

I - B336

免震支承を有する道路橋橋脚の耐震性評価

九州大学工学部 学生員 ○山口 斉
九州大学工学部 フェロー 大塚 久哲
九州大学工学部 正会員 松田 泰治
(株) マエダ 楊 光遠

1. はじめに

本研究では、橋梁に対する合理的で、簡便な免震設計法の確立を目的に、震度法レベルで断面設定された鉄筋コンクリート製橋脚を有する都市内高架橋を対象とした免震設計の適用性の検討、および設計の際に用いる免震橋の目標固有周期の決定に関して1つの提案を行った。

2. 解析概要

(1) 解析モデル

本解析に用いる動的解析用モデルを図-1に示す。

(2) 解析方法

解析方法は直接積分法による時刻歴応答解析で、用いた数値計算法はNewmark's β 法 ($\beta = 0.25$) である。時間刻みは0.001秒とした。

(3) 解析パラメータ

地盤種別にⅠ種、Ⅱ種、Ⅲ種地盤、地域別にA、B、C地域、構造種別に鋼製桁とコンクリート製桁のそれぞれについての組み合わせ18ケースについて橋軸方向の支承の固定条件が応答に及ぼす影響を検討するため、地震時保有水平耐力レベルのタイプⅠとタイプⅡの地震波形に対してそれぞれ橋軸方向を免震とした場合と固定した場合について解析を行った。

(5) 免震支承の目標固有周期

H8道示においては免震橋の固有周期設定の目安としては「免震装置を用いた場合の橋の固有周期は、免震装置を用いない場合の橋の固有周期の2倍程度以上とする」とされているそこで、本研究では下部構造に対する上部構造の慣性力が低減すると同時に、上部構造の地震時の変位の増加を抑制するという目標を設定し、入力地震波の加速度応答スペクトルと変位応答スペクトルの両方をにらんで、適切な免震橋固有周期を定めた。具体的には、Ⅰ種地盤においては図-2における1.5秒を免震固有周期とした。

(4) 免震支承の動的特性

免震支承は水平バネと鉛直バネに置き換えた。鉛直バネは剛とした。水平バネは等価線形モデルとバイリニア型モデルで免震支承の非線形性を考慮した。ただし、桁固定の場合は水平バネと鉛直バネを剛とした。水平バネの減衰は等価線形モデルの場合15%で、バイリニア型モデルの場合では0%とした。また、橋脚部分の減衰は降伏したはり要素が2%、ほかのはり要素は全て5%とした。

(5) 免震支承の選定

免震支承の選定に際しては、図-3の様な簡便法により特定バネ定数を求め、それを考慮して動的解析

要素番号	種類
101	免震支承の水平バネ
102	免震支承の鉛直バネ(剛結)
①~⑦	橋脚、2次元線形はり要素
⑧⑨	橋脚、2次元非線形はり要素
201	水平方向地盤バネ(直接基礎の場合)
202	鉛直方向地盤バネ(直接基礎の場合)
206	回転方向地盤バネ(直接基礎の場合)
119	連成バネを含む接点バネ(杭基礎の場合)

図-1 解析モデル

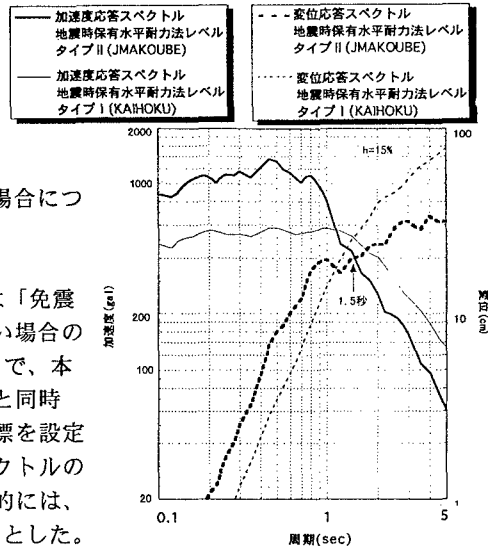


図-2 Ⅰ種地盤における免震固有周期の設定

Keywords: 免震設計・都市内高架橋・橋軸方向

〒812 福岡市東区箱崎6-10-1 TEL 092-642-3268

を行い、それにより得られる最大相対変位を用いることにより免震支承の最大せん断ひずみが2.5以下になるようにゴムの総厚さを決める。そして水平バネ定数を逆算することにより一支承あたりのサイズを決定する。

3. 解析結果

I種地盤においては、図-4に示すように桁の最大応答加速度は免震化により半分以下に低減し、最大応答変位はタイプIIの地震に対し30cm以内に収まっている。免震化した橋脚基部の曲率は小さく、降伏にいたるケースは見られない。（図-5）橋脚基部の曲率と降伏曲率の比はタイプIIで0.5以下であった。（図-6 上段）

II種地盤においては、桁の最大応答加速度は免震化により80%程度に低減し、最大応答変位はタイプIIの地震に対し40cm以内に収まっている。免震化した橋脚基部が降伏したケースもあったが、橋脚基部の曲率と降伏曲率の比は小さく桁を橋脚に固定した場合の2割以内に収まっている。

III種地盤においては、ほとんどのケースにおいて免震化した場合の各応答値がかなり低減され、免震による良好な結果を示した。ただし、橋桁の最大応答変位が大きく50cmに近い値を示している。また、長周期領域でタイプIの地震がタイプIIの地震より大きな応答値を持っているため、III種地盤においてはタイプIの地震に基づいて免震設計を行うのがよいと思われる。

4. まとめ

解析の結果、以下の点が明らかになった。

1. 現行の地震荷重のもとで相対変位が30～50cmの範囲に収まるよう免震設計を行うためには、I種地盤では1.5秒、II、III種地盤では2.0秒程度の周期設定が妥当であると考えられる。
2. 非線形動的解析に基づき、2質点モデルより免震支承の剛性を求め、せん断ひずみと鉛直応力を考慮して支承の形状を定める簡便な設計法の妥当性を明らかにした。

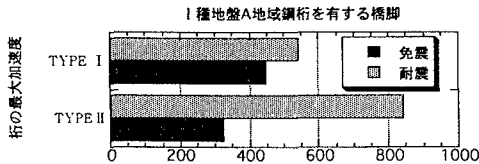


図-4 桁の最大加速度

5. 参考文献

- 1) 建設省：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、社団法人日本道路協会、1996年
- 2) 建設省：道路橋の免震設計法マニュアル（案）、財団法人土木研究センター、1992年
- 3) 日本建築学会：免震構造設計指針、丸善株式会社、1993年

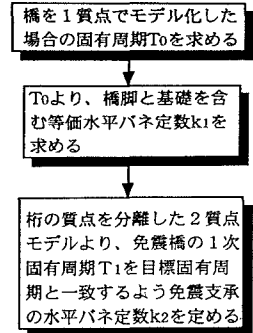


図-3 水平バネ選定のフローチャート

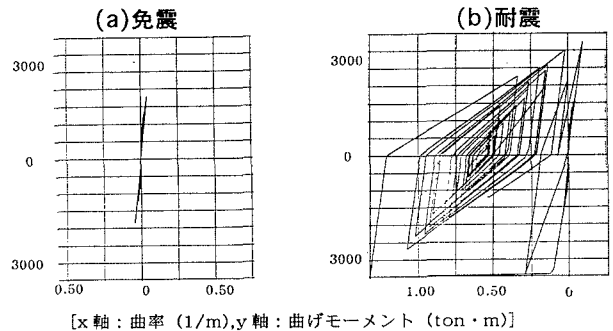


図-5 はり要素③のM-φ関係
（I種地盤B地域鋼橋）

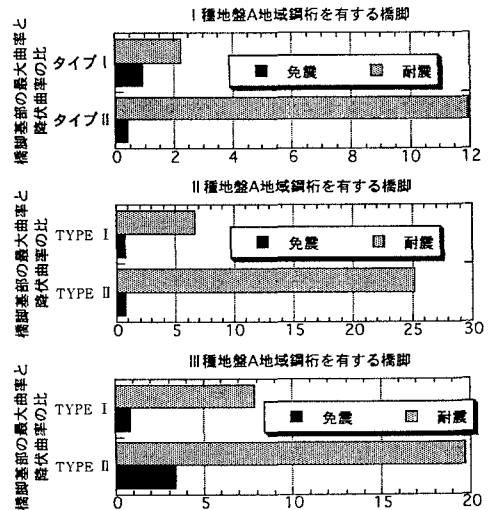


図-6 橋脚基部の最大曲率と降伏曲率の比