

魚骨形座屈拘束ブレースの性能解析における摩擦係数の影響に関する検討

名城大学大学院 学生会員 ○ 劉 巖
東海旅客鉄道 正会員 吉田 太智

名城大学総合研究所 賈 良玖
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)の変形性能向上の為に、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、文献2)でその模擬解析を行ったが、載荷パターン(A)¹⁾で行った解析では破断箇所が端部ではなく中央部であったため²⁾、サイクル数が増加すると塑性化する箇所の分散を模擬することが出来なかった。実験では、サイクル数が増加するとアンボンド材の挙動の変化に起因した、摩擦の影響が大きくなることが考えられる。そのため、本論文では摩擦係数の再検討を行い、実験で観測された芯材の内部挙動と解析結果を比較することによりFB-BRBの性能解析の手法を確立することを目的としている。

2. 実験概要

本論文で対象とする供試体は4本(No.2, No.3, No.4, No.6 供試体)である。供試体の概要および各種パラメータの詳細図は表-1, 図-1にそれぞれ示す。載荷パターンは1サイクル毎の漸増変位振幅繰り返し載荷であり、載荷パターン(A)では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サイクル毎に0.5%増加させ、載荷パターン(B)では1サイクル目を1.0%とし、以降1サイクル毎に1.0%増加させている。実験前は面外方向にアンボンド材を張り付けたが、実験後は面内方向にもアンボンド材が進展していた。

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、FB-BRB供試体の芯材、拘束材、フィラープレートモデル化する。詳しい解析手法は文献2)を参照されたい。摩擦係数0.075では芯材と拘束材の摩擦力が低いことから、引張側の接触時に端部ではひずみ集中が見られず、中央部で大幅なひずみ集中が見られた²⁾。

表-1 供試体概要

No.	供試体名	L [mm]	S [個]	P_{sy}/P_u [%]	E_s [%]	D [%]	載荷パターン ¹⁾	実験破断箇所
2	FB-BRB-E6-D10-P50	670	2	50	6	10	(A)	端部
3	FB-BRB-E6-D10-P75	670	2	75	6	10	(A)	端部
4	FB-BRB-E6-D10-P100	670	2	100	6	10	(B)	端部
6	FB-BRB-E8-D10-P100	670	2	100	8	10	(B)	中央部

Note: L =変形可能長, S =ストッパーの個数, P_{sy}/P_u =ストッパーのせん断耐力と変形部の引張耐力の比,
 E_s =各変形部の伸びの許容値($E_s=l_{ei}/l_i$), D =ネッキング進行箇所限定のための断面減少率($D=2d_D/W_{min}$)

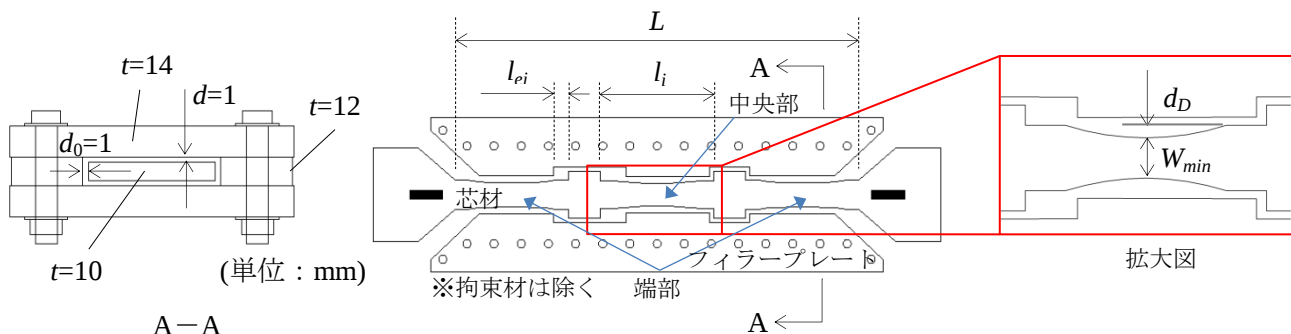


図-1 各種パラメータ詳細図

キーワード 魚骨形座屈拘束ブレース, 模擬解析, 摩擦係数, アンボンド材

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

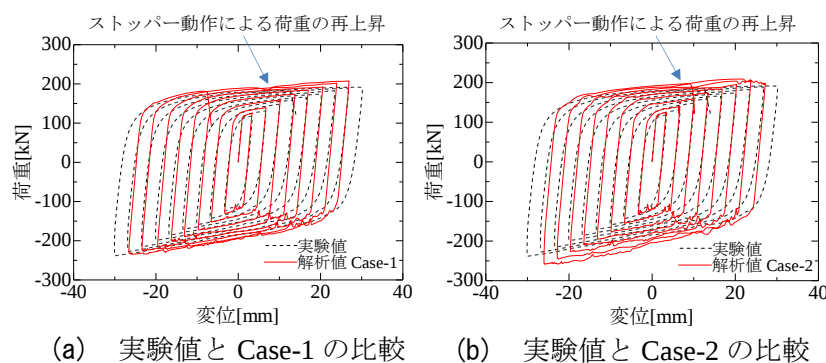


図-2 荷重－変位曲線の比較

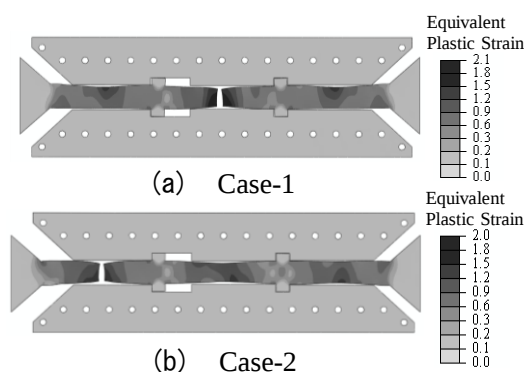


図-3 破断時の相当塑性ひずみ状態

表-2 各応答値の比較

No.	供試体名	破断位置			ストッパーが最初に動作した時のサイクル数 [Half cycle]			破断した時のサイクル数 [Half cycle]			载荷パターン ¹⁾
		実験	解析 Case-1	解析 Case-2	実験	解析 Case-1	解析 Case-2	実験	解析 Case-1	解析 Case-2	
2	FB-BRB-E6-D10-P50	端部	中央部	端部	13	11	11	19	17	17	(A)
3	FB-BRB-E6-D10-P75	端部	中央部	端部	13	11	11	19	17	17	(A)
4	FB-BRB-E6-D10-P100	端部	端部	端部	7	7	7	11	11	11	(B)
6	FB-BRB-E8-D10-P100	中央部	中央部	中央部	9	7	7	11	9	11	(B)

また、アンボンド材が実験後は面内方向にも進展していたことから、実験中のアンボンド材は薄くなり、鋼材同士接触していることも考えられる。そのため本論文では 2 パターン解析を行う。Case-1 では摩擦係数を 0.075²⁾に、Case-2 では鋼材同士の一般的な摩擦係数である 0.2 と設定し、解析の比較を行う。

4. 解析結果

各 Case の荷重－変位曲線の比較を図-2 に、破断時の相当塑性ひずみ状態のものを図-3 にそれぞれ示す。図-2 から分かるように荷重－変位曲線では Case-1 (即ち摩擦係数 0.075²⁾) に比べて Case-2 (即ち摩擦係数 0.2) では荷重が高い値を示している。これは摩擦の抵抗が大きくなったことが原因であると考えられる。また図-3 に示すように Case-1 では、中央部で破断しているのに対して Case-2 では端部で破断している。これは摩擦係数 0.2 では引張時に摩擦の影響で端部もひずみ集中したため、実験と同様に塑性化する箇所の分散を確認することが出来た。そのため、各応答値についてまとめた結果を表-2 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(荷重が上昇した点²⁾)から確認し、解析では変形図から確認している。破断位置については Case-2 では実験と同様の結果を得られた。また破断した時のサイクル数では Case-1 よりも精度の高い結果を得ることが出来た。これらのことから、摩擦係数 0.075 では荷重－変位曲線を精度よく評価出来たが、摩擦係数 0.2 を用いることで破断位置も含めて全般的に評価できることが分った。

5. おわりに

本解析では FB-BRB 芯材の破断箇所を実験と比較することによって、摩擦係数について再検討した。摩擦係数 0.075 と設定した場合、荷重－変位曲線は精度の高い値を得ることが出来たが、摩擦係数 0.2 で行った解析では中央部と端部でひずみ集中が見られ、摩擦係数 0.075²⁾より実験に近い挙動を示したことから、現段階ではアンボンド材を張り付けた供試体の挙動を調査する解析は摩擦係数 0.2 程度とするのが妥当であると考えられる。そして今後、これらの摩擦に関して更なる検討が必要である。

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, I-007, pp.13-14, 2016.3.
- 2) 閻 楊, 吉田太智, 賈 良玖, 葛 漢彬: 魚骨型座屈拘束ブレース (FB-BRB) の開発に関する解析的研究, 土木学会中部支部平成 27 年度研究発表会講演概要集, I-008, pp.15-16, 2016.3.