

I-24

橋梁上の門型標識柱に対する振動解析と 疲労耐久性評価手法

東北学院大学工学部 学生会員○白山 陽理
東北学院大学工学部 正会員 李 相勲

1, はじめに

橋梁上に設置される標識柱・照明柱などの橋梁付属構造物は、地上部と異なり、振動の影響を受けるため疲労損傷が生じる可能性があり、近年、その損傷事例が何件か報告されている。橋梁付属構造物の損傷は、構造物自身の問題だけでなく二次災害にも繋がる恐れがあるため、適切な疲労耐久性評価手法が要求される。

本研究では荷重車走行時の橋梁と門型柱の振動、また門型柱基部に対する一般車供用下の24時間応力頻度分布を測定し、得られたデータを利用して、動的応答解析を行い、実測点以外の場所に対する疲労寿命を推定することを目的としている。

2, 測定概要

対象の門型柱は高さ5.5m、幅18.7mの渋滞感知センサー用の鋼製門型柱である。図-1に示すように、加速度計を門型柱の梁と隅角部に5ヶ所、基部から5mずつ離れたところの壁高欄の天端に鉛直方向4ヶ所、水平方向1ヶ所設置し、196kNの荷重車を走行させ振動測定を行った。基部部分に鉛直方向のひずみゲージを貼付けて、一般車共用下で24時間応力頻度測定を行った。荷重車は一般車の少ない時間帯に、規制なしの共用状態で走行させた。走行回数は8回とした。

3, 動的応答解析

解析モデルの概要を図-2に示す。要素は3次元梁要素を用い、全要素58、節点数42である。鋼管自身の質量と速度標識などの貼付物の質量を対応する節点に集中質量として与えた。境界条件は基部を全自由度拘束とした。各質点の質量を変化させながら固有値解析をし、固有振動数を求めた結果、梁に作用するすべての質量を1.2倍した場合が最も実測値と一致した。実測値と最適化した前後の結果の比較を表-1の示す。

Kajyu5の梁中央の鉛直方向の実測波形を図-3a、解析波形を図-3b、最適後の解析波形を図-3cに示す。最適化していない解析波形は実測波形と比べると最大値も違い、形状も程遠い結果となった。それに比べ最適化した波形は最大値も近く、形状もだいたい一致し

ている。Kajyu5の梁中央の鉛直方向の実測波形を図-3a、解析波形を図-3bは実測波形と比べ最大値、形状が相当異なる。その理由として実構造物の質量や部材の連結等の剛性が正しく求められなかったのが考えられる。また、解析上の減衰の仮定もその理由の1つとして考えられる。質量補正した波形を図-3cに示す。最適化した波形は最大値や形状により一致している。

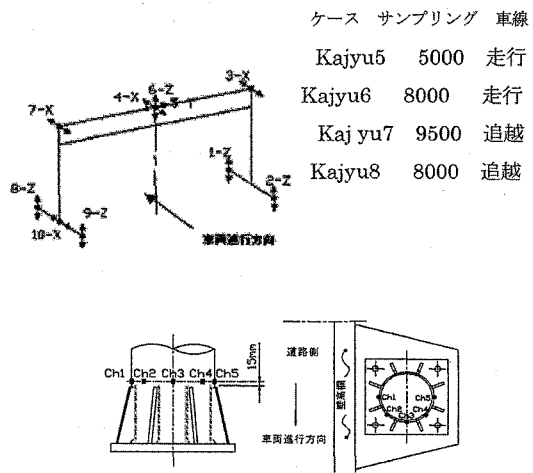


図-1 加速度計の設置位置とひずみゲージ位置

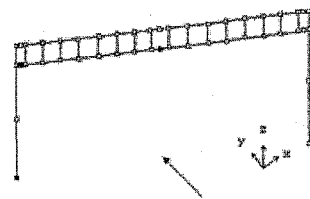


図-2 門型柱のFEMモデル

表-1 値と解析結果

固有振動数	1次	2次	3次	4次	5次
実測値	1.59	3.69	4.32	4.57	4.69
解析値	1.55	4.03	4.78	4.99	5.27
最適化	1.41	3.68	4.37	4.57	4.82

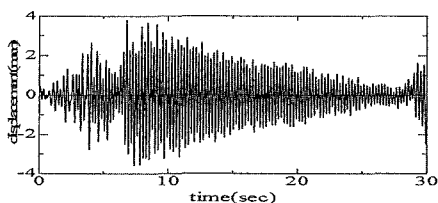


図-3a 実測波形 (kajyu5)

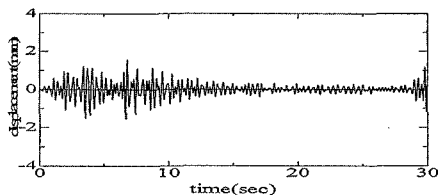


図-3b 解析波形(kajyu5)

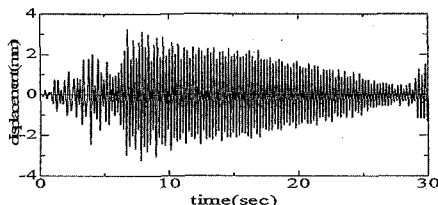


図-3c 最適化後の解析波形(kajyu5)

4、疲労寿命の推定

本研究では基部の実測値と解析値の関係に基づいて着目点の疲労寿命を推定した。図-4に基部の補強リブに対する24時間応力頻度測定によるヒストグラムを、図-5に荷重車走行実験で計測された橋梁振動に対する動的応答解析結果から得られたヒストグラムを示す。ヒストグラムの作成は、日本鋼構造協会の疲労設計指針に明示されているレインフロー法のルーチンに基づいた。次の段階で、それらの応力頻度分布に疲労設計曲線を適用し、マイナー則(付録参照)を用いて疲労寿命を推定する。外力 kajyu5、kajyu8 の場合に対して求めた疲労損傷度と疲労寿命を実測値と比較し表2に示す。

5、結論

疲労亀裂が発生し取り外された門型柱の変わりに新しく設置された門型柱に対する疲労寿命を推定するため、橋梁上に設置されている門型標識柱に対する振動測定と基部の24時間応力頻度解析に基づいて、動的解析を行い、マイナー則によって門型柱各部の疲労耐久性の推定する手法を試みた。本研究で提案する手法に従って門型柱各部の疲労耐久性の評価を行った結果、疲労年限の内に疲労亀裂が発生する可能性は低いと考

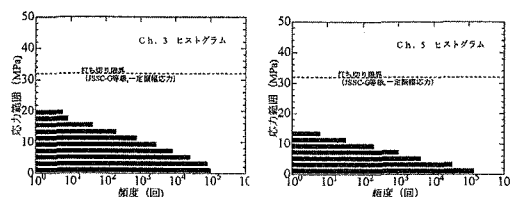


図-4 24時間応力頻度測定によるヒストグラム

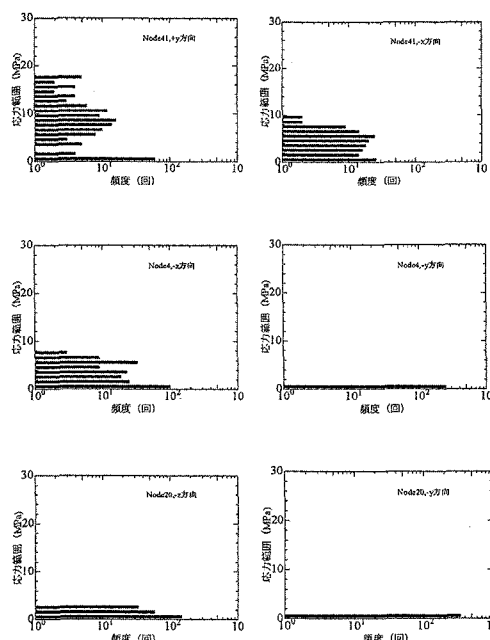


図-5 動的応答解析結果からのヒストグラム (kajyu5)

表-2 標識柱の各部に対する疲労寿命(年)

		基部		隅角部		梁中央
		41+y	41+x	4-z	4-y	22-z
実測値	24時間応力頻度測定	110	625	-	-	-
	Kajyu5	3.52e-8	5.92e-9	7.58e-9	1.30e-1	8.02e-10
解析値	Kajyu8	3.65e-8	1.64e-8	1.21e-8	1.88e-1	1.19e-9
	Kajyu5	102.2	607.6	474.5	27700	4485
	Kajyu8	7.8	17.4	23.5	1517	240
	total	110	625	498	29217	4725

参考文献

小塩達也ら：交通荷重による標識柱の振動と疲労耐久性，構造工学論文集，Vol.1.47A，pp1009-1017，2001えられる。また、本研究に使われた解析や評価方法は設置されている門型柱、照明柱に対する残余疲労寿命の評価に有用であると考えられる。