

魚骨型座屈拘束ブレース(FB-BRB)の 開発に関する実験的研究

猪飼 豊樹¹・丸山 陸也²・賈 良玖³・葛 漢彬⁴

¹ 学生会員 名城大学大学院 建設システム工学専攻 (〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501)
E-mail: 120437061@ccalumni.meijo-u.ac.jp

² 正会員 元名城大学大学院 建設システム工学専攻 (〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501)
E-mail: 090437080@ccalumni.meijo-u.ac.jp

³ 名城大学 総合研究所 (〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501)
E-mail: LJ_JIA@hotmail.com

⁴ フェロー 名城大学 理工学部社会基盤デザイン工学科 (〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501)
E-mail: gehanbin@meijo-u.ac.jp

本研究では、制震鋼構造物の一部材として履歴型制震ダンパーに着目し、これまで多くの実験的および解析的研究がなされている座屈拘束ブレース (BRB) の、芯材およびフィラープレートの形状を変化させた新型の制震ダンパー、魚骨形座屈拘束ブレース (FB-BRB) の開発を行う。FB-BRB の主な機構である「ネッキング進行箇所の限定」と「ストッパーによる塑性化する箇所の分散」が変形性能に及ぼす影響を検証した。

Key Words: FB-BRB, necking, buckling-restrained brace, seismic damper, deformability

1. 序論

2011 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震および 2016 年 4 月に発生した熊本地震では、本震の後に強い余震が多数観測された¹⁾。また、今後起こると想定されている東海・東南海・南海地震では、複数の地震動が連動して発生する可能性が示唆されている。想定を上回る地震動、規定されているレベ

ル 2 地震動を超える巨大地震が発生すると、主構造に損傷が発生する可能性がある。

兵庫県南部地震が起きた 1995 年以降、既設橋梁の耐震補強に関する検討及び工事が数多く進められており²⁾、制震構造における耐震性能向上策の一つとして制震ダンパーの設置が挙げられる。その制震ダンパーの一種である履歴型ダンパーは、大地震時に履歴減衰によって地震エネルギーを吸収・消散す

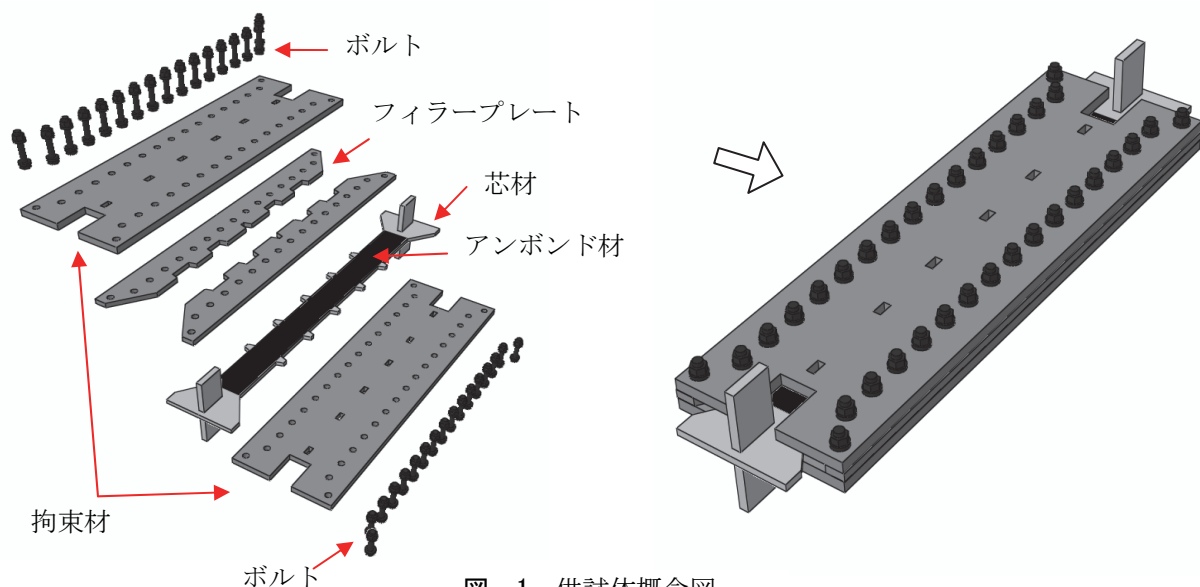


図-1 供試体概念図

表－1 供試体概要

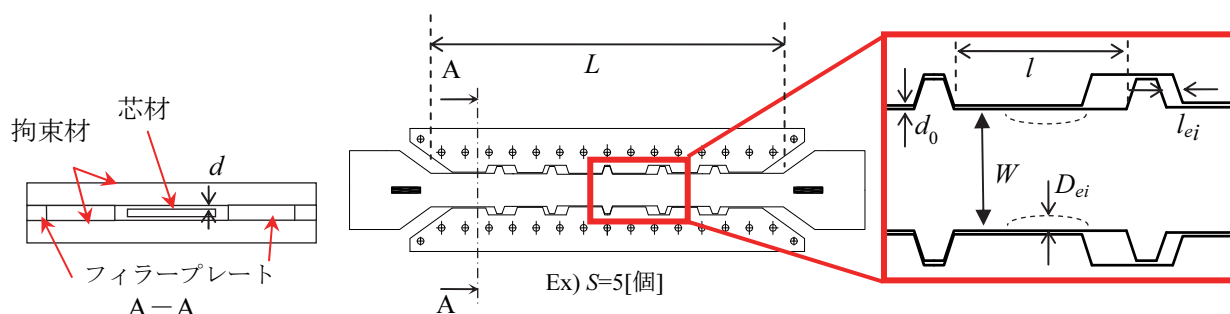
No.	供試体名	L [mm]	d [mm]	d_0 [mm]	S [個]	E [%]	D [%]
1	Common-BRB	670	1	2	0	—	0
2	FB-BRB-S5-E08-D0	670	1	2	5	8	0
3	FB-BRB-S2-E08-D0	670	1	1	2	8	0
4	FB-BRB-S2-E06-D10	670	1	1	2	6	10

Note: L =変形可能長（ストッパー部は考慮しない）， d =面外隙間量， d_0 =面内隙間量， S =ストッパーの個数，
 E =各変形部の伸びの許容値= $l_{ei}/l_i \times 100$ [%]， D =ネッキング発生箇所限定のための断面変化率= $2D_{ei}/W \times 100$ [%]，
 l_{ei} ， l_i ， D_{ei} および W は図－2 参照。

表－2 材料試験結果

試験片名	鋼種	t [mm]	E_0 [GPa]	σ_y [MPa]	E_{st} [GPa]	ε_{st} [%]	P_u [kN]
10R-1	SS400	9.86	211.5	271.1	4.0	1.259	170.7
10R-2		9.84	209.0	276.7	3.6	1.334	169.9
10R-3		9.85	211.7	280.5	3.5	1.283	170.5
12R-1		12.16	211.8	283.5	5.1	2.341	211.7
12R-2		12.17	212.7	283.1	9.9	2.052	209.8
16R-1		15.54	214.2	269.7	5.5	2.042	263.5
16R-2		15.57	210.4	268.0	6.3	2.128	265.3

Note: t =板厚， E_0 =ヤング率， σ_y =降伏応力， E_{st} =ひずみ硬化係数， ε_{st} =ひずみ硬化開始時のひずみ， P_u =最大荷重。
 なお，10R は芯材，12R はフィラープレート，16R は拘束材である。初めの数字は板厚を示している。



図－2 供試体諸元詳細図

る装置である。履歴型ダンパーの例として座屈拘束ブレース（以降 BRB と呼称）が挙げられる。本研究ではこれまで多くの研究が行われている BRB³⁾⁶⁾に着目し，BRB にストッパーを複数個設置し，変形性能の向上を図る魚骨型座屈拘束ブレース (Fish Bone-shaped Buckling-Restrained Brace，以降 FB-BRB と呼称) の基礎的研究を行う。従来の BRB の破壊形式では，中央部のストッパー付近でひずみ集中し，破断に至っていたことから，FB-BRB では，そのネッキング発生箇所を変形部の中央に制御することで，ネッキング時の伸びの増加を図る。また，ストッパーを複数個設けることで，各変形部において伸びを分散させることで，変形性能の向上を目的とし，FB-BRB の実験的検討を行う。

2. 実験概要

(1) 実験供試体

FB-BRB は図－1 に示すように，ストッパーを複

数個設けた芯材にアンボンド材を貼り付け，フィラープレートと拘束材を被せた構造をしている。表－1，表－2 に供試体概要および材料試験結果を示す。本研究では，FB-BRB の機構を調べることを一つの目標としているため，変形可能長は実際に橋梁等に用いられる制震ダンパーよりも大幅に縮小している。表－1 中の網掛け内の値は，前述の二つの機構に大きな影響を及ぼすと考えられるパラメータである。 S は変形部を分割するストッパーの個数を表している。 E はストッパーにより塑性化する箇所を分散させる際の変形部の伸びの許容値であり，各ストッパー間の変形部の長さに対する伸びの割合である。

従来の BRB は平均ひずみ 3% 程度の変形性能を有している⁷⁾が，局所的な伸びをネッキング発生後から破断に至る前までの間をコントロールすることができれば，大幅な変形性能の向上が望めると考えられる。また，従来の BRB はネッキング発生回数が 1 回であるのに対し，FB-BRB はストッパーにより変形部をコントロールすることで，ネッキングを複数の箇所で発生させることも意図している。 D は，



写真-1 実験装置



写真-2 供試体組み立て

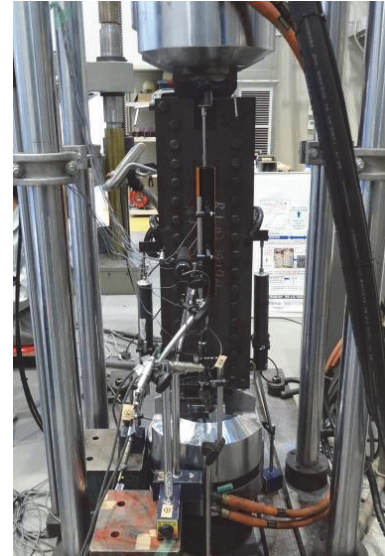


写真-3 供試体設置時 (左: 厚さ方向, 右: 幅方向)

ネッキングを変形部の中央で進行させるため、変形部中央付近で断面を減少させた際の断面の変化率である。供試体諸元詳細図を図-2 に示す。

(2) 実験装置

本実験で使用した実験装置を写真-1 に示す。実験ではエムティエスジャパン株式会社製の高荷重試験システム（以降 MTS 試験機と呼称）を用いる。変位計は、芯材の移動端および固定端変位、拘束材の面外変形、剛体変位を測定するように設置した。载荷パターンは 1 サイクル毎の漸増変位振幅繰り返し载荷（VC : Varying Amplitude Cyclic Loading）であり、1 サイクル目を 0.5%（変形可能長 L に対する伸び δ の割合）とし、以降 1 サイクルごとに 0.5% ずつ増加していくものとなっている。制御については、芯材の移動端変位から固定端変位を引いた芯材の伸びによる変位制御とした。写真-2、写真-3 に供試体組み立て図および供試体設置図を示す。

3. 実験結果

各供試体のひずみゲージ貼付箇所概要を図-3 に示す。

(1) No. 1 Common-BRB

No.1 供試体は、ストッパーおよびネッキング進行箇所を限定する機構を設けず、FB-BRB との比較を行う目的で作製した。ひずみゲージは中央部（拘

束材のひずみゲージ用穴の関係で片側に若干ずらした位置）に一箇所（面外変形の有無を確認するため、軸方向に 2 枚張り付けている）貼り付けた（図-3 参照）。また図-4 (a)~(d) に平均応力-平均ひずみ関係、荷重-拘束材の剛体変位関係、平均応力-ひずみ（ひずみゲージ 1, 2）関係および平均応力-ひずみ（ひずみゲージ 3, 4）関係をそれぞれ示す。図-4 (a) より、圧縮側で若干のつまりによる履歴曲線の乱れがみられるが、引張側では+4%まで伸び、圧縮側-4%に向かう途中で荷重が低下していることがわかる。実験終了時の供試体の写真を写真-4 に示す。写真-4 をみると、終局状態は、圧縮時の移動端側リブ付近の座屈によるものであったことがわかる。この原因として、本供試体はストッパーを設けていないため、引張時に拘束材が移動せず、下側にずれていくことによって、リブと拘束材の間の距離が大きくなったことが考えられる。これは図-4 (b) に示すように、圧縮するたびに拘束材の変位がマイナス方向（下方向）に移動していることから確認できる。

図-4 (c) より、ひずみゲージ 1, 2 に比べ、ひずみゲージ 3, 4 の値が大きくなっていることから、中央付近で面外方向に変形が生じていることがわかる。また、写真-4 (b) 上では、面内方向に S 字の変形モードがみられているが、中央付近では曲げの影響は少なく、幅方向 2 つのひずみゲージ（ひずみゲージ 1 と 2、ひずみゲージ 3 と 4）に大きな差はみられなかった。写真-4 (b) より、リブ付近に削れ

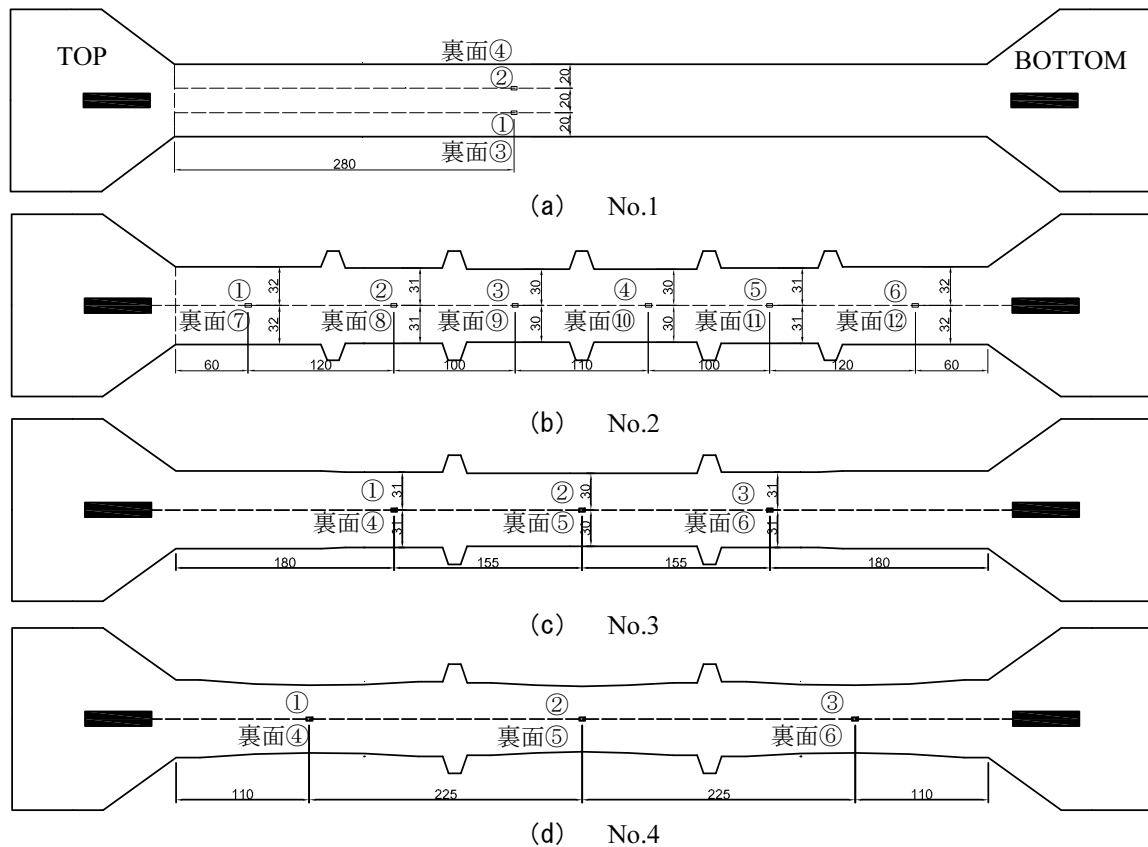


図-3 ひずみゲージ貼付箇所

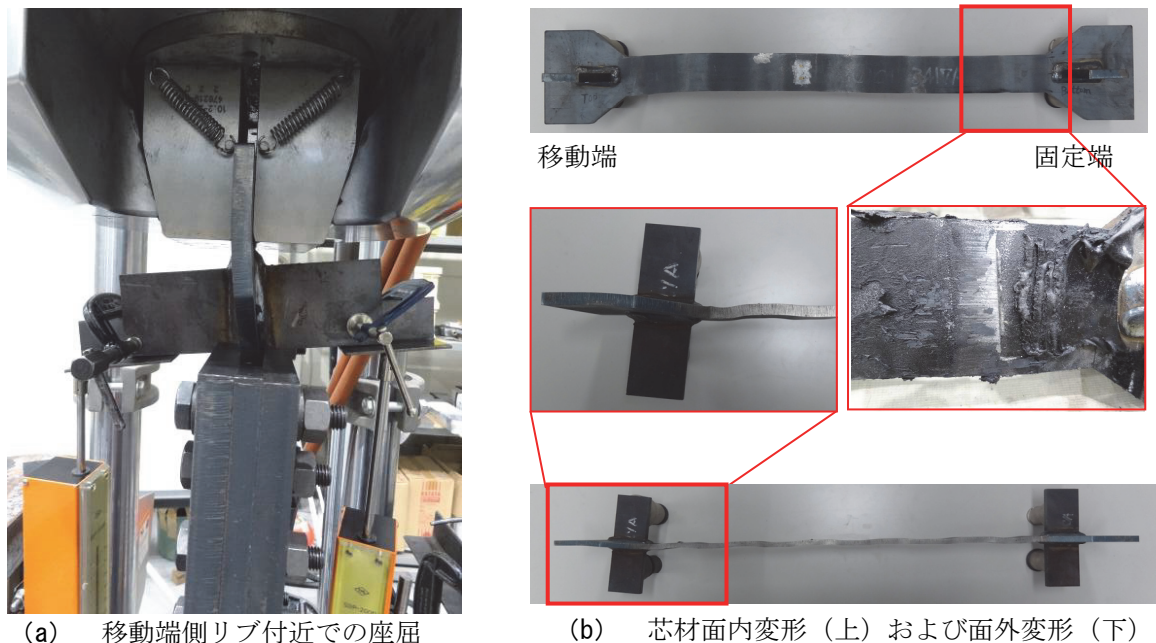


写真-4 No.1 Common-BRB：実験後の様子

た跡がみられるが、これは圧縮時に拘束材角部との摩擦によって発生したものと考えられ、圧縮時の履歴曲線の乱れの原因の一つであろう。また、これは前述のリブ付近での座屈の原因の一つである。写真-4(b)下では、移動端側リブ付近で座屈が見られるが、その他の箇所は比較的一様に面外変形が生じていたことが確認できる。エネルギー吸収量は $80833\text{kN}\cdot\text{mm}$ となった。エネルギー吸収量とは、荷

重-変位曲線の描く面積によって算出している。累積塑性変形 CID は 58.5% であり、高機能 BRB の目標性能^{8),9)}である $\text{CID}_{\text{lim}}=70\%$ を満たすことはできなかった。しかし、 CID は载荷パターンに大きく依存するため、定量的に評価することは難しいと考えられる。これは他の供試体も同様であるため、本研究では CID および累積エネルギー吸収量は、供試体間の比較に用い、参考値として示す。

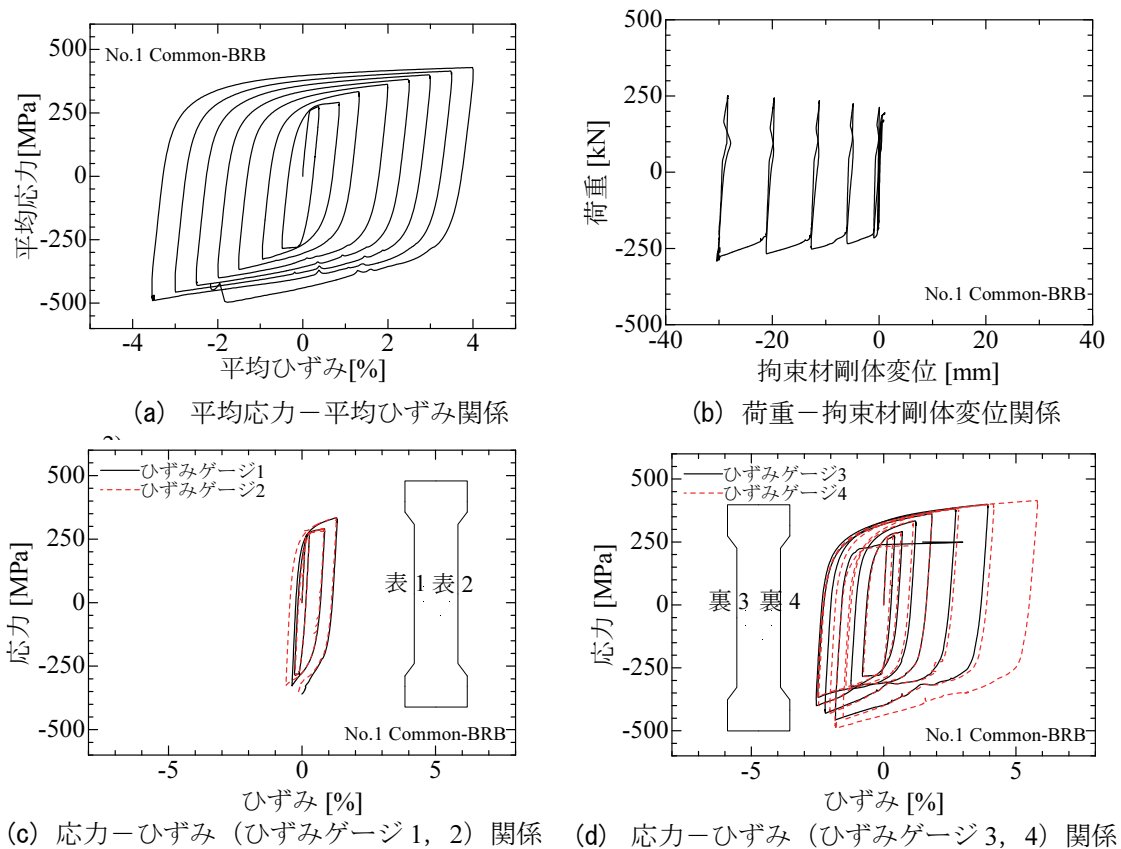


図-4 No.1 Common-BRB の実験結果

(2) No. 2 FB-BRB-S5-E08-D0

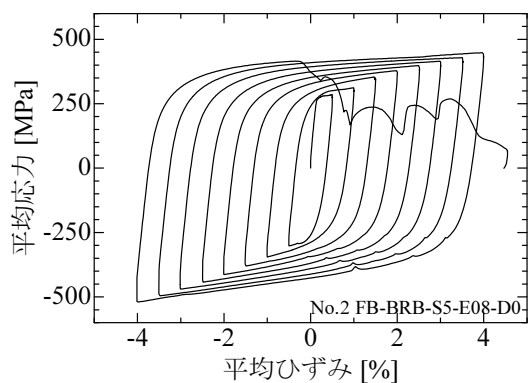
図-5(a)に平均応力-平均ひずみ関係を、図-5(b)に荷重-拘束材剛体変位関係を、図-5(c)~(h)に応力-ひずみ(ひずみゲージより取得)関係をそれぞれ示す。図-5に示されている数字は図-3の数字と対応している。また写真-5に実験終了時の写真を示す。

No.2 供試体は、ストッパーを5つ設け、6つの変形部に伸びを分散させ、さらなる変形性能向上を図った。また中央部にストッパーを設けることで、No.1で見られた拘束材のずれを防止している。ひずみゲージにより各変形部の伸びを計測し、ストッパーによる塑性化する箇所を分散する機構の検証を行った。

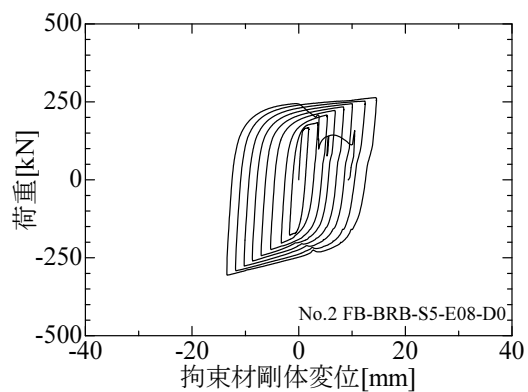
図-5(a)より、No.1 供試体と同様に安定した履歴を描いているが、終局時に荷重が上がる現象が複数回みられた。伸びに関しては、圧縮側-4%から引張側+4.5%に向かう途中で破断に至った。これはNo.1 供試体に比べ、1Half cycleほど変形性能が向上する結果となった。

写真-5(a)より、No.1 と異なり移動端リブ付近で座屈が発生していないことが確認できる。これは芯材の中央部にストッパーを設けたことで拘束材のとの隙間が生じなくなったためである。このことは、図-5(b)から拘束材が追従していることが確認できる。終局状態が引張による破断であったため、面外変形を視認することが出来ないため、ひずみゲージ

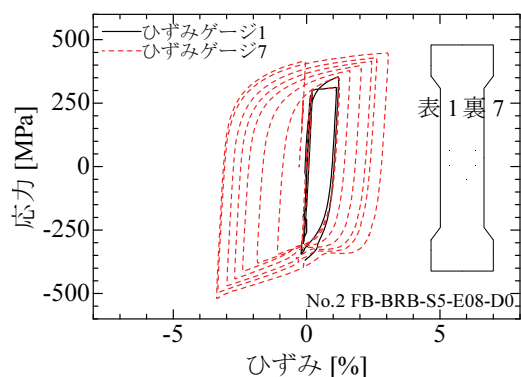
の値より変形モードを考察する。図-5(c), (h)より、赤破線で示すひずみゲージ7と12が圧縮側で大きな値を示し、黒線で示すひずみゲージ1と6が早い段階で計測不可能になっている。これはその2か所(変形可能長の上側と下側)でひずみゲージ1および6側に芯材が座屈し、ひずみゲージ拘束材と接触し、削れたためであると考えられる。図-5(e)では、ひずみゲージ3と9の値で大きな違いは見られないため、大きな面外変形は発生していないと考えられる。写真-5(b)の破壊モードより、中央のストッパー付近で破断している。これは一時モードの面内変形によって中央のストッパー付近にひずみが集中しき裂が発生、その後、全断面が破断しストッパーのせん断破断に至ったと考えられる。また、中央で破断したため、その後荷重が低下したが、2つ目のストッパーがフィラープレートと接触し、一時的な荷重の上昇を引き起こし、破壊され、3つ目のストッパーが接触、破壊という流れになったと思われる。図-5(a)にみられた荷重の再上昇はストッパー部の耐力と考えることができる。本供試体では、中央のストッパーが破壊されたことで、ストッパーによる塑性化する箇所の分散が出来ずに、すべてのストッパーが破壊される結果となった。また CID については 64.9%となり No.1 の Common-BRB より若干ではあるが向上している。エネルギー吸収量についても 93907kN・mm となっているため、No.1 より若干ではあるが増加している。



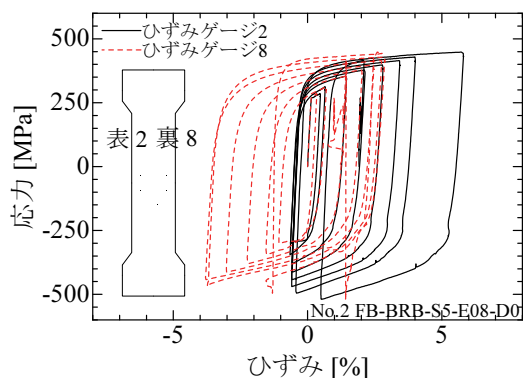
(a) 平均応力－平均ひずみ関係



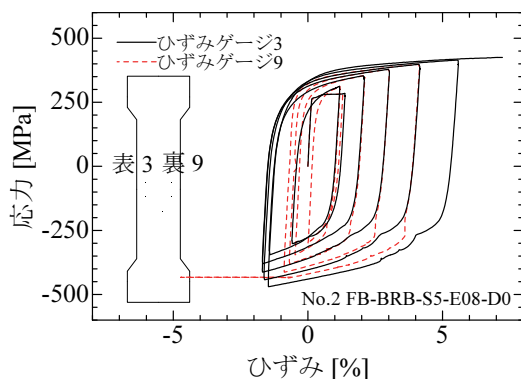
(b) 荷重－拘束材剛体変位関係



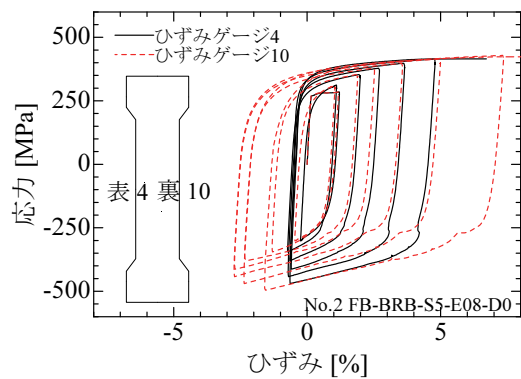
(c) 応力－ひずみ (ひずみゲージ 1, 7) 関係



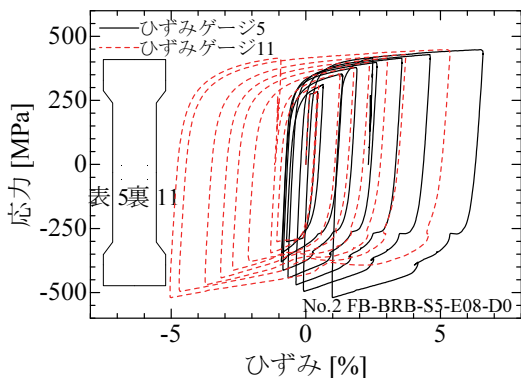
(d) 応力－ひずみ (ひずみゲージ 2, 8) 関係



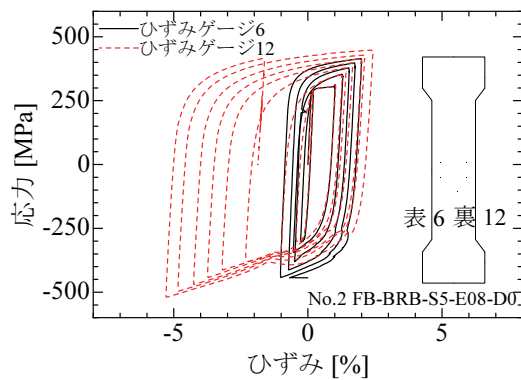
(e) 応力－ひずみ (ひずみゲージ 3, 9) 関係



(f) 応力－ひずみ (ひずみゲージ 4, 10) 関係



(g) 応力－ひずみ (ひずみゲージ 5, 11) 関係

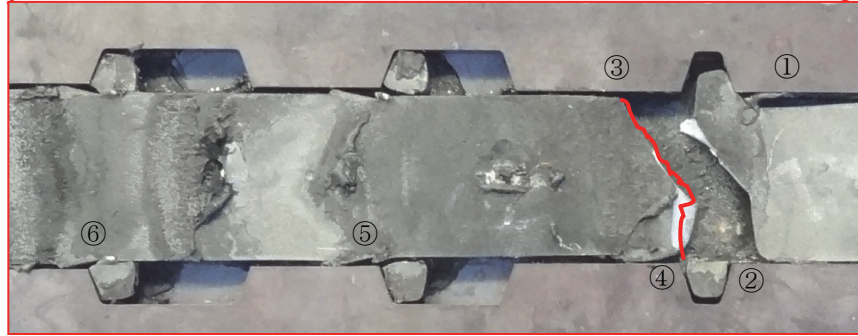
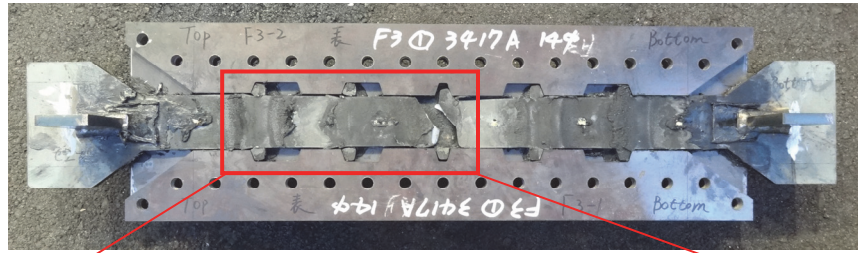


(h) 応力－ひずみ (ひずみゲージ 6, 12) 関係

図－5 No.2 FB-BRB-S5-E08-D0 の実験結果



(a) 実験終了時



(b) 破壊モード

写真-5 No.2 FB-BRB-S5-E08-D0 : 実験後の様子

(3) No. 3 FB-BRB-S2-E08-D0

No.3 供試体は、中央と両外側の計 3 つのストッパーを削除し、変形部を長くとしている。中央部のストッパー設けていないため、No.2 供試体で見られた破壊現象は避けられると考えられる。

実験より得られた平均応力-平均ひずみ関係と荷重-拘束材剛体変位関係をそれぞれ図-6(a), 図-6(b)に、図-6(c)~(e)に応力-ひずみ（ひずみゲージより取得）関係を示し、実験終了時の破壊モードを写真-6(a), (b)に示す。

図-6(a)より No.1 および No.2 と同様の安定したループを描いていることが分かる。破断については No.2 供試体と同じサイクル数であった。本供試体では中央のストッパーを設けていなかったため、拘束材の引張側の剛体変位は No.2 と比較すると、比較的小さい値(図-6(b))を示している。図-6 より、供試体端部に貼り付けたひずみゲージ(図-6(c), (e))で表と裏の値に差が見られる。これは No.2 同様に、圧縮時に面外変形による曲げで内側のひずみゲージに圧縮が、外側のひずみゲージに引張が作用したためと思われる。供試体の中央に貼り付けたひずみゲージ(図-6(d))では表と裏で大きな差は見られなかった。

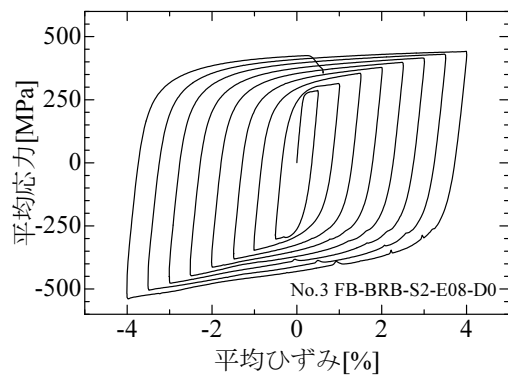
写真-6 より、No.2 と同様に引張時で終了したため、面外、面内ともに大きな変形は見られなかった。しかしながら、き裂がストッパー付近で発生しており、ネッキングがき裂の片側でしか発生しなかったため、各変形部の伸びの許容値 $E=8\%$ で設計している本供試体では、ストッパーとフィラープレートが接触する前にネッキングより荷重が低下してしまったと考えられる。このことから塑性化する箇所の分散により BRB の変形性能を向上させるためには、ネッキング進行箇所が重要であるとわかる。No.3

供試体の CID は 65.4%，エネルギー吸収量は 94559kN・mm であった。これは No.2 とほぼ同程度の値であった。本供試体では、ストッパーの個数による影響を検証するため、No.2 供試体と比べストッパーの個数を減らしているが、No.2 供試体と同様にストッパーとフィラープレートが接触する前に、芯材が破断したため、ストッパーの個数による影響を検証することが出来なかった。そのため、CID およびエネルギー吸収量は No.2 と同程度の値になっていると考えられる。

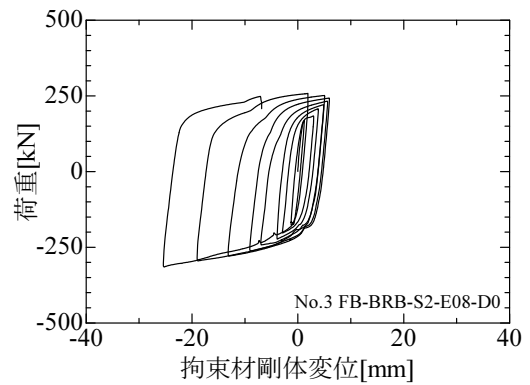
(4) No. 4 FB-BRB-S2-E06-D10

No.4 供試体は、No.3 と同様に中央部のストッパーは設けていない。本供試体は各変形部の伸びの許容値 $E=6\%$ としている。そのため No.3 と比べて、ストッパーがフィラープレートに接触しやすくなっている。ストッパーによる塑性化する箇所を分散させることが出来れば、更なる変形性能の向上に期待できる。さらに、ネッキング発生箇所を変形部中央に限定させるため、断面減少率 $D=10\%$ で変形部中央付近をなめらかに減少させている。これは、ストッパー付近でのネッキング発生を回避し、変形部中央でネッキングを発生させることが目的である。図-7(a)に平均応力-平均ひずみ関係を、図-7(b)に荷重-拘束材剛体変位関係を、図-7(c)~(e)に応力-ひずみ（ひずみゲージより取得）関係を示す。

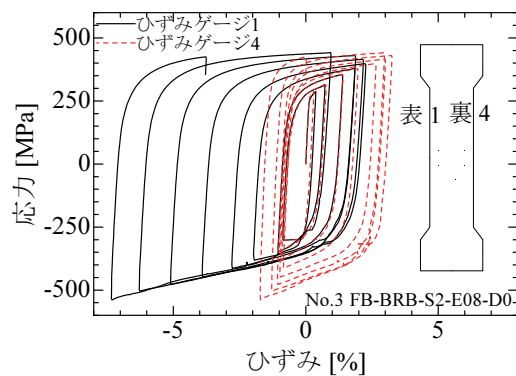
図-7(a)より、No.4 供試体は引張側 4.5%まで達していることが分かる。これは No.2 と No.3 供試体と比較して、2Half cycle 程履歴曲線が長くなっている。これは、破断に至る直前のループまでは、他の供試体と概ね同様の挙動を示しているが、破断に至る直前のループにおいて、最大荷重到達後、ネッキング現象によって荷重が減少した際に、再度荷重の



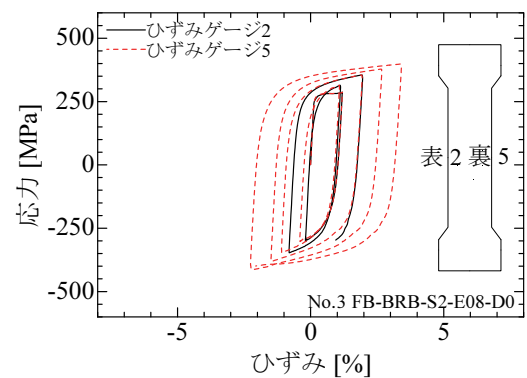
(a) 平均応力-平均ひずみ関係



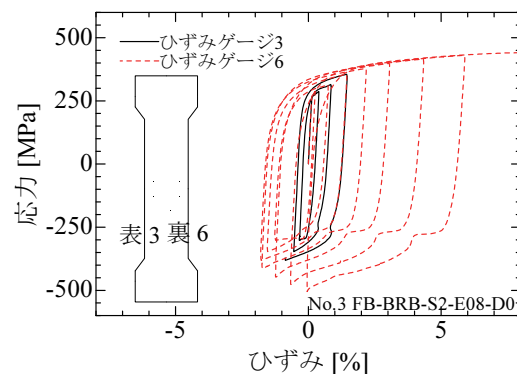
(b) 荷重-拘束材剛体変位関係



(c) 応力-ひずみ (ひずみゲージ 1, 4) 関係



(d) 応力-ひずみ (ひずみゲージ 2, 5) 関係



(e) 応力-ひずみ (ひずみゲージ 3, 6) 関係

図-6 No.3 FB-BRB-S2-E08-D0 の実験結果

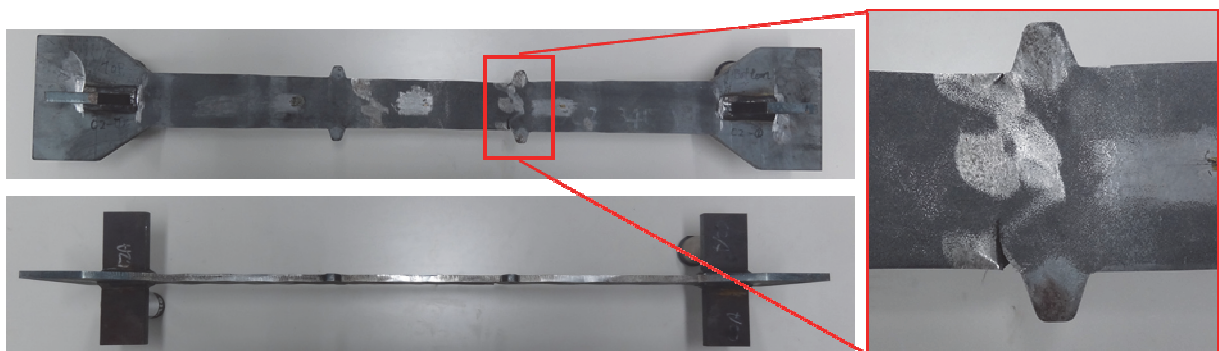
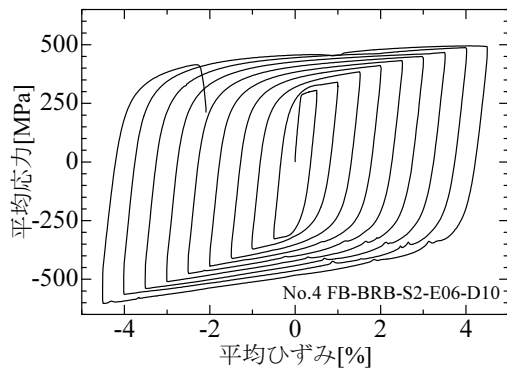


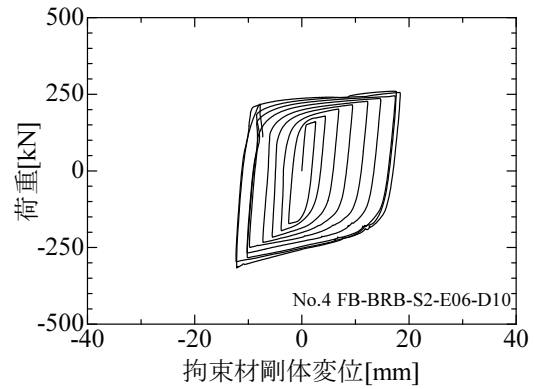
写真-6 No.3 FB-BRB-S2-E08-D0 : 実験後の様子 (面内変形 : 左上, 面外変形 : 左下)

上昇が見られたことに起因すると推測される. No.4 供試体は, ストッパー付近より変形部の断面を減少させているため, 中央の変形部にて, ネッキングが

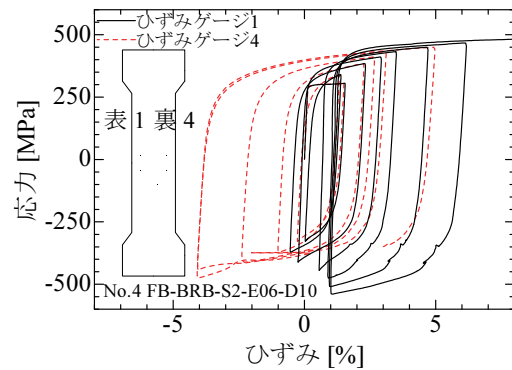
進行した後 (ひずみ硬化による荷重上昇<ネッキングによる荷重低下), ストッパーがフィラープレートと接触し, 中央部の変形が抑制され, 移動端の変



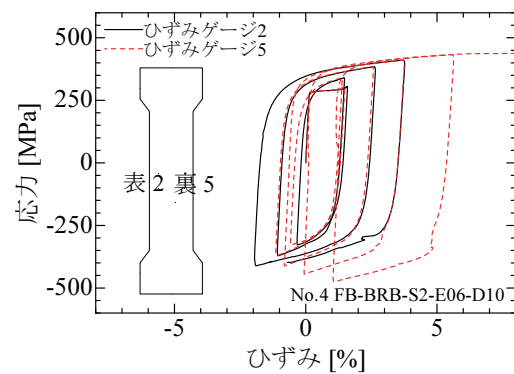
(a) 平均応力－平均ひずみ関係



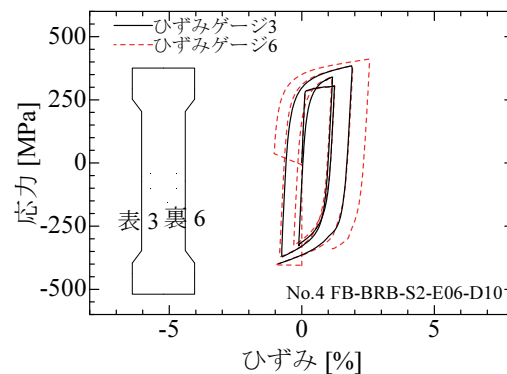
(b) 荷重－拘束材剛体変位関係



(c) 応力－ひずみ（ひずみゲージ 1, 4）関係



(d) 応力－ひずみ（ひずみゲージ 2, 5）関係



(e) 応力－ひずみ（ひずみゲージ 3, 6）関係

図－7 No.4 FB-BRB-S2-E06-D10 の実験結果

形部でネッキングが発生したため、本供試体の伸びが増加したと考えられる。写真－7 に実験後の供試体の様子を、図－8 に No.4 供試体の破壊時の挙動の概念図を示す。

図－7 より、初めは、最も断面が細い中央部のひずみゲージが大きな値を示し(図－7(d))、荷重の減少、再上昇という挙動が見られた後は、移動端側の変形部でひずみの上昇が確認できた(図－7(c))。このことから、変形が中央から端部に移動していることが確認できる。本供試体では、FB-BRB の主な機構である「ネッキング進行箇所限定」および「塑性化する箇所の分散」の確認することが出来た。

写真－7 より、ストッパーが破壊されているものの、ストッパー付近でのき裂の進展は見られず、変形部中央の D を設けた箇所でき裂が進展し、破断に至っていることがわかる。このことから FB-BRB

の機構の一つであるネッキング進行箇所の限定を行うことが出来た。

No.4 供試体の CID は 79.2%、エネルギー吸収量は 114969kN・mm という結果となり、他の供試体より大きく上回っている。また No.4 は高機能 BRB の要求性能の一つである $CID_{lim}=70\%$ を満たすことが出来た。No.1 の Common-BRB と比較すると CID が約 20%、エネルギー吸収量は約 1.4 倍となり、変形性能の向上が見られた。最終的にストッパーは破壊されてしまったものの、ネッキング進行箇所限定および塑性化する箇所の分散により変形性能を向上させることが出来た。またストッパーの強度を増加させることで、更なる変形性能の向上を望めるであろう。

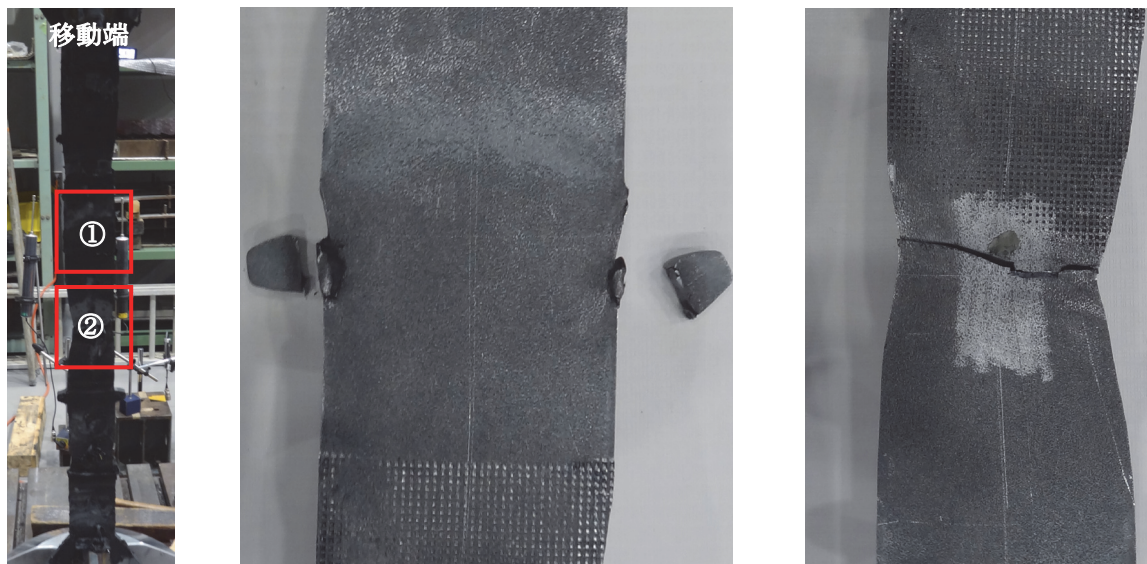


写真-7 No.4 FB-BRB-S2-E06-D10：実験後の様子（全体図：左，拡大図①：中央，拡大図②：右）

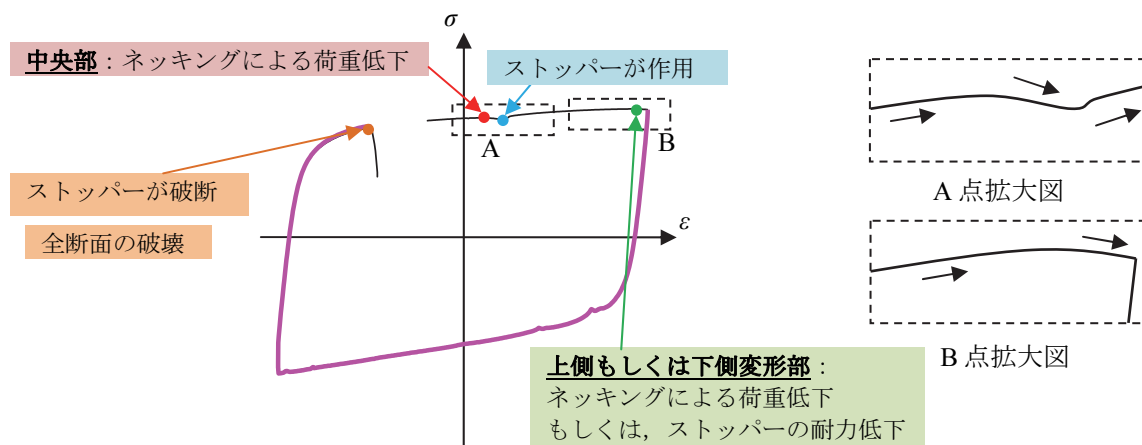


図-8 No.4 FB-BRB-S2-E06-D10 の破壊時挙動の概念図

4. 結論

本研究では、従来の BRB の変形性能向上のため、芯材およびフィラープレートの形状を変化させた新型の制震ダンパーである FB-BRB に、漸増変位振幅繰り返し载荷を行うことで、主な機構である「ネッキング進行箇所の限定」と「ストッパーによる塑性化する箇所の分散」が変形性能に及ぼす影響を検証した。以下に本研究で得られた知見を示す。

- 1) ネッキング進行箇所限定のための断面減少率 D を設けたことで、ストッパー付近でのき裂は、発生せずに D を設けた変形部中央でき裂が発生した。
- 2) 各変形部の伸びの許容値 $E=6\%$ の場合、ストッパーによる塑性化する箇所の分散が確認でき、変形性能の向上が見られた。
- 3) 各変形部の伸びの許容値 $E=6\%$ 、またネッキング進行箇所限定のための $D=10\%$ を設けた No.4 供試体では、Common-BRB と比べ、CID が約 20%、累積エネルギー吸収量 ΣE が約 1.4 倍の向上が見

られた。

- 4) 各変形部の許容値 $E=8\%$ の場合、ストッパーとフィラープレートが接触する前に芯材が破断する。
- 5) ネッキングがストッパー付近で発生すると、ストッパー側が変形することが出来ないため、ネッキング進行箇所を変形部中央に限定させることが重要である。

5. 今後の課題

今回行った実験では、最終的にストッパーが破壊されてしまったケースや、ストッパーとフィラープレートが接触する前に、芯材が破断するケースが見られた。そこで今後の課題として、FB-BRB の主要なパラメータである各変形部の伸びの許容値 E 、ネッキング進行箇所限定のための断面減少率 D を変動させ、各種パラメータの最適値の決定するための実験および、ストッパーの強度を増加させた実験を行う必要がある。また本実験で使用した FB-BRB は

縮小サイズであるため、将来行われる実寸大の FB-BRB の設計のために、FB-BRB の模擬解析を行い、解析手法の妥当性を示す必要がある。

参考文献

- 1) 気 象 庁 ホ ー ム ペ ー ジ
(http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/2011_03_11_to_hoku/i5.pdf) : 震度 5 弱以上を観測した地震 (余震活動の領域内: 本震以降)
- 2) 四条利久磨, 森下邦広, 川島一彦, 浦辻和幸, 田中昭人: ダンパーブレースによる新王渡橋 (仮称) の耐震性向上, 土木学会第 58 回年次学術講演会, I-033, pp.65-66, 2003.9.
- 3) 宇佐美勉, 葛漢彬, 日沖賢治, 路志浩, 河野豪: 制震ダンパーによる鋼アーチ橋の耐震性向上一橋軸直角方向地震動に対する検討一, 土木学会論文集, No.766/I-68, pp.245-261, 2004.7.
- 4) 宇佐美勉, 渡辺直起, 河村洋行, 葛西 昭, 織田博孝: 制震ダンパーとしての座屈拘束ブレースの全体座屈, 構造工学論文集, Vol.52A, pp.37-48, 2006.3.
- 5) 宇佐美勉, 佐藤 崇: 座屈拘束ブレースの低サイクル疲労実験と照査法, 構造工学論文集, Vol.56A, pp.486-498, 2010.3.
- 6) 宇佐美勉, 加藤基規, 葛西 昭, : 制震ダンパーとしての座屈拘束ブレースの要求性能, 構造工学論文集, Vol.50A, pp.527-538, 2004.3.
- 7) 宇佐美勉, 佐藤崇, 葛西昭: 高機能座屈拘束ブレースの開発研究, 構造工学論文集, Vol.55A, pp.719-729, 2009.3.
- 8) 宇佐美勉: 高機能制震ダンパーの研究開発, 第 10 回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 2007.2.
- 9) 葛漢彬, 日沖賢治, 宇佐美勉: 鋼アーチ橋に設置した座屈拘束ブレースの応答値, 土木学会地震工学論文集, 2005.8.

(2016. 9. 2 受付)

EXPERIMENTAL STUDY ON FISH BONE-SHAPED BUCKLING-RESTRAINED BRACES

Toyoki IKAI, Rikuya MARUYAMA, Liang-Jiu JIA and Hanbin GE

Buckling-restrained brace (BRB) has been proposed to absorb energy by plastic yielding of metallic core plate during an earthquake.

As magnitudes of recent earthquakes increase, there is a potential that BRBs may rupture during a strong earthquake or repeated aftershocks, especially for bridge where large response displacement is concerned.

This study is aimed at proposing a new type of light-weighted all-steel BRB, where the core plate is fish-bone shaped and is thus termed FB-BRB in this paper.

Necking can be developed at several locations of an FB-BRB, and details to avoid strain concentration at stoppers are also proposed.

Experimental study was carried out using four scaled specimens with different configurations.

The failure mechanisms of the newly proposes FB-BRB have been verified, and favorable seismic performance of the dampers is also proved through comparison with that of a common BRB.