

# FBG センサーを用いた静的荷重載荷時の損傷同定

株式会社 構造計画研究所    ○正会員 三橋 祐太    正会員 楊 克儉  
渡辺 一彦    山本 一美

## 1. はじめに

本研究は、光ファイバー分布センシングシステムを用いて静的荷重時の構造物の損傷を推定する、静的損傷同定手法を確立するものである。本報告では単純梁で実験を行った。この手法は実橋モニタリング実測に応用可能である。

## 2. 静的荷重時の損傷同定確認実験概要

試験体として用いた単純梁（アルミ棒）の形状を図1に示す。

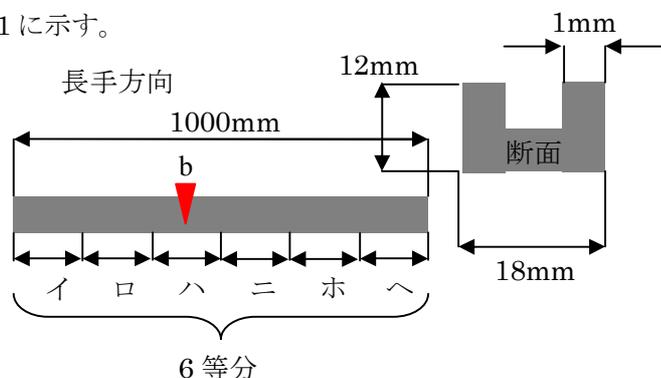


図 1 アルミ棒寸法

試験体は完全なもの(A)と、損傷を与えたもの(B)の2本を用意した。Bには図1に示すb位置に切り込みを入れることにより損傷を与えた。

更に、試験体に対してFBGセンサーを設置することでセンシングシステムを構築する。試験体の長手方向をイ区間～ヘ区間に分割し(図1)、各々の区間にFBGセンサーを設置することで各区間のマクロ歪みを測定する。(図3)。FBGセンサーとは、光ファイバーを用いた歪みセンサーであり、光ファイバーの軸方向の歪みが入射波の散乱光の卓越周波数と相関関係を持つことを利用して歪みを測定するセンサーである。FBGセンサーはロングゲージセンサーであり、得られる歪みは局所的なものではなく区間全体としてのものである。

これらの試験体に対しAはニ区間中央部、Bはロ区間中央部にゆっくりと載荷、除荷を繰り返すことに

より各区間におけるマクロ歪みを測定した。

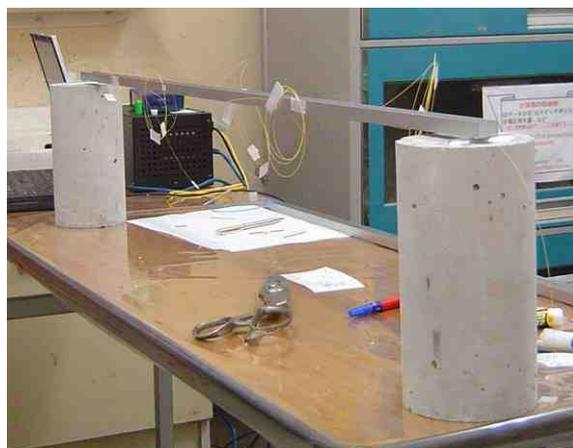


図 2 実験風景

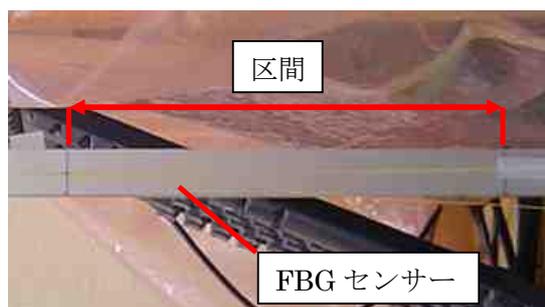


図 3 FBG センサー

## 3. 静的荷重載荷時の損傷同定

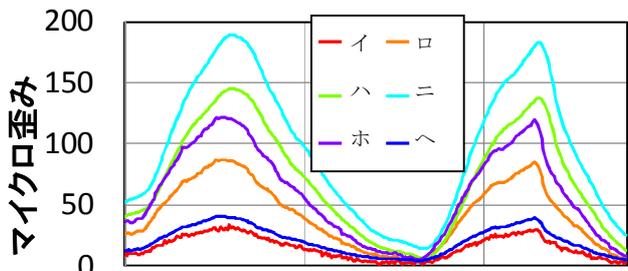
損傷のない単純梁では歪みの分布が荷重位置を最大として線形分布になるのに対し、損傷個所においては歪みが損傷のない場合の理論値より大きくなることを用い、損傷同定を行う。得られた各区間での歪みを荷重区間の歪みとの比として見ることにより、荷重の大きさに依らず損傷同定を行うことができる。

それぞれの単純梁において得られた歪み時刻歴を図4～図5に示す。但し二つのケースでは、荷重位置や荷重荷重は異なる。

荷重区間の歪みを横軸に、他の区間の歪みを縦軸としてプロットしたのが図6及び図7である。黒の直線は損傷のない場合の理論値を示したものである。

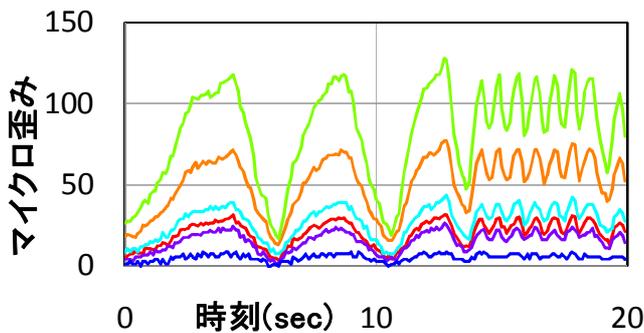
キーワード：ヘルスマニタリング、FBGセンサー、損傷同定、光ファイバー、分布センシング

連絡先：〒164-0011 東京都中野区中央 4-5-3 TEL：(03)5342-1138 FAX：(03)5342-1238



0 10時刻(sec) 20

図 4 歪み時刻歴 (アルミ棒 A)



0 時刻(sec) 10 20

図 5 歪み時刻歴 (アルミ棒 B: 凡例は上と同じ)

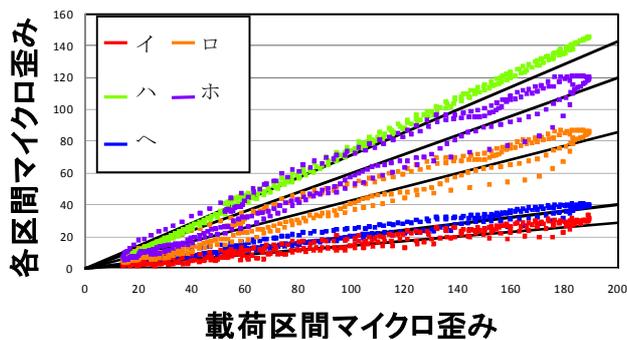


図 6 歪み相関図 (アルミ棒 A)

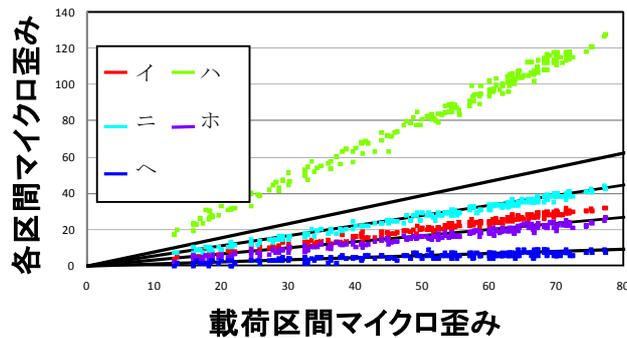


図 7 歪み相関図 (アルミ棒 B)

また、A、Bの各区間に対して実験結果の二乗平均の傾きと理論値の傾きの比を示したものが表 1 である。アルミ棒 B のハ区間の比が他と比べてはるかに大きい。ハ区間はアルミ棒に切り込みを入れた個所である。実測時にこの歪みの比を指標として損傷個所が同定できることが示された。

4. 川根大橋における実測実験

今回の手法を茨城県川根大橋で行ったバスを用いたモニタリング実測実験の結果に適用した。橋上にバス

を停止させた際の歪みを測定し、歪みの比を確認した。定期的なモニタリングによって、歪みの比を指標とし実橋の現状評価を行っている。現状この橋の健全性を確認している。川根大橋のモニタリングの詳細に関しては別報において行う。

表 1 実験値と理論値(損傷なし)との比

区間	実験値 (A)	理論値 (A)	比率 (A)	実験値 (B)	理論値 (B)	比率 (B)
イ	0.16	0.14	1.12	0.40	0.33	1.20
ロ	0.45	0.43	1.05			
ハ	0.75	0.71	1.05	1.62	0.78	2.08
ニ				0.54	0.56	0.97
ホ	0.63	0.60	1.05	0.31	0.33	0.93
ヘ	0.21	0.20	1.05	0.11	0.11	0.99



図 8 川根大橋実測実験の様子

5. まとめ

- A) 静的荷重載荷時に、荷重載荷区間とその他の区間のマクロ歪みの比が一定になるという理論を実験室内の単純梁による実験で確認した。
- B) 損傷のある試験体に対して、Aで示す比を用いることで損傷個所を同定できた。
- C) 本研究の手法は静的荷重の場合に限定されるものであり、荷重の大きさによらないが、荷重位置は同一にする必要がある。また基準歪みは損傷のない個所を選ぶ必要があり、実橋における実測においては、複数の基準歪みの比から総合的に判断するのが良いと思われる。
- D) 本研究の手法は、実橋でも応用することが可能であることを確認した。

謝辞：本研究の実施に当たり、茨城大学呉智深教授ならびに研究室の皆様にご協力いただきました。

参考文献

Li, SZ, Wu, ZS, and Watanabe, T. 2007. A Health monitoring strategy for RC flexural structures based on distributed long-gage fiber optic sensors, *Journal of Applied Mechanics*, 10, 983-994