

I-656

地盤の非線形性を考慮した免震橋の地震応答解析

五洋建設(株) 正員○三藤 正明
 同上 正員 田村 保
 同上 正員 中田 雅章

1. はじめに

免震橋の特徴は、免震装置のない橋梁に比べて長周期化ならびに減衰特性の増大を図ることにより入力地震動を低減させることにある。したがって、硬い地盤上に構築された短い橋脚を有する橋梁に対しては免震装置による効果が期待できる。一方、軟弱地盤上の長い橋脚を有する橋梁に対しては、免震装置を付けることにより過大な応答加速度等が発生する可能性がある。そこで、地盤の非線形性を考慮した1橋脚に関する地震応答解析を行ない、地盤の非線形性が橋脚天端および上部構造の応答加速度、応答変位に与える影響を免震装置がある場合とない場合の両者を比較することにより定性的に検討した。

2. 解析モデルと解析条件

図-1に離散化モデルと構造系の入力定数を示す。このモデルはガイドライン(案)のI種地盤の1橋脚に関する解析モデルを参考にして決めた¹⁾。地震応答解析は等価線形化手法を用いて実施した。地盤は1種地盤を仮定し、層厚10m、せん断波速度 $v_s=217\text{m/sec}$ 、単位体積重量 $\gamma=1.8\text{tf/m}^3$ とした。基盤層のN値は50、せん断波速度 $v_s=300\text{m/sec}$ と設定した。地盤のせん断弾性係数ならびに減衰定数のひずみ依存性カーブを図-2に示す。初期せん断弾性係数は $G_0=(\gamma/g)V_s^2$ なる関係から求めた。ここで、 g は重力加速度である。

橋脚ならびにフーチングは線形と仮定して梁要素で離散化した。フーチングは橋脚に比べて曲げ剛性に大きな値を与え、剛体挙動をするようにした。これらの要素の減衰定数は5%とした。免震装置は減衰定数を20%とするとともに等価線形ばね定数を与えた。

下端の境界条件はエネルギー逸散減衰、側方はエネルギー伝達境界とした。

図-3に示す1種地盤のレベル2に対応する入力地震動を基盤層より入力した。地盤内に発生するひずみレベルを変化させるため、その最大加速度を100、200、300および400galと4段階に変化させた。

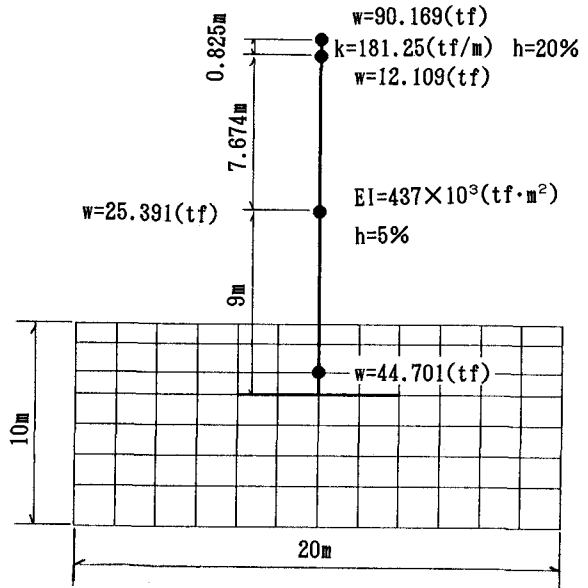


図-1 離散化モデル

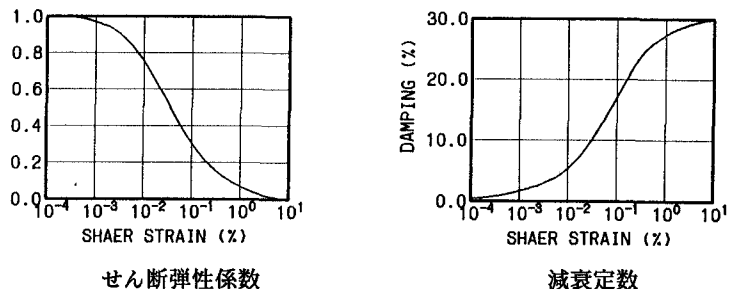


図-2 ひずみ依存性カーブ

3. 解析結果の検討

図-4に解析結果の一例として入力加速度の最大値を400galとした場合の上部構造の応答加速度波形を示す。この解析結果より、最大応答加速度は、免震装置がない場合の573galに対してある場合は458galになり0.8倍程度まで低減する。そこで、各入力加速度レベルごとに比較したのが図-5である。この図より以下のことがわかる。

- ①免震装置がある場合の上部構造の応答最大変位は、入力加速度の増加に伴ってほぼ線形に増加している。免震装置の影響により、入力加速度が400galの場合では免震装置がない場合に比較して約1.3倍程度の応答変位が発生する。
- ②免震装置がある場合の上部構造の応答最大加速度は応答変位と同様の傾向を示している。免震装置がある場合とない場合を比較すると、免震装置の効果により入力加速度が400galでは約0.8倍程度まで低減する。

- ③橋脚天端部の応答最大変位は入力加速度の増加に伴って両者の差が大きくなる傾向にある。これは上部構造の応答加速度の影響により、免震装置がない場合はある場合に比べて地盤の剛性が小さくなり、両者の剛性の差が入力加速度の増加に伴って増加したためと考えられる。

4. まとめ

地盤の非線形性が免震橋に与える影響を定性的に検討するため、Ⅰ種地盤上の1橋脚に関する数値解析を実施した。その結果、入力加速度の増加に伴って上部構造の応答変位、応答加速度はほぼ線形に増加した。これより、地盤のせん断ひずみの増加に伴う地盤剛性の低下や等価減衰定数の増加等の地盤の非線形性が上部構造の応答加速度の減少ならびに応答変位の増大といった免震橋の応答性状に与える影響は比較的小さいことがわかった。今後は入力定数の設定法を含めてⅡ種ならびに

Ⅲ種地盤に対して同様の検討を行う予定である。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 1) (財)国土開発技術研究センター：道路橋の免震設計法ガイドライン（案）、平成元年3月

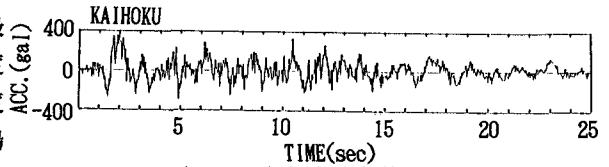
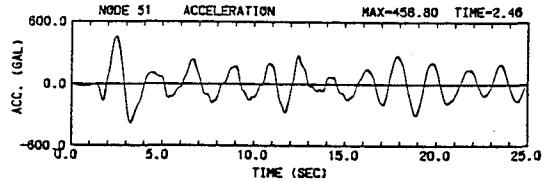
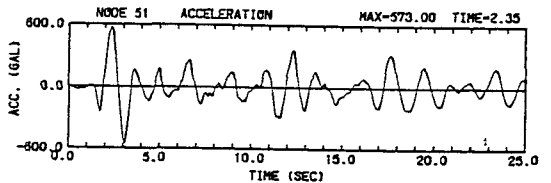


図-3 入力地震波形



免震装置がある場合



免震装置がない場合

図-4 上部構造の応答加速度波形

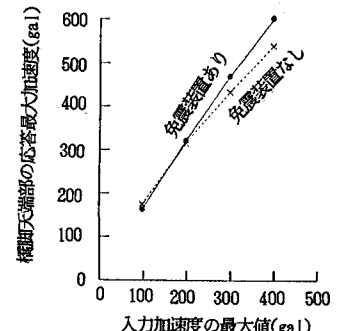
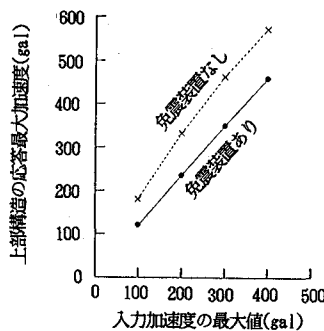
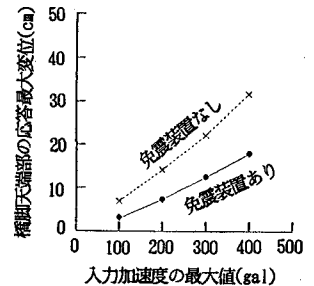
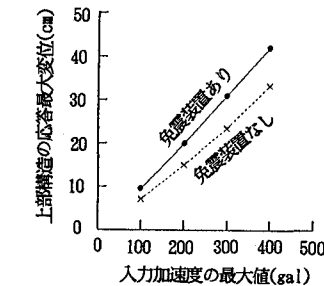


図-5 最大入力加速度の違いによる応答変位、応答加速度