

第2章 鋼床版の構造諸元とデッキプレート貫通き裂との関係に対する解析的検討

2.1 はじめに

外観からの目視点検では検出が困難な鋼床版のデッキプレートとトラフリブの縦溶接部に生じるデッキプレート貫通き裂の調査を膨大な数の鋼床版橋梁に対して効率的に行うためには、その緊急性や発生の可能性について何らかの条件で差別化して優先度を絞り込むことが不可欠である。

前章では、実際にデッキプレート貫通き裂を生じた橋梁の構造諸元やき裂と何らかの関係がある可能性のある交通量や舗装の損傷状況などについて整理するとともに、既設の鋼床版橋梁に構造的な特徴の観点からどのような種類があり、それぞれの使用実績について主として量的な観点から整理を行った。その結果、種々の構造的条件等を特定することで調査対象をある程度絞り込める可能性があることがわかった。

本章では、構造条件の差異に着目して鋼床版の主として応力的な観点からその特徴について明らかにするために FEM 解析を実施した。

デッキプレート貫通き裂を生じさせる可能性のある応力性状とそれらを左右する鋼床版橋梁の構造的条件との関係が特定できれば、具体的に調査対象橋梁の絞り込みと合理的な調査方法の検討に資するものと考えられる。

鋼床版のデッキプレートとトラフリブの縦方向溶接部の応力性状に着目した場合、この部位は以下の 3 つの異なる構造部材としての機能に対応した作用を受け持ち、結果として複雑な応力性状となっているものと考えられる。

①橋梁の主げたの上フランジとしての作用（以下「Ⅰ系」という）

②剛な主げたに支持された床版部材（床版直交異方性版）としての作用（以下「Ⅱ系」という）

③トラフリブ、横リブ、デッキプレートからなる梁部材として直上あるいは直近に載荷される輪荷重の影響による作用（以下「Ⅲ系」という）

Ⅰ系やⅡ系による影響は、通常の鋼床版橋梁の耐荷力に対する設計計算では、骨組みモデルと FSM 解析等の組み合わせなどの一般的な方法によって算出され、トラフリブとデッキプレートおよびその接合部などの局所的な応力性状については詳細に考慮されることなく主げた断面としての板厚決定や床版全体としての部材耐荷力を満足するデッキプレート厚さやトラフリブの寸法諸元等に反映される。

一方、鋼床版のデッキプレート周りの溶接部（横リブとデッキプレートの接合部、トラフリブとデッキプレートの縦方向溶接継ぎ手部）の疲労耐久性上支配的となるのは、Ⅱ系やⅢ系の作用によって複雑に変化する溶接線各部の局所的な応力性状であると考えられる。

しかし、これらについては通常の設計計算では個別に考慮することが困難であることなどから算出されることなく、道路橋示方書においても経験的に疲労耐久性により優れると考えられる構造細目を規定している。

ここでは、Ⅱ系とⅢ系の作用に着目して、デッキプレート周りの溶接部に生じる応力性状について FEM 解析を行い、輪荷重の条件や板厚など鋼床版の構造諸元等との関係について把握することとした。

なお、この部位の発生応力には、鋼床版の構造諸元以外に溶接形状、季節によるアスファルト舗装剛性の変化や輪荷重の大きさ、輪荷重の設置面積とその形状、走行位置、など極めて多岐にわたる要因が関連し、さらにそのそれぞれが実構造物では大きなばらつきをもっている。そのため本検討ではそれらについては標準的な条件を設定して検討を行っている。

2.2 解析方法

(1) 概要

鋼床版の諸元に着目した解析に先立ち、解析モデルの妥当性の確認と载荷条件の設定のために事前解析を行った。

図 2.2-1 に示すような一般的な鋼床版鈹げた橋の 2 パネル分（橋軸方向に 5 m）を取り出したモデルで、構造詳細は疲労指針^{2.1)}の適用の範囲を満足するように設定し、デッキプレート厚 12mm、横リブ間隔 2500mm、主げた間隔は横断面にトラフリブを 5 本配置した 3280mm、主げたウェブと隣接するトラフリブの間隔については 200mm とした。事前解析は、トラフリブ板厚 6 mm (U320×240×6) の G2、G3 間を対象に検討した。

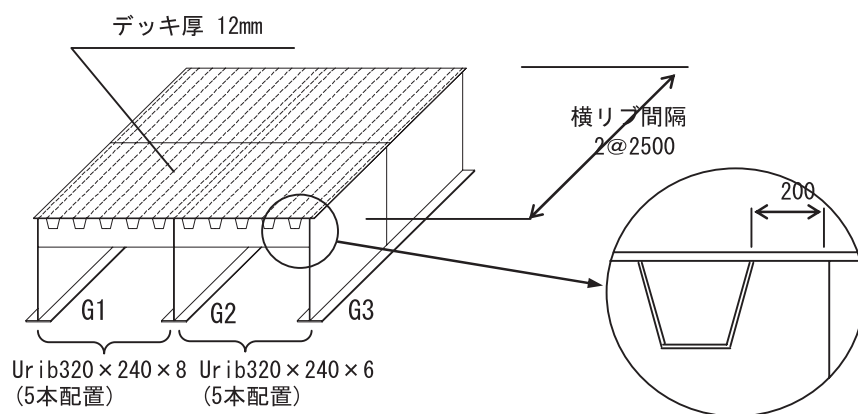


図 2.2-1 解析モデル概要図

(2) 解析モデル

解析モデルは、輪荷重によるデッキプレートの面外曲げ変形やトラフリブの断面変形などに起因する変動応力（主に面外曲げ応力）を評価できるように、対象構造をシェル要素によりモデル化（以下「鋼床版パネルモデル」という。）して有限要素解析（以下「FEM解析」という。）を行った。図 2.2-2～2.2-3 に解析モデル図を示す。FEM解析には汎用 FEM解析プログラム COSMOSM Ver2.9 を使用する。

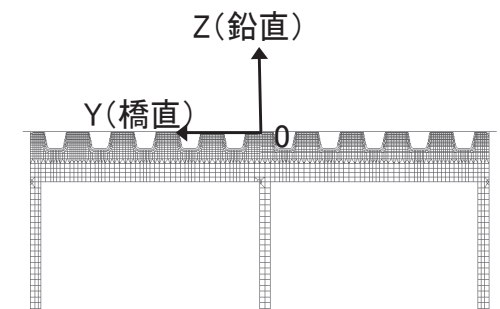


図 2.2-2 解析モデル

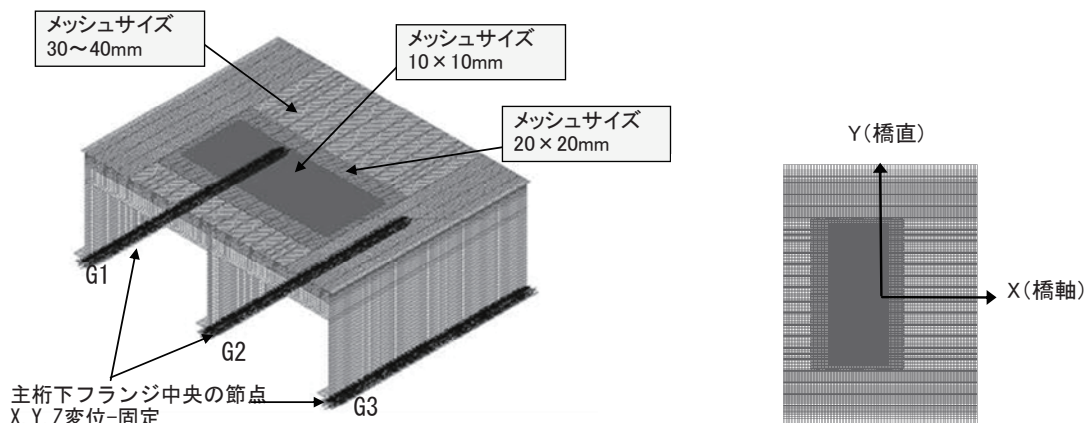


図 2.2-3 メッシュサイズと支持条件

(3) 載荷荷重

載荷荷重は、本研究の主たる着目が、デッキプレートとトラフリブの縦方向溶接であることから、**図 2.2-4** に示すとおりダブルタイヤを想定した輪荷重を設定する。荷重強度は $100\text{kN}(=2 \times 50\text{kN})$ とした。

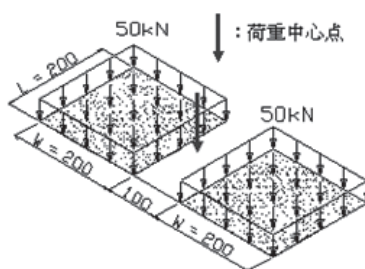
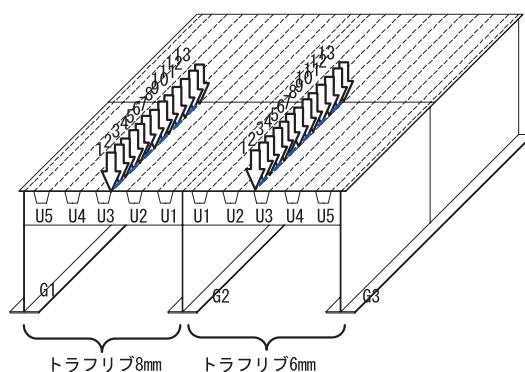


図 2.2-4 載荷荷重

(4) 荷重載荷位置と着目点

橋軸方向の載荷位置及び着目点を、**図 2.2-5** に示す。橋軸方向の載荷位置は、矢印の 1~13 とし、着目点は**図 2.2-6** に示す。トラフリブ支間中央 **A** とトラフリブ横リブの交差部 **B** の 2箇所とした。橋軸直角方向については、**図 2.2-5(c)** に示す。載荷位置、着目位置ともに U3 リブ左側とした。



(a) 荷重中心位置

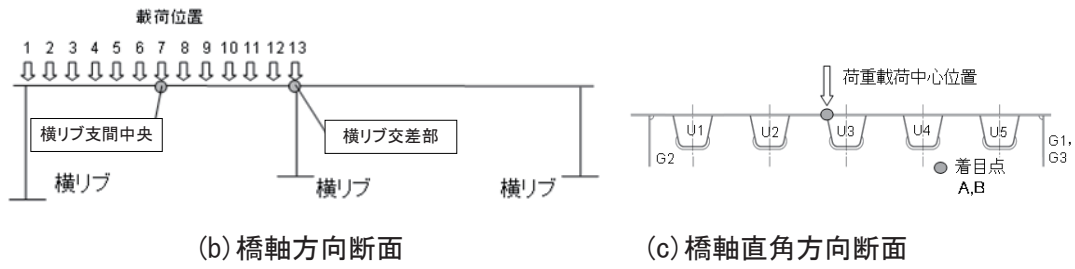


図 2.2-5 荷重載荷位置

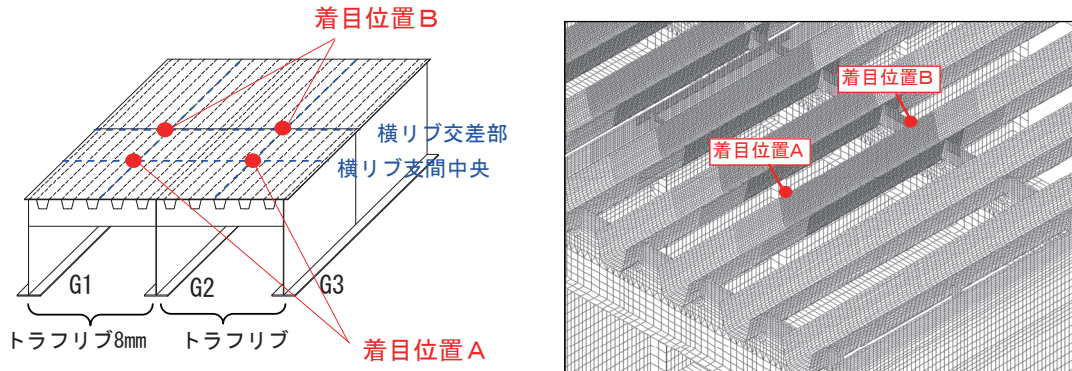


図 2.2-6 着目位置

(5) 応力照査位置

FEM 解析を行い、デッキプレートとトラフリブの溶接部近傍における応力 σ_y (橋軸直角方向直応力) を照査する。着目位置は、図 2.2-7 に示すように、デッキ側溶接止端、ルート部、トラフリブ側溶接止端とする。応力はシェル要素の応力を線形補完して算出する。溶接部近傍における各部位の名称及び応力照査位置を図 2.2-8 に示す。

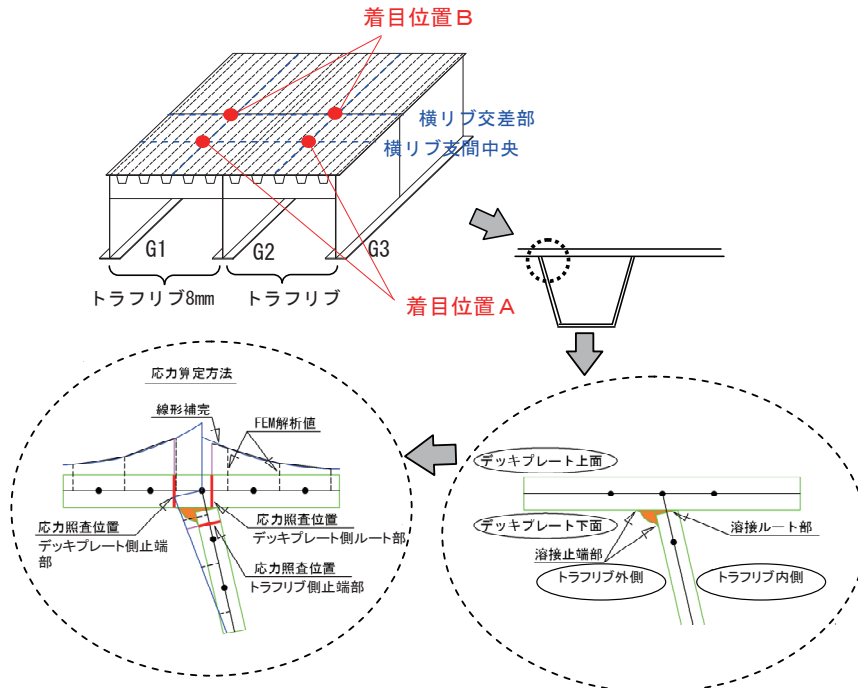


図 2.2-7 応力照査位置

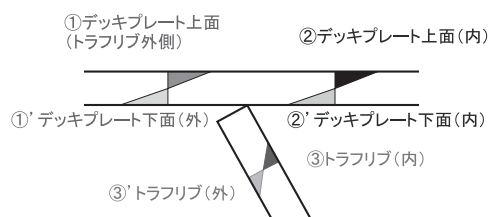


図 2.2-8 応力照査位置の名称

(6) 解析結果

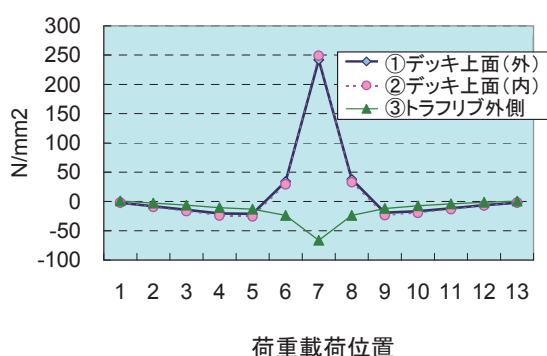
図 2.2-9 及び図 2.2-10 に解析結果を示す。

デッキプレートやトラフリブの応力変化の状況は、設定した荷重位置に応じて把握できしており、応力振幅の算出に必要な変動のピーク値も得られていると考えられ、モデル化と荷重荷重方法については概ね適切なものと考えられる。

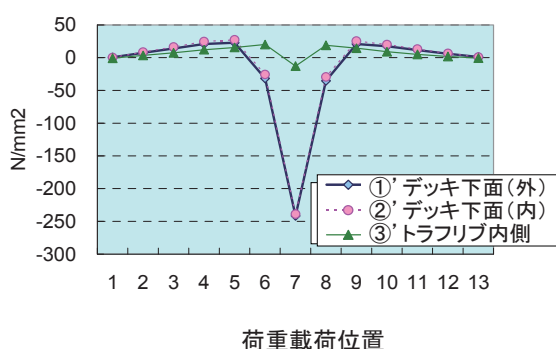
一般部（着目点 A）については、デッキプレートの上面・下面及びトラフリブは、荷重荷重が 7 を通過した際の応力が卓越しており、着目位置 5, 9（支間 1/4 地点あたり）から正負交番していることがわかる。また、デッキプレート上下面平均応力については、ほとんど応力が発生していないことから、骨組解析では算出困難な大きな板曲げが生じていることがわかる。

横リブ交差部（着目点 B）については、デッキプレートの内側の応力の方が、外側の応力よりも大きく、その絶対値についても着目点 A より大きい。また、トラフリブについては、特に内側で応力を負担している。

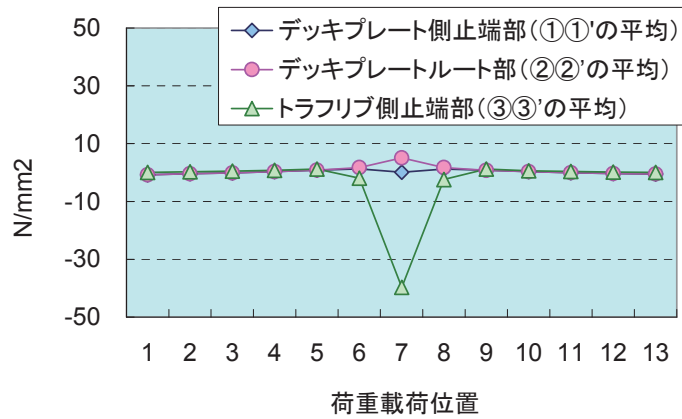
このように、本解析モデルによってトラフリブとデッキプレートの変形の状況や応力変動が概ね適切に把握できると考えられることから、次節以下の検討ではこの解析モデルを用い、橋軸方向の荷重位置は 7 に着目することを基本とした。



(a) デッキプレート上面・トラフ内側

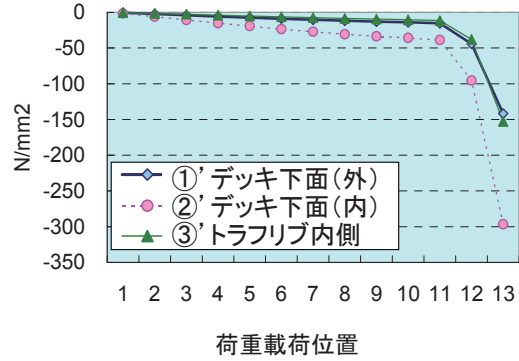
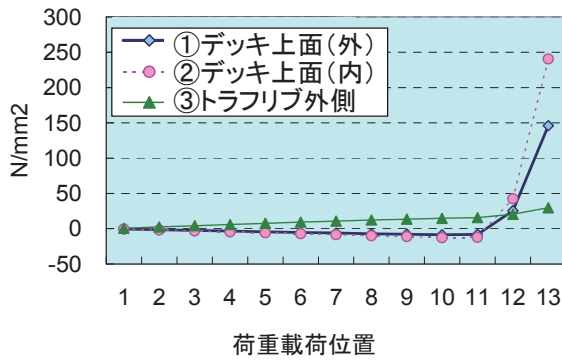


(b) デッキプレート下面・トラフ外側



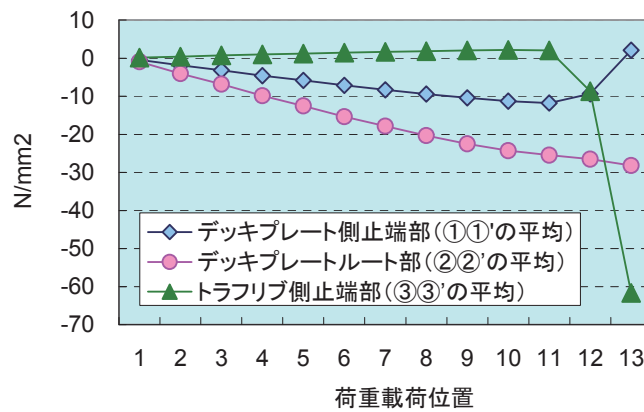
(c) デッキプレート (上下面平均)・トラフリブ (内外面平均)

図 2.2-9 着目点 A



(a) デッキプレート上面・トラフ内側

(b) デッキプレート下面・トラフ外側



(c) デッキプレート (上下面平均)・トラフリブ (内外面平均)

図 2.2-10 着目点 B

2.3 鋼床版の構造諸元に着目した数値解析

2.3.1 概要

(1)解析ケース

2.1 節をふまえ、鋼床版の構造諸元の相違が橋梁の主げたの一部としての作用を除く、床版部材としての挙動やデッキプレート周りの溶接線の局所的な応力性状にどのような影響を及ぼすのかを明らかにする。そのため床版を支持する横リブと主げたの条件のみ固定し、その他の構造諸元を変化させた表 2.3-1 の解析ケースについて FEM 解析を実施し、デッキプレートとトラフリブの溶接線近傍の応力性状に与える影響を確認した。

表 2.3-1 解析ケース

ケース	デッキプレート 板厚 mm	トラフリブ 板厚 mm	床版支間		縦リブ支間 mm	備考
			トラフリブ本数 本	間隔 mm		
1	12	6,8	5	3280	2500	基準ケース
2	14	6,8	5	3280	2500	
3	16	6,8	5	3280	2500	
4	19	6,8	5	3280	2500	
5	22	6,8	5	3280	2500	
6	12	6,8	4	2640	2500	
7	12	6,8	6	3920	2500	
8	12	6,8	5	3280	3000	
9	12	6,8	5	3280	1500	

(2)解析モデル

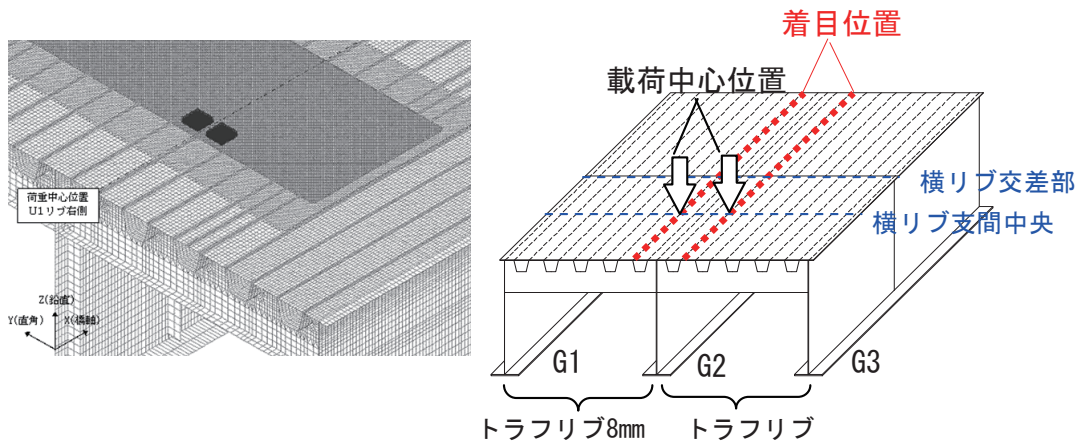
解析モデルは、2.2 と同様、鋼床版パネルモデルとした。

(3)載荷荷重

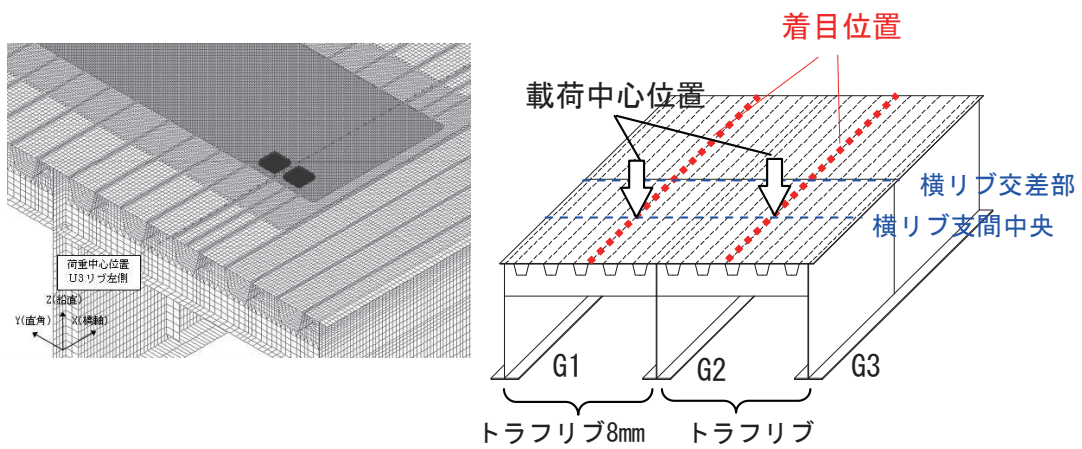
載荷荷重は、2.2 と同様ダブルタイヤを想定した荷重とした。

(4) 荷重位置と着目点

橋軸方向の荷重位置は、2.3の検討結果をふまえ7とした。橋軸方向の着目点は、図2.3-1のとおりに、トラフリブ支間中央Aとした。また、橋軸直角方向については、2つの荷重ケースを設定した。「荷重ケースI」はU1リブ左側への荷重、「荷重ケースII」はU3リブ左側への荷重である。



(a) 荷重ケース I



(b) 荷重ケース II

図 2.3-1 橋軸方向着目点と荷重位置

(5) 着目する応力

着目する応力は、図 2.3-2 に示すとおり、トラフリブ外側のデッキプレート下面要素の、橋軸方向、橋軸直角方向及びその合成応力について評価する。ここで、合成応力 (Y) とは、荷重位置 7 に載荷した際に、着目ラインに発生する最大圧縮応力と最大引張応力の差について橋軸方向及び橋軸直角方向の平均としたものである。合成応力の算出方法を式 2.3-1 に示す。

$$Y = \sqrt{(\sigma_{x\max} - \sigma_{x\min})^2 + (\sigma_{y\max} - \sigma_{y\min})^2} \dots \dots \text{(式 2.3-1)}$$

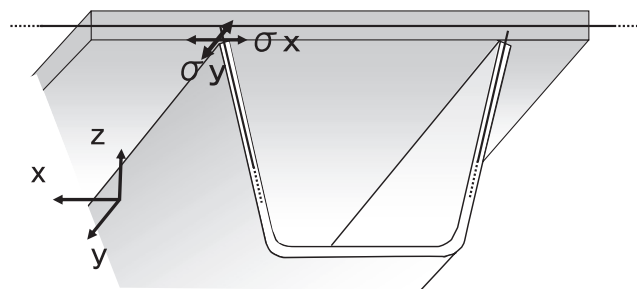
ここで、 Y :合成応力

$\sigma_{x\max}$: 着目ライン上のデッキプレート下面橋軸直角方向の最大引張応力

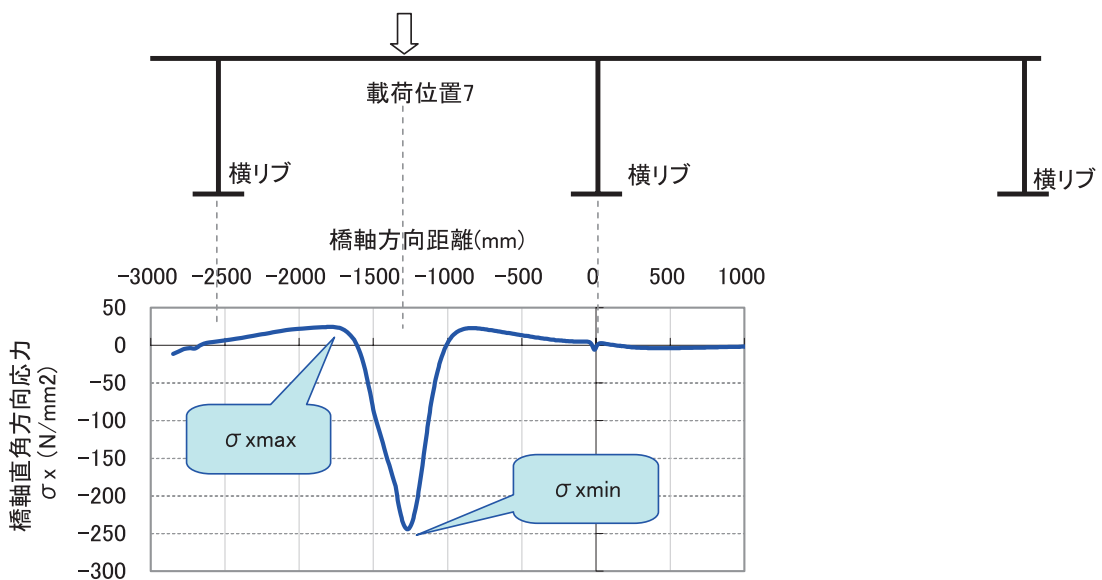
$\sigma_{x\min}$: 着目ライン上のデッキプレート下面橋軸直角方向の最大圧縮応力

$\sigma_{y\max}$: 着目ライン上のデッキプレート下面橋軸方向の最大引張応力

$\sigma_{y\min}$: 着目ライン上のデッキプレート下面橋軸方向の最大圧縮応力



(a) 着目する応力



(b) 最大値、最小値の取り方の例

図 2.3-2 着目する応力

2.3.2 デッキプレートとトラフリブの板厚の影響

(1) 概要

デッキプレートとトラフリブの板厚が溶接部近傍の応力性状に与える影響について検討する。デッキプレートの板厚は、道路橋示方書の最小板厚（12mm）を基本として、それより厚く、採用されることが比較的多いと考えられる 14mm, 16mm, 19mm, 22mm を検討対象とした。トラフリブの板厚は採用実績のほとんどを占める 6mm と 8mm の両方についてデッキプレートのそれぞれの板厚に組み合わせる。

(2) 解析ケース

デッキプレート厚の影響のみを比較するため、床版支間、縦リブ支間は固定する。本項の比較検討に用いた解析ケースは表 2.3-2 のとおり。

表 2.3-2 解析ケース（デッキプレートとトラフリブの板厚の影響）

ケース	デッキプレート 板厚 mm	トラフリブ 板厚 mm	床版支間		縦リブ支間 mm	備考
			トラフリブ本数 本	間隔 mm		
1	12	6,8	5	3280	2500	基準ケース
2	14	6,8	5	3280	2500	
3	16	6,8	5	3280	2500	
4	19	6,8	5	3280	2500	
5	22	6,8	5	3280	2500	

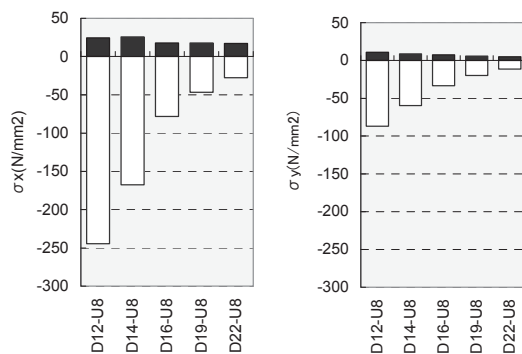
(3) 解析結果

1) 荷重ケース I

荷重ケース I における引張応力及び圧縮応力の最大値を図 2.3-3 及び図 2.3-4 に、デッキプレート下面の応力分布を図 2.3-5 に示す。

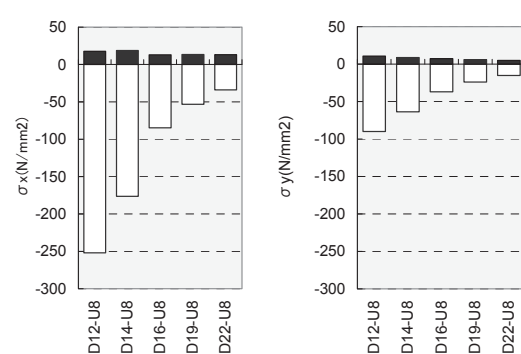
橋軸直角方向の直応力については、トラフリブの厚さ 6mm, 8mm とともに、板厚が厚くなるほど応力範囲が減少している。橋軸方向の直応力についても、トラフリブの厚さ 6mm, 8mm とともにデッキプレートの厚さを厚くするほど応力範囲が減少している。

また、応力振幅についてデッキプレート厚 12mm を 1 としたときの比率を図 2.3-6 及び図 2.3-7 に、橋軸直角方向と橋軸方向の合成応力における比率を図 2.3-8 に示す。これらの結果についてもデッキプレートの厚さの影響は大きいといえる。



(a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向

図 2.3-3 トラフリブ 6mm 直応力



(a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向

図 2.3-4 トラフリブ 8mm 直応力

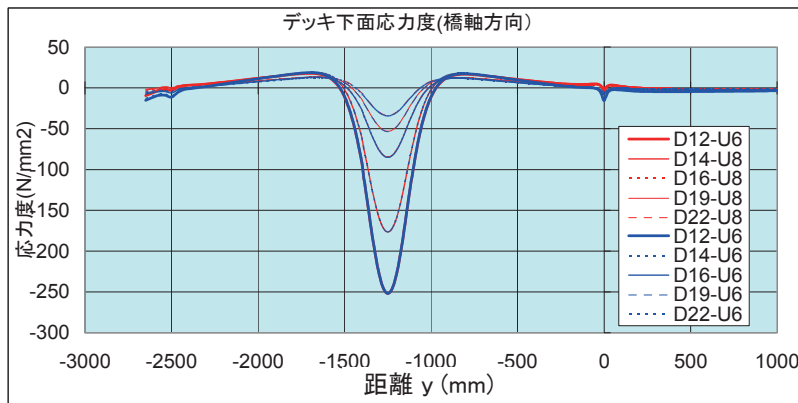
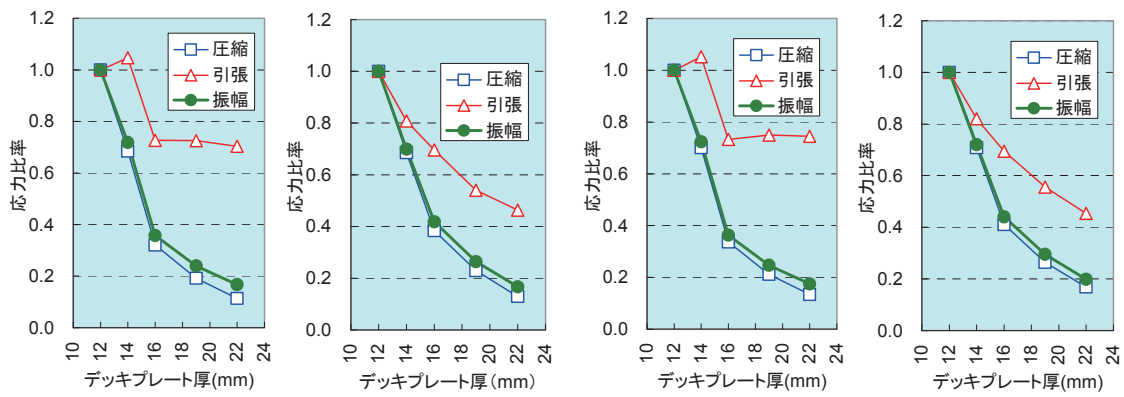


図 2.3-5 デッキプレート下面の応力分布



(a) 橋軸直角方向

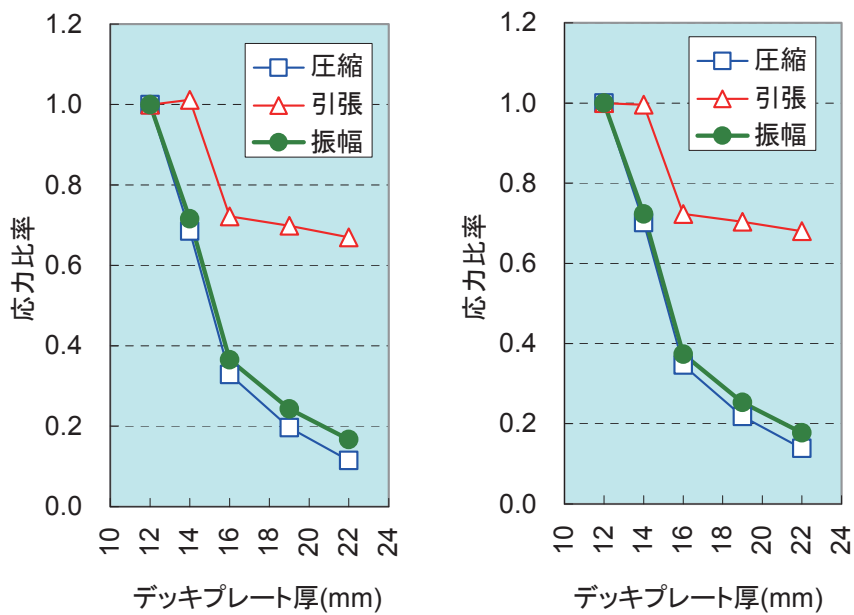
(b) 橋軸方向

(a) 橋軸直角方向

(b) 橋軸方向

図 2.3-6 トラフリブ 6mm 比率

図 2.3-7 トラフリブ 8mm 比率



(a) トラフリブ 6mm

(b) トラフリブ 8mm

図 2.3-8 合成応力の比率

トラフリブの厚さ 6mm と 8mm について橋軸直角方向と橋軸方向の合成応力を、6mm を 1 としたときの比率で比較した結果を図 2.3-9 に示す。引張応力や圧縮応力ともに、デッキプレートの厚さが厚くなるほどトラフリブの影響が大きくなるが、デッキプレートが厚いほど絶対値は小さい。

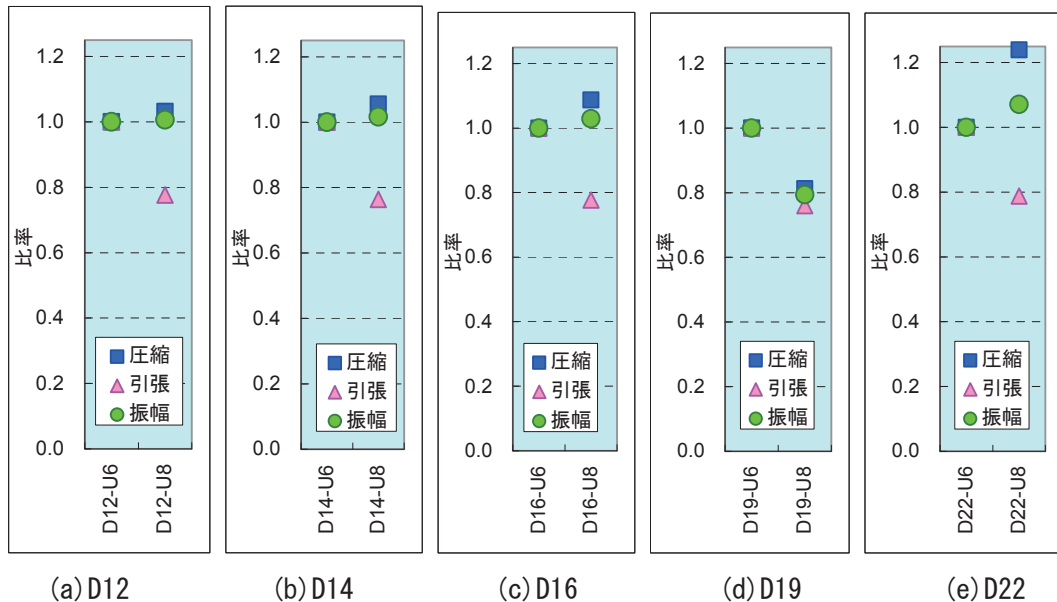


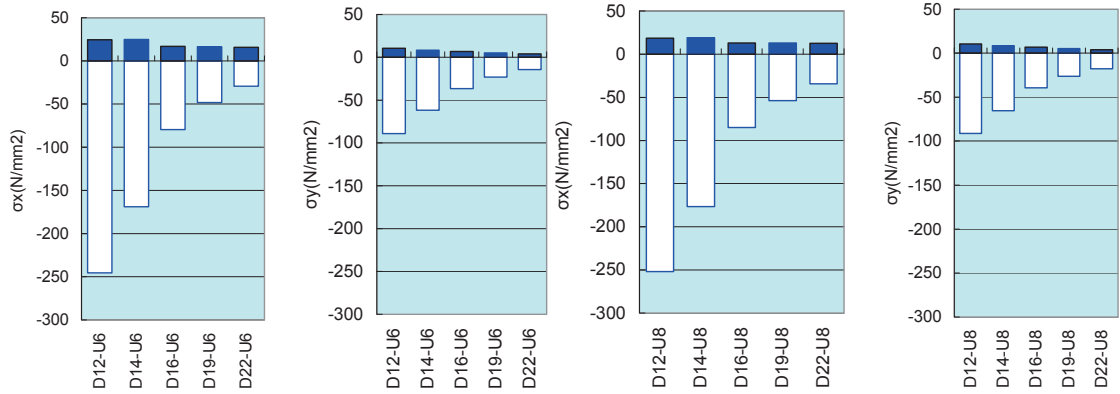
図 2.3-9 荷重ケース I ; トラフリブ厚さ 6mm と 8mm の比較 (合成応力の比率)

2) 荷重ケース II

荷重ケース II における直応力の算出結果を図 2.3-10 及び図 2.3-11 に、デッキプレート下面の応力分布を図 2.3-12 に示す。

橋軸直角方向の直応力については、トラフリブの厚さ 6mm, 8mm とともに、板厚が厚くなるほど応力範囲が減少している。橋軸方向の直応力についても、トラフリブの厚さ 6mm, 8mm とともにデッキプレートの厚さを厚くするほど応力範囲が減少している。

また、応力振幅についてデッキプレート厚 12mm を 1 としたときの比率を図 2.3-13 及び図 2.3-14 に、橋軸直角方向と橋軸方向の合成応力における比率を図 2.3-15 に示す。これらの結果についてもデッキプレートの厚さの影響は大きいといえる。



(a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向 (a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向

図 2.3-10 トラフリブ 6mm 直応力

図 2.3-11 トラフリブ 8mm 直応力

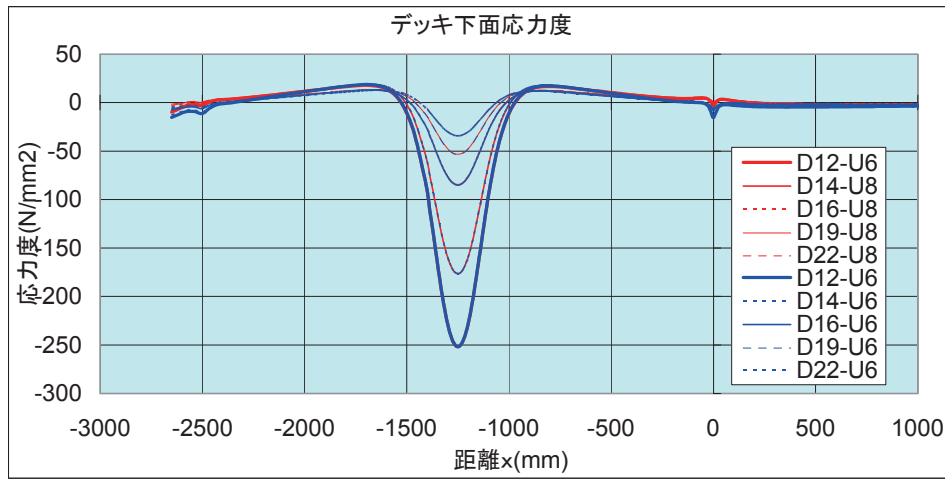
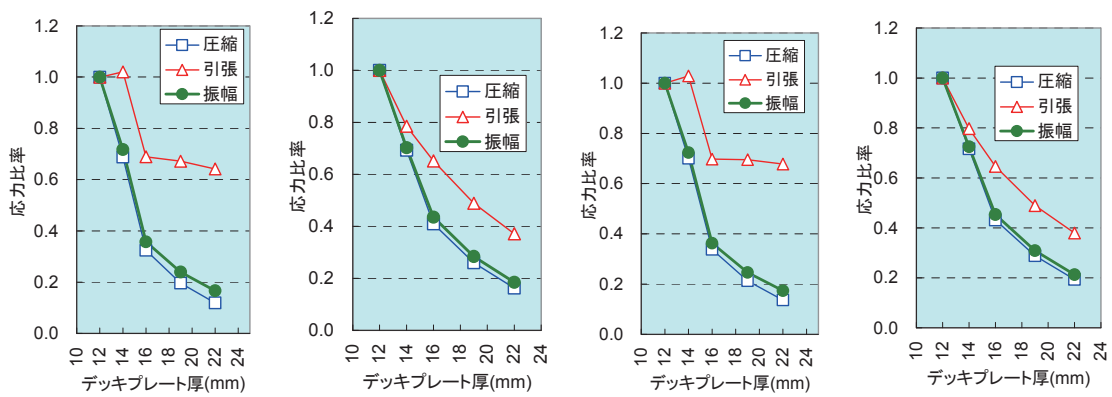


図 2.3-12 デッキプレート下面の応力分布



(a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向 (a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向

図 2.3-13 トラフリブ 6mm 比率

図 2.3-14 トラフリブ 8mm 比率

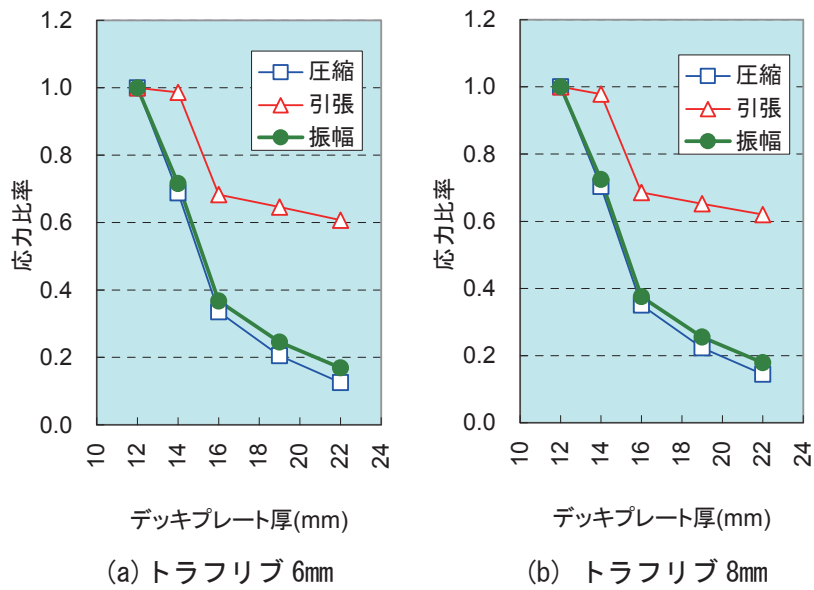


図 2.3-15 合成応力の比率

載荷ケース I と III について、橋軸直角方向と橋軸方向の合成応力を、デッキプレート厚 6mm を 1 としたときの比率で比較した結果を図 2.3-16 に示す。トラフリブ厚 6mm, 8mm ともに載荷ケースによって応力に差がないことがわかる。

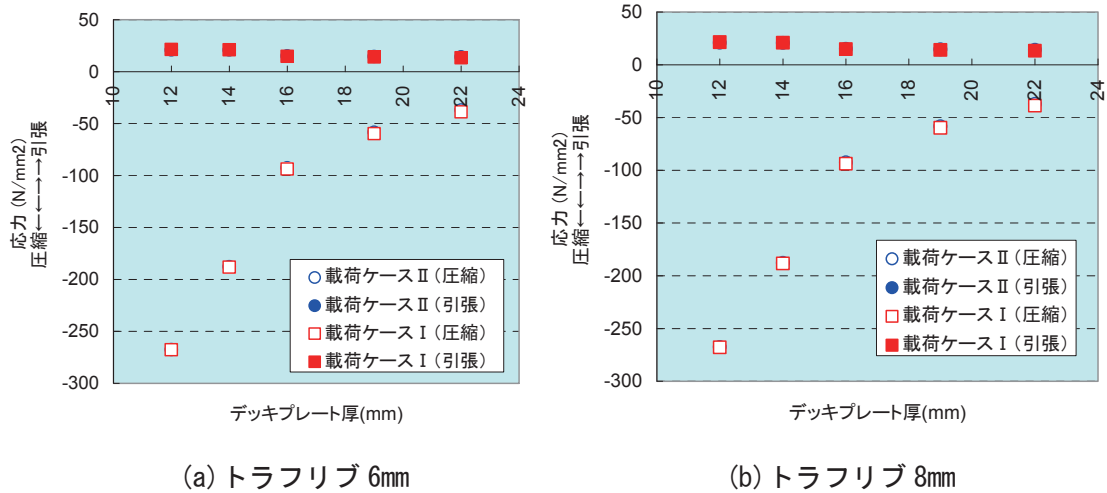


図 2.3-16 載荷ケースの比較 (合成応力)

トラフリブの厚さ 6mm と 8mm について橋軸直角方向と橋軸方向の合成応力を、6mm を 1 としたときの比率で比較した結果を図 2.3-17 に示す。引張応力や圧縮応力ともに、デッキプレートの厚さが厚くなるほどトラフリブの影響が大きくなるが、デッキプレートが厚いほど絶対値は小さい。

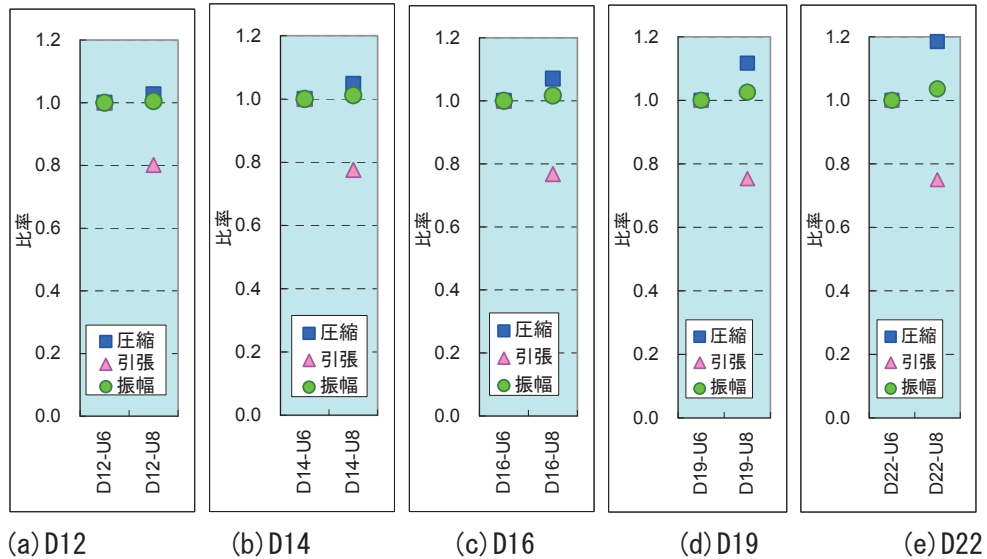


図 2.3-17 载荷ケース II ; トラフリブ厚さ 6mm と 8mm の比較 (合成応力の比率)

3) まとめ

以上より、载荷ケース I, II ともに、応力に大きな差はなく、主げたとの離れの影響はトラフリブとデッキプレートの縦方向溶接部直近に発生する局所的な応力性状には大きな差となって現れないことがわかった。また、輪荷重の移動に伴うトラフリブとデッキプレートの縦方向溶接部の直近の応力振幅に及ぼす影響は、デッキプレート厚の差の影響がトラフリブ厚の差の影響と比べてかなり大きくなることがわかった。

2.3.4 床版支間（主げた間隔）の影響

(1) 概要

床版部材としての剛性の差異が溶接部近傍の応力性状に与える影響について着目し、床版支間を変化させたケースについて比較を行う。デッキプレートの板厚は実際にデッキプレート貫通き裂が多く確認されている 12mm に固定する。縦リブ支間についても代表的な 2500mm に固定する。トラフリブの板厚は採用実績のほとんどを占める 6mm と 8mm の両方について床版支間（トラフリブ本数）の異なる条件に組み合わせる。

(2) 解析ケース

床版支間の差異は、横断面にトラフリブを 5 本配置した主げた間隔（3280mm）を基本として、横断面に配置されるトラフリブ本数を 4,6 本と増減させた床版支間 2640mm,3920mm を検討対象として設定した。

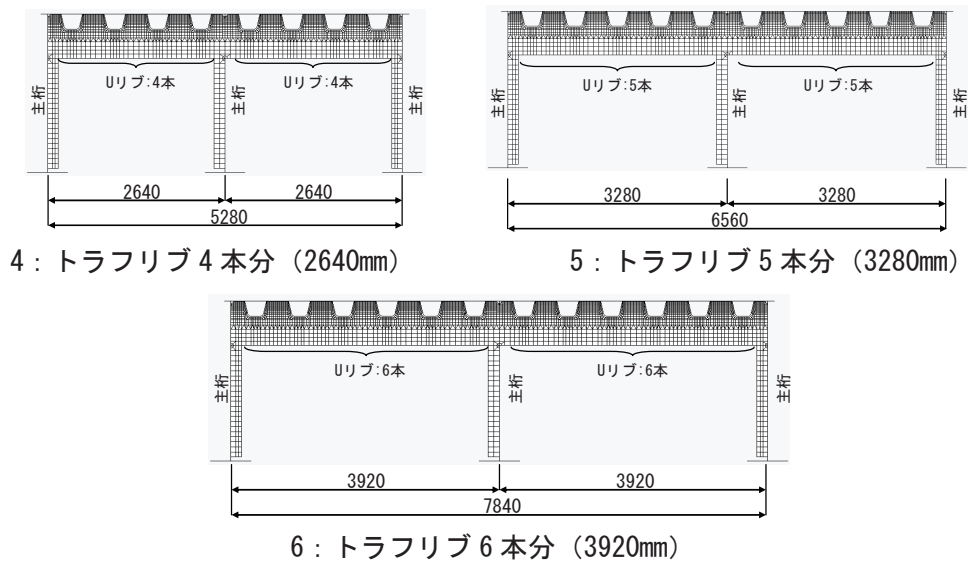


図 2.3-18 主げた間隔

本項の比較検討に用いた解析ケースは表 2.3-3 のとおり。

表 2.3-3 载荷ケース（主げた間隔）

ケース	デッキプレート板厚 mm	主げた間隔		横リブ間隔 mm	主げたと トラフリブ の間隔 mm	備考	図中表記
		Uリブ本数 本	間隔 mm				
1	12	5	3280	2500	200	基準ケース	5(2380)-U6,U8
6	12	4	2640	2500	200		4(2640)-U6,U8
7	12	6	3920	2500	200		6(3920)-U6,U8

(3) 解析結果

1) 载荷ケース I

载荷ケース I における引張応力及び圧縮応力の最大値を図 2.3-19 及び図 2.3-20 に、デッキプレート下面の応力分布を図 2.3-21 に示す。

橋軸直角方向、橋軸方向の直応力いずれにおいて、主げた間隔の影響は小さい。

また、応力振幅について主げた間隔最大のケース 7 (トラフリブ 5 本分(3920mm)) を 1 としたときの比率を図 2.3-22 及び図 2.3-23 に、橋軸直角方向と橋軸方向の合成応力における比率を図 2.3-24, 25 に示す。これらの結果も同様に主げた間隔の影響は小さいといえる。

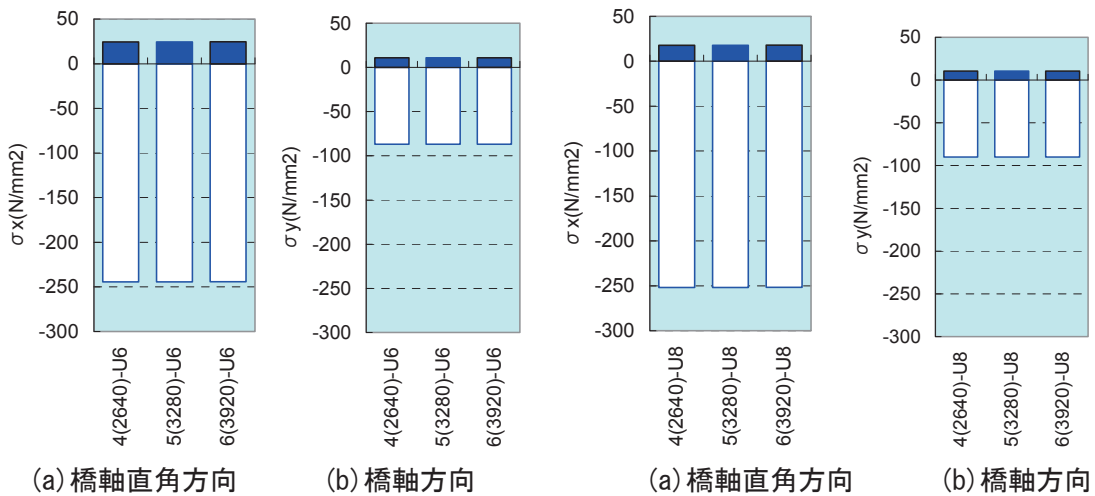


図 2.3-19 トラフリブ 6mm 直応力

図 2.3-20 トラフリブ 8mm 直応力

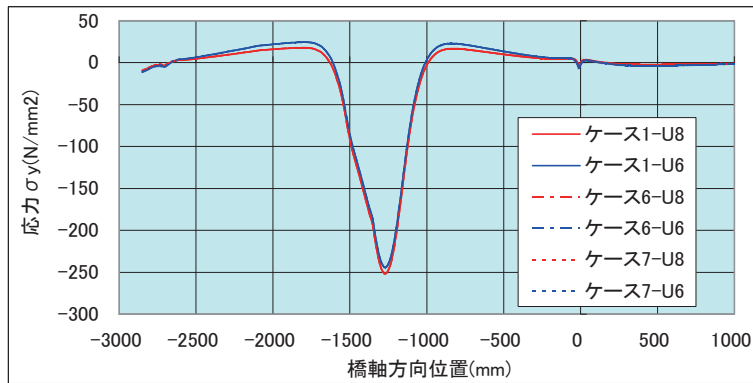
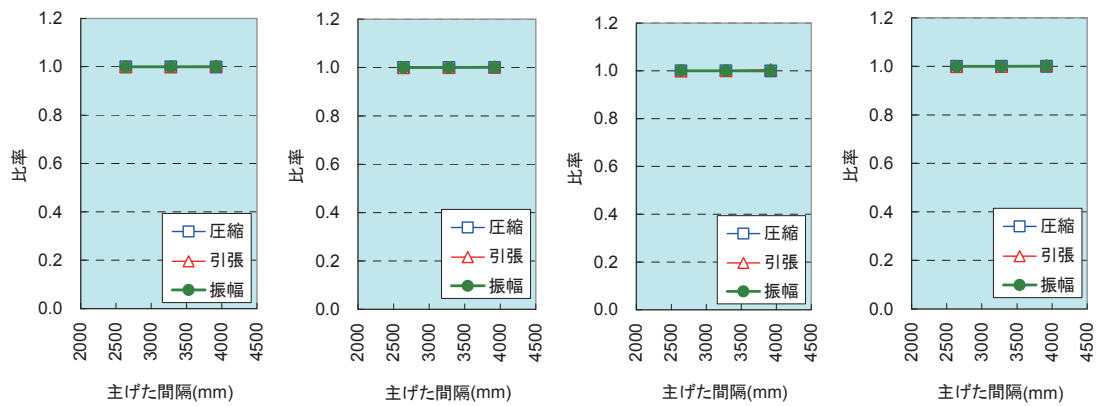


図 2.3-21 トラフリブ厚さ 6mm と 8mm の比較

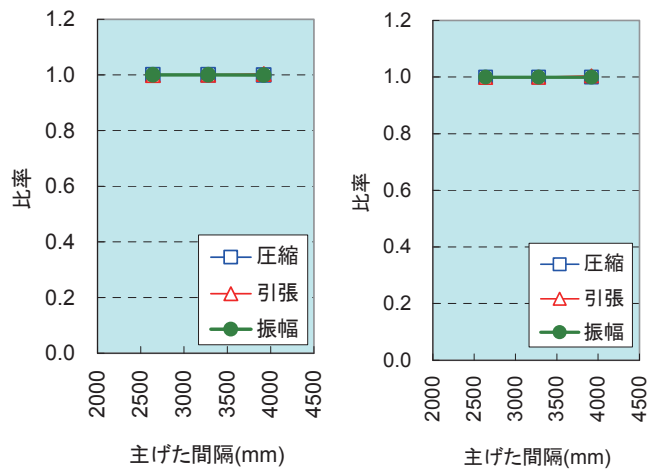


(a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向

図 2.3-22 トラフリブ 6mm 比率

(a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向

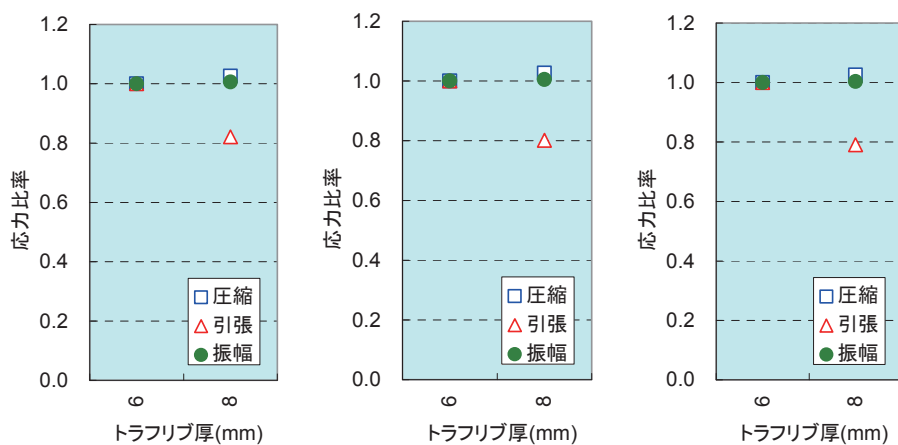
図 2.3-23 トラフリブ 8mm 比率



(a) トラフリブ 6mm

(b) トラフリブ 8mm

図 2.3-24 合成応力の比率



(a) 主げた間隔 2640mm

(b) 主げた間隔 3280mm

(c) 主げた間隔 3920 mm

図 2.3-25 載荷ケース I ; トラフリブ厚さ 6mm と 8mm の比較 (合成応力の比率)

2) 荷重ケースⅡ

荷重ケースⅡにおける直応力の算出結果を図 2.3-26 及び図 2.3-27 に、デッキプレート下面の応力分布を図 2.3-28 に示す。

橋軸直角方向、橋軸方向の直応力いずれにおいて、主げた間隔の影響は小さい。

また、応力振幅について主げた間隔 5（トラフリブ 5 本分(3920mm)）を 1 としたときの比率を図 2.3-29 及び図 2.3-30 に、橋軸直角方向と橋軸方向の合成応力における比率を図 2.3-31～33 に示す。これらの結果も同様に主げた間隔の影響は小さいといえる。

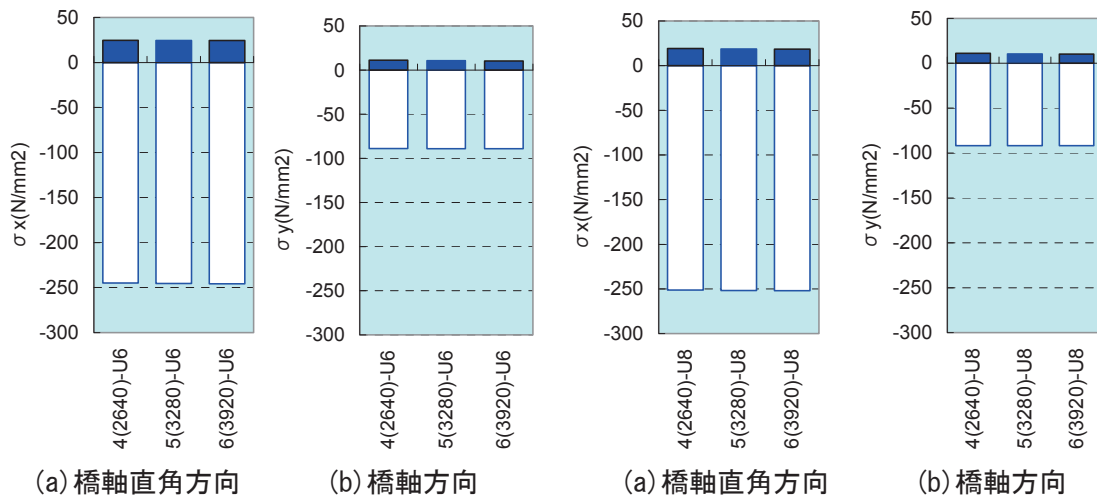


図 2.3-26 トラフリブ 6mm 直応力

図 2.3-27 トラフリブ 8mm 直応力

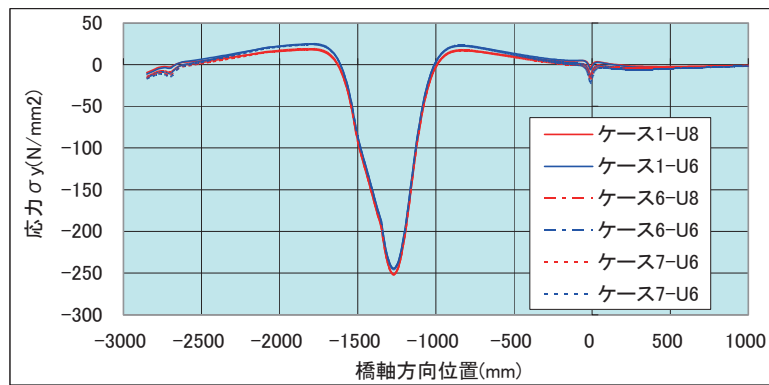
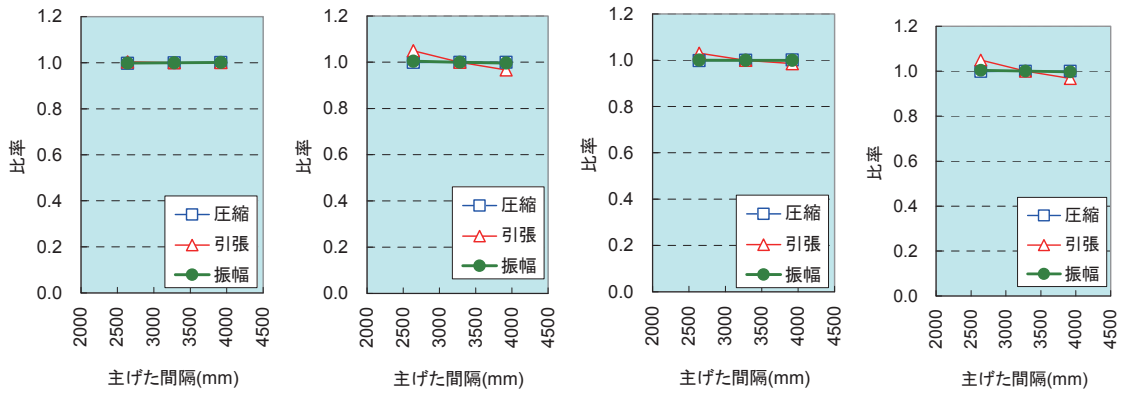


図 2.3-28 トラフリブ厚さ 6mm と 8mm の比較



(a) 橋軸直角方向

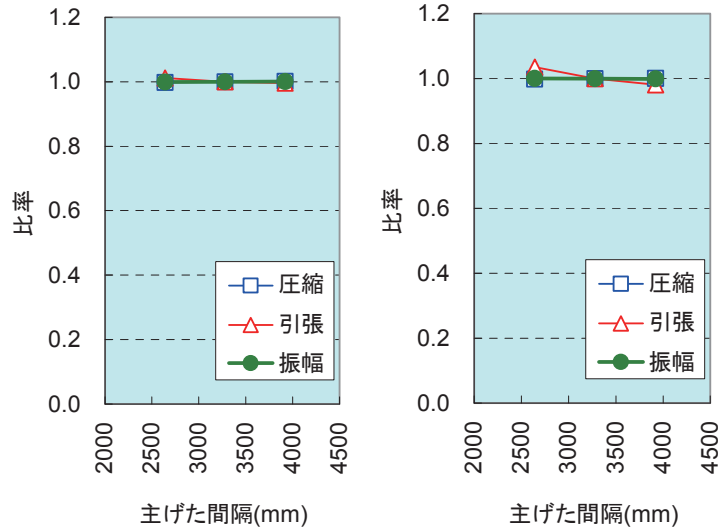
(b) 橋軸方向

図 2.3-29 トラフリブ 6mm 比率

(a) 橋軸直角方向

(b) 橋軸方向

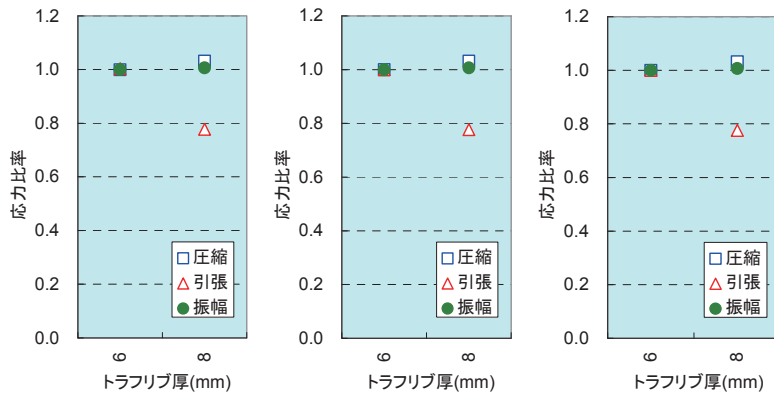
図 2.3-30 トラフリブ 8mm 比率



(a) トラフリブ 6mm

(b) トラフリブ 8mm

図 2.3-31 合成応力の比率



(a) 主げた間隔 2640mm

(b) 主げた間隔 3280mm

(c) 主げた間隔 3920mm

図 2.3-32 載荷ケース II ; トラフリブ厚さ 6mm と 8mm の比較 (合成応力の比率)

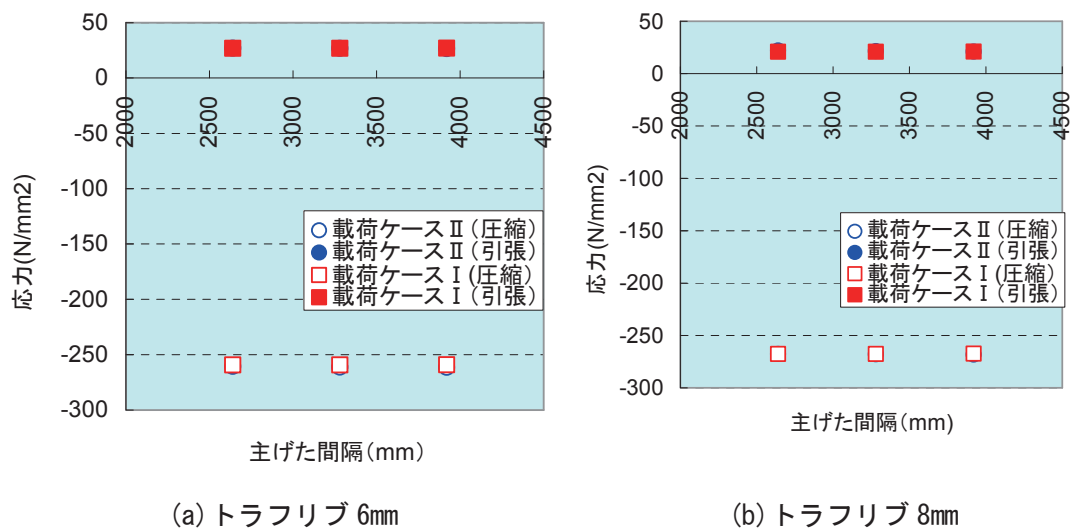


図 2.3-33 荷重ケースの比較 (合成応力)

3) まとめ

以上より、荷重ケース I, II とともに、応力に大きな差はなく、一般的な床版支間 (2.5m ~ 4.0m) で設計される場合、デッキプレート厚と縦リブ支間が同じであれば、床版支間 (トラフリブ本数) の差の影響は、トラフリブとデッキプレートの縦方向溶接部直近に発生する局所的な応力性状には大きな差となりやすいことがわかった。また、トラフリブ 8mm と 6mm の比較では、トラフリブ厚さの差による影響は小さいといえる。

2.3.5 トラフリブ支間（横リブ間隔）の影響

(1) 概要

床版部材としての剛性の差異が溶接部近傍の応力性状に与える影響について着目し、縦リブ（トラフリブ）支間を変化させたケースについて比較を行う。デッキプレートの板厚は実際にデッキプレート貫通き裂が多く確認されている 12mm に固定する。トラフリブの板厚は採用実績のほとんどを占める 6mm と 8mm の両方についてトラフリブ支間の異なる条件に組み合わせる。

(2) 解析ケース

トラフリブ支間は、図 2.5-34 に示すとおりトラフリブ支間標準のケース 1(2500mm)を基準として、桁端部を想定したケース 9(1500mm)，一般的に用いられる最大間隔を想定したケース 8(3000mm)を検討対象とした。

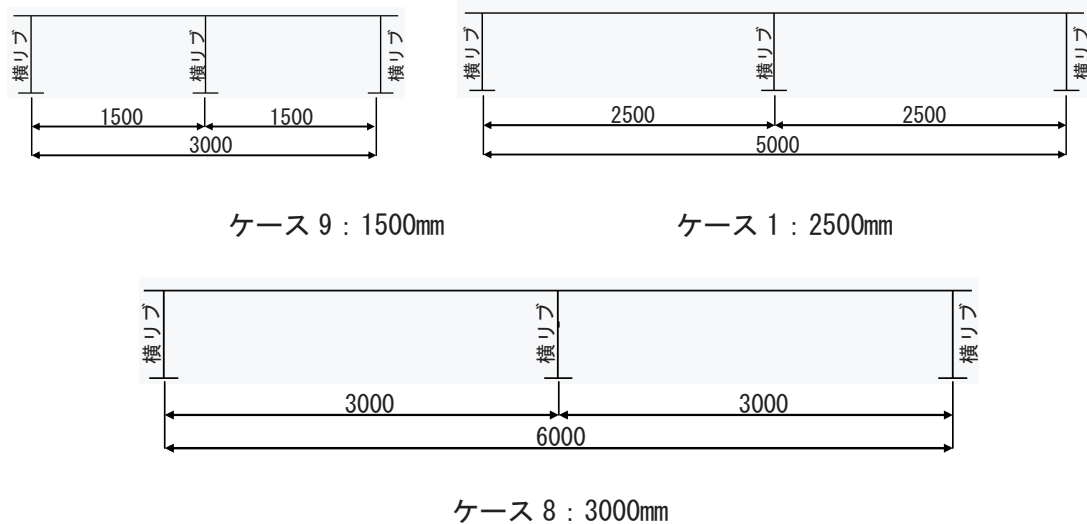


図 2.3-34 トラフリブ支間

本項の比較検討に用いた解析ケースは表 2.3-4 のとおり。

表 2.3-4 解析ケース（トラフリブ支間（横リブ間隔）の影響）

ケース	横リブ間隔 mm	主桁間隔		主桁とUリブ の間隔 mm	デッキプレ ート板厚 mm	備考	図中 標記
		Uリブ本数 本	間隔 mm				
1	2500	5	3280	200	12	基準ケース	C2500-U6,U8
8	3000	5	3280	200	12		C3000-U6,U8
9	1500	5	3280	200	12		C1500-U6,U8

(3) 解析結果

1) 載荷ケース I

載荷ケース I における引張応力及び圧縮応力の最大値を図 2.3-35 及び図 2.3-36 に、デッキプレート下面の応力分布を図 2.3-37 に示す。

橋軸直角方向、橋軸方向の直応力いずれにおいて、トラフリブ支間の影響は小さい。

また、応力振幅についてトラフリブ支間（横リブ間隔）が最大の 2500mm を 1 としたときの比率を図 2.3-38 及び図 2.3-39 に、橋軸直角方向と橋軸方向の合成応力における比率を図 2.3-40, 41 に示す。これらの結果も直応力の比較と同様にトラフリブ支間の影響は小さいといえる。

なお、引張応力の変化率が圧縮応力、応力振幅に比べて卓越しているが、絶対値が小さいことの影響であり、着目部の溶接継手の疲労耐久性の評価には大きな意味をもたない。

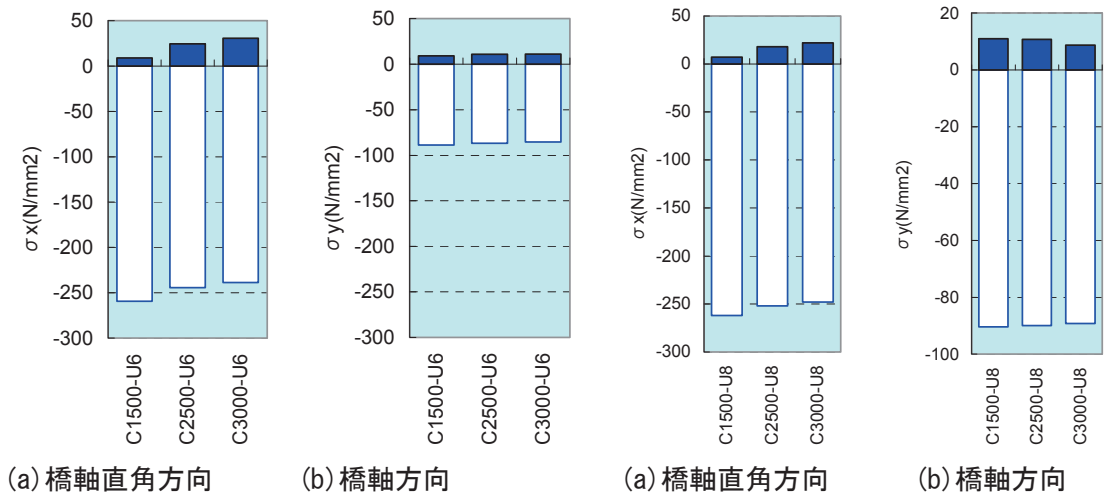


図 2.3-35 トラフリブ 6mm 直応力

図 2.3-36 トラフリブ 8mm 直応力

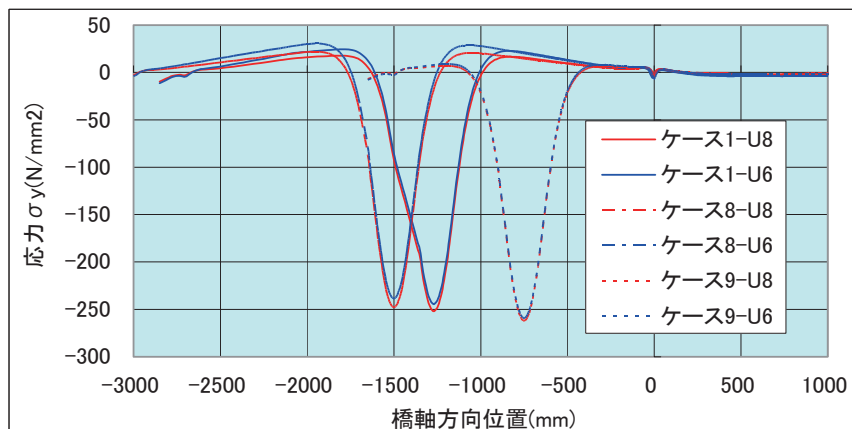
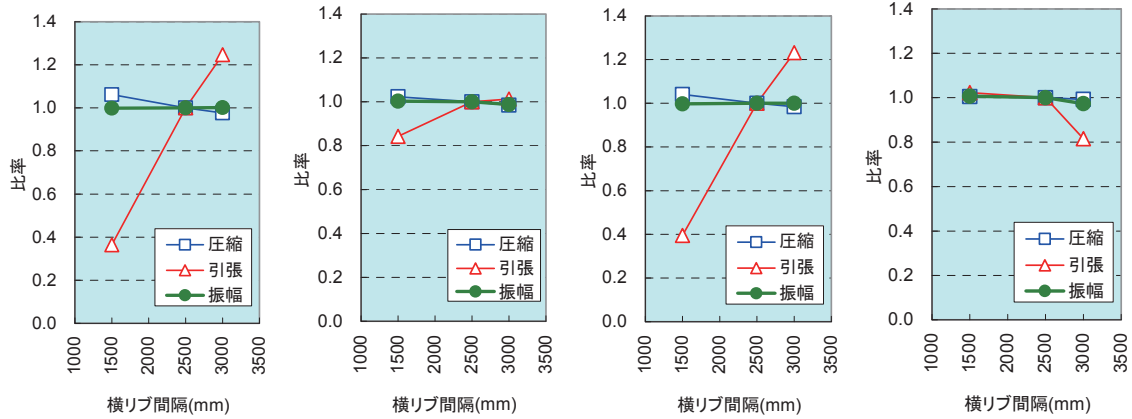
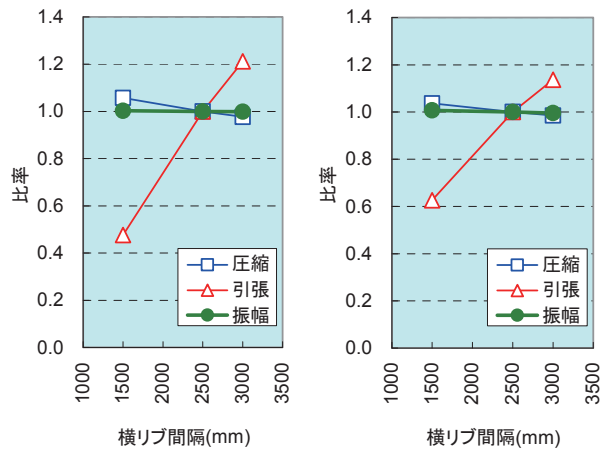


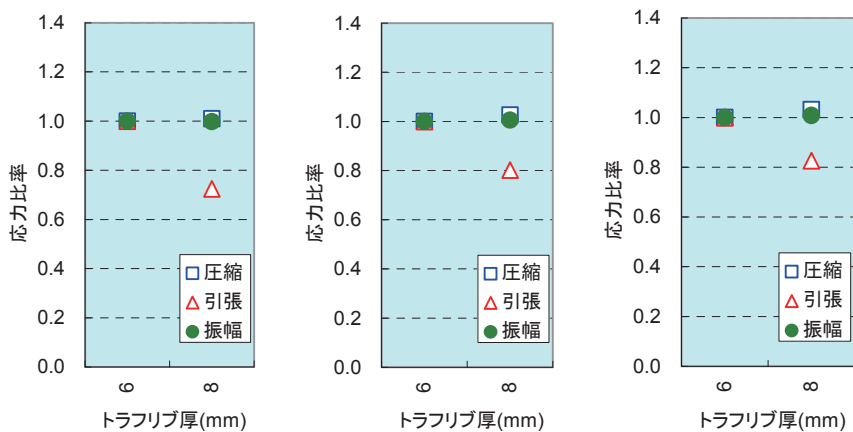
図 2.3-37 デッキプレート下面の応力分布



(a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向 (a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向
 図 2.3-38 トラフリブ 6mm 比率 図 2.3-39 トラフリブ 8mm 比率



(a) トラフリブ 6mm (b) トラフリブ 8mm
 図 2.3-40 合成応力の比率



(a) 横リブ間隔 1500mm (b) 横リブ間隔 2500mm (c) 横リブ間隔 3000mm
 図 2.3-41 载荷ケース I ; トラフリブ厚さ 6mm と 8mm の比較 (合成応力の比率)

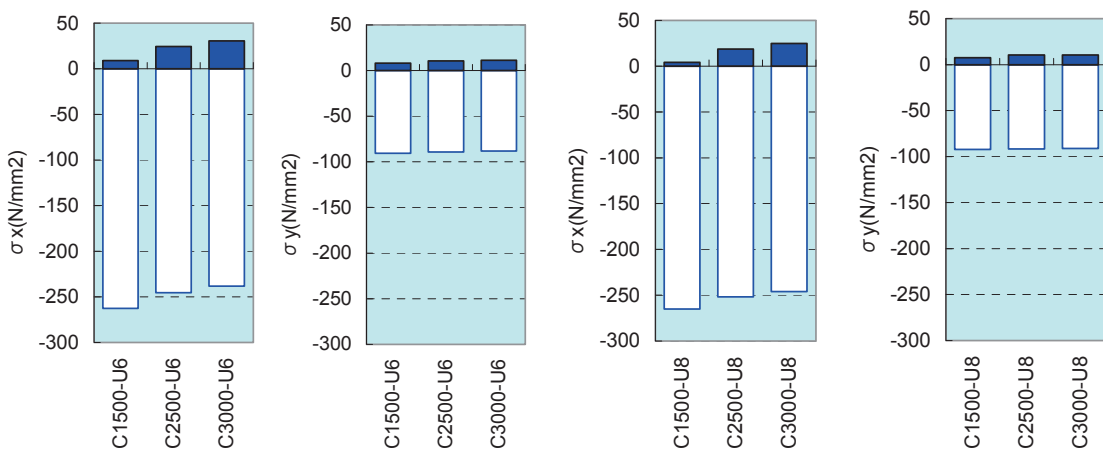
2) 荷重ケースⅡ

荷重ケースⅡにおける引張応力及び圧縮応力の最大値を図 2.3-42 及び図 2.3-43 に、デッキプレート下面の応力分布を図 2.3-44 に示す。

橋軸直角方向、橋軸方向の直応力いずれにおいて、トラフリブ支間の影響は小さい。

また、応力振幅についてトラフリブ支間 2500mm を 1 としたときの比率を図 2.3-45 及び図 2.3-46 に、橋軸直角方向と橋軸方向の合成応力における比率を図 2.3-47~49 に示す。これらの結果も直応力での比較と同様にトラフリブ支間の影響は小さいといえる。

なお、引張応力の変化率が圧縮応力、応力振幅に比べて卓越しているが、絶対値が小さいことの影響であり、着目部の溶接継手の疲労耐久性の評価には大きな意味をもたない。



(a) 橋軸直角方向

(b) 橋軸方向

図 2.3-42 トラフリブ 6mm 直応力

(a) 橋軸直角方向

(b) 橋軸方向

図 2.3-43 トラフリブ 8mm 直応力

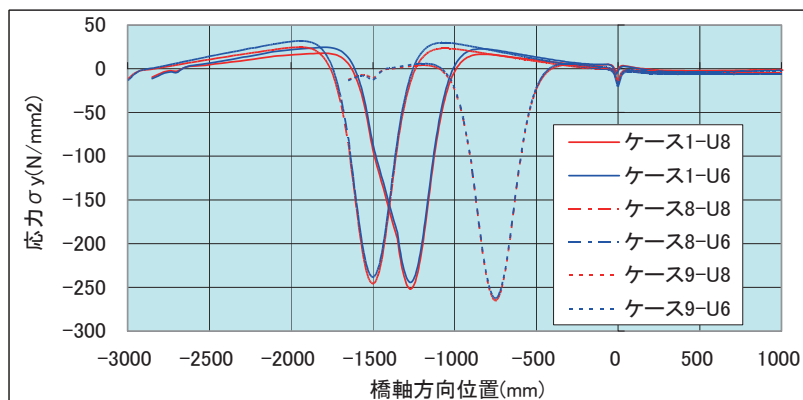
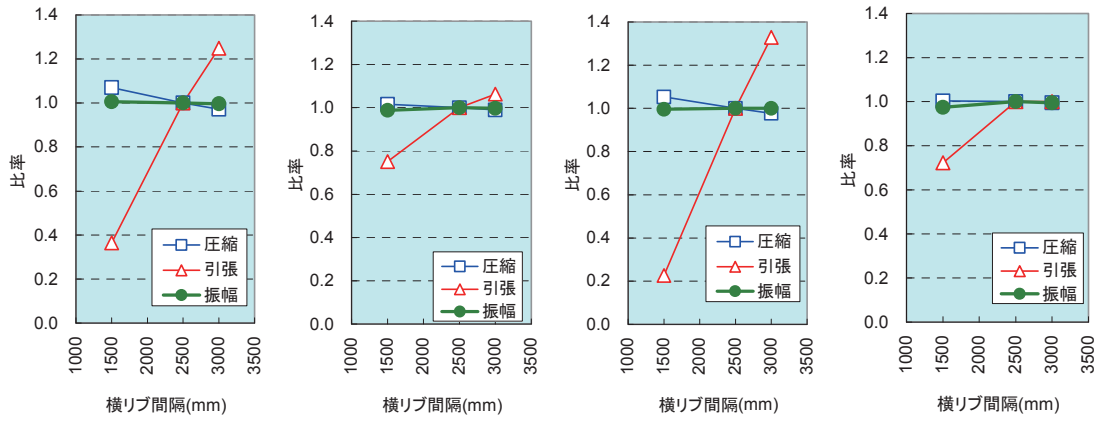


図 2.3-44 デッキプレート下面の応力分布



(a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向 (a) 橋軸直角方向 (b) 橋軸方向

図 2.3-45 トラフリブ 6mm 比率

図 2.3-46 トラフリブ 8mm 比率

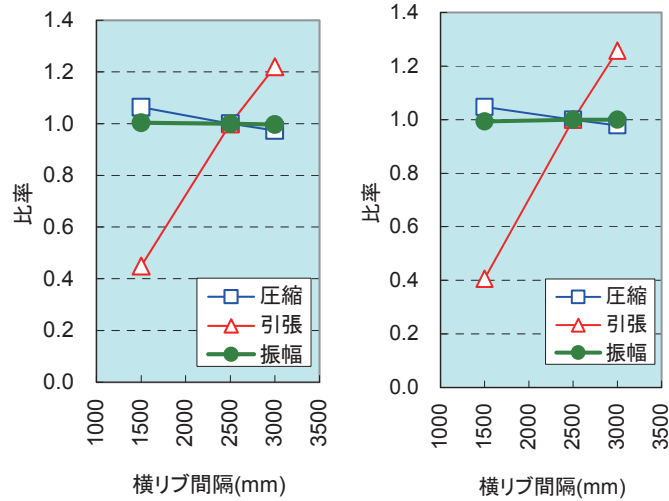
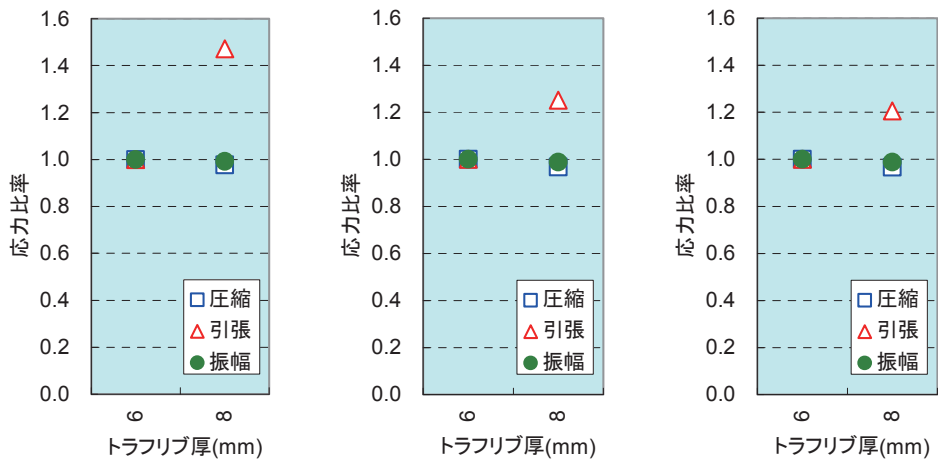


図 2.3-47 合成応力の比率



(a) 横リブ間隔 1500mm (b) 横リブ間隔 2500mm (c) 横リブ間隔 3000mm

図 2.3-48 載荷ケース I ; トラフリブ厚さ 6mm と 8mm の比較 (合成応力の比率)

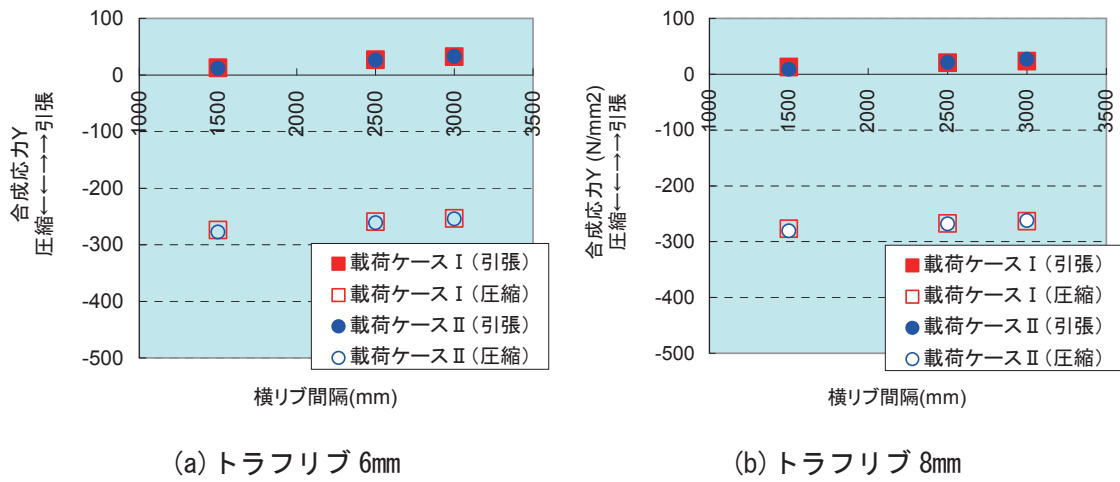


図 2. 3-49 荷重ケースの比較 (合成応力)

3) まとめ

以上より、荷重ケース I, II ともに、トラフリブ支間長が一般的な 1500mm~3000mm の範囲では、支間長の差がトラフリブとデッキプレートの縦方向溶接の直近の局所的な応力性状に及ぼす影響は大きくない。また、トラフリブの板厚が 6mm と 8mm では支間長の差がトラフリブとデッキプレートの縦方向溶接の直近の局所的な応力性状に及ぼす影響は小さい。

2.4 まとめ

ここでは、Ⅱ系とⅢ系の作用に着目して、デッキプレート周りの溶接部に生じる応力性状について FEM 解析を行い、輪荷重の条件や板厚など鋼床版の構造諸元等との関係について把握を試みた。

車両の载荷による直応力の性状をふまえた上で、鋼床版のパネル剛性（デッキプレート厚、床版支間（主げた間隔）、トラフリブ支間（横リブ間隔）をパラメータとしてシェル要素を用いた FEM 解析を実施し、デッキプレートとトラフリブの溶接線近傍の応力性状に与える影響について評価した結果、トラフリブの板厚、床版支間、縦リブ（トラフリブ）支間の相違による影響は小さく、デッキプレート板厚の影響がこれらの影響に対して卓越した。

このことから、デッキプレート貫通き裂の発生に支配的な影響があると考えられる。輪荷重の载荷に伴うデッキプレートとトラフリブの縦方向溶接線の応力性状には、床版パネルとしてのⅡ系の作用よりも、デッキプレート板厚に大きく左右される個々のトラフリブとその直上のデッキプレートの狭い範囲の局所的な現象が支配的にかかわっているものと考えられる。また、デッキプレートの板厚の影響が、トラフリブの板厚の影響より支配的となると考えられる。

【2章参考文献】

- 2.1) (社) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針，平成 14 年 3 月