

鋼床版の疲労損傷と補修・補強の一例 —鋼上部工補強工事3-4—

An Example of Fatigue Damage and Retrofit of the Steel Deck — Retrofit Work of Steel Superstructure 3-4 —



小林 裕 輔*¹
Yusuke KOBAYASHI



奥 原 正 大*²
Masahiro OKUHARA



五十嵐 三 雄*³
Mitsuo IGARASHI



宇佐美 隆 宣*⁴
Takanori USAMI

要 旨

鋼床版は自重を軽くできるという優れた利点を持っており、長大橋の床組などに必要な構造である。また自重の軽減は、耐震性を向上させることができる。近年、その鋼床版に疲労亀裂が発生し、問題となっている。本稿では、鋼床版の疲労亀裂に対する補修・補強を実施した、その内容について報告する。

キーワード：疲労損傷，鋼床版，SFRC舗装，補修・補強，Retrofit

1. はじめに

従来、鋼橋の疲労は活荷重の比率が大きい鉄道橋において、その設計に考慮されてきた。しかし20年ほど前から、道路橋においても交通量の増大や過積載の問題も加わり、各地で疲労損傷が報告されてきている。この疲労の問題に対処するため、平成14年3月の鋼道路橋の疲労

設計指針¹⁾により、構造部位ごとに活荷重による応力変動を一定の値以下に抑える疲労設計の手法が示された。ただし、自動車の輪荷重が直接載荷される鋼床版においては、その応力性状が複雑なため、応力変動を一定の値以下に抑える手法を提示するには至らず、鋼床版の各ディテールを規定するに留まっている。

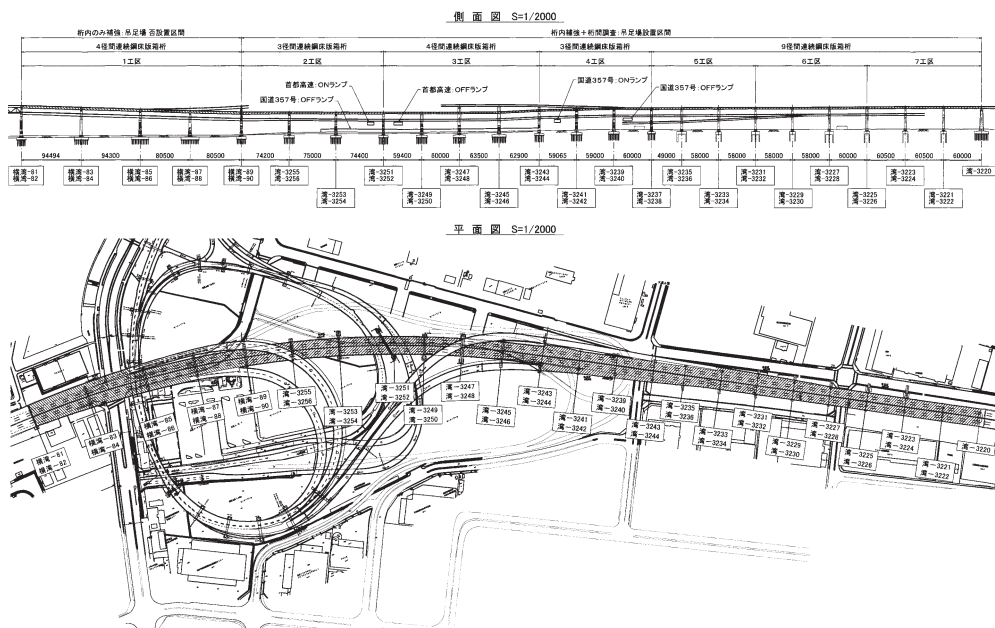


図-1 鋼上部工補強工事3-4一般図

*¹ 橋梁事業本部 技術本部技術部技術グループ 担当リーダー
*² 橋梁事業本部 橋梁工事本部橋梁工事部東京工事グループ

*³ 橋梁事業本部 橋梁工事本部橋梁工事部東京工事グループ
*⁴ 橋梁事業本部 橋梁工事本部橋梁工事部東京工事グループ

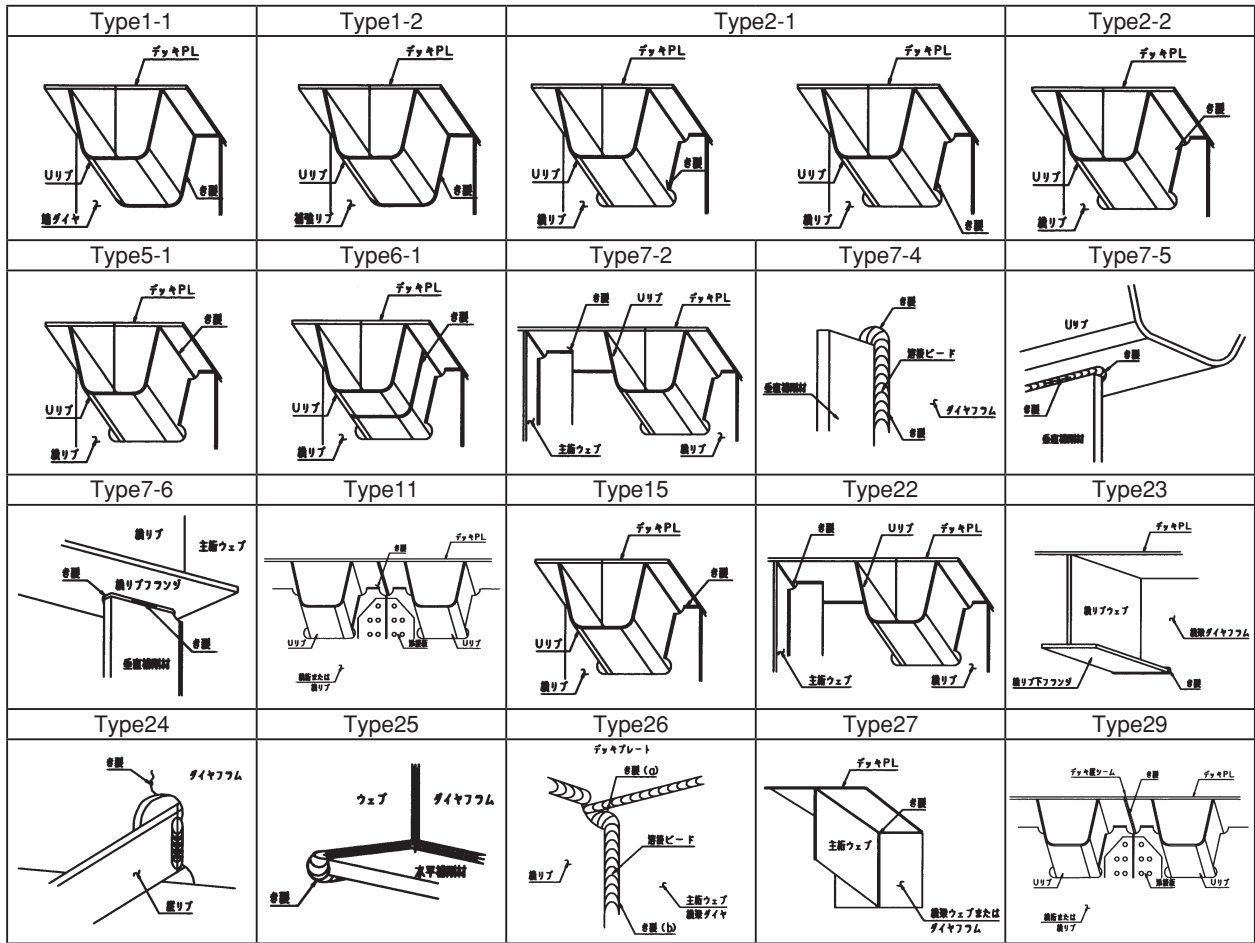


図-2 き裂タイプ一覧

本稿では、その鋼床版に発生した疲労き裂に対し、補修・補強を実施した一例を報告する。

2. 本工事の概要

鋼上部工補強工事3-4は、大黒ふ頭内の首都高速湾岸線を構成する鋼床版桁橋23径間の補修・補強工事である。一般図を図-1に示す。横浜ベイブリッジに隣接する区間は平成元年、その他の区間は鶴見つばさ橋に合わせ平成6年に供用開始している。首都高速湾岸線（神奈川区間）の交通量は76,000台/1日（上下線）、大型車混入率は34%（平成9年）の重交通路線である。

補修・補強前の事前調査（目視により確認した塗膜割れ箇所）に磁粉探傷試験を実施により確認された損傷は、発生部位ごとに分類すると、図-2に示す19タイプとなった。

3. 鋼床版の疲労損傷に対する補修・補強

鋼床版の疲労対策として、近年、SFRC舗装の有効性が認められている。これは、疲労耐久性向上を目的とした荷重車載荷試験による鋼床版の応力低減効果の確認²⁾や移動輪荷重試験による耐久性評価試験³⁾など、多数の報告に基づくものであり、本工事の区間においても、疲労耐久性向上のためのSFRC舗装を行うことが決まっている。

このように鋼床版の応力低減に有効なSFRC舗装であるが、既に発生してしまっている疲労き裂においては、その先端の応力集中が非常に高いため、疲労き裂の進展速度を抑えることはできても、進展が止まるかどうか定かではない。そこで、SFRC舗装を行う前に、疲労き裂を除去する必要がある、これが本工事の目的である。

ここでは、前項の19タイプの内、箇所数の多かった4タイプについて、その補修・補強方法を説明する。

(1) Type2-1き裂

1) き裂概要

トラフリップ (Uリブ) と横リブ交差部のスリット下側まわし溶接部に発生したき裂で、横リブ側止端を起点としたき裂とUリブ側止端を起点としたき裂がある。

2) 補修方法

き裂切削またはUリブへのストップホールにより、き裂先端を除去した (図-3, 図-4参照)。き裂切削のため横リブを一定以上切削した場合、露出した溶接ルート部の応力を低減させるためスリット形状改良を施工した (図-5参照)。

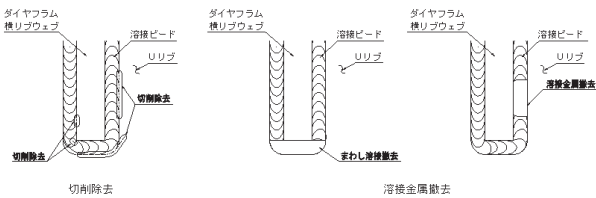


図-3 き裂切削

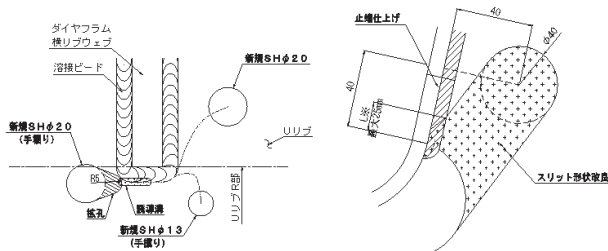


図-4 ストップホール

図-5 スリット形状改良

3) 補強方法

前述のスリット形状改良で対応できる範囲を越えて横リブを切削した場合や、溶接ののど厚が不足している場合などに当板補強を行った (図-6参照)。当板補強は、溶接部が建設当初有すべきせん断強度を満足するものとした。

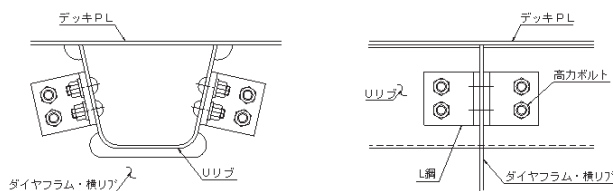


図-6 当板補強

(2) Type5-1き裂

1) き裂概要

デッキプレートとトラフリップ (Uリブ) の縦方向すみ肉溶接部に発生したき裂で、溶接部を進展するき裂とデッキプレートを進展するき裂がある。

2) 補修方法

き裂切削 (土偶目切削) にてき裂先端を確認し、ストップホールによりき裂先端を除去した (図-7参照)。デッキプレート下面にき裂が残存した場合には、深さ4mmを最大値として切削を行い、除去しきれなかった際はデッキプレートのき裂先端にストップホールを施工した。

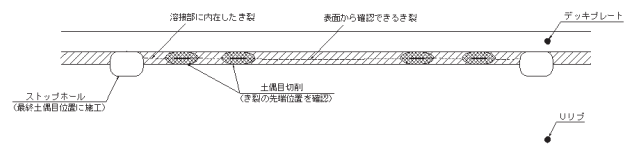


図-7 ストップホール

3) 補強方法

最縁端ストップホール間の距離が一定値以上となったき裂もしくは、それに準ずると判断された場合、既設のUリブを撤去し新たに製作したT型のリブに取り替えた (図-8参照)。

T型リブの設計には、床組作用と桁作用 (原則は活荷重のみ)、ならびにそれらの重ね合わせを考慮した。

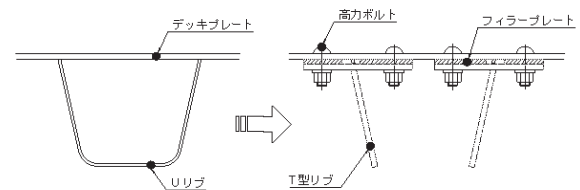


図-8 Uリブ取替

(3) Type6-1き裂

1) き裂概要

トラフリップ (Uリブ) の突き合わせ溶接部に発生したき裂で、溶接部を進展するき裂とUリブ側止端あるいはUリブ母材を進展するき裂がある。

2) 補修方法

切削によりき裂を除去、またはストップホールにより、き裂先端を除去した (図-9参照)。

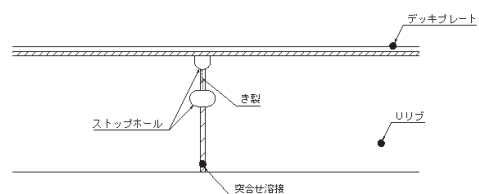


図-9 ストップホール

3) 補強方法

最縁端ストップホール間の距離が一定値以上となったき裂もしくは、それに準ずると判断された場合、既設のUリブ側面に当板を設置することにより、突き合わせ溶接部の継手機能を回復させた（図-10参照）。

当板の設計には、床組作用と桁作用（原則は活荷重のみ）、ならびにそれらの重ね合わせを考慮した。なお、既設Uリブの目違いや不陸による肌隙に対しては、フィラープレート挿入することで対応した。

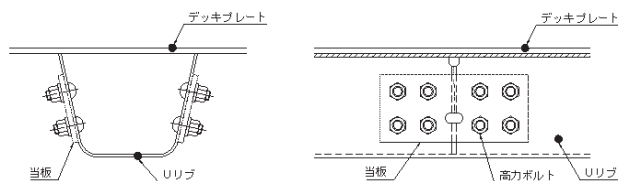


図-10 当板補強

(4) Type7-2き裂

1) き裂概要

デッキプレートと垂直補剛材のまわし溶接部に発生したき裂で、垂直補剛材側止端を起点としたき裂とデッキプレート側止端を起点としたき裂がある。

2) 補修方法

き裂切削またはデッキプレートへのストップホールにより、き裂先端を除去した（図-11、図-12参照）。き裂切削のためまわし溶接部を全て切削した場合、露出した溶接ルート部の応力を低減させる目的でスリット切欠きを施工した（図-13参照）。

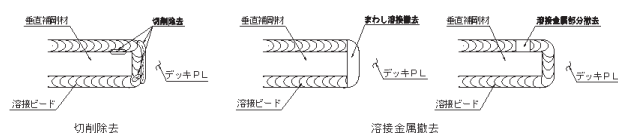


図-11 き裂切削

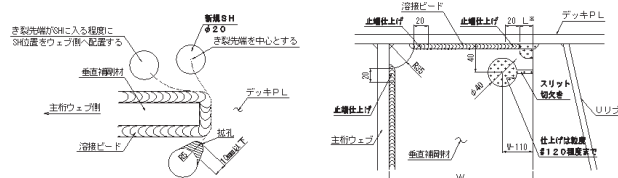


図-12 ストップホール

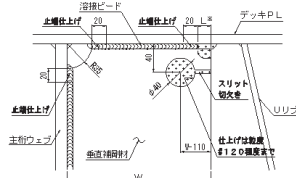


図-13 スリット切欠き

さらに、き裂除去のため垂直補剛材を切削し、スリット切欠きで対応できる範囲を越えた場合は、垂直補剛材の上端切断を行った（図-14参照）。

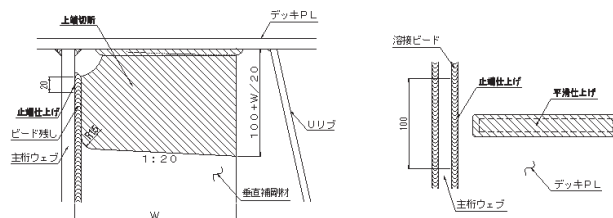


図-14 上端切断

4. おわりに

鋼床版に疲労き裂が発生していることを受け、平成24年3月の道路橋示方書では、大型自動車の輪荷重直下のデッキプレート厚を12→16mmに増厚するよう規定された。

鋼床版は自重を軽くできるという優れた利点を持っており、長大橋の床組などに必要な構造である。また自重の軽減は、耐震性を向上させることができる。鋼床版の弱点となる部位を正しく理解し、適切なディテールを採用することが重要である。

最後に、本工事を進めるにあたり、首都高速道路株式会社 神奈川管理局 保全設計第一課、同保全工事事務所、ならびに保全・交通部 鋼構造物疲労対策課の皆様には多くのご指導、ご助言を頂きました。ここに改めてお礼申し上げます。

2014.1.6 受付

<参考文献>

- 1) 鋼道路橋の疲労設計指針, (社)日本道路協会, 平成14年3月
- 2) 小野 秀一: Retrofit for Orthotropic Steel Bridge Decks, 東京工業大学博士論文, 2005.9.
- 3) 下里哲弘, 神木剛, 稲葉尚文, 富田芳男, 小野秀一, 鈴木健之: 鋼繊維補強コンクリート敷設により補強された鋼床版の輪荷重疲労試験, 土木学会第61回年次学術講演会概要集, 2006.9.