

# 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3 芯鉄筋の相違による影響

正会員 ○ 二宮 誠司<sup>\*1</sup>  
同 五十嵐 泉<sup>\*2</sup>  
同 島崎 和司<sup>\*3</sup>

RC 構造          デボンド          芯鉄筋  
ブレース          制振部材

### 1. はじめに

履歴型制振部材の役割は、引張・圧縮力の作用下においてエネルギー吸収能力を発揮し、躯体への損傷を低減させることである。前報<sup>1)</sup>では、芯鉄筋のクリアランスを小さくすることで大きな減衰性能を発揮し、ブレース型制振部材として有効であることがわかった。本報では、異形鉄筋の優位性の確認のために芯鉄筋の種類や形状、デボンド材を変えて実験を行い、芯鉄筋の相違が部材に及ぼす影響の把握を目的とする。

### 2. 実験概要

#### 2.1 試験体

試験体は計 8 体で、概要を図 1 に示す。コンクリート部分は前報と同様に、断面 240×210mm で長さ 1500mm とした。加力装置 (図 2) と計測項目も前報と同じとした。表 1 に材料の性質を示す。表 2 に試験体一覧と中央部芯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デボンド材の厚みとした。ただし No.9 の鋼板の厚みはクリアランスとみなさない。鉄筋は両端部を D25 のねじ鉄筋とし、D16 の中央部芯鉄筋と摩擦溶接で接合した。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。

#### 2.2 荷重方法

試験体芯鉄筋 4 本の合計降伏荷重 ( $\Sigma Py$ ) の  $\Sigma Py/3$ 、 $\Sigma 2Py/3$ 、 $\Sigma Py$  を各 1 回、その後は荷重柱の水平移動角で 1/200、1/133、1/100、1/67、1/40rad を目標として各 3 回繰り返し荷重し、1/33、1/20rad の引張側を各 1 回荷重した。圧縮側で試験体に座屈が生じた場合は加力を中止した。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 実験経過

表 3 に各試験体の実験経過を示す。前報に比べ端部芯鉄筋を太くしたために端部芯鉄筋の座屈は起きなかったが、中央部芯鉄筋の変形が大きかったと考えられるリブ部分を除去した No.7 や、クリアランスを 0 とした No.9 は 1/40rad 圧縮側途中でコンクリートのクラックの増加とともに耐力が低下した。芯鉄筋に丸鋼 (SNR490B) を用いた No.10、11 は 1/33rad 引張荷重中に芯鉄筋が破断した。

#### 3.2 軸荷重-軸変位関係

図 3 に代表的な試験体の軸荷重-軸変位関係を示す。デボンド材に熱収縮チューブを用いた No.5 と No.6 は 1/40rad 圧縮側を終えても座屈せず、その後引張側 1/20rad

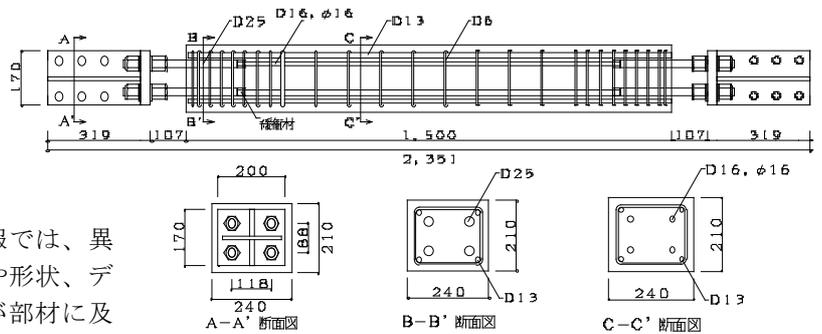


図 1 試験体概要

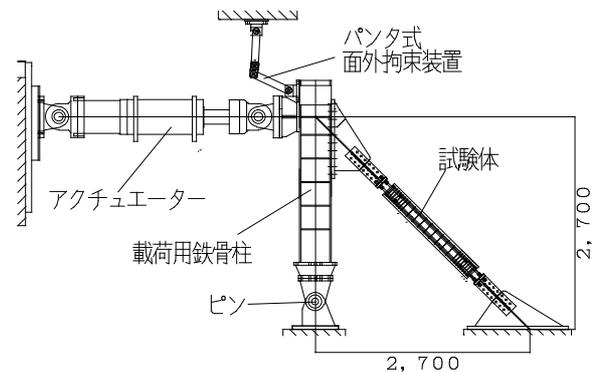


図 2 加力装置

表 1 材料の性質

試験体	コンクリート		鉄筋			
	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	種類	呼び名	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )
No.5~12	45.2	2.95 × 10 <sup>4</sup>	補強筋	D6(SD345)	366	656
			主筋	D13(SD345)	380	575
			芯鉄筋	D16(SD345)	390	578
			芯鉄筋	φ16(SNR490B)	391	563
			芯鉄筋	φ16(SNR400B)	323	463
			端部芯鉄筋	D25(SD345)	386	546

表 2 試験体一覧

試験体	中央部芯鉄筋	中央部芯鉄筋の表面処理	端部芯鉄筋	端部芯鉄筋の表面処理	クリアランス (mm)
No.5	D16 (SD345)	粘土+熱収縮チューブ	D25 (SD345)	ワックス+	0.7
No.6	D16 (SD345)	熱収縮チューブ			0.7
No.7	D16 (SD345) リブ部分除去	ワックス+デボンドテープ			1.0
No.8	D16 (SD345)	ビニールチューブ+ホース			0.6
No.9	φ16 (SNR490B)	溶融垂鉛めっき鋼板			0
No.10	φ16 (SNR490B)	処理なし			0
No.11	φ16 (SNR490B)	熱収縮チューブ	0.7		
No.12	φ16 (SNR400B)	熱収縮チューブ	0.7		

まで加力を行った。端部芯鉄筋を太くしたことで圧縮側での端部芯鉄筋の座屈を防ぐことができた。節間に粘土を充填しないほうが圧縮側の耐力は高かった。溶融亜鉛めっき鋼板を用いた No.9 は 1/40rad 圧縮側到達直前に耐力低下を起こしたために、その後は引張側に切り換え 1/20rad まで加力した。異形鉄筋の周りに鋼板を巻くことで、圧縮時の変形を節間に集中させた。概ね安定したループを描いている。処理なしの丸鋼を用いた No.10 は 1/40rad 圧縮側を終えても座屈しなかったが、その後の引張側で鉄筋が一本破断したので試験を終了した。丸鋼をそのまま用いた場合でも履歴は安定している。しかしデボンド処理をしていないために、圧縮側での体積膨張を吸収することができず拘束材への負担が大きくなり、クラック増加の要因になると考えられる。クリアランスの小さな試験体の圧縮側の最大軸耐力が大きくなっていることから、拘束材のコンクリートが荷重を負担していることがわかる。

### 3.3 鉄筋の歪分布

図 4 に芯鉄筋の歪分布を示す。付着のある丸鋼の No.10 を除き、降伏まで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引張・圧縮されていると言える。No.9 は鉄筋降伏時の歪にばらつきが見られる。クリアランスを 0 とすると芯鉄筋が均一に引張・圧縮されない可能性がある。

### 4. 累積吸収エネルギー量

図 5 に累積吸収エネルギー量を示す。端部芯鉄筋の座屈を防止できたため、前報と比較すると吸収エネルギー量が大きくなっている。特に熱収縮チューブを用いた No.5、6、12 は高い数値を示しており、熱収縮チューブが有効なデボンド処理方法であるといえる。リブ部分を除去した No.7 は耐力低下が起き、エネルギー吸収量も比較的小さかった。このことから、安定した軸方向変形を繰り返すために異形鉄筋のリブは必要なものであるといえる。

### 5. まとめ

熱収縮チューブを用いた簡易的なデボンド処理方法でも制振部材として優れた性能を発揮する。芯鉄筋の種類に限らず、クリアランスを小さくしすぎると拘束材へかかる負担が大きくなり耐力低下や損傷拡大の原因となる可能性があるため、0.7~1.0mm 程度のクリアランスが最適である。異形鉄筋のリブ部分は、芯鉄筋の塑性座屈後の変形性状や耐力に重要な影響を及ぼす。芯鉄筋に丸鋼を用いた場合、圧縮側での鉄筋の体積膨張の吸収や破断の防止が課題となる。

#### <参考文献>

- 五十嵐ほか：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1、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、2008年
- 二宮ほか：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、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、2008年

表 3 実験経過

試験体	試験体状況	最大軸耐力(kN)	
		引張	圧縮
No.5	1/20radの引張側まで終了	461.9	554.1
No.6	1/20radの引張側まで終了	469.3	624.1
No.7	1/40radの圧縮側の途中にクラックの増加、耐力低下	450.9	523.2
No.8	1/20radの引張側まで終了	458.0	607.2
No.9	1/40radの圧縮側の途中にクラックの増加、耐力低下	456.2	604.8
No.10	1/33radの引張側の途中で、φ16が1本破断	441.1	692.5
No.11	1/33radの引張側の途中で、φ16が1本破断	428.1	611.3
No.12	1/20radの引張側まで終了	380.1	538.4

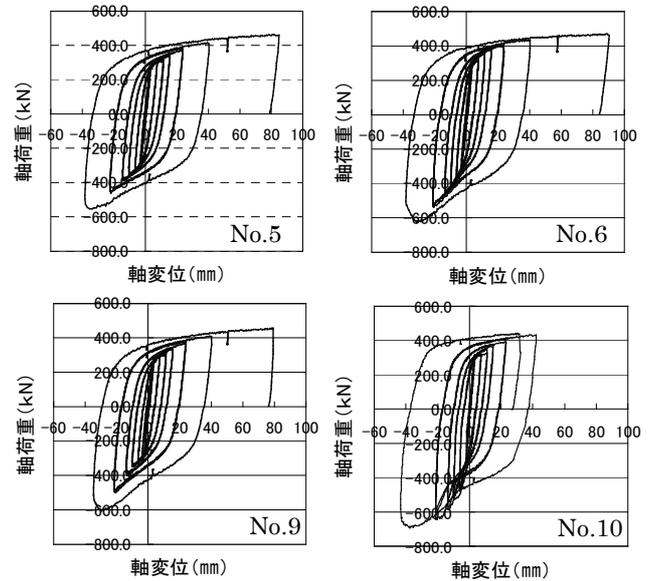


図 3 軸荷重—軸変位関係

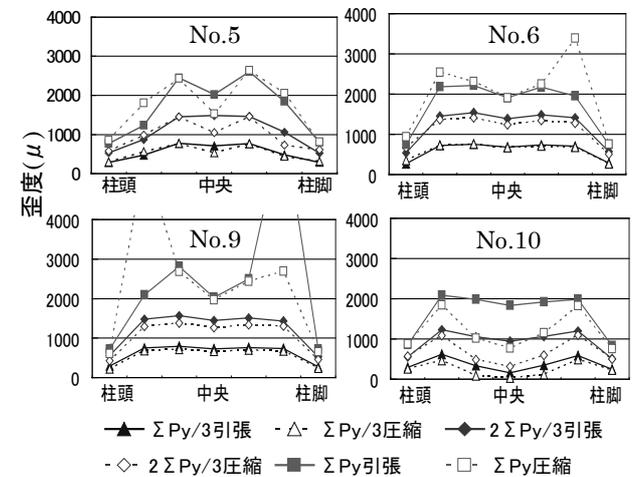


図 4 芯鉄筋の歪分布

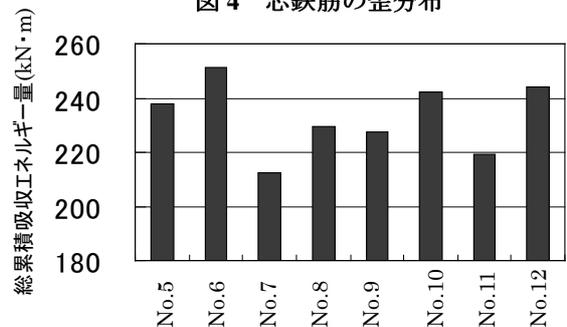


図 5 累積吸収エネルギー量

\*1 株式会社 フジタ

\*2 神奈川大学 工学部 建築学科 主任技術員

\*3 神奈川大学 工学部 建築学科 教授 博士 (工学)

Fujita Corporation.

Chief Technician, Kanagawa University.

Professor, Kanagawa University, Dr. Eng.