

## 第1章 研究の概要

### 1.1 研究の背景

道路橋では、死荷重の軽減による耐震性の向上や長スパン化の実現、架設費用の低減などの目的からコンクリート床版に比べて軽量にできる鋼床版が採用される場合が多くある。

島国である日本では、大都市や工業地域が海岸線に沿った狭い平地部に集中して発達しており、これらの地域を通る道路で重量車両である大型車の交通量が卓越して多いという特徴がある。一方、これらの海岸線沿いのほとんどの地域は、三角州や扇状地あるいは海上を埋め立てるなどによる軟弱な地盤からなるため、結果的にこれらの極めて重交通が支配的で疲労環境の厳しい条件にある幹線道路網に死荷重軽減の目的から鋼床版が多く採用されてきている。

図-1.1.1 に示すように、鋼床版は 1960 年代頃より採用数が増加してきたが、当初は補剛リブにバルブプレートや平型鋼などの開断面形式のものが多く用いられてきた。そして 1975 年頃からは加工や組み立て技術の進展もあり、鋼重の割に剛性が高く合理的とされる U 型断面の補剛リブ（以下「トラフリブ」という。）を用いた鋼床版が用いられるようになってきている。そして近年では断面変化部や曲線部などの特定の条件以外ではトラフリブで補剛された鋼床版を用いることが一般的となっている。

鋼床版の疲労損傷では、例えば補剛リブと横げたとの交差部のスカラップの周辺や、トラフリブとデッキの縦溶接継手部などこれまでも多くの種類のき裂の発生が報告されている（図-1.1.2）。そのため我が国で一般に適用される道路橋の設計基準である「橋・高架道路の技術基準」（以下「道路橋示方書」という。）においても疲労耐久性の確保を目的として種々の配慮がなされてきた。また 2002 年の改訂では、鋼橋では鋼床版に限らず疲労設計を行うことが定められ、鋼床版についても最新の知見に基づいて構造細目規定などの基準の見直しが行われるとともに、疲労設計の参考資料として「鋼道路橋の疲労設計指針 H14.3 (社)日本道路協会」（以下「疲労設計指針」という。）が示された。図-1.1.3 及び 4 に現在の道路橋示方書および疲労設計指針の主な記述を示す。

一方、2002 年頃より、トラフリブとデッキプレートの縦方向溶接継手において従来より例のあるビード表面に開口するき裂とは異なり、ルート部から発生したき裂がデッキプレート内部をデッキプレート上表面に向けて進展するき裂（以下「デッキプレート貫通き裂」という。図-1.1.5 参照）が生じることが明らかにされてきた。このき裂は最終的にはデッキプレートを貫通することから路面陥没や舗装の著しい劣化を生じさせる危険性があり供用安全性の観点からは深刻な悪影響が懸念される。一方、き裂が閉断面のトラフリブ内側からデッキプレート内部を進展することから鋼床版裏面からの目視による検出が困難であり、外観上には変状の徴候も見られない。そのため、現在のところ赤外線や超音波探傷手法などの非破壊検査技術によっても効率的かつ確実に検出することは困難となっ

ている。

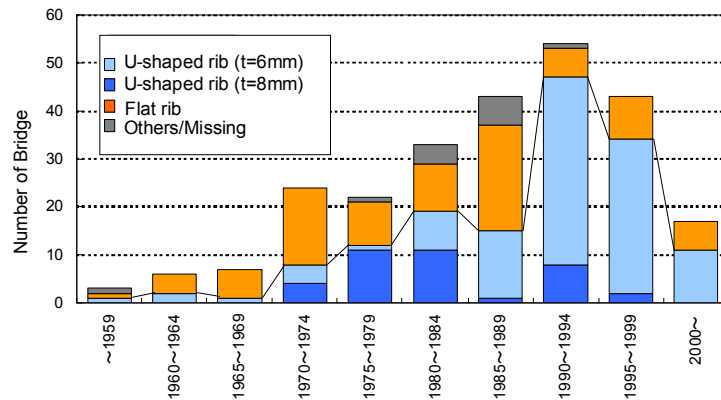


図-1.1.1 鋼床版の採用実績

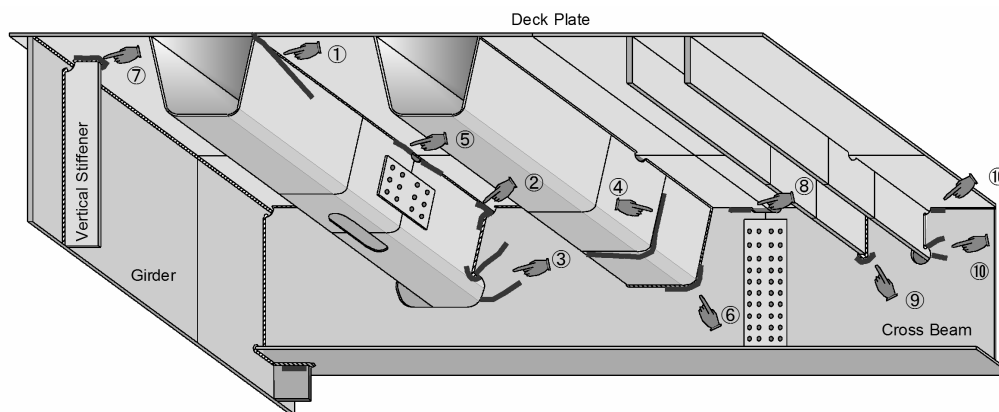


図-1.1.2 鋼床版の疲労損傷例

次の 1) から 3) までの条件を満足する鋼床版構造

- 縦リブ支間  $L \leq 2.5\text{m}$
- 縦リブが、バルブプレートリブ、平面リブまたは以下に示す閉断面リブ。

デッキプレート厚  $12\text{mm} \leq t_d \leq 16\text{mm}$

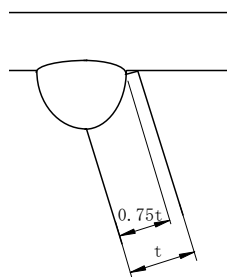
240mm または 260mm

320mm

トラフリブ厚 6mm または 8mm

- デッキプレートの板厚  $12\text{mm} \leq t_d \leq 16\text{mm}$

図-1.1.3 疲労設計指針における鋼床版の適用の範囲



75%溶込み確保の溶接

図-1.1.4 閉断面リブとデッキプレートの溶接に対する規定（疲労設計指針）

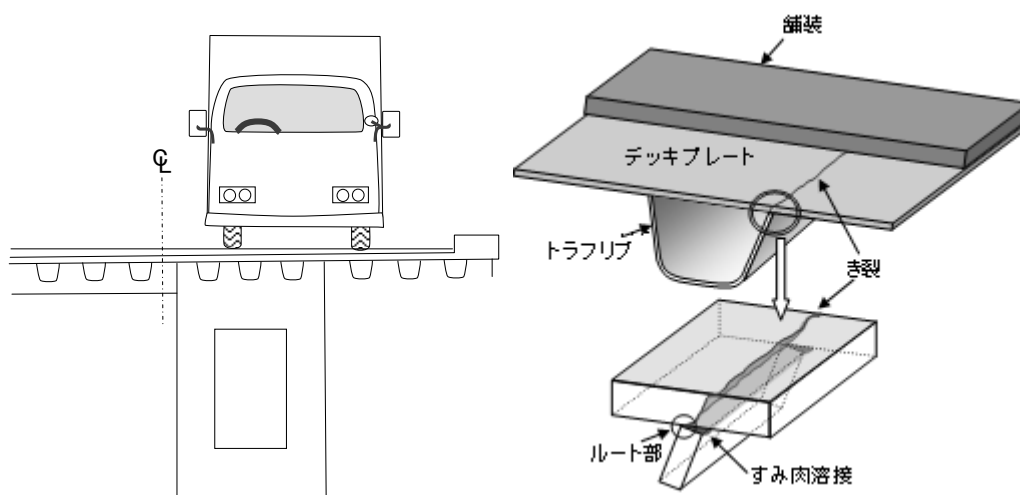


図-1.1.5 デッキプレート貫通き裂のイメージ

## 1.2 研究の概要

鋼部材の疲労現象には荷重の繰り返し载荷に伴う応力状態が支配的な影響を及ぼすと考えられており、疲労耐久性を評価するためには、着目部位の応力変動を適切に考慮する必要がある。しかし本研究で着目するトラフリブを有する鋼床版のデッキ貫通き裂で着目する鋼床版のデッキプレートとトラフリブの接合部の縦方向溶接継手部では、その形状や直上に輪荷重が移動载荷される影響から極めて複雑な応力変動が生じる。またデッキ貫通き裂の起点は部分溶け込み溶接のルート部と考えられるが、この部位の局所の応力状態は外観からある程度確認でき、かつ施工上もある程度制御が可能な溶接ビードのサイズや形状だけでなく、設計上の仮定によらず厳密な制御が困難な溶け込み深さやルートの形状などにも大きく左右される。実橋における局所の応力状態の詳細を設計において高い精度で推定してこれを考慮したり、製作段階でそれらの設計上の仮定を満足するように溶接形状や品質を厳密に制御することは現実的でない。

そのため、本研究では、鋼床版のデッキプレート貫通き裂発生の危険性の少ない鋼床版構造の確立に向けて、トラフリブとデッキプレートの縦方向溶接継手の溶接品質について通常の施工方法と品質管理手法の範囲で生じうる程度の差異を考慮しても、確実に疲労耐久性の向上効果が期待できる支配的な条件を見出し、これにより疲労耐久性に優れる鋼床版構造の提案を行うことを目的とした。

研究では、自動車荷重の移動によって特に応力状態が複雑に変化することが想定されるトラフリブとデッキプレートの縦方向溶接継手を対象として、デッキプレートとトラフリブの板厚の組み合わせとデッキプレート貫通き裂に対する疲労耐久性の関係について定点疲労試験、輪荷重走行試験、数値解析による検討を行った。

本研究の構成を以下に示す。

### 【第2章】 定点载荷疲労試験

鋼床版と横リブの交差部（以下、「交差部」と記す。）のトラフリブとデッキプレートの縦方向溶接継手を対象として、デッキプレート板厚（12mm, 14mm, 16mm, 19mm）とトラフリブ板厚（6mm, 8mm）のそれぞれを変化させて組み合わせた部分供試体を作成し、定点载荷疲労試験を実施して各供試体のき裂発生・進展状況やひずみ計測結果を比較した。さらに、FEM 解析を実施した。

### 【第3章】 輪荷重走行試験（供試体 A）

横リブ間（以下、「一般部」と記す。）のトラフリブとデッキプレートの縦方向溶接継手を対象として、デッキプレート板厚 16mm, U リブ板厚 6mm および 8mm の試験体の輪荷重走行試験を実施し、き裂発生・進展状況確認やひずみ計測を実施し過年度の結果と比較するとともに、FEM 解析により輪荷重载荷時の溶接ルート部の局部応力性状について検討

した。

#### 【第4章】輪荷重走行試験（供試体B）

交差部及び一般部を含めた、デッキプレート板厚 16mm 及び 19mm, U リブ板厚 6mm 及び 8mm を組み合わせた試験体の輪荷重走行試験を実施し、き裂発生・進展状況確認やひずみ計測を実施するとともに、FEM 解析を実施し、デッキプレートの厚板化による疲労耐久性の向上効果を解析的に検討した。

#### 【第5章】まとめ

2章から4章までの検討結果をとりまとめた。