

FBG 光ファイバセンサを用いた Weigh-In-Motion システムの開発

東京工業大学 学生会員 ○小林 裕介
東京工業大学 フェロー会員 三木 千壽

1. はじめに

維持管理の効率化を目的としたモニタリングの中で、橋梁上を通過する車両重量を算出する W.I.M. (Weigh-In-Motion)¹⁾ は重要な要素技術の一つである。モニタリングでは、長期間かつ屋外での測定を行うことから、より耐久性の高いセンサが必要である。光ファイバセンサは材質がガラスであるため非腐食で、かつ測定に光を用いていることから電氣的なノイズの影響を受けない。また、一本の光ファイバセンサで広範囲の測定が可能という特徴も有しており、モニタリングへ適用が期待されている²⁾。

光ファイバセンサの中でも特に FBG (Fiber Bragg Grating) センサは、同時に多点のひずみを測定できることから、FBG センサを W.I.M.へ適用することが有効であると考えられる。しかしながら、FBG センサはこのような利点を有している一方、測定の原理上、測定周波数が 52.3Hz に限られ、測定精度が 4μ とひずみゲージに比べて低いといったデメリットがある。このため、FBG センサの W.I.M.への適用に際し、これらの測定性能が W.I.M.の重量の算出精度に及ぼす影響について検討を行う必要がある。そこで、本研究では、FBG センサを実橋に設置し W.I.M.を行い、同時に行ったひずみゲージによる W.I.M.と比較することによって、FBG センサの適用性について検討を行った。

2. 対象橋梁と測定システム

本研究では一般国道 246 号線にある玉川高架橋を対象とした。玉川高架橋の概要とセンサ設置位置を図-1 に示す。このように、FBG センサは 3 径間連続桁橋梁に、ひずみゲージを単純桁橋梁に設置した。いずれの橋梁も RC 床版を有す 6 主桁プレートガーダー橋であり、片側 2 車線の対面交通となっている。FBG センサの設置では、エポキシ系接着剤で接着し、ポリエステル系の樹脂でコーティングをした。本研究で使用した FBG 光ファイバセンサの測定システムは NTT-AT 製品で、センサの他、光源・受光器など一連の機器を含む測定器である FBG-IS (Fiber Bragg Grating Interrogation System)、FBG 解析用 PC から構成されている。

3. 算出精度の検討

①測定周波数

本システムではひずみゲージによる測定を 200Hz のサンプリング周波数としているが、走行試験で得られ

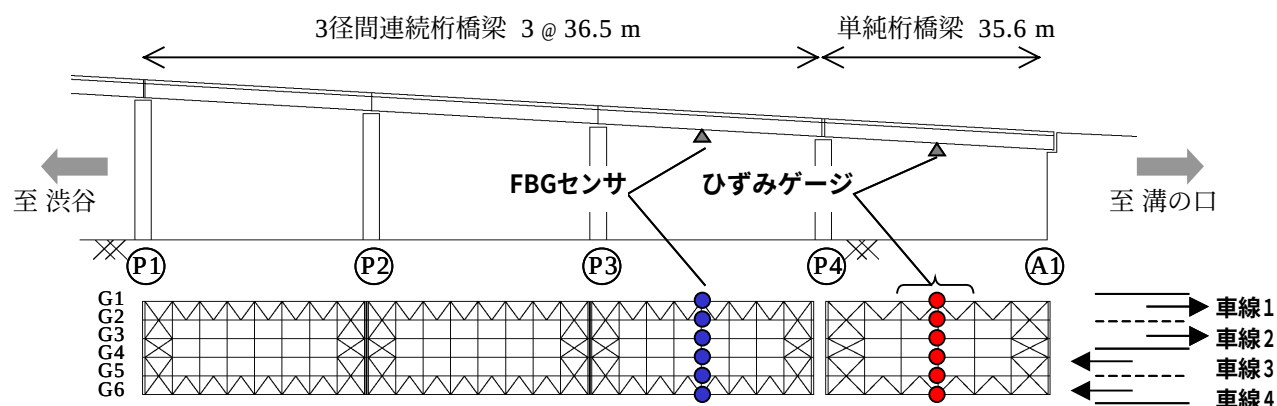


図-1 玉川高架橋の概要とセンサ設置位置

キーワード FBG, 光ファイバセンサ, Weigh-In-Motion, モニタリング

連絡先: 〒152-8552 目黒区大岡山 2-12-1 緑ヶ丘 5 号館 東京工業大学 Tel 03-5734-2596

たデータをリサンプリングして W.I.M.を行うことにより、W.I.M.の解析に必要となる周波数を検討した。結果を図-2に示す。測定周波数が 10Hz 以上であれば精度良く重量を算出でき、測定周波数が 52.3Hz である FBG センサを用いても十分 W.I.M.を行えることが分かった。

②測定精度

FBG センサの測定精度が、W.I.M.による荷重算出における精度に及ぼす影響について検討するために、走行試験の測定波形から W.I.M.を行った。図-3に、FBG センサとひずみゲージによる実測波形と W.I.M.による解析結果を示す。FBG センサで算出した重量は、試験車重量 20.95ton に対して 20.89ton であり、ひずみゲージでの解析結果と同様、精度良く重量が求まっている。また、影響線と算出した重量とを乗じて得られる解析波形についても、ひずみゲージと同様に実測波形を再現できている。このことから、FBG センサの測定精度で W.I.M.による荷重算出に十分な精度が得られることが確認できた。

③ひずみゲージによる W.I.M.との比較

最後に、通常の供用下での FBG センサとひずみゲージで行った W.I.M.の結果を比較した。図-4に結果を示す。但し、結果は橋梁上を通過した車両が一台の時のみのもので、重量が 20ton 以上のものについて示している。結果において、FBG センサを用いた算出荷重とひずみゲージを用いた算出荷重は良く一致していることが分かる。疲労を考慮の上で重要となる重量の3乗平均値の3乗根では、その結果の差は1%程度であった。

4. まとめ

本研究では、FBG センサの同時多点測定の特徴を活かし、W.I.M.への適用を試み検討を行った結果、FBG センサを用いた W.I.M.により、精度良く車両重量を算出できることを確認した。これにより、従来のひずみゲージを用いた W.I.M.システムより、モニタリングに適したシステムを構築することができた。なお、本システムでは FBG センサの設置に接着剤を用いているが、その耐久性については検討の余地がある。今後は、センサの設置方法についても検討を行っていく。

参考文献

- 1) 三木千壽ほか：走行車両の重量測定，橋梁と基礎，pp.41-45，1987.4.
- 2) 大島俊之：光ファイバーなど先端材料の利用技術，Intelligent Bridge/Structure and Smart Monitoring に関する公開講演会，土木学会・構造工学委員会・橋梁振動モニタリング研究小委員会，pp.9-21，1999.11.

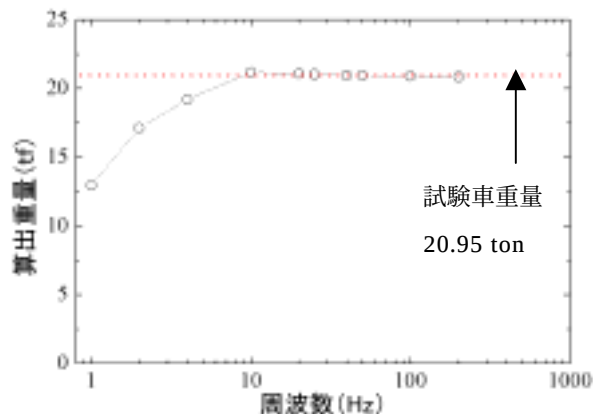


図-2 測定周波数と算出重量

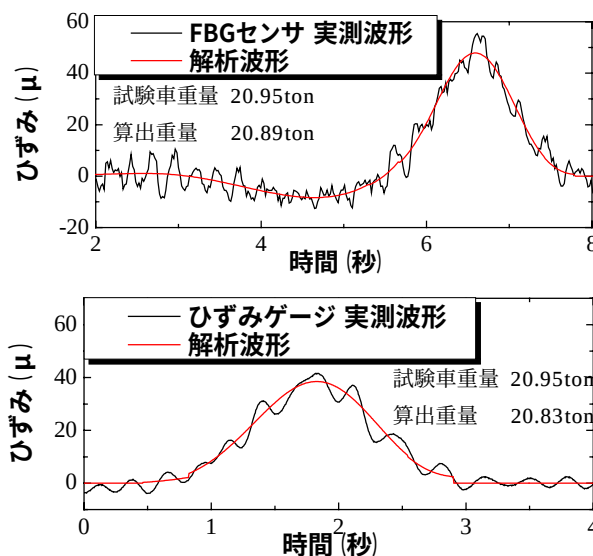


図-3 FBG センサとひずみゲージの実測波形と解析波形

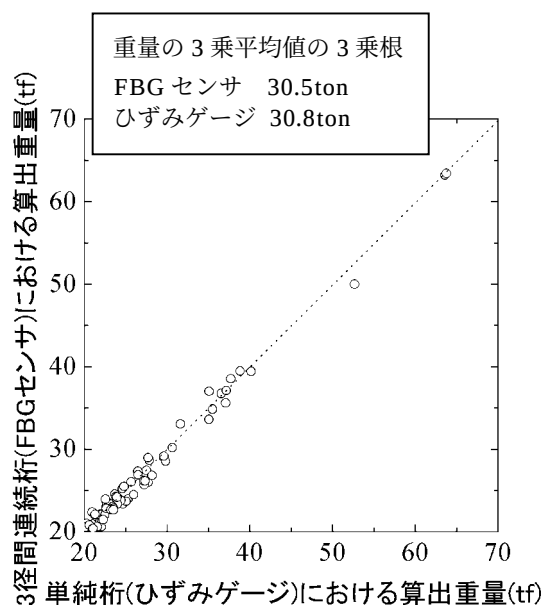


図-4 W.I.M.の結果比較