

方杖型ダンパー設置による既設鋼製ラーメン橋脚の橋軸直角方向耐震性能向上の効果

岐阜大学 正会員 ○木下 幸治

1. はじめに

都市内高速道路の多くを支える既設鋼製ラーメン橋脚において大地震後の復旧に多大な時間を要し、都市の機能損失ならびに経済の損失が発生することがないように、構造物自体に発生する損傷を低減するといった耐震性能向上が求められている。

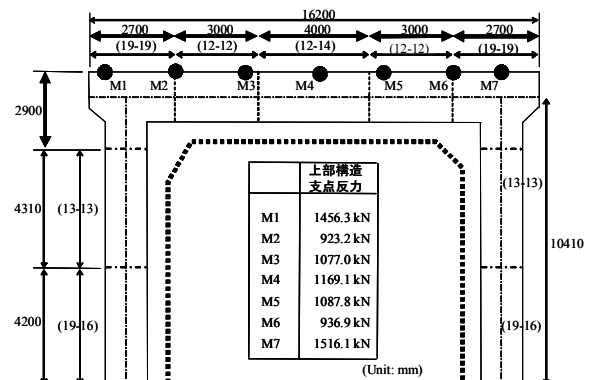
著者はこれまでの研究でいくつかの橋脚形状を有する既設の円柱鋼製ラーメン橋脚の耐震性能と従来の耐震補強である橋脚へのコンクリート充填の効果¹⁾、地盤条件の影響や上部構造の影響²⁾について解析的に検討し、コンクリート充填による補強を行った場合には軽微な損傷に留まること¹⁾、地盤条件ならびに上部構造が橋軸直角方向の地震応答に及ぼす影響は小さいこと²⁾を示してきている。しかし、いまだ構造物自体には損傷が発生しており復旧性の観点からはさらなる耐震性能向上が必要と考えられる。一方、都市内の既設鋼製ラーメン橋脚は一般道上方に建設されていることが多いため建築限界の観点から補強部材等を適用する上での課題も多い。

本研究では建築限界の厳しい既設鋼製ラーメン橋脚においても設置が比較的可能と考えられる方杖型制震ダンパーを考え³⁾、それによる耐震性能向上効果を明らかにすることを目的とし、既設鋼製ラーメン橋脚を対象とした FEM を用いた地震応答解析を実施した。

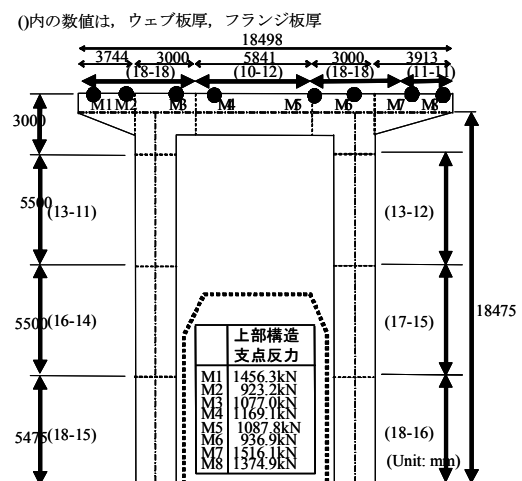
2. 対象橋脚および解析について

対象とする橋脚の形式および寸法の詳細を図-1に示す。2つの実在橋脚を解析対象とした。対象とする橋脚の大規模地震時挙動は既往の研究で橋脚 A は橋脚基部、橋脚 B は橋脚基部およびはりと隅角部との間にある断面変化部が主な損傷箇所であることが示されている。

解析では方杖型ダンパーの有無、ならびにダンパー剛性を剛なものを含め3種類に変化させた。なお、方杖型ダンパーには明確な設計法がいまだないこと



(a) 橋脚A



(b) 橋脚B

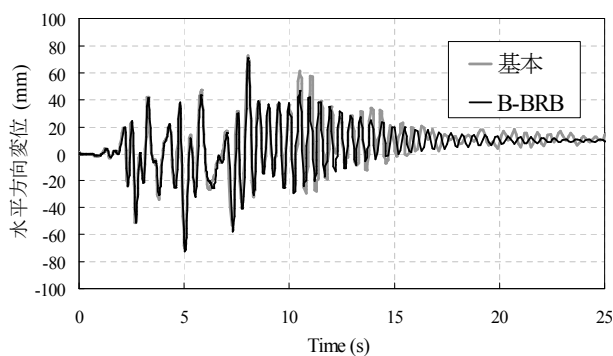
図-1 対象橋脚

から³⁾、ブレース型の制震ダンパー設置に対するエネルギー一定則を利用した簡易設計法⁴⁾を参考にブレース型のダンパーの剛性の半分程度と仮定し、これを基準としていくつか剛性を変化させた。

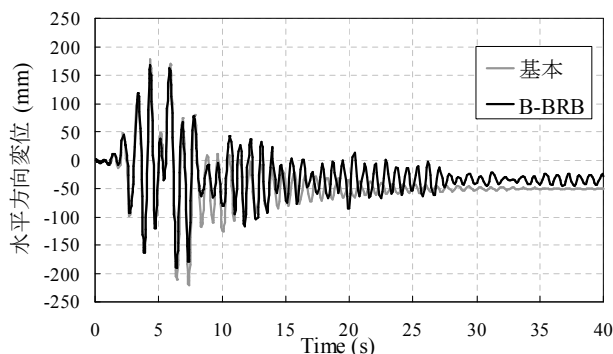
橋脚の解析モデルはビーム要素、シェル要素を用いて作成し、対称鉛直面に対称条件を設定した。方杖型ダンパーはトラス要素でモデル化した。なお、ダンパーと主構造物との定着部は制震ダンパーに変形を集中させるために主構造物の板厚を増加し十分な剛性を確保している。材料構成則はシェル要素ならびにトラス要素に対して鋼材の引張り試験結果から得られた応力-ひずみ関係の多曲線近似の複合硬化則を用い、梁要素に対しては弾性係数の 1/100 の 2 次勾配を有するバイリニア型の応力-ひずみ関係を

キーワード：既設鋼製ラーメン橋脚，座屈拘束ブレース，方杖型ダンパー

連絡先：〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部 社会基盤工学科 TEL：058-293-2414



(a) 橋脚A



(b) 橋脚B

図-2 はり中央点水平変位の時刻暦
(JR鷹取観測波形)

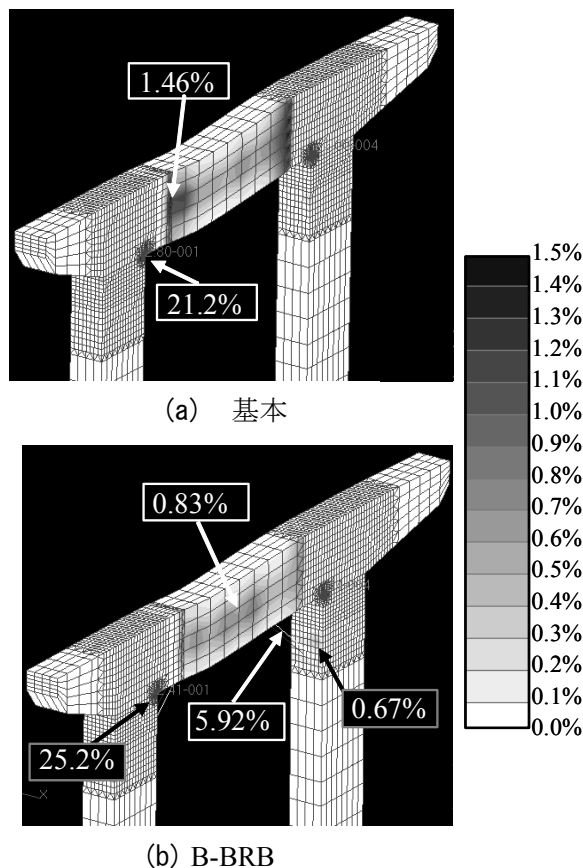
用いた。

解析コードには ABAQUS を用いた。動的解析は直接積分法により行った。入力地震波として JR 鷹取および神戸海洋気象台で観測された 2 種類の加速度波形の東西成分および鉛直成分を使用した。

3. 地震応答解析結果

図-2 に各橋脚のはり中央点の水平方向変位の時刻暦を示す。図中には方杖型ダンパーを設置していない“基本”モデルと設置した“B-BRB”モデルを示している。図より橋脚 A では方杖型の制震ダンパー設置による最大応答変位ならびに残留変位の改善が殆ど見られなかった。一方、橋脚 B では方杖型の制震ダンパー設置による最大応答変位および残留変位の改善が見られた。

ここで解析終了時の橋脚 B の変形および塑性ひずみの絶対値の分布を図-3 に示す。図より方杖型の制震ダンパー設置した B-BRB モデルでははりにおける塑性ひずみが基本モデルと比べ 40% 程度減少していることがわかる。従って、橋脚 B のような橋脚基部とはりにおいて塑性化が発生する鋼製ラーメン橋脚

図-3 解析終了時の変形図および
塑性ひずみ分布図

に対しては方杖型の制震ダンパーを設置することにより、はりの塑性ひずみを減少し最大応答変位ならびに残留変位の低減できる可能性があると言える。

4. 結論

方杖型の制震ダンパーの設置による耐震性能向上の効果は既設鋼製ラーメン橋脚の損傷状況により異なる。橋脚基部とはりにおいて塑性化が発生する場合、方杖型の制震ダンパー設置によるはりに発生する塑性ひずみの低減により、応答変位および地震後の残留変形の低減の効果が期待できる。

参考文献

- 1) 木下ら：円柱を有する既設鋼製ラーメン橋脚の耐震性能に関する検討，土木学会論文集 A，Vol.64，No.3，2008.7.
- 2) 木下幸治：Seismic performance evaluation of steel bridge frame piers with circular columns，東京工業大学博士学位論文，2009.4.
- 3) 鬼木ら：鋼製ラーメン橋脚の補強に関する解析的研究，土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集，2004.
- 4) 宇佐美ら：座屈拘束ブレースを用いた制震ダンパーの簡易設計法に関する基礎的研究，地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，第 6 回