

高架橋附属構造物の疲労損傷に寄与する振動モードの検証

名古屋大学 正会員 小塩 達也

正会員 山田健太郎

はじめに 橋梁上に設置される標識柱、照明柱など(以下、附属構造物とする)は、従来、風荷重に対してその断面が決定されることが多い。しかしながら、近年、風による渦励振や、車両走行時の橋梁振動によって附属構造物が大きく振動し、照明等の機能不全や、構造の破壊を生じる例が報告されている。本研究では、名古屋高速道路公社楠線下りに設置された門型標識柱、F型標識柱、照明柱のそれぞれにおいて、構造物と基部に発生するひずみ、附属構造物への入力としての基部の振動加速度を測定した。附属構造物の振動モードを振動加速度、基部のひずみの双方から分析し、疲労損傷に寄与している振動モードを検証した。

測定方法 図1に示すように情報板を有する門型標識柱、F型柱、照明柱について、加速度計を設置した。基部リブプレート上端のまわし溶接部に対し、溶接止端から15mmの位置にひずみゲージを鉛直方向に貼付した。この付近は3径間連続箱桁鋼床版橋が連続する区間であり、門型標識柱がスパン中央、F型柱が橋脚付近、照明柱がスパン1/3点に位置している。楠線下りのリフレッシュ工事に伴う一斉通行止めの際に加速度計等を設置し、工事車両の走行による応答や夜間の常時微動の波形を200Hzのサンプリングで連続測定した。測定時間はそれぞれの構造物で20時間程度である。

振動モードと振幅・周期スペクトル 連続データから Random Decrement 処理¹⁾を用いて外乱成分を除去した自由振動波形を求め、パワースペクトルを計算した。また、20時間の連続データに対して、レインフロー法を拡張した振幅・周期スペクトル²⁾を計算した。これは、レインフロー法で測定値の振幅を計算し、計数する際に、その振幅の間隔を周期として、振幅・周期の2次元頻度分布として計数するものである。各構造物の振動加速度およびひずみのパワースペクトル、振幅・周期スペクトルを図2～4に示す。パワースペクトルを求める際には、各波形の最大値を1として基準化している。門型標識柱では門型柱上部が橋軸直角方向に変位する3.8Hzの振動モードが卓越した。このモードは、桁の面外ねじり振動と連成しており、減衰定数は0.02程度である。速度標識板を持つF型標識柱は柱が橋軸、橋軸直角方向に曲げ振動を行うモードが卓越し、固有振動数は両方向とも3.4Hz、減衰定数は0.01となった。照明柱ではポールが1次曲げ振動を行う1.7Hzのモード、灯具部分が鉛直にいわゆる”首振り”を行う6.0Hzのモードが確認された。減衰定数は1.7Hzのモードで0.01である。振動加速度、ひずみがもっとも大きい構造物はF型標識柱であったが、その理由として曲げ振動モードの固有振動数が周辺橋梁や大型車両のばね上振動数に近いこと、基部からの鉛直成分が上部が上

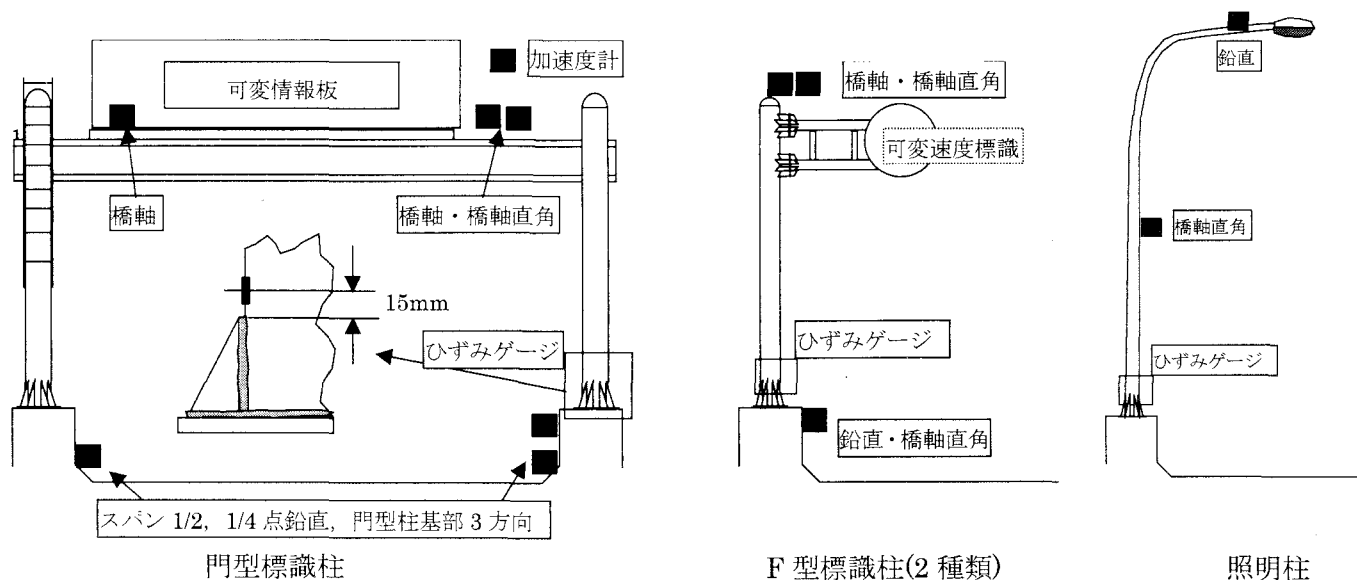


図1 測定対象とした附属構造物およびセンサー等設置位置

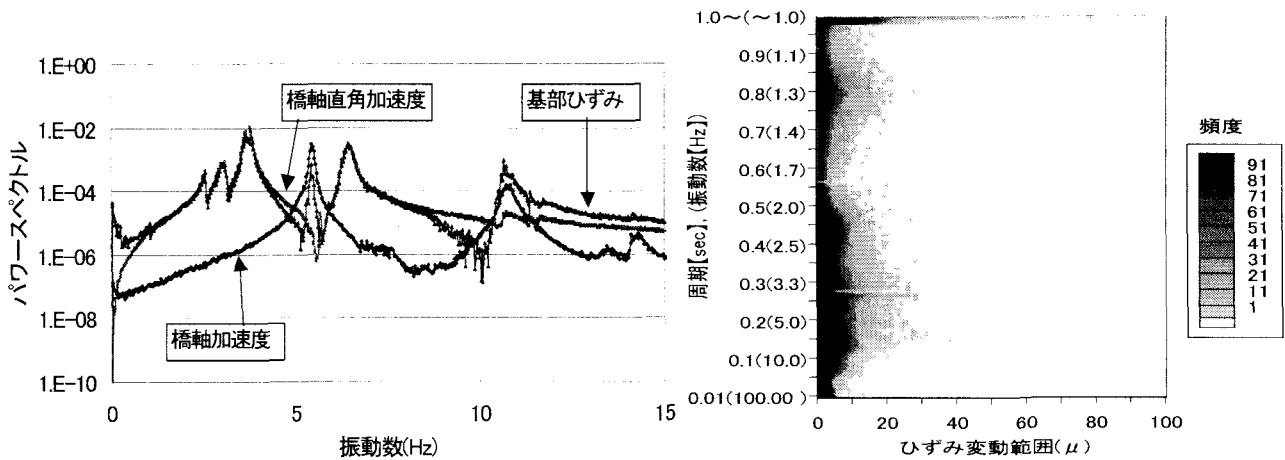


図2 門型標識柱の加速度・ひずみのパワースペクトルと、ひずみの振幅・周期スペクトル

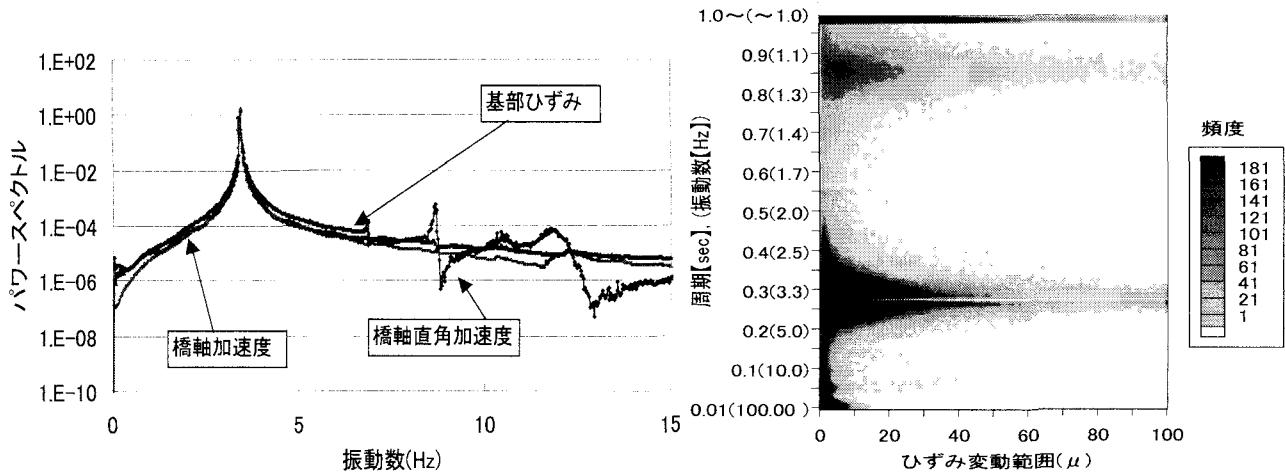


図3 F型標識柱の加速度・ひずみのパワースペクトルと、ひずみの振幅・周期スペクトル

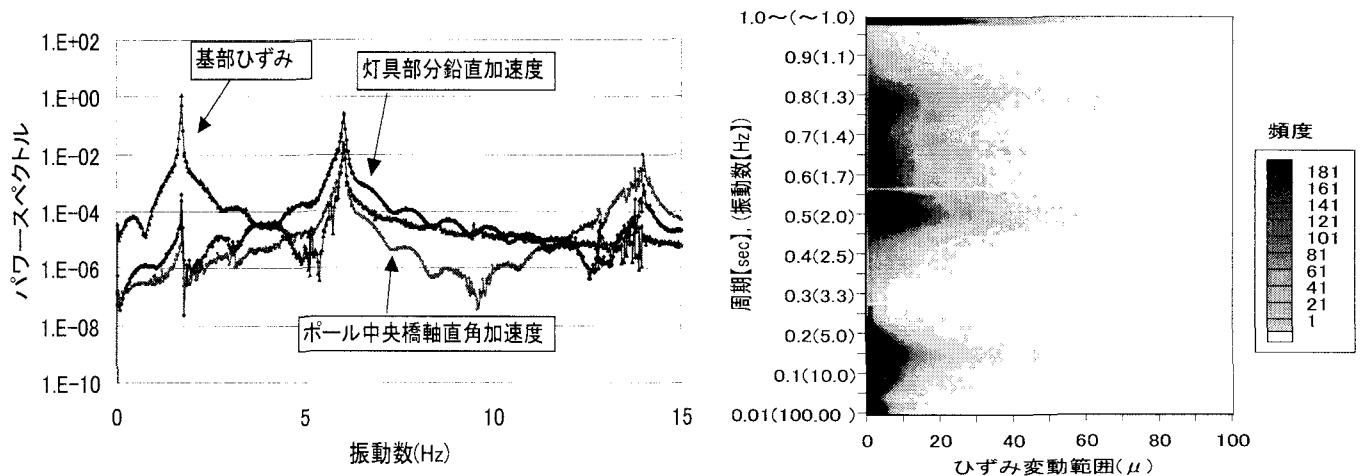


図4 照明柱の加速度・ひずみのパワースペクトルと、ひずみの振幅・周期スペクトル

部の重心位置に偏心荷重として作用し、水平動を誘起しやすいこと等が考えられる。F型柱の振幅・周期スペクトルによれば、絶えず 3.6Hz 付近で繰り返し応力が生じていることが分かる。一方で、F型柱に比べて特定のモードが励振される度合いが少ない門型柱、照明柱では、複数のモードによる頻度分布形状が振幅・周期スペクトルに表われており、それぞれのひずみの振幅値は小さくなっている。

まとめ 橋梁上に設置される構造物については、おおむねその構造物の形状と振動特性により自動車走行時に振動が励起されやすいか否かが決まると考えられる。付属構造物の点検では振動特性を把握した上で詳細点検の有無などを決定したり、設計においては危険振動数を設定するなどして対応すべきであると考えられる。

参考文献 1) 田村幸雄, 佐々木淳, 塚越治夫: RD 法による構造物のランダム振動時の減衰評価, 日本建築学会構造系論文報告集, No.454, pp.29-38, 1993.12, 2) 小塩達也, 山田健太郎, 森田俊樹, 李 相勲, 交通振動下にある高架橋付属構造物の振動測定と疲労耐久性の評価, 土木学会論文集, 第 I 部門, 2004 年掲載予定