

曲線桁橋を含む高架橋の橋軸および橋軸直角方向に対する制震法に関する一検討

摂南大学 正会員 頭井 洋 近代設計 正会員 ○水野 哲人
 関東学院大学 正会員 田中 賢太郎 大阪市立大学 正会員 松村 政秀
 関東学院大学 正会員 北原 武嗣 川金コアテック 正会員 吉田 雅彦

1. はじめに

著者らは、大地震に対する制震装置として鋼板を半円筒状に曲げ加工したエネルギー吸収型制震部材¹⁾(以下、鋼製ベローズ)を用いた高架橋の制震性能向上方法について研究を進めている。鋼製ベローズは橋軸方向に対し高い制震性能を有し、橋軸直角方向についても変形追随性がある。しかし、直角方向は軸方向の1/3~1/2程度のエネルギー吸収しか期待できず制震効果は十分でない場合もある。本文では、橋軸方向用ベローズに加え橋軸直角方向用ベローズを併用した場合の曲線桁橋を含む高架橋の制震効果について検討する。

2. 対象とする高架橋モデル

本研究で用いる対象橋梁の形式は、直線桁および曲率半径一定の曲線桁の3径間連続桁橋である。1支間長を30mとした。図-1は対象橋梁の側面図を示す。A1およびA2は橋台を示し、P1およびP2は中間橋脚を示す。曲線桁橋の道路線形は一般にクロソイド曲線部を含むが、本研究では、その一部の一定な曲率半径($R=250$ m)を有する円弧部のみに着目する。上部構造は、4本主桁のプレートガーダー橋とする。床版とI桁とは合成構造とする。1径間当たりの死荷重は、3000kNとした。解析では、床版とI桁は一体構造として、1本のはり要素でモデル化する。断面2次モーメントおよびねじり剛性は、床版を含めI桁と中立軸との位置関係を考慮して計算している。

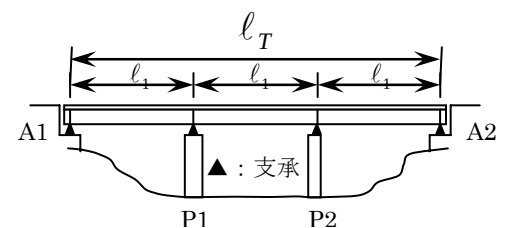


図-1 対象橋梁の側面図

橋脚は、高さ10mの単柱式RC橋脚とし、震度法レベルの耐力を有する断面と保耐法レベルの耐力を有する計2種の断面を簡易設計法により求める。鋼製ベローズを用いない基本ケースの支承は、免震支承とし、変位制御型の免震支承の設計法²⁾に基づいた設計プログラムを用いて求める。免震支承の降伏強度と橋脚の降伏強度の比は0.2~0.4とし、目標周期は1.8程度、支承の相対変位の目標値は0.3m程度を目安とした。鋼製ベローズを用いる場合はゴム支承とする。

3. 曲線桁橋を含む高架橋の制震法に関する検討

鋼製ベローズを桁連結装置として用いる場合、橋軸方向に対し十分な制震効果を有する。橋軸直角方向のベローズ降伏強度は、橋軸方向の降伏強度の半分以下になる。そこで、橋軸直角方向の制震効果が不足する場合、図-2に設置例の1例を示すように、90度回転させたベローズにより、橋台あるいは橋脚と桁とを連結する制震法を併用する方法が考えられる。本文では、曲線桁橋のような応答特性が複雑なケースも含め、橋軸方向と橋軸直角方向の水平2方向の制震性能の向上法に関して検討を行う。ベローズの制震効果を発揮するには、伸縮継手は、レベル2地震動に対して、桁の変形を拘束しないことが前提となる。レベル2地震動に対し橋軸方向および橋軸直角方向の両方の桁変形を拘束しない伸縮継手として、大きな遊間を有するゴム系ジョイントや遊間は小さいがより廉価なRSジョイントなどが実用化されている。

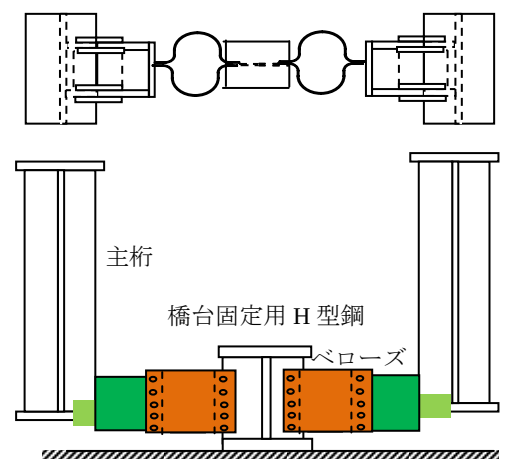


図-2 橋軸直角方向のベローズ
(主桁下フランジ結合)

キーワード 曲線桁橋 エネルギー吸収型桁連結装置 鋼製ベローズ

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17-8 摂南大学 理工学部 TEL 072-839-9119

伸縮継手として、橋軸方向および橋軸直角方向ともに $\pm 40\text{mm}$ までの桁変位に対応できる RS ジョイントや、 $\pm 20\text{cm}$ 程度の桁変位に対応できるゴム系ジョイント(以下、WF ジョイント)を用いることを想定する。ベローズは、鋼材の降伏点や円筒部半径、板厚などを変化させることにより、剛性や降伏強度を広い範囲で調整できる。RS ジョイントなど伸縮継手の遊間が小さい場合、高剛性・高降伏強度のベローズが必要になり、橋軸方向に常時固定となり、桁の片端のみの設置となる。大きな遊間を有するゴム系ジョイントでは、中低剛性・中低降伏強度のベローズを桁両端に設置でき、地震時の検討に加え、温度伸縮に対する検討が必要になる。

図-3 は、WF ジョイントの使用を想定した場合の震度法レベルの橋脚と保耐法レベルの橋脚とでベローズ有無による曲線桁橋の橋軸直角方向応答値の差を比較したものである。記号 H は橋脚高さを、K は橋脚が有する降伏強度を水平震度換算で示している。水平 2 方向の 2 波同時入力として JR 鷹取駅の観測波の NS 波を 135° 方向に入力した場合の結果である。(a)は上部構造変位、(b)は、中間橋脚変位、(c)は橋台および橋脚に作用する最大荷重を示す。縦軸に変位および最大荷重をとり、横軸に橋脚位置をとる。凡例は(b)に示すように、色でベローズの有無を表し、塗潰しと白抜きで計算ケースを表す。図-3(a)より、ベローズを設置することにより直線桁橋と同様に上部構造変位および中間橋脚変位を大幅に小さくすることができた。しかし、WF1 は、桁間ベローズのみしか設置していないため、橋台上での上部構造変位を目標変位(伸縮継手の許容遊間)以内に収めることは困難である。一方、WF2 は、桁間ベローズに加え橋軸直角方向にもベローズを設置しているため、目標変位以内に収めることができている。

図-3(b)(c)より、中間橋脚の応答変位や作用力も低減することができている。一方、橋台は、上部構造の慣性力を受持つ割合が増大していることがわかる。その傾向は左右の橋台で異なる。これは地震波の入力方向にも大きく影響されるが、特に曲線桁橋であることが原因であると考えられる。

4. まとめ

鋼製ベローズを制震装置として橋軸方向に加え橋軸直角方向にも併用することにより、橋軸方向に加え橋軸直角方向にも十分な制震効果が期待できることが確認できた。現在、鋼製ベローズの低サイクル疲労試験や水平2軸同時載荷実験などを計画実施中である。

謝辞

本研究の一部は文部省科学研究費補助金(課題番号: 20246077 研究代表者: 北田俊行)の補助を得た。ここに記して謝意を表す。また、討議していただいた共同研究者各位にも感謝します。

参考文献

- 1) 頭井 洋 他: エネルギー吸収型桁連結装置の鋼連続桁橋への適用, 鋼構造論文集, Vol.8, No.31, 日本鋼構造協会, pp.107-117, 2001,9
- 2) 松田泰治 他: 変位制御型の道路橋の免震設計法に関する一考察, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.907-916, 2000,3
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 耐震設計編平成8年度 12 月

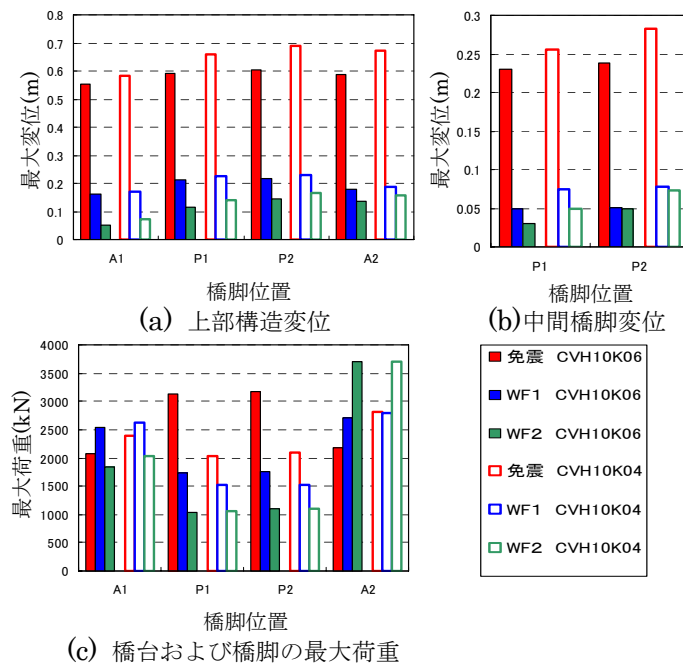


図-3 橋軸直角方向応答値のベローズ有無の比較(CVH10K06, CVH10K04)