

疲労センサを用いた既設鋼橋の疲労寿命診断

（株）土木技研 正員 ○新銀 武
 岩手大学工学部 正員 岩崎 正二
 岩手大学工学部 正員 宮本 裕
 川崎重工業（株）正員 大垣 賀津雄
 川崎重工業（株）正員 村岸 治

1. まえがき

道路橋において疲労損傷が顕在化し始めたのは1980年頃からであり、事例・種類とも増加する傾向にある。道路橋主構造の設計に用いられる活荷重は、まれにしか生じない大きなレベルに設定されているため、これまで疲労損傷につながるようなことは少ないと考えられており、一部を除き疲労の影響を考慮せずに設計が行われていた。しかし、車両の大型化・過積載車の通行など交通荷重の増大により、種々の応力集中部から疲労損傷が見つかるようになった。そのほか疲労損傷の増加要因として、橋梁本体がリベット構造から溶接構造に変わったことや、使用鋼材の高張力化による軽量化が図られたことなど活荷重による振動の影響を受けやすくなってきたことも考えられる。そこで本研究では、岩手県内の既設鋼橋4橋を対象に、小型疲労センサによる疲労損傷度計測を実施し、調査橋梁の疲労寿命診断を行った。また、応力頻度測定結果から得られた疲労寿命診断結果と比較することにより、本計測手法の有効性について検討した。

2. 疲労センサによる疲労寿命診断

疲労損傷の予測は、その環境要因である実体交通の計測と環境要因に対する損傷度判定結果から、その後の劣化進展予測を行うことである。本研究は、実体交通による疲労ダメージを川崎重工業（株）の開発した疲労センサ¹⁾で計測し、疲労寿命に関する環境要因と疲労損傷の関係を明確にし、将来的な疲労寿命を推定した。図-1に疲労センサによる疲労寿命診断の概要を示す。計測に用いた疲労センサの基本構造は、図-2に示すような小型でき裂を進展させるために設けたスリット入り金属箔を、あらかじめ金属箔ベースに接合したものである。繰返し応力を受ける部材の溶接接合部近傍に貼り付け、センサ上のき裂の進展を定期的に点検することにより、容易に橋梁等構造物の各部の疲労損傷度を推定できる。

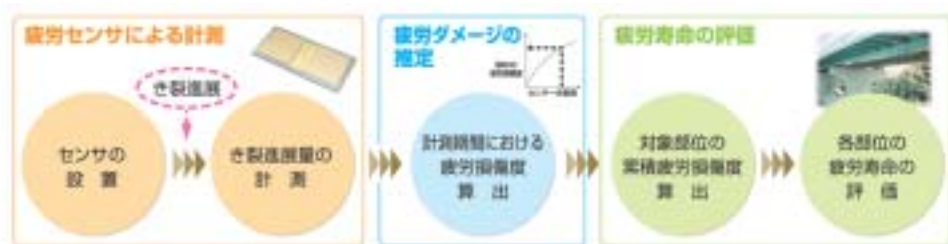


図-1 疲労センサを用いた疲労寿命推定方法

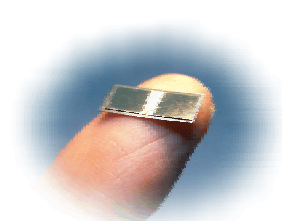


図-2 疲労センサ

3. 計測内容

調査橋梁は、岩手県内に位置する比較的交通量が多く、架設後の経過年数の長い鋼橋4橋とした。疲労センサの設置箇所は縦桁と横桁の接合部、支承部周り、補強材周り等の溶接接合部で、疲労

表-1 対象橋梁

	形式	架設年次	橋長
A橋	下路式ランガートラス	昭和28年	82.6m
B橋	連続鈑桁	昭和7年	170.0m
C橋	下路式ワーレントラス	昭和37年	360.0m
D橋	下路式ランガートラス	昭和38年	173.0m

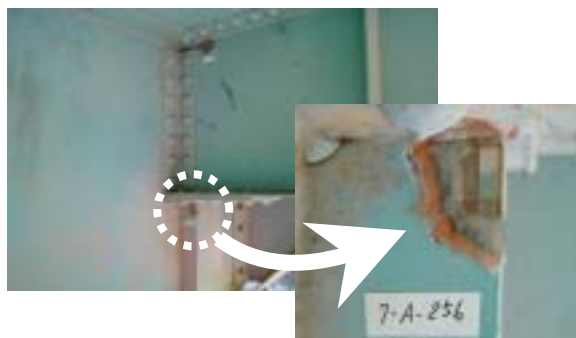


図-3 疲労センサ適用例

キ・ワ・ド：疲労試験，既設橋，応力頻度解析，劣化予測

連絡先：（法）岩手大学工学部（岩手県盛岡市上田4-3-5，TEL 019-621-6435，FAX 019-621-6462）

損傷が多く報告されている箇所を選定し、合計31枚の疲労センサを貼付した。調査対象橋梁の一覧を表-1に示し、設置例を図-3に示す。計測は貼付後、3回(1, 3, 6ヶ月)実施し、疲労センサ上のき裂進展長さを計測した。

表-2 C橋の疲労センサ計測結果と応力頻度測定結果

記号	T1	T10	T12	T13	T14
疲労センサNo. KFS020B-	259	256	275	240	239
継手の種類	カバプレートすみ肉溶接非仕上げ	荷重伝達型十字継手すみ肉溶接、非仕上げ	荷重伝達型十字継手すみ肉溶接、非仕上げ	100mm以上のガセット溶接非仕上げ	100mm以上のガセット溶接非仕上げ
日本鋼構造協会(JSSC)強度等級	G	F	F	G	G
貼付時	04/5/27	き裂なし	き裂なし	き裂なし	き裂なし
貼付状態点検時	04/6/25	き裂なし	き裂なし	き裂なし	き裂なし
第1回点検時	04/8/27	き裂なし	0.04mm	0.04mm	き裂なし
第2回点検時	04/12/3	0.02mm	0.12mm	0.05mm	0.01mm
疲労センサ適用期間	190日	190日	190日	190日	190日
設計線に基づく寿命	1000年	380年	900年	2000年	2000年
平均線に基づく寿命	3400年	1200年	3000年	6700年	6700年
応力頻度計測による設計寿命	327年	289年	127年	539年	539年

4. 計測結果

疲労寿命の評価には、日本鋼構造協会²⁾の示す鋼道路橋設計指針の疲労曲線を用いた。また計測期間中の荷重、運用状態が、供用開始から将来にわたる本橋梁の平均的な運用状態であると仮定して算出した。4橋のうちA、B、Dの3橋については疲労センサにき裂の進展は確認されなかった。C橋においては5箇所の疲労センサにき裂進展が認められた(表-2参照)。表-2より、C橋における疲労寿命の診断結果は、5箇所とも疲労設計曲線基準による疲労寿命が数百年から2000年という非常に長い寿命診断結果が得られた。

5. 応力頻度計測による疲労寿命評価との比較

本研究の調査橋梁は、平成15年に道路管理者によって応力頻度計測を実施している経緯がある。それらの結果と疲労センサによる寿命診断結果との比較を行い、疲労センサによる疲労寿命診断の有効性について検証する。疲労センサにき裂進展が認められた箇所について、疲労センサで求まる疲労寿命と応力頻度計測結果に基づく疲労寿命の比較結果を図-4に示す。図-4より、疲労センサで求まる疲労寿命は応力頻度計測結果から求まる疲労寿命に対して若干長く計測される傾向にある。これは応力頻度計測が大型車交通量の多い平日3日間の計測結果から疲労寿命診断をしているのに対して、疲労センサ計測は6ヶ月間という長期の計測期間のため平均的な損傷ダメージから疲労寿命診断を行っているためと考えられる。しかし、図-4に示すように、疲労寿命診断における両者の差は小さく疲労寿命はほぼ一致していると判断できる。従って、応力頻度計測による疲労寿命診断が大掛かりな計測機器を必要としているのに対して、疲労センサによる寿命診断はその簡易性から今後有効な手法になりうると考えられる。今回の結果では予想よりも疲労センサのき裂進展が小さかった場所も数カ所あり、その原因としてすでにき裂が発生し応力開放が行われている可能性もあることから、次年度浸透探傷検査を併用して調査を実施する予定である。

6. まとめ

以上のことから実橋における疲労センサによる疲労寿命診断の信頼性は高く、その簡易性からも実用性の高い手法であることがわかった。

さらに、岩手県における比較的交通量の多く、架設後の経過年数の長い鋼橋の計測結果から、疲労寿命は相当長いと判断され、維持管理方針の判断要因の一つとして重要なデータとなると考えられる。

本研究を実施するにあたって、対象橋梁の提供協力及び管理上のデータを頂いた岩手県道路建設課千葉主査ならびに研究協力を頂いた仙台市大泉技師に謝意を表します。

【参考文献】1) 川口他：土木学会第57回年次学術講演会

I-295, 2002.9 2) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、技報堂、1993

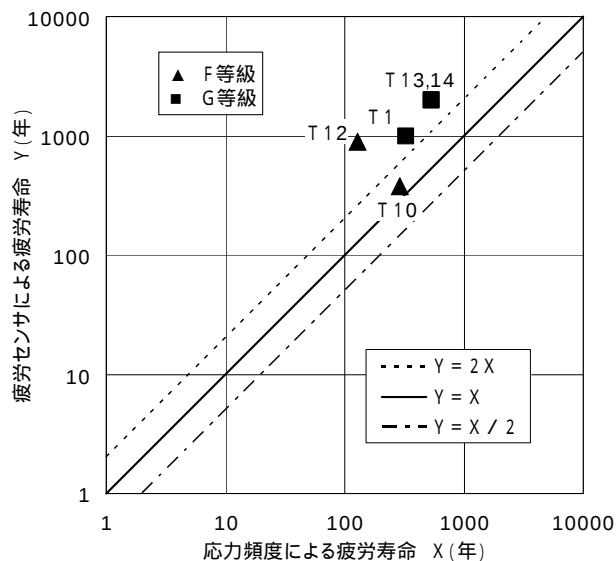


図-4 疲労寿命算定法の比較