

高架橋に設置された道路照明柱の振動と疲労に関する研究

正員 名古屋大学大学院

小塩 達也

正員 名古屋大学大学院

山田 健太郎

背景と目的 道路橋に設置される照明柱や標識柱は安全性を高め、通行者の必要な情報を提供する重要な施設である。これらの施設は、橋梁振動や風の影響を受け、疲労損傷が生じる可能性がある。実際に、道路上に設置された標識柱や照明柱に疲労き裂が生じ、これが原因となって折損事故が生じた例が報告されている。本研究では、高架橋に設置された道路照明柱において、一般車、荷重車による振動、応力測定、24 時間の振動・応力測定を実施し、照明柱の設置位置の違いによる振動状態の比較、疲労耐久性の調査などを行なった。さらに、高架橋の一部の縦桁を用いて Bridge-Weigh-In-Motion システム（自動車荷重測定システム、以下 BWIM）を構築し、振動測定と並行して大型車の重量測定を行い、交通振動と照明柱の振動の関係について考察した。

測定対象 測定対象とした A 高架橋は、昭和 44 年（1969）に架設された、鋼単純箱桁橋、鋼単純鈑桁橋、鋼連続鈑桁橋などからなる高架橋であり、延長 1527m、幅員 18.3m、車線数 2+2 である。この橋梁は国内有数の工業地帯に位置し、日交通量約 6 万台、大型車混入率約 30%である。橋梁上には架設当初から設置されている塗装仕様の照明柱が設置されている。本研究では、橋梁上の照明柱の中から、目視観察により振動変位が大きいと思われるものを含め、4 箇所を抽出し、照明柱基部における振動加速度、基部にある三角形のリブ上端のすみ肉溶接部近傍の応力、照明柱の応答加速度を測定した。設置位置の概要を表 1 に、照明柱周りのセンサー設置状況を図 1 に示す。

測定方法 標識柱、照明柱での典型的な疲労き裂の発生点として、基部の補剛のために取り付けられる 3 角形のリブ上端部のまわしすみ肉溶接の止端部が挙げられる。このため、すみ肉溶接止端部より 15mm の位置にひずみゲージを貼付し、振動変形による応力を測定した。また、圧電型加速度計を用いて照明柱上部、基部で 3 成分の加速度応答を測定した。荷重車は 196kN のダンプトラックとし、走行速度を 50km/h として橋梁上を単独走行させた。

振動の状況 照明柱の時刻歴応答波形から得られた応答加速度のパワースペクトルを図 2 に示す。対象橋梁では基本的に同じ構造の照明柱が用いられている。測定結果および目視観察に基づくモード形状を図 3 に示す。曲げ 1 次モードで 1.71Hz、2 次モードで 3.08Hz であった。目視およびビデオ撮影による高架橋下からの観察では、大型車走行時には特に 2 次モードが卓越することが観察されている。これは、大型車両のばね上の振動数が 3Hz 程度であり、またこれにより励振された橋梁の自由振動の影響であると考えられる。観察

表 1 測定点の概要

地点名	スパン・形式	照明柱設置位置
①	57.3m 単純合成箱桁 可動支承をゴム支承に交換	スパンの 2/5 点 下り線
②	①と同じ桁	スパンの 1/5 点 上り線
③	29.3m 単純合成鈑桁	スパンの 2/5 点 下り線
④	32.5m 連続鈑桁	中央径間の 2/5 点 下り線

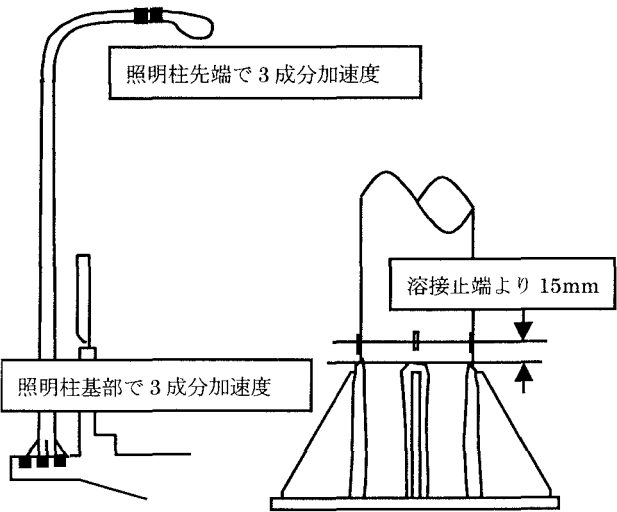


図 1 加速度計，ひずみゲージの設置状況

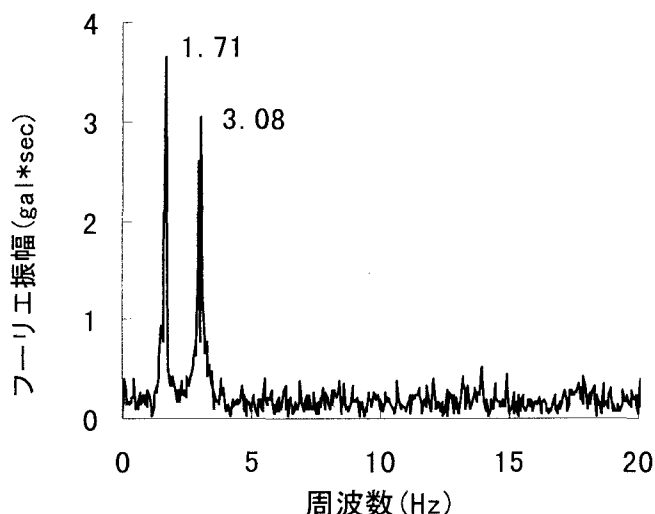


図2 地点①上の照明柱先端のパワースペクトル

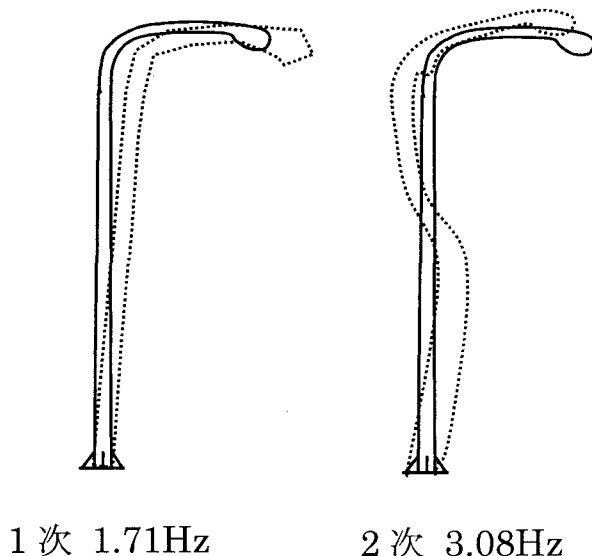


図3 照明柱の振動モード

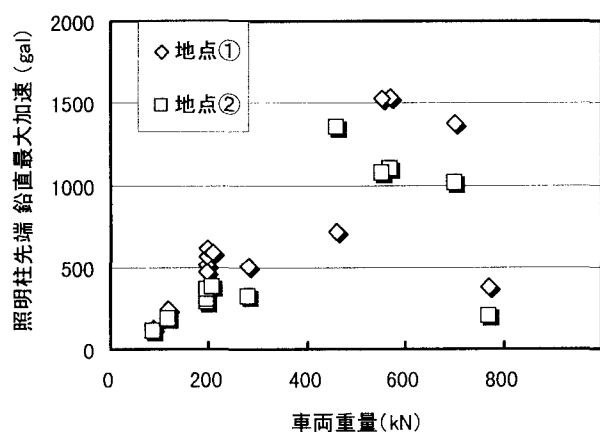


図4 最大加速度と車両総重量

表2 測定点別の最大加速度

地点名	照明柱の鉛直加速度 (gal)	照明柱基部の応力 (MPa)
①	1120	52.5
②	880	50.0
③	390	16.0
④	560	24.0

によれば、1次モードは風の影響で生じることが推定された。現段階では強風時にどのような振動性状になるかは予測できないが、大型車両が多いこの地帯の特性を考えると、大型車両が通過する場合に2次モードが卓越し、基部に繰り返し応力が加えられることが疲労損傷の原因となると考えられる。

24時間の測定結果 24時間の測定波形にレインフロー法を適用し頻度分布に変換した。この頻度分布より得られたL5値（上側5%点）を表2に示す。これによれば、地点①、地点②が特に振動加速度、基部の応力が大きく、設置橋梁、設置地点により応答値に大きな違いが生じる可能性がある。

大型車両重量と最大応答 BWIMによる測定は地点①、②の振動測定に並行して行われた。BWIMによって測定された大型車両の重量と、その車両が通過する際の照明柱の最大応答値の関係を図4に示す。BWIMの測定点と照明柱の測定点とは200m程度の距離があるため、時刻、速度や車両走行状況などから一対一の対応が確認できる26のサンプルについて考察した。これによれば、車両総重量と最大加速度には正の相関があり、重量車が走行する際に大きな振動加速度が生じていることが確認できる。

今後の課題 JSSC（日本鋼構造協会）の疲労設計指針に基づいた疲労耐久性の評価の結果、設置場所による橋梁の振動特性の違いが照明柱の疲労耐久性に与える影響などについては、当日発表する予定である。

謝辞 本研究を行なうにあたり、建設省中部地方建設局三重工事事務所、(財)道路保全技術センター中部支部には多大なるご協力をいただいた。また、現地測定にあたっては、(株)フジエンジニアリングに多大なる協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。