

道路橋の標識柱の損傷と振動特性に関する実験的研究

大阪市立大学大学院 正会員○井舎 英生 大阪市立大学大学院 学生員 谷 憲一
 大阪市立大学大学院 正会員 北田 俊行

1. はじめに

道路橋付属構造物の標識柱や照明柱の損傷は、交通や風による振動疲労が主な原因である。損傷の存在は振動数や振動モードなどの振動特性の変化に現れるので、その振動特性を適宜に測定することによる損傷の早期発見は道路管理上からも重要である。これらの疲労損傷の有無を把握するためには付属構造物の点検を行なう必要があるが、従来行なわれている点検方法では交通規制が必要であることや点検が困難な場所にあること、点検対象となる付属構造物の数量が多いことなど幾つかの課題がある。これらの課題の解決策の一つとして図1の様に離れた場所からビデオカメラや光学式測定器により振動特性を測定することを提案したが¹⁾、これらの振動測定法によりどの程度の損傷の有無が発見できるかを明らかにする必要がある。

そこで本研究では、標準的な門型標識柱のモデルを製作し過去に生じた損傷を与えた振動実験により振動特性の変化の測定と実験モデルの構造解析モデルによる固有振動解析を行なった。その結果得られた損傷と振動特性の関係について報告する。

2. 橋梁上の門型標識柱の振動特性

標識柱の設置箇所路面の鉛直方向の測定振動数を図3に、門型標識柱の振動についての測定例を図4に示す。門型標識柱は主に面内及び面外ともに1次モードが卓越して振動している。この振動数の変化を測定して損傷の箇所とその程度を推定できるものと考えられる。標準の門型標識柱の上部には約1～3トン程度の電光表示盤があるが、その重量は振動数の変化に関係するが、今回の実験モデルは1.2トンのものである。これまでも幾つかの損傷の事例が報告されているが、図5は円管柱の基部や上部の梁部に損傷が発生した一例である。

3. 実験の概要

図6に示す門型標識柱の実験供試体のスケールは実物の約1/10とした。実際の門型標識柱は、橋桁と取付けブラケットにより結合されておりブラケットの剛性によって固有振動数が変化するので実験供試体の下部に横桁を取付けて同様の効果を表せるようにした。図7に示すように100tonアクチュエーター試験機により実験供試体に1～10Hzの周期的な振動を与えて供試体の振動変位を測定することにより振動数を求めた。図8に示すように円管柱基部の断面の損傷の程度をA1～A4の4タイプ及びB2,B4,E1,F1タイプの損傷を仮定した。

また標識柱上部の梁部の円管については全断面破損を仮定しC,Dタイプとした。



図5. 損傷の事例



図6. 実験供試体

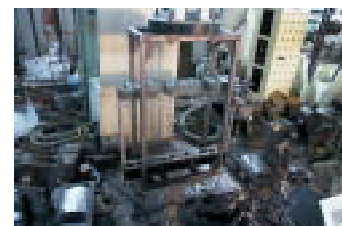


図7. 振動実験



図1 振動測定の全景

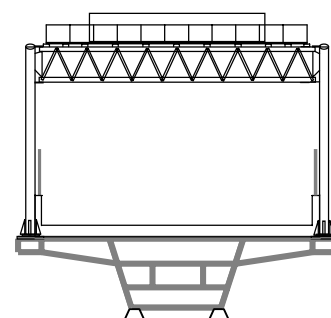


図2. 門型標識柱

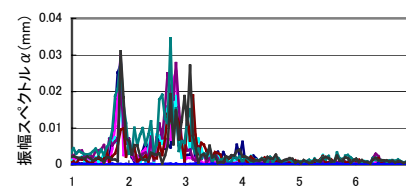


図3. 路面の鉛直方向測定振動数

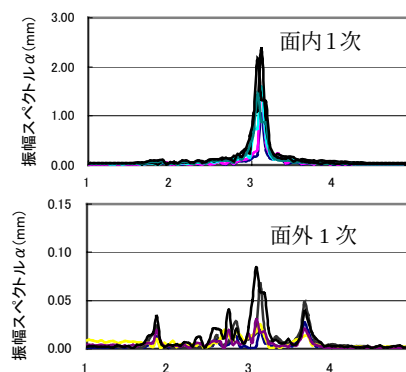
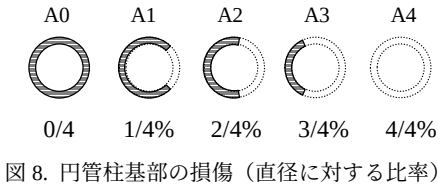


図4. 門型標識柱の実測振動数 (Hz)

キーワード：橋梁振動、振動測定、疲労寿命、診断・補修・補強

〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 橋梁工学研究室 TEL:06-6605-2735 FAX: 06-6605-2765

図9は設定した損傷の種類とその個所を示す。A0~A4は柱基部の損傷の程度、B2~B4は相対する柱の損傷程度、E1,F1は柱基部の断面1/4損傷、C,Dは上部梁の損傷（全断面破断）を表している。実験の順序は、表1の1~11に示すように損傷A0、A1からA4・B4・C・D・E1・F1の順に行なった。E1及びF1は柱断面1/4損傷である。



4. 実験および解析結果と考察

門型標識柱の柱基部と上部梁に損傷を与えた振動実験の結果を表1に示す。実験と構造モデルによる固有振動解析の振動数に違いがある要因は、下部の横桁ブラケットの拘束や剛性の違い、及び柱と上部梁結合部の剛性などに起因しているものと考えられるが、損傷と振動数の低減率の傾向は概ね一致している。今までにも報告されているが、柱の表面き裂や円管断面のA1~A3程度の損傷では振動数の低減は僅かであることが確認できた。全断面破損のA4タイプの損傷になると振動数の低減は大きくなり、特に面外1次の振動数が5%以上低下する。このことは4本柱を持つ門型標識柱の面外方向の剛性が大きく低下することに起因しているものと予想される。損傷によって振動数は低減するが振動モードの変化は生じなかった。これは1次や2次の低次モードの領域では、各モードの振動数に開きがあるので少しの損傷では振動モードの変化を誘起することには至らなかったものと考えられる。図10に構造モデルによる固有振動解析結果を、また図11及び図12に実験と解析による振動数の低減の程度を示す。種々の標識柱における損傷と振動特性の関係を明らかにする必要があるが、実験番号4以降の損傷なら離れた場所からの測定により損傷の程度とその個所を推定できる可能性が明らかとなった。

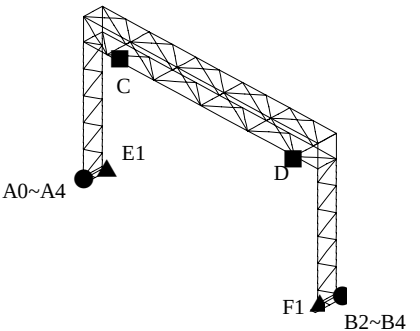


表1. 損傷の程度と振動数

実験番号	損傷の程度	面内1次振動数(Hz)		面外1次振動数(Hz)	
		実験	解析	実験	解析
1	A0: 0/4健全	4.791	4.642	2.003	2.851
2	A1: 1/4損傷	4.760	4.639	2.002	2.846
3	A2: 2/4損傷	4.736	4.635	2.002	2.842
4	A3: 3/4損傷	4.735	4.569	1.920	2.814
5	A4: 4/4損傷	4.721	4.480	1.901	2.375
6	A4・C	4.661	4.326	1.810	2.372
7	A4・C・D	4.554	4.184	1.798	2.371
8	A4・B2・C・D	4.427	4.182	1.794	2.367
9	A4・B4・C・D	4.399	4.131	1.519	2.100
10	A4・B4・C・D・E1	4.222	4.129	1.326	2.099
11	A4・B4・C・D・E1・F1	4.127	4.014	1.321	2.055



図10. 実験供試体の固有振動解析結果

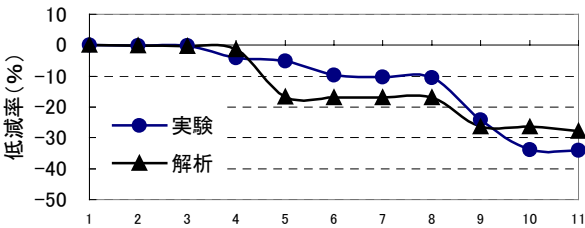


図11. 損傷の種類・程度と面内1次振動数の変化

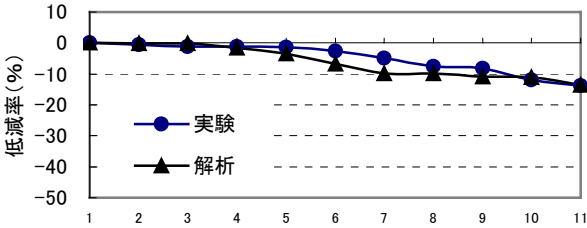


図12. 損傷の種類・程度と面外1次振動数の変化

5. まとめ

- (1) 門型標識柱の基部や上部梁の損傷と振動特性の関係が明らかとなった。
 - (2) 円管断面の1/4~3/4損傷程度では振動数の低減率は少なく、従ってビデオカメラや光学測定器などによる離れた場所から振動数の僅かな変化を捕らえるのは測定精度上から難しいと予想されるが、円管断面が4/4損傷以上になると振動数の低減は顕著となるので離れた場所からでも振動数の変化の測定可能であると思われる。
- なお、本研究は、科学研究補助金：基盤研究(A)(1)「既設鋼道路橋の疲労抵抗度診断とレトロフィッティング技術の開発に関する研究（代表者：三木千壽）」の一環として行なったものである。

参考文献 1) 井舎英生、北田俊行、山口隆司、宮脇潔、乙黒幸年、時譲太：道路橋の標識柱・照明柱における損傷の早期発見に関する基礎的研究、土木学会橋梁振動コロキウム'01（2001年10月）