

鋼床版デッキ貫通型き裂の発生・進展に関する検討

首都高速道路技術センター 正会員 ○平山 繁幸 村野 益巳
 国土交通省関東地方整備局関東技術事務所 非会員 蛭川 満 谷村 豊
 土木研究所構造物メンテナンス研究センター 正会員 村越 潤 高橋 実

1. はじめに：鋼床版のデッキプレート（以下、デッキ）と閉断面リブ（以下、Uリブ）の溶接部からデッキ板厚方向に進展するデッキ貫通型き裂は、外面から目視で発見することが難しいため、デッキを貫通する前にき裂を発見し、当て板等の必要な対策を施すことが求められている。デッキ貫通型き裂は超音波探傷によって検出するのが一般的であるが、探傷結果が検査者の技量に大きく左右され、探傷波形の記録性にも問題がある。そのため、土木研究所では、デッキ内に進展する深さ 3mm 以上の浅いき裂の検出を目的とした、探触子の走査および探傷データの記録を自動的に行う探傷法（以下、鋼床版 AUT）を開発し、14 橋の鋼床版橋梁でデッキ貫通型き裂に適用されている。

本稿は、重交通路線の鋼床版橋梁を対象に行った鋼床版 AUT によるき裂調査、およびこの調査結果に基づいたき裂発生断面で実施した応力計測の結果について報告するものである。

2. 鋼床版 AUT によるき裂調査：調査対象としたのは湾岸地区の国道にかかる 3 径間連続の鋼床版箱桁橋(K 橋)である。断面図を図-1 に示す。K 橋は 1984 年に完成し、2010 年（26 年経過）に走行車線の左輪直下（U3 リブ）でデッキ貫通型き裂が発見された。デッキ厚は 12mm、Uリブ厚は 6mm である。平成 22 年度の交通センサスによれば、1 日の大型車交通量は 17,102 台（4 車線）、大型車混入率は 49% である。調査の対象は、走行車線左輪直下の U2 リブ右側および U3 リブ左側、走行車線右輪直下の U5 リブ右側、追越車線左輪直下の U8 リブの両側、計 5 本の溶接線とし、調査延長は 216m である。探傷は溶接線全長ではなく、橋面の舗装の損傷状況等を勘案して選定した。本調査は、まず鋼床版 AUT で探傷を行い、き裂が深い箇所に対しては手探傷でき裂深さ（参考値）を推定するという手順で行った。なお、き裂深さの推定は、十分な検討が行われていないため、参考値として扱う。

デッキ貫通型き裂は 28 箇所で見出され、その中の 1 箇所は同時に実施した Uリブ内の滞水調査の結果から、デッキを貫通していると判断した。検出したき裂の深さ（参考値）と長さの関係を図-2 に示す。図には 2008 年～2010 年に発見された文献 1) から読み取った、デッキを貫通したき裂のデータも示している。図中の「交差部」とは横リブから前後 300mm（Uリブ支間の 1/10）の範囲に起点があるき裂、「一般部」とは「交差部」以外から発生したき裂と定義した。一般部と交差部でき裂の発生状況に大きな違いは確認されなかった。き裂長さ 200mm 以上では全てでき裂深さ（参考値）は 8mm 以上であることから、長さ 200mm 以上のき裂は、デッキ貫通

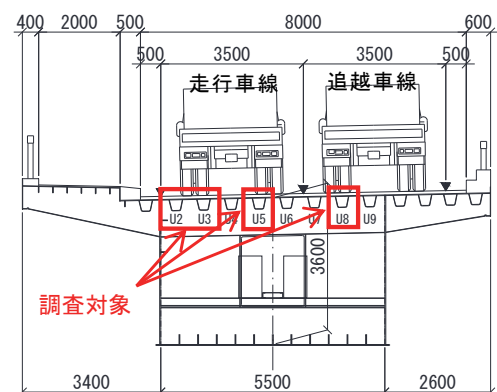


図-1 調査対象橋梁の断面

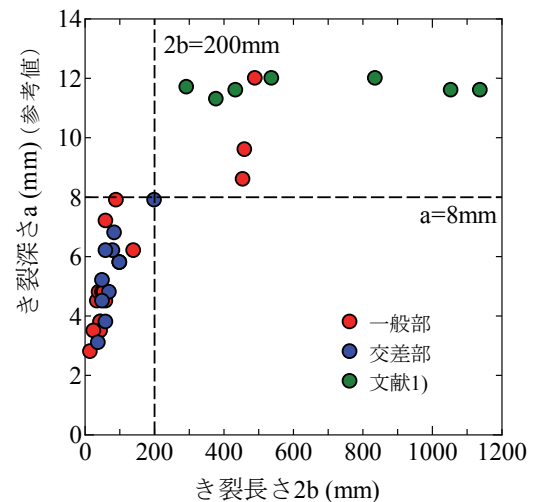


図-2 き裂深さ（参考値）とき裂長さ

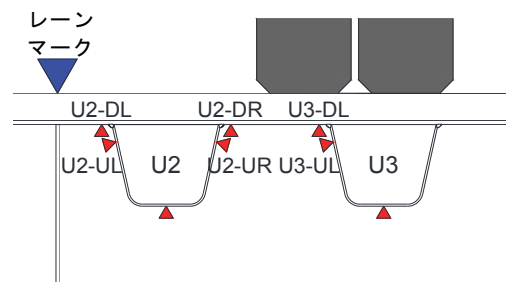


図-3 ひずみゲージの貼付位置

キーワード：鋼床版、デッキ貫通型き裂、超音波探傷、詳細調査

連絡先：（一財）首都高速道路技術センター 〒105-0001 港区虎ノ門 3-10-11 TEL:03-3578-5765 FAX:03-3578-5761

のおそれがある、緊急対応の必要性のあるき裂であると考えられる。

3. 応力計測：健全部とき裂発生部の応力の発生傾向を把握するために、K 橋を対象に 72 時間の応力計測を実施した。計測したのは、き裂未発生断面、深さ 3mm（参考値）のき裂が存在する断面および深さ 10mm（参考値）のき裂が存在する断面の 3 断面である。いずれの断面も U リブ支間のほぼ中央の位置である。各断面の輪直下の溶接線 3 本に対して、デッキ側止端および U リブ止端から 5mm の位置にひずみゲージ（ゲージ長 1mm）を貼付した（図-3）。得られた応力波形にレインフロー法を適用し、応力範囲頻度分布を求めた。

3 断面の輪直下のデッキ応力(U3-DL)と U リブ応力(U3-UL)の等価応力範囲を比較した結果を図-4 に示す。図中の 3 本の線は、等価応力範囲を算出する際の打ち切り応力範囲の大きさが異なっている。デッキ応力は、き裂深さ（参考値）に比例して低下していることが確認できる。等価応力範囲を求める際に打ち切り応力範囲を設けた方が応力低下の割合は大きくなると予想されたが、実際には打ち切り応力範囲を設けないほうがき裂深さの影響が顕著になっている。一方、U リブ応力は、打ち切り応力範囲の大きさにかかわらずほぼ一定の値であった。

4. 累積疲労損傷度と大型車交通量の関係：K 橋での応力計測結果および過去に鋼床版橋梁で実施された応力計測のデータを収集し、供用年数からき裂発見年（き裂未発見橋梁は応力計測年）までの累積疲労損傷度（等価応力範囲の 3 乗×供用開始からの繰返し回数）を算出した。その結果を図-5 に示す。図の横軸は、平成 22 年度の交通センサスのデータから求めた供用開始年からの 1 車線あたりの累積大型車交通量である。図中にはき裂がまだ発見されていない橋梁のデータもプロットしてある。この図から、累積大型車交通量が 4000 万台を超えるとデッキ貫通型き裂が発生している傾向があることがわかる。

5. まとめ：本稿では、K 橋を対象として、鋼床版 AUT を用いて実施したデッキ貫通型き裂の調査および応力計測を実施した。き裂調査の結果から、き裂長さが 200mm を超えるとデッキ厚の 2/3 以上進展している可能性が高いことが明らかとなった。このことから、き裂の状態を定期的に継続調査し、それを補修計画の策定等に反映できるようにしていくことも一つの維持管理の手法と考えられる。また、デッキ貫通型き裂が発生した時期と累積大型車交通量の関係から、デッキ貫通型き裂の発生時期を概略推定することが可能と考えられる。今後は、荷重条件や構造条件等を加味することで、外面から目視で発見することが難しいデッキ貫通型き裂の合理的な調査手法を検討する予定である。

なお、本稿に示した成果は、国土交通省関東技術事務所発注の「H27 管内橋梁補修補強技術検討業務」で得た業務委託成果の一部である。

参考文献：1) 上坂ら：鋼床版デッキプレートとトラフリブ溶接部の疲労き裂発生分析，第 66 回年次学術講演会概要集，I-172，2011。

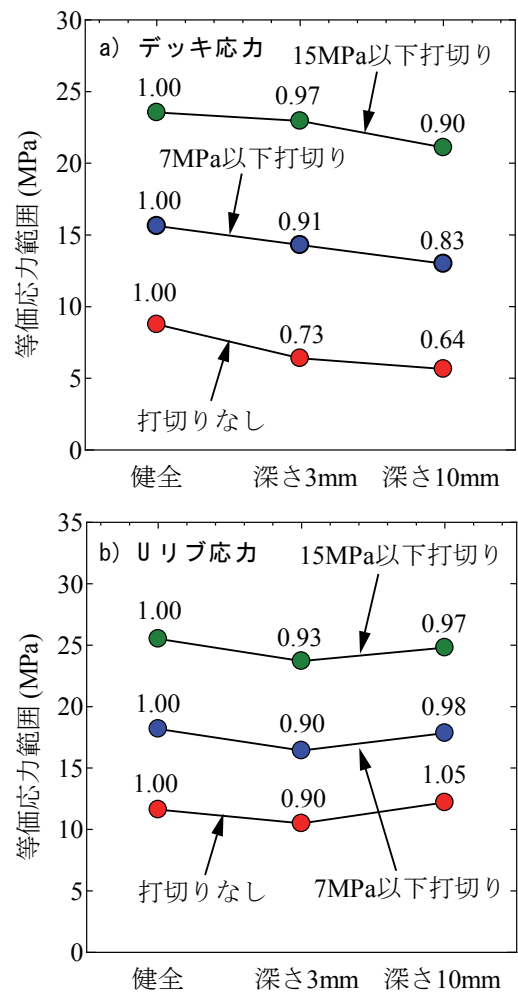


図-4 等価応力範囲の低下度と
き裂深さ（参考値）

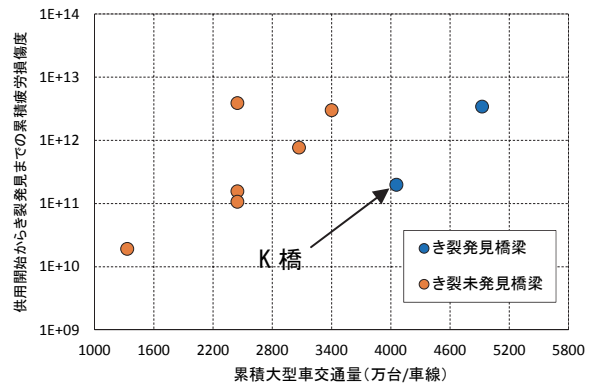


図-5 累積疲労損傷度と累積大型車交通量