

橋梁模型桁の振動特性と損傷検知に関する考察

山口大学大学院 学生会員 ○木下充
山口大学大学院 正会員 三村陽一

(株)構造計画研究所 正会員 矢部明人
山口大学大学院 フェロー会員 宮本文穂

1. はじめに

近年、橋梁などの社会基盤構造物は様々な要因により劣化し、最終的には損傷・破壊に至るといった事例が報告されている。そのような事例を受け、構造物の健全性を把握する構造物ヘルスマモニタリングが以前にも増して注目が集まっており¹⁾、本研究室でも構造物ヘルスマモニタリングシステム（SHM）の開発を行い、橋梁の損傷を検知するといった研究を行ってきた。一般的に橋梁が損傷すると振動特性が変化するといわれているが²⁾、損傷の大きさと振動特性の変化の関係について、定量的な調査はされていない。また実橋梁を対象とした場合、橋梁の種類によってセンサの設置場所や計測方法が違うなど、様々な問題がある。そこで橋梁の模型桁を対象とし、健全時と損傷時の振動データを取得と解析を行い、損傷と振動特性の変化についてまとめた。

2. 解析・検証方法

橋梁模型桁の概略図と加速度センサの設置場所を図 2.1 に示す。今回使用した橋梁模型は、部材を組み替えることで任意の箇所損傷と見立てた剛性低下を発生させることが可能となっている。

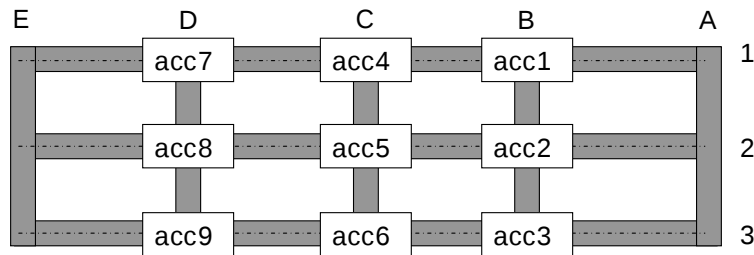


図 2.1 橋梁模型桁の概略図

橋梁模型桁の主桁 2 の横桁 C 列位置（以下 C2 と表記）をインパクトハンマーで叩くことで、振動データを取得し、その取得したデータに解析を行う。解析・検証方法として着目するポイントを下記に示す。

1) 各振動モードのピーク振動数

取得した振動データにフーリエ変換を行い、図 2.2 のような波形を取得する。その際、図中に示す 25～35Hz の波形を 1-1 次モード、110～120Hz の波形を 2-1 次モードとして、それぞれのピーク振動数について考察を行う。

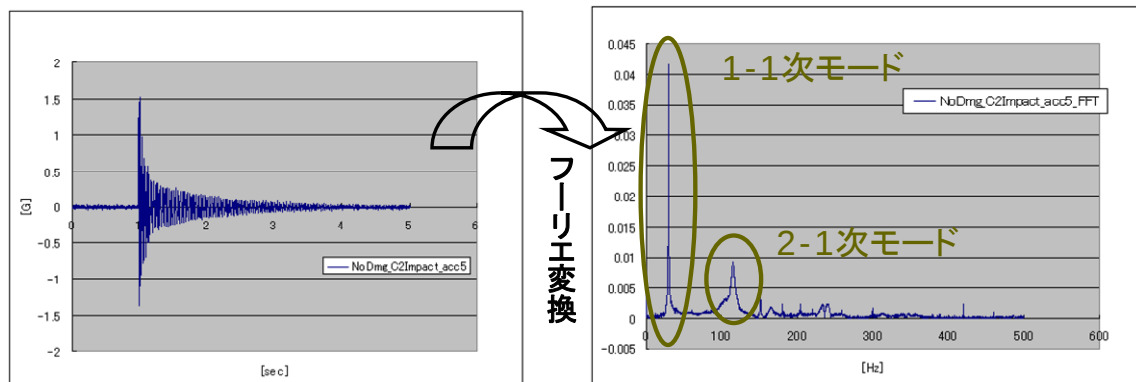


図 2.2 取得データとフーリエ変換後の波形

2) 各振動モードの減衰

上記で定義した各振動モードの減衰波形について検証する．図 2.3 に逆フーリエ変換の波形を示す．

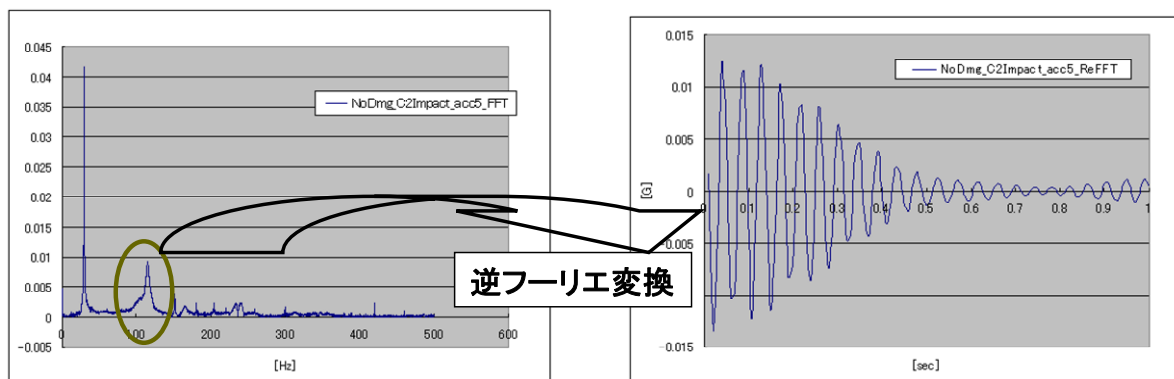


図 2.3 フーリエ変換と逆フーリエ変換後の波形

3. 解析・検証結果

3.1 各振動モードのピーク振動数

図 3.1, 図 3.2 に各振動モードの acc5 の波形，表 3.1 に各振動モードのピーク振動数を示す．

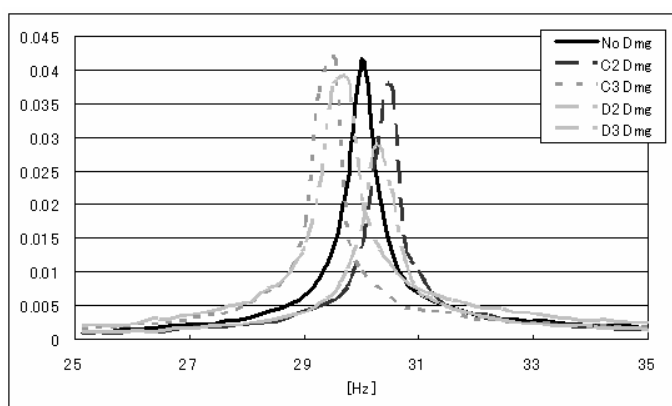


図 3.1 1-1 次モードの波形

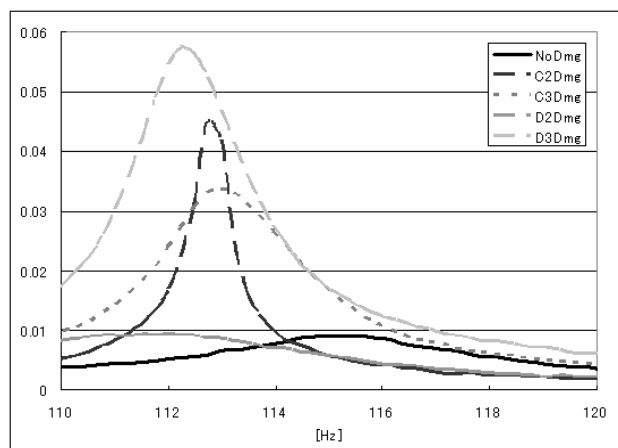


図 3.2 2-1 次モードの波形

表 3.1 各振動モードにおける acc5 のピーク振動数

1-1 次モード			2-1 次モード		
橋梁模型の状態	ピーク振動数	健全時との差	橋梁模型の状態	ピーク振動数	健全時との差
NoDmg	30.0Hz	－	NoDmg	114.9Hz	－
C2Dmg	30.5Hz	+0.5Hz	C2Dmg	112.7Hz	－2.2Hz
C3Dmg	29.5Hz	－0.5Hz	C3Dmg	1130.Hz	－1.9Hz
D2Dmg	30.3Hz	+0.3Hz	D2Dmg	111.5Hz	－3.4Hz
D3Dmg	29.8Hz	－0.2Hz	D3Dmg	112.2Hz	－2.7Hz

① 1-1 次モードにおける acc5 のピーク振動数

図 3.1 と表 3.1 より，C2 損傷時と D2 損傷時のときは健全時よりも大きくなり，C3 損傷時と D3 損傷時のときは健全時よりもピーク振動数が小さくなっている．このことより，ピーク振動数と損傷箇所の関係は
中央の主桁 2 が損傷＞健全時＞両端の主桁が損傷 （関係式 1）
 となった．

② 2-1 次モードにおける acc5 のピーク振動数

図 3.2 と表 3.1 より健全時と損傷時のピーク振動数の関係は
健全時＞損傷時 （関係式 2）
 となった．

3.2 各振動モードの減衰

図 3.3，図 3.4 に各振動モード抽出後における acc5 の波形を示す．

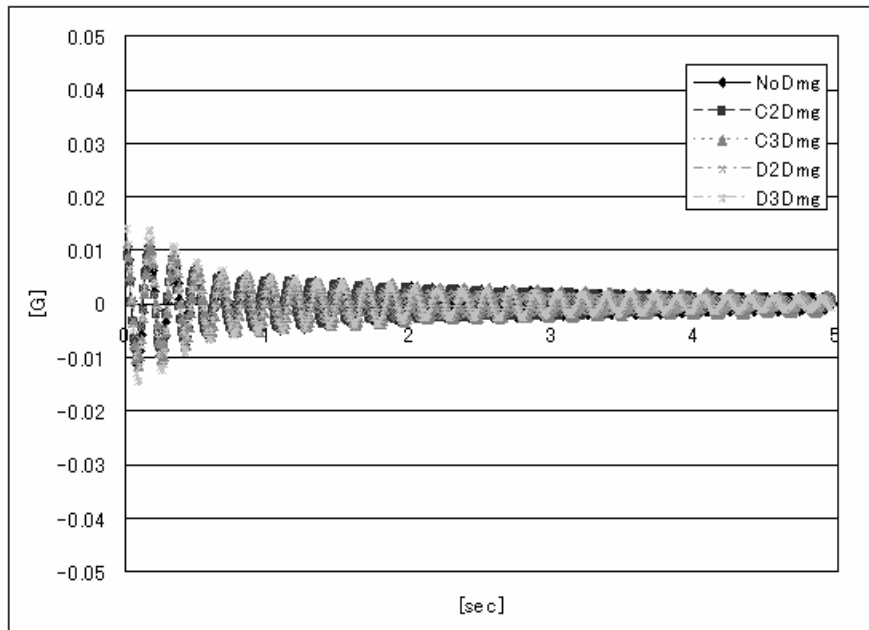


図 3.3 1-1 次モードの減衰波形

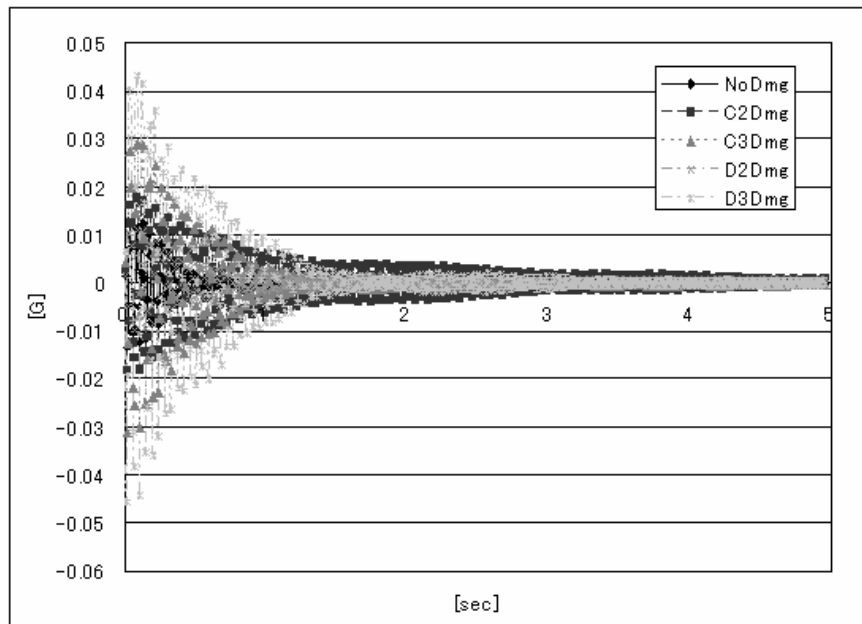


図 3.4 2-1 次モードの減衰波形

③ 1-1 次モードにおける acc5 の減衰

図 3.3 より, 1-1 次モードにおいては D3 が損傷している状態を除き, 健全時との違いはあまり見られない。

④ 2-1 次モードにおける acc5 の減衰

図 3.4 より, 1-1 次モードとは違い, 健全時との違いが顕著に現れているのがわかる。D2 を除き, 模型が損傷すると, 健全時と比べて減衰が大きくなっているのがわかる。このことより 2-1 次モードにおける減衰の関係は

$$\text{健全時} < \text{損傷時} \quad (\text{関係式 3})$$

となった。

4. まとめと今後の課題

本橋梁模型実験において, 振動モードを 1-1 次, 2-1 次モードに着目し, 各振動モードのピーク振動数, 減衰という限られた項目からでも, 健全時と損傷時の関係式 (1) ~ (3) を確認した。この関係に着目すれば, 橋梁模型桁が損傷しているかどうかは把握することが可能であると考えられる。今後は 1-1 次, 2-1 次以外の振動数領域の違いについて, 健全時と損傷時の解析データを検証し, 橋梁模型桁の損傷検知, 更には損傷箇所の特定制とについての可能性についての検討が必要と考えられる。

参考文献

- 1) 岩城英朗：制震・免震建設構造物へのヘルスマonitoringシステムの適用, JCROSSAR2003 論文集, pp.583-590 (2003.11)
- 2) 水口文洋, 東明彦：亀裂の発生に伴う構造物の振動特性に関する研究