

サンプリングモアレ法による道路橋 RC 床版の損傷度評価

早稲田大学 学生会員 ○亀谷 珊瑚
早稲田大学 正会員 佐藤 靖彦

1. 研究背景

現在日本では、高度経済成長期に大量に建設された構造物が想定寿命に近づきつつあり、これらの維持管理が大きな課題である。世界的にも同じ問題を抱えている。我々は、効率的かつ合理的な維持管理を行うためには、損傷を定量的に把握できるモニタリング手法を導入が不可欠だと考えている。

そこで著者らは、サンプリングモアレ法を用いた道路橋の寿命予測法の開発を目指し、実橋の変位計に基づく RC 床版の損傷度評価に関する検討を行ったのでその結果を報告する。

2. サンプリングモアレ法

サンプリングモアレ法とは、周期模様が描かれたシート（格子シート）を一定時間撮影し、画像の位相を解析することで変位を高精度に計測する方法である。サンプリングモアレ法の利点として、計測機器が入手しやすく安価であり、様々なスケールの構造物を遠くや斜めから計測できることが挙げられる。

3. 実橋における計測

国土交通省関東地方整備局が管理する群馬県桐生市広沢高架橋においてサンプリングモアレ法による変位計測を行った。対象とした橋梁は、単純非合成鈹桁橋であり、測定は桁下に進入可能な第 5 径間（径間長 30m）の RC 床版を対象とした。床版は、下り線は、昭和 39 年道示（TL-20）で、上り線は昭和 39 年道示（TL-20）で設計されたものであり、2018 年に実施された直近の定期点検では、二方向ひびわれや遊離石灰の析出等から損傷程度は c～d の判定であった。

計測の流れについて説明する。計測を行う前に、格子シートを変位計測したい箇所に貼り付ける。その後、格子シートの正面位置に三脚を用いて一眼レフカメラを固定し（図-1）、一定時間動画撮影を行う。本研究では、車両通行時の道路橋における床版の面内方向変位に着目する。面内方向の変位は境界条件の影響が小さいと考えられ、さらに、二次元の挙動を捉えることができるためである。

表-1 対象橋梁の概要

項目	諸元	備考
構造形式	単純非合成鈹桁橋	3 主桁
橋長／幅員	150m／8.5m	
供用開始	下り線：1972 年 4 月 上り線：1987 年 3 月	S39 道示準拠 S55 道示準拠
活荷重	TL-20(1 等橋)	
交通量	30,000 台／12hr	
床版形式	RC 床版 下り線：t=200mm 上り線：t=240mm	支間 L=3,0m



図-1 格子シートとカメラ

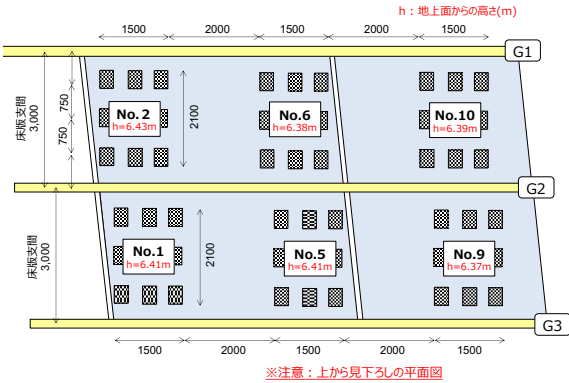


図-2 格子シートの設置位置

1 車線につき 6 つのパネル（図-2）を対象とし、各パネルを 9 つの領域に分けて、フレームレート 29.97fps で 5 分間計測を行った結果を解析で算出した。

その結果、床版の面内方向変位の挙動を図-3 のような散布図に示すことができた。本研究では、この車両走行方向の変位に着目する。

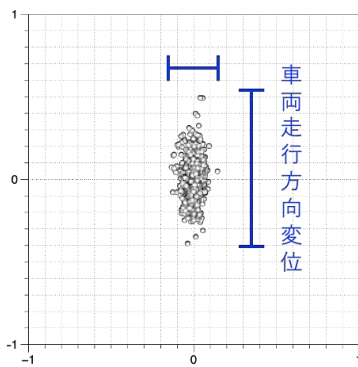


図-3 面内方向変位

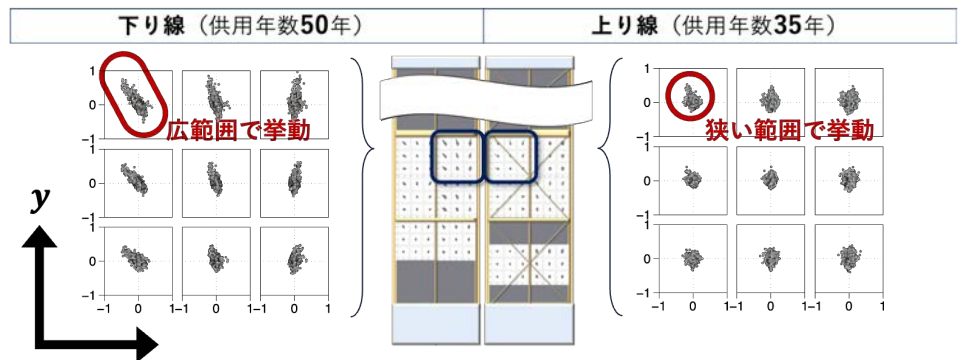


図-4 上下線計測結果の比較

4. 計測結果と評価法

一般に、構造物の剛性は、疲労損傷を受けることにより低下する。つまり、同じ荷重が作用した時に応答として生じる変位は損傷前に比べて損傷後の方が大きくなるため、変位の大きさから定量的に床版の損傷度を評価することができると考えられる。計測結果を図-4に示す。供用年数が異なる上下線を比較した結果、供用年数が長い下り線の方が、上り線よりも広範囲に挙動していることがわかった。また、上下線それぞれについて複数回行った計測結果を比較したところ、計測時間が異なると交通荷重も異なるにも関わらず、変位の挙動は大きく変わらなかった。このことから、変位の挙動にはある程度床版の局所的な性能や損傷度を反映していると考えられる。計測結果を合理的に活用するために統計的分析を行う。具体的には、面内方向変位の程度を表す量として、「標準偏差」を用いる。そして、変位の標準偏差が大きい床版は損傷度が高いと評価する。

ここで、実橋での計測結果から変位の標準偏差を算出し、橋梁を下から見た模式図を標準偏差が大きい部分ほど赤く塗りつぶした結果を図-5に示す。また、2018年の目視点検で確認されたひび割れ性状を図-6に示す。今回の研究で損傷度が高いと評価した下り線は、目にみえるひび割れという損傷の程度も大きいと言える。

現在、道路橋床版の損傷度は主にひび割れの有無で評価されているが、ひび割れだけで損傷を正しく把握できるわけではない。今後、本研究で用いた床版の面内方向変位と構造特性との関係を明らかにしたいと考えている。

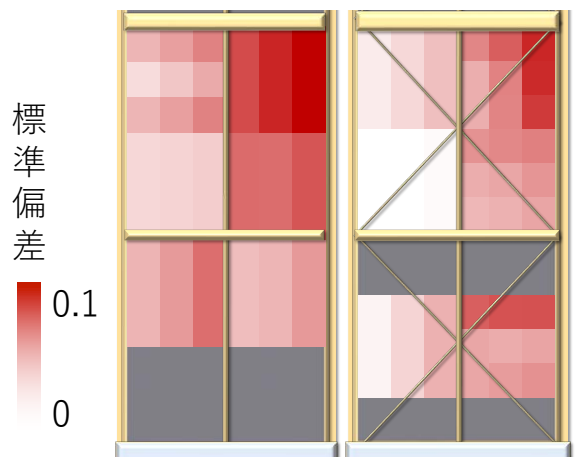


図-5 変位計測結果の標準偏差

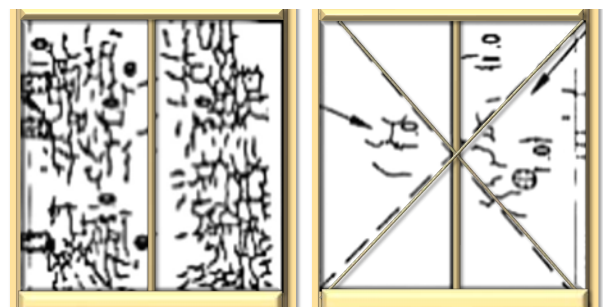


図-6 床版のひび割れ図

5. まとめ

サンプリングモアレ法を活用した道路橋床版の面内方向変位の計測方法を確立し、実際の橋梁において計測を行った。その結果から、床版の局所的な面内変位について可視化・定量化した。さらに、変位の標準偏差を求めることによって、新しい損傷度評価の指標を提案した。また、今回提案した損傷度評価の指標である標準偏差の値と、従来の損傷度評価の指標である床版ひび割れの相関を明らかにした。