

振動ヘルスマonitoringに基づく鋼アーチ橋模型の複数損傷検知に関する研究

Multiple damage detection of a steel arch bridge model utilizing vibration-based structural health monitoring



大阪公立大学大学院 都市系専攻 橋梁工学研究室 赤星 花奈

FEM解析を用いて損傷と固有振動数・回転角の関係を明らかにし、実験と機械学習によって複数損傷検知が可能を検証する

BACKGROUND

日本では、高度経済成長期に急激に橋梁が建設されました。そのため、今後建設後50年を経過する橋梁が増加すると予想されます。現在の橋梁の点検手法は作業員が直接現場に赴く必要がある目視点検が主流となっており、より効率的、定量的かつ目視困難な損傷を検知できる手法が求められ、**振動ヘルスマonitoring** (VSHM: Vibration-based Structural Health Monitoring (Fig.1)) が注目されています。

一方、日本ではFig.2に示すような複数の損傷によって落橋が発生しました。しかし、VSHMには損傷の判別やセンサ数、単数損傷との分別などに多くの課題を残しています。そこで、本研究では複数損傷検知の精度向上を図ることとしました。

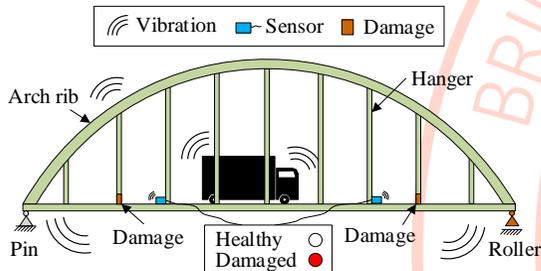


Fig.1 Image of vibration-based structural health monitoring



Fig.2 Fracture of suspension material of arch aqueduct

KEYWORDS

Arch bridge, vibration, damage detection, SHM,

METHOD

Step1 FEM解析により損傷ごとに独立した特徴量の選定

①各損傷が固有振動数・変位・回転角に及ぼす影響を明らかにします

②複数損傷を検知できる特徴量を選定します。

Step2 鋼アーチ橋模型による実験

打撃振動実験・静的荷重実験を行い、実際に特徴が計測できるのか検討します。

Step3 ニューラルネットワークによる損傷検知

解析データを学習させ、複数損傷の検知を行います。

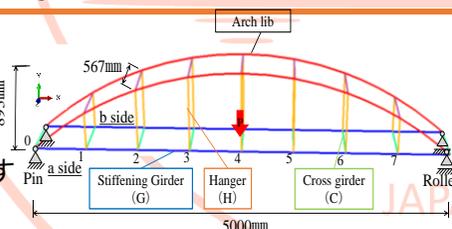


Fig.3 FEM analysis model



Fig.4 damage modeled

RESULT

■ Fig.5に示すように、補剛桁、アーチリブ、横桁それぞれに、位置を変えて損傷を与えたところ、部材ごとに変化が大きいモードが異なり、**補剛桁は曲げ3次、吊材は曲げ1,2次、横桁は橋直1,2次モード**への影響がわかりました。

■ **橋軸、橋直まわりの中央桁の回転角**を用いると、対称位置にある損傷を判別することができました。

鋼アーチ橋模型を用いた実験でも確かめられました。

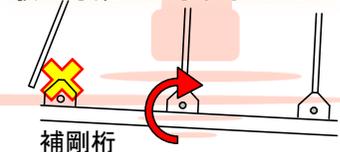


Fig.7 Image of rotation

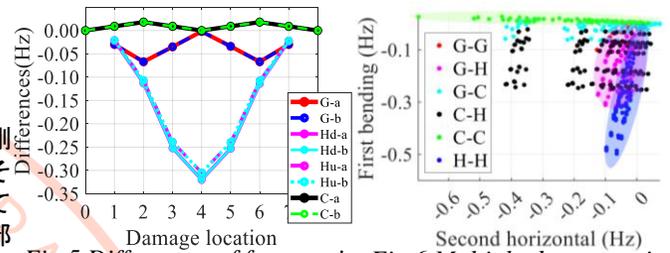


Fig.5 Differences of frequencies Fig.6 Multiple damage using of First bending mode differences of two natural frequencies

■ Fig.6に示すように、複数のモードを用いることによって複数の損傷の部材、位置を分類できることがわかりました。

■ 固有振動数を特徴量として、Fig.8のNNで損傷を認識させたところ、比較的高い認識率が得られたものの、**応答が小さい損傷や、類似した応答を示す損傷**が存在する損傷が誤認識されました。

