

構造特性の経年変化を受ける免震橋梁構造物の耐震性能評価に関する基礎的研究

鹿児島大学大学院 学生会員 ○島 佳奈子

鹿児島大学工学部 正会員 河野 健二

鹿児島大学工学部 正会員 木村 至伸

1. はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震において、従来の耐震設計法に基づいた構造物は甚大な被害を受けた。そこで、免震構造が積極的に採用されるようになり、免震ゴム支承の重要性が認識されるようになった。一方、免震ゴム支承は、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、性能劣化した免震支承により橋梁システム全体系の耐震性能がどのような影響を受けるかに関しては未だ十分に解明されていない。そこで本研究では、免震支承や鋼材の性能劣化を構造特性の経年変化としてとらえ、これらを考慮した免震橋梁の耐震性能に与える影響を検討した。さらに免震橋梁の動的特性に影響を及ぼす免震支承や鋼材の構造パラメータを不確定量として扱い、モンテカルロシミュレーションを行い、応答特性の評価を行った。

2. 解析概要

図-1 に本研究で用いた解析モデルを示す。これは、節点数 38、要素数 37、全長 240mの基礎固定の不等橋脚とした四径間連続免震橋梁構造物である。部材はすべて鋼材を用い、断面を円形中空断面としてモデル化した。免震支承は橋桁と橋脚天端の間に導入している。

表-1 に免震支承の特性値を示す。

免震支承に用いられるゴム材料の劣化特性には、外気温、時間、サ

イズが関係していることが分かっている。本研究では、文献を参考に免震支承の剛性変化を目標設計時を 1 として表-2 のように仮定した。また、表-2 には降伏変位、外径の経年変化についても示している。解析方法としては時間刻みを 0.005(sec) とし、Newmark の β 法により時刻歴応答解析を行った。さらに、免震支承、鋼材の構造パラメータに対し不確定性を考慮した。免震支承に関しては剛性変化率、降伏変位、剛性比の 3 要因を、鋼材に関しては外径、ヤング率、せん断弾性係数の 3 要因をそれぞれ不確定要因とした。ばらつきは正規分布を仮定し、変動係数 10%、試行回数 500 回として検討を行った。なお、各パラメータ間の相関は考慮していない。ここではタイプ II 地震動の I 種地盤である兵庫県南部地震において神戸海洋気象台地盤上で観測された KOBE-NS を 500gal で基準化した入力地震動を用いて解析を行った。

表 - 2

剛性変化率
降伏変位 (mm)
剛性比
外径 (mm)

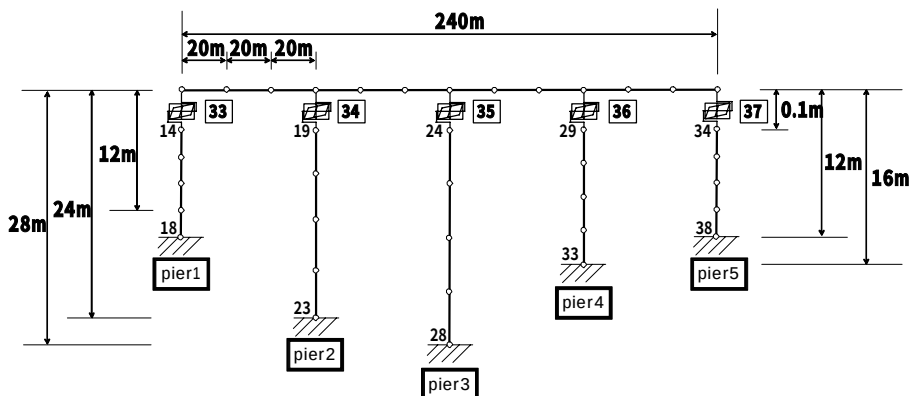


図-1 解析モデル

表-1 免震支承の特性値

目標変位	10cm
降伏変位	1cm
剛性比	0.1
初期剛性 pier1,5	5720kN/m
pier2	13845kN/m
pier3	16511kN/m
pier4	11920kN/m

表-2 経年変化による各値の変化

	10年後	50年後	100年後
剛性変化率	1.03	1.09	1.13
降伏変位 (m)	0.0094	0.0083	0.0076
剛性比	0.1	0.1	0.1
外径(m)	2.4997	2.4985	2.4970

3. 解析結果と考察

図-2は免震支承を導入した場合と導入していない場合の pier1 の橋脚天端における応答の比較を示す。免震支承を導入した場合の方が導入していない場合より、応答が大きく低減されている。また、他の橋脚に関しても同様に応答の低減がみられたので、現解析モデルに関しても免震効果を確認することができる。

図-3は経年変化を考慮した pier3 の橋脚基部の最大応答曲げ応力を入力加速度ごとに表したものである。300gal に基準化した場合では、100年後でも応答にほとんど影響はないが、500gal、800gal に基準化した場合には経年変化を考慮すると応答が増加していることが分かる。

図-4は構造特性の経年変化による pier1 の免震支承の復元力特性である。経年変化を考慮することによって支承の吸収するエネルギー量が異なり、増加していくことが分かる。

図-5は不確定量を考慮した場合の pier3 の橋脚基部の最大応答曲げ応力を示す。不確定性を考慮していない場合より、不確定性を考慮した場合の方が応答が大きくなることが分かる。また、免震支承に関する3要因を不確定量とした場合より部材剛性を不確定量とした場合の方が応答に及ぼす影響が大きいことが分かる。

4. 結論

本研究では、構造特性の経年変化が免震橋梁構造物の地震応答量に及ぼす影響を橋軸方向について検討した。免震支承を導入したことによる免震効果は、構造特性の経年変化を考慮することで応答が増加し、免震効果が若干減少することが分かった。今回用いた入力地震動の場合、応答量にそれほど影響はなかったが、他の入力地震波についても検討を加える必要がある。また、不確定性を考慮した場合、免震支承に関する要因を不確定量とした場合よりも部材剛性に関する要因を不確定量として扱った場合の方が大きく影響を及ぼすことが分かった。このため、免震橋梁の耐震性能評価のためには構造物の振動特性と地震波の特性、構造特性の経年変化や、設計に伴う不確定性の影響を把握しておくことが重要である。

参考文献

- ・ 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.

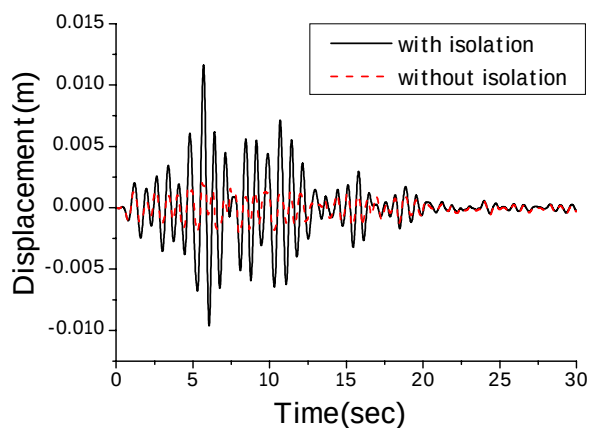


図-2 免震時と非免震時の比較(橋脚天端)

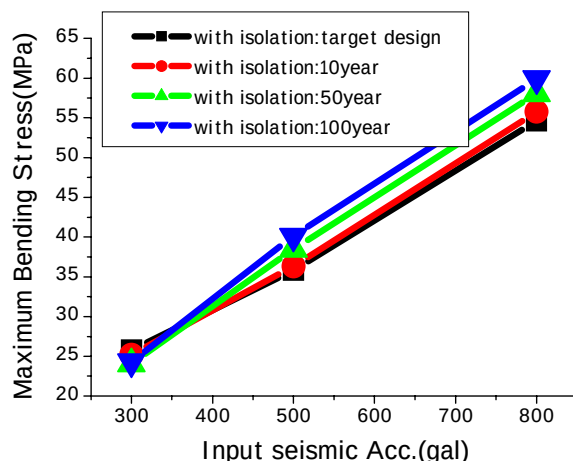


図-3 最大応答曲げ応力の経年変化(橋脚基部)

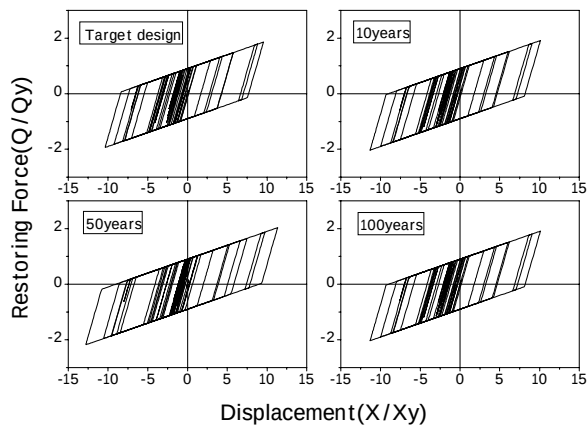


図-4 経年変化による復元力特性

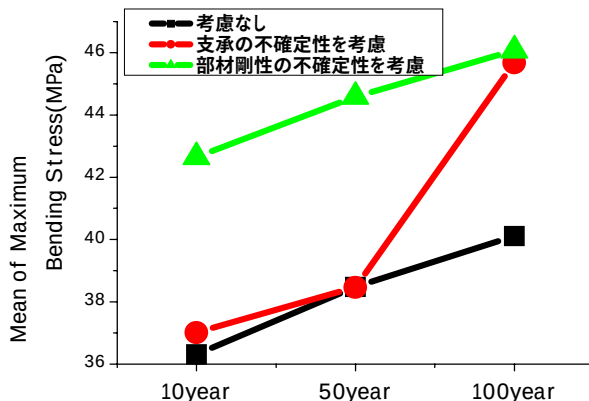


図-5 不確定性を考慮した場合の最大応答曲げ応力(橋脚基部)