

すべり系支承と制震ダンパーを用いた既設橋の地震被害軽減策に関する基礎的検討

(独) 土木研究所 正会員 ○崔 準祐
 (独) 土木研究所 正会員 星隈 順一
 (独) 土木研究所 正会員 張 広鋒

1. はじめに

既設の跨線橋や跨道橋では、2～3 径間の単純桁構造の橋が適用されているケースが多いが、桁下空間の建築限界等の厳しい制約条件により、設計、施工の両面から、橋脚やその基礎に対する耐震補強が現実的に不可能な場合が少なくない。このような特殊な条件下においては、下部構造は補強しないことを前提として考え、橋脚には水平地震力が基本的に作用しないような構造形式に変更するという考え方が有効になると考えられる。そこで、本研究では、全水平方向に可動可能なすべり系支承と制震ダンパーを用いた既設橋の地震被害軽減策を提案し、解析による基礎的検討を行った。

2. 橋脚に作用する地震力の軽減策

本検討では、L2 地震動に対して橋脚の耐震補強が必要な2 径間単純鋼板桁橋(図-1)を想定し、橋脚に作用する地震力の軽減策として、既存の固定・可動支承の代わりに低摩擦力を有するすべり系支承に置き換える方法を用いた。すべり系支承を採用すると橋脚に伝達される地震力の軽減は期待できるが、一方で上部構造と橋台間で相対変位が大きく生じ桁端部の衝突等が懸念される。そこで、ここでは橋台の耐力に配慮しながら桁端部に制震ダンパーを設置し、ダンパーのエネルギー吸収により、桁端部に生じる相対変位の抑制を図ることとした。対象橋梁と提案する地震力軽減策のイメージを図-2 に示す。

本対策の特徴として、橋軸直角方向に対しても地震力を軽減させることを目的とし、水平方向に対し全方向可動可能なすべり系支承を採用し、2 径間の上部構造が一体化となって挙動をするよう中間橋脚上の桁端同士を連結する構造とした。制震ダンパーは、橋軸方向に対してはシリンダー系ダンパーを、橋軸直角方向に対してはせん断降伏系ダンパーを用いた。

3. 解析条件および解析ケース

上部構造、橋脚、橋台に対しては梁要素、支承、制震ダンパー、基礎に対してはバネ要素で3次元モデルを作成した。すべり系支承に対しては、摩擦係数 0.02 を有するものを採用し、摩擦力を超えるとすべり出すような非線形特性を有すると仮定した。また、制震ダンパーに対しては、ダンパーの抵抗特性を考慮したバイリニアモデルでモデル化を行った(図-3)。ここで、制震ダンパーの抵抗力は橋台の水平耐力の範囲内で設定することを基本とした。解析条件として、入力地震波は道示標準波のタイプⅡ(Ⅱ種地盤)を用い、減衰は要素別 Rayleigh により評価した。解析ケースとしては、対象橋梁の現況解析、すべり系支承のみ用いたモデルの解析、すべり系支承と制震ダンパーを用いたモデルの解析の3 ケースとし、それぞれの応答結果に対し比較した。

キーワード すべり系支承、制震ダンパー、道路橋、地震応答解析

連絡先 〒305-0816 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

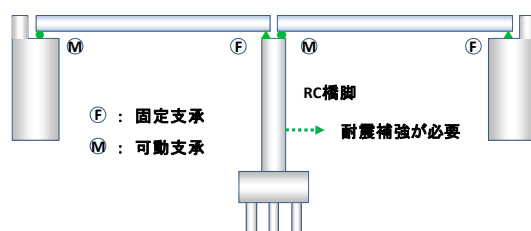


図-1 対象橋梁（現況）

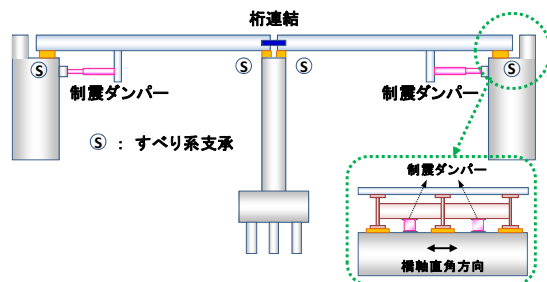
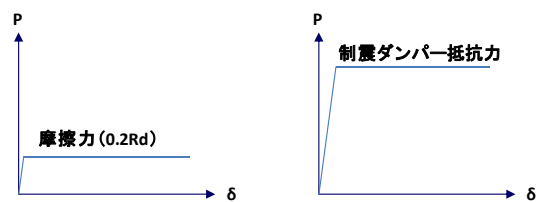


図-2 対象橋梁の地震力軽減策のイメージ



(a) すべり系支承 (b) 制震ダンパー

図-3 すべり系支承と制震ダンパーの解析モデル

4. 解析結果

図-4、図-5 は、橋軸方向、橋軸直角方向加震時の橋脚最大曲げモーメントおよび橋脚基部の $M-\phi$ 履歴を検討ケースごとにそれぞれプロットしたものである。すべり系支承を採用したケースでは、橋軸方向加震で橋脚基部の最大曲げモーメントが降伏曲げモーメントを若干超えているものの、現況モデルに比べ橋脚の塑性化が橋軸方向、橋軸直角方向ともに大きく減少していることがわかる。すべり系支承を用いたことで、上部構造の地震力を下部構造に伝えない結果となり、橋脚に作用する上部構造の地震時慣性力を大きく軽減することが可能であることが確認できた。また、すべり系支承に制震ダンパーを設置したケースでは、橋軸直角方向加震の場合橋脚の最大曲げモーメントがすべり系支承のみを設置したケースに比べ、若干大きくなっている。これは、桁連結により上部構造の面外挙動の変化に起因し、橋脚の曲げモーメントに影響を与えたものと考えられるが、橋脚の応答値の変化は小さくなく、現況モデルより応答値が小さく評価されている。

また、桁端部における支承部相対変位の時刻歴を図-6、図-7 に示す。すべり系支承のみ用いたモデルでは、橋軸方向加震の場合最大 0.51m、橋軸直角方向加震の場合最大 0.34m の相対変位が生じているが、すべり系支承と制震ダンパーを用いたモデルでは、橋軸方向加震の場合最大 0.13m、橋軸直角方向加震で 0.03m と、桁端部の相対変位が大幅に減少する結果となった。制震ダンパーを用いることにより、桁端部に生じる相対変位を抑制することが可能であることが確認できた。

5. まとめ

以上よりすべり系支承と制震ダンパーの採用により橋脚に作用する地震力の軽減が可能であり、跨線橋や跨道橋の橋脚の耐震補強が困難な場合、こうしたすべり系支承と制震ダンパーを組み合わせる方法は地震被害を軽減させる対策として有効であると考えられる。ただし、すべり系支承のモデル化が橋梁全体系に与える影響や制震ダンパーの採用による橋台に加わる地震力等についても詳細な検討が必要である。

参考文献

- 1) 岡田太賀雄, 運上茂樹: すべり支承とダンパーを用いた橋梁模型の振動台実験及び解析的検討, 第 11 回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, 2008. 1

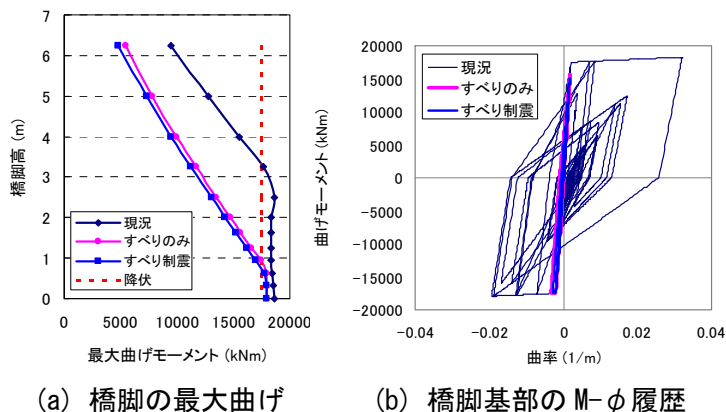


図-4 橋脚の応答結果 (橋軸方向加震)

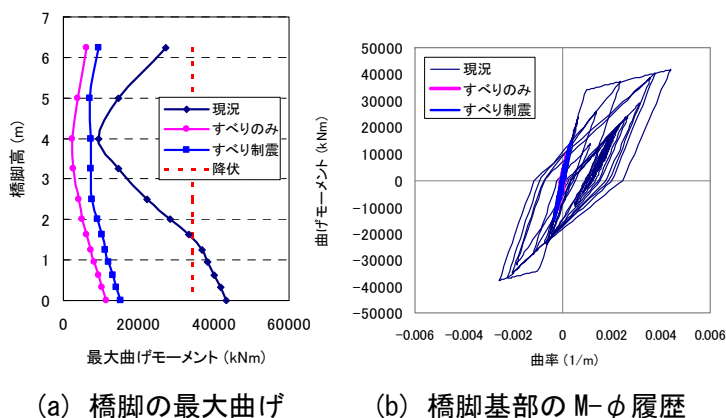


図-5 橋脚の応答結果 (橋軸直角方向加震)

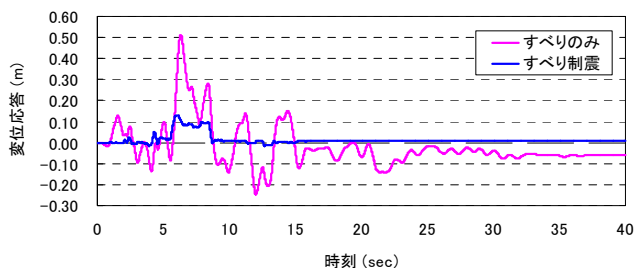


図-6 桁端部の支承部相対変位 (橋軸方向加震)

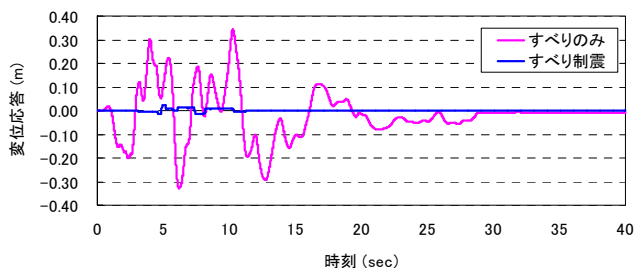


図-7 桁端部の支承部相対変位 (橋軸直角方向加震)