魚骨型座屈拘束ブレース(FB-BRB)の開発に関する解析的研究

名城大学大学院	学生会員	〇閻	楊	名城大学総合研究所		賈	良玖
名城大学	学生会員	吉田	太智	名城大学	フェロー	葛	漢彬

1. はじめに

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為に、芯材の断面を変化させた魚骨型 座屈拘束ブレース(FB-BRB)の繰り返し載荷実験を行った¹⁾.この実験結果より、FB-BRBの各種パラメータ の最適値を確認することができた.そこで本検討では、文献 2)で妥当性が検証された解析手法を用いて、文 献 1)で用いられた FB-BRB 供試体の実験結果を模擬できるか検証した.そして、解析結果と実験結果との比 較を行い、解析手法の妥当性をさらに示すことで、今後行われる実寸大サイズの FB-BRB の設計に適用する ことを目的としている.

2. 実験概要

本検討では,文献 1)で行われた No.1~No.8 供試体の解析を行う.供試体概要と,各種パラメータの詳細 図は文献 1)を参照されたい.載荷パターンは実験と同様である.

3. 解析概要

本解析では汎用解析プログラム ABAQUS6.11 を使用し、実験に用いられた FB-BRB 供試体(No.1~No.8)の 芯材、拘束材、フィラープレートをソリッド要素(C3D8R)でモデル化する. そして材料定数は材料試験結果 のデータを用いる. 接触の定義はペナルティ法を用い、摩擦係数はアンボン度材を考慮して 0.075 としてい る. FB-BRB の設計時に、BRB 芯材中央曲げモーメントを算出し、ボルトの安全性を確認しているため、ボ ルトのモデル化は行わない. 従って、フィラープレートと拘束材は図-1 に示すように、3 つのボルト穴の内 側の面を中央の参照点とカップリング拘束することでボルトを模擬している. 解析の境界条件およびメッシ ュ分割の一例を図-2 に示す.境界条件は実験を模擬し、左端を完全固定、右端を移動端とし、上下、面外

方向に拘束し水平方向に載荷する. FB-BRB はネッキング発生箇所の限定 およびストッパーによる塑性化する箇所の分散を行うことによって、変形 性能の向上を図っている. そのため本解析では実験と同様に芯材中央部の 最小断面位置にひずみが集中した後,ストッパーの動作により芯材端部へ とひずみ集中箇所が変わり,破断に至るまでの挙動を模擬することが重要 である. そこで文献 3)に示されているネッキング評価方法,延性破壊モデ ルを用いることによって精度の高い解析を行う.









図-3 相当塑性ひずみコンター図(No.5 供試体)



4. 解析結果

中央部最小断面位置で ひずみ集中後,ストッパー 動作により移動端最小断面 位置でひずみが集中する様 子と破断時の変形を確認す ることができた(図-3).荷 重 - 変位曲線(図-4)全体 では,圧縮側および引張側 に実験と解析で同等程度の

表-1	ストッパーが最初に動作した時のサイクル数と
	芯材でき裂進展・破断した時のサイクル数の比較

No.	供試体名	ストッパー 動作した時の [Half	-が最初に Dサイクル数 cycle]	芯材でき裂進展・破断 した時のサイクル数 [Half cycle]		載荷 パターン
		実験	解析	実験	解析	
1	FB-BRB-D10-P50	—	—	19	17	(A)
2	FB-BRB-E06-D10-P50	13	11	19	17	(A)
3	FB-BRB-E06-D10-P75	13	11	19	17	(A)
4	FB-BRB-E06-D10-P100	7	7	11	11	(B)
5	FB-BRB-E04-D10-P100	5	5	11	11	(B)
6	FB-BRB-E08-D10-P100	9	7	11	9	(B)
7	FB-BRB-E04-D15-P100	5	5	9	11	(B)
8	FB-BRB-E06-D5-P100	11	9	19	19	(A)

最大荷重を示している.また実験と同様に芯材のストッパーとフィラープレートの接触によって、荷重が再 上昇する現象が見られた.ストッパーが最初に動作した時のサイクル数と芯材でき裂発生・破断した時のサ イクル数についてまとめた結果を表-1 に示す.ここで、ストッパーの動作は実験では荷重-変位曲線から 確認し、解析では変形図から確認した.表-1 から分かるように、すべての供試体で芯材が破断した時のサ イクル数は実験と 1Cycle 以内の誤差である.またストッパーが最初に動作した時のサイクル数でも 1Cycle 以内の誤差であり、各変形部の伸びの許容値 *E*sによってサイクル数が異なることから、解析によってその影 響を模擬できた.これらのことから本解析は実験結果を精度よく模擬できているといえる.

5. おわりに

本検討では文献 2)に示されている解析手法を用いて FB-BRB の模擬解析を行った.実験結果と解析結果の 比較より,文献 2)で示されている解析手法の妥当性をさらに検証することができた.

参考文献

- 1) 吉田太智, 閻 楊, 賈 良玖, 葛 漢彬: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, 土木学会中部支部平成 27 年度研究発表会講演概要集, 2016.3.
- 2) 閻 楊,篠原一輝,丸山陸也,賈 良玖,葛 漢彬:魚骨型座屈拘束ブレース(FB-BRB)の開発に関する 実験とシミュレーション,土木学会第70回学術講演会講演概要集,I-002, pp.43-44, 2015.9.
- 3) 加藤友哉, 賈 良玖, 葛 漢彬: 解析条件の異なりが延性破壊パラメータ *x*に及ぼす影響の検討, 土木 学会第 70 回学術講演会講演概要集, I-546, pp.1091-1092, 2015.9.