

免震支承の鉛直剛性が五径間連続橋の振動特性に及ぼす影響

○立命館大学大学院 学生会員 勝田つかさ
立命館大学 正会員 伊津野和行

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震を受けて、耐震設計に関する道路橋示方書が改訂され、橋梁の耐震補強時に金属支承からゴム支承へ交換するケースも多い。免震ゴム支承は地震時の応答を軽減する効果を期待されている一方で、鉛直剛性の違いによって橋梁の振動特性が変化し、交通振動などの常時振動が大きくなるという報告がある。

そこで本研究では、モデル化した5径間連続橋の支承鉛直剛性を変化させて固有値解析を行い、橋梁の振動特性に支承鉛直剛性がどのような影響を与えるか検討した。

2. モデル概要

図-1に示したような1径間40mの5主桁5径間連続橋をモデル化した。幅員を10m、橋台高さを8m、橋脚高さを13mとし、横桁は10m間隔で配置し、床版はブレース置換した。

支承は主桁と橋脚の間に、一支承線上に5体設置するものとし、金属支承を想定したモデルと、免震ゴム支承を想定してバネを用いたモデルを作成した。免震支承モデルの鉛直方向のバネ剛性を100~2000MN/mの間で変化させて固有値解析を行った。

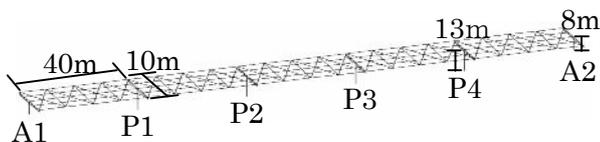


図-1 モデル概要

3. 解析結果

(1) 対称1次振動モード

固有値解析を行った結果、1~4次振動モードは鉛直剛性の影響を受けない剛体振動や面外振動となり、支承鉛直剛性によって固有振動数が変化する振動モードは5次にねじり1次、9次に対称1次振動モードが現れる結果となった。図-2に、支承鉛直剛性を変化させたことによる対称1次振動モードの固

有振動数の変化を示した。図の右軸には金属支承を想定した場合の固有振動数に対する百分率を取った。一般的な道路橋用積層ゴム支承の鉛直剛性である500~1000MN/mでは、固有振動数は金属支承モデルと比較して30~42%となり、支承鉛直剛性によって固有振動数が大きく変化することがわかった。これより、支承鉛直剛性によっては橋梁の固有振動数が交通振動の卓越振動数と近くなり、共振しやすくなる可能性があると考えられる。

図-3に金属支承モデルと支承鉛直剛性500MN/mモデルの対称1次振動モード形状を示した。金属支承モデルでは、1径間ごとの振動であるのに対し、支承鉛直剛性500MN/mモデルでは、桁全体がたわむ振動形状となる。支承鉛直剛性が低くなることによって、各支承部の鉛直変位が大きくなっており、車両が通過した際の振動が大きくなる可能性が考えられる。

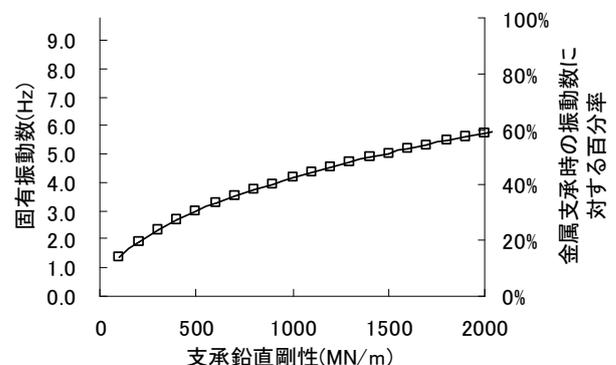


図-2 対称1次振動モードの固有振動数の変化

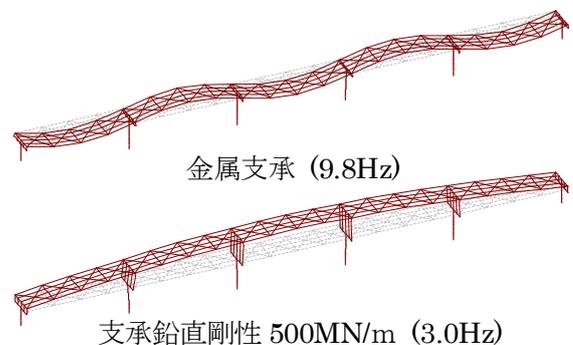


図-3 対称1次振動モード図

キーワード 免震支承, 支承剛性, 固有振動数, 交通振動
連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

(2) 単径間との比較

次に、スパン 40m の単径間 5 主桁モデルを作成し、固有値解析を行った。図-4 に、5 径間モデルと単径間モデルの対称 1 次振動モードについて、金属支承時の固有振動数に対する百分率の比較を示した。単径間モデルに比べ、5 径間モデルは支承鉛直剛性

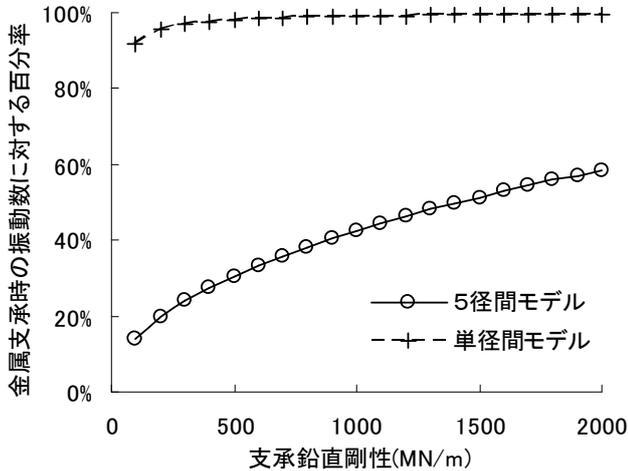


図-4 5 径間モデルと単径間モデルの比較

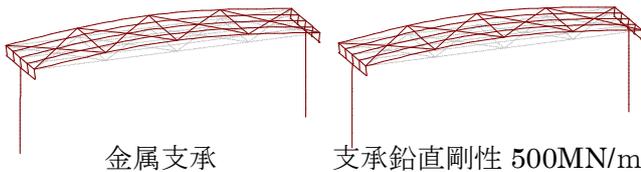


図-5 単径間モデルの対称 1 次振動モード図

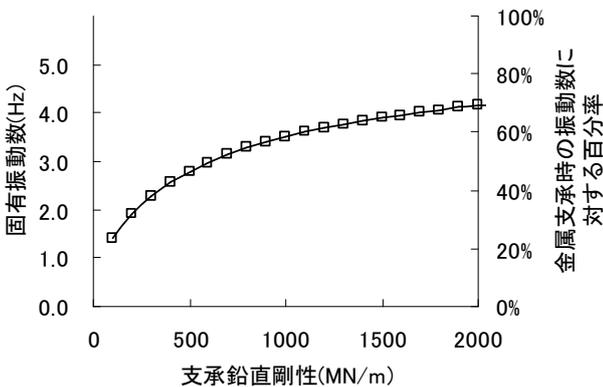


図-6 ねじり 1 次振動モードの固有振動数の変化

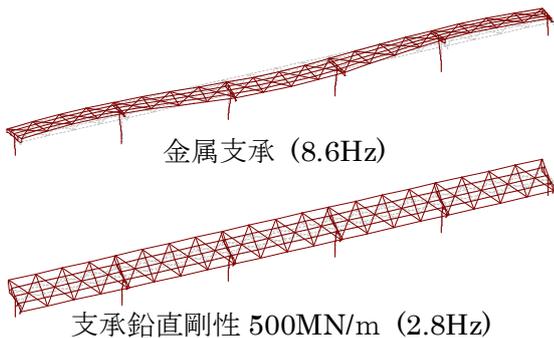


図-7 ねじり 1 次振動モード図

の影響が大きいことが分かる。これは、単径間モデルでは図-5 に示したように、支承鉛直剛性が変化しても桁全体がたわむ振動形状は変化せず、支承部の応答の大きさの違いのみであるのに対し、5 径間モデルでは、1 径間ごとの振動から 5 径間全体の振動に変化するため、固有振動数が小さくなったと考えられる。

(3) ねじり振動モード

ねじり 1 次振動モードの固有振動数の変化を図-6 に示した。対称 1 次振動モードと同様に、支承鉛直剛性の違いによって、固有振動数が変化することが分かる。

また、図-7 にねじり 1 次振動モードの形状を示した。金属支承モデルの場合は、橋脚が橋軸直角方向に振動するのに伴って、桁中央がねじれる形状になっている。それに対して、支承鉛直剛性 500MN/m モデルでは、支点が上下に振動し、桁全体が橋軸まわりに回転する形状になっている。これより、支承鉛直剛性の低下に伴い、桁端部を車両が通過した際の加振によって、桁全体の振動を励起することが考えられる。さらに、片側を車両が通過した時に反対車線も振動し、振動の回数を増加させる可能性もある。

4. おわりに

本研究では、免震支承が 5 主桁 5 径間連続橋の振動特性に与える影響について検討するため、支承鉛直剛性を変化させ、固有値解析を行った。主な結論は以下の通りである。

- 1) 支承鉛直剛性の違いによって固有振動数が変化することで、交通振動の卓越振動数と近い振動数となり、共振をまねく可能性がある。
- 2) 5 径間連続橋の対称 1 次振動モードは、支承鉛直剛性の変化によって形状が変化し、単径間橋よりも固有振動数への影響が大きい。
- 3) ねじり 1 次振動モードは、支承鉛直剛性の低下によって桁全体が回転する形状となり、桁端部を車両が通過した際の加振によって、桁全体の振動を励起することが考えられる。

参考文献

1) 伊津野和行, 小林紘士: 免震支承の剛性が桁の固有振動に与える影響に関する一考察, 構造工学論文集, Vol.52A, pp. 593-602, 2006.