

大阪大学工学部 学生員 ○井藤 詳三 大阪大学大学院 学生員 飯田 純也
NTT インフラネット 正会員 奥野 正富 大阪大学大学院 フェロー 松井 繁之

1. はじめに

従来わが国では橋梁の寿命は約 50 年と認識されてきたが、今後 50 年を越える橋梁は増加の一途である。これらはまだ十分使用に耐えうるものであるが、適切な維持管理は必要である。その維持管理方法として、リモートセンシングが着目されており、光ファイバを用いた方法が注目されている。光ファイバはその特性から長距離センシングに優れており、光ケーブル中の任意の箇所での歪測定が可能である。本研究では、輪荷重走行試験機を用いて光ファイバの床版疲労劣化追跡に関する適用性について評価した。

2. 光ファイバセンシングの原理

B-OTDR は光ファイバに光パルスを入射することによって発生するブリルアン散乱光の周波数分布がシフトする特徴を利用したもので、そのシフト量を計測することによって歪量を測定する技術である。(図-1)

この技術では光ファイバを床版下面に一筆書きで張り巡らし、多数の計測対象区間で連続的に歪分布を計測することができる。このため 1 本の光ファイバで長距離の測定が可能である。

3. 実験項目及び結果

3. 1 床版への貼り付け方法の検証

光ファイバの床版下面への接着方法が基本的な問題でもあったので、1 つの床版供試体の疲労実験中に、種々の貼り方を試行した。その結果を表-1 に示す。床版下面に直接接着する手法は、接着箇所にひび割れが発生すると、大きな局部ひずみの繰り返しを受けて、光ファイバも断線したため適切でないとと言える。よって、約 1~2m 離れた 2 点で光ケーブルを固定する 2 点支持型を採用できることが分かった。

3. 2 B-OTDR による床版疲労劣化追跡に対する評価実験

4 体の供試体床版下面に光ファイバを貼り付け、輪荷重走行試験機を用いて実験を行った。光ファイバの歪傾向と残留たわみの経時曲線の増加傾向を比較することで、光ファイバが床版の劣化傾向を捉えられることが判明した。そのうち 2 体目、4 体目供試体の床版中央橋軸方向、橋軸直角方向に敷設した光ファイバのひずみ傾向と床版のたわみ経時曲線を重ねて載せたものを図-2、図-3 に示す。

2 体目、4 体目において供試体はいずれも最終的に破壊しているが、2 体目において橋軸直角方向に敷設した光ファイバはひずみの急増による床版の押し抜きせん断破壊を捉えられなかった。図-2 における光ファイバのひずみ傾向をみると、橋軸方向、橋軸直角方向

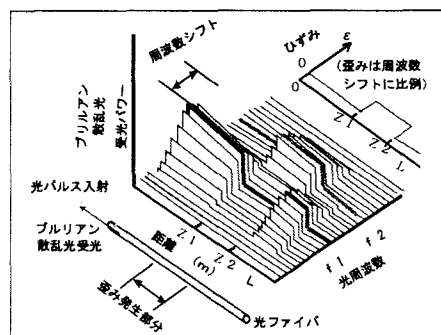


図-1 ブリルアン散乱光周波数分布

表-1 貼り付け方法と結果

	2点支持型	全面張り型	2点直接接着型	数点直接接着型
1体目	○	×	○	△
2体目	○	×	○	△
3体目	○	○	○	△
4体目	○	○	○	△

○…最後まで安定したデータが得られた
△…最後までデータが取れなかった。データが不安定である。
×…実験途中で断線

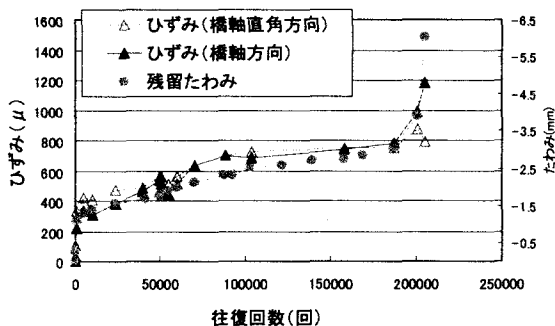
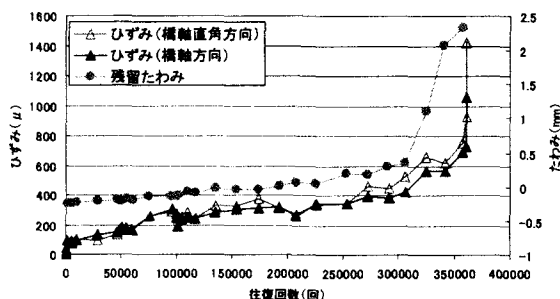


図-2 ひずみ傾向とたわみ経時曲線の比較
(2体目)

ともに 200000 往復付近までは緩やかにひずみが増加し、橋軸方向ではその後急激に増加して床版が破壊に至っていることが分かる。たわみ経時曲線をもても、同様の傾向を示している。

図・3 をみても、光ファイバのひずみ傾向とたわみ経時曲線は、同様の増加傾向を示していることが分かる。このことから、光ファイバは床版の疲労劣化傾向を捉えることができると言える。

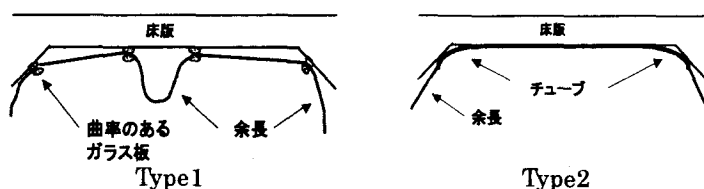


図・3 ひずみ傾向とたわみ経時曲線の比較
(4 体目)

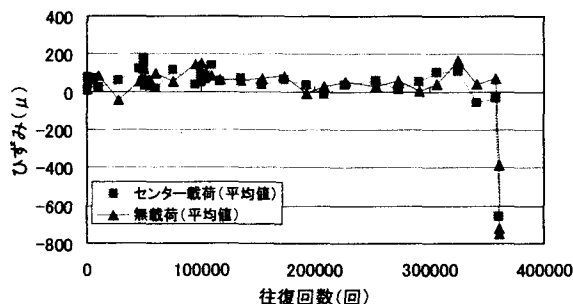
3. 3 押し抜きせん断破壊の検知

前節で述べたように、2 体目の床版中央の橋軸方向、橋軸直角方向に敷設した光ファイバの歪傾向において、橋軸方向ではひずみの急増による床版の最終的な押し抜きせん断破壊を捉えることができたが、橋軸直角方向では捉えることができなかった。

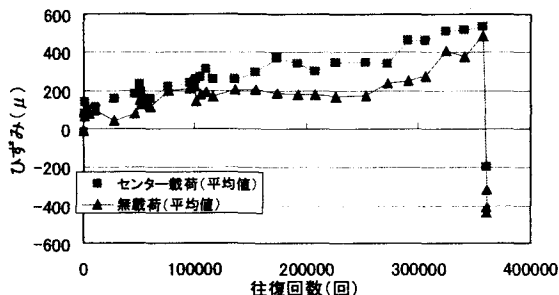
これは、はく離破壊がハンチに沿って発生し、光ファイバの接着範囲外で起こったためである。そこで 4 体目では、図・4 に示すようにハンチを含めた貼り方(Type1, Type2)を考案し、橋軸直角方向において押し抜きせん断破壊を捉えられるかどうかを検討した。Type1 では、光ファイバを曲率のあるガラス板で挟み込みハンチを含めて貼り付けている。Type2 では、光ファイバにチューブを通し、チューブをハンチ部分に貼り付けている。Type1 の結果を図・5 に、Type2 の結果を図・6 に示す。



図・4 ハンチを含んだ貼り付け方法



図・5 Type1 ひずみ傾向



図・6 Type2 ひずみ傾向

Type1, Type2 ともにひずみの急激な減少によって床版の押し抜きせん断破壊を捉えることができた。最終的に歪が急降下しているのは押し抜きせん断破壊によって光ファイバにかけていたテンションがなくなっているためである。床版の破壊後、光ファイバが緩んでいることが実際に触ることで確認された。Type2 では光ファイバを床版に沿って貼り付けているため、床版の劣化傾向も捉えることができている。

4. まとめ

- ・ 床版下面への接着方法は 2 点支持型が最適である。
- ・ B・OTDR で床版の疲労劣化傾向を把握することができる。
- ・ 光ファイバをハンチを含めて貼り付けることによって、床版の押し抜きせん断破壊を検知することができる。