

鋼床版縦リブ・横リブ交差部の局部応力と疲労強度

三木千壽¹・館石和雄²・奥川淳志³・藤井裕司⁴

¹正会員 工博 東京工業大学教授 工学部土木工学科 (〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

²正会員 工博 東京工業大学講師 工学部土木工学科 (〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

³正会員 工博 本州四国連絡橋公団 第一建設局建設部次長 (〒105 東京都港区虎ノ門 5-1-5 虎ノ門第 45 森ビル)

⁴正会員 工修 本州四国連絡橋公団 設計第二課長 (〒105 東京都港区虎ノ門 5-1-5 虎ノ門第 45 森ビル)

鋼床版縦リブ・横リブ交差部の局部応力発生性状と疲労強度について実寸大試験体により実験的に検討した。疲労試験に際しては、橋上荷重の移動を再現できる載荷システムを構築し、実橋で生じている横リブウェブの面外変形挙動を実験的に再現した。応力実測および疲労試験の結果、横リブとデッキプレートとの溶接部に設けられる横リブウェブのスカラップを省略することにより、局部的な面外曲げ応力が低減し、疲労強度が高くなることが明らかとなった。

Key Words : orthotropic steel deck plate, local stress, fatigue strength, out-of-plane deformation

1. はじめに

鋼床版は長大橋に有利な床構造であるが、薄い鋼板を組み立てた複雑な構造のため溶接による欠陥や残留応力あるいは溶接変形等が残る可能性が高く、また自動車荷重を直接支える役割上、鋼床版には自動車の走行に伴う高い繰り返し応力が発生するなど、疲労損傷につながる因子は多い^{1),2)}。このため、道路橋示方書³⁾では鋼床版についてのみ疲労の照査を行うこととしており、溶接継手を対象にして疲労を考慮した許容応力度が定められている。交差部については荷重非伝達のリブ十字継手として照査されることになる。また BS 5400 Part 10⁴⁾では、ディテールが複雑であることや応力解析が困難であることから鋼床版は疲労照査の適用対象外としている。

土木学会「鋼床版の疲労小委員会」の報告書^{5),6)}によれば、今までに様々な箇所での疲労による損傷が多く発生している。特に、縦リブ・横リブ交差部に疲労損傷が多く見られるが、これまでの研究により、この位置に生じる疲労損傷の原因として、横リブが梁として面内にたわむモードに加えて、横リブが面外方向へ変位するモードの影響が大きいことが指摘されている⁷⁾。したがって横リブ・縦リブ交差部はこのような混合モードの応力に対しても十分安全であるように設計しなければならない。これまで横リブ・縦リブ交差部の構造ディテールについてはかなり多くの実験がなされているが⁸⁾⁻¹¹⁾、その大部分が横リブ面内の曲げに対して応力集中の低いスカラップ形状を決めるといった点に着目して行われたものであり、横リブの面外方向曲げまで含めた検討はされて

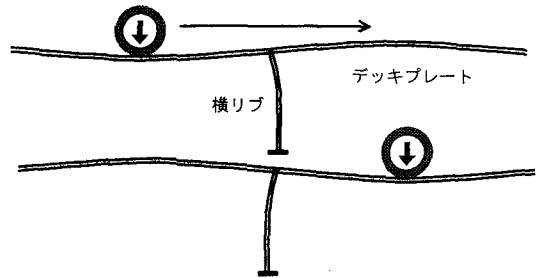


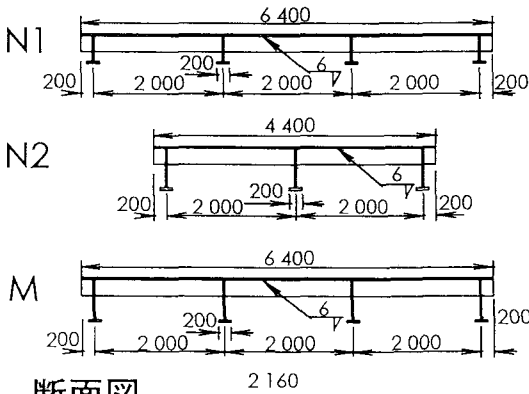
図-1 横リブウェブの面外曲げ

いない。このような横リブ面外変形は荷重が移動することにより生じることは容易に推察される(図-1)。そこで本研究では、移動荷重により生じる応力を再現できるような載荷システムを構築し、それをを用いて疲労実験を行うことにより、疲労に対して抵抗力のあるディテール形状を明らかにすることを目的とした。

2. 試験体

図-2に試験体を示す。N1, M 試験体は横リブが4本、縦リブが3本の鋼床版パネルであり、N2試験体は横リブが3本、縦リブが3本のパネルである。試験体はN1試験体の横リブウェブ高が低いことおよび下フランジが厚いことを除けばほぼ実寸大のモデルである。N1, M 試験体については、内側の2つの横リブと、中央列の縦リブとの交差部に着目し、N2試験体については中央の横リブと縦リブとの交差部に着目して試験を行った。

側面図



断面図

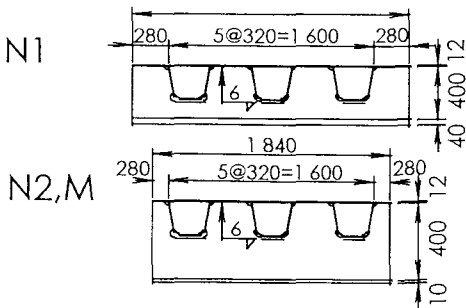


図-2 鋼床版試験体

縦リブ横リブの交差部は図-3に示す3モデルとした。モデルⅠは首都高速道路公園などで用いられる一般的な形状、モデルⅡは本州四国連絡橋で用いられてきた形状、モデルⅢはモデルⅡの上側スカラップ(デッキプレート直下のスカラップ)をなくしたディテールであり、本研究の過程で提案した改善ディテールである。それぞれの試験体の着目横リブおよびそこでの交差部ディテールの一覧を表-1に示す。

N1, N2試験体は通常の鋼床版の組立順序に従い、デッキプレートと縦リブを溶接した後に横リブをはめ込み、デッキプレートおよび縦リブに溶接する組立手順とした。M試験体については、デッキプレートと横リブを先に溶接し、その後縦リブをはめ込んで溶接する手順で製作した。M試験体では上側スカラップを省略していることから、この組立手順では、デッキプレート、縦リブ、横リブの板どうしの接点に溶接できない部分が生じ、未溶着部が残されることになる。またM試験体の横リブの一方(M-1)については、横リブウェブの面外変形を抑えることを目的として垂直補剛材を溶接している。

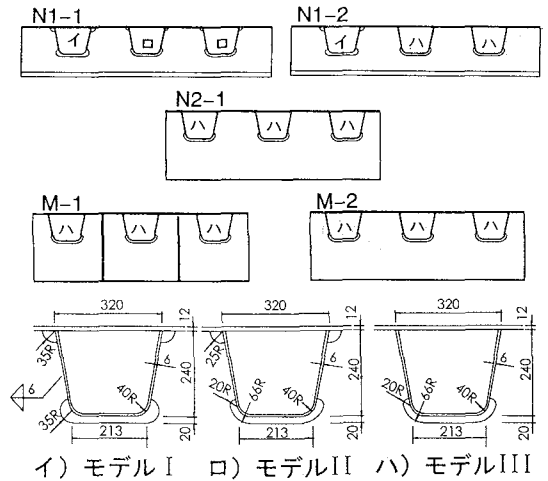


図-3 縦リブ・横リブ交差部ディテール

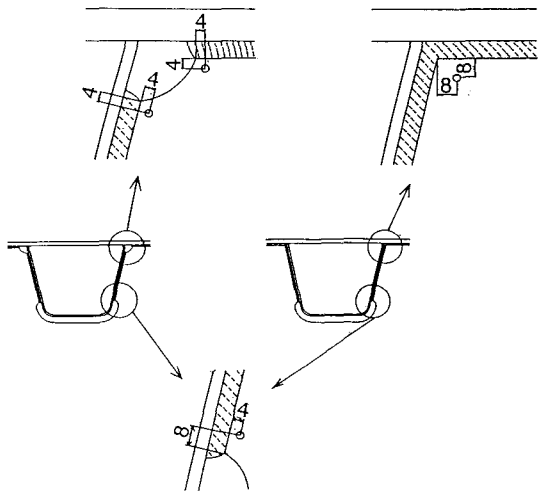


図-4 応力測定位置

3. 静的載荷試験

(1) 試験方法

載荷はデッキプレート上に厚さ10 mmのゴム板を置き、その上に厚さ35~50 mmの鋼板を載せた上より行った。載荷面積はN1, M試験体では200×400 mm, N2試験体では200×500 mmである。載荷面積を統一しなかったのは、当初T-20荷重の後輪の載荷面積よりもやや狭くすることで条件を厳しくして試験を行ったが、後述するように、載荷箇所直下での疲労き裂が数多く見られ載荷条件が厳しすぎる可能性があったことから、その後載荷面積をT-20荷重後輪のそれに合わせて行ったことによる。

図-4に応力測定位置を示す。横リブウェブの上側(デッキプレートとの溶接部側)スカラップ周辺および

表-1 試験体および着目ディテールの一覧

試験体記号	交差部ディテール記号	交 差 部ディテール	備 考
N 1	N 1-1	model II	
	N 1-2	model III	
N 2	N 2-1	model III	
M	M-1	model III	未溶着部有, 横リブウェーブ補剛材有
	M-2	model III	未溶着部有

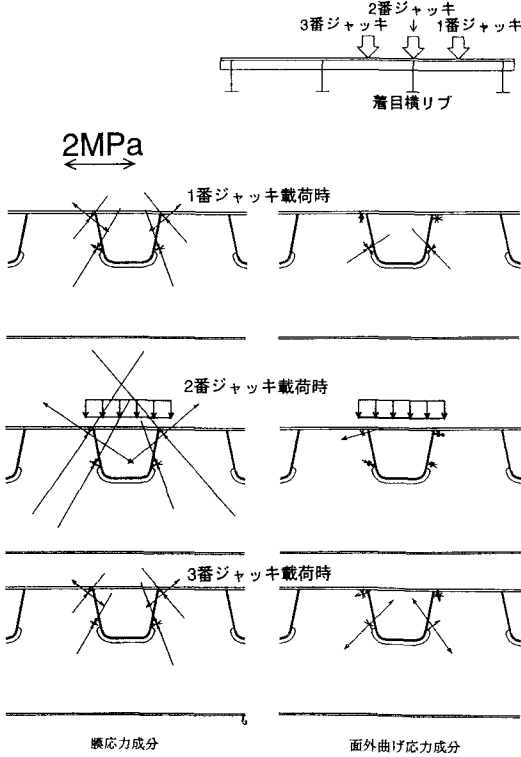


図-5 横リブウェーブの主応力図

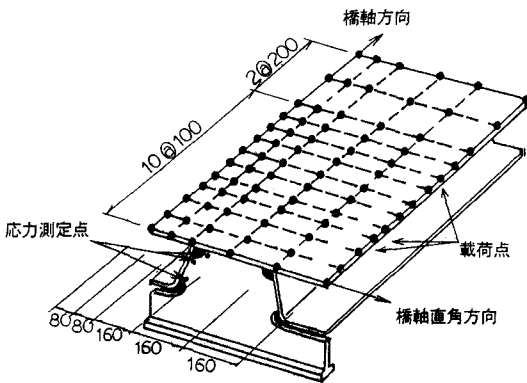


図-6 載荷位置

下側（Uリブ下フランジ側）スカラップ周辺に3軸ゲージを配置した。ほとんどの点で、板の表裏同位置で測定を行っており、両者のひずみ値から膜応力成分と面外曲げ応力成分を分離することができる。

(2) 試験結果

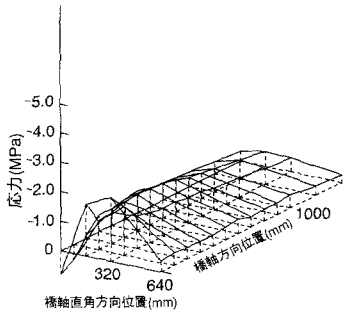
図-5に橋軸方向に載荷位置を変化させた場合の中央部横リブ交差部の主応力図の例を示す。ここでは3方向のひずみについてそれぞれ板の表裏で平均し、それにより計算した主応力を膜応力成分とし、同様に3方向のひずみについてそれぞれ板の表裏のひずみの差の半分の値をとり、それにより計算した主応力を面外曲げ応力成分として示した。なお、応力はすべて単位荷重（1 tonf）のときの値である。

横リブ支間の中央に載荷したときに面外方向応力の曲げ応力が生じ、横リブ直上に載荷すれば高い膜応力が生じ、反対側の支間中央に載荷されると逆向きの面外変形による曲げ応力が生じる。このような応力性状は実測された応力挙動とよく一致している^{5),6)}。また、荷重を横リブ直上に載荷したときに上側スカラップ周辺に高い膜応力成分が生じること、上側スカラップ周辺では面外曲げ応力成分は載荷位置によらず非常に小さいこと、下側スカラップ周辺では横リブ支間中央に載荷したときに膜応力と同程度の面外曲げ応力成分が生じることがわかる。

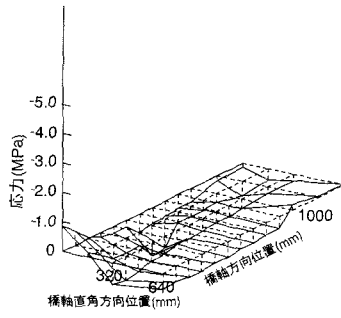
疲労き裂の発生が予想される上側スカラップ近傍および下側スカラップ近傍での応力に着目し、図-6に示すように載荷位置を橋軸、橋軸直角方向に様々に変えて応力を計測し、応力影響面を求めた。図-6に示す黒丸は載荷板（200×400 mm）の中心位置を表している。図-7, 8, 9にいくつかの代表的な測定点での結果を示す。ただし応力は溶接線に直角な方向で示しており、すべて荷重1 tonfあたりの値である。

上側スカラップの横リブ-デッキプレートの溶接部（測点1）では、膜応力成分についてはいずれのモデルとも大きな差がないが、面外曲げ応力成分についてはモデルIとモデルIIでは膜応力成分と同程度以上の大きさとなっているのに対し、上側スカラップを省略したモデルIIIでは著しく応力が小さくなっていることがわかる。上側スカラップの横リブ-縦リブの溶接部（測点2）でもほぼ同様の傾向であるが、モデルIIIでは膜応力、面外曲げ応力成分とも応力の低減が見られる。

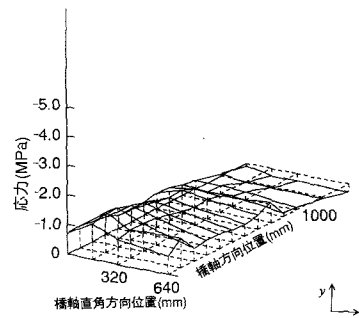
下側スカラップ近傍の応力は、膜応力成分で比較した場合、モデルIよりもモデルIIのスカラップ形状の方が応力が小さいが、面外曲げ応力成分で比較すると応力の値はほとんど変わらなくなっており、またその値も膜応力成分と比べて大きい。また、スカラップを省略したモデルIIIでは面外曲げ応力成分がやや小さくなっている。



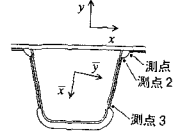
測点1: σ_x



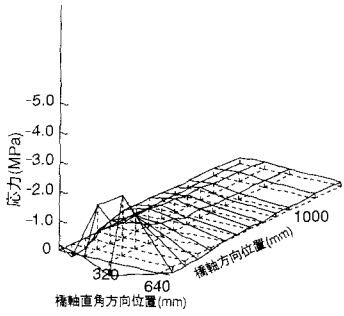
測点2: σ_y



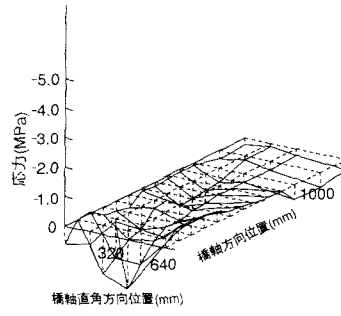
測点3: σ_z



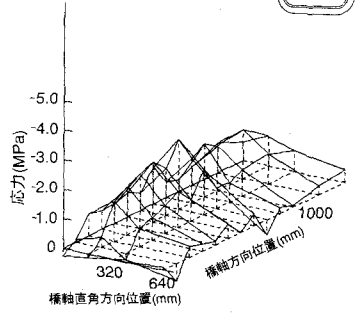
(a) 膜応力



測点1: σ_x



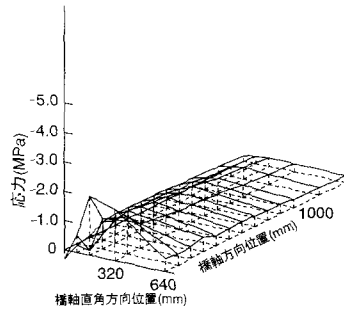
測点2: σ_y



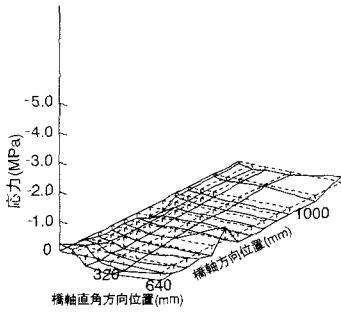
測点3: σ_z

(b) 面外曲げ応力

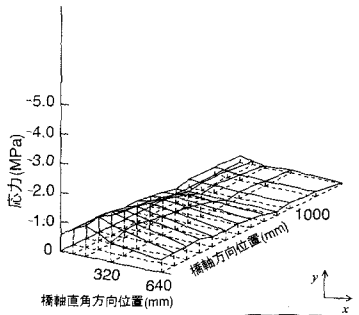
図-7 応力影響面: モデル I



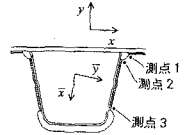
測点1: σ_x



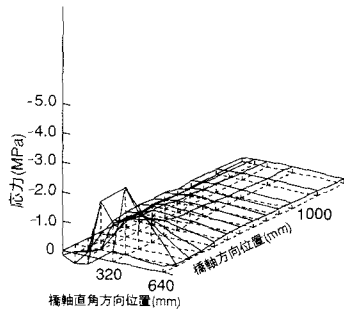
測点2: σ_y



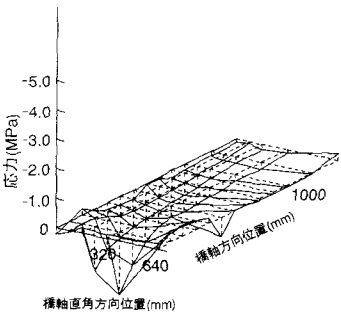
測点3: σ_z



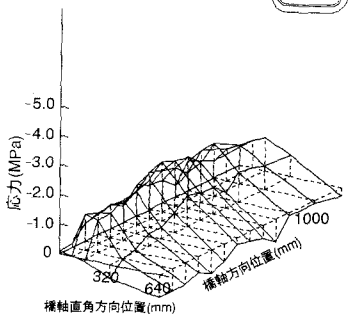
(a) 膜応力



測点1: σ_x



測点2: σ_y



測点3: σ_z

(b) 面外曲げ応力

図-8 応力影響面: モデル II

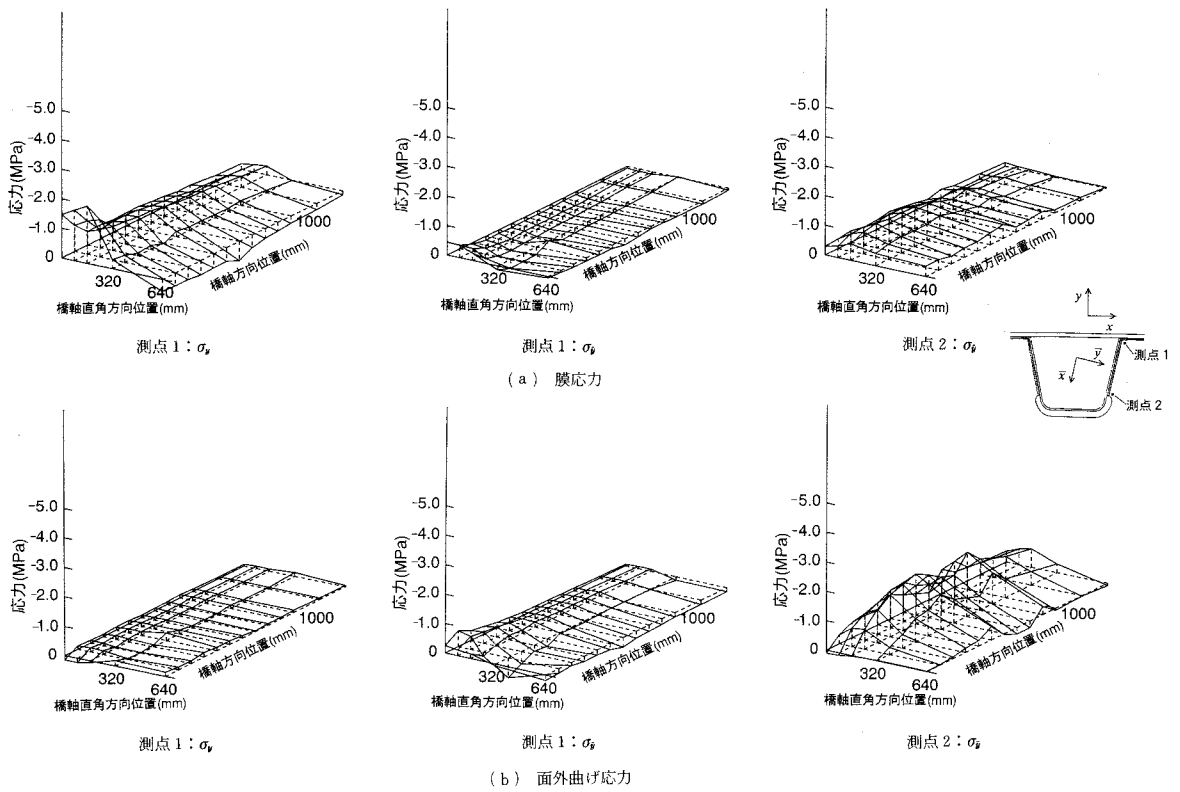


図-9 応力影響面：モデルⅢ

る。

従来この位置のスカラップ形状は膜応力成分のみの応力集中に着目して検討されてきたが、ここでの実験結果により、下側スカラップ近傍では膜応力成分と同程度の面外曲げ応力成分が生じており、疲労強度を考える際にはその影響を考慮する必要があるといえる。また、上側スカラップ近傍では膜応力成分が卓越した高い局部応力が発生するが、スカラップを省略することによりそれを低減できることから、スカラップの省略は疲労損傷の防止に対して有効であると考えられる。

上側スカラップ近傍では膜応力成分、面外曲げ応力成分とも影響面の広がりには極めて局部的であり、橋軸方向についていえば応力が最大となるのは横リブ直上から10 cm 程度離れた位置に荷重したときである。下側スカラップ近傍では膜応力が最大となるのは、荷重が横リブ直上から橋軸方向に10 cm 程度離れた位置までの間に荷重された場合であり、面外曲げ応力が最大になるのは荷重を横リブ直上から50 cm 程度離れた位置に荷重した場合である。橋軸直角方向については、縦リブウェブ直上に荷重板の中心をおいた場合に応力が最大となっている。

4. 疲労試験

(1) 試験方法

移動荷重により鋼床版を構成する板要素に生じる変形や応力をできるだけ再現するために、3本の動的荷重ジャッキを用い、それぞれに位相差をつけて荷重することにより移動荷重を再現した。図-10にシステムの概要を示す。パーソナルコンピュータで所定の軸重の信号を発生させ、それを位相差をつけて順次送り出し、ジャッキをコントロールする。各ジャッキの1つの荷重波形は図-11に示すように三角波とした。3本のジャッキに適切な位相差をつけて三角波形で荷重することにより、荷重されている荷重の大きさを一定に保つことができる。すなわち、大きさは一定で荷重位置が変わるといった移動荷重が再現されている。

疲労試験は繰返し速度約0.8 Hz、1本の荷重ジャッキについて下限荷重2 tonf、上限荷重17~27 tonfで行った。き裂の観察は磁粉探傷法による。荷重板の厚さ、大きさなどは静的荷重試験と同様である。橋軸直角方向の荷重位置は試験体中央であり、荷重板を中央列の縦リブの真上に配置した。

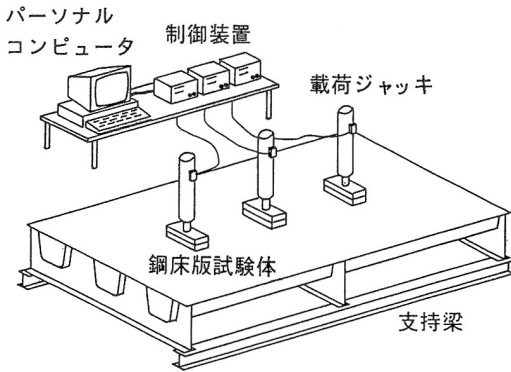
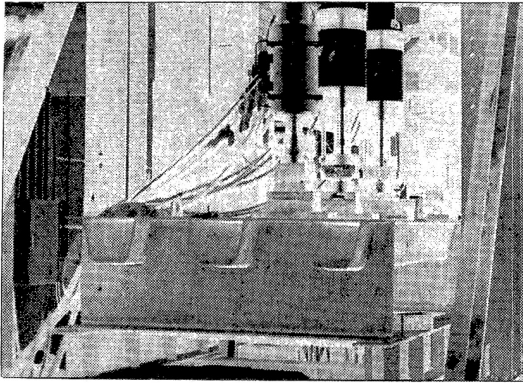


図-10 3連ジャッキ荷重システム

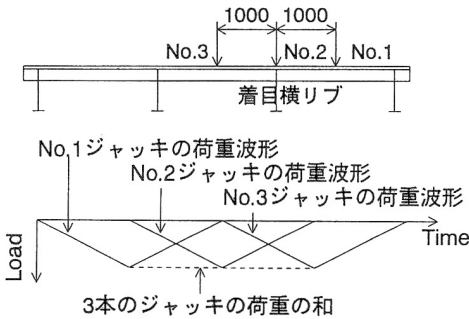


図-11 荷重波形

(2) 疲労き裂発生性状

疲労き裂発生状況を図-12, 13に示す。疲労き裂はすべて2番ジャッキ(中央のジャッキ)直下の縦リブ・横リブ交差部に発生した。N1, M試験体とN2試験体では載荷面積を変えているが、これらの試験体間にき裂発生性状の差は見られなかった。また、横リブウェブに垂直補剛材を溶接したM試験体についても、他と比較して疲労き裂発生性状に差異は見られなかった。

a) デッキプレート-縦リブの縦方向溶接部の疲労き裂

上側スカラップを有するモデルⅡのディテールでのⅡ-Aのき裂と、上側スカラップを省略したモデルⅢの3

本の溶接線交差部から発生したⅢ-Aのき裂は、デッキプレートと縦リブの縦方向溶接部のルートから発生し、溶接ビードのどの方向に進展したものであると考えられる。

N2-1では、デッキプレートとUリブの縦方向溶接部のルート部から、デッキプレート板厚方向に進展したき裂が観察された(図-13, Ⅲ-B)。このき裂が発生した位置は載荷板の真下であり、試験終了後に載荷板を取り除いて発見したものである。このき裂はデッキプレートを貫通して初めて発見できるものであり、実構造物では舗装があるためにそれも困難であることから、極めて危険なき裂であるといえる。他の試験体についてはこのき裂に着目した調査は行っておらず、発生の有無は不明である。

b) 上スカラップ始末端部の疲労き裂

上側にスカラップがあるディテールにおいては、スカラップ端部の縦リブ・横リブ溶接の回し溶接部で、縦リブ側止端から疲労き裂が発生した(図-12, Ⅱ-B)。このき裂は横リブの面内変形によって縦リブのウェブが押しされ、縦リブウェブに面外方向の局部変形が生じることによって発生したものであると考えられることから、スカラップをあげることにより生じる疲労き裂であるといえる。また、スカラップ端部の横リブ・デッキプレート溶接部端部からも疲労き裂が発生した(図-12, Ⅱ-C, D)。この疲労き裂はスカラップをあげることによって生じるデッキプレートのギャップ部が、荷重の直接載荷によって面外変形を受けることなどに起因するものと考えられる。

c) 下スカラップ縦リブウェブの疲労き裂

N2-1の横リブ・縦リブ交差部では下側スカラップのまわし溶接部からもき裂が発生した(図-13, Ⅲ-C)。これは上側スカラップから縦リブウェブに発生、進展したき裂と同様に、横リブの面内変形によって縦リブウェブに誘起される面外変形によって発生したものであると考えられる。

いずれの疲労き裂も横リブの面内変形あるいは荷重の直上載荷によって発生したと考えられるものであり、従来よりその存在が指摘されていた横リブ面外変形による疲労き裂は発生しなかった。すなわち、鋼床版の縦リブ・横リブ交差部においては、横リブウェブの面外変形よりも面内変形による影響の方が大きく、面内変形によって大きな応力が生じる上側スカラップ周辺が特に疲労強度上の弱点となるといえる。しかし、応力影響面に見られるように、面外曲げ応力の影響線のピークは横リブ支間中央にはないことから、実際の移動荷重下においてはさらに大きな面外曲げ応力の繰返しが生じることが考えられ、今後さらに検討が必要である。

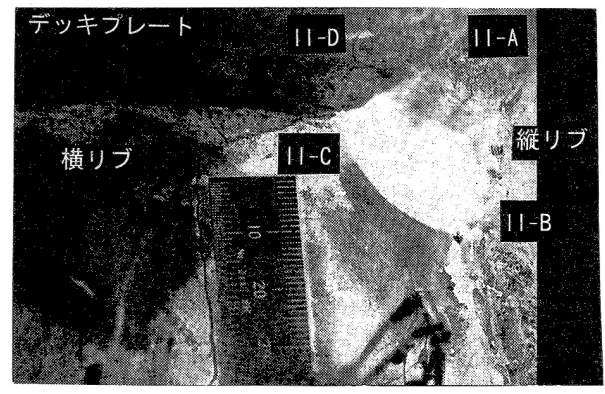
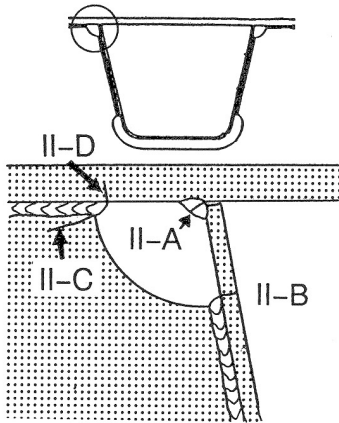


図-12 疲労き裂：モデルⅡ

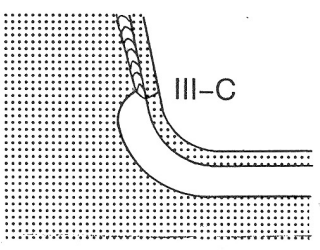
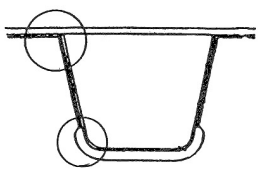
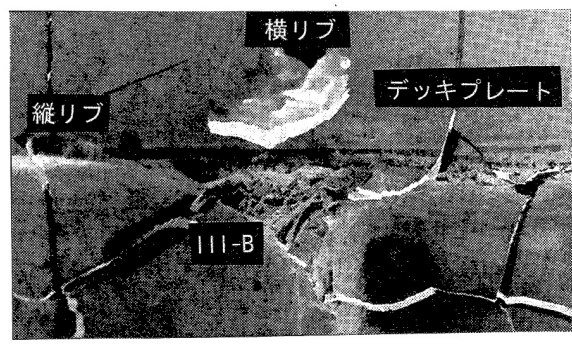
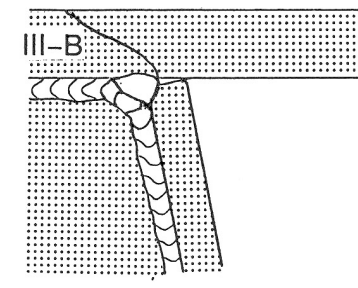
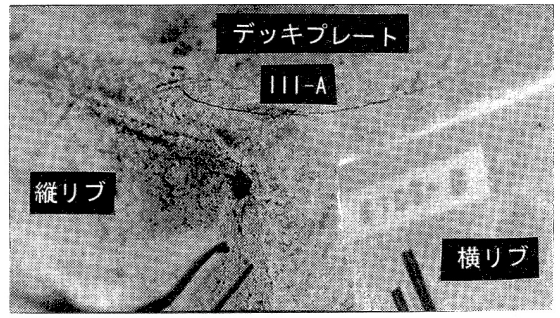
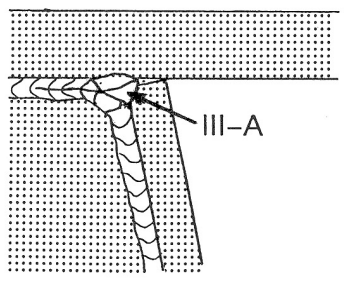
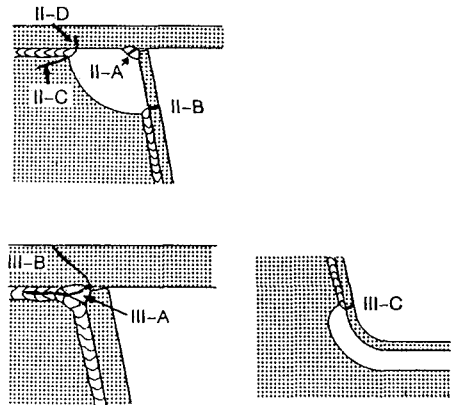
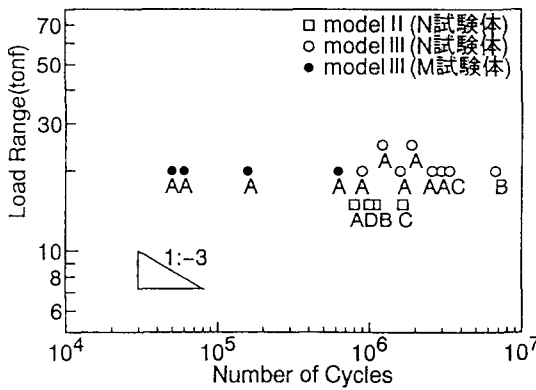


図-13 疲労き裂：モデルⅢ



図—14 疲労試験結果

(3) 疲労強度

図—14に荷重範囲と疲労き裂発見回数との関係を示す。また、スカラップがないモデルに発生したⅢ-Bのき裂については、疲労試験終了後の観察によって発見されたことから、試験終了時の繰返し回数で示した。

板の交差部に未溶着部を有する M 試験体に極めて早い時期に疲労き裂が発生した。これはデッキプレート下面に残された未溶着部の直上に、直接載荷したことによるものと考えられる。鋼床版は輪荷重を直接受ける部材であることから、デッキプレート近くにこのような欠陥が残されていた場合、その直上に荷重が載る可能性も高いが、ここでの試験結果は、デッキプレート近傍の欠陥はそのまま疲労強度に大きく影響し、極めて早い時期に疲労き裂を発生させることを示している。

通常の製作手順で作成した N 試験体では、スカラップを設けたモデルⅡよりもスカラップを省略したモデルⅢの方が疲労強度が高くなっている。これはスカラップ内の板のギャップ部に生じる局部変形が、スカラップを省略することにより発生しなくなるためであると考えられる。

いずれの試験体においても、Uリブとデッキプレートとの縦方向溶接ルート部から溶接ビードのど厚方向に進展したき裂(Ⅱ-A、Ⅲ-A)が最も早く発生している。このき裂の発生箇所は溶接の施工状態によって応力状態が大きく変化すること、それを外観からは判断できないことなどから、疲労を考える上で特に注意を要する箇所であるといえる。

5. Uリブとデッキプレートとの溶接部の局部応力

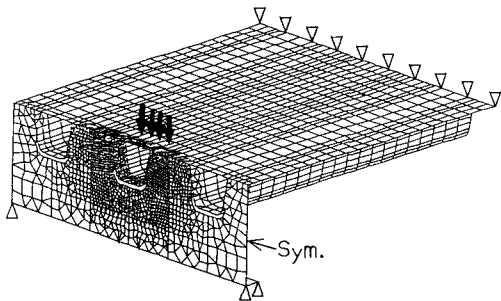
スカラップを省略したディテールにおいて、Uリブとデッキプレートの縦ビード溶接部のルート部からデ

ッキプレートの板厚方向にき裂が生じた。実構造物ではこのき裂の発見は困難であり、極めて危険なき裂であることから、詳細な検討が必要である。しかしこのき裂の発生位置近傍の応力は実測できないことから、FEM解析によってデッキプレートに生じる局部応力状態を調べ、スカラップ省略による影響を検討した。

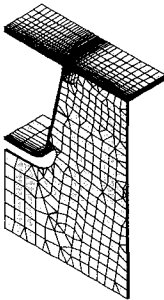
解析において着目したパラメータは、スカラップの有無、デッキプレートとUリブの縦方向溶接のとけ込み深さ、ルートギャップ長である。このような局部構造の応力状態には、溶接ビードの存在が無視できないことから、シェル要素を用いた全体解析を行った後、ズームングを行い、固体要素による局部解析を行った。図—15に解析モデルを示す。全体解析モデルにより得られた節点変位によって、局部解析モデルの切りとり面での境界条件を与えた。シェル要素による全体解析モデルでは溶接ビードが存在せず、局部解析モデルでの溶接ビード部分に与える境界条件を得ることはできないことから、溶接ビードの端面は自由表面としている。しかし溶接ビード近傍の板の端面には境界条件を設定しており、溶接ビード端面を自由表面とすることの影響はほとんどないものと考えられる。

図—16に局部解析モデルの詳細図を示す。局部解析モデルにおいて、ルートギャップがない場合には、Uリブの角部とデッキプレートの接点(図—16に示すA点)は共有節点としている。よってこの点での摩擦の影響は解析にとりこまれていない。

荷重は1 tonfとし、500×200 mmの領域に等分布荷重(10⁻⁵ tonf/mm²)をとって載荷した。シェルモデルによる全体解析の結果、Uリブの真上、すなわちUリブの中心線上に載荷領域の中心を合わせた載荷状態のときにデッキプレートの橋軸直角方向応力が最大となったため、以下の解析はそのような載荷条件のもとに行った。図—17に主応力図の例を示す。デッキプレート下面に



(a) 全体解析モデル



(b) 局部解析モデル

図-15 要素分割図

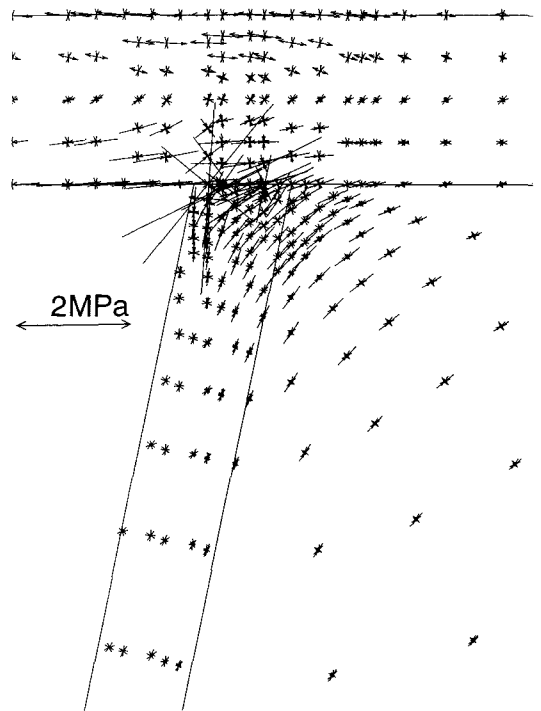


図-17 主応力図

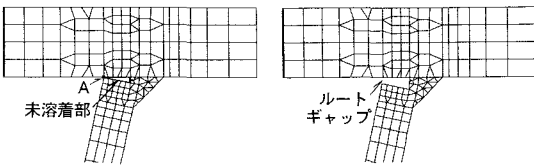


図-16 局部解析モデル詳細図

はデッキプレートの面外曲げによる圧縮応力が生じているが、 U リブとの交差部では、それに加えて鉛直方向の高い圧縮応力が生じている。これはデッキプレート上の荷重が溶接部を通じて U リブに伝達されることによって生じるものである。

図-18 はスカラップ ($R=35\text{ mm}$) を設けたディテールにおいて、溶接とけ込み長を変化させたときのデッキプレート下面の最小主応力 (絶対値最大) の変化を示したものである。応力のピーク値はデッキプレートと U リブ角部の接触点に生じており、その値はとけ込みが深くなるにつれて減少している。完全にとけ込ませた場合には、最もとけ込みが浅い場合と比較して主応力のピーク値が6割程度に減少している。

図-19 はスカラップを省略したディテールの、デッキプレート下面の主応力分布を示したものである。この場合にも応力のピーク値はデッキプレートと U リブ角部の接触点に生じている。スカラップを省略した場合、主応力のピーク値はスカラップがある場合よりも増加しており、これはスカラップを省略することによってデ

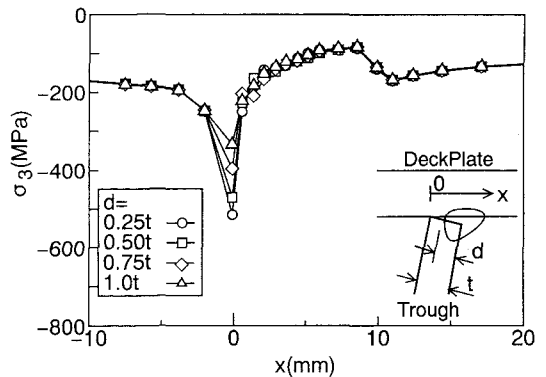
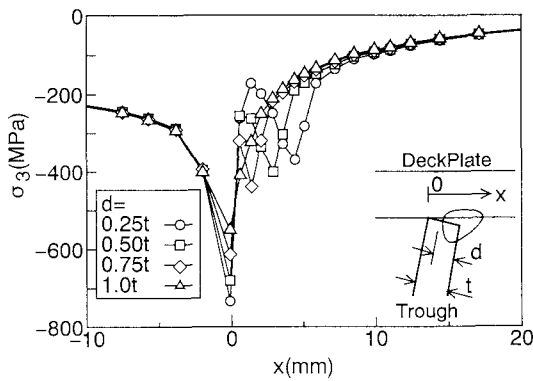


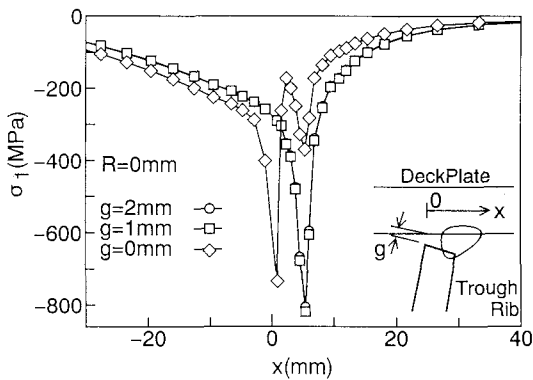
図-18 スカラップ ($R=35\text{ mm}$) がある場合の主応力分布

ッキプレートの面外曲げに対する拘束が強くなるため、この位置に変形が集中するためであると考えられる。スカラップを省略した場合についてもとけ込み深さが深くなるほど主応力のピーク値は減少している。現行ディテールに最も近いと思われるスカラップ 35 mm でとけ込み深さ 0.25 t の場合と、スカラップを省略して完全とけ込みを行った場合とでは応力のピーク値はほぼ同程度であることから、スカラップを省略した場合には、完全とけ込みとすることによって局部応力の大きさを現行ディテールと同程度に抑えることができることがわかる。

図-20 はスカラップを省略し、とけ込み深さを 0.25 t



図—19 スカラップがない場合の主応力分布



図—20 ルートギャップの大きさによる主応力の変化

とした場合について、ルートギャップを変化させた場合の主応力分布の変化を示したものである。ギャップが存在する場合には主応力のピークが溶接ルート部で生じるようになるが、その値はルートギャップがない場合とほぼ同等である。すなわちスカラップを省略した場合、とけ込みが浅い場合にはルートギャップの有無によらず高い局部応力が発生することから、この溶接は全面とけ込み溶接とするのが望ましいといえる。

以上より、上側のスカラップを省略することによりスカラップ始末端近傍での疲労き裂の発生を防止できること、その際にはデッキプレートとUリブの縦方向溶接部のルート部付近の局部応力が高くなるが、この溶接を全面とけ込み溶接とすることによりスカラップを設けた場合の同位置での局部応力と同程度まで応力を減らすことができることが明らかとなった。すなわち、デッキプレートとUリブの溶接部を完全とけ込み溶接とし、上側のスカラップを省略するディテールが疲労に対して最も抵抗力のあるディテールであるといえる。

6. まとめ

鋼床版横リブウェブに生じる面外変形挙動を実験的に再現するため、3本の荷重ジャッキを用いて橋上を通過する移動荷重をシミュレートする荷重システムを構築し、実寸大試験体を用いた静的荷重試験および疲労試験を行った。

- (1) 縦リブ・横リブ交差部のスカラップ周りでは膜応力成分と面外曲げ応力成分が同程度生じる。
- (2) 縦リブ・横リブ交差部の下側スカラップ周りでは膜応力よりも大きな面外曲げ応力が発生する。横リブウェブの膜応力成分が最大となるのは、横リブ直上から橋軸方向に10 cm程度離れた位置までの間に荷重した場合であり、横リブの面外曲げ応力成分が最大になるのは、荷重を横リブ直上から50 cm程度離れた位置に荷重した場合である。また橋軸直角方向については、縦リブウェブ直上に荷重板の中心をおいた場合に応力が最大となる。
- (3) 縦リブ・横リブ交差部において、デッキプレート-縦リブ溶接部に欠陥が存在する場合、疲労強度は著しく低下する。
- (4) 縦リブ・横リブ交差部の疲労に対しては、横リブの面外変形よりも面内変形による影響の方が大きく、その影響を特に大きく受ける上側スカラップ周辺が弱点となる。
- (5) 縦リブ・横リブ交差部において、上側のスカラップを設けたディテールと省略したディテールでは、スカラップを省略したものの方が疲労強度が高い。
- (6) 上側のスカラップを省略した場合、デッキプレートと縦リブの縦方向溶接ルート部付近の応力は増加する。しかし、デッキプレートとUリブの縦方向溶接を完全とけ込みとすれば、局部応力のピーク値をスカラップを設けたディテールと同等まで抑えることができる。

参考文献

- 1) R. Wolchuk : Lessons from weld cracks in orthotropic decks on three european bridges, *Journal of Structural Engineering*, Vol.116, No.1, 1990.
- 2) R. Wolchuk : Orthotropic redecking of bridges on the north American continent, *Structural Engineering International*, Vol.2, 1992.
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説, 1980.
- 4) British Standards Institution : BS 5400, steel concrete and composite bridges, part 10. code of practice for fatigue, 1979.
- 5) 土木学会鋼構造委員会鋼床版の疲労小委員会：鋼床版の疲労. 土木学会論文集, No.F-12, 1989.
- 6) 土木学会鋼構造委員会鋼床版の疲労小委員会：鋼床版の疲労. Technical Report, 土木学会, 1990.
- 7) 三木千寿, 館石和雄, 高木千太郎：鋼床版縦リブ・横リ

- ブ交差部の応力実測とその分析. 構造工学論文集, Vol. 37 A, 1991.
- 8) TRRL Report Supplementary Report 84 UC : Fatigue of welded joints loaded in bending, Technical report, Transport and Road Research Laboratory, 1974.
- 9) 藤原 稔, 村越 潤, 田中良樹: 鋼床版横リブのスリット周辺部の疲労強度, 構造工学論文集, Vol. 37 A, 1991.
- 10) 岩崎雅紀, 寺尾圭史, 深沢 誠: 開断面縦リブを使用した鋼床版横リブの疲労損傷防止検討. 構造工学論文集, Vol. 38 A, 1992.
- 11) R. Wolchuk and A. Ostapenko : Secondary stress in closed orthotropic deck ribs at floor beams, *Journal of Structural Engineering*, Vol.118, No.2, 1992.

(1994. 6. 2 受付)

LOCAL STRESS AND FATIGUE STRENGTH OF THE JOINT BETWEEN LONGITUDINAL AND TRANSVERSE RIBS IN ORTHOTROPIC STEEL DECK PLATE

Chitoshi MIKI, Kazuo TATEISHI, Atsushi OKUKAWA and Yuji FUJII

Local stress properties and fatigue strength of the joint between longitudinal and transverse ribs in orthotropic steel deck plate were investigated experimentally. In order to induce the out-of-plane deformation to the web of transverse rib, loading system which can simulate the passing load was built using three loading jacks. The results of stress measurements and fatigue tests showed that the crossing detail without scallops on the deck plate side had lower local stress and longer fatigue life than that with scallops.