

切り欠き棒部材を芯材とした高機能座屈拘束ブレースの開発に関する実験的研究

名城大学大学院 学生会員 ○薛 迪緯
名城大学大学院 学生会員 王 澤卿

同済大学 名城大学研究員 賈 良玖
名城大学 フェロー 葛 漢彬

1. 序論

1995年に発生した兵庫県南部地震を受け、道路橋示方書が改訂され、土木構造物に対する制震設計が検討されるようになった。特に地震エネルギーを吸収する部材（犠牲部材）を構造物に取り入れる方法は有効であることがわかった。一方、近年の東北地方太平洋沖地震および熊本地震においては、多数の免震支承の損傷が報告されたことから、それに作用する衝撃的な力を緩和するために、橋梁の上部構造と下部構造の間に設置することのできる小型化された座屈拘束ブレースの開発が重要である。そこで、著者らは、従来のBRBの芯材に切り欠きを設けた新型BRBを考案し、性能実験を行った。

2. 実験供試体のイメージ

図-1に本研究で考案されたBRBの概念図を示す。本実験の各供試体の構造パラメータを図-2と表-1に示す。本研究で考案されたBRBは、切り欠きを複数個設けた芯材にアンボンド材を塗布し、拘束材で挟み込んだ形式であり、使用鋼材は中国製のQ235材（日本鋼材SS400に相当）である。

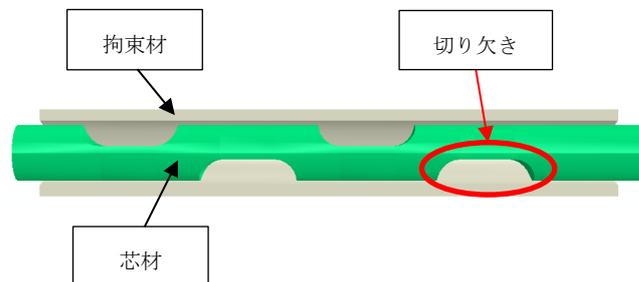


図-1 実験供試体のイメージ

3. 実験概要

本研究では、MTS試験機を使用し、片側漸増変位繰り返し载荷による実験を行った。MTS試験機に供試体が接触することを防ぐため、両端から60mmの位置に挟み板を設置した。载荷は、実験供試体の片側端部を载荷点として軸方向に強制変位を与える変位制御法より行った。载荷パターンは、図-3に示すように、引張片側方向の漸増変位振幅载荷であり、芯材の変形可能長に対する伸び δ の割合を0.15%、0.25%、0.35%、0.5%、0.75%、1.0%、1.5%、2.0%、3.0%、4.0%と増加させ、その後は、2.0%ずつ増幅させる。本実験では、スペーサーの有無を含めて最小断面高さ W_c に対する隙間量 W_s の比としてのパラメータ D 、そして切り欠き部分の細長比 λ を変化させた12体の供試体の実験を行い、本BRBの変形性能に及ぼす影響を検討した。

4. 構造パラメータによる影響

紙面の都合上、本BRBの主要パラメータの1つである最小断面高さに対する隣接する二つの切り欠き部分の隙間量の比 D による影響のみについて述べる。ここで、最小断面高さ W_c は固定し、隙間量 W_s のみを変動させている。No.5、No.7、No.9、No.11の4体の供試体に

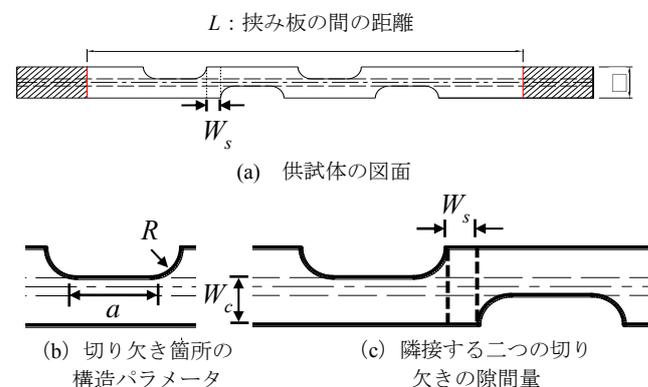


図-2 本BRBの主要な構造パラメータ

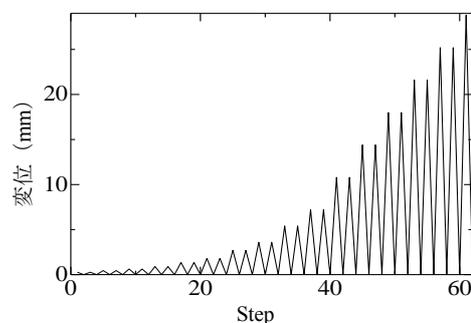


図-3 本実験で用いられた载荷パターン

キーワード 座屈拘束ブレース、繰り返し载荷実験、変形性能

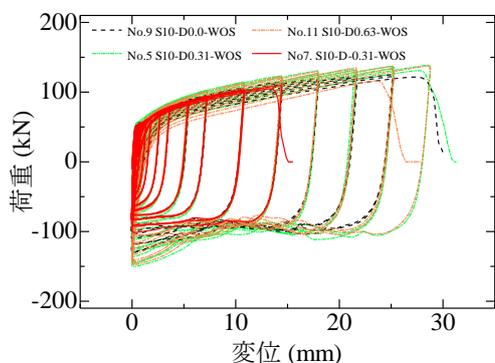
連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501 名城大学工学部社会基盤デザイン工学科 TEL 052-838-2342

設ける切り欠き部分の数がいずれも 4 個であり、切り欠き部分における最小断面高さに対する隙間量の比 D がそれぞれ 0.31, -0.31, 0.0, 0.63 となっている。各供試体の力学性能を明らかにするために、荷重-変位履歴曲線を図-4 に、各供試体の応答値を表-2 に示す。表-2 より、これらの供試体は高機能座屈拘束ブレースの要求性能²⁾を十分満たすことができたが、最大塑性ひずみ ϵ_u は、 $D = -0.31$ の場合に比べ、 $D = 0.0, 0.31$, および 0.63 の 3 体では 2 倍程度となっている。また、累積塑性変形 CID については、 $D = -0.31$ の場合に比べ、 $D = 0.0, 0.31, 0.63$ の場合はそれぞれの 3 倍程度生じた。さらに、破断時の Half cycle 数は、 $D = 0.0, 0.31, 0.63$ の場合に比べ、 $D = -0.31$ の場合は早く破断に至った。一方、No.5, No.9, No.11 供試体に比べ、No.7 供試体の二次剛性はそれらの 140%程度と大きい値となった。また、 D は 0 より大きい場合では、若干ではあるが、 D が大きくなるにつれて二次剛性が高くなることがわかった。これらのことから、 D は 0 より小さいと、変形性能を低下させてしまう傾向があるため、本実験範囲内では、 D の値は 0 以上 ($D = 0$ を含む) とするのがよいと考えられる。

表-1 試験体 (一部) の諸元

No.	試験体名	切り欠きの数 N	d [mm]	a [mm]	W_c [mm]	W_s [mm]	λ	D
5	S10-D0.31-WOS	4	26	25	16	5	10	0.31
7	S10-D-0.31-WOS	4	26	25	16	-5	10	-0.31
9	S10-D0.0-WOS	4	26	25	16	0	10	0.0
11	S10-D0.63-WOS	4	26	25	16	10	10	0.63

Note : 実験供試体の記号の後の数字は、パラメータの設計値を示している。例として、No.5 供試体の場合は、 $\lambda = 10$, $D = 0.31$ と設定したため、S10-D0.31-WOS と名称している。

図-4 D の違いにおける各供試体の荷重-変位履歴曲線表-2 D の違いが応答値に及ぼす影響

No.	D	二次剛性 K_2 [kN/mm]	CID	ϵ_u	破断時の Half cycle 数
5	0.31	2.84	2.71	0.16	32
7	-0.31	4.15	0.85	0.08	24
9	0.0	2.92	2.25	0.14	31
11	0.63	3.02	2.66	0.16	32

Note : CID = 累積塑性変形, ϵ_u = 最大塑性ひずみ

5. 結論

本研究では、小型化を図った新型 BRB を考案し、その力学性能を性能実験より検討した。今回行った実験では、 D は 0 より小さいと、変形性能を低下させてしまう傾向があるため、本実験範囲内では、 $D \geq 0$ とするのが望ましいことがわかった。今後の課題として繰り返し载荷によるパラメトリック解析を用い、構造パラメータの最適値を明らかにすることが挙げられる。

参考文献 :

- 1) 宇佐美勉編著, 日本鋼構造協会編: 鋼橋の耐震・制震設計ガイドライン, 技報堂出版, 2006.9.
- 2) 宇佐美勉, 加藤基規, 葛西 昭, 河村洋行: 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, 土木学会, Vol.50A, pp.527-538, 2004.3.