

魚骨形座屈拘束ブレース（FB-BRB）の開発に関する基礎的研究

名城大学大学院 学生会員 ○丸山 陸也 名城大学ポスドク研究員 賈 良玖
名城大学 学生会員 篠原 一輝 名城大学 フェロー 葛 漢彬

1. 目的

2004 年，広島県の王渡橋に対して，初めて鋼橋に制震ブレースが組み込まれた．また，近年では橋梁の供用期間内に取り換え不要な高機能座屈拘束ブレースの開発¹⁾等が行われ，制震ブレースの性能が向上してきている．しかしながら，複数回地震動やレベル 2 地震動を超える大きな地震動の発生が予想され²⁾，制震ブレースにはさらなる性能が要求される．そこで，本研究では，従来の BRB の変形性能を向上させることを目的とし，魚骨形座屈拘束ブレース（Fish Bone Buckling-Restrained Brace，以降 FB-BRB と呼称）の開発

研究を行う．FB-BRB は，芯材にストッパーが複数個設置されており，フィラープレートとストッパーが接触することで，塑性化する箇所を分散し，変形性能の向上を図る機構となっている．本研究は FB-BRB の開発に関する基礎的な研究として，上記の機構の確認と最終的な変形性能の検証を行う．

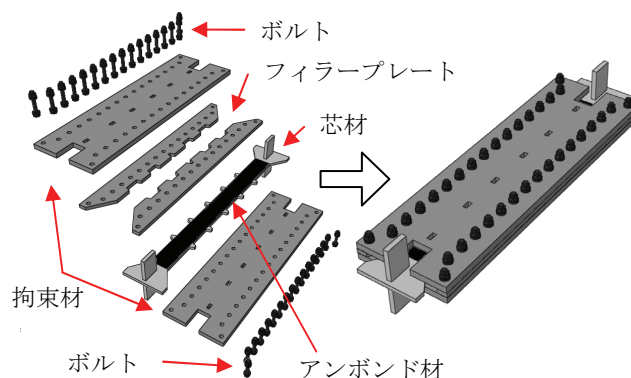


図-1 供試体概念図

2. 実験概要

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ともに拘束材で挟み込んだ形状となっている．表-1 に供試体概要を，図-2 に各パラメータの詳細図を示す．ここで，表-1 の No.1 は比較のため通常の BRB とした．荷重装置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）を用いた．荷重パターンは 1 サイクル毎の漸増変位振幅繰り返し荷重（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．

表-1 供試体概要

No.	供試体名	L [mm]	d [mm]	d_0 [mm]	S [個]	E [%]	D [mm]
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-D3	670	1	1	2	6	3

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， $E=l_{ei}/l_i \times 100$ （各変形部の伸びの許容値）， D =ネッキング発生箇所限定のための断面変化量

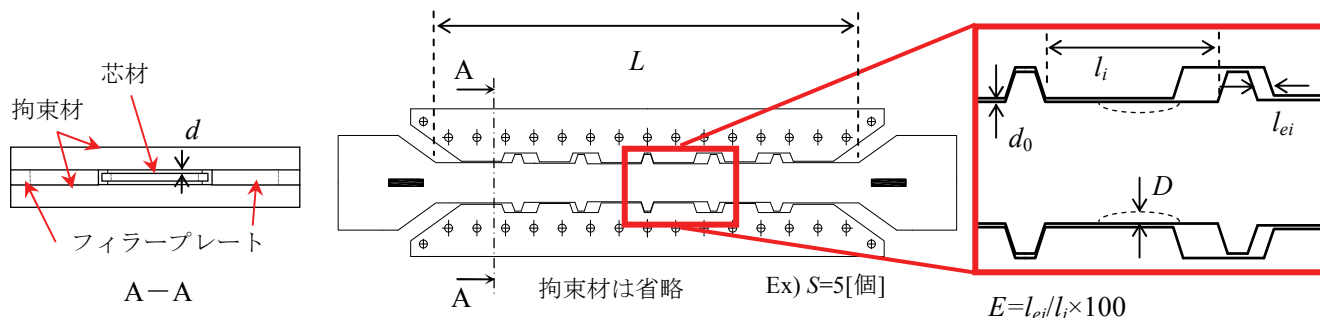


図-2 各パラメータ詳細図

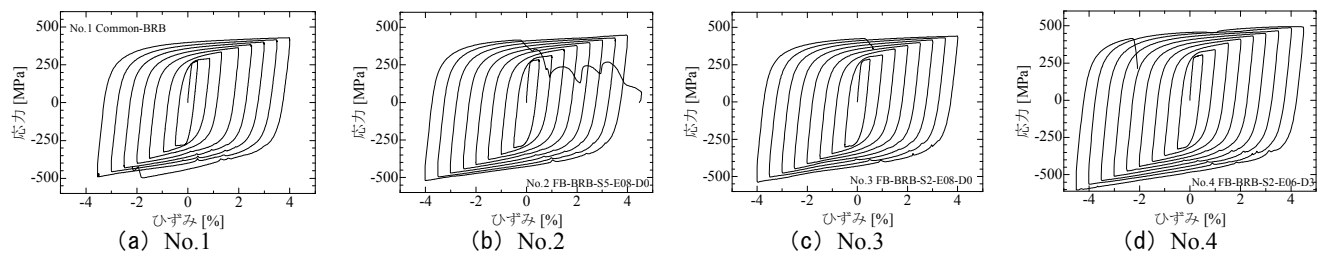
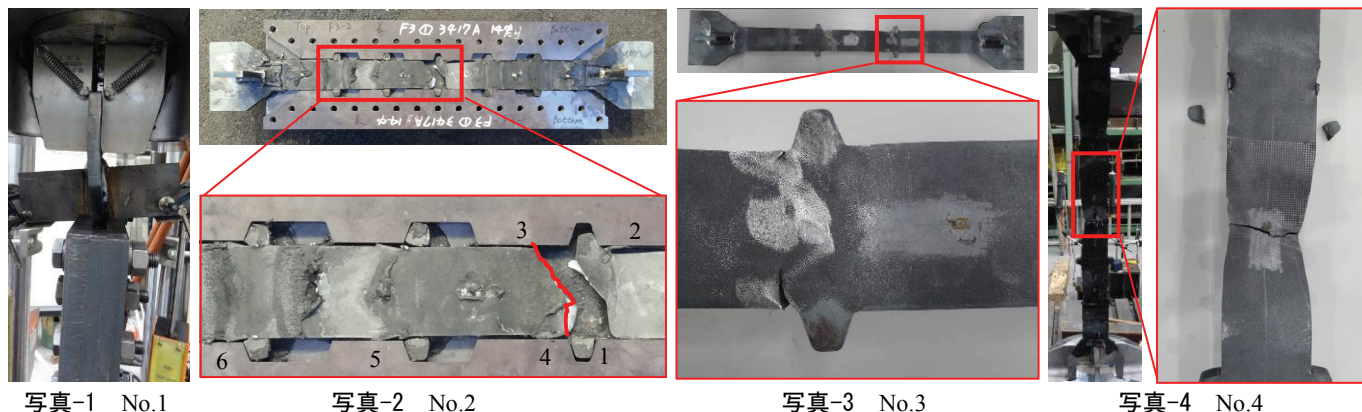


図-3 各供試体の応力-ひずみ関係



3. 実験結果

図-3 に本実験で得られた最小断面の平均応力-全体の平均ひずみ関係を示す。図-3 (a) に示す No.1 供試体では、圧縮時に拘束材角部と芯材が削れ、拘束材が下側に移動できなくなり、荷重が上昇し、リブ付近で座屈に至った (写真-1)。図-3 (b) の No.2 供試体では、芯材が面内方向に変形し、片側の中央ストッパーに応力が集中したため、中央変形部で破断してしまい、その後ストッパーが次々に破壊される結果となったと推測される (写真-2)。No.3 供試体では、面内変形の卓越する中央部からのき裂は発生しなかったが、ストッパーがフィラープレートと接触する前にき裂が進展し、荷重が低下してしまった (図-3 (c)、写真-3)。これは、変形部の伸びの許容値 $E=8\%$ が大きすぎたか、もしくはネッキングがストッパー付近で発生したことが原因と考えられる。No.4 供試体では、 $E=6\%$ とし、さらにネッキング箇所を限定するため、 $D=3\text{mm}$ を設けている。図-3 (d) をみると、他の供試体に比べ 1Cycle 程度履歴が長くなり、変形性能の向上がみられた。これは写真-4 をみてわかるように、 D を設けた変形部中央でネッキングが発生したことによるものである。また、荷重の減少がみられた直後に再度荷重が上昇するという挙動から、ストッパーがフィラープレートに接触し、塑性化箇所が移ったと推測される。最終的にストッパーは破壊されたものの、FB-BRB の主な機構である、「ネッキング箇所の限定」および「ストッパーによる塑性化する箇所の分散」が確認できたといえる。

4. まとめ

No.1 から No.3 供試体では、リブ付近での局部座屈、中央ストッパーの破壊、ストッパー付近でのき裂進展等により期待した性能を発揮することができなかった。しかしながら、No.4 供試体では、FB-BRB の主な機構である、「ネッキング箇所の限定」および「ストッパーによる塑性化する箇所の分散」が確認できた。今後の課題として、ストッパーの強度向上および E の最適値の決定が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 国土交通省: 平成 22 年度国土交通白書.