

サンプリングモアレ法による RC 桁および PC 桁の変位計測

Displacement Measurement of RC and PC Girders Using Sampling Moire

北海道大学大学院工学研究科北方圏環境政策工学専攻 ○学生員 高沢優人 (Yuto Takazawa)
 北海道大学大学院工学研究科北方圏環境政策工学部門 正会員 佐藤靖彦 (Yasuhiko Sato)
 株式会社共和電業 前田芳美 (Yoshimi Maeda)
 株式会社共和電業 津田 仁 (Hitoshi Tsuda)

1. はじめに

橋梁の維持管理において、近接目視による点検が義務化された。しかし、目視によって定量的な損傷評価をすることは難しい。一方で、ひずみや変位を測定することは、実橋梁の性能を評価する有効な手段である。それゆえ、橋梁のひずみや変位を測定できる技術開発が求められている。例えば、既往の研究では画像解析により梁部材の変位・ひずみを測定する研究が進められている¹⁾。

本研究ではトラックを用いて実橋梁の静的および動的载荷試験を行い、サンプリングモアレ法²⁾を用いて水平方向および鉛直方向の変位の計測を行った。本論ではその結果を報告する。

2. 変位計測の概要

2.1 対象橋梁

タイにある橋梁を対象とした。この橋梁は9径間であり、中央の3径間はスパン長 30m の PC 桁橋梁、外側の各3径間はスパン長 15m の RC 桁橋梁である。RC 橋梁の断面図を図-1 に、側面図を図-2、PC 橋梁の断面図を図-3 に、側面図を図-4 に示す。

この橋梁は現在 40 年供用されており、20 年前に車線数の増加をするための拡張工事が行われた。図-1 に示された左側の 3 桁分 (5.5m 部分) はその拡張工事が行われた新設部である。

断面図において歩道側から順に第 1 車線、第 2 車線、第 3 車線とする。また、歩道側を A 桁、反対側を B 桁として定義する。

2.2 測定条件

RC 橋梁に対する測定では各外桁に対して、また進行方向に対して 3.75m、7.50m の位置に格子状のターゲットシートを貼付した (図-2 参照)。また、PC 橋梁に対する測定では A 桁に対して、また進行方向に対して 14.5m、15.5m の位置にターゲットシートを添付した (図-4 参照)。そのターゲットシートの位相差をサンプリングモアレカメラで読み取ることで、橋梁の鉛直方向および水平方向における変位を測定した。

2.3 静的試験载荷条件

測定においては 1 台につき約 28t のトラックを 3 台用いている。トラックによる各橋梁の载荷位置をスパン中央にトラックの後輪の中心が来るように (図-2、図-4 参照)、1 台目を第 1 車線、2 台目を第 2 車線、3 台目を第 3 車線に停止させて測定を行った。

2.4 動的試験载荷条件

静的試験と同じトラックを 1 台または 2 台用いて時速 30km、時速 50km で第 1 車線、または第 1 車線と第 2 車線を同時に平行して走行させ载荷した。



写真 計測の様子

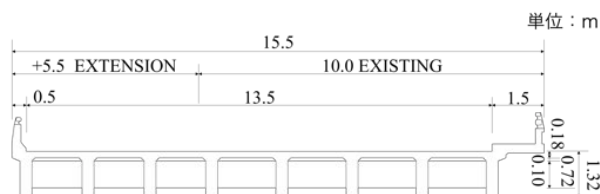


図-1 橋梁断面図 (RC 橋梁)

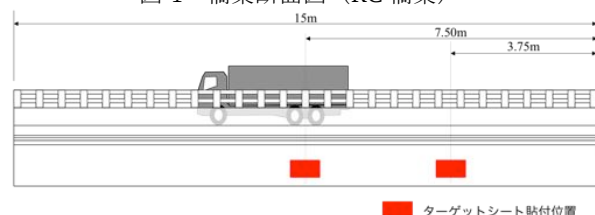


図-2 橋梁側面図 (RC 橋梁 A 側)

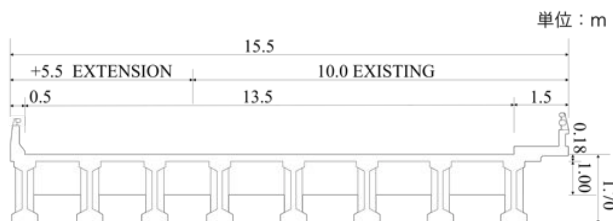


図-3 橋梁断面図 (PC 橋梁)

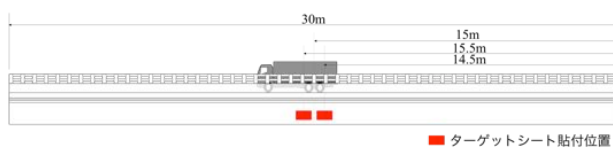


図-4 橋梁側面図 (PC 橋梁)

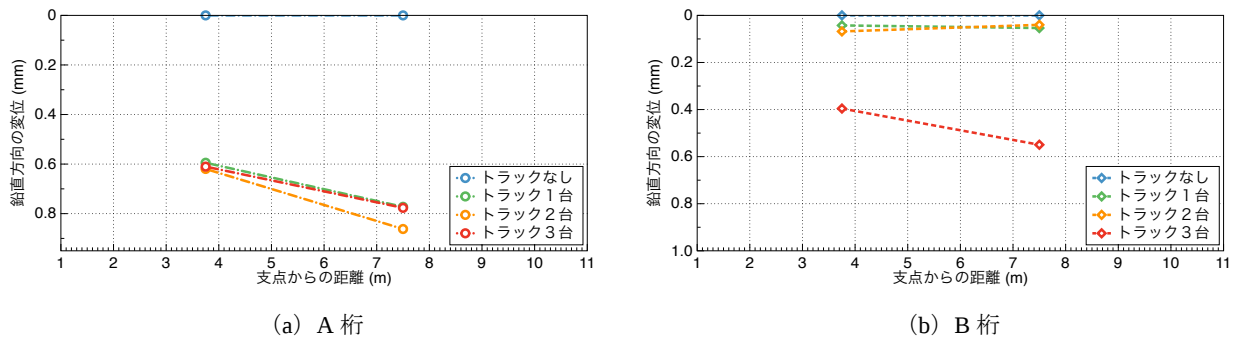


図-5 RC 橋梁の鉛直方向に対する変位分布図

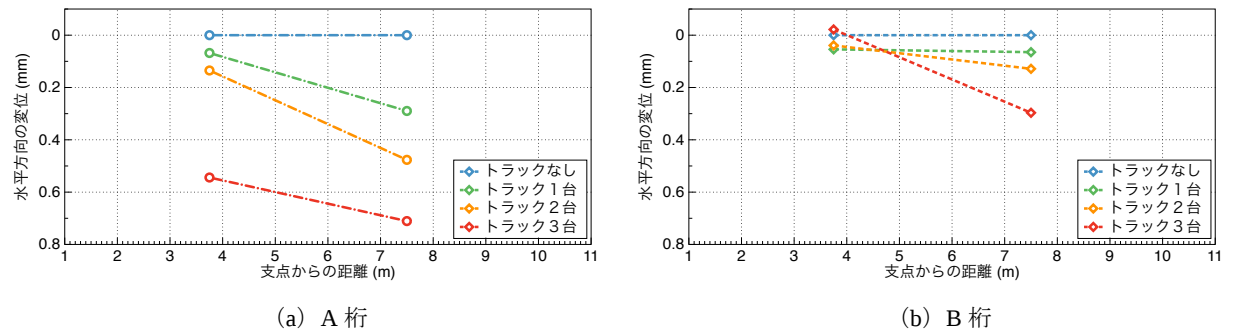


図-6 RC 橋梁の水平方向に対する変位分布図

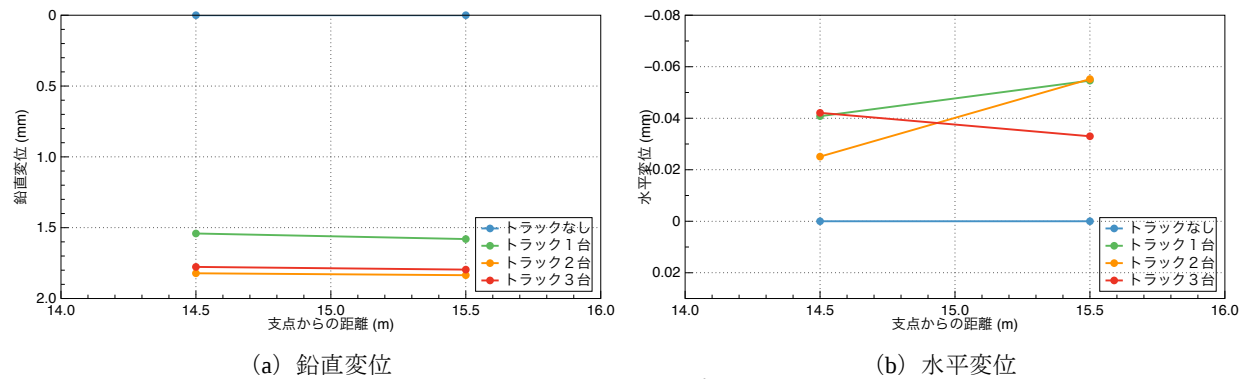


図-7 PC 橋梁に対する変位分布図

3. 測定結果

3.1 トラックの静的載荷による変位分布図

実橋梁におけるトラックを用いた静的な載荷試験の測定結果として変位分布図を示す。

(1) RC 橋梁の変位分布図 (図-5,6)

A 桁から計測した鉛直変位の結果を示す図-5(a)より、トラックを1台載荷した状態で大きく変位が発生したことがわかる。一方、図-5(b)より、B 桁は3 台目トラックを載荷させて変位が発生したことがわかる。また、トラックを3 台載荷したときの最大荷重時の変位に注目すると、B 桁に比べて A 桁の変位の方が大きい。これは拡張工事による新設部の床版桁が既設部の床版桁と一体となっていない可能性が考えられる。そのため、A 桁側の剛性が B 桁側の剛性よりも小さいため大きく変形をしたのではないかと考えられる。

水平変位の結果を示す図-6 の A 桁では荷重の増加に伴い変位も増加しているが、1 台目から 3 台目までで 3.75m 地点と 7.5m 地点の変位の差がほとんど変わっていない。つまり、桁全体が動いている可能性がある。一

方で B 桁ではトラックが 2 台まではほとんど変位が発生しなかったが 3 台目の載荷時に 7.5m の位置で大きく変位が発生した。

(2) PC 橋梁の変位分布図 (図-7)

図-7 に示すように PC 橋梁では RC 橋梁と比べて大きな鉛直変位が発生した。一方で、PC 橋梁に対する水平変位からは有意な差は見られなかった。

3.2 トラックの動的載荷による変位推移図

トラックの動的載荷に対して変位の時間推移として変位推移図を作成した。データは、RC 橋梁での鉛直方向の最大変位から前後 4 秒、PC 橋梁ではトラックが対象径間に入ったタイミングの前 1 秒から出たタイミング 1 秒後までの時間を用いている。

(1) RC 橋梁に対する鉛直変位推移 (図-8)

RC 橋梁に対する動的載荷試験で得られた最大の変位は静的載荷試験により得られた変位より小さい。また、静的載荷と同様に A 桁では大きな変位が発生した。一方で、B 桁では変位はあまり見られなかったが、トラック 2 台を 50km/h で走行させたとき、振幅が大きくなっ

た。この発生要因はわからない。

また、移動速度を上げることで測定されるデータには各地点の変位に差が生じやすくなる。この要因としてトラックが同じ速度で同じ位置を保ち平行して走行することができていなかったことが考えられる。

(2) RC 橋梁に対する水平変位推移図 (図-9)

A 桁では 3.75m と 7.5m の地点の変位に差が発生することがあった。しかし、その差の発生要因はわからない。一方で B 桁の変位はほとんど見られず、有意な差は見られなかった。

(3) PC 橋梁に対する鉛直変位推移図 (図-10)

PC 橋梁の鉛直方向の最大変位の大きさは静的載荷による鉛直変位と等しいかそれ以上であった。

(4) PC 橋梁に対する水平変位推移図 (図-11)

14.5m と 15.5m の地点で変位に差が生じていることがある。しかし、RC 橋梁と同様にその差の発生要因はわ

からない。また、RC 橋梁との変位の比較をしても有意な差は見られない。

4. おわりに

サンプリングモアレ法による PC 橋梁と RC 橋梁の桁の変位計測結果を報告した。今後は測定結果を用いた構造性能評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 渡辺健・東広憲・三木朋広・二羽淳一郎：コンクリート構造実験を対象としたリアルタイム画像解析システムの開発、土木学会論文集 E、pp.96-106, 2010
- 2) 森本吉春・藤垣元治・柗谷明大：サンプリングモアレ法による変位・ひずみ分布計測, Journal of the Vacuum Society of Japan, Vol.54, No.1, pp.32-38, 2011

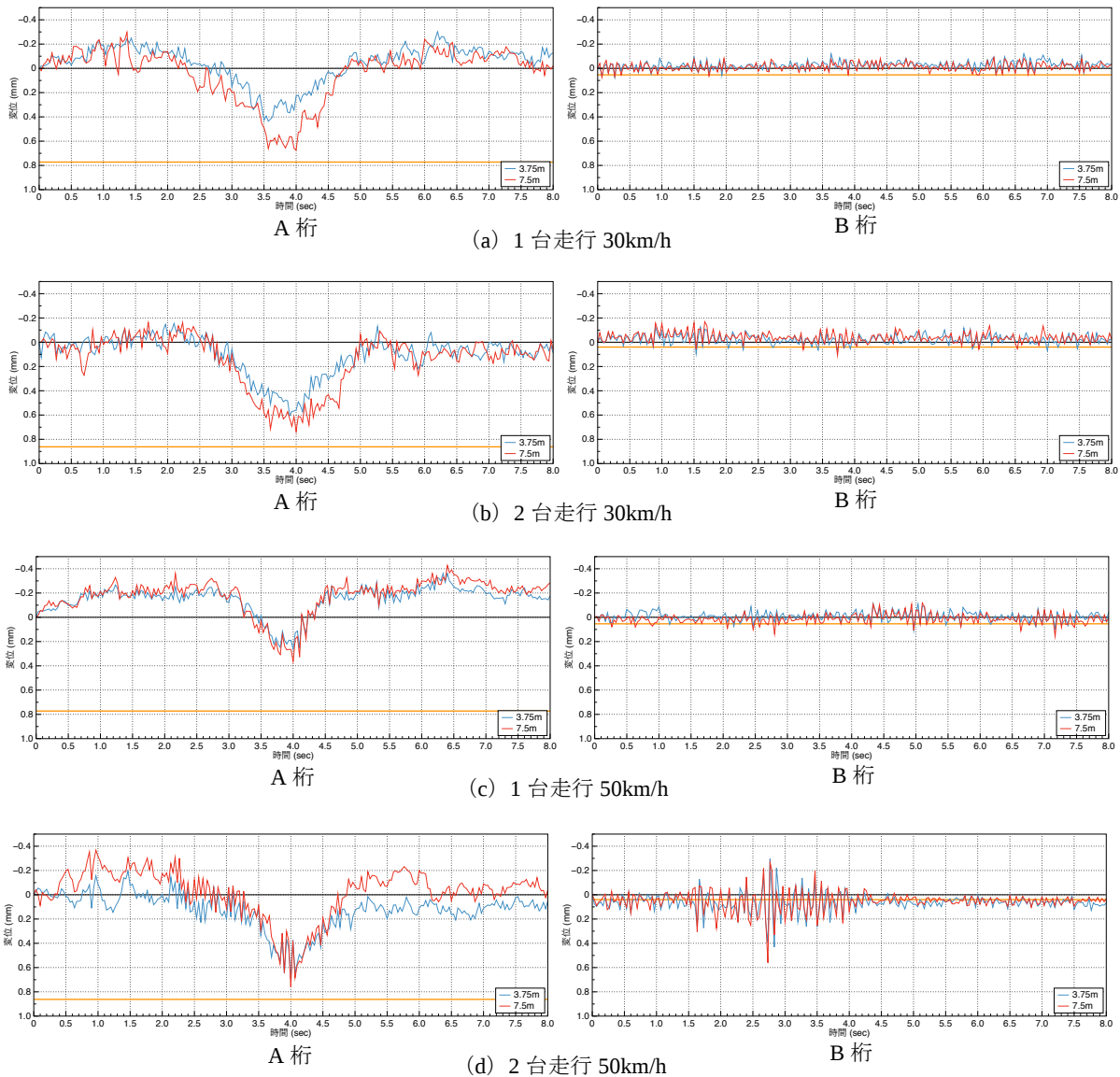


図-8 RC 橋梁に対する動的試験の変位推移図

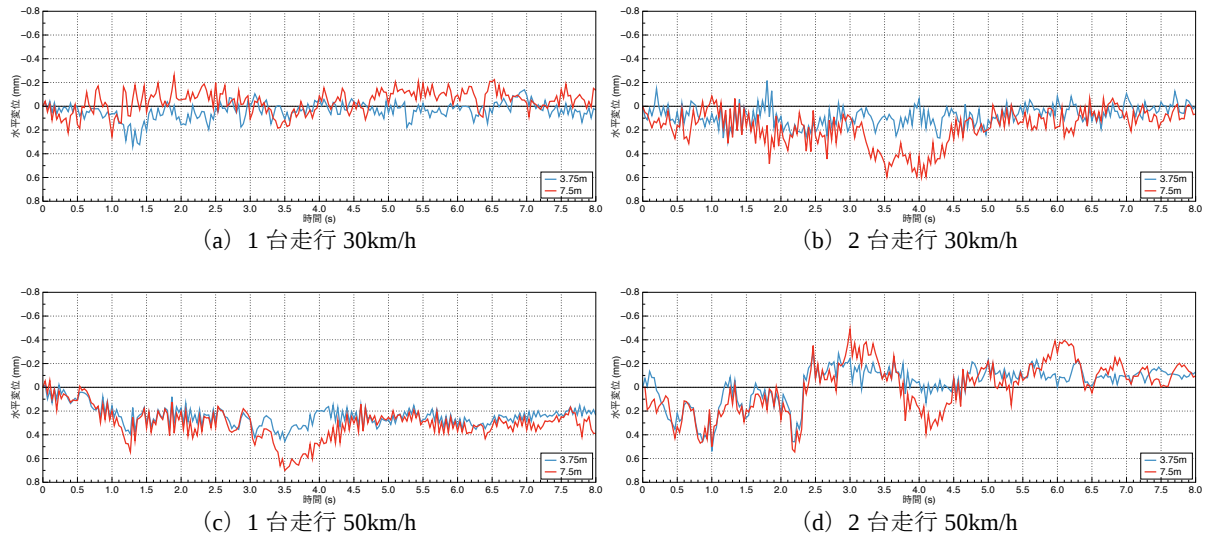


図-9 RC 橋梁 A 桁の動的載荷の水平変位に対する変位推移図

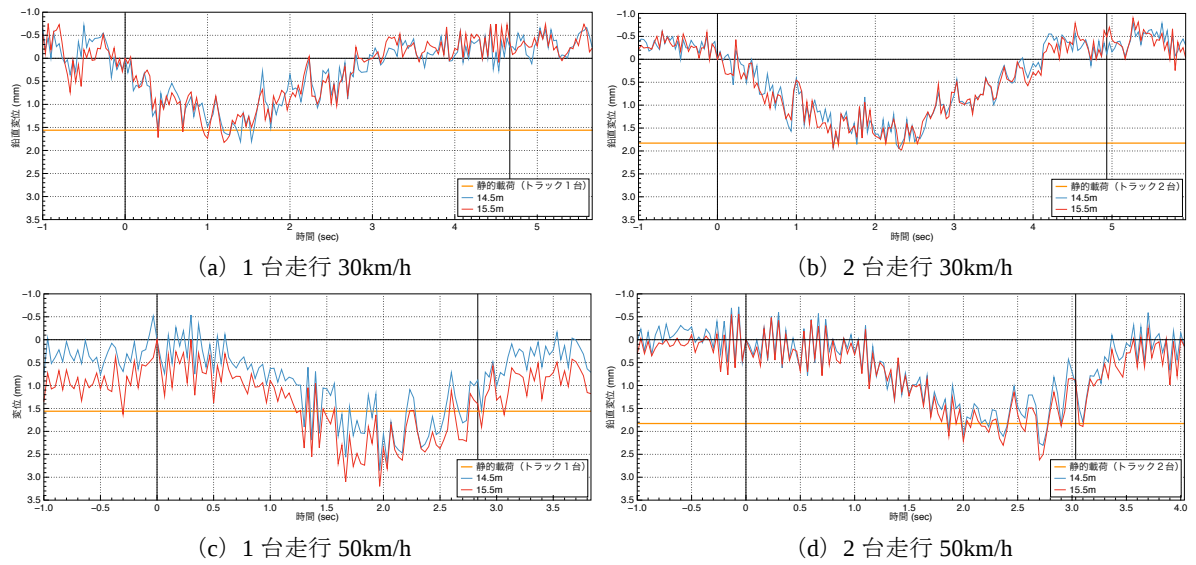


図-10 PC 橋梁の動的載荷の鉛直変位に対する変位推移図

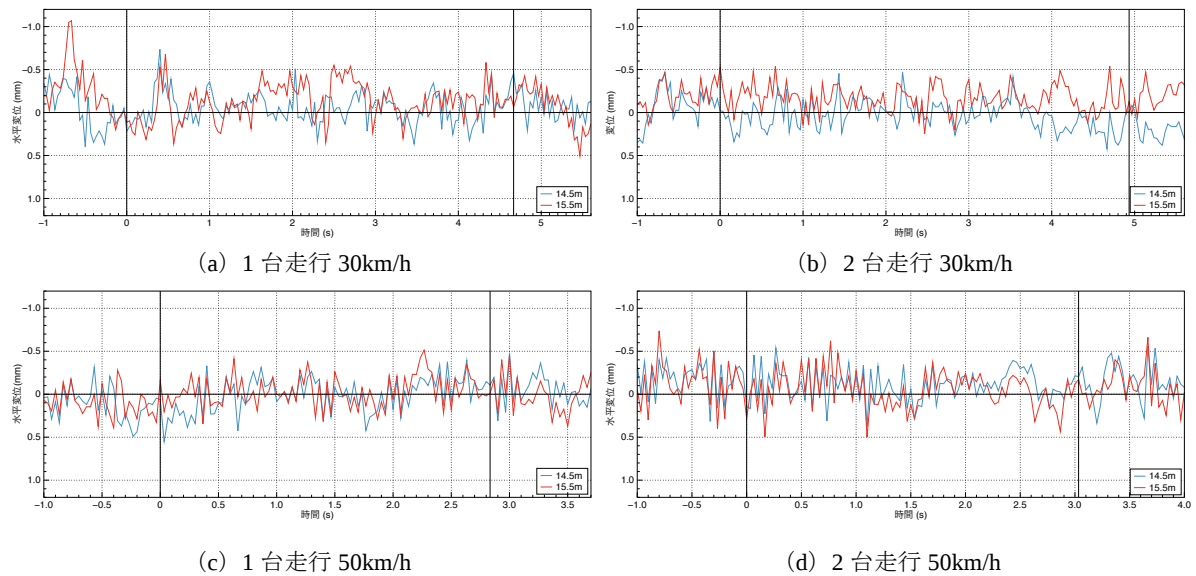


図-11 PC 橋梁の動的載荷の水平変位に対する変位推移図