

鋼製ペローズを用いた半剛結桁連結による水平2方向地震を受ける高架桁橋の制震性能向上法

摂南大学 正会員 頭井 洋
大阪市立大学 正会員 松村 政秀
川金コアテック 正会員 吉田 雅彦

関東学院大学 正会員 田中 賢太郎
高田機工株式会社 正会員 佐合 大
大阪市立大学 学生会員○津元 辰哉

1. はじめに 免震・制振設計にしたがう高架橋の耐震設計では、地震時の桁端部の衝突や部材同士の干渉、例えば、伸縮装置により上部構造の移動拘束を受ける場合には、レベル2地震動に対する橋梁の安全性の低下が懸念される。そこで、本研究では、桁端部の衝突力および履歴減衰による作用慣性力の低減を図るべく、桁間あるいは桁-橋台間に制振装置を設置して、地震時の上部構造の応答変位を伸縮装置の許容変位以内に抑え、橋梁全体の地震安全性を確保できるような制振設計手法の適用可能性を数値解析により検討している。

2. 半剛結桁連結部材として鋼製ペローズを用いる制振設計コンセプト

制震装置には、安価かつ簡単な構造で安定したエネルギー吸収性能が期待できる鋼製ペローズ¹⁾を用い、上部構造間あるいは桁-橋台間を半剛結に連結する。伸縮装置には、橋軸・橋軸直角方向に可動なRSジョイント(許容変位は、橋軸・橋軸直角方向ともに4cm)およびワンダーフレックスジョイント(以下、WFジョイントとする。許容変位は、橋軸方向に20cm程度、橋軸直角方向に15cm)の2種類を想定する。このとき、常時の桁の温度伸縮量を考慮したうえで、レベル2地震時の桁移動量が伸縮装置の許容変位内となるように、各伸縮装置の性能に応じた鋼製ペローズを設計し、図-1(ケースAあるいはB)および図-2に示すように設置する。

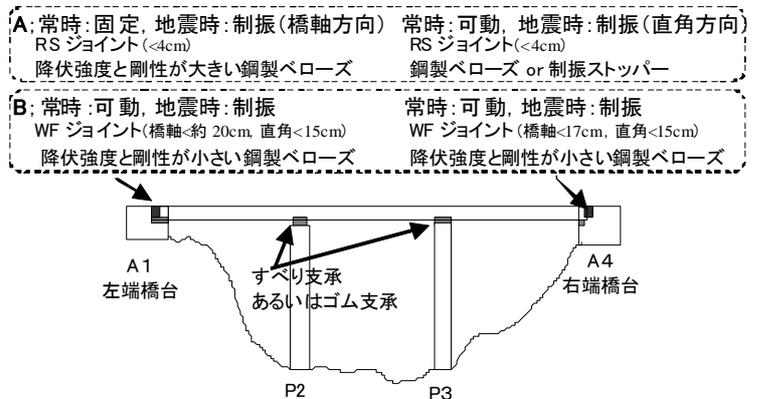
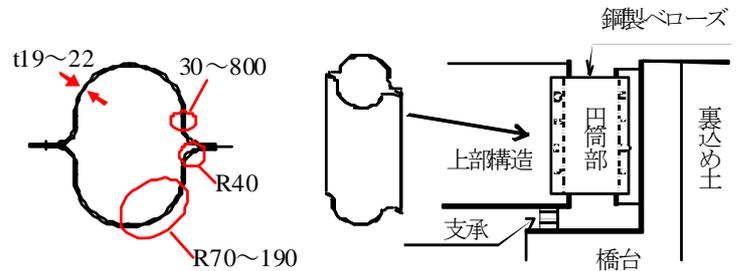


図-1 鋼製ペローズと伸縮装置との組み合わせ



(a)断面図(単位:mm) (b)鋼製ペローズによる連結

図-2 橋台への鋼製ペローズの設置

3. 鋼製ペローズの適用性に関する動的解析

3.1 対象モデルの諸元

支間長 30mで両端を橋台に挟まれた4本主桁3径間連続の免震直線橋

H10K06 (H10は橋脚高さ10m, K06は震度換算強度0.6であることを示す)を基本モデルとする。橋脚はRC橋脚であり、地震時保有水平耐力法レベルの耐力を有する(図-3)。橋台は固定(十分な強度と剛性)とする。なお、上部構造の1径間分の総死荷重は3000kNであり、制震装置を用いる場合には安価なゴム支承と併用する。2次元動的解析プログラムを用いて基本モデル(免震支承のみ)と制震装置とゴム支承とを併用したケースに、道路橋示方書²⁾に示される標準地震波(JR鷹取NS, EW)をそれぞれ、橋軸・橋軸直角の2方向に入力し応答を比較・検討する。

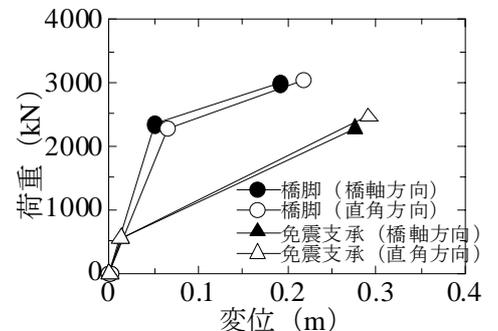


図-3 橋脚・免震支承の荷重-変位関係(基本モデル)

キーワード 桁連結, 鋼製ペローズ, 制振, 高架橋, 設計法

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 TEL06-6605-2765

3.2 解析結果

a) 連続桁モデル 図-4～

図-6)には、上部構造および橋脚・橋台の最大応答変位、最大作用力を示す。連続桁基本モデルの場合には50cm程度の応答変位が生じた。試行の結果、連続桁モデルに鋼製ベローズおよび伸縮継手にRSジョイントを用いる場合には、高剛性・高強度の鋼製ベローズを橋台A1に設置し、橋台A4には橋軸直角方向にせん断パネルを設置する(図-1のケースA)と、上部構造変位をRSジョイントの許容変位(4cm)以下に低減することが可能である。

ただし、図-6に示すように、鋼製ベローズを設置する橋

台A1への作用力が大きくなるため、既設橋への適用にはパラペットの補強が必要となる場合もある。一方、伸縮継手にWFジョイントを用いる場合には、中剛性・中強度の鋼製ベローズを両端の橋台に設置する(図-1のケースB)と、上部構造変位および橋台への作用力の低減が図ることができる。さらに、両端の橋台に橋軸直角方向用の鋼製ベローズも設置すると、橋軸・橋軸直角方向ともに上部構造変位を低減することが可能であった。なお、常時の桁の温度変化による桁の繰返し伸縮を考慮すると、降伏変位の大きい鋼製ベローズの採用が有利である。

b) 単純桁モデル 連続桁を3径間の単純桁へと変更した免震橋モデルでは、各桁が独立に変位し橋軸方向で16cm、橋軸直角方向で約25cmの最大変位が生じる。しかし、RSジョイント・WFジョイントのどちらを用いる場合においてもほぼ全ての桁端部に鋼製ベローズを設置すると制震できることがわかった。

4. まとめ 本研究では、安価な制振装置として、鋼製ベローズを用いて桁間や桁-橋台間を半剛結に連結する制振設計コンセプトを述べ、水平2方向の地震入力に対する制震効果および提案手法の有効性を数値解析により検討した。その結果、免震支承のみを用いる場合に比べて、鋼製ベローズとゴム支承とを用いる方法では橋軸・橋軸直角方向ともに上部構造や橋脚の応答変位を低減することが可能であることを示した。鋼製ベローズをRSジョイントやWFジョイントなどのように、地震時に生じる伸縮量を許容できる伸縮継手と併用することにより、レベル2地震時の伸縮装置による干渉や移動拘束を最小ならしめ、地震安全性を保証する上で有利な高架橋の設計が可能である。本設計手法の既設の桁端部および橋台への設置方法や温度伸縮による繰返し変位の影響については今後検討を進める必要がある。

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) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V.耐震設計編，1996.12.

謝辞 本研究の実施には科学研究費補助金(課題番号：20246077，大阪市立大学・北田俊行)の補助を得た。

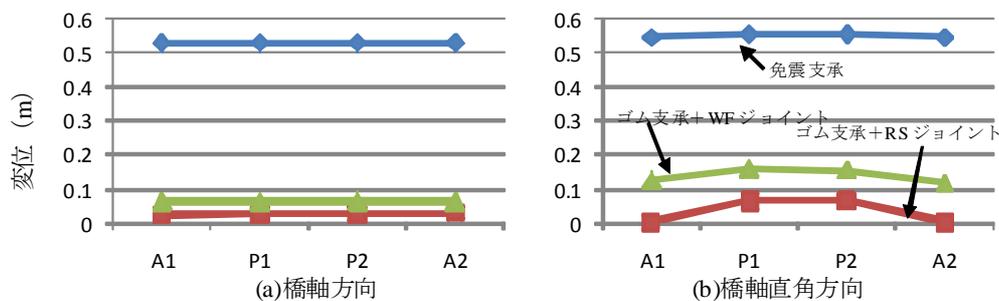


図-4 上部構造の最大応答変位

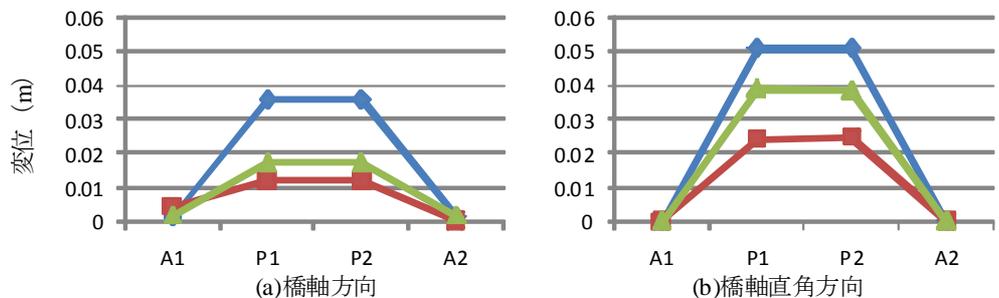


図-5 橋脚・橋台の最大応答変位

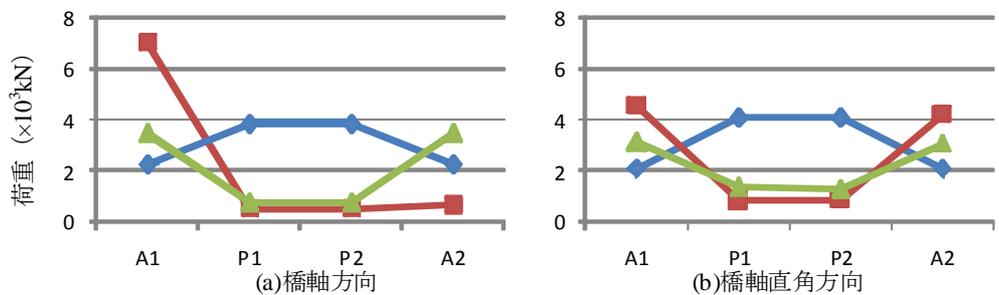


図-6 橋脚・橋台への最大作用力