

微動計測に基づく鋼橋の劣化損傷診断法の提案

鳥取大学 学生員 ○古城 武志 鳥取大学 正会員 池内 智行
鳥取大学 フェロー会員 上田 茂 鳥取大学 正会員 谷口 朋代

1. はじめに

橋梁を維持管理していくうえで、補修補強の必要性の判断のために、点検・検査によって耐久力、余寿命の推定を的確に行うことが必要不可欠となる。現在、橋梁の点検・検査は目視を主体としたもので非常に手間がかかるとともに橋梁構造や材料に十分な知識と経験を持った者が行う必要がある。一方で橋梁は常に周辺の風や地盤振動による微小振動を行っており、この常時微動を計測することによって構造同定を行うような研究¹⁾が進められている。本研究では、常時微動の計測より劣化損傷診断法を提案する。

2. 鋼橋の劣化現象と解析手法

鋼橋の劣化モデルを作成するにあたって鳥取市にある千代橋(図-1)を対象として考えた。千代橋は昭和7年に架設された橋梁であり、2本の主桁と3本の縦桁、RC床版から構成されている。次に図-2に示すような橋梁のはり要素モデルを実橋梁(千代橋)と照らし合わせて作成した。このとき、鋼部材の単位重量を 77.0kN/m^3 とし、また床版については厚さが不明だったのでモデルでは実測の固有周期(6Hz)となるように質量を調整し、分布質量として主桁と縦桁にかけた。

次に、劣化損傷が生じたモデルについて考えた。鋼橋に起こった損傷事例²⁾から、①主桁支点付近に疲労亀裂が入った場合、②横桁の取り付け部に疲労亀裂が入った場合、③ガセットプレートの取り付け部に疲労亀裂が入った場合、④支点が拘束された場合、以上のような典型的な例を考えた。

図-2について、①の状態は①の個所の主桁が完全に切断されたとし、②の状態は②の個所の横桁が完全に切断された状態であり、③の状態は③の個所のガセットプレートが完全に切断された状態である。また、④の状態は、④の個所の支点部が完全に拘束された状態として考えた。

3. 解析結果および考察

損傷による常時微動の変化を調べるために、時刻歴応答解析を行った。入力波として支点から鉛直方向のみに作用するホワイトノイズを用いた。損傷によって振動性状がどのように変化をするかをより明確にするために、図-3(a)(b)に示すように解析から得られた時刻歴波形のフーリエ振幅を求め、次に、損傷ありの場合のフーリエ振幅から健全時の場合のフーリエ振幅を引いた(図-3(c))。図-3(c)では4Hz付近で正の値がピークとなり6Hz付近で負の値がピークとなっている。これは健全時に6Hz付近で振動が卓越していたのに対して損傷時にはそれより低い4Hz付近が卓越していることを示している。これは主桁損傷時の場合であり、1次の固有周期が低下することが特徴といえる。その他の損傷が起こった時の健全時との差分を図-4に示す。この結果に対する考察を以下に示す。

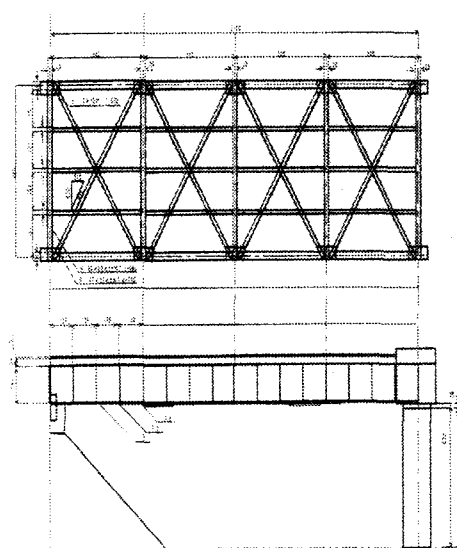


図-1 実橋梁例(千代橋)

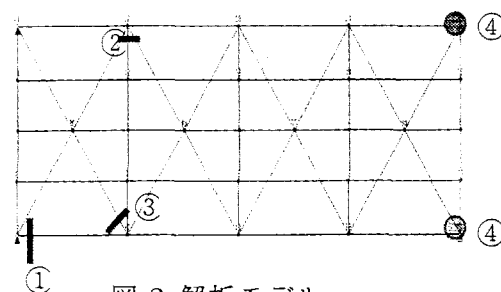


図-2 解析モデル

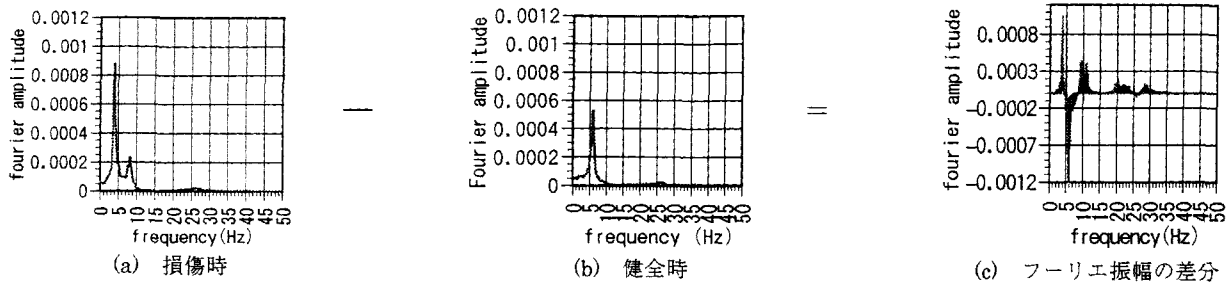


図-3 フーリエ振幅

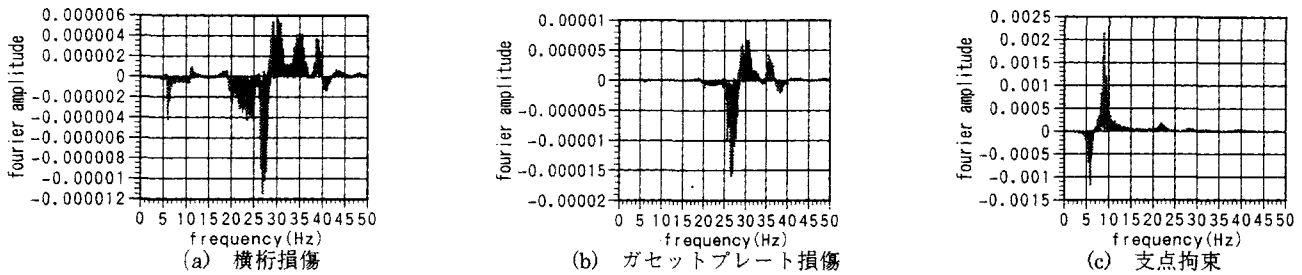


図-4 健全時と損傷時の差分

図-4(a)に示すように、横桁に損傷がある場合は、30Hz 付近を境として高振動数側で振幅が大きく低振動数側で振幅が小さくなっている。図-4(b)にガセットプレートに損傷が入った場合を示す。横桁が損傷を起こしたときと同様な変化をするが、フーリエ振幅の変化する範囲が狭くなっている。図-4(c)は支点拘束された場合を示す。図-4(c)より卓越周期が 6Hz から 9Hz へと変化したことが分かる。これは、支点の拘束により橋梁の剛性が増加し、ピークの位置が高振動数側に移動したものと思われる。

4. 劣化損傷診断法の提案

3での考察をもとに、微動計測の観点から劣化損傷診断法を提案する。また、図-5に手順を示す。

健全時のフーリエ振幅と比較して、1 次の固有周期が低下した場合は主桁に疲労亀裂などの損傷があると考えられる。逆に 1 次の固有周期が大きくなった場合は腐食などの原因によって支点部が拘束されたと考えられる。また、1 次の固有周期に変化がない場合でも、フーリエ振幅の差分に着目すると高振動数側で振幅に変化が起きている場合は、横桁やガセットプレートに疲労亀裂などの損傷が発生している可能性がある。

5. まとめ

微動観測を基にし、鋼橋に劣化損傷が発生した場合とそうではない場合の動特性の変化に着目し、鋼橋の劣化損傷診断法について提案した。ただし、本研究では非常に理想的な状態で劣化損傷が生じると仮定した解析を行っている。実用化のためには、もっと微小な損傷や、観測時のノイズを含んだ状態についての検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 土木学会：土木学会における逆問題入門，2000
- 2) 土木学会：鋼橋における劣化現象と損傷の評価，1996

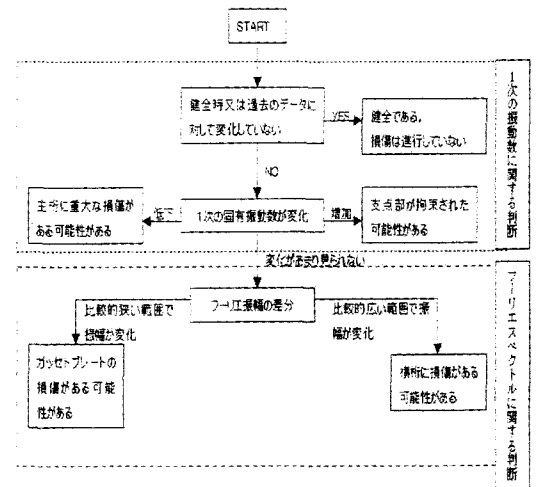


図-5 劣化損傷診断法手順