

光学的計測法によるたわみの影響線の変化率を用いた損傷検知

長崎大学大学院 学生会員 ○林 謙介
 長崎大学 正会員 松田 浩
 長崎大学 正会員 山口 浩平

1. 序論

高度経済成長期に建設されてきた橋梁は、近年、老朽化とともに交通量や過積載車両の増加に伴い、劣化・損傷などの変状が顕在化し、橋梁をはじめとするインフラ構造物の安全安心が問題視されるようになった。そのため2013年にインフラ長寿命化基本計画が策定され、橋梁点検は5年に1度の近接目視点検が法令化された。

しかし、地方自治体管理の橋梁の中には、架設年や橋梁点検車や仮設足場が必要な場合が多々あり、その維持管理に莫大な費用と時間を要している。さらに、橋梁の中には、跨線橋や跨道橋のように仮設足場を設置できない橋梁、さらに、橋梁においては財政難・技術者不足により点検が困難な橋梁も存在する。

このような課題に求められている維持管理手法は、安全な作業、特殊な技量に頼らない点検および診断法、効率的で信頼性が高く低コストな手法、等々である。

以上に鑑み、本研究では鋼トラス橋とRC橋においてたわみの影響線の変化率を算出し、損傷個所の特定の可能性を検討する。また設計図書が無い場合を想定し、3Dレーザースキャナ（以下3Dスキャナと略記）を用い、三次元計測を行いFEMモデルを作成する。また本研究で着目する変化率は以下の式で定義する。

$$\text{変化率} = \frac{\text{健全な状態} - \text{劣化が生じた状態}}{\text{健全な状態}} \times 100 \quad [\%]$$

2. 鋼トラス橋(A橋)での検討

鋼トラス橋(以下A橋と略記)の詳細を表1に示す。A橋では、目立った損傷が無い場合三次元計測にて得られた3Dモデル(図1)をもとに作成した解析モデル(図2)に損傷を想定して検討を行う。想定する損傷は部材の断面欠損である。断面欠損は斜材2, 4の両側を対象に部材長の5割の断面を斜材2は20%欠損させ、斜材4は10%欠損させることで再現する。以上の損傷を想定したもののたわみの影響線の変化率を図3,4に示す。両図よりどの計測点においても、損傷のある部材の節点におけるたわみの影響線の変化率の値が最大となるため、損傷個所の特定が可能であると考えられる。

表1 A橋概要

支間長	69.2 m	支承	鋼製（ピン・可動）
主構間隔	5.4 m	主構高	8.5 m



図1 3Dモデル

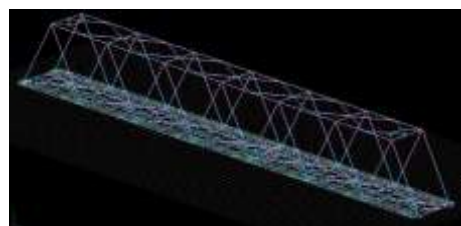


図2 解析モデル

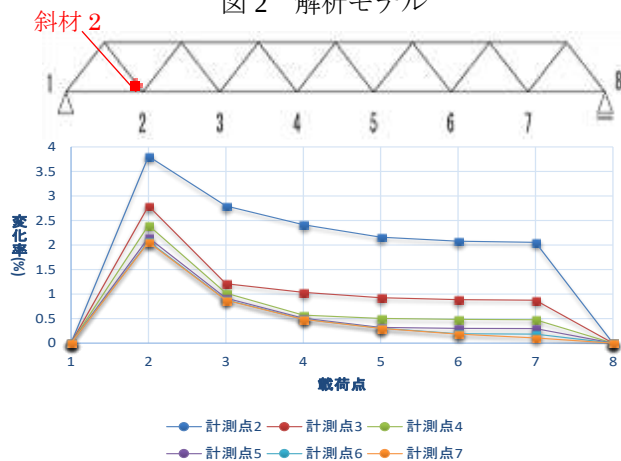


図3 斜材2が20%断面欠損した場合のたわみの影響線の変化率

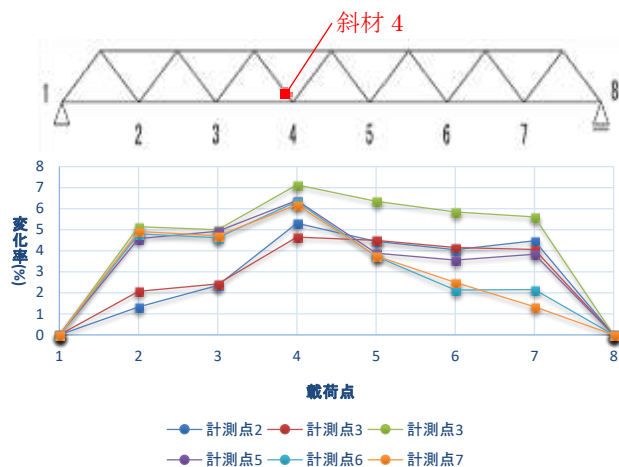


図4 斜材4が10%断面欠損した場合のたわみの影響線の変化率

キーワード 3D計測 FEM解析 固有振動数 たわみの影響線

連絡先 〒852-8521 長崎県長崎市文教町1-14 長崎大学大学院工学研究科松田研究室

3. RC 橋(B 橋)での検討

RC 橋(以下 B 橋と略記)は、桁長 10600mm の第 6 径間のみで検討を行う。B 橋は剥離、鉄筋露出などの損傷が多々あり目視で確認すると G4、G1 桁長 1/4 に大きな鉄筋露出が見られる(写真 1)。そのため、特に損傷が多い部分を特定できるか検討を行う。また解析モデルの作成手順は A 橋の際と同様であるが、たわみの影響線の変化率を算出する際、損傷が生じていない状態の変位は解析値、損傷が生じた状態の変位は実計測の値を用いる。実橋梁の変位計測は、遠隔非接触で行えるサンプリングモアレカメラ(以下 SMC と略記)を用いて径間中央部を計測、計測風景を写真 2 に、接触式変位計との計測値の比較を表 3 に示す。表 3 より多少の誤差はあるもののおおむね一致していると考えられる。

次に三次元計測により得られた 3D モデル(図 6)から作成した解析モデル(図 7)での解析結果と SMC による計測結果を用いて算出したたわみの影響線の変化率を図 8 に示す。図 8 より鉄筋露出の多く存在している G4、G1 桁長 1/4 の変化率が最大となっていることがわかる。

4. 結論と今後の展望

本研究より判明したことを以下に示す。

- 1. 3D スキャナにて取得した点群データより得られた 3D モデルは図面の代用になり得る。
- 2. SMC による変位計測は接触式変位計との比 10% 程度である。
- 3. たわみの影響線の変化率を算出することで損傷検知の可能性があることを見出せた。

今後は SMC の計測精度の向上とともに、他の種類の橋梁やさまざまな計測条件のもとで、本手法が適用可能であるか検討していく。

参考文献

1) 松田浩, 河村太紀, 西行健, 木本啓介, 西川貴文 : 3D 計測と FEM 解析と実振動計測に基づく橋梁振動特性同定, 鋼構造年次論文報告集, 第 24 巻, pp. 445-448, 2016.

2) 武田龍國, 中島章典, Nguyen Minh Hai : たわみの影響線を利用した橋梁の劣化箇所同定の試み, 土木学会平成 28 年度全国大会第 71 年次学術講演会講演概要集, I-071, 2016. 9.



図 6 3D モデル



図 5 桁下の鉄筋露出 (左 G4 右 G1)



写真 2 SMC 計測風景

表 2 変位計と SMC による変位の比較

載荷位置	変位計(mm)	SMC(mm)	変位計/SMC
桁長 1/4	0.15	0.13	1.15
桁長 2/5	0.20	0.19	1.05
桁長 1/2	0.21	0.21	1
桁長 3/5	0.19	0.19	1



図 8 B 橋のたわみの影響線の変化率

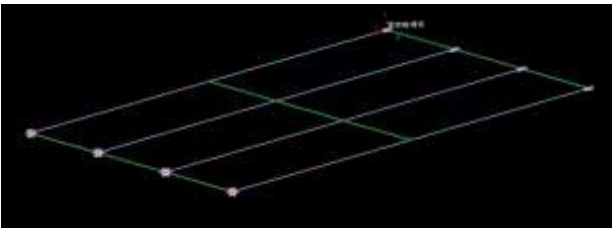


図 7 解析モデル