

入力位相差を考慮した免震橋梁構造物の地震応答特性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 1 月 17 日に発生した兵庫県南部地震において、構造物の強度の増加により耐震性を保有することに基づいた設計法では、十分な耐震性能を確保できないことが明らかになった。そこで、免震支承を導入することで構造物を長周期化し、構造物に作用する慣性力を低減させるという免震構造が積極的に採用されてきた。一般に地震応答解析において、地震波は同時同位相入力としての扱いが最も多くみられる。しかし、構造物が長大化するにつれ、地震波の伝播特性を考慮して検討を加える必要がある。そこで、本研究では不等橋脚の免震橋梁を対象とし、入力位相差を有する橋軸方向の地震波を受けるとき、地震応答量にどのような影響を及ぼすか検討した。

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 30、要素数 29、全長 180m の基礎固定の不等橋脚とした三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鉛入り積層ゴムを導入している。免震支承は非線形性を考慮し、橋脚は線形応答として地震応答解析を行う。免震支承については、桁の重量に関して設計震度 0.2 が作用するときの水平力に対する目標設計変位から各支承に必要な等価剛性を決定する。さらに免震支承の非線形特性として初期剛性と二次剛性の比である剛性比と降伏変位を定め、バイリニアモデルを利用することで初期剛性を決定した。表-1 に本研究で設定した目標設計変位、剛性比、降伏変位を示す。また、不等橋脚であるため各橋脚の固有周期が異なることから、橋脚高さ及び表-1 に示す特性値より各免震支承に必要な初期剛性を定め、同様に表-1 に示している。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。ここではタイプ I 地震動の II 種地盤である日向灘沖地震において板島橋周辺地盤上で観測された ITAJIMA を最大加速度 300gal で基準化した入力地震動を用いる。また入力位相差を考慮するため位相速度を設定し、橋脚 1 から橋脚 4 までそれぞれ地震波が到達する時間を表-2 に示す。

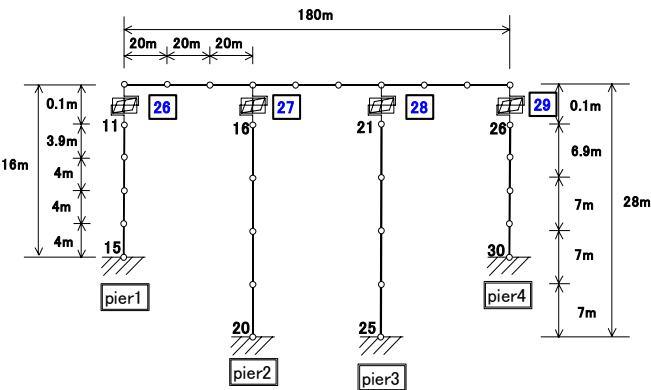


図-1 解析モデル

表-1 免震支承の特性値

目標変位	16cm
降伏変位	1cm
剛性比	0.1
ゴム総厚	10cm
初期剛性 pier1,4	4385kN/m
pier2,3	11077kN/m

表-2 入力位相差

位相速度(m/sec)	伝播時間(sec)
1000	0.18
1500	0.12
2000	0.09

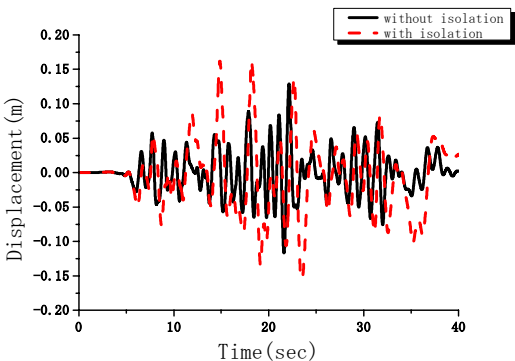


図-2 免震時と非免震時の比較(橋桁)

キーワード 免震橋梁, 入力位相差

連絡先 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部
海洋土木工学科 TEL 099-285-8472

3. 解析結果

入力位相差を考慮することにより免震橋梁にどのような影響を及ぼすか検討した結果を示すことにする。

図-2 は橋桁における入力位相差を考慮していない場合（以後：同位相時）の免震支承を導入した場合（以後：免震時）と免震支承を導入していない場合（以後：非免震時）との比較を示している。橋桁における免震効果は、非免震時より周期が長くなり応答が大きくなることであるが、ここで図-2 において免震時の方が非免震時より応答が大きくなり、周期が長くなっていることが分かる。

図-3 は橋桁における免震時の入力位相差を考慮した場合（以後：入力位相差時）と同位相時との比較を示している。同位相時では目標変位相当の応答を示していたものが、入力位相差を考慮したことにより目標変位を大きく上回り、同位相時と比較しても応答に偏りがあることが分かる。

図-4 は位相速度の変化が橋脚天端の最大応答変位に及ぼす影響を示したものである。速度によって同位相時と比較し応答に増減があることが分かる。また、周期の長い橋脚の方が位相速度によるばらつきがみられる。

図-5 は位相速度の変化による橋脚 2 の免震支承の復元力特性である。速度が変化することによって支承の吸収するエネルギー量が異なることが分かる。また、入力位相差を考慮した方が同位相時よりエネルギー量が增大していることが分かる。

4. まとめ

本研究では入力位相差が免震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り免震効果がみられたが、同位相時と入力位相差時と比較すると、今回の解析では位相速度によって同位相時よりも応答量が増加する場合があることが分かった。これは入力位相差を考慮する場合、各橋脚に作用する地震波が異なることと、不等橋脚であるため、各橋脚が異なる振動をするためだと考えられる。したがって、同位相時で地震応答解析を行った場合に想定した応答低減効果が、結果として危険側にでてしまうことに繋がる。このため、より安全性を高めるためには想定される入力地震波の振動特性により構造物に及ぼす影響が異なるので、構造物の振動特性と地震波の特性を考慮した地震応答解析を行い、入力位相差についてもその影響を評価しておくことが重要であると考えられる。

参考文献

- 山田善一他：動的相互作用を考慮した多点入力系高橋脚橋の地震応答解析、土木学会論文報告集、No. 328、pp1-10、1982

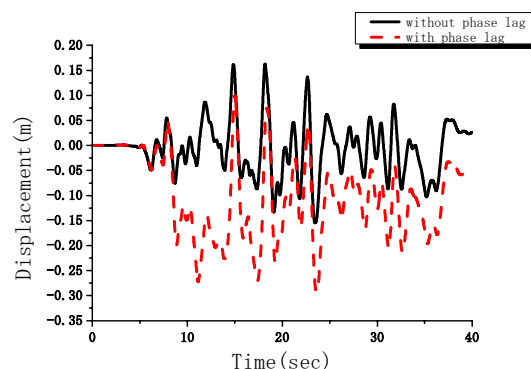


図-3 同位相時と位相差時の比較(橋桁)

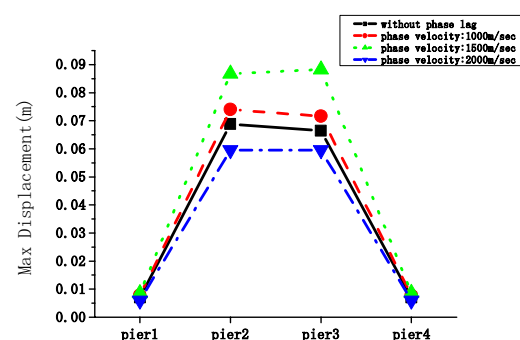


図-4 位相速度の変化による影響(免震時)

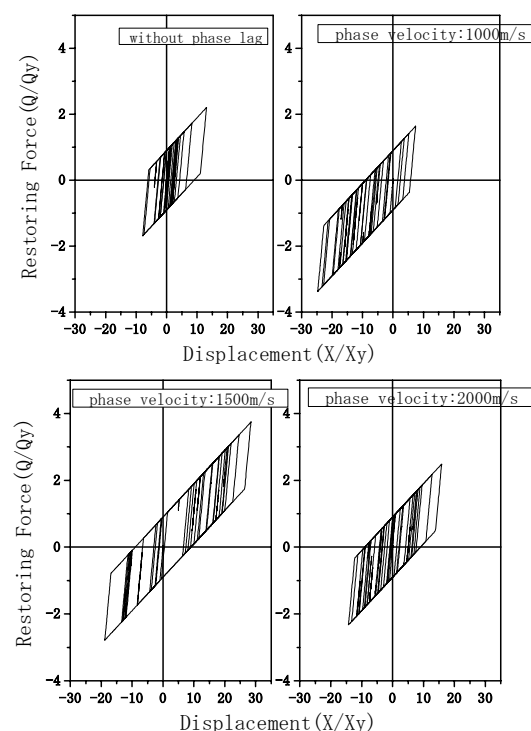


図-5 位相速度の変化による
復元力特性(免震時)