ミャンマー国道への B-WIM の適用性の検討に関する研究

株式会社 TTES　　正会員　菅沼　久忠、○梅川　雄太郎
東京大学　　正会員　長井　宏平、　松本　浩嗣

１．はじめに

新興国を中心とした世界のインフラ需要は膨大である。日本では防災先進国として様々な ICT 技術を利用した維持管理技術が開発・試用・適用されており、更なる成長のためにインフラシステム輸出による経済成長の実現が叫ばれて久しい。

一方で、日本国内で実績のある技術であっても、海外での展開となると容易でないことが予想される。日本の質の高いインフラと異なり、一定の質を有しないインフラが新興国には多数存在するためである。

本論では、ミャンマーのヤンゴン付近を通過するアジアハイウェイ 1 号(以下 AH1)上の橋梁を対象に、ICT を利用したインフラ維持管理技術である走行車両重量算出技術 Bridge Weigh-In-Motion（以下 B-WIM）[1)]の現場適用結果を示し、新興国におけるインフラ展開の可能性について述べる。

２．対象橋梁概要

AH1 は、輸送の積み替えによる過積載車両の床版劣化への影響から交通実態の把握に大きな需要がある。今回は、日本国内で実績のあるインフラ維持管理技術として、ひずみゲージを利用した走行車両重量算出技術 B-WIM の適用を試みた。

対象橋梁は、**図 1** に示す AH1 のヤンゴン・ネピドー区間において、河川を跨ぐ橋梁計 3 橋（鋼橋×1、RC 橋×2）とした。本稿では、3 径間単純鋼 5 主鈑桁橋・支間長 13.0m、幅員 8.5m、2 車線の Bridge A についての計測詳細および B-WIM の結果を示す。

図 1 AH1 全対象橋梁位置，対象橋梁概要（Bridge A）およびキャリブレーション荷重車

３．計測概要

ひずみゲージの設置は、高はしごを利用し、プレキャスト(以下 PCa)版裏、および鋼主桁支間中央近傍に接着剤でひずみゲージを貼付した。**図 1** のように、各車線で車両検知用(進入側・退出側)・重量算出用の 3ch×2 車線、計 6ch のデータを取得した。計測機器は KEYENCE NR-600、NR-ST04 を利用した。バッテリユニットを利用し、外部電源等は利用せず、荷重車によるキャリブレーション走行を含めて 1 時間程度計測を実施した。なお、計測時のサンプリングは 500Hz とした。

４．B-WIM 計測結果

キャリブレーション走行は、27.5tf、4 軸トラックを荷重車として利用し、各車線 4 回ずつ、一般交通下で実施した。

B-WIM で期待する波形と計算の概念について、**図 2** に示す。鋭い山型の波形は、床版上を車軸が通過した時刻を特定する軸検知用ひずみで、緩やかな山型のひずみは、車両が桁上を通過中に、桁全体で荷重を受ける重量算出用のひずみである。

実際、走行車線で期待通りの波形が得られたが、追越車線側では、車軸が軸検知用ゲージ直上を通過してもひずみが生じなかったり、圧縮・引張が反転したり予想外の挙動を示す波形が多々発生し、期待通りの波形が得られなかった(**図 3**)。これは、目視でも確認できる PCa 版の連結不足から車両が通過しても、荷重が適切に部材に伝達していないことが原因であると考えられる。

今回の事例では、道路管理者が車線の規制について協力的であり、追越車線をポールにより閉鎖し 1 車線規制することで、走行位置を限定し、期

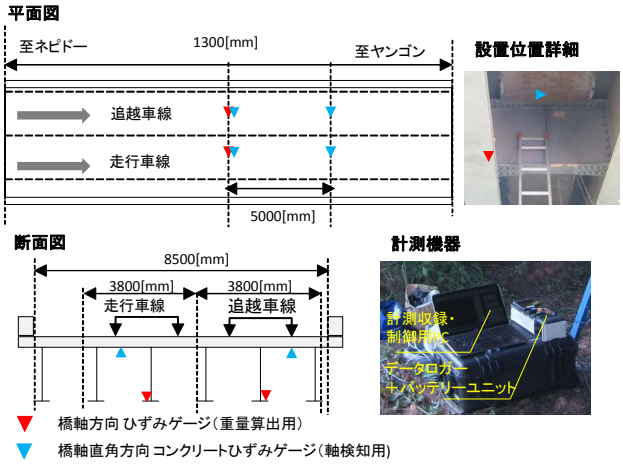

図 2 対象橋梁概要（Bridge A）計測・設置概要

キーワード　アジアハイウェイ、Bridge Weigh-In-Motion、B-WIM, モニタリング、維持管理
連絡先　　〒153-0051　東京都目黒区上目黒 3-30-8 S2　(株)ＴＴＥＳ　TEL:03-5724-4011

待通りの応答が得られる走行車線側のみで計測を実施できた。走行車線側の 1 時間計測の B-WIM を実施した結果を**図 4、5** に示す。1 時間計測の結果から計 82 台の通過車両重量分布を得ることができた。最大重量車両は、2017/12/12 13:38 に通過した際の大型バス 20tf であった。

以上の計測結果より、計測機器の設置・動作や機材準備にハードルはあるが、アジアの新興国でも、B-WIM を現場適用し、交通荷重実態調査に利用できることが確認できた。

5．実証実験にて経験した問題点

a） 設計条件・施工品質の違い

新興国のインフラでは、施工品質の問題で PCa 部材同士の連結不足や、精度不足などにより、予想しない挙動が生じていることが多々ある。PCa 版を並べて構成された床版は一体として挙動することを予想していたが、PCa 版同士の連結が弱かったため版が独立して挙動し、ゲージを設置した版上に車両が載るまでひずみを感知しないケースもあった。

b） 環境条件の違い

日本と同等の安全管理を実施し作業することは準備の上でも難しい。ゲージの貼り付けなどは、最初は OJT を兼ねて日本人スタッフが作業せざるを得ない。橋梁下はゴミの残置、亜熱帯植物の繁茂、および動物の往来もあり、計測器類は地面でなく橋側に設置する等の工夫が必要である。

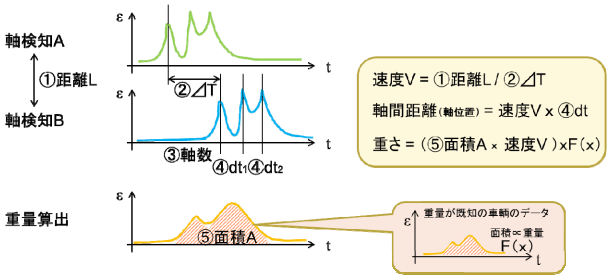

図 2　B-WIM の概念図

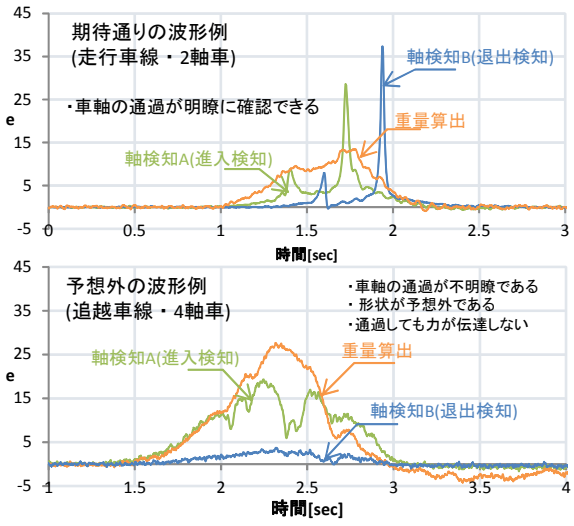

図 3　B-WIM の期待通りの波形・予想外の波形例

c） 利用意識の条件の違い

アジアの国々の道路管理者は、既存の構造物に手を加える行為を極端に嫌う傾向があり、アンカーのための削孔や、塗膜除去は認可されないことが多い。本計測でも、塗膜を剥がさずにひずみゲージを設置した。

d） 機材の準備

国外の計測で、計測機器、工具、特にバッテリは、輸出規制にかかるものであり、注意が必要である。現地で機材を揃える場合には電圧の違いや電源の確保に注意が必要である。ハンダの代わりに、圧着端子を利用するなど工夫が必要である。

6．今後の展望

アジアへのインフラ技術の輸出は機材や設置環境、また、インフラ設備の質の問題から様々な点で課題が存在した。しかしながら、計測に向けて入念な下準備・確認をすることで、日本国内で実績のある技術を、アジアでも現場適用することは十分可能であることが確認できた。

また、B-WIM の現場適用に関しては、設置位置の局所的な状況に大きく影響を受ける接触式のひずみゲージだけではなく、非接触で軸通過の検知が可能であるレーザー距離計を利用したり [2]、現地の設置環境に応じて、全体系の挙動を把握できる加速度や変位を代替として利用したりする [3] ことで十分適用可能であると考えられる。

今後も、日本国内のインフラ管理技術のアジアへの現場適用について引き続き検討を進めていきたい。

【謝辞】この研究は内閣府 SIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の支援を得て実施された。

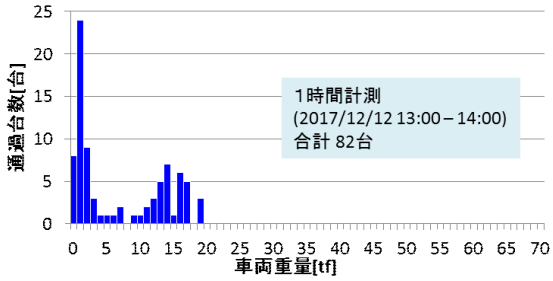

図 4　1 時間の走行車線　車両重量分布

図 5　検出した重量車両の例

参考文献

1)小林ら:リアルタイム全自動処理 Weigh-In-Motion による長期交通荷重モニタリング，土木学会論文集 No.773/1-69, 2004.

2)関上ら:橋梁上を通行する車両のタイヤ通過位置計測， 土木学会第 66 回年次学術講演会(平成 23 年度).

3)関屋ら:MEMS 加速度センサを用いた変位計測に基づく Potable Weigh-In-Motion システムの提案，土木学会論文集 A1, Vol.72, 2016.