

都市内高架橋に設置された付属構造物の振動と疲労に関する研究

名古屋大学環境学研究科 正員 小塩達也, 山田健太郎, 学生員 森田俊樹, 李相勲
名古屋高速道路公社 正員 仙田 勉, 前野裕文

1 研究の目的 道路上には利用者にサービスを供給するための施設として、照明柱、標識柱、情報板や、各種センサーなど、多数の付属構造物が設置される。都市内高架橋に設置された付属構造物のいくつかにおいて、交通による振動が原因と見られる疲労損傷が発生した例が報告されている¹⁾。本研究では、支承のゴム支承化と3径間連続化が行なわれた都市内の鋼単純プレートガーダー橋で、4種類の付属構造物を対象に振動、応力測定、応力頻度測定を行い、橋梁の構造改変が付属構造物に与える影響や、供用下での付属構造物の疲労耐久性について検証した。

2. 測定方法

測定対象とした付属構造物の外略図を図1に示す。測定対象は標識を支持するトラス梁+門型形式の支持柱（以下、標識板門型柱）と、これと同じ位置で3径間連続化後に設置された新型の門型柱（新型標識板門型柱）、LED式情報板を支持する門型柱（情報板門型柱）、内照式道路標識を支持する張り出しを有する1本柱（F型標識柱）、および照明柱である。これらはいずれも鉄筋コンクリート製の壁高欄天端にアンカーボルトで定着されている。各々の構造物と基部付近の橋梁部に加速度計を設置し、振動加速度を測定した。また、疲労き裂発生への報告が多い、各構造物の基部のリブプレート上端部に図2のようにひずみゲージを設置して、車両走行時に生じる基部のひずみを測定した。設置橋梁は、スパン33mの鋼単純剛性プレートガーダー橋である。付属構造物の設置位置を図3に示す。主桁間隔2.6mの4主桁構造で、片側2車線、上下線分離構造である。橋脚は中央に料金所ランプをはさむために、P2についてはII型橋脚、P7についてはH型の橋脚となっている。P1~P4、P4~P7の単位で、ゴム支承化、3径間連続化が行なわれた。

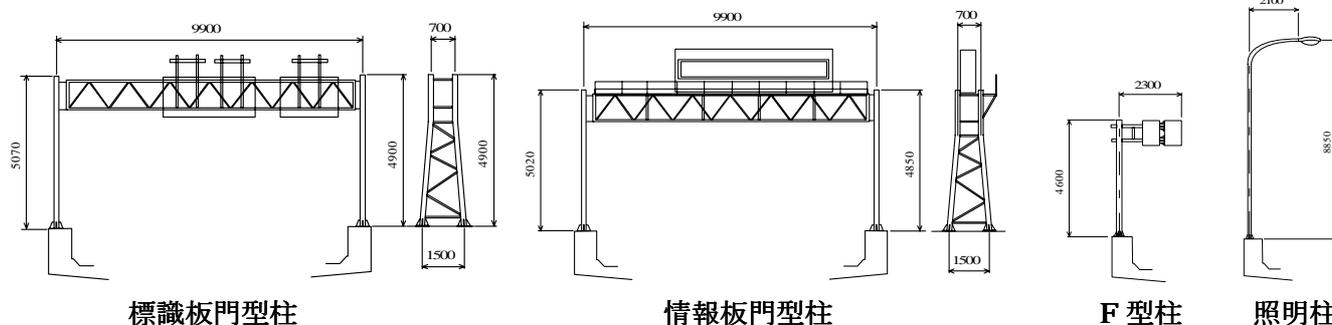


図1 測定対象とした付属構造物

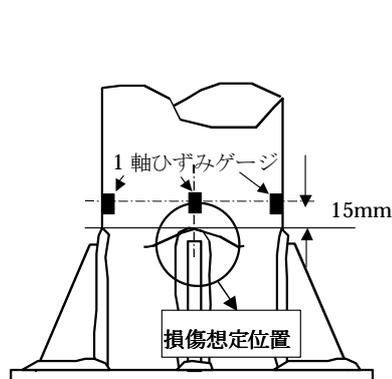


図2 基部のひずみゲージ

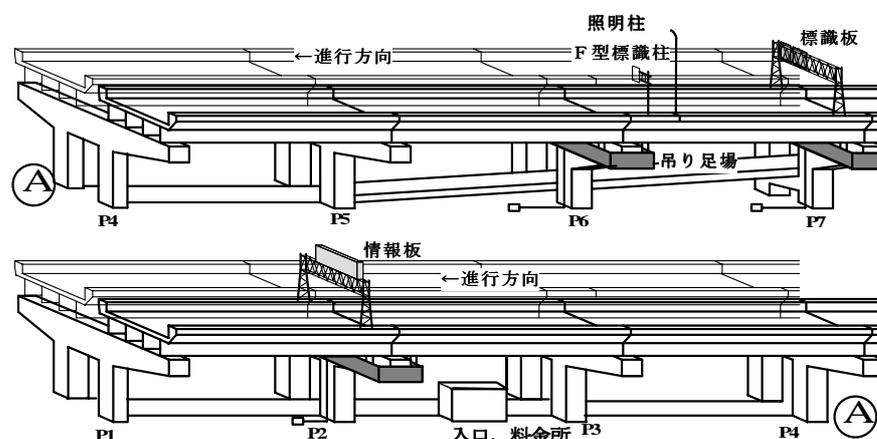


図3 付属構造物の橋梁上の位置

キーワード：疲労，振動，付属構造物，標識柱，照明柱 連絡先：〒464-8603 名古屋大学環境学研究科都市環境学専攻

測定は、鋼支承+単純桁（第1期）、ゴム支承化後（第2期）、3径間連続化後（第3期）、門型柱交換後（新型標識板）の4つの段階で、それぞれ、振動、応力測定、応力頻度測定を行った。振動、応力測定は、4期ともに夜間に荷重車走行による加振試験、昼間の一般車走行時の測定を行っている。応力頻度測定は、平日の24時間にヒストグラムレコーダーを用いて行った。

3. 付属構造物の振動モードと固有振動数

荷重車走行試験と一般車走行時の測定により、振動モードおよび卓越振動数を分析した。主たる振動モードと固有振動数を図4に示す。標識板門型柱(旧型, 新型)は梁部の構造が橋軸直角方向に移動するモードが主として観測され、卓越振動数はそれぞれ、4.43Hz(旧型)、4.66Hz(新型)であった。情報板門型柱も同様であり、2.89Hzであった。F型標識柱は単純な構造であり、標識板が水平方向に移動するモードとなり、3.65Hzであった。また、照明柱は振動加速度は少ないものの、1.53Hzと4.85Hzのモードが確認された。橋梁基部の鉛直方向加速度のパワースペクトルの例(荷重車走行時、ゴム支承化後)を図5に示す。車両走行時の卓越振動数は、概ね全ての構造条件で2~4Hzの帯域で卓越した。

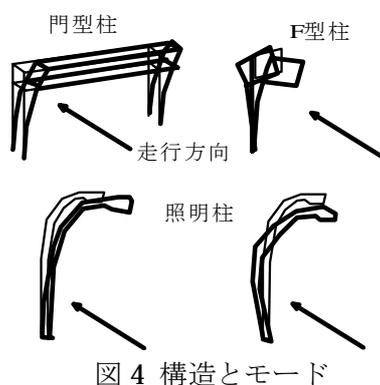


図4 構造とモード

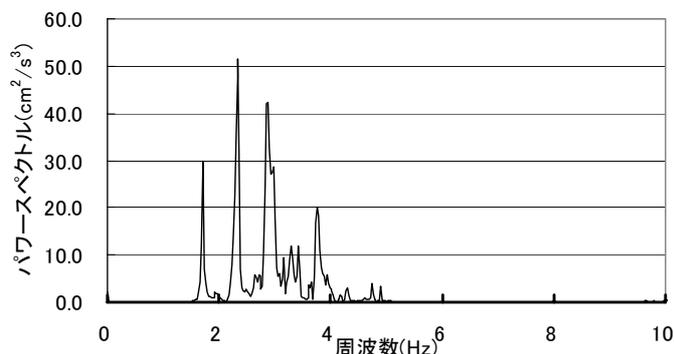


図5 基部のパワースペクトルの例 (荷重車走行時)

4. 疲労耐久性の評価

日本鋼構造協会の疲労設計指針(以下、JSSC)の手法に従って応力頻度測定結果より疲労損傷度を算出した。着目点の疲労強度は、過去の疲労試験などを参考に、疲労強度等級でF等級とした。測定位置付近の交通量センサーによれば、測定日の交通量はいずれも4万台程度で安定しており、交通条件は4つの測定(第1期~第3期、新型標識板)でほぼ同じと考えられる。疲労損傷

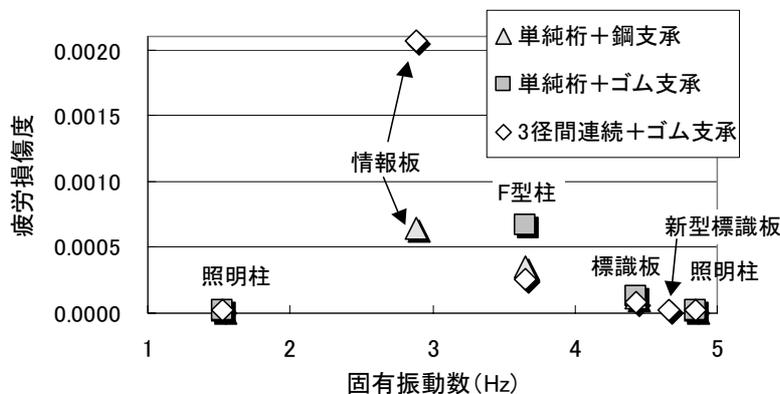


図6 疲労寿命と固有振動数

傷度と各構造物の固有振動数の関係を図6に示す。固有振動数が橋梁の卓越振動数の中心の3Hzに近いものほど、共振の度合いが強くなり、繰り返しの荷重が大きくなり、損傷度が大きいものと考えられる。構造変更による影響は、振動数の違いの影響ほど顕著には表れないものの、構造物によっては損傷度が大きくなるものもあり、構造の変更による影響について注意する必要があると考えられる。新型門型柱は、基部の剛性が高くなるように設計されており、固有振動数は旧型の4.43Hzに対して4.66Hzと5%程度と若干の変化であったが、基部に発生する応力が低減することで、旧型との比では疲労損傷度が大幅に減少した。

5. まとめ

供用下の橋梁上の4種類の付属構造物で振動測定、応力頻度測定を行い、振動モードと疲労耐久性を把握した。また、付属構造物の固有振動数や橋梁の構造条件が疲労耐久性に影響を及ぼすことが示された。

参考文献 1) 小塩達也, 李相勲, 山田健太郎, 森成顕, 森下宣明: 交通荷重による橋梁の振動と標識柱の疲労, 構造工学論文集 Vol47A, 2001-3