

ゴム支承の経年劣化を考慮した免震橋梁の耐震性能評価

関東学院大学 学生員 ○斉藤 剛, 学生員 佐久間将司, 正会員 北原武嗣

1. はじめに

我が国は、地震により橋梁構造物に多くの被害を受けており、平成7年の阪神淡路大震災では甚大な被害を受けた。そこでは鋼製支承の被害も多く見られた。そのため、支承自体の損傷防止だけでなく橋梁システム全体としての耐震性能向上のため、免震ゴム支承の重要性が認識され、普及が進んでいる。

免震橋梁に用いられるゴム支承は、長期間の使用により剛性の増加などの性能劣化が起こることが知られている。しかしながら、性能劣化した免震支承により橋梁システム全体としての耐震性能がどのような影響をうけるかは十分解明されていない。

そこで本研究では、ゴム支承の経年劣化を考慮した免震橋梁の耐震性能を、動的解析により検討することを目的とする。

2. 検討手法

2.1 免震ゴム支承の劣化特性

免震ゴム支承に用いられるゴム材料の劣化特性に関する既存の研究¹⁾より、ゴム支承の剛性は温度(外気温)、時間、サイズが関係していることが分かっている。文献 1)を参考にして、本研究では経年劣化による免震ゴム支承の剛性変化を表-1のように仮定した。表には、新設時の剛性を1として基準化した値を示している。

表-1 経年劣化によるゴム支承の剛性の変化

ゴム支承の剛性変化	10年後	50年後	100年後
大きい	1.04	1.12	1.16
標準	1.03	1.09	1.13
小さい	1.02	1.08	1.10

2.2 時刻歴応答解析

解析対象は、5径間連続のRC橋脚免震橋梁²⁾とし、中間に位置する橋脚を取り出し、図-1に示すようなバネ-質点系モデルにモデル化した。構造諸元を表-2に示す。また、ゴム支承および橋脚の復元力特性をそれぞれバイリニア、原点指向トリリニアでモデル化した(図-2、図-3参照)。解析モデルの固有周期は0.71となった。

入力に用いた地震波は表-3に示す6波である。このうち道示橋(Type1)、八戸は海溝型、道示橋(Type2)、JMA 神戸、川口町は内陸直下型の地震として扱った。

ゴム支承の剛性変化の大きい場合、標準、小さい場合において、それぞれ10年後、50年後、100年後の免震RC橋梁の耐震性能を時刻歴応答解析により評価した。この際、橋脚の上部の最大応答変位、橋脚基部の最大曲げモーメント、上部工の最大応答加速度について検討した。

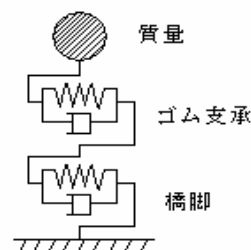


図-1 解析モデル

表-2 解析モデル

質量 (kg)	600000
バネ支承	鉛プラグ入り積層ゴム
バネ剛性 (KN)	55811
固有周期 (S)	0.71

表-3 入力地震波

地震波	種別	加速度 (cm/s ²)
道示橋 (Type2)	内陸直下型	371.4
JMA 神戸	内陸直下型	686.8
川口町	内陸直下型	1675.8
道示橋 (Type1)	海溝型	580.7
八戸 (NS)	海溝型	225.0
八戸 (EW)	海溝型	182.9

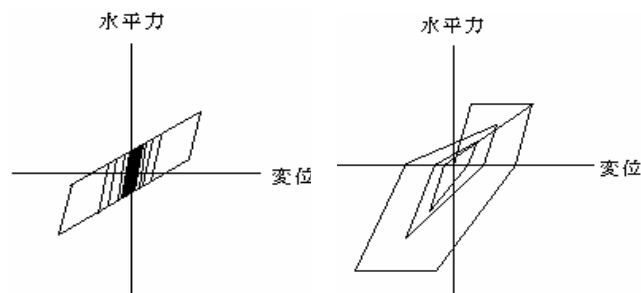


図-2 バイリニア

図-3 原点指向トリリニア

キーワード：免震橋梁、経年劣化、耐震性能、LCA

連絡先：〒236-8501 横浜市金沢区六浦東 1-50-1、関東学院大学、TEL：045-786-7857 E-mail：kitahara@kanto-gakuin.ac.jp

3. 解析結果と考察

図-4 に、橋脚最上部の最大応答変位の経年変化を示す。最大応答変位は入力に用いた全 6 波による平均値を示している。図中の横軸に供用期間（年）、縦軸に新設時の最大応答変位を 1 として基準化した最大応答変位の値を示している。ゴム支承の剛性変化が大きい場合を●で、標準の場合を▲、小さい場合を■で表している。

図-4 より、ゴム支承の剛性変化が小さい場合、標準の場合では、最大応答変位は供用期間内の 100 年後で基準値の約 1.01 倍であり、新設時からの変化はあまり見られなかった。ゴム支承の剛性変化の大きい場合では、100 年後の最大応答変位が基準値の約 1.04 倍となり、剛性変化小、標準と比較して大きな変化を示した。

つぎに、図-5、図-6 にそれぞれ、内陸直下型地震、海溝型地震による平均最大応答変位の経年変化を示す。内陸直下型の場合、剛性変化大では 100 年後、新設時の 1.05 倍程度であるのに対し、剛性変化小と標準では、供用期間内において最大応答変位の変化は小さいと判断できる。

一方海溝型の場合、剛性変化大、標準、剛性変化小のどの場合でも、最大応答変位に大きな変化はみられない。これは、海溝型地震の応答スペクトルが、解析対象として検討した橋脚の固有周期付近でフラットな特徴を有しているからと考えられる。

4. 結論

検討結果を以下にまとめる。

- 1) 入力地震波全 6 波平均として検討した最大応答変位の経年変化は、ゴム支承の剛性変化の大きい場合が最も影響を受け、最大応答変位が約 1.04 倍となった。一方、剛性変化小および標準の場合、最大応答変位の変化は小さい。
- 2) 内陸直下型地震と海溝型地震を比較すると、内陸直下型の方が、海溝型よりも大きな変化を示した。特に、海溝型地震では経年変化はほとんど認められない。

謝辞

本研究を実施するに当たり、免震ゴム支承の経年劣化特性に関して、名古屋大学大学院 伊藤義人教授から貴重なご助言を頂いた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 伊藤義人, 佐藤和也, 顧浩声, 山本吉久: 橋梁用天然ゴム支承の性能劣化特性に関する研究, 土木学会論文集, Vol.801/I-73, pp.185-196, 2005.

- 2) (社)日本道路協会: 道路橋の耐震設計に関する資料, 1997.

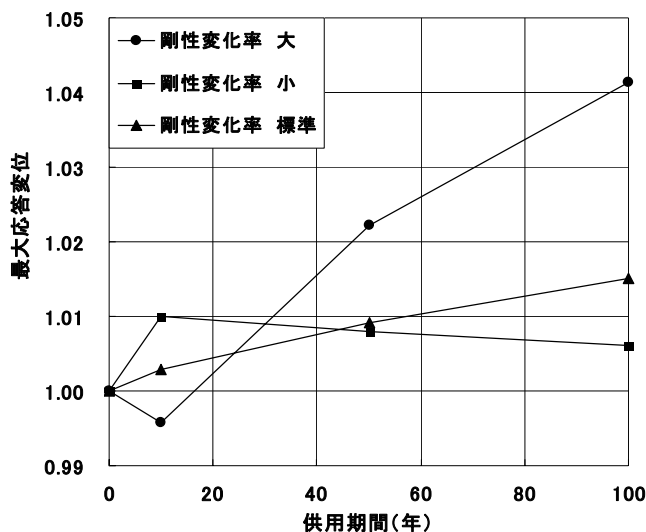


図-4 最大応答変位の経年変化(全 6 波平均)

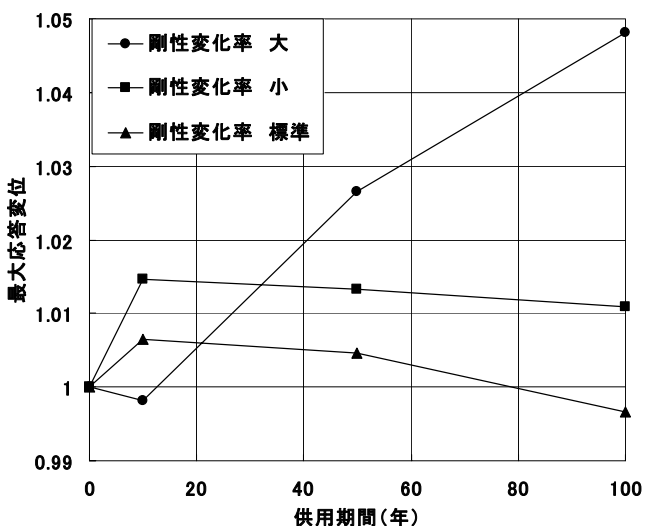


図-5 最大応答変位の経年変化(内陸直下型)

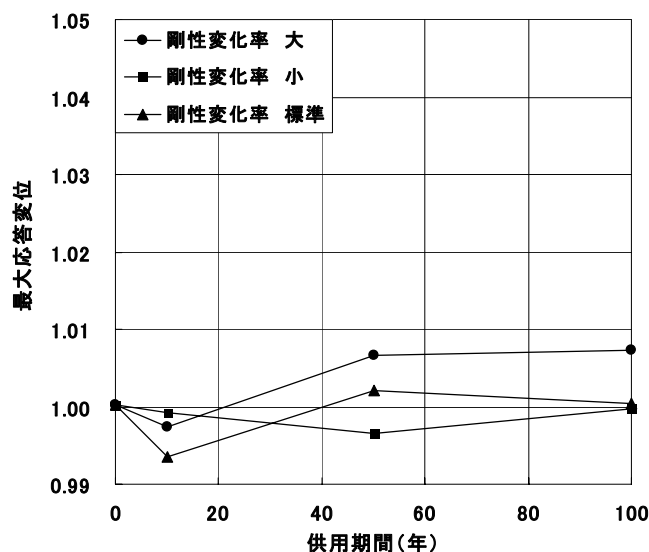


図-6 最大応答変位の経年変化(海溝型)