

橋梁の変位量計測へのサンプリングモアレ法の適用性検証

(株) ネクスコ・エンジニアリング東北 正会員 ○早坂 洋平
 東日本高速道路(株) 非会員 成田 朋憲
 (国) 産業技術総合研究所 正会員 李 志遠

1. はじめに

近年、高度成長期に大量に作られた橋梁をはじめとする社会インフラの老朽化が問題になっている。また、少子高齢化に伴う維持管理費用の縮減や維持管理に携わる技術者の高齢化も問題になっており、これら種々の課題を解決するために効率的かつ経済的に対象構造物の点検・診断を行い、永続的な維持管理を推進していくことに対する社会的ニーズが高まっている。橋梁の維持管理分野において、この老朽化の診断の一つとして、従来から、変位量に着目した点検や診断がなされており、現在でも、変位量の計測に関する技術革新は継続的に続いている。しかし、従来の変位量計測では、計測の可否が架橋条件や環境条件に左右される。更に、計測方法によらず、計測費用が非常に高価で、計測に時間を要するといった課題があり、現場への適用が容易ではない状況である。

そこで、これらの課題を解決させるため、汎用的なデジタルカメラと規則模様の測定マーカを用いて変位を計測できるサンプリングモアレ法（以下、モアレ法と略す）に着目し、従来の計測技術との比較検証を行い、現場への適用性を検討することとした。

2. 室内実験

2-1. 実験条件

従来、橋梁などの構造物に対して変位量を計測する方法として、種々の方法が現地条件に応じて採用されているが、今回の比較検証では、ダイヤルゲージ、レーザー変位計、リング式変位計およびモアレ法により得られる変位量の精度比較を行うこととした。比較を行う上で、0.1 mm 間隔で上下変位を生じさせることができる精度確認用の専用架台を作成し、実験では 1 mm 変位させるまでに、0.1 mm 上昇変位させ 1 秒間停止し、1 mm 変位後は、0.1 mm 下降変位させ 1 秒間停止し、無変位状態まで戻すこととし、段階ごとの各センサーからの変位量の精度を確認した。各センサーの仕様を表-1、センサー取付けイメージを図-1 および図-2 に示す。なお、モアレ法におけるマーカの格子間隔は、40 mm (白 20 mm×黒 20 mm) とし、マーカ本体は、現場での計測を考慮し再帰性反射タイプの専用シートを用いた。

表-1 各種センサー仕様

センサー名	接触方法	形式
ダイヤルゲージ	接触	DDP-10A
レーザー変位計	非接触	ZX2-LDA11
リング式変位計	接触	OU-10, OU-30
モアレ法	非接触	格子間隔 40mm (白 20mm×黒 20mm)

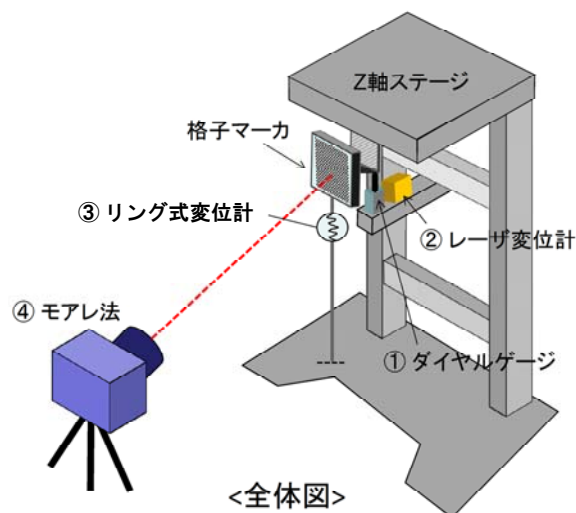


図-1 各種センサー取付けイメージ



図-2 各種センサー取付け状況

キーワード：橋梁、変位量計測、サンプリングモアレ法

連絡先：〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院 2-1-65 花京院プラザ (株)ネクスコ・エンジニアリング東北 TEL：022-713-7277

表-2 各センサーの測定誤差

センサー	ダイヤルゲージ	レーザー変位計	リング式変位計	モアレ法				
				5m	10m	15m	20m	25m
誤差(μm)	4.2	2.4	2.4	5.1	7.4	19.7	20.4	20.8

2-2. 実験結果

専用架台により変位を生じさせた際の各センサーの測定結果を図-3に示す。なお、モアレ法による結果は、架台から10m離れた位置から撮影した結果である。

その結果、各センサーから得られた変位量とモアレ法により得られた変位量に大きな差がないことが確認された。

また、各センサーとモアレ法の目標からの距離を5m間隔で離れた場合の変位量の誤差を確認した結果を表-2に示す。その結果から、モアレ法の場合、目標から離れるに従い、誤差が生じることが判明した。これは、距離が離れるにつれて撮影された画像上での格子模様の1周期における画素数が少なくなり、測定結果のばらつきが大きくなったためと考えられる。

3. 実橋実験

常磐自動車道のコンクリート橋（PRC箱桁+PRC3径間2主版桁）の箱桁部において、モアレ法と一般的な変位計測に使用されているリング式変位計により得られる変位量の確認を行った。なお、モアレ法における格子模様のマークは、写真-1に示すように箱桁ウェブ側面に支間長の1/4間隔で取付け、橋脚上に固定点（無変位点）を設けた。リング式変位計は、支間中央部に取付けた。また、実験では、満水状態の散水車（約22ton）を走行させ、約30m離れた位置から変位を計測した。支間中央部における変位量計測結果を図-4に示す。図-4よりリング式変位計とモアレ法による計測時間に伴う変位量の変化に大きな差が無いことがわかる。また、モアレ法による最大変位量は0.795mm、リング式変位計による最大変位量は0.818mmとなり、計測変位量における差は0.023mmであった。

4. まとめ

種々の実験から、従来の変位計測手法とモアレ法による変位計測を確認したところ、モアレ法では、撮影するカメラの画素数と格子模様の間隔を適切に設定することで、従来の計測手法と同等な変位量の計測が可能になることがわかった。また、モアレ法による計測では、架橋条件などの影響をほぼ受けずに変位を計測することができ、更に、従来から比較し、計測に要する時間や費用も低減できる利点もあることから、今後の変位計測への適用に期待ができる。

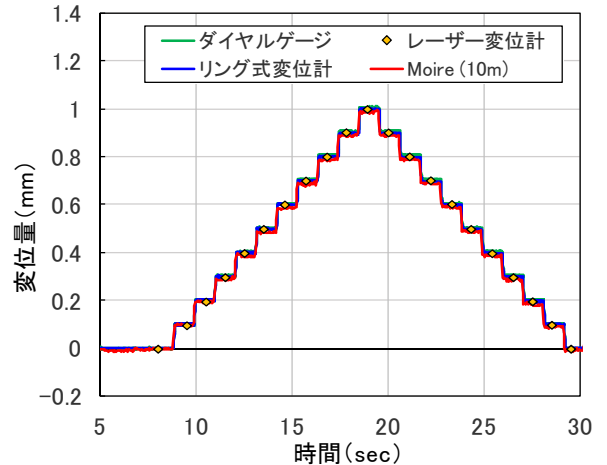


図-3 各種センサーの変位量計測結果

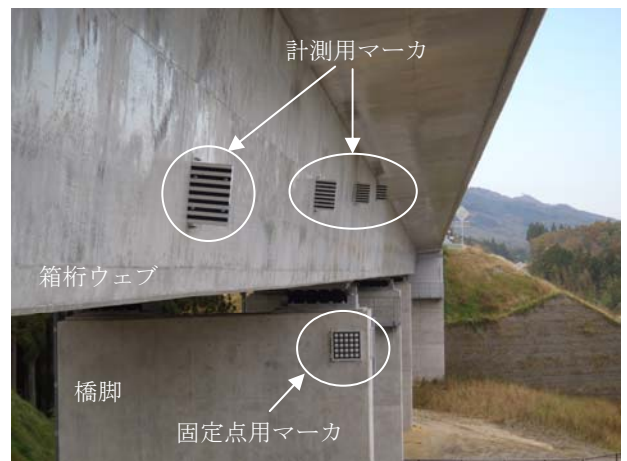


写真-1 モアレ法によるマーカ設置状況

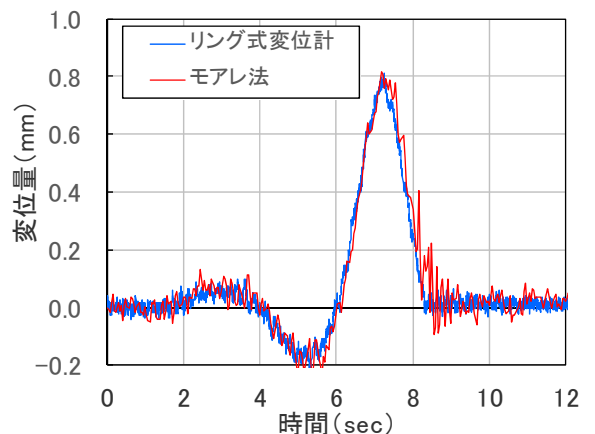


図-4 リング式変位計とモアレ法による変位量