

種々の断面形状を有する鋼製湾曲状ダンパーのエネルギー吸収特性

大阪市立大学大学院工学研究科 学生会員 ○小谷 洋平
 大阪市立大学大学院工学研究科 (現 鹿島建設(株)) 正会員 大木 皓平
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 角掛 久雄
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 大内 一

1. はじめに

過年度、履歴減衰型の鋼製湾曲状ダンパーを開発し、ラーメン高架橋内への効果的配置により、脆性的な破壊を防止するとともに損傷を制御する耐震補強方法を提案した^{1), 2)}。本ダンパーの特徴は、座屈の防止と曲げ応力による塑性域の拡がり確保できることが挙げられる。図-1に示すように、ラーメン高架橋の隅角部に設置することにより、1)全体の耐力と剛性を増大、2)柱材端でダンパーの水平力負担により、柱の作用せん断力を低減、3)柱中央部で作用せん断力が大きくなるが、ディープビーム効果によりせん断耐力増大、4)履歴減衰により構造物全体の応答を低減するものである。すなわち、せん断破壊の危険性の高いものや曲げ靱性の足りないものを対象に、脆性的な破壊を防ぐとともに地震応答変位を抑制しようとするものである。

しかし、実験において用いたダンパー²⁾は小変形域で十分なエネルギー吸収性能が得られなかった。小さな部材角におけるエネルギー吸収性能を向上させるためには、高い弾性剛性と履歴特性に優れたものとする必要がある。そこで断面形状をパラメータに鋼製湾曲状ダンパーの正負繰返し加力実験を行い、履歴特性とエネルギー吸収性能を検討した。

2. 実験概要

本研究はダンパーの特性を検討するため、実構造物においては型鋼を用いることを想定しつつ、ダンパー端部の曲げ耐力が出来るだけ一定となるように断面形状を決定した。また、ダンパー端部の治具の都合上、ダンパーの軸線の半径 r は 313mm で統一し、材料は SS400 級とした。要素実験は疲労試験機(容量 250kN)を用いて、図-2(a)における矢印位置において、強制変位を与えることにより行った。計測項目は、図-2に示すように、荷重、変位、ダンパーのひずみである。供試体は表-1の5体で、断面寸法と設計曲げ耐力 M_u を同表に示す。

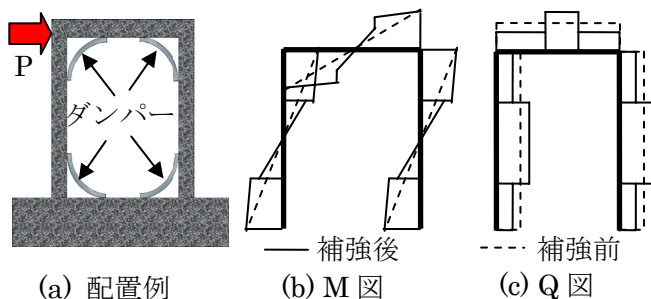


図-1 湾曲状ダンパーの配置法と断面力分布

表-1 ダンパー形状一覧 (単位:mm)

型形式	高さ	幅	直径	板厚	M_u (kNm)
中実	平鋼	22	58	22	1.6
	丸鋼		36		1.8
中空	丸型鋼管		48.6	3.2	1.5
H鋼	広幅 (1:1)	45	46	3.2	1.6
	細幅 (2:1)	58	30	3.2	1.6

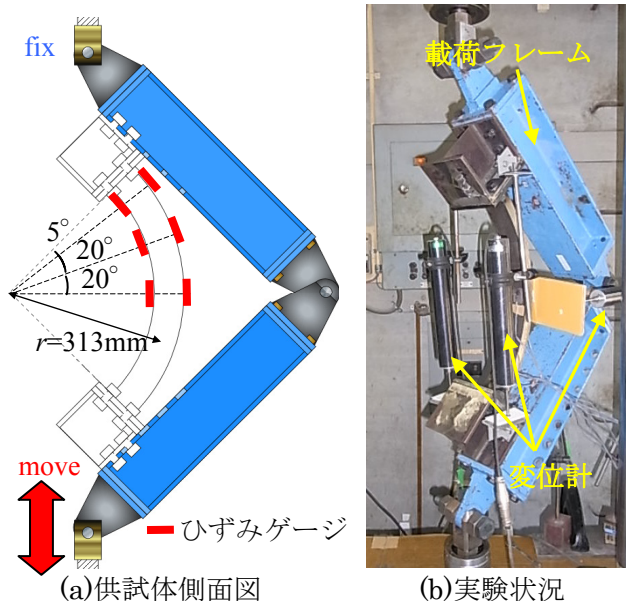


図-2 供試体概要

Key Word : 湾曲状ダンパー, 耐震補強, 履歴減衰, エネルギー吸収, 断面形状

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL/FAX : 06-6605-2723

なお、H 鋼は鋼板を溶接することにより作製した。載荷はダンパーの部材角が 1/1000, 3/1000, 6/1000, 1/100, 2/100, 3/100, 4/100, 6/100, 8/100, 10/100 となる変位で各 2 回の交番載荷を行った。

3. 実験結果

3. 1 荷重 - 部材角関係

各ダンパーの荷重 - 部材角関係を図-3 に示す。丸形鋼管と両 H 鋼はダンパー端部の破断により、途中で載荷を終了している。湾曲状ダンパーの特徴である軸引張力の影響により、圧縮側より引張側の方が荷重が大きくなっているが、どれも類似した紡錘形の履歴曲線となっている。ただし、丸形鋼管と広幅 H 鋼はダンパー中央部での局部座屈により圧縮側で荷重低下が見られた。また、細幅 H 鋼はダンパー全体にわたる横倒れ座屈が発生したため、圧縮側で大きく荷重が低下している。

3. 2 等価粘性減衰定数

荷重 - 部材角関係から算出した等価粘性減衰定数 - 部材角関係を図-4 に示す。ダンパーはラーメン高架橋隅角部の 4 箇所への設置を想定して、引張側と圧縮側を平均した結果を示す。両 H 鋼は全部材角にわたって大きな値を示しており、小さな部材角でも履歴減衰による高いエネルギー吸収性能が見られた。また、その他については平鋼、丸鋼、丸形鋼管と断面高さが大きくなるほど大きくなっている。

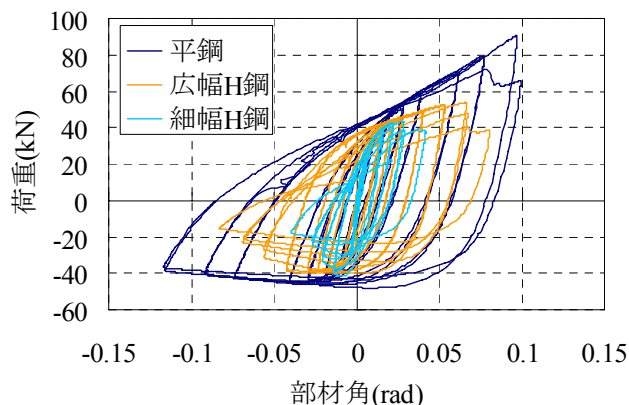
そこで、等価粘性減衰定数とダンパーの断面二次モーメントの関係を図-5 に示す。図中の線はそれぞれの部材角の近似直線を示している。全部材角にわたって断面二次モーメントが大きくなるにつれ、等価粘性減衰定数が大きくなる傾向が見られ、相関性が考えられる。

4. まとめ

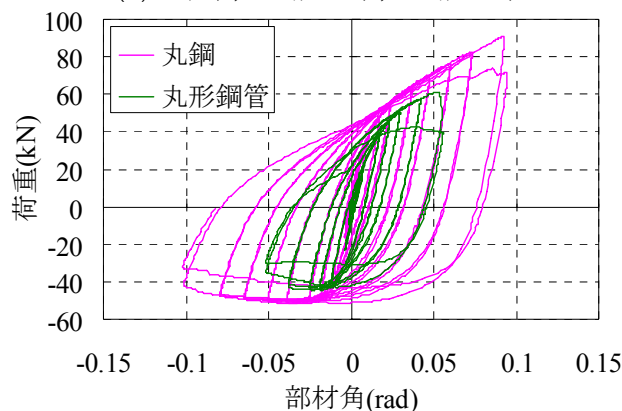
曲げ耐力がほぼ同じで断面形状の異なる鋼製湾曲状ダンパーの正負交番載荷実験を行った。その結果、エネルギー吸収性能は断面形状に依存し、断面二次モーメントが大きくなるほど向上することがわかった。

参考文献

- 1) 中田裕喜, 大木皓平, 大内一, 角掛久雄: 湾曲状ダンパーによる高架橋耐震補強方法に関する研究 (その 1) ～耐震補強設計と静的・動的非線形解析～, 第 64 回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, V 部門, V-491, 2009
- 2) 大木皓平, 中田裕喜, 大内一, 角掛久雄: 湾曲状ダンパーによる高架橋耐震補強方法に関する研究 (その 2) ～正負交番載荷試験～, 第 64 回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, V 部門, V-492, 2009



(a) 平鋼, 広幅 H 鋼, 細幅 H 鋼



(b) 丸鋼, 丸形鋼管

図-3 荷重-部材角

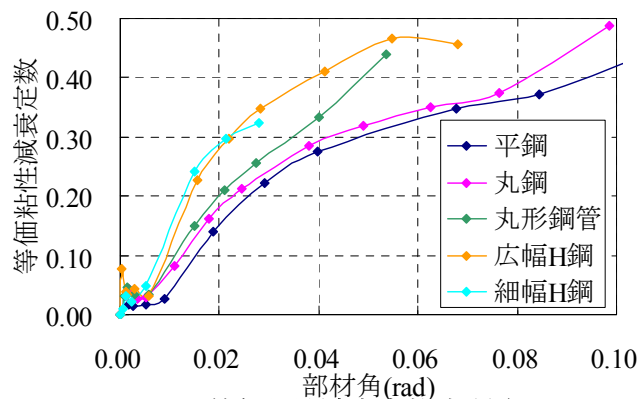


図-4 等価粘性減衰定数-部材角

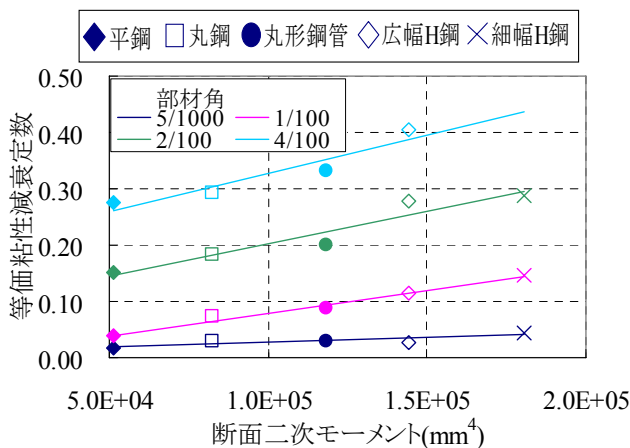


図-5 等価粘性減衰定数-断面二次モーメント