

# エネルギー吸収型落橋防止構造の鋼連続桁橋への適用化の検討

摂南大学大学院 学生員 濱野涼子 摂南大学工学部 正会員 頭井 洋  
(株)コベルコ科研 正会員 大谷 修 (株)神戸製鋼所 正会員 岡本安弘

## 1. はじめに

著者らは、単純鋼桁の落橋防止構造として、鋼製ペローズを用いる研究<sup>1)</sup>により、鋼製ペローズの有効性を示した。

本研究では、鋼3径間連続橋を対象に、大地震を受けた場合の鋼製ペローズの有効性を検討する。本橋では、支承として反力分散型ゴム支承を用い、従来のケーブル型の落橋装置の代わりに、橋の両端の橋台と上部構造間に鋼製ペローズを配置した。これらのゴム支承および鋼製ペローズの諸元については、等価線形化法による設計で決定している。本報では、鋼製ペローズのある場合と無い場合の両方について、また非線形および等価線形化法の地震応答解析を行い、それらの比較検討を行った結果について報告する。

## 2. 解析モデル

今回の解析では、支間長 32.850+39.000+32.850m の鋼3径間連続橋を対象とした。中間橋脚は鋼製T型単柱橋脚とし降伏変位は0.07m程度とした。上部構造は非合成のビルトアップH部材とした。支承にはHDR401の積層ゴム支承を用いた。用いた上部構造モデルの主要諸元を表1に示す。本文では、橋軸方向のみに着目し、2次元の設計を行った。

非線形地震応答解析を行う場合は、橋脚とゴム支承および鋼製ペローズの剛性はバイリニアで表現し、履歴型の復元力特性を用いた。

## 3. エネルギー一定則に基づく従来法(等価線形解析)

反力分散型ゴム支承のみを用いる場合はゴム支承の減衰を無視し、橋脚の応答塑性率による設計水平震度の低減を行った。鋼製ペローズを用いる場合は橋脚を塑性させないことを前提とし、減衰定数に

表1 上部構造の主要諸元

項目	単位	値
床版舗装死荷重	tonf	956
鋼主桁横桁等死荷重	tonf	252
その他死荷重	tonf	112
合計死荷重	tonf	1320
鋼主桁腹板高さ	m	1.7
鋼主桁1本当り断面積	m <sup>2</sup>	0.0496
鋼主桁1本当り断面 2次モーメント	m <sup>4</sup>	0.0234

よる設計水平震度の低減のみを行った。

表計算ソフト(EXCEL)のマクロ機能を用いて、上述の設計法によりゴム支承や鋼製ペローズの諸元を設計した。最初、上部構造や橋脚の変位を仮定し、ゴム支承や橋脚の非線形を考慮して、等価な線形剛性を求め、基本周期を計算した。震度法およびレベル2のタイプ、タイプの各応答スペクトルから水平震度を求め、対応する地震力より上部構造変位を計算した。そして、仮定した変位との差が10%以内に収まるまで計算を繰り返した。

そのようにして得られた結果を表2に示す。表2より、上部構造変位はゴム支承のみの場合と比べて、鋼製ペローズを用いることによって、大きく低減することがわかる。さらに、橋脚の変位はゴム支承のみでは大きな塑性変形を生じるが、鋼製ペローズを用いることにより弾性範囲内に収めることができた。

表2 等価線形解析結果 (レベル2、タイプ)

	上部構造変位(m)	橋脚変位(m)
ゴム支承のみ	0.267	0.175
鋼製ペローズ有り	0.115	0.065

## 4. 地震応答解析

ここでは、等価線形化モデルと非線形モデルによる地震応答解析を行い、3章の結果と比較検討を行う。すべて、レベル2のタイプの地震波の入力結果である。ゴム支承のみの場合は、伸縮継手部で

キーワード：鋼製高架橋、反力分散ゴム支承、鋼製ペローズ、落橋防止構造、耐震設計

〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17番8号 摂南大学大学院工学研究科 TEL(072)839-9119

の遊間は温度伸縮のみを考えるので、伸縮継手が壊れることになるが、その影響は微小であるとして、解析では無視した。図 1 に等価線形化モデルによる上部構造および橋脚変位の応答波形を示し、表 3 に等価線形地震応答解析結果を示す。等価線形化モデルでのゴム支承のみの場合の上部構造変位は鋼製ペローズ有りの場合と比べて 3 倍程になる。鋼製ペローズを用いた場合、応答値はエネルギー一定則に基づく従来法の値よりも少し大きくなり、橋脚にはわずかではあるが塑性が生じた。

表 4 に非線形地震応答解析結果を示す。図 2 および図 3 にゴム支承のみの場合と鋼製ペローズ有りの場合の上部構造および橋脚変位の応答波形を示した。表 4 と図 2 より、ゴム支承のみでは橋脚に大きな塑性変形が生じ、残留変位もかなり残ることがわかる。表 4 と図 3 より、非線形解析の結果は、表 2 のエネルギー一定則に基づく従来法に比べ小さくなり、従来法は安全側になる。非線形解析の結果も鋼製ペローズを用いることにより、橋脚は弾性範囲内に収まっている。図 4 の鋼製ペローズの荷重変位履歴曲線から、鋼製ペローズに生じる最大相対変位は 0.1m を少し超える程度となる。大地震時には、反力分散型ゴム支承のみを用いた場合、伸縮継手は破壊させることになるが、鋼製ペローズを用いることによって、10~15cm 程度の遊間を確保できる伸縮継手を適用すれば、伸縮継手の破壊も避けることが可能になると考えられる。

表 3 等価線形地震応答解析結果

	上部構造変位(m)	橋脚変位(m)
ゴム支承のみ	0.38	0.25
鋼製ペローズ有り	0.12	0.08

表 4 非線形地震応答解析結果

	上部構造変位(m)	橋脚変位(m)
ゴム支承のみ	0.22	0.17
鋼製ペローズ有り	0.105	0.065

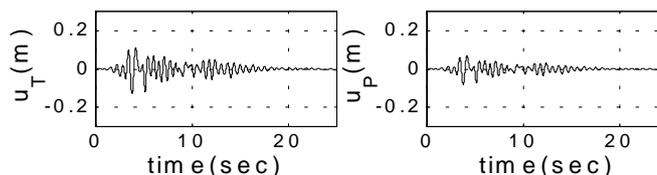


図 1 上部構造および橋脚変位の応答波形 (鋼製ペローズ有り、等価線形)

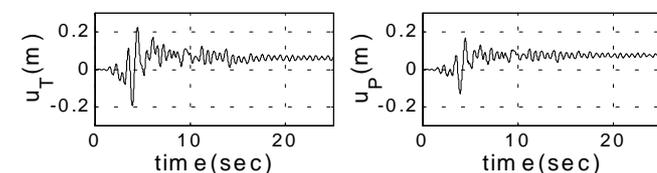


図 2 上部構造および橋脚変位の応答波形 (ゴム支承のみ、非線形)

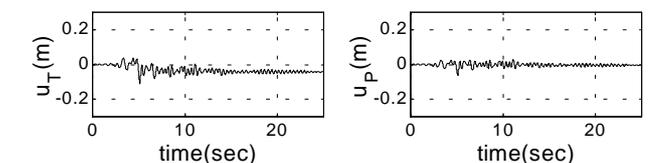


図 3 上部構造および橋脚変位の応答波形 (鋼製ペローズ有り、非線形)

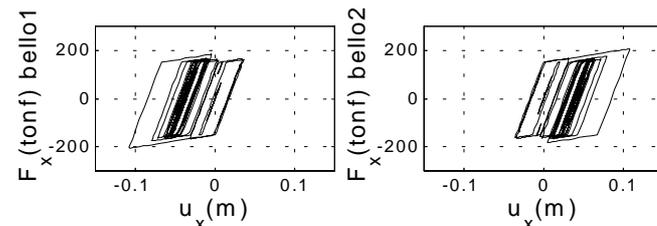


図 4 鋼製ペローズの荷重変位履歴曲線 (非線形)

## 5. 結論

本研究では、エネルギー吸収型の落橋防止構造を反力分散型支承の連続桁に適用し、その有効性を検討した。降伏耐力が全上部構造死荷重の 20% 程度の、比較的小さい鋼製ペローズを用いることにより、上部構造や橋脚に生じる水平変位を大きく抑えることができ、橋脚に伝わる地震力もかなり低減できることがわかった。これらの結果から、鋼製ペローズは大地震時に対する耐震設計の有効な装置になり得ると考えられる。

## 参考文献

- 1) 頭井洋・中野将志・大谷修・岡本 安弘：単純鋼桁・橋脚系のエネルギー吸収型落橋防止構造に関する一検討、JSSC 鋼構造論文集 Vol.6、No.24、pp55-64、1999
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書 耐震設計編、平成 8 年 12 月
- 3) ANSYS ユーザーエレメントマニュアル、1996 年 4 月