

モアレ計測技術を利用した高速道路における軸重測定に関する研究

(国) 産業技術総合研究所

正会員 ○李 志遠 津田 浩

首都高速技術(株)

正会員 永田 佳文 正会員 紺野 康二

首都高道路(株)

谷内 伸一

1. はじめに

近年の物流網の発達に伴う交通量の増加により、過積載車による道路および橋梁のダメージが懸念されている。国土交通省の報告¹⁾によると、過積載車は2012年～2014年にかけて30%増加しており、過積載重量が道路構造物の劣化に与える影響は、舗装に対しては4乗、橋梁に対しては12乗に相当する²⁾。特に、首都高速道路では供用延長に占める橋梁の割合が約80%と高いことから、過積載車両による道路維持管理への影響が大きく、これに伴い軸重計測による違反車両の取り締まりが重要である。

軸重を測定する方法としては、従来からひずみセンサが主に用いられている。ひずみセンサは原理がはかりと同等であるが、測定の度にセンサ及び載荷板が圧縮変形を受けるため測定装置の劣化により、周期的に交換を要する。そのため、その都度に交換作業が必要となり、不具合の発見から補修まで数週間に渡って軸重計測ができない期間が生じるという問題点があった。本稿は、首都高速道路を対象に、汎用的なデジタルカメラまたはビデオカメラと規則模様の測定マーカーを用いて、サンプリングモアレ法³⁻⁵⁾を利用した画像計測による軸重計測の可能性を示す。

2. 計測方法

ひずみセンサ方式の計測装置が設置されている首都高速道路の料金所においてモアレ画像解析による軸重計測を行った。路肩に設置された格子マーカーを軸重試験車の走行方向である橋軸方向からカメラで連続撮影を行い、車両通過時における床版の微小たわみ量を測定する。

実験の光学系を図-1、現地実験の様子を図-2に示す。カメラに対してマーカー付きのカーストッパーを3mの等間隔に設置し、カメラは走行車両の妨げにならないように設置した。軸重試験車は後輪軸重を10 ton、14 tonに設定し、速度10 km/hまたは20 km/hで料金所を通過させたのち、同じ速度で料金所を後退させる。格子ピッチが10 mm、斜め方向45度及び135度に傾いた一組の斜め格子の模様を用いて垂直方向の変位を測定した。

3. 画像解析による軸重計測結果

14 tonで10 km/hと20 km/hで走行した場合に測定された時系列でのたわみ値をそれぞれ図-3(a)、および図-3(b)に示す。なおこれらの図にはカメラから6 m、および9 m離れた箇所に設置したマーカーの撮影データから評価したたわみ値である。車両通過に応じた変位が見られ、6 mよりも9 m離れた箇所において大きなたわみが測定されている。ここでは大きなたわみ

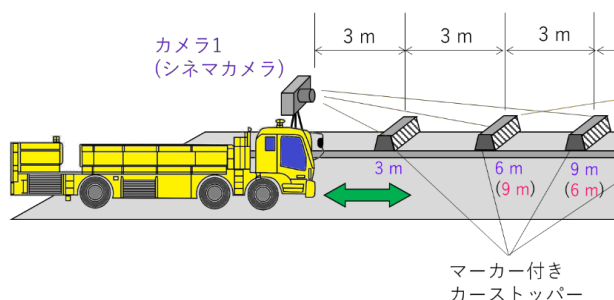


図-1 光学系のセットアップ



図-2 現地実験の様子

キーワード：たわみ計測，サンプリングモアレ法，軸重計測

連絡先：〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第2 TEL：029-849-1065

が現れた 9m 離れた箇所のたわみについて考察する．図-3(a)に示す軸重 14 ton, 10 km/h の場合，車両通過時に約 0.431 mm と 0.439 mm のたわみが測定された．図-3(b)に示す軸重 14 ton, 20 km/h の場合，車両通過時に約 0.332 mm と 0.234 mm のたわみが測定された．10 km/h の時と比較して，20 km/h の場合のたわみ量は平均で 0.15 mm 程度小さい値となっている．このことから，車両の通過速度に応じて，測定されたたわみ値と軸重の関係を考慮する必要があると示唆している．

軸重試験車が通過中に測定された最大たわみ値と軸重の関係を図-4 に示す．車両通過速度が 10 km/h と 20 km/h の場合の結果を合わせて示している．この図から軸重とたわみ量の間に比例関係が見られることがわかる．20 km/h の場合と比較して 10 km/h 通過時のたわみ値が大きく測定される傾向が見られた．このことから，車両が通過中に測定される最大たわみ値と車両の通過速度を同時に考慮することで，高速料金所を通過する車両の軸重測定に利用できると考えられる．

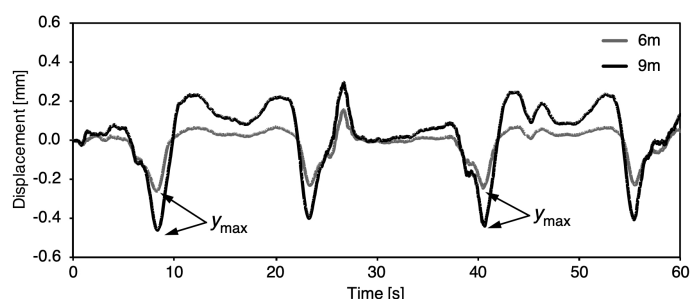
4. まとめ

現地実験により，カメラを用いた撮影で通過車両の軸重に応じたたわみ値を測定することができた．また，通過速度 10 km/h および 20 km/h のいずれにおいても軸重とたわみ量には相関関係が見られ，速度が遅いほど正確なデータを得られやすいことがわかった．

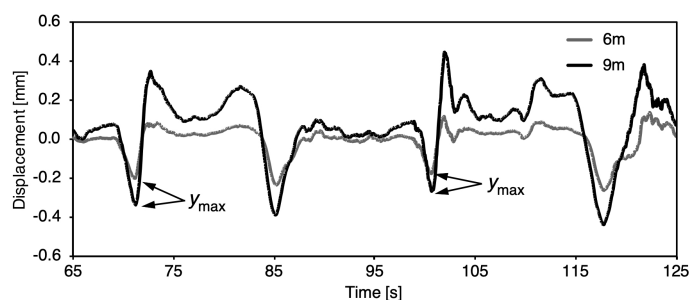
以上のことからサンプリングモアレ法を用いて軸重測定ができる可能性を見出した．簡便にかつ高精度で変位を測定できるモアレ画像計測では，従来型の欠点であったセンサ設置・交換が不要というメリットがあり，実橋梁構造物への適用が見込まれれば大幅なコスト削減に繋がることが期待できる．

参考文献

- 1) 国土交通省：ITを活用した「賢い物流管理」について(案)，第11回物流小委員会・第7回物流体系小委員会合同会議資料 4, 2015.11
- 2) 名古屋国道事務所：道路に大きなダメージを与える過積載車両等の取締りについて，国土交通省中部地方整備局名古屋国道事務所資料「名国」, 2012.4
- 3) Ri, S., Fujigaki, M., Morimoto, Y.: Sampling Moiré Method for Accurate Small Deformation Distribution Measurement, *Experimental Mechanics*, Vol. 50, pp. 501-508, 2010.4
- 4) 李志遠，津田浩：変形分布計測によるインフラ構造物診断技術の開発，非破壊検査, Vol. 63, pp. 515-521, 2014.10
- 5) 李志遠，津田浩，時崎高志：インフラ構造物維持管理をするための低コストな変形分布計測技術の開発，検査技術, Vol.20, pp.14-18, 2015.11



(a) 14 ton 10 km/h 走行時



(b) 14 ton, 20 km/h 走行時

図-3 たわみ測定結果

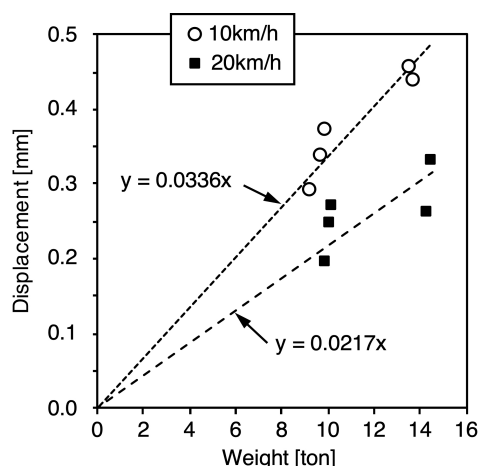


図-4 軸重とたわみ量の関係（マーカ位置は 9m）