

既設鋼床版箱桁橋の疲労損傷と対策

四国建設コンサルタント 正会員 ○松田秀和
四国建設コンサルタント 非会員 久保雅敬

四国建設コンサルタント 正会員 尾崎哲也
四国建設コンサルタント 非会員 笹岡信孝

1. はじめに

鋼床版は直接輪荷重を支持するデッキプレートと、橋軸方向に配置された縦リブあるいはこれに直行して配置された横リブによって構成された構造である。近年、この鋼床版に多数の疲労亀裂が確認されている。

本稿では、橋梁定期点検で発見された鋼床版の疲労亀裂の損傷と、その対策概要について報告するものである。なお、本対策では、橋梁の定期点検、経過観測および応急補修設計を担当した。

2. 対象橋梁の概要

対象橋梁は、「4 径間連続鋼床版箱桁橋×1 連、3 径間連続鋼床版箱桁橋×4 連」からなる、橋長 1137m の道路橋である。適用示方書は昭和 39 年道路橋示方書であり昭和 47 年に架設されている。

デッキプレート厚は 12mm の鋼板が用いられ、縦リブは U リブ構造が採用されている。横リブ間隔は 2.96m で設置されており、縦リブとの交差部ではスリットが設けられている。現状での交通量は 4 万 2 千台(24h)、大型車の混入率は約 11% となっている。

3. 疲労損傷の概要

今回、確認された主な疲労亀裂は以下の損傷である。

- ① U リブ同士の突き合わせ溶接部 : 約 230 箇所
- ② デッキプレートと垂直補剛材の溶接部 : 約 510 箇所

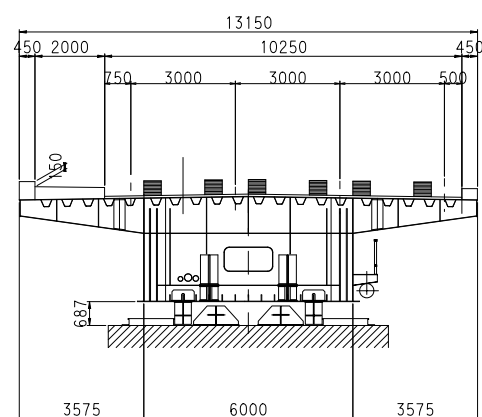


図-1 上部工断面図

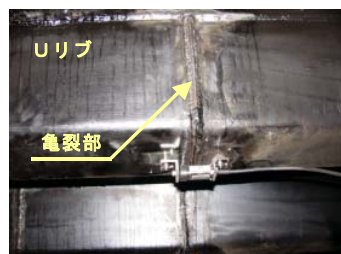


図-2 U リブ同士の突き合わせ溶接部

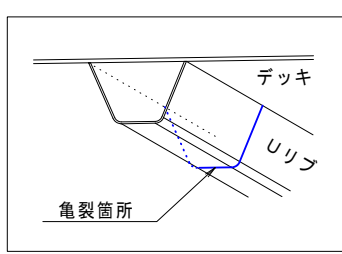
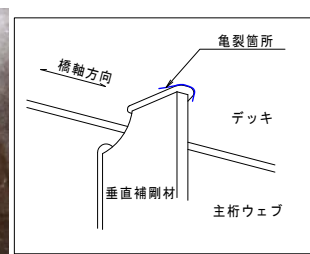


図-3 デッキプレートと垂直補剛材の溶接部



上記の損傷のうち、① U リブ同士の突き合わせ溶接部の亀裂は、橋軸直角方向の同一線上の U リブに複数の亀裂が確認された。また、その亀裂は U リブをほぼ全周で破断している状態の箇所もあり、重大な損傷であった。

4. 対策方法の立案

本橋では① U リブ同士の突き合わせ溶接部の亀裂はデッキプレート本体へ進展が進んだ場合、走行車両への第三者被害が懸念されたため、早急な対策と亀裂部に対する経過観察が必要であった。このため、緊急対応と応急対応に分けて対策を実施した。以下に、今回実施した対応策を記載する。

4-1. 緊急対応

突き合わせ溶接部の亀裂がさらに進展した場合、デッキ貫通亀裂による路面陥没および構造部材全体に対する耐荷力の低下が懸念された。このため、亀裂発生部に対しては亀裂の進行状態を把握するため、次頁に示すとおり、亀裂開口量のモニタリングの実施、および目視確認による亀裂先端部の確認等を実施した。

4-1-1. モニタリング

鋼床版亀裂部の変状を観測するため、現地にモニタリング装置を設置した。モニタリング装置は亀裂部に変位計測計を設置し、計測結果を FOMA 回線によりインターネット網に配信し、24 時間遠隔操作で亀裂開口量の監視が可能な装置を設置した。その結果、亀裂開口量に変動が生じていることが確認され、変動量は約 200μ 程度であった。(図-4 参照) 開口部の変動は亀裂の進展が懸念されるものであり、早急な原因究明が必要であった。開口量のデータを分析した結果、亀裂開口量の変動は規則性を持っており、外気温の温度変化に高い相関があることが確認された。相関係数は 0.78 であり、開口量は亀裂進展が原因ではなく、温度変化に起因する温度ドリフトの影響であると判断された。

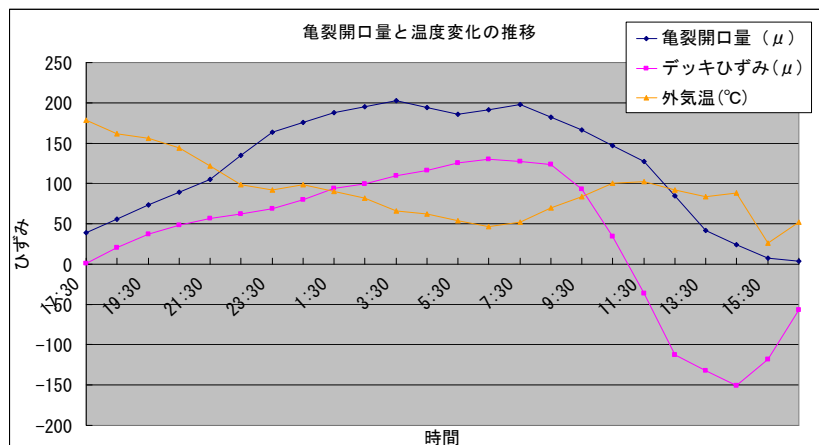


図-4 上部工断面図

4-1-2. 応力頻度測定

上記のモニタリング装置に加えて、Uリブ破断近傍部のデッキプレート下面にひずみゲージ (写真-1 参照) を設置し、鋼床版の実応力状態の測定を行った。結果、デッキプレートには最大で 60N/mm^2 程度の活荷重応力が発生していることが確認されたが、この値は許容値 210N/mm^2 に対して十分な余裕があるものであった。一方、Uリブの破断状態を想定した梁モデルでデッキプレートの応力を計算すると 200N/mm^2 程度と許容値に近い応力が算出された。原因としては、デッキプレートは横リブやウェブに拘束された膜構造で構成されており、通常の梁モデルとは異なった抵抗を示すためであると考えられた。

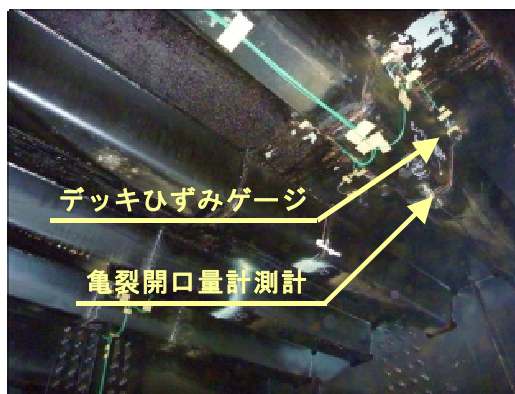


写真-1 計測装置設置状況

4-2. 応急対策

Uリブ同士の突き合わせ溶接の亀裂部は破断状態となっているため、Uリブの連続性を回復させる必要があった。本検討では、a) ボルト添接によるあて板補修案、b) 溶接案等が考えられたが、再劣化および溶接によるひずみ・亀裂に配慮して、a 案) の「ボルト添接によるあて板補修工法」を採用した。



写真-2 ストロングバック状況

右の写真(2,3)は工事後の写真であるが、設計時点でUリブ内にストロングバック (写真-2 参照) が存在していることが判っていた。通常採用されているトルシアボルトの設置空間が確保できないため、ワンサイドボルトの提案を行った。(写真-3 参照)



写真-3 あて板設置状況

5. おわりに

現行の H24 道路橋示方書には疲労設計の項目が新たに追加されているが今回確認されたような古いタイプの鋼床版は剛性が低く亀裂も発生しやすい。点検に際しては、亀裂に留意して実施する必要があると考える。

6. 参考文献 : 鋼床版の疲労 土木学会 2010 年改訂版