)ため、引張側の荷重に切り換え、1/33rad まで加力した。No.2、No.3、No.4 試験体は端部鉄筋の座屈時までクラックが一切生じず、デボンド効果が認められた。写真 1 に No.4 試験体の荷重後のクラック・上端部状況を示す。クラックは端部鉄筋の座屈によるものが主で、試験体端部に集中していた。

3.2 軸荷重－軸変位関係

図 3 に軸荷重－軸変位関係を示す。芯鉄筋を定着させた No.1 試験体の軸力は圧縮側で 550kN と大きい。これはコンクリートも圧縮力を負担しているからであると言える。No.2、No.3、No.4 試験体はともに、端部鉄筋座屈まで安定したループを描いている。端部鉄筋が座屈した理由として、試験体端部のディテールに原因があると考えられるが、実際の建物に組み込まれば、端部の鉄筋もコンクリートに拘束されるため端部の鉄筋が先に座屈することはないと考えられる。また、デボンド処理をした試験体は加力を重ねるにつれて、鉄筋とコンクリート間に大きな滑りが生じ、上端部の鉄筋が抜け出した(写真 1 参照)。端部鉄筋座屈の要因となり得るため、改善する必要がある。

3.3 鉄筋の歪分布

図 4 に芯鉄筋の歪分布を示す。デボンド処理なしの No.1 試験体では端部に歪が集中しているが、それ以外の試験体ではほぼ均一な歪分布となっており、デボンドにより全長に渡り均等に圧縮されていると言える。要素実験において歪のばらつきが目立った、硬質塩化ビニル管を使用した試験体は、クリアランスを 1mm 小さくしたことにより、歪のばらつきが改善されたと考えられる。

4. エネルギー吸収能力

表 3 に累積吸収エネルギー量を示す。No.2、No.3、No.4 試験体は、デボンド処理がされていない No.1 試験体に比べてエネルギー吸収能力が高い。特に、No.4 試験体は 1/67 の加力を終えても座屈しなかったため高い数値となっている。

5. まとめ

制振ブレースに用いる際には、クリアランスを小さく

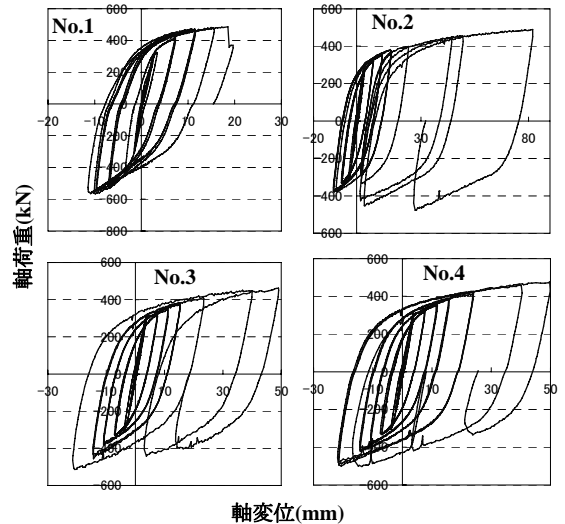


図 3 軸荷重－軸変位関係

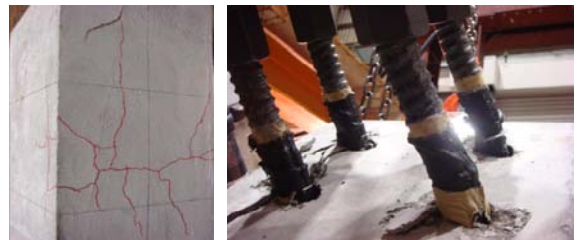


写真 1 No.4 クラック・上端部状況

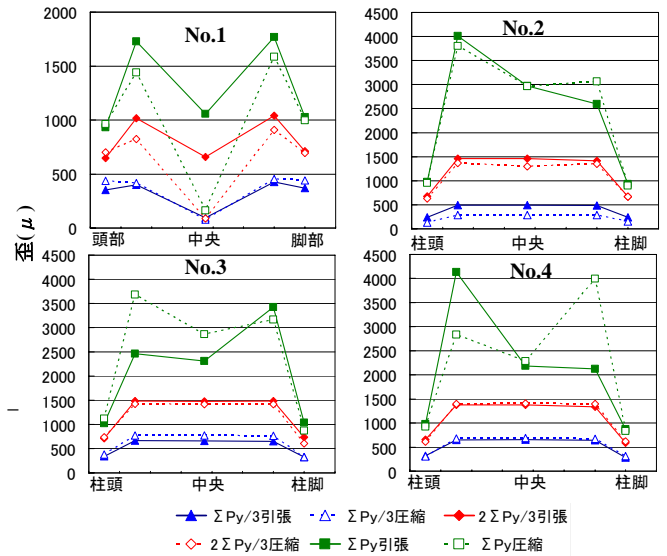


図 4 鉄筋の歪分布

表 3 累積吸収エネルギー

試験体	No.1	No.2	No.3	No.4
最大変形能力	19.7mm	82.0mm	49.1mm	49.9mm
1/133までの吸収量	50.6kN・m	36.1kN・m	35.0kN・m	36.1kN・m
総累積吸収エネルギー量	73.5kN・m	157.9kN・m	144.5kN・m	211.3kN・m

することで、硬質塩化ビニル管やビニルホースの使用も有効であることがわかった。今後、試験体端部のディテールの検討も必要であると言える。

<参考文献>

- 五十嵐、島崎：損傷低減を目的としたエネルギー吸収型 X 型配筋 RC 梁の開発、その 7、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、2006 年

*1 神奈川県 工学研究科 建築学専攻 大学院生
 *2 神奈川県 工学部 建築学科 主任技術員
 *3 神奈川県 工学部 建築学科 教授 博士 (工学)

Graduate Student, Kanagawa University.
 Chief Technician, Kanagawa University.
 Professor, Kanagawa University, Dr. Eng.