

大阪市立大学工学部 学生員 ○村西俊樹
 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 学生員 山口達也
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 鬼頭宏明

1.はじめに

著者らは、これまでに図-1
 に示すような 1/4 円弧状の鋼
 製ダンパーを用いることを提
 案し、ラーメン高架橋内の隅
 角部 4ヶ所に設置した際の補
 強効果を確認し、ダンパーの
 断面形状による挙動特性への

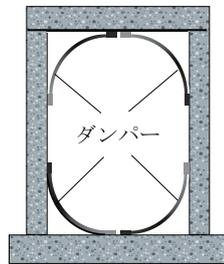


図-1 既往研究の形状

影響を検討してきた¹⁾。しかし、この形状では高架
 下のスペース利用において検討の余地があることを
 踏まえた場合、円弧とそれ以外での組み合わせを考
 えることも必要である。また、構造物の破壊形態な
 どによっても適切な形状の組み合わせが考えられる。
 そこで、本研究では、既往研究とは異なる新たなダ
 ンパー形状およびその設置方法について検討する。

2.解析概要

解析対象は「道路橋の耐震設計に関する資料²⁾」
 に記載されている鉄筋コンクリートラーメン橋脚を
 参考に、曲げ耐力不足となる配筋に設計し直し、そ
 のモデルに対して補強を行った上で比較をした。た
 だし、梁・柱上部では降伏はしても、終局には達せ
 ず、柱基部に大変形が生じるモデルである。図-2 に
 対象橋脚モデルおよび柱・梁部における使用材料を
 示す。用いた汎用コードは、3次元骨組解析プログラ
 ム UC-win/Frames(3D)である。解析モデルを図-3 に
 示す。塑性ヒンジとなりうる位置には塑性回転バネ
 ($M-\phi$ モデル)としてモデル化している。材料構成

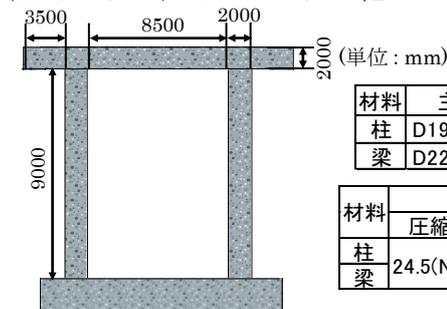


図-2 対象橋脚モデル

材料	主鉄筋	横拘束筋
柱	D19(SD345)	D13
梁	D22(SD345)	D16

材料	コンクリート	
	圧縮強度	単位体積重量
柱 梁	24.5(N/mm ²)	24.5(kN/m ³)

則として、コンクリートは道示モデル、鉄筋は完全
 弾塑性を適用する。ダンパーの材料としては SS400
 を用い、断面形状は既往研究¹⁾を参考に、高いエネ
 ルギー吸収性能を発揮した H 形鋼 (断面寸法：
 400mm×400mm) で統一し、ダンパー形状のみ変化さ
 せた。柱とダンパーは剛結合とする。また、RC 部は
 弾性梁要素、ダンパーはファイバー要素とした。

3.ダンパー配置による解析パターン

高架下の利用性を考慮するためには、柱下部に取り
 付けるダンパーを柱に沿わした直線部材にするのが
 最も効率的であるので、図-3②に示すダンパー形
 状が考えられる。形状の違いをより検討するため、
 図-3③に示すダンパー形状についても違いを確認す
 る。また、湾曲部分の形状は 1/4 円弧状とした。載荷
 方法としては、梁部重心に対する荷重制御による漸
 増載荷と変位制御による正負交番載荷の 2 パターン
 行った。なお、局部座屈は考慮せず、解析を行った。

4.解析結果

4.1 湾曲の半径による違い

湾曲状の半径は 1m, 2m, 3m, 4.05m (取り付けら
 れる最大半径) の 4 パターンとし、半径による違い
 を検討した。解析タイプは図-3①の既往研究とし、
 図-4 に水平力ー水平変位関係を示す。半径を小さく

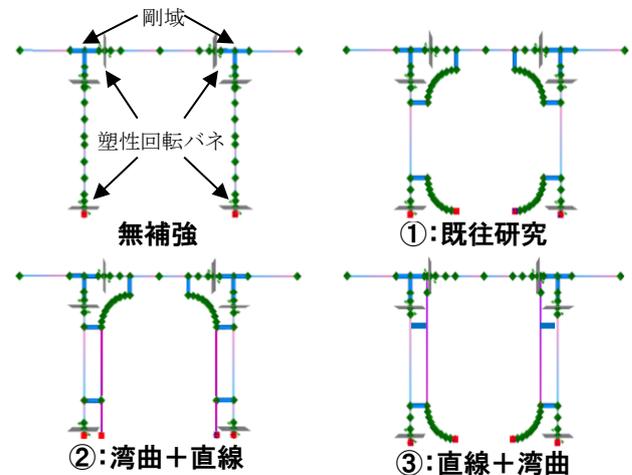


図-3 ダンパーの配置および形状

していくにつれて、耐力は上昇している。また、塑性ヒンジの降伏変位は1つ目も4つ目も変わらないが、1つ目の降伏後、半径によって剛性が大きく異なった。半径が小さくなると、ダンパーと柱との固定が塑性ヒンジ位置付近となり、ダンパーにそれだけ大きな断面力が伝わり、効果があったと考えられる。また、ダンパーの降伏においても半径を小さくすることで、早くすることができ、早い変位でのエネルギー吸収が期待できる。

4.2 ダンパー形状による違い

4.2.1 漸増载荷

図-5に図-3①～③の解析タイプの水平力-水平変位関係を示す。①と②はダンパー降伏に差はなかったが、③はダンパー降伏のタイミングが遅くなった。①と②は柱上部のダンパーから降伏し、③は柱基部のダンパーから降伏した。本対象橋脚は梁の降伏が柱より先行したモデルであり、柱上部を湾曲状にすることで梁への作用力をダンパーが負担したためであると考えられる。そのため、③は柱基部側のダンパーしか降伏しなかったが、①と②は柱上部・基部の両方でダンパーの降伏が確認された。梁部より柱上部が先に降伏するモデルならば、直線でも効果があると考えられるが、柱上部を湾曲状にすることで、梁と柱上部のどちらが降伏するモデルでも利用できる形状となる。また、この橋脚は柱基部に作用する曲げモーメントが大きかったため、柱基部は湾曲状ではなく、直線でも十分塑性させることができた。

4.2.2 正負交番载荷

図-6に荷重-部材角関係から算出した等価粘性減衰定数を示す。部材角が3/1000程度までは無補強時の減衰性能が最も高いが、部材角が3/1000以降になるとダンパーを取り付けることで減衰性能が高くなった。ダンパーを取り付けると剛性および強度が上がり、柱自体の塑性が起りにくくなるので最初の部材角では減衰性能が低かったが、部材角が大きくなると、次第にダンパーの降伏が起り始めるので、少しずつ減衰性能が高くなった。①と②から、湾曲状の方が直線よりも塑性化しやすいので、部材角が小さい時は、湾曲状の多い①の方が②よりも少し減衰性能が大きい。部材角が大きくなると、同程度の減衰性能となっている。③は柱上部側に取り付け

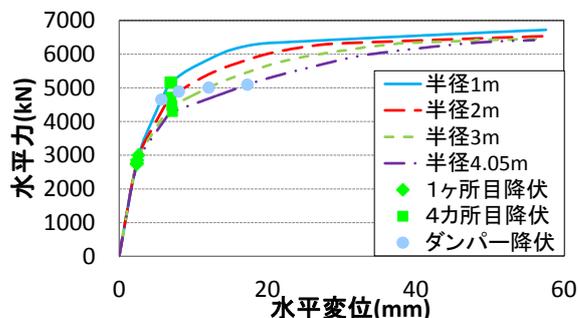


図-4 水平力-水平変位関係

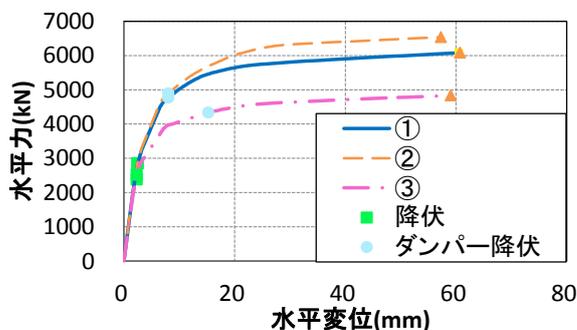


図-5 水平力-水平変位関係

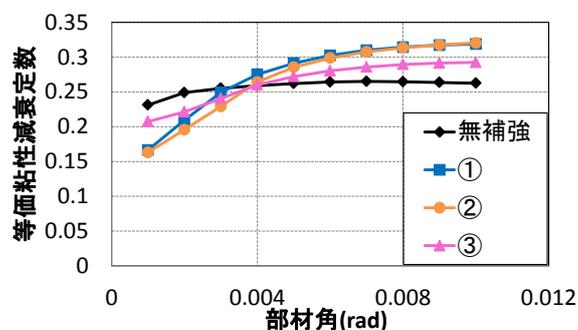


図-6 等価粘性減衰定数

たダンパーは降伏していないので、他の形状よりも部材角が大きい時の減衰性能が小さくなっている。

5.まとめ

湾曲状鋼製ダンパーの配置や形状の違いによる補強効果を解析により検討した結果、柱上部に取り付けるダンパーは湾曲状にすることで、梁・柱どちらが先に降伏しても補強効果が期待できる。また、本補強モデルにおいては、柱基部に取り付けるダンパー形状は直線でも湾曲でも効果に大きな違いが見られず、減衰性能に重点を置く場合は湾曲状、高架下のスペース確保や剛性に重点を置く場合は直線が適している結果となった。

参考文献

- 1) 小谷, 大木, 角掛, 大内: 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, 年次学術講演会講演概要集 第I部門, pp.707-708, 2011
- 2) 社団法人 日本道路協会: 道路橋の耐震設計に関する資料, 1997