

制震部材を用いた橋脚基礎設計水平地震力低減法の一検討

関東学院大学 ○正会員 田中 賢太郎 摂南大学 正会員 頭井 洋
 大阪市立大学大学院 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

都市高架橋を対象にエネルギー吸収型桁連結装置として、鋼製ペローズに関する検討が行われている。鋼製ペローズは、これまで、レベル2地震動に対し制震装置として有効であることが示されている¹⁾。

現行の橋脚基礎の設計計算では、水平震度 $k=0.3$ で基本設計がなされている。レベル1地震動にも、エネルギー吸収性能を有する制震装置を用いて、設計水平震度を低減することができれば、経済性に優れた橋脚基礎になることが期待できる。

そこで本研究では、非線形時刻歴応答解析により、レベル1地震動に対して有効な鋼製ペローズを用いた場合について、橋脚基礎に生じる水平地震力の低減効果を検討する。

2. 橋梁全体系解析モデル

3径間連続鋼I桁橋(1径間あたりの重量4250kN)の橋梁全体系解析モデルを図-1に示す。図中、Ub1は上部構造(4本主桁)、P1、P2は高さ11mの橋脚、A1、A2は橋台、S1~S4は免震支承、Bel1、Bel2は鋼製ペローズを表している。また、橋脚、および免震支承の諸元を、それぞれ、表-1、表-2、表-3に示す。さらに、諸元およびモデル化の詳細は文献1)に示している。

鋼製ペローズの構造諸元は、レベル1地震波およびレベル2地震波を用いたパラメータ解析を行い、所要のエネルギー吸収性能が発揮できるように決定した。降伏耐力、一次剛性、および二次剛性を表-4に示す。

3. 非線形時刻歴応答解析による検討

前章で述べた鋼製ペローズの諸元を用いて、非線形時刻歴応答解析を行う。解析ケースは、表-5に示す。また、表-5に示すケース1(鋼製ペローズなし)に関しては、遊間が十分に大きく衝突現象は起きないものとした。

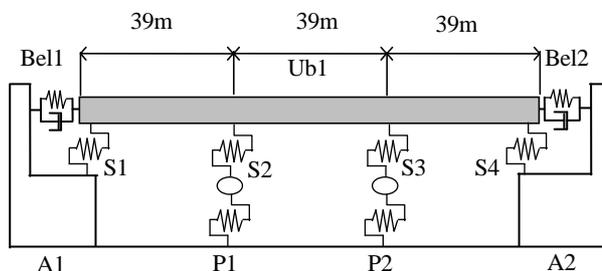


図-1 解析対象モデル (3径間連続I桁橋)

表-1 上部構造の諸元

幅員 (m)	9.00
1径間当りの上部構造重量 (kN)	4.25×10^3

表-2 橋脚の諸元

降伏耐力 (kN)	1.23×10^3
降伏変位 (m)	6.00×10^{-2}

表-3 免震支承の諸元 (鉛プラグ入りゴム支承)

	中間橋脚上	橋台上
降伏荷重 (kN)	4.25×10^2	2.13×10^2
降伏変位 (m)	2.80×10^{-2}	2.80×10^{-2}
一次剛性 (kN/m)	1.80×10^4	9.00×10^3
二次剛性 (kN/m)	2.77×10^3	1.39×10^3

表-4 鋼製ペローズ1つ当たりの諸元

	レベル2用	レベル1用
降伏耐力 (kN)	520	120
一次剛性 (kN/m)	2.60×10^4	2.40×10^4
二次剛性 (kN/m)	1.04×10^3	9.60×10^2

図-2にレベル1地震動の応答解析結果として、橋台上の支承S1、橋脚上の支承S2、および橋脚P1基礎に作用する最大荷重を示す。同様に、レベル2地震動の結果も図-3に示す。

キーワード エネルギー吸収型桁連結装置、鋼製ペローズ、水平地震力低減、橋脚基礎

連絡先 〒236-8501 神奈川県横浜市金沢区六浦東1-50-1 関東学院大学 工学部 TEL 045-786-7807

表-5 鋼製ベローズの組み合わせケース

解析ケース	鋼製ベローズの組み合わせ
ケース 1	鋼製ベローズなし
ケース 2	レベル2用ベローズのみ設置
ケース 3	レベル1用ベローズのみ設置
ケース 4	レベル2用+レベル1用ベローズ併用
ケース 5	レベル2用ベローズ×2設置
ケース 6	レベル1用ベローズ×2設置

図-2に示しているレベル1地震動の場合では、鋼製ベローズなしのケースと比較して、橋脚P1基礎に作用する最大荷重が、レベル1用ベローズのみを設置した場合、および、レベル2用ベローズのみを設置した場合では、約69%低下した。これは、レベル2ベローズの剛性が大きいのでレベル1地震動に対して上部構造変位を制したためである。レベル2用+レベル1用ベローズ併用のケースの場合が1番大きく低減できており、約81%の水平地震力が低減できている。これは、レベル2用ベローズの設置効果にレベル1用ベローズのエネルギー吸収効果が加わったため、低減効果が向上したと考えられる。

一方、レベル2地震動に対しては、図-3から、橋脚P1基礎に作用する最大荷重は、レベル1用ベローズのみを設置した場合、約10%、レベル1用ベローズ×2設置の場合でも、約27%程度の低減になった。これは、レベル1用ベローズの降伏強度が小さいので、十分なエネルギー吸収性能がなかったためである。レベル2用ベローズのみを設置した場合約45%の低下が見られる。すなわち、単独使用ではレベル2用ベローズの効果が高いことが分かる。レベル2用ベローズ×2設置したケースおよびレベル2用とレベル1用のベローズ併用したケースで、約55%の低下となり、こちらも併用したほうがエネルギー吸収効果を期待できることがわかった。

4. まとめ

今回、レベル1地震動に対しても効果のある鋼製ベローズを検討した。橋梁全体系の非線形時刻歴応答解析から、レベル1用ベローズとレベル2用ベローズを単独で設置するより、これらを併用した場合の方が最大荷重の低減効果が高くなることを確認できた。さら

に、レベル1用ベローズを設置することにより、レベル1地震動に対してもエネルギー吸収が期待できることがわかった。

今後、橋梁の耐震性能向上のために、橋梁基礎に作用する地震力を低減するための鋼製ベローズの設置方法に関して検討を行う予定である。

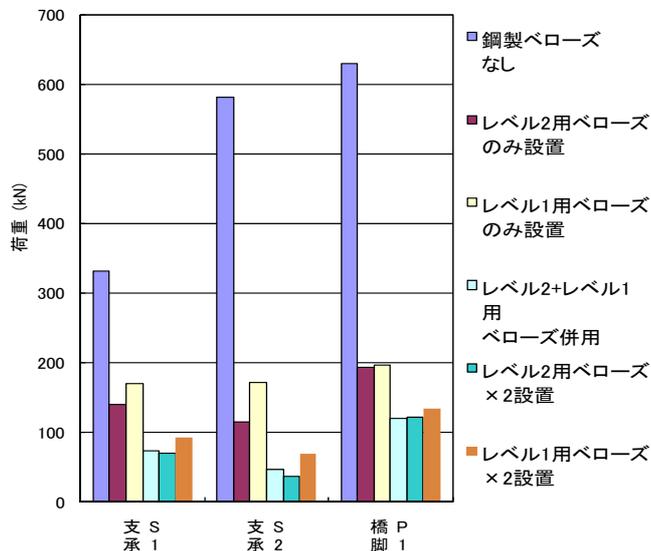


図-2 支承・橋脚基礎の最大荷重(レベル1地震動)

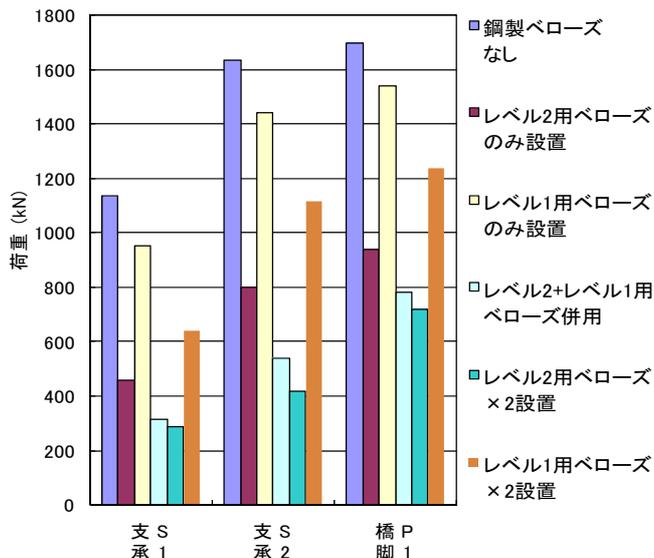


図-3 支承・橋脚基礎の最大荷重(レベル2地震動)

謝辞

本研究の一部は文部省科学研究費補助金・基盤研究(A) (研究代表者：北田俊行)，課題番号：20246077)の助成を受けた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) 田中 賢太郎・頭井 洋・北田 俊行・松村 政秀：橋軸直角方向の性能も考慮したエネルギー吸収型橋桁連結装置の制震効果について，鋼構造論文集，第12巻，第48号，日本鋼構造協会，pp. 77-88，2005. 12.