

疲労センサを用いた鋼鉄道橋の疲労損傷度計測

J R 西日本 正会員 ○内田一人 J R 西日本 正会員 木村元哉
 川崎重工業 正会員 梅田 聡 関西大学 正会員 坂野昌弘
 J R 西日本 正会員 藤原申次

1. はじめに

鋼鉄道橋において疲労損傷を予測する場合、通常はひずみゲージを使用した実働応力測定を行い、累積疲労損傷度を算出している。本手法は実績も多く確立された手法であり、鋼構造物の疲労損傷に対する定量的な将来予測手法として有効と考える。しかし、機器を使用した実橋測定や測定データの解析に手間を要することから、多くの橋梁を管理する上では効率面での制約となっていた。

簡易で効率的な測定方法として、犠牲試験片を貼付するタイプの疲労センサがある。そこで、このセンサを鉄桁の疲労評価に適用することにより、ひずみゲージ法による実橋測定を補完する役割を担えないかを検討するため、実橋での試験計測を実施した。



図1 対象橋梁

2. 橋梁概要と測定位置

対象橋梁は 1973 年建設の複線式単純下路トラス（支間 $L=64.2\text{m}$ ）であり、軌道の支持方式は橋マクラギ式である。一般にこのタイプの桁の疲労損傷事例は床組に集中的に発生する傾向があり、今回も床組を中心にセンサを設置した。対象橋梁では、一部の縦桁中間補剛材と上フランジとの溶接部に実際にき裂が発生しているものもある。

疲労センサの貼付位置は図2に示すとおりで、13箇所である。センサの設置状況の一例を図3に示す。なお、これらの貼付位置では一部を除き、あらかじめひずみゲージによる実働応力測定を実施し、疲労損傷度の算出を行っており、疲労センサとの比較を行った。

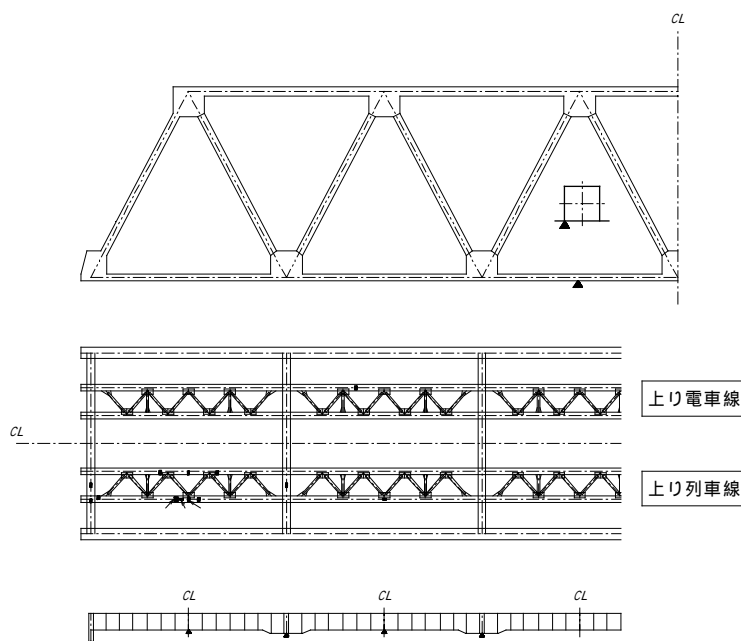


図2 センサ設置箇所

3. 疲労センサ

今回使用した疲労センサは犠牲金属片を橋梁の表面に貼付するもので、列車によるくり返しひずみにより、犠牲金属にき裂が発生し、このき裂長さから累積疲労損傷度を推定し、当該部位での疲労き裂発生を予測するものである。センサの大きさは十数 mm で、ひずみゲージのように疲労き裂が想定される溶接継手部の近傍に貼付する。



図3 センサ設置状況

疲労センサは対象とする応力範囲により、いくつかのタイプがある。本測定では鋼材貼付時の応力に対する感

キーワード 鋼鉄道橋，疲労センサー，疲労損傷度評価，維持管理

連絡先 〒553-0006 大阪市福島区吉野町 3-2-12 JR 西日本 大阪土木技術センター .06-6463-7051

度が 60Mpa および 40Mpa のタイプを使用した。溶接の強度等級と溶接止端近傍部の貼付であることから、センサ自体の大きさが小さい 60Mpa のタイプを主として

測定に用いた。センサに生じたき裂の長さは現地でレプリカを採取し顕微鏡を用いて計測する。

4．測定結果と評価

センサ貼付から 6 ヶ月および 10 ヶ月経過後にそれぞれ疲労センサのき裂計測を実施した。計測結果の概要を表 1 に示す。これによると、測点 や など実働応力範囲が十分小さいと思われる測点では、疲労センサおよびひずみゲージによる従来法の両手法とも疲労損傷の可能性なしと判定されている。

一方、測点 では両手法とも予測寿命が 10 年程度以下と、き裂発生の可能性が高いことを示している。

図 3 はひずみゲージによる予測寿命と疲労センサによる予測寿命の相関を示したものである。両手法のいずれかで疲労損傷の可能性なしと判定されたものを除いて図化している。これによると、両手法による予測寿命は概ね同じオーダーであるといえる。

5．まとめ

ひずみゲージ法はこれまでの実績からも信頼できる手法であり、今後も鋼鉄道橋の疲労損傷度評価の方法として採用すべきと考えるが、数多くの橋梁を測定し、管理する上では効率に問題があった。

そこで、供用中の鋼鉄道橋の測定を行い、新しい疲労損傷度評価ツールとして疲労センサの適用性を検討した。今回検討した疲労センサは測定器の配線が不要であることなど現地作業は効率的である。

ひずみゲージを用いる従来法と比較した結果、疲労損傷なしと予測された測点はすべて一致した。また、疲労損傷ありと予測された測点の予測寿命もオーダーとしては良い一致を示し、疲労センサは鋼鉄道橋の疲労評価に使用することが可能と考える。

現段階で次のような課題が考えられ、これらを解決することにより、鋼鉄道橋の耐疲労性を評価するツールとして活用できると考える。

- ・ 計測期間、センサの感度タイプなど計測箇所に合わせた適用方法の確立
- ・ 実構造物への適用例が少ないため、計測実績を重ねることによる信頼性向上

なお、本研究は JR 西日本で設置している鋼・合成構造物維持管理検討委員会（委員長：松井繁之大阪大学教授）、同 疲労 WG において検討が重ねられたもので、関係の方々に謝意を表する。

参考文献

大垣ら：疲労センサーによる鋼橋の余寿命診断性能に関する実験研究，土木学会第 58 回年次学術講演 -559, 2003 年 9 月

表 1 予測寿命の算定結果

番号	計測点		疲労センサ		ひずみゲージ法		整合性
	部材		強度等級	予測寿命(年)	強度等級	予測寿命(年)	
	下弦材	下フランジ	E	損傷無し	E	損傷無し	●
	端横桁	下フランジ	D	損傷無し	D	損傷無し	●
	中間横桁	下フランジ	F	損傷無し	F	損傷無し	●
	端縦桁	下フランジ	D	損傷無し	D	損傷無し	●
	中間縦桁	下フランジ	D	損傷無し	D	損傷無し	●
	端縦桁	ウェブ首部	E	11	計測なし		-
	端縦桁	補剛材天端	F	10	E	2	○
	端縦桁	補剛材天端スカ ラップ内ウェブ	F	2.5	計測なし		-
	端縦桁	補剛材地端スカ ラップ内ウェブ	F	損傷無し	E	損傷無し	●
	端縦桁	補剛材地端スカ ラップ内ウェブ	F	10	E	57	○
	端縦桁	ウェブ、下フラン ジ切落し部	F	損傷無し (250)	E	142	○
	端縦桁	補剛材天端	F	2.2	E	3	
	中間縦桁	補剛材天端スカ ラップ内ウェブ	F	0.4	計測なし		-

整合性 : 非常によく整合している, ○ : よく整合している

● : 「疲労損傷無し」で一致している

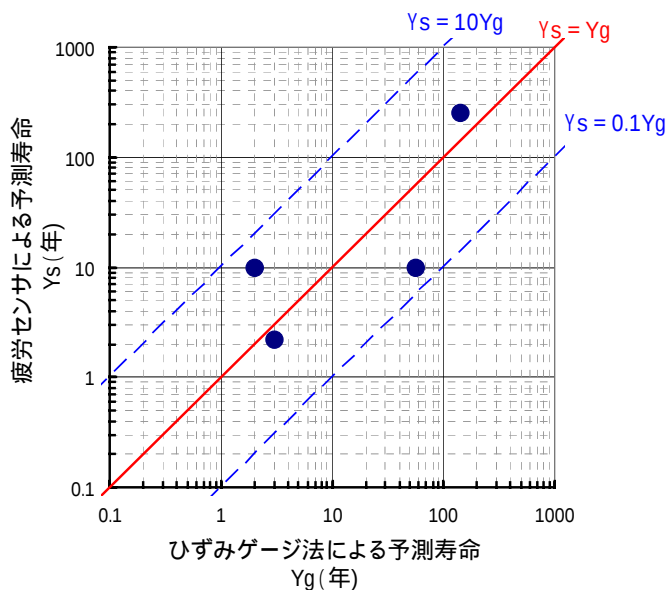


図 3 ひずみゲージ法との比較