

制震部材性能実験

愛知工業大学 学生員 ○水野千里

愛知工業大学 正会員 鈴木森晶

愛知工業大学 正会員 青木徹彦

1. 序論

1995 年兵庫県南部地震以前にはアーチ橋は耐震性に富む橋梁構造の一つとして考えられていた。しかし、この地震を契機として導入された地震時保有耐力法¹⁾に基づく耐震設計によれば、従来の震度法で設計された断面ではアーチリブに塑性ヒンジが生じることがわかり、新しい道路橋示方書¹⁾では動的解析を必要とする橋梁形式の一つに指定された。そのため鋼アーチ橋に対しての耐震補強の必要性が認識され始めた。

アーチ橋の耐震補強としてアーチリブの断面増強や両端での桁の移動拘束、上路構面とアーチ構造間の免震化等があげられる。しかし、これらの方法では一般的に施工しにくいこと等により簡単な耐震補強法の開発が求められている。座屈拘束ブレースを鋼アーチ橋に用いた事例も各種報告されており、この場合、ブレース材に圧縮力が作用した際の座屈を考慮する必要が無くなるためブレース材の断面を小さくし自重を軽減できる。

よって、このブレース材に用いることの出来るような新たな制震部材を提案し、それらについて繰り返し載荷を行いエネルギー吸収性能について検討を行い、実際に制震部材として使用できるかを検討する。

2. 実験計画および方法

従来から摩擦ダンパーを用いた制震部材は各種開発されている^{2)~5)}。本研究では、よりコストを抑えるために、不要となった自動車用ブレーキパッドを使用し、更に磨き鋼板をテーパ状に加工することでエネルギー吸収性能を向上させる摩擦ダンパーについて検討を行った。

使用する磨き鋼板は、図-1 に示すように、長さ 600 mm、幅 125 mm、厚み 10mm の鋼板を 2 枚用意し、2 枚の鋼板の間に板を挟むことで、勾配を任意に設定することが可能である。今回は、0, 1/150, 2/150 の勾配を与え、テーパ状にした。摩擦用パッドには、摩擦係数 0.117 の自動車用ブレーキパッドを使用した。また締付けの際に皿バネを複数個使用し、締付け力を制御する。摩擦ダンパー全体を図-2 に示す。

実験は摩擦パッドを固定し、250kN アクチュエータ 1 基を用いて磨き鋼板を左右にスライドさせる形で行った。その際、供試体が偏心しないよう注意して実験を行った。

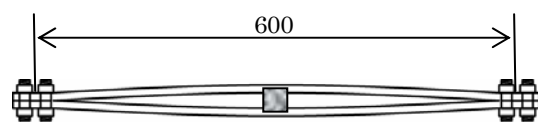


図-1 テーパー磨き鋼板供試体概略図

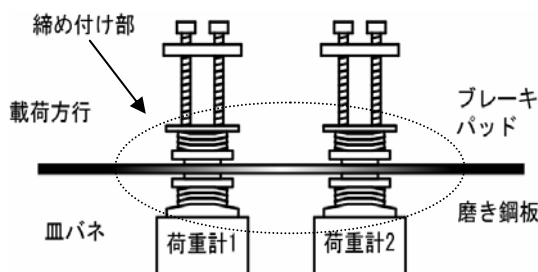


図-2 摩擦ダンパー概略図

3. 水平荷重－水平変位履歴曲線

実験により得られた履歴曲線を図-3 に示す。供試体名 FR-**-* のうち、最初の数字が 2 枚の磨き鋼板の間に挟みこんだ板の厚さ(mm)を示している。したがって、FR-1-* はテーパの傾きが 1/150 となる。2 番目の数値は、繰り返し載荷変位 δ を示している。本研究では $\delta = 4$ mm, $\delta = 10$ mm の繰り返し載荷を行った。この図より、テーパ状に加工した供試体(図-3(b)～(d))では、履歴曲線の両端が膨れ上がり磨き鋼板をテーパ状にした効果がみられる。

4. 累積エネルギー吸収量

図-4 に各部材の累積エネルギー吸収量を示す。この図より、同じテーパ値の FR-2-4 と FR-2-10 を比較すると、累積エネルギー吸収量が約 2 倍になっており、繰り返し載荷変位が大きいほどより多くのエネルギーを吸収するキーワード 摩擦ダンパー, 座屈拘束ブレース, 耐震性能

連絡先：〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 TEL：0565-48-8121, FAX：0565-48-0030

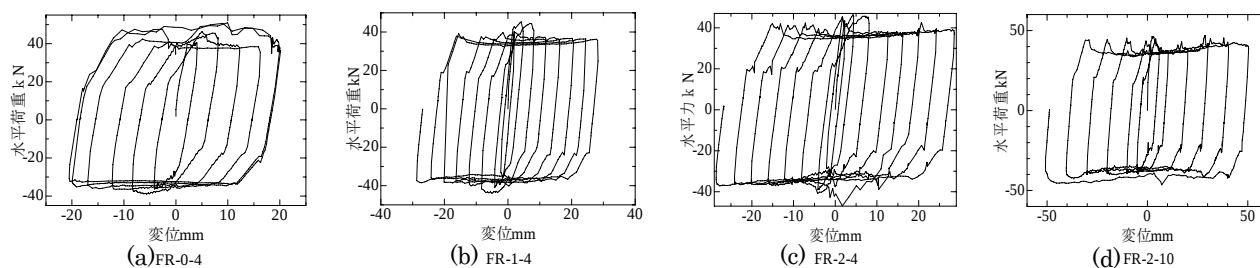


図-3 水平力－変位履歴曲線

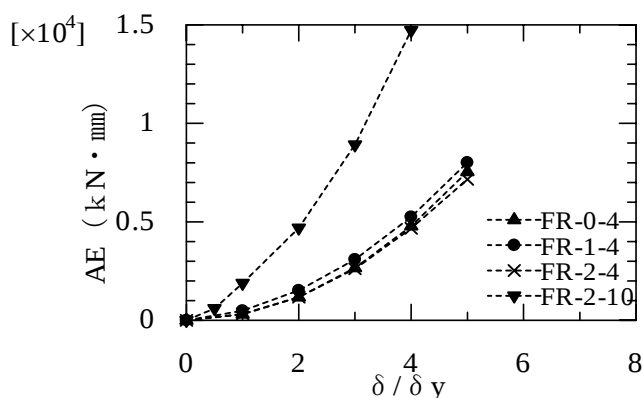


図-4 累積エネルギー吸収量

表-1 履歴曲線勾配比較

供試体 名称	テーパ 量	荷重計1		荷重計2	
		上勾配	下勾配	上勾配	下勾配
		(N/mm)			
FR-0-4	0/150	-3.1	1.1	-2.7	-2.2
FR-1-4	1/150	-9.0	7.3	8.0	-7.4
FR-2-4	2/150	-13.3	14.2	13.3	-14.2
FR-2-10	2/150	-13.8	16.8	15.6	-16.6

とがわかる。ただし、鋼板をテーパ状にしたことによるエネルギー吸収量の差は明確に現れなかった。この原因として、皿バネが線形な力学特性を有しているため、磨き鋼板の板厚変化に対して一定の締付け力を維持できず、十分な効果が得られなかったと考えられる。この点については、今後の課題と考えられる。

5. 履歴曲線勾配

通常の磨き鋼板と勾配を設けた磨き鋼板のエネルギー吸収性能の違いを求めるために、図-3 の履歴曲線の荷重一定区間の勾配を求める。今実験で得た履歴曲線は、一定締付け力を得ることができなかったため、荷重計ごとに分解した履歴曲線の勾配を比較した。なお、履歴曲線の荷重値が正の部分の勾配を上勾配、値が負の部分の勾配を下勾配とし、結果を表-1 に整理した。この結果からも分かるように、テーパを設けることにより、明らかに荷重計にはその効果が現れている、しかしながら、本研究のようなテーパ形状では、片方の荷重計の値が大きくなると、片方が小さくなり、テーパの効果を十分に活かし切れていない結果となった、今後はこの部分に改良を加える必要がある。

6. 結論

摩擦ダンパーは安定したエネルギー吸収量を得ることができ、変形能に優れている。また、磨き鋼板をテーパ状にする事によって、鋼板勾配に応じて履歴曲線の勾配も大きくなることがわかった。そのため、履歴曲線の両端が膨らみエネルギー吸収性能向上が期待できる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・V耐震設計編, 2002. 3.
- 2) 福田智之, 川島一彦, 渡辺学歩：ブレースダンパーによる鋼製アーチ橋の地震応答の低減効果, 構造工学論文集 Vol. 51A, pp. 827-838, 2005. 3.
- 3) 宇佐美勉, 葛漢彬, 日沖堅治, 路志浩, 河野豪：制震ダンパーによる鋼アーチ橋の耐震性能向上ー橋軸直角方向地震動に対する検討ー, 土木学会論文集 No. 766/I-68, pp. 245-261, 2004. 7.
- 4) 葛西昭, 木戸健太, 宇佐美勉, 渡辺尚彦：多径間連続高架への制震ブレースの導入効果, 構造工学論文集 Vol. 51A, pp. 827-838, 2005. 3.
- 5) 前野裕文, 片桐英喜, 葛西昭, 長山秀昭, 今井誠：座屈拘束ブレースを用いた橋梁上部構造の耐震性能に関する検討, 構造工学論文集 Vol. 51A, pp. 827-838, 2005. 3.