

下部構造への地震力を低減するエネルギー吸収装置の適用性に関する研究

摂南大学	正会員	○田中賢太郎	関東学院大学	正会員	北原 武嗣
関東学院大学	学生会員	佐藤 伸哉	大阪市立大学大学院	正会員	松村 政秀
摂南大学	正会員	頭井 洋	川金コアテック	正会員	吉田 雅彦

1. はじめに

平成7年に発生した兵庫県南部地震において、橋梁下部構造に甚大な被害が生じたため、耐震性能の低い橋梁では耐震補強が行われた。補強方法としては、主に免震支承が用いられ、高架橋の長周期化と減衰効果の増大により、耐震性能の向上が図られている。

本研究では、下部構造のローコストな制震法として設置の簡易な鋼製ベローズを、上部工の桁端部に用いる手法を検討する。検討方法として、レベル1地震動とレベル2地震動それぞれに対して、エネルギー吸収性能を発揮できる2種類の鋼製ベローズの諸元をFEM解析により明らかにする。つぎに、橋梁全体系解析モデルによる非線形時刻歴応答解析を実施し、鋼製ベローズの設置効果を検討する。

2. 橋梁全体解析モデル

橋梁全体系解析モデル(3径間連続鋼I桁橋)および節点集中質量を与えた位置を図-1に示す。図中、Ub1は上部構造、P1、P2は橋脚、A1、A2は橋台、S1~S4は免震支承、Bel1、Bel2は鋼製ベローズを表す。上部構造、橋脚は非線形二次元はり要素、支承はばね要素でモデル化し、橋脚の材料非線形モデルには武田型モデルを使用した。

上部構造の諸元を、表-1に示す。鉄筋コンクリート橋脚の骨格曲線を図-2に示す。

鋼製ベローズは、円筒部の直径が16~40の半円筒状に曲げ加工した構造で桁端部に連結し、引張と圧縮の両側でエネルギー吸収を期待できる構造である。図-3には、鋼製ベローズの断面図を示す。

また、鋼製ベローズの構造諸元は、設計式により寸法を決め、レベル1地震波およびレベル2TypeII地震波を用いたパラメータ解析を行い、エネルギー吸収性能が発揮できるように決定した。レベル1用ベ

ローズとレベル2用ベローズとの骨格曲線およびサイズを図-4、図-5に示す。表-2には、解析ケースを示す。

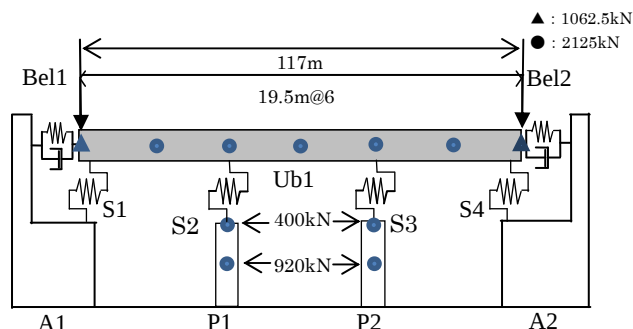


図-1 橋梁全体系対象モデル

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

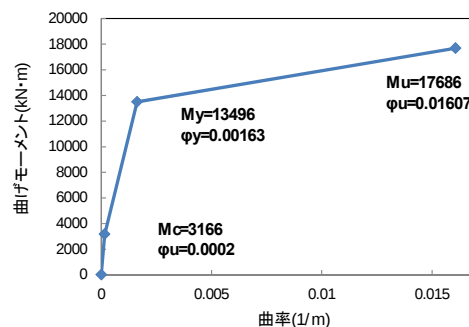


図-2 橋脚の骨格曲線

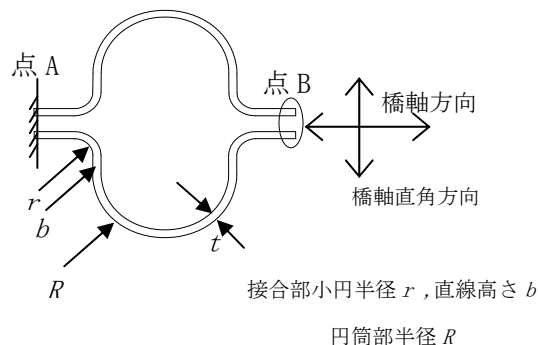


図-3 鋼製ベローズの断面図

キーワード エネルギー吸収型桁連結装置、鋼製ベローズ、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

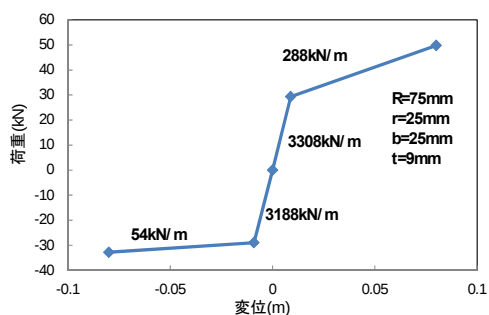


図-4 レベル1用鋼製ベロースの骨格曲線

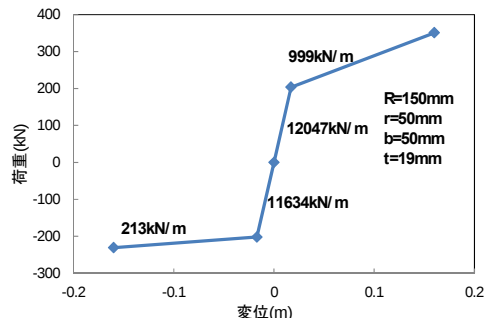


図-5 レベル2用鋼製ベロースの骨格曲線

表-2 解析ケース

ケース1	ベロースなし
ケース2	レベル1用ベロースのみ
ケース3	レベル2用ベロースのみ
ケース4	レベル1+レベル2用ベロースの併用
ケース5	レベル1用ベロース×2設置
ケース6	レベル2用ベロース×2設置
ケース7	落橋防止装置 設置

3. 解析結果と考察

レベル1地震動の応答解析結果を図-6, レベル2地震動の応答解析結果を図-7に示す. 図は, 橋脚, 橋台上の支承, 橋脚上の支承, 橋台への最大作用荷重を示す. レベル1地震動(ケース1とケース4とを比較)の場合, レベル1用ベロースのエネルギー吸収効果とレベル2用ベロースの剛性により, 橋脚へ作用する地震力が65%程度低減できている.

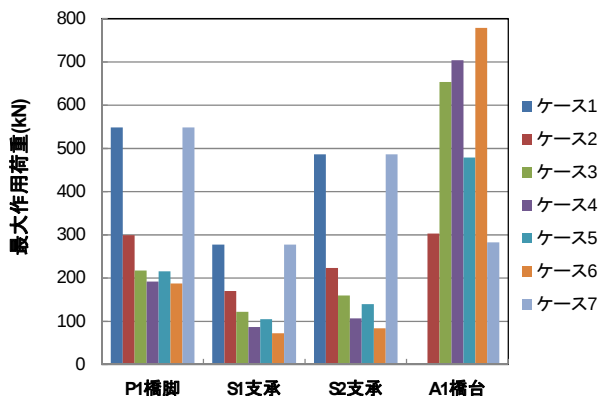


図-6 最大作用荷重(レベル1地震動)

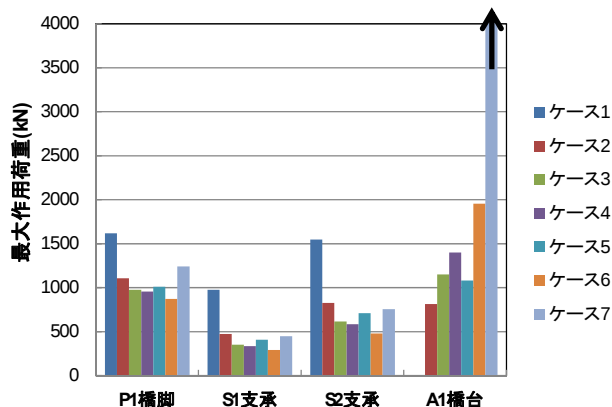


図-7 最大作用荷重(レベル2 Type II地震動)

レベル2地震動の場合, ケース1と比較してケース6が46%橋脚への作用荷重を低減出来ているが, 橋台への作用荷重が大きいため, 橋台の負荷が大きくなる可能性がある. さらに, ケース7の場合は落橋防止構造の動作により大きな作用荷重が生じている. 一方, ケース4の場合, 鋼製ベロースのエネルギー吸収効果により橋脚への荷重を41%軽減でき, 橋台への作用荷重の増加もあまり大きくないことからバランスよく地震力を吸収していることがわかる.

4. まとめ

レベル2地震動について, レベル1用とレベル2用に設計した鋼製ベロースを併用することで, 上部構造や橋台への負担を軽減でき, 橋脚にかかる作用荷重を41%軽減できる. 鋼製ベロースを桁端部に設置し, 下部構造の制震装置として用いることができる可能性を示せた.

一方, 剛なレベル2用鋼製ベロースのみを使用すれば, 上部構造変位を小さくすることは可能であるが, 橋台への作用荷重が大きくなってしまったため, 橋台への負荷が大きくなる可能性が生じる.

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: エネルギー吸収型桁連結装置の都市高架橋への適用, 鋼構造論文集, 第10巻, 第40号, 日本鋼構造協会, pp.53-63, 2003.12.