

横桁補強の耐久性向上効果の疲労センサーによる検討

川崎重工業(株) 正会員 梅田聡、松田博和、山元博司、山田久之
国土交通省 正会員 山田雅義、松田好生

はじめに

近年、道路構造物の適切な維持管理のためブリッジマネジメントシステム（BMS）が関係機関で議論されるようになってきており、効率的な費用投資のため余寿命評価技術が重要になっている。鋼橋の劣化原因の一つとして疲労があるが、予防保全の観点から溶接部の疲労損傷の発生時期をあらかじめ推定・評価することは費用投資の面からも有効である。筆者らは金属箔のき裂進展特性を応用した疲労センサーを開発しており、鋼橋の疲労損傷度を評価し疲労余寿命診断を実施している¹⁻³⁾。今回、B活荷重対応のために主桁・横桁補強を実施した橋梁を対象に、疲労センサーによるき裂進展計測及び補強前後のFEM解析を実施することにより、対象部位の補強前後の疲労余寿命を求め補強効果がどの程度あるかを求めたので、その結果を報告する。

1. 対象橋梁の履歴とき裂の発生

対象橋梁は、一般国道2号の新加古川大橋（上り）であり、形式は3径間連続鋼鈹桁橋3連である。供用後34年が経過しており、これまでに大規模な補強工事を2度実施している。1回目は、供用12年後にRC床版の補強として、縦桁及びそれを受ける横桁（床組横桁と呼ぶ）を追加している。さらに、供用32年後にB活荷重対応として、主桁・横桁の補強を行なっている。本橋の補強構造を図1に示す。

一方、主桁・横桁の補強を実施した際、詳細点検を実施したところ各径間の床組横桁に数箇所のき裂が発見された（図2）。き裂は、床組横桁の腹板下端の主桁との取り付け部で発生しており、下フランジのまわし溶接止端部がき裂発生の起点であると観察された。き裂の発生箇所は主桁G3の支間中央付近に集中しており、磁粉探傷検査で最大き裂長は44mmと計測された。

2. 疲労センサーの設置と余寿命評価のフロー

床組横桁に数箇所のき裂が確認されたものの、既に主桁・横桁の補強を実施しており、床組横桁の応力はかなり低減されていることが推定される。その応力の低減効果を数値的に把握し、まだき裂が発生していない同じ構造の溶接部の余寿命がどのように変化しているか知ることは、今後の点検計画及び重点点検項目を検討していく上で有効である。

そこで、き裂の生じていない部位に疲労センサーを約3ヶ月間貼付しき裂の進展量を計測した（図2）。疲労センサーは、鋼材に対する応力感度 t_h が40MPaのタイプを使用した。また、本橋では上述したように2度の大規模な補強工事を実施しておりそれぞれ応力配分の状態が変わっている可能性が考えられる。その評価は、図3に示す余寿命評価フローチャートに従って、

FEM解析を実施して対象とする部位の補強前後の応力の比を算出し余寿命評価に活用した。

3. 疲労センサーのき裂進展量とき裂発生確率

貼付した25枚の疲労センサーのうち、17枚でき裂進展量が確認された。FEM解析で算出された補強前後の対象部位の応力状態を比較すると、補強前に比べて補強後の応力は、平均約16%、最大44%の低減効果があることが明らかになった。この結果をもとに、対象部位に対して疲労余寿命の推定を行なった。推定に際して、

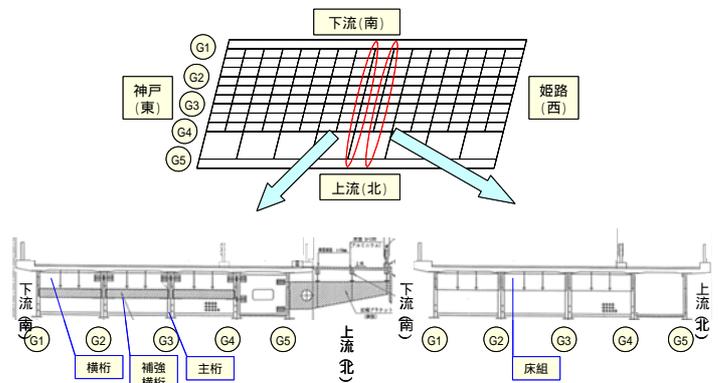


図1 対象橋梁の構造

キ・ワ・ド：疲労センサー、余寿命評価、き裂、疲労、予防保全、BMS

連絡先：〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島8番地 TEL0794-35-2102 FAX0794-35-2152

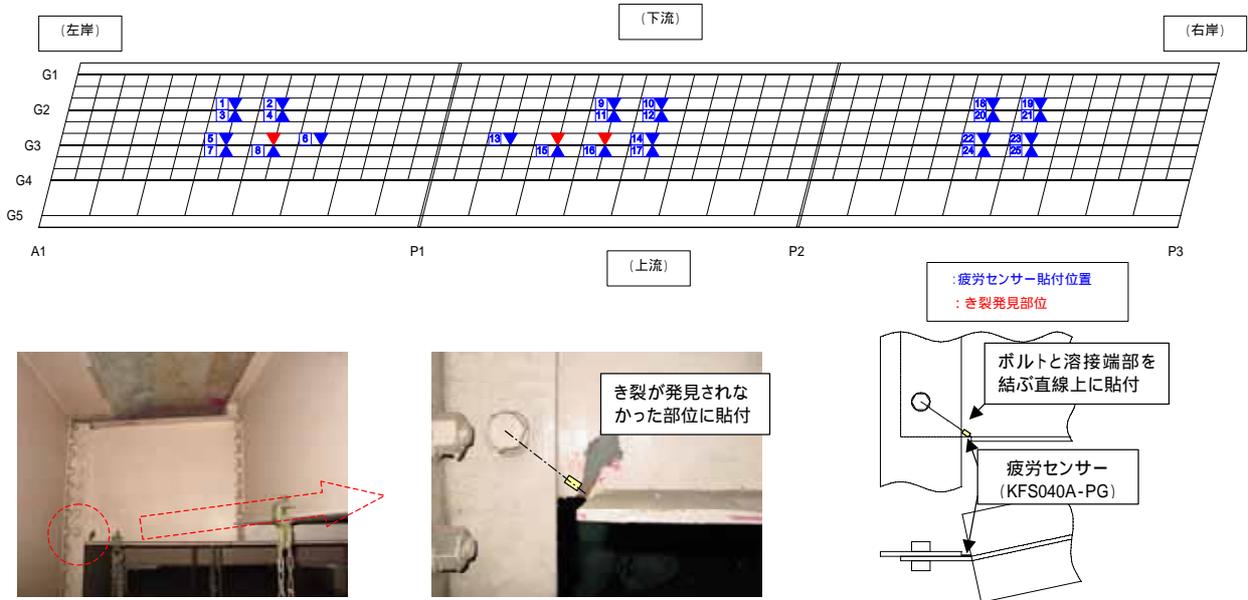


図2 き裂と疲労センサー貼付位置

過去の交通量は計測交通量の推移データを、今後の交通量については現状と同様であるとの仮定のもとで行なった。補強効果を明らかにするために、B活荷重に対する主桁・横桁補強を実施したケースとともに、補強をせずにそのまま供用していた場合を想定して算出した。き裂発生確率の変化の一例を図4に示す。この部位はほぼ支間中央であり補強効果の低減効果が大きかったケースである。仮に、き裂発生確率50%に至るまでのこれからの供用年数を見た場合、補強前の状態では約12年であるものが、補強後約70年まで延びているのがわかる。

まとめ

疲労センサーを一定期間対象となる部位に貼付することにより、主桁・横桁補強前後の余寿命を評価することができ補強効果を定量的に評価できた。このように、疲労センサーは定期点検における重点項目を選定するという予防保全のツールとして使用することも可能であることが明らかになった。なお、今回床組横桁にき裂が確認された箇所については補強を実施済みである。

【参考文献】1)川口他：疲労センサーによる損傷度と桁の橋梁への適用,土木学会第57回年次学術講演会 1-295, 2002.9 2)川口他：疲労センサーによる余寿命診断と応力頻度計測による手法との比較,土木学会第58回年次学術講演会, -441, 2003.9 3)梅田他：疲労センサーによる鋼橋の疲労損傷評価,国土交通省近畿地方整備局平成14年度管内技術研究発表会, 2002.7

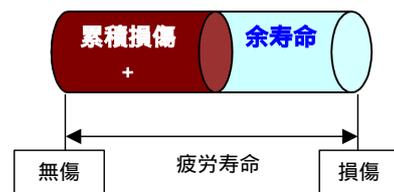
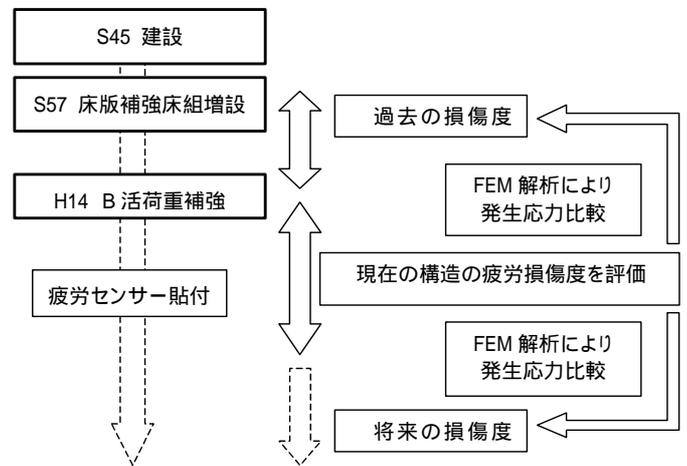


図3 余寿命評価のフローチャート

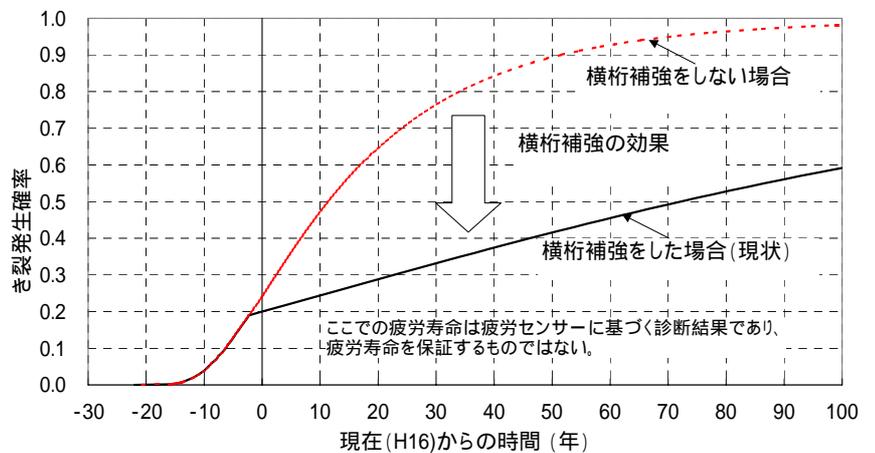


図4 き裂発生確率の変化