



# デジタル画像相関法を用いた橋梁の 亀裂・変位・ひずみ計測に関する研究

長崎大学 大学院工学研究科 出水 享, 松田 浩  
佐賀大学 理工学部理工学科 伊藤幸広  
宮崎大学 工学教育研究部 森田千尋

## 1. はじめに

橋梁の老朽化<sup>1-4)</sup>が問題となり、維持管理やリスク評価がより重要視される中、安全性や信頼性を評価する手法である構造ヘルスマモニタリング (SHM)<sup>5,6)</sup>が注目されている。SHMは、構造物における安全性および信頼性評価の効率化やコスト削減を目的とした手法であり、その測定対象は変位、ひずみ、応力、振動など多岐にわたる。その中でも変位やひずみは破壊に対する安全指標であるため、特に把握すべき計測項目とされている。しかし、橋梁における変位やひずみ計測による各種管理の有用性は一般的に認識されているものの、作業性・コスト、設置環境の影響、計測精度などの問題から効率的・効果的な計測が実現できていない。これは、設置型センサを用いることにより生じる問題がほとんどである。

最近では、従来の設置型センサを用いた変位、ひずみ計測に代わる手法として、光学的全視野計測法<sup>7,8)</sup>の研究開発が行われている。光学的全視野計測は設置型センサを用いた計測と比較して、優位な点が3つある。一つ目は、遠隔・非接触な計測が可能であり、センサ設置手段(例えば仮設足場など)や設置型センサに必要なケーブルの配線が不要となる。2つ目は、多点の情報を短時間で取得可能なため、計測範囲の多点の情報が取得でき一点当たりの計測コストが安価になる。3つ目は、高密度の計測結果を可視化情報として表現可能となり、計測対象物の挙動を分布で把握しやすく、評価が行い易い。

このことから、光学的全視野計測法は、橋梁の既存の変位、ひずみ計測の種々の問題を解決できる可能性がある。光学的全視野計測法の代表的な手法として、ホログラフィ法、モアレ法、スペックルパターン干渉法、デジタル画像相関法 (DICM) 等がある。その中でも DICM は、変形前後の計測対象物表面をデジタルカメラで計測したデジタル画像を画像処理することにより、計測範囲全体にわたって変位、ひずみを計測できる手法である。計測装置は、デジタルカメラ、レンズ、パソコンのみと簡易かつ軽量であり、操作も非常に簡単である。

そこで、本研究は、DICM を老朽化で撤去されたコンクリート橋の破壊試験や供用中の老朽化が進行している鋼橋の検査に適用し、亀裂・変位・ひずみ計測を行った。

## 2. デジタル画像相関法 (DICM)

DICM<sup>9)</sup>は、対象物表面の模様ランダム性を基に、変形前後の対象物表面のデジタル画像を処理することにより、計測範囲全体にわたって変位の大きさと方向を求めることができる。解析原理は、デジタル画像が256階調で表現されることを利用したものである。まず、変形前の画像において、任意の1画素を中心とした $N \times N$ 画素の任意領域(サブセット)を指定する(図1(a))。計測対象物が変形すると、変形後のサブセットの位置は変化する(図1(b))。変形後のサブセットを対象に、変形前のサブセットの輝度値分布と最も高い相関性を示す位置を数値解析で探索する。このサブセット中心の点の移動より変位を算出する。この処理を画像全域で繰り返す事によって、変位分布を得ることができる。