

I-A 358 鋼床版縦リブ継手部の実タイヤ載荷と局部応力

○建設機械化研究所	正員	小野 秀一
本州四国連絡橋公団	正員	樋口 康三
本州四国連絡橋公団	正員	大橋 治一
東京工業大学	フェロー	三木 千壽

1. はじめに

わが国で初期に建設された鋼床版は供用後 30 年を迎える時期に達し、近年の交通量の著しい増大と大型車の軸重増加により疲労に対し厳しい状況が生じている¹⁾²⁾。鋼床版は、構造ディテールの複雑さから自動車が通過した際に生じる各部の応力挙動や変形挙動も複雑になり、設計で考慮しているモードと一致しない場合も考えられる。したがって、鋼床版の疲労損傷を防ぐためには、実際の輪荷重下での各部材の応力や部材交差部の局部応力を十分に把握しておくことが重要であると考えられる。

そこで文献³⁾と同様に、高力ボルト接合による鋼床版縦リブ(U リブ) 継手部に着目したモデル試験体を用いて、輪荷重の載荷による縦リブ継手部スカラップ近傍の局部応力の測定を行ない、次にこれらの局部の応力・変形挙動を 3 次元弾性 FEM 解析により検証した。

2. モデル試験体を用いた局部応力測定

走行位置による局部応力を把握するために、実タイヤによる直接載荷を行った。試験体は図-1 に示すように、デッキプレートと縦リブ 1 本からなっており、スカラップの大きさ、デッキの板厚を変えている。縦リブ板厚は 8mm であるが、デッキ板厚は 12mm と 14mm の 2 種類で、舗装は施工されていない。スカラップのサイズは、一般的な 120mm の長さのものと、施工上から現状で最小と考えられる 75mm の長さのものを対象とした。

載荷には 4tonf トラックを用い、後軸重は 5tonf となるように積荷を調整した。横断方向の車輪の載荷位置は、図-2 に示すように試験体に振れが生じない程度の偏心を考慮した 2 ケースとした。Case-1 はダブルタイヤの中心と試験体の中心とを一致させた場合、Case-2 は外側タイヤの中心と縦リブ上端を一致させた場合である。

図-3 は、Case-1 で試験体 Type-B および Type-C の 75mm のスカラップに着目して、タイヤを橋軸方向に移動させたときのスカラップ部に発生する最大主応力の大きさを示す。最大主応力が生じる載荷位置は、継手中央から 100mm 離れた位置であり、これはタイヤ接地面の前面位置が継手中央のときである。

試験体 Type-C の 120mm のスカラップに着目して、図-4 に Case-1 と Case-2 の主応力線図を示す。横断方向の載荷位置がわずかに 31mm のずれによって応力の正負の傾向が全く異なった結果となっている。

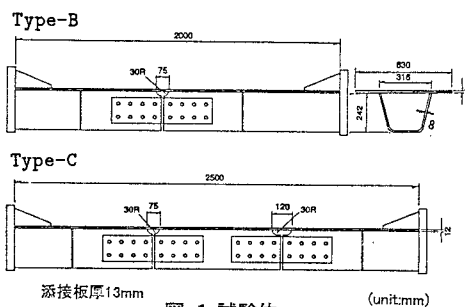


図-1 試験体

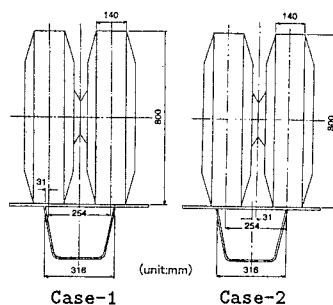


図-2 タイヤの載荷位置

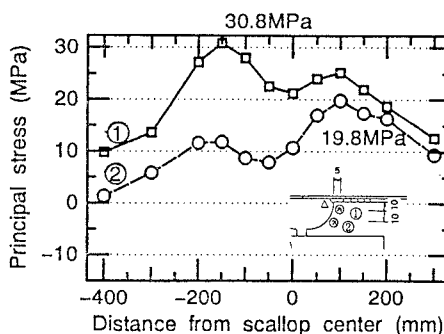


図-3 スカラップ部の主応力の変化 (Type-C; 75mm)

3. FEM 解析

試験体のタイヤによる荷重試験での計測結果を検証するために、Type-Bの試験体をモデル化し3次元弾性FEM解析を行った。モデルのデッキ板厚は12mmとし、スカラップは長さ75mmである。モデルの両端は単純支持とし、両端面の断面形状は保持した。解析モデルを図-5に示す。要素は節点シェル要素であり、解析プログラムはNASTRANである。全節点数は1644点で、スカラップ近傍の最小要素サイズは2.5mmである。添接板部の要素は、縦リブと添接板の合計板厚としてモデル化し、継手部縦リブ下面には幅100mm、長さ250mmのハンドホールを設けた。荷重は合計5tonfの等分布荷重とし、荷重面積は試験体でのタイヤの接地面積の測定結果(436cm²)を用いた。

図-6は荷重位置を軸方向に変化させた時のスカラップ部の主応力の変化を示したものである。最大値は継手中央より100mm離れた位置となっており、図-3で示したモデル試験体の実測値と一致する。

図-7は直角方向の荷重位置の違いにより縦リブの面外変形が変化する状況を示す。縦リブウェブのほぼ直上に対称に荷重された場合には、ウェブが外側に膨らむ変形モードとなっている。この荷重位置は、試験体荷重におけるCase-1に対応している。また、偏荷重された場合には片側のウェブは外側に開く変形モードとなっている。すなわち、スカラップ部には軸方向には単純梁としての曲げモーメントにより圧縮応力が作用するが、横断方向の局部荷重によってウェブは面外に変形し、その結果引張応力となる状態が生じているものと考えられる。

4. まとめ

タイヤ荷重による実測値より、スカラップ部近傍の局部応力は、橋軸方向の荷重位置の違いでは継手部中央から100mmの位置で荷重した時に最大値を示し、横断面方向の荷重位置の微妙な違いにより応力の正負が交番することがわかった。スカラップ近傍の応力・変形挙動をFEM解析により検証した結果、縦リブと輪荷重位置の関係において、縦リブの内側に荷重した場合には縦リブウェブは面外に膨れる変形モードが表れ、わずかな位置の差により変形挙動は変わることがわかった。これらのことは実橋においても生じているものと考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会:鋼床版の疲労, 鋼構造シリーズ4, 1990年9月
- 2) 三木, 館石, 石原, 梶本:溶接構造部材のスカラップディテールの疲労強度, 土木学会論文集, No.483/I-26, pp79-86, 1994.1
- 3) 小野, 大橋, 三木:実タイヤ荷重による鋼床版継手部の応力測定, 土木学会第50回年次学術講演会概要集第1部, 1995年9月

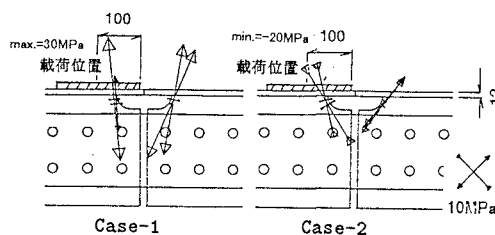


図-4 スカラップ部の最大主応力

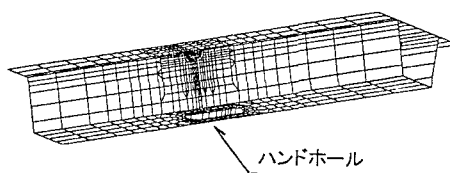


図-5 FEM 解析モデル

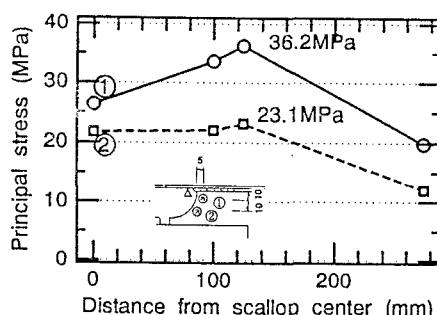


図-6 スカラップ部の主応力変化 (FEM 解析結果)

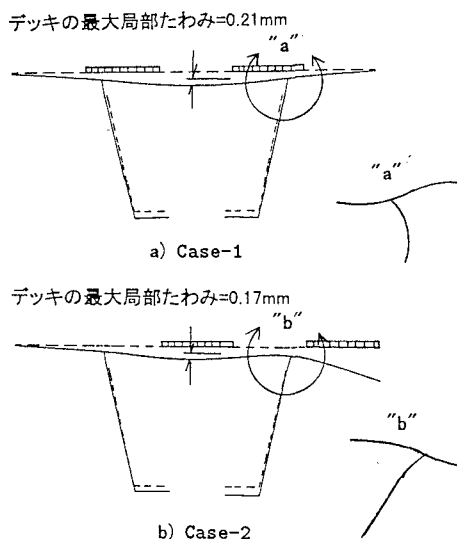


図-7 デッキおよび縦リブウェブ部の面外変形