

部分モード合成法を用いた平板模型と2主桁橋のモード解析

川崎重工業株式会社 正会員 鈴木大也

東京大学大学院工学系研究科 正会員 阿部雅人

東京大学大学院工学系研究科 フェロー 藤野陽三

東京大学大学院工学系研究科 正会員 貝戸清之

1. まえがき

我国の社会基盤施設は建設費の低減や供用後の維持・補修の容易さから合理化少補剛2主桁橋を採用するケースが増加している。合理化少補剛2主桁橋は従来の多主桁橋と比較し、床版のスパン長が長く、主桁腹板や横桁などの部材が変形する局部振動の可能性があると考えられる。また、阪神淡路大震災以降、ゴム支承や免震支承が多数採用されており橋梁全体が振動し易くなっており、環境振動についても検討を加えておくことが必要である。しかしながら局部振動を精度よく解析する手法がまだ確立しておらず、また、実験計測もほとんど行われていないため、環境振動の予測は現状では不可能である。そこで、本研究では、合理化少補剛2主桁橋における環境振動の予測法の確立を最終目的とし、2枚の平板を鉛直に結合した模型（平板模型）について、レーザードップラ速度計を用いて実験計測を行うと同時に、部分モード合成法を用いて解析を行い、各部材モード特性から全体系の挙動の予測を試みる。また、2主桁橋模型において、横桁の設置数や設置位置を変化させた実験計測を行い、構造条件による振動特性の変化を把握する。

2. 実験概要と解析方法

実験概要 計測を行った模型は、2枚の平板を鉛直に結合した平板模型と2主桁橋模型の2種類で、アクリルを用いて作成した。平板模型は縦40[cm]×横30[cm]の平板（プレート1）と縦40[cm]×横10[cm]の平板（プレート2）を鉛直に結合したもので、プレート2をプレート1の中央部に接着している。2主桁橋模型の各部材の寸法は、床版が橋軸方向1350[cm]×橋軸直角方向41.85[cm]、主桁が1350[cm]×9.96[cm]、下フランジが1350[cm]×4[cm]で、横桁は3本または5本で上段、中段、下段に設置が可能である。計測には多点計測用と基準点用の2台のレーザードップラ速度計を用い、非接触多点計測を行った。計測条件は、プレート1についてx軸方向7点、y軸方向5点、合計35点計測し、ランダム加振して、床版について橋軸方向10点、橋軸直角方向8点、合計80点計測し、常時微動で計測を行った。また、いずれの場合もサンプリング周波数2048[Hz]、サンプリング個数4096で計測を行った。

解析方法 解析には部分モード合成法を用いた。部分モード合成法は、Lagrangeの未定乗数法にRayleigh-Ritz法を組み合わせることによって全体系のモードを求める手法である。解析を行う際には、各部材の接合部を図1のようにx軸方向、y軸方向、回転方向にバネを入れてモデル化する。

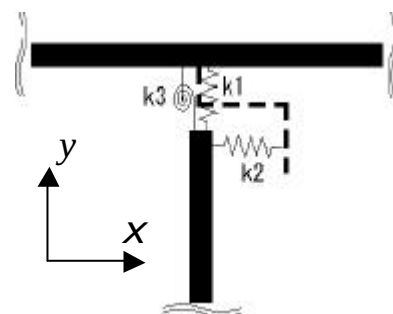


図1. 接合部のモデル化

また、部分モード合成法は、実験計測から得た各部材単独のモード形状関数を用いることが可能である。

3. 実験結果と解析の比較

平板模型 図2は実験計測、図3は理論解、図4はプレート1を単独で計測して得た形状関数を用いて、プレート2については解析から得た形状関数を用いて同定したプレート1のモード形状である。実験計測の結果は加振の影響が大きく出たために1次モードが正確に抽出できなかったが、図2、3について2次モード、3次モードはほぼモード形状の再現ができた。また、図3、4について、1次モード、2次モードともにほぼ一致したモード形状を得ることができた。

2主桁橋模型 図5は2主桁模型の床版のモード形である。結果は横桁を設置しない場合と下段に5本設置した場合について示した。振動数は横桁を設置しない場合は34[Hz]、下段に5本設置した場合は49[Hz]であ

キーワード：部分モード合成法、振動モード形、レーザードップラ速度計、環境振動

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 Tel: 03-5841-6099, Fax: 03-5841-7454

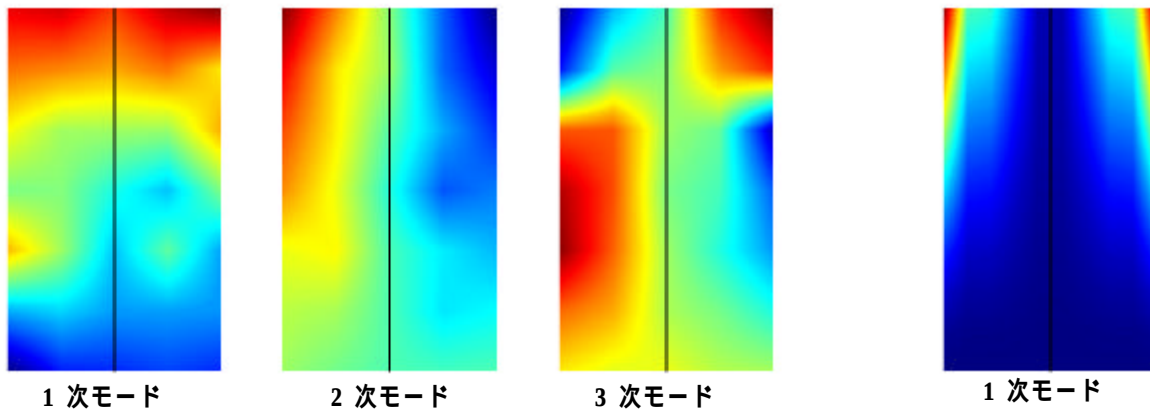


図 2 . 実験計測によるモード形

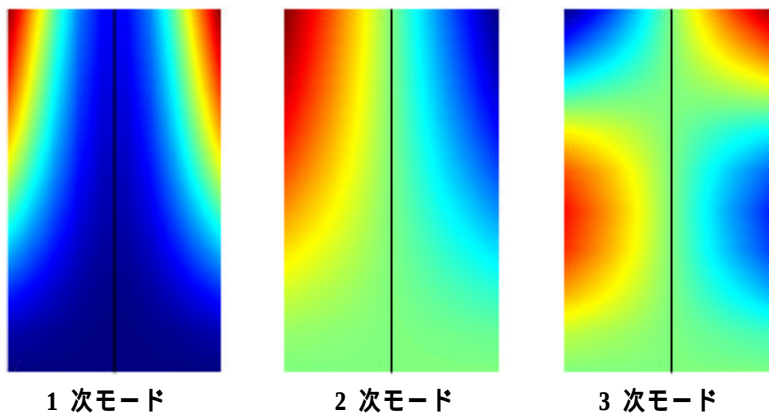


図 3 . 理論解によるモード形

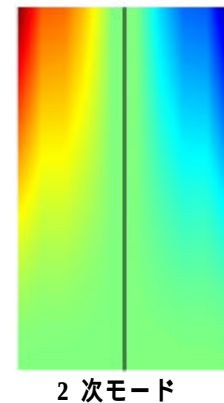


図 4 .plate1 に部分モード形状関数を用いて同定したモード形

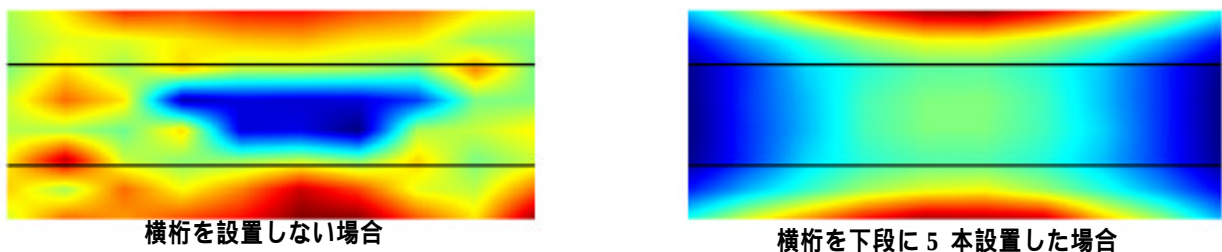


図 5 . 2 主桁橋模型 (床版) のモード形状

った．このことから，モード形状や振動数が横桁を設置することにより変化することが確認できた．また，横桁の設置本数と設置位置を変えて計測した結果は 1 次モードに関してはいずれも，横桁を下段に 5 本設置した場合とほぼ同様であり，横桁の設置条件によりモード形状，振動数の変化は見られなかった．

4.まとめ

本研究で得られた成果を以下にまとめる．

- 1) レーザードップラ速度計により平板模型と 2 主桁橋模型のモード形状を把握することができた．
- 2) 部分モード合成法により，解析解については 2 次以上については実験計測とほぼ一致したモード形状を得ることができた．また，プレート 1 について計測より得た形状関数を用いて，1 次，2 次のモード形状をほぼ再現することができた．
- 3) 主桁橋模型の計測から，横桁を設置することによりモード形状，振動数が変化することが確認できた．
- 4) しかしながら，横桁の設置数，設置位置により，床版の 1 次モードに関してはモード形状，振動数に大きな変化は見られなかった．今後は，主桁と横桁の計測を行い，主桁や横桁の局部振動や連成振動の可能性を確認する必要がある

参考文献

- 1) 鈴木大也:部分モード合成による 2 主桁橋における局部振動の予測，東京大学修士論文，2000.3 2) Dowell,E.H.:Free Vibrations of Linear Structure With Arbitrary Support Conditions ,Jounal of Applied Mechanics ,ASME ,Vol.38 ,1971.9