

I-661

免震橋における入力位相差による影響の検討

○石川島播磨重工業 機器振動部 正会員 田中 元章
石川島播磨重工業 機器振動部 桜井 朋樹

まえがき : 連続高架橋を免震化する場合、その設計において地震波動の伝播特性を考慮した入力位相差の影響を検討する必要性を指摘する考えがある。各橋脚基礎に入射する地震波が位相差を有する場合、各橋脚に同一地震波が同時入力する前提の設計では把握しきれないような断面力の集中や大きな相対変位の発生の可能性があるからである。

この可能性について検討するためフレームモデルとバネとで橋及び地盤をモデル化し、橋脚基礎部に位相差を考慮した地震波を入力して、入力位相差に関するパラメータスタディを主体に免震橋での入力位相差による影響の検討を行なった。また同時に非免震橋においてもこの影響について検討した。

1. 前提条件と解析モデル

本解析では位相差を地震波が各橋脚下端部に到達する時間の差として考え、この時間差を各橋脚下端部の入力波にそれぞれ与えることによって位相差を考慮した。伝播速度としてせん断波速度 V_s をとり、位相差が最も大きくなる場合である水平入射とし、加振方向は橋軸方向とした。

橋のモデルとしては、「道路橋の免震設計法ガイドライン」のモデルを基本に、その全長モデル(図-1)を用いた。また免震装置の剛性は等価線形、減衰は係数0.2とし、地盤は、S-Rばねでモデル化した。

解析は、免震装置の有無および位相差に関する6つのケースについて計算を行なった。位相差の基準として $V_s=200$ m/s をとり、位相差の大きい場合として $1/2 V_s$ 、 $1/4 V_s$ をとった。

入力地震波は図-2に示した加速度波形を持つ地震波である。入力方向は地盤部分の若い節点番号(No.59:左側)の方向から、水平方向の入力とした。

計算コードには、MSC/NASTRANを用い、直接積分法による時刻歴解析を行った。

2. 結果

図-3~6は、両端部2点および中央部1点の各応答値を位相差の大きさに対して図示したものである。

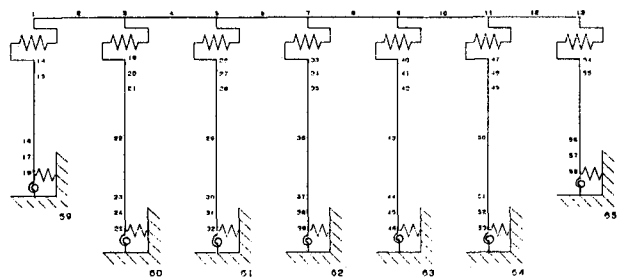
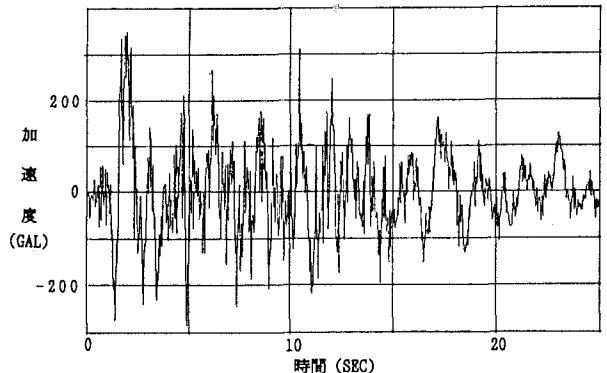


図-1 骨組構造モデル



最大値 3.52 GAL (1.97 SEC)

図-2 入力地震波

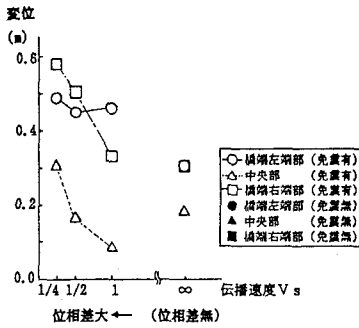


図-3 免震装置の最大相対変位

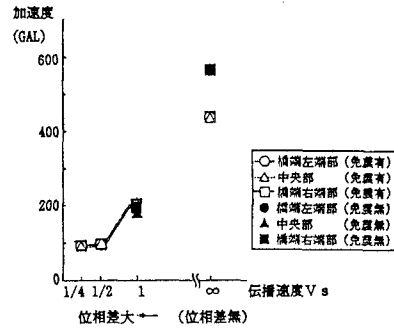


図-4 上部構最大応答加速度

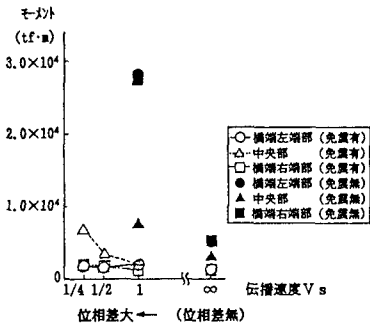


図-5 橋脚付根部最大曲げモーメント

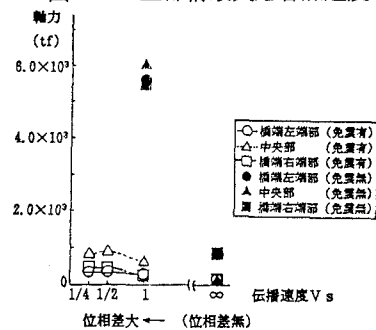


図-6 上部構での橋軸方向最大軸力

なお橋脚の剛性に比べ免震装置の剛性が一桁小さいので、図-3は上部構と地盤の相対変位とも読み替えられる。

＜免震化の効果＞

入力位相差が無い場合、免震装置設置により上部構応答加速度、橋脚付根部曲げモーメント応答は減少し、免震化の効果が示された（図-4、5の白印と黒印の比較）。一方、入力位相差を考慮すると、免震装置無しでは入力損失効果による上部構応答加速度の低下、上部構の拘束効果による上部構軸力及び橋脚付根部曲げモーメントの増加が示された（図-4、5、6の黒印）。それに対し免震装置を設置するとその振動絶縁効果により上記の値そのものだけでなく、増加量も小さくなった（図-5、6の白印）。

＜設計への反映＞

ガイドライン（案）に基づき設計された免震橋では、位相差を考慮すると以下のような応答の変化があった。

- ① 端部の免震装置の荷重が増加すると共に端部の上部構と地盤の相対変位が増大する（図-3）。
- ② 端部橋脚の曲げモーメントが増加する（図-5）。
- ③ 両端部の上部構軸力が増加する（図-6）。

また中央部の応答については、入力位相差を考慮することによっていったん低下するがさらに位相差を増加させると逆に増大する傾向が大部分に認められる。

このことから中央部橋脚・免震装置の設計について、入力位相差によって変位、加速度、断面力を減らすことができ、免震装置の効果を顕著に得られる可能性が示される。

なお、本報告は建設省土木研究所と民間28社との官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」の一環として行われたものである。

参考文献：道路橋の免震設計法ガイドライン（案）（平成元年3月（財）国土開発技術センター）