

魚骨形座屈拘束ブレース (FB-BRB) の開発に関する実験とシミュレーション

名城大学大学院 丸山 陸也 ○ 名城大学大学院 学生会員 閻 楊
 名城大学総合研究所 賈 良玖 柳エンタルコンサルタンツ 篠原一輝
 名城大学 フェロー 葛 漢彬

1. 目的

著者らは、従来の座屈拘束ブレース (BRB) の変形性能を向上させることを目的として、BRB の芯材を魚骨形にした魚骨形座屈拘束ブレース (FB-BRB) の繰り返し载荷実験を行った¹⁾。この実験結果より、文献 1) に示される No.4 供試体では FB-BRB の 2 つの特徴的な機構 (塑性化する箇所の分散とネッキング進行箇所の限定) を示すことができた。そこで本検討では、FB-BRB の各パラメータの最適値を求めるための第一段階として、No.4 供試体の実験結果を模擬できるような解析モデルの作成を行った。そして、解析値と実験値との比較によってその妥当性を示すことで、今後の設計に適用することを目的としている。

2. 実験概要

本検討で対象とする供試体は、文献 1) に示した No.4 供試体である。供試体概要および各パラメータの詳細図は表-1 および図-1 に示す。ここで、No.4 供試体は変形部の伸びの許容値 E を 6% と設定し、ネッキング発生箇所限定のための断面変化量 D を設けている。また、载荷パターンは 0.5% ずつ (変形可能長 L に対する伸び δ の割合) の漸増変位振幅繰り返し载荷とした。

表-1 供試体概要

No.	供試体名	L [mm]	d [mm]	d_0 [mm]	S [個]	E [%]	D [mm]
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 =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

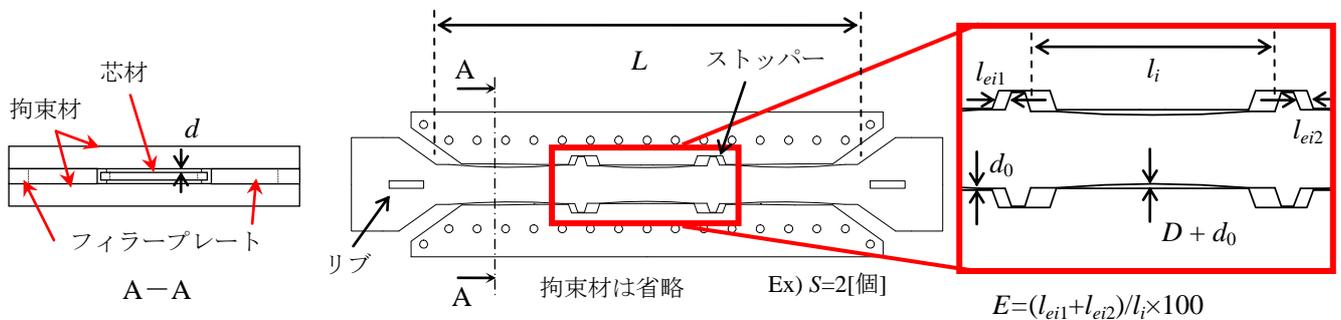


図-1 各パラメータ詳細図

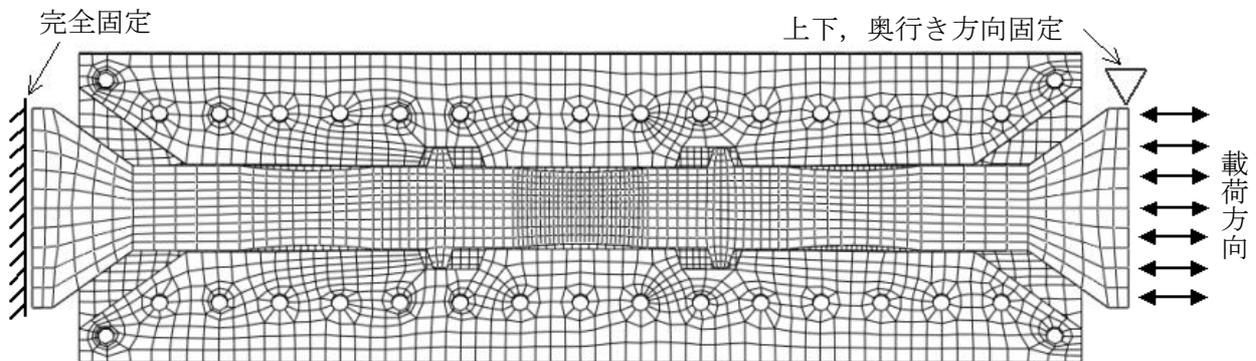


図-2 各境界条件とメッシュ分割

キーワード 魚骨形座屈拘束ブレース, 変形性能, 模擬解析, ネッキング

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科 TEL 052-838-2342

3. 解析概要

汎用解析プログラム ABAQUS を使用した本解析では、FB-BRB の性能実験 No.4 供試体の芯材、フィラープレート、拘束材をモデル化する。供試体概要は表-1 に示した通りである。モデル化にあたり、FB-BRB はフィラープレートと芯材のストッパーとの接触が重要となるため、厚さ方向の面同士の接触定義が比較的容易に設定できるソリッド要素を用いた。使用鋼材は実験と同様に SS400 材を用い、延性き裂の発生から破断までを考慮した文献2)に示される混合硬化則を適用した。本解析は、材料非線形および幾何学非線形を考慮し、接触による不連続性を伴う複合非線形解析であるため、ABAQUS/Explicit に用いられる陽解法³⁾を使用した。接触は極めて不連続性の高い非線

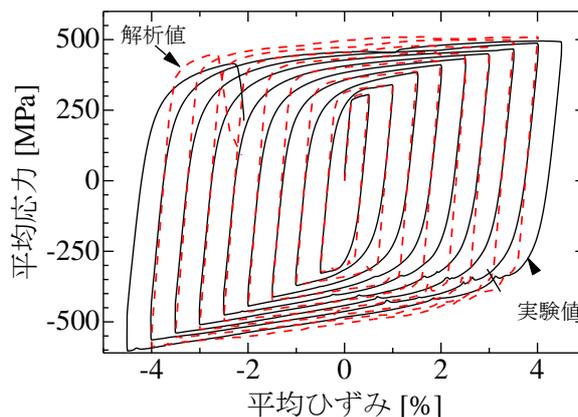


図-3 解析および実験の平均応力-平均ひずみ関係

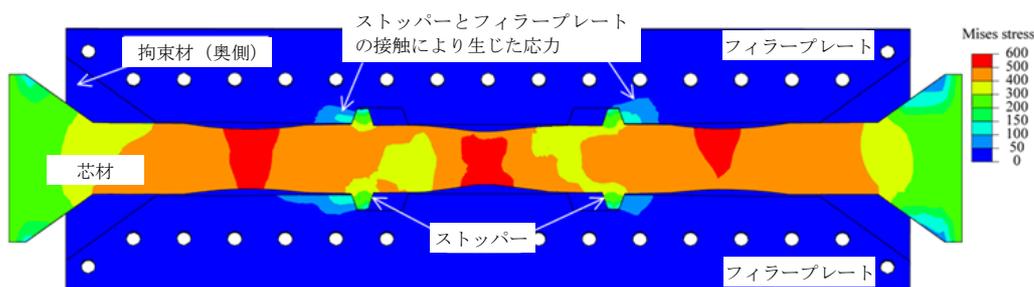


図-4 ストッパーとフィラープレート接触時の応力コンター図

形現象であり、その計算手法の選択が重要となる。そこで、本解析では、時間増分が安定時間増分よりも小さい場合に限り、発散することなく安定解を与える陽的動解析による準静的シミュレーションを行った。解析の境界条件およびメッシュ分割を図-2 に示す。境界条件は実験を模擬し、図-2 中の左端を完全固定、右端の上下、奥行き方向を固定し左右方向に载荷した。また、メッシュ分割に関しては計算の効率化のため、分割数の影響が出ない最大のものとしている。

4. 実験結果と解析結果の比較

図-3 に示すのは、解析結果と実験結果の平均応力-平均ひずみ関係の比較である（赤破線は解析結果、黒実線は実験結果を表す）。破断に至った Cycle をみると、解析値の方が実験値よりも 1Cycle ほど早くなっていることがわかるが、履歴曲線全体では、圧縮および引張時に解析と実験でほぼ同等の最大応力を示した。また、履歴曲線の最後のループにおける荷重の再上昇が、実験と同様に解析でも確認できた。ストッパーとフィラープレートの接触時の応力コンター図を図-4 に示す。この接触により中央の変形部のネッキングが制御され、左右の変形部に応力集中が移行するという現象が確認できた。これは実験でも確認された FB-BRB の特徴的な機構である。これらのことから、本解析は実験を比較的精度よく模擬できているといえる。

5. まとめ

文献 1)に示される FB-BRB の実験結果の内、その特徴的な機構を示した No.4 供試体の模擬解析を行った。実験結果および解析結果の比較より、破断サイクルは若干異なるものの、最大応力や荷重が再上昇する現象、ストッパーとフィラープレートとの接触後の挙動等を模擬できることが確認できた。

参考文献

- 1) 丸山陸也, 賈 良玖, 篠原一輝, 葛 漢彬: 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, 土木学会中部支部平成 26 年度研究発表会, I-005, pp.9-10, 2015.3.
- 2) 篠原一輝, 賈 良玖, 加藤弘務, 葛 漢彬: せん断応力と引張応力が作用する鋼材の延性破壊メカニズムの解明に関する研究, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.71, No.4, 2015 年 (掲載予定).
- 3) ABAQUS, Inc.: ABAQUS/Analysis User's Manual, Version 6.11-2.