

自己組織化マップを用いた部材損傷度に着目した損傷同定に関する研究



大阪市立大学大学院 都市系専攻 応用構造工学研究室 堂ノ本 翔平

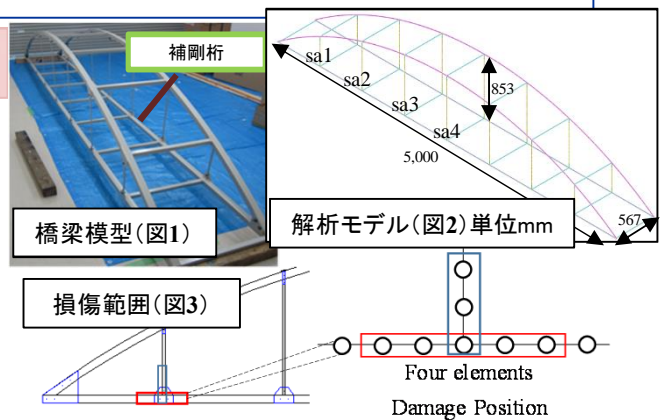
橋梁部材の部材損傷度をニューラルネットワークを用いることで判定する!!

山口ら¹⁾はアーチ系橋梁を対象とし、構築した解析モデルの吊り材に対し模擬損傷を与え、動的解析を行うことで健全時と損傷時の応答パワースペクトル比に変化があることを明らかにした。そこで損傷位置・損傷程度をパラメータとした応答パワースペクトル比をニューラルネットワークへの学習データとし、SOM(自己組織化マップ)を利用した損傷同定手法について検討しており、解析的に提案手法の有意性を示している。しかし、提案手法において損傷程度が低いものを考慮していない点と、吊り材以外の部材についての検討を行っていないことが課題となっている。

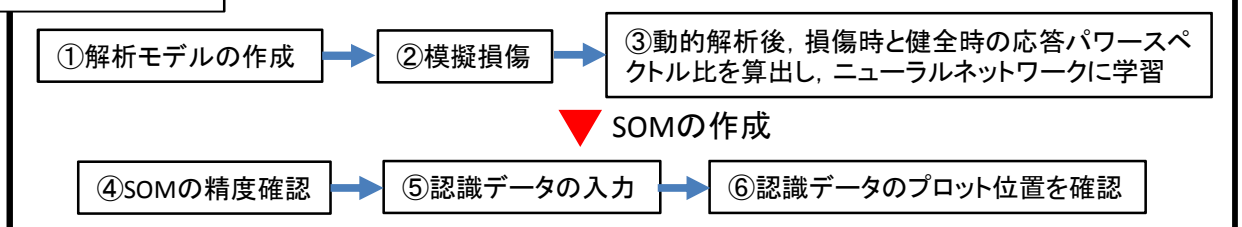
研究目的: ①模擬損傷の損傷程度の範囲の拡大および、損傷部材を格点部付近に変更
②提案手法の妥当性の検証

損傷同定手法の概要

橋梁模型(図1)を模擬した解析モデル(図2)を構成し、解析モデルの格点部付近の4要素を損傷範囲(図3)とした。また損傷程度を5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 37.5%, 50%, 75%とした。解析モデルは梁要素で作成しており、梁要素の断面2次モーメントと断面積を変更することで損傷を再現している。解析モデルに対して、sin波を入力波とした動的解析を行い、健全時と損傷時の応答パワースペクトル比を算出し、ニューラルネットワークへの入力データとし、SOMを作成を行った。図4に損傷同定フローを示す。



損傷同定フロー(図4)



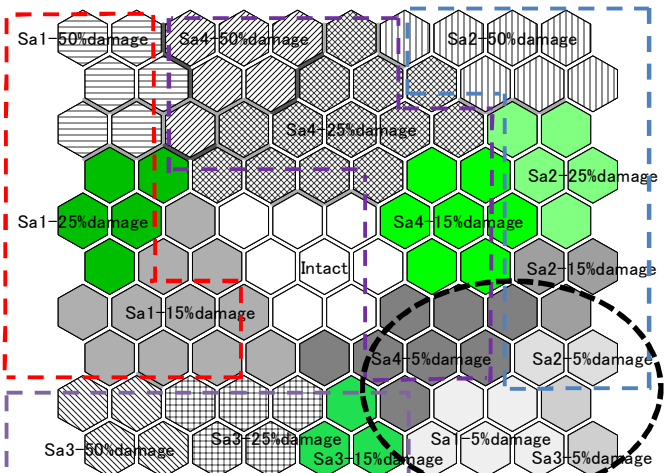
加振周波数の違いによる損傷同定の精度の違い

振動特性(表1)

動的解析の際の加振周波数の違いによる、つまり表1に示すように刺激係数の大小による損傷同定の精度の違いについて検討を行った。加振周波数は解析における1次, 2次, 4次モードの卓越振動数である17.1Hz, 32.78Hz, 72.8Hzとした。図5は加振周波数を32.8Hzとした時の結果を用いて、作成したSOMである。健全時, 5%, 15%, 25%, 50% 損傷時を学習データ, 10%, 20%, 37.5%, 75% 損傷時を認識データとして損傷同定を行った。

Vertical mode degree	Eigenfrequency(Hz)		Percent error with respect to analysis value	Modal participation factor
	Analysis	Experiment		Analysis
1	17.09		-	-1.34E-03
2	32.78	33.69	-2.79	-5.67E-02
3	62.13	60.06	3.33	-2.81E-02
4	72.81	66.90	8.12	2.01E-01

- 結果として、以下のことが明らかになった。
- ①最も応答パワースペクトルのピーク振幅が大きい32.8Hzを加振周波数とした場合には、図6に示すように損傷位置ごとに学習データが分類されていることが明らかになった。
 - ②損傷同定の精度は固有モードの刺激係数の大小よりも、健全時と損傷時の応答パワースペクトル比の変化が支配的であることが明らかとなった。
 - ③損傷部材を格点部付近とした場合でも、損傷同定が可能であったことより、提案手法の有意性を示すことができた。



参考文献

32.8HzSOM(図5)

1)山口隆司, 北原武嗣, 森若浩司, 堂ノ本翔平: 自己組織化マップを用いた小型橋梁模型による損傷検知に関する検討, JCROSSAR2015論文集, OS6-2A

Damage identification focused on degree of bridge member deterioration using a self-organizing feature map