

鋼床版における横リブの スカーラップに着目した疲労実験

Fatigue Tests of Steel Plate Decks

金原 慎一* 高橋 秀幸**
Shin-ichi KINBARA Hideyuki TAKAHASHI

Summary

Fatigue must be considered for steel plate decks since they are directly subjected to the effect of wheel loads. Though a considerable number of studies on the fatigue strength of steel plate decks have recently been published, many points concerning this subject remain unclear. Therefore, the authors are conducting fatigue tests focused on fatigue in butt welded joints of longitudinal ribs and joints between longitudinal and transverse ribs. This report outlines the tests.

1. はじめに

橋梁の生じる老化現象の代表的なものとして腐食老化・疲労損傷・遅れ破壊等が上げられる。この内疲労損傷については、従来、鉄道橋の問題として取り上げられてきたが、近年、道路橋においても車両の重量化・交通量の増加に伴い注目されてきており、実際に溶接継手部の疲労損傷が多数報告されるようになった。

筆者らは道路橋の疲労損傷に着目し、自重が軽く、活荷重が直接影響する鋼床版橋をモデル化した供試体による疲労実験を行うこととした(図-1参照)。

本実験の着目箇所は、鋼床版の横リブ・スカーラップ付近と、縦リブ・突合せ溶接継手とした。これらの疲労実験は現在実施中であり、本報告はその紹介を目的とし

たものである。

なお、ここで述べている疲労損傷とは、「荷重の繰り返し作用が原因で構造物・構造部材・継手内に疲労亀裂が発生・進展することによる損傷」をいう。

2. 着目理由

(1) 鋼床版横リブ・スカーラップ(着目-1)

鋼床版の横リブと縦リブの交差部におけるスカーラップ(デッキプレート側)の着目理由を述べると次のようになる。

従来は、全ての部品を仮溶接にて組立ててから本溶接をする「総組工法」で行っているため、縦リブのすみ肉溶接継手の連続性を確保する目的で、横リブ側にスカーラップを設ける設計になっている。これは、図-2の※印で示す部分回し溶接のためだけに部材反転が必要なことや、回し溶接部がデッキプレート直下であり、スペースが限

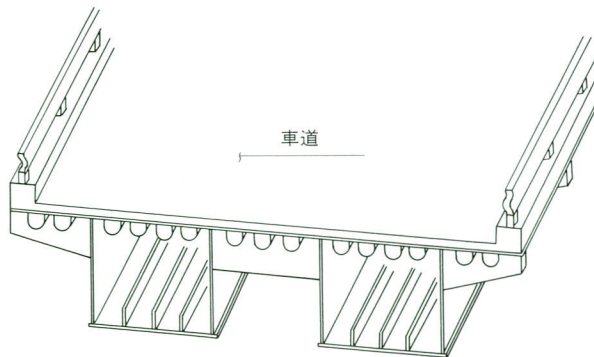


図-1 鋼床版橋の概要図例

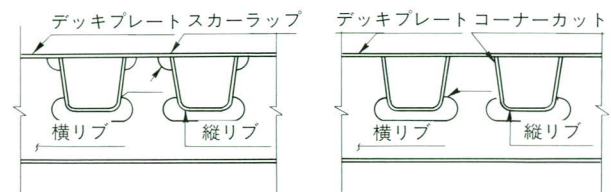


図-2 スカーラップとコーナーカットの比較

* 技術本部先行技術研究室係長

** 千葉工場製造部生産技術課

られることなどから、十分な溶接をすることが困難である。

そこで、当社ではPAS-Iの開発以来、縦リブを先溶接する「パネル組立工法」を採用し、スカーラップを設けない構造を検討してきた。

「パネル組立工法」の製作概略を下記に示す(図-3)。

- ① フランジ(デッキプレート)に縦リブを配材し、組立溶接をした後、多電極溶接(PAS-I)にて縦リブを両側同時溶接する。
- ② その後、横リブを取り付け組立溶接を行う。フランジと横リブの溶接、縦リブと横リブの溶接はロボット又は半自動溶接で行う。
- ③ 主桁は、縦リブ・横リブの溶接を完了したパネルをもとに組立を行う。

このような工法のため、フランジと縦リブのすみ肉溶接の連続性を確保する目的のスカーラップは不要で、すみ肉溶接ビードをかわすだけのコーナーカットがあれば十分である(図-2)。

また、スカーラップをコーナーカットに変更することにより、2つの溶接線が集中することがあるものの、縦リブ方向のすみ肉溶接が連続すること、横リブに作用す

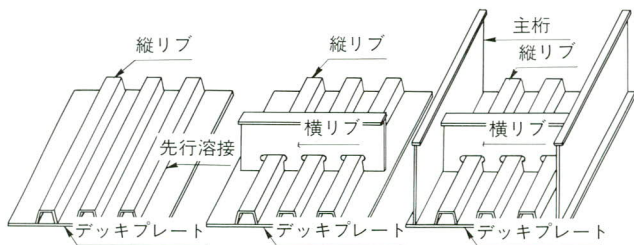


図-3 「パネル組立工法」の製作概略

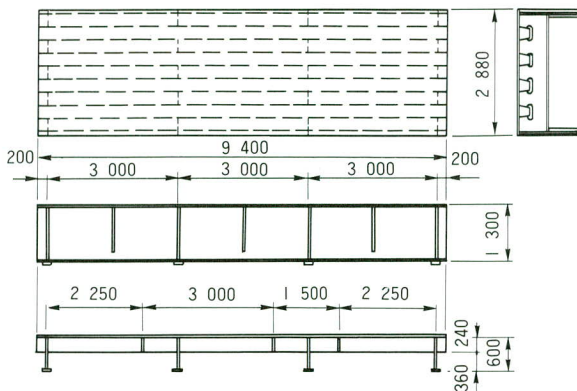


図-4 供試体寸法

るせん断力に抵抗する溶接延長が長くなること、横リブのウェブの抵抗断面積が大きくなり設計上でも好ましいこと、デッキプレートや縦リブに生じる面外曲げが減少しウェブギャップ疲労に対する強度の向上が考えられる等、いくつかの利点がある。しかし、これらは定性的な見解であり、疲労実験等で確認したデータは少ない。

そこで本実験は、その有無による特性を比較検討し、今後、定量的な判断をするための資料作成を目的として行っているものである。

(2) 鋼床版縦リブ・突合せ溶接継手(着目-2)

鋼床版の縦リブの突合せ溶接継手に関する研究には、文献4)によるものがある。その中で突合せ溶接継手の裏あて金にF、Bを用いる形式とダイヤフラムを用いる形式の疲労実験を行い、2つの形式には大きな差はないとされている。しかし、この報告での疲労実験は溶接部に作用する局所的な曲げ応力の影響がほとんどない状態で行われたものと考えられる。筆者らが実験に先だって行ったFEM解析では、裏あて金にダイヤフラムを用いたケースでは、F、Bを用いたケースに対して2倍程度の局所的な曲げ応力が発生するという結果を得た。その面外曲げ応力は縦リブのコーナー部で特に大きく発生している。また、裏あて金にダイヤフラムを用いる構造ではダイヤフラムと縦リブとの製作精度が異なるため、特にコーナー部で肌隙が生じやすく、溶接のタレ等を含めた広義の意味での欠陥の存在が危惧され、上記の局所的な曲げ応力の作用も伴って、疲労強度を低下させる可能性がある。

このようなことから、今後これらの構造を製作するにあたり、応力度的な問題を含めた構造の疲労強度を明確にすることが必要で、裏あて金の違いによる比較を目的とする。

3. 供試体

供試体を図-4に示す。材質はSS400とし、各供試体、横リブ4枚・縦リブ4本で、寸法は幅2800mm・高さ1300mm・長さ9400mmとした。幅の決定は縦リブ4本とするためであり、高さの決定は横リブ・スカーラップと供試体中立軸の関係による。又、長さの決定は横リブ4枚にするためと試験機周辺の環境による。

以上のように、供試体寸法を可能な限り実橋に近くし横リブ・縦リブの形状・寸法などのディテールにおいても実橋と同じにする。

4. 実験方法

1 供試体において疲労実験を行う箇所は、横リブ 2 箇所・縦リブ 3 箇所(図-5)、横リブ・スカーラップの有無の比較、縦リブ・突合せ溶接継手の裏あて金の違いが、1 供試体でできるようにしている。

(1) 静的载荷実験方法

疲労実験の前後に油圧式疲労試験機を用いて静的载荷により応力測定・変位測定を行う。応力測定には 1 軸・3 軸ひずみゲージを用い、変位測定は接触式変位計を用いて行う。载荷荷重は最大 24TON までとし、応力・変位測定は 2 TON 毎とする。

静的载荷実験の測定に使用する測定器を以下に示す。

パーソナルコンピュータ	: PC-98note	NEC
デジタルひずみ測定器	: TDS-301	東京測器研究所
スイッチボックス	: ASW-50A	東京測器研究所
ひずみゲージ	: 1軸 KFG-2-120-C1	共和電業
	: 3軸 KFG-2-120-D17	共和電業
接触式変位計	: SDP-50C	東京測器研究所

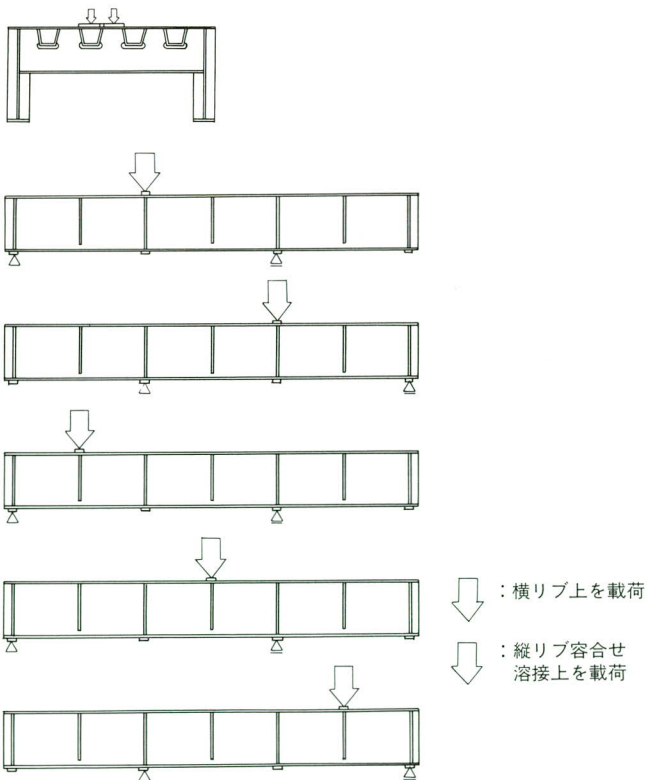


図-5 実験箇所

(2) 疲労実験方法

疲労実験は図-5のように、3点曲げ負荷で油圧疲労試験機を用いて行う。最大荷重は横リブ载荷時は 24TON・縦リブは 18TON、最小荷重は共に 2 TON で繰り返し数は疲労損傷が確認されるまで行う。荷重波形は正弦波、繰り返し速度は 4 Hz とする。

疲労損傷の確認方法としては、静的载荷実験で使用したひずみゲージを用いて動的にデータ採取し、その振幅による判断と目視・浸透探傷試験により確認する。

疲労実験のデータ採取に使用する動的測定器を以下に示し、データ採取状況を写真-1に、実験状況を写真-2に示す。

パーソナルコンピュータ	: PC-9801VX	NEC
ハードディスク	: HC-180ES	ICM
A-D変換器	: ADC-150A	共和電業
動ひずみ測定器	: MCC-16A	共和電業
スイッチボックス	: DBB-120A	共和電業

又、現在実施中の供試体において疲労損傷が確認されたので参考として写真-3～5を添付し、その概略図を図-6に示す。

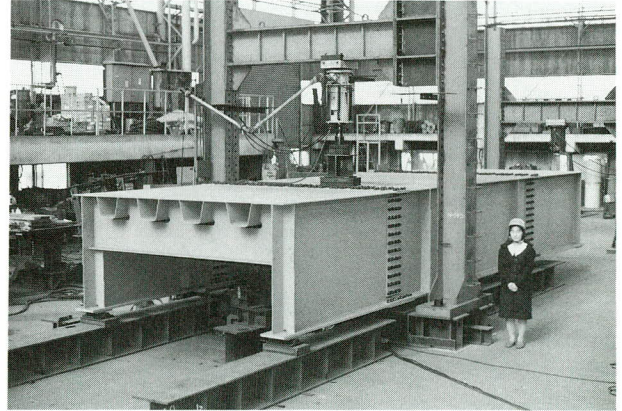


写真-1

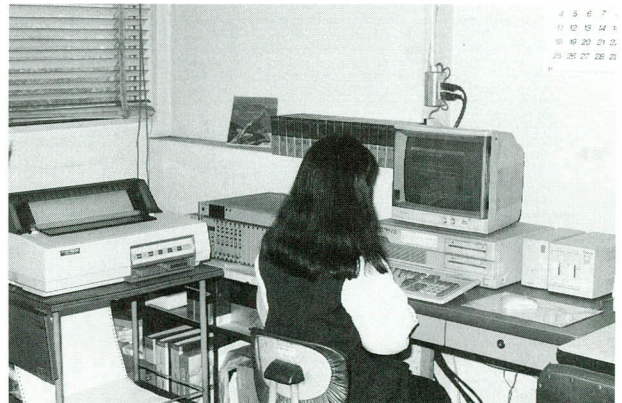


写真-2



写真-3



写真-4

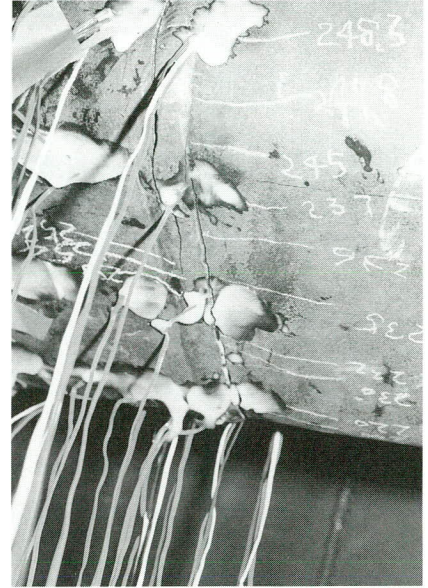


写真-5

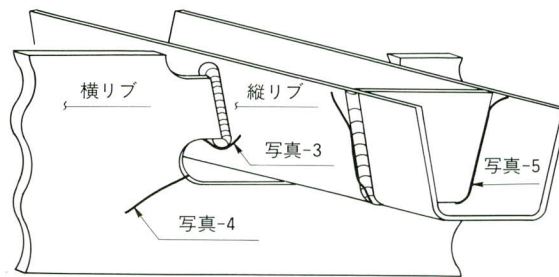


図-6 疲労損傷概略図

5. あとがき

以上、鋼床版の疲労損傷に着目し、横リブ・スカーラップと縦リブ・突き合わせ溶接継手の疲労実験の紹介を行った。

現在、鋼床版の溶接継手の疲労損傷が問題となり、それらの事例が多く報告されるようになってきている。又、今後、通過車両の重量化・交通量の増加に伴い疲労損傷事例がさらに増えていくものと考えられる。そのため、早期に応力度的な問題を定量的に把握することが必要となり、その結果を元に応力の分散やディテールの変更等を行っていき、疲労損傷をかぎりなく少なくしていくことが重要であると思われる。

今後、実験を進めていきこれら課題解決のため努力していきたい。なお、この結果については、後日何らかのかたちで、報告するつもりである。

〈参考文献〉

- 1) 成宮・伊東：橋梁制作におけるパネル組立工法と自動化システム「PASシリーズ」、宮地技報No. 5
- 2) 日本鋼構造協会疲労設計指針改定小委員会：日本鋼構造協会疲労設計指針（案）
- 3) 助災害科学研究所・大阪大学溶接工学研究所：鋼床版におけるすみ肉溶接の疲労強度に関する研究
- 4) 建設省土木研究所資料：鋼床版横リブの静的載荷試験および疲労試験
- 5) 藤原・木越・田中：鋼床版横リブのスリットの疲労強度、土木学会第45回年次学術講演会
- 6) 三木・館石・奥川・大江：鋼床版三次元モデル疲労試験、土木学会第46回年次学術講演会
- 7) 館石・三木・高見・奥川：鋼床版縦リブ・横リブ交差部の変形挙動と疲労損傷モード、土木学会第47回年次学術講演会