

鋼製片持ち梁の打撃実験による損傷評価法の検討

(有)ミツワ電器 正会員 ○江本 久雄 防衛大学校 正会員 別府 万寿博
電気化学工業(株) 正会員 高橋 順 山口大学大学院 フェロー会員 宮本 文穂

1. はじめに

近年、高度成長期に建設されたコンクリート橋など社会基盤構造物の維持管理が注目されている。構造物の維持管理では、劣化・損傷を適切に評価することが重要である。現状では、目視点検によって損傷の評価が行われているが、調査や評価の過程に主観や不確定な要素を含んでいるために、構造物の損傷を客観的に評価することは困難と考えられる。これまで、損傷評価に関する研究が数多くなされており、損傷同定アルゴリズムが提案されている^{1),2)}。これらの方法は、いずれも正常時と異常時の構造物の観測データを比較することによって損傷の位置や程度を同定する方法であり、いわゆる逆解析に分類される。また、これらは数学的手法であり、非線形な問題や微分不可能な評価関数をもつ問題の場合には、適用することが難しいという問題がある。一方で、センシング技術、情報通信技術や解析技術の発展により構造ヘルスマモニタリング³⁾が可能となっており、実際に計測データが蓄積されつつある。そのため、それらの計測データを有効に活用した損傷評価法が望まれる。

本研究は、いくつかの損傷状態を大小の円形孔で表現した鋼製片持ち梁に対する打撃実験を行い、加速度と変位の計測データの信号処理波形による損傷評価法について基礎的な検討を行ったものである。

2. 片持ち梁実験の概要とデータの処理方法

本研究で対象とした供試体は、図-1に示すような鋼製片持ち梁である。この図に示す欠損部には、損傷の程度を表すため表-1に示す3種類の直径をもつ円形の穴を開けた。また、計測箇所と計測項目を表-2に示す。収集するデータは、校正係数を考慮しない生の電圧波形とした。これらのデータを欠損部のない供試体(記号Nで表す。)を用いた場合と比較し、その差異を検討した。

取得した波形データの処理方法は、FFT解析をかけ周波数領域へと変換を行う。その次に、データの最大値を基準電圧 E_0 とし、変換式 $20\log_{10}(E/E_0)[dB]$ により正規化した後対数表示する。この操作により荷重の大きさによる応答の変化を正規化でき、打撃荷重のばらつきを取り除いて比較できると考えられる。さらに、その結果に対してスムージングを行い不規則な雑音や細かい振動を取り除いた。

3. 解析結果とその考察

実験により計測された加速度データについて前述の方法で信号処理を行った。その結果を図-2に示す。ちなみに、変位データについても同様の処理を行ったが、損傷の程度に対して明瞭な差異はみられなかった。

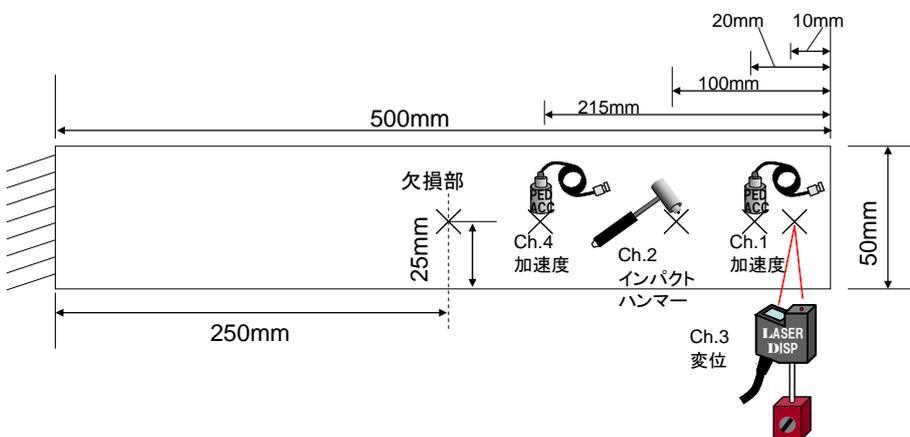


図-1 供試体と測定箇所

表-1 穴の形状一覧

記号	直径
B-1	2mm
B-6	10mm
B-9	30mm

表-2 計測データ

Ch.1	加速度 500G (外側)
Ch.2	インパクトハンマー
Ch.3	レーザ変位計
Ch.4	加速度計 1000G(内側)

キーワード 構造ヘルスマモニタリング, 損傷評価法, 損傷同定, 片持ち梁, 信号処理

連絡先 (有)ミツワ電器 〒755-0002 山口県宇部市亀浦2丁目4-1 TEL:0836-31-6441

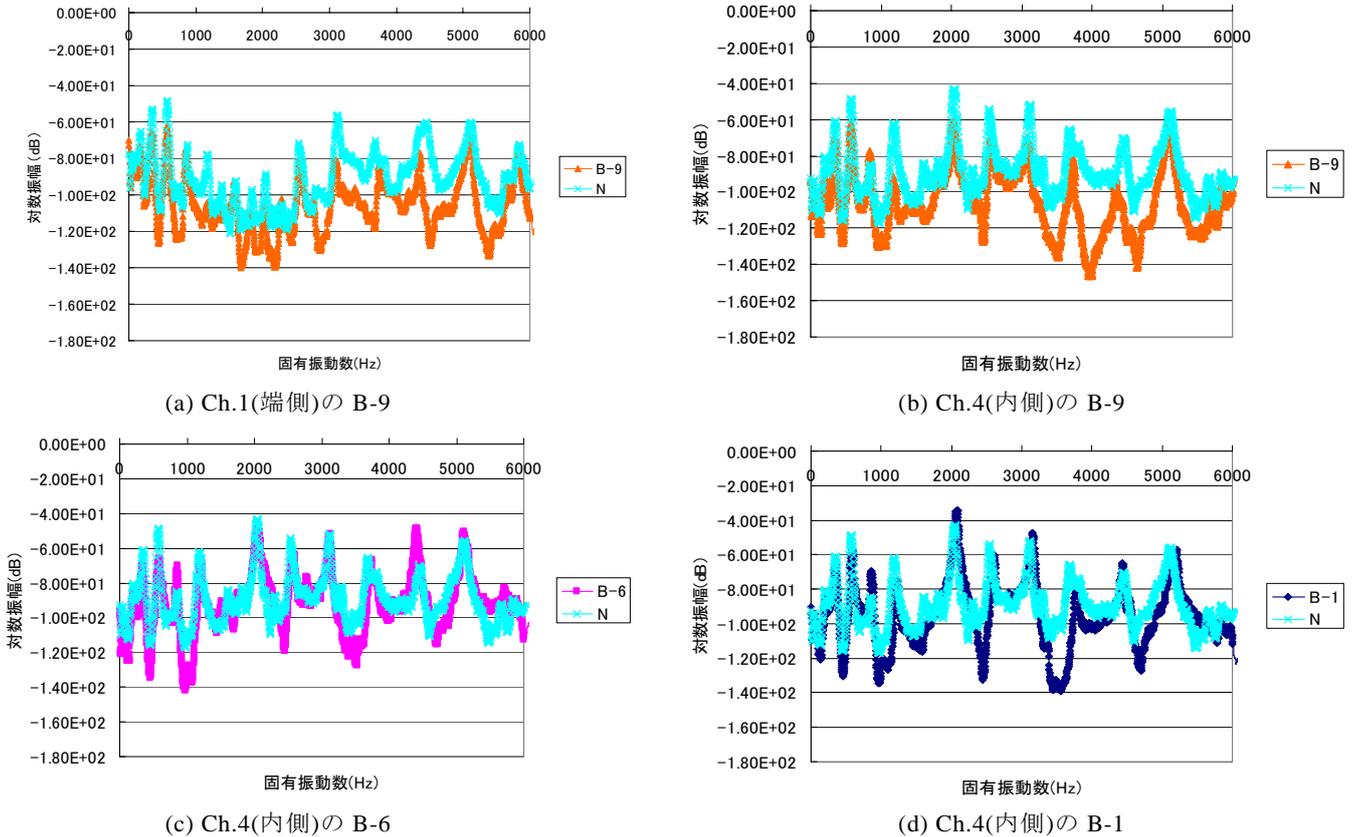


図-2 加速度の比較

まず、測定位置の影響について検討を行う。図-2(a),(b)は穴の直径が最も大きな場合(B-9)に対して得られたデータである。同図(a)は、測定位置が(b)より自由端側で損傷位置から離れている。両者を比較すると、4kHzから5kHzの間において無損傷データとの差異が確認でき、損傷位置に近い計測点の方がその差異は顕著に表れていることが分かる。つまり、損傷箇所に近い計測点の方が損傷評価に活用できることを示している。

次に、穴の直径すなわち損傷の程度の影響について検討を行う。図-2(b),(c),(d)は、それぞれ穴の直径が30mm、10mm、2mmに対する加速度データである。これらから、処理波形の形状は類似しているが、穴の直径が大きいほど無損傷のグラフと比べて3.5kHzから5kHzの間で顕著に差異がでていることが分かる。特に、穴の直径が一番大きい同図(b)においては明確に差が生じている。今後の課題として、測定結果において、各ピークの周波数あるいは最大出力値の傾向を比較する場合には、着目する帯域毎に信号処理するなどの工夫を要すると考えられる。

4. まとめ

本研究は、計測データの信号処理波形による損傷評価法について基礎的な検討を行った。本研究で得られた成果を以下にまとめる。

- (1) 打撃荷重の異なる計測データの最大値を基準電圧として正規化を行った。その結果、異なる打撃荷重によるばらつきを取り除くことができ、計測データが比較可能となった。
- (2) 本研究では、加速度データが損傷評価に有効なことが分かった。また、その影響度合いは損傷程度や測定位置により異なっていることが分かった。
- (3) 今後の課題としては、さらに適切な損傷評価・判定を行うためには信号処理を工夫する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 吉田郁政, 佐藤忠信: モンテカルロフィルターを用いた排他的非ガウスプロセスノイズによる損傷同定, 構造工学論文集, Vol.48A, pp.429-436, 2002.3
- 2) 宮本文穂, 森川英典, 山本昌孝: 既存コンクリート橋の損傷に対応する動的挙動の感度特性と損傷評価への適用, 土木学会論文集, No.442, V-16, pp.61-70, 1992.2
- 3) コンクリート委員会・コンクリート構造物のヘルスマニタリング研究小委員会: コンクリート構造物の構造ヘルスマニタリング(SHM)の研究動向と設計手法, 土木学会論文集, No.795, V-68, pp.1-16, 2005.8.