

異常検知を目的とした橋梁のインテリジェント化

東京工業大学 学生会員 ○東森美和子 NTTデータ 正会員 石川裕治
 横浜国立大学 正会員 佐々木栄一 東京工業大学 フェロー 三木千壽

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震で得た教訓から、地震時において交通の早期回復の為に早急に損傷を把握する橋梁モニタリングシステムの開発が求められている¹⁾。しかし用いるセンサとその配置方法や損傷の推定方法などは模索段階にある。また従来のメタル線による通信方法では情報量の多いモニタリングシステムの確立は困難であった。本研究では、高速大容量の転送が可能な光ファイバ通信網と光ファイバセンサを直結して利用し、発生した異常の損傷レベルを警報する、鋼橋を対象とした地震時における遠隔異常検知モニタリングシステムを構築し、実験による検証を行った。

2. 異常検知に適したセンサ配置方法の提案

遠隔地から橋梁の異常を検知する為には、橋梁に発生し得る損傷の種類及びその応答を把握する必要がある。そこで兵庫県南部地震の際に発生した鋼橋の損傷事例を調査し²⁾、1次損傷・2次損傷に分類して関連付けを行った(図1)。

このうち脚移動、脚沈下、脚傾斜、桁移動の4事象は変位・変形現象であり、且つこれらにより損傷事例をほぼ網羅できることから、この4事象を狙った計測点を考えた。これら4事象は全て桁の変位を伴う。そこで図2のように隣接する桁間の相対位置関係の3方向成分(橋軸X、橋軸直角Y、鉛直方向Z)と、脚-桁間橋軸方向位置関係Lを測定し、更にセンサ数を抑える為に、桁間の相対位置関係をとるセンサは1つの脚に対して1組(3方向)のみとして脚毎に橋軸直角方向に交互に配置するという変位計配置方法を提案する。

表1は、提案した配置方法で各センサが検知し得る脚あるいは桁の動きを定性的に検討したものである。センサはそれらが設置してある脚上の異常のみならず、隣接する脚上の異常も検知できるものであると考えた。この表により、損傷発生脚及びその損傷状態を推定できると考えられる。

3. プロトタイプ異常検知モニタリングシステム

本モニタリングシステムは図3に示すように橋梁、光ファイバネットワーク、管理センタの3つの現場で構成され、それぞれ測定部、情報伝送部、情報収集部及び情報解析部の役割を担う。橋梁の現場にはFBG変位計・ひずみ計、及びOTDRの3種類の光ファイバセンサを設置する。光ファイバネットワークを介することで、管理センタから橋梁に設置されたこれらのセンサの遠隔データ取得を行う。そして管理センタにおいて、取得したデータを変位やひずみ及びON/OFFのデータに変換し、その結果から橋梁がどの供用レベル「通行止め/許可車両のみ通行可能/条件付通行可能(速度あるいは重量制限など)/異常なし」にあるかの判断を自動的に下す。

各センサの測定対象は以下の通りである。第2節で述べた橋梁の損傷把握用にFBG変位計を用いる。FBGひずみ計は、常時におけるモニタリングとの統合のため、常時における桁の挙動把握及びWeigh-in-Motion³⁾への利

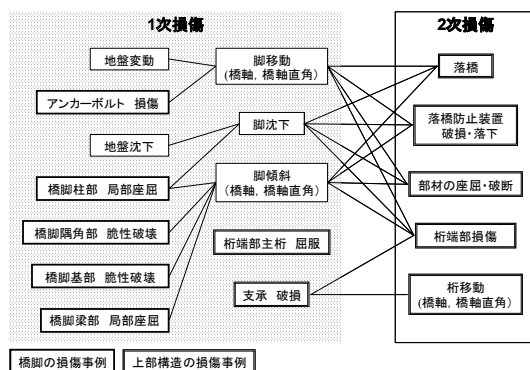


図1 損傷樹木図

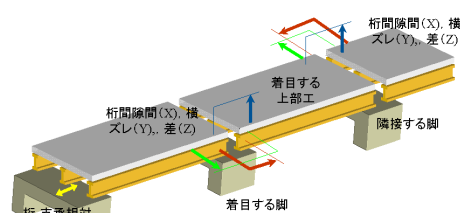


図2 測定対象

表1 センサ-損傷事例対応表

1次損傷	X	Y	Z	L	X	Y	Z	L
桁移動(橋軸)	○	○	○	○	○	○	○	○
桁移動(直角)	○	○	○	○	○	○	○	○
脚移動(橋軸)	○	○	○	○	○	○	○	○
脚移動(直角)	○	○	○	○	○	○	○	○
脚傾斜(橋軸)	○	○	○	○	○	○	○	○
脚傾斜(直角)	○	○	○	○	○	○	○	○
脚沈下	○	○	○	○	○	○	○	○

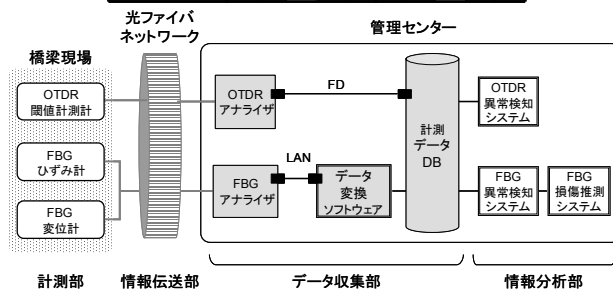


図3 モニタリングシステム概念図

表2 管理値

	条件付通行	許可車両のみ	通行止め
桁間の隙間(mm)	50~80	80~100	100~
桁間の横ズレ(mm)	50~80	80~100	100~
桁間の段差(mm)	10~15	15~20	20~
OTDR異常検知	正常	正常	異常

用を想定して、主桁下フランジ下面に設置した。OTDRセンサは橋桁-橋脚間に設置し、落橋等の大きな変位・変形状態、すなわち完全に通行不可能な状態が発生しているかどうかを検出する。

橋梁の供用レベルの判定は、変位量の閾値管理とOTDRの検知結果により行う。変位量、即ち隣接する桁間の相対位置関係XYZは各道路管理機関によって設定

キーワード：橋梁、異常検知、モニタリング、光ファイバ、損傷推定

連絡先：東京工業大学 〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1

TEL 03-5734-2596

