

## 鋼床版構造の耐久性向上に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）  
 研究期間：平 24～平 27  
 担当チーム：構造物研究グループ  
 研究担当者：村越潤，平野秀一，原田英明

### 【要旨】

道路橋では 2002 年に道路橋示方書に疲労設計を導入するとともに、同時に「鋼道路橋の疲労設計指針」を発刊している。鋼道路橋のうち、鋼床版に関しては構造計算による応力照査が現状では困難なため、疲労指針では、疲労耐久性が確保できる構造詳細を規定している。これらの規定には過去の疲労試験等による知見が反映されてきている。一方で、疲労指針以降、既設橋において顕在化してきた疲労損傷事例があり、その中にはき裂の発見されている構造詳細が、疲労指針の構造詳細と類似の事例も見られている。

本研究では、このような鋼床版の構造詳細を対象として、疲労試験・数値解析による疲労耐久性の評価と構造詳細の検討を行うものである。平成 25 年度は、前年度に続き、FEM 解析による閉断面縦リブと横リブの交差部に設けられるスリット溶接部の構造詳細が溶接部の応力性状に及ぼす影響と改善構造の検討を行うとともに、解析結果を踏まえて製作した部分試験体の疲労試験による疲労性状の検討を行った。

キーワード：鋼道路橋，疲労き裂，鋼床版，閉断面縦リブ，横リブ

### 1. はじめに

道路橋では 2002 年に道路橋示方書<sup>1)</sup>（以下、道示）に疲労設計を導入するとともに、同時に「鋼道路橋の疲労設計指針」<sup>2)</sup>（以下、疲労指針）を発刊している。鋼道路橋のうち、鋼床版に関しては構造計算による応力照査が現状では困難なため、疲労指針では、疲労耐久性が確保できる構造詳細を規定している。これらの規定には過去の疲労試験等による知見が反映されてきている。一方で、疲労指針以降、既設橋において顕在化してきた疲労損傷事例<sup>3)</sup>があり、その中にはき裂の発見されている構造詳細が、疲労指針の構造詳細と類似の事例も見られている。

本研究では、このような鋼床版の構造詳細を対象として、疲労試験・数値解析による疲労耐久性の評価と構造詳細の検討を行うものである。平成 25 年度は、前年度に引き続き、FEM 解析による閉断面縦リブと横リブの交差部に設けられるスリット溶接部の構造詳細が溶接部の応力性状に及ぼす影響と改善構造の検討を行うとともに、解析結果を踏まえて製作した部分試験体の疲労試験による疲労性状の検討を行った。

具体的には、前年度に試設計された鋼床版橋を基本モデルとし、桁支間中央部における横方向部材との交差部（以下、横リブ交差部）を対象として、縦リブ支間、横リブ剛性、板厚をパラメータとした FEM 解析を実施し、スリットまわし溶接部周辺の応力性状の把握を行った。

また、解析的検討により、現行のスリット形状と比較して局部応力の低減が可能なスリット形状を提案した。本年度は以下の検討を行い、前年度の結果との比較分析を行った。また、解析結果を踏まえて横リブ交差部の部分試験体を製作し疲労試験を開始した。

- ・中間支点上における横リブ交差部を対象とした FEM 解析
- ・横リブ交差部に密閉ダイアフラムが設置される場合を対象とした FEM 解析

### 2. FEM 解析による横リブ交差部の応力性状の検討

#### 2. 1 解析モデルと検討方法

##### 2. 1. 1 基本モデル

図-1 に解析に用いた橋梁全体モデルを示す。スリット溶接部に着目した検討では、局部的な変形により応力が集中するとされており、溶接部に着目した部分的なモデルによる局部変形を再現した FEM 解析が行われている<sup>4)</sup>。本研究では橋梁全体系も含めた鋼床版の各種構造諸元の応力性状への影響を検討するために、標準的な支間構成の 3 径間連続鋼床版箱桁橋（2 車線）を対象とした試設計により断面寸法を決定し、橋梁全体を 4 節点線形シェル要素でモデル化している。

閉断面縦リブは日本鋼構造協会規格の U-320×240×6-40 とし、交差部のスリット形状は疲労指針に示された形状とした。解析モデルでは、デッキプレート厚 12mm、

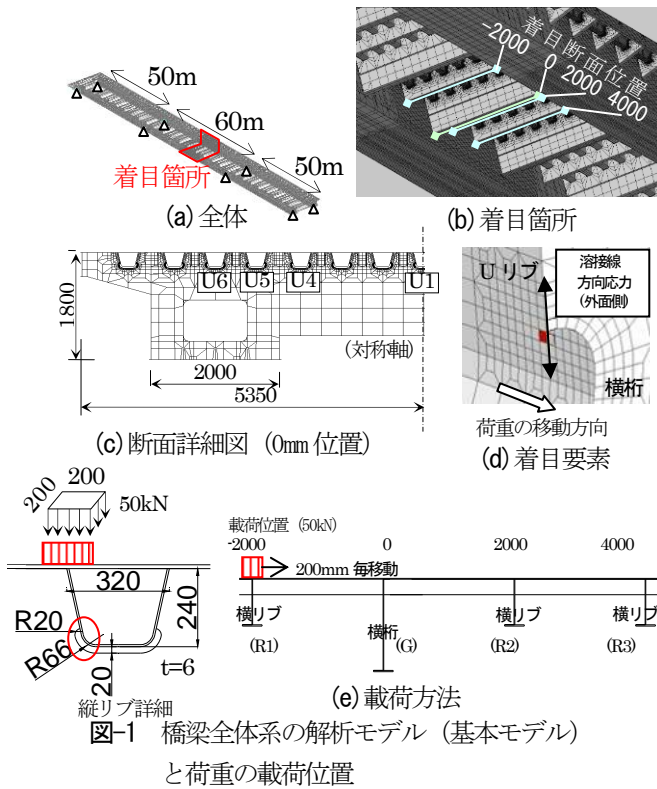


図-1 橋梁全体系の解析モデル（基本モデル）と荷重の載荷位置

トラフリブ厚6mm，横リブ間隔2000mm，横桁ウェブ高さ1400mm，横リブウェブ高さ700mmとしたものを基本モデルと称し，解析は基本モデルの鋼床版諸元を変えて行う。ただし，鋼床版諸元の変更に伴う主桁や横桁の断面寸法，板厚の見直しは行っていない。なお，今回の解析では道路橋示方書に準じ舗装による荷重分布を考慮しないこととし，舗装のモデル化は行っていない。解析における材料定数は道路橋示方書を参考に，鋼材の弾性係数を $2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ ，ポアソン比を0.3とした。解析は汎用有限要素解析コードNX.Nastranにより行った。

橋軸方向の着目位置は中央径間の支間中央および，中間支点直上の横リブ交差部とし，その前後の横リブまでの合計縦リブ3支間を詳細な要素分割とした。要素の最小寸法はスリットまわし溶接部近傍で $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ であり，解析全体の要素数は約427,000，節点数は約420,000である。本年度は基本モデルを基として，中間支点上の横リブ交差部（横桁との交差部であるものの，横リブ交差部と称す）を対象とした場合と，支間中央の横リブ交差部近傍に密閉ダイアフラムが設置された場合のFEM解析を行った。

各検討モデルにおける着目応力は，横リブ交差部の溶接線方向の応力である（図-1(d)参照）。着目応力を載荷位置毎に抽出することで着目要素における応力挙動を調べることにした。また，Uリブの外側と内側の応力から

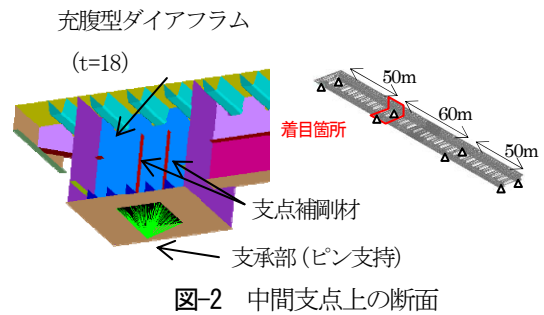


図-2 中間支点上の断面

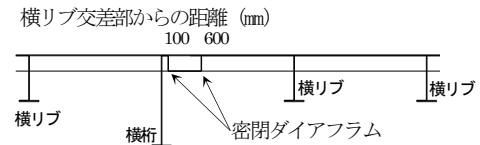


図-3 密閉ダイアフラムの設置位置

それぞれの曲げ成分と膜成分を求めて，基本モデルでの結果と比較を行う。曲げ成分と膜成分の定義は以下の式のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{膜成分} &= (\text{外面での応力} + \text{内面での応力}) / 2 \\ \text{曲げ成分} &= (\text{外面での応力} - \text{内面での応力}) / 2 \end{aligned}$$

### 2. 1. 2 中間支点直上モデル

図-2に中間支点直上を対象としたモデルを示す。図中のモデルは，充腹型のダイアフラムを示している。基本モデルでは中央径間の支間中央での要素分割を詳細としているが，中間支点直上を対象とする場合では中間支点直上を詳細な要素分割とした。なお，要素分割を詳細とした範囲は，基本モデルと同じ範囲内（横リブ3本と横桁1本を含む範囲）である。中間支点直上では，充腹型のダイアフラムを有する構造とし，支点は下フランジから支承高さ分離した位置に節点を設置し，その節点と接地面とを剛棒（梁要素）で連結させて行っている。着目するUリブ（U6リブ）と橋軸直角方向の載荷位置は図-1(e)に示したとおりであり，軸方向応力の応力挙動を求め，同箇所，同載荷位置とした基本モデルでの横リブ交差部における応力性状を比較した。

### 2. 1. 3 密閉ダイアフラムモデル

既設鋼床版橋では，輸送時の寸法重量制限のため，鋼

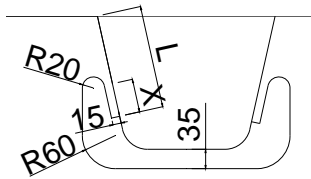


図-4 検討スリット形状

表-1 検討モデルケース

モデル	溶接長L (mm)	切上げ高さX (mm)
L155	155	30
L170	170	45
L185	185	60
L200	200	75
X20	200	20
X60	200	60
X75	200	75
X120	200	120

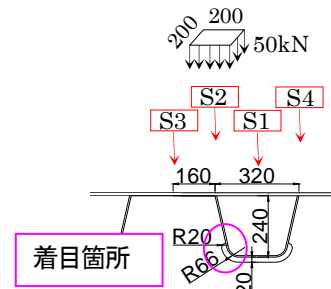


図-5 荷重載荷位置

床版を一般に分割した状態で現地に輸送されて架設される場合が多い。その際、現場溶接部では、Uリブ内の防食の観点から、一般に縦リブ内に密閉するためのダイアフラムが溶接で取り付けられている。このUリブ内の密閉ダイアフラムの有無によるUリブの変形拘束が疲労損傷に影響するとの報告もあることから、ここでは密閉ダイアフラムが交差部の応力性状に及ぼす影響を検討した。

密閉ダイアフラムの有無は、縦リブ内に8mmの鋼板を設置することでモデル化した。また、現場継手部は縦リブ支間長の1/4以内とすることが規定されていることから、密閉ダイアフラムの設置位置は、縦リブの曲げが小さい位置に設置される場合が多いこと、近傍の方が拘束の影響が大きいと考えられることから、着目する交差部から100mmと600mm離れた位置とした(図-3)。密閉ダイアフラムの接合は、縦リブとデッキプレート下面を一体とした。また、現場継手による縦リブのギャップと下部に設けられるハンドホールに関しては、考慮しない。なお、着目するUリブは図-1(c)に示したU6リブである。

#### 2. 1. 4 スリット形状モデル

図-4に基本としたスリット形状を示す。スリット溶接部において、横方向部材による縦リブの面外曲げ変形の拘束を緩和し、Uリブ側と横方向部材側の両者の溶接止端の応力軽減を図るとともに、周囲に新たな疲労の弱点を生じさせないことに配慮した形状としている。ここで示したスリット諸元の応力性状への影響を分析した。具体的には、溶接長Lと切上げ高さXを変化させることとした。表-1に示す計8ケースの溶接長Lと切上げ高さXの組合せに対して解析を行った。なお、着目リブはU1リブとした。

#### 2. 2 荷重ケースとUリブ位置

基本モデルでは、荷重荷重にシングルタイヤを想定し

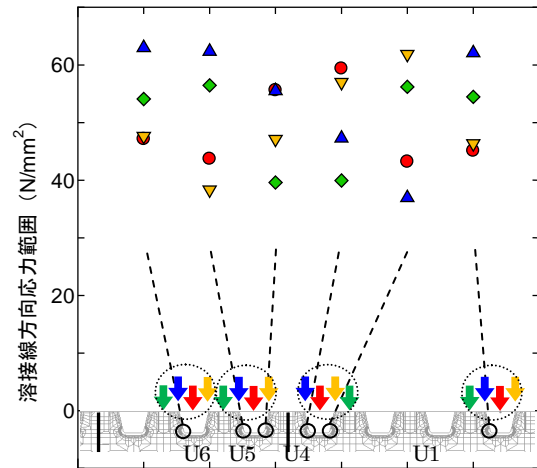


図-6 縦リブ着目要素における溶接線方向応力範囲

た。シングルタイヤでは50kNの荷重を200mm×200mmの荷重範囲に等分布荷重として与えた。着目する縦リブは図-1(c)に示す、主桁間中央(U1)、主桁ウェブ近傍(U4、U5)、主桁内中央の縦リブ(U6)とし、着目する縦リブに対する荷重載荷位置は図-5に示す、縦リブ中心(S1)、縦リブウェブ直上(S2、S4)、縦リブ間中央(S3)である。

橋軸方向の荷重位置は、着目する横桁及び横リブに対して、前方の縦リブ2支間、後方の縦リブ1支間上に縦リブ支間の1/10の間隔で荷重位置を移動した影響線荷重とした。

図-6に前年度より得られた橋軸方向への荷重移動した際の着目要素における溶接線方向応力範囲を示す。前年度の結果より、偏芯荷重とした場合で応力範囲が大きくなっていることが確認できる。そのため、本年度の解析では偏芯荷重時(S2荷重)を対象として行った。

#### 2. 3 解析結果

##### 2. 3. 1 中間支点部の応力性状の検討

図-7に、中間支点部と支間中央部のそれぞれの横リブ

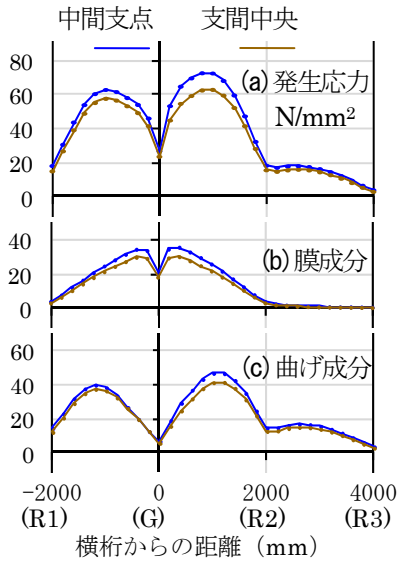


図-7 橋軸方向荷重時の応力変動  
(桁中間支点の交差部と桁支間中央の交差部との比較)

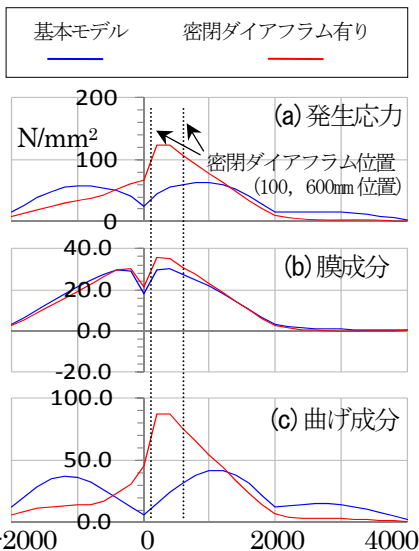


図-8 密閉ダイアフラムの有無の影響

交差部について着目部位の応力変動を示す。近傍モデルでの溶接線方向応力の荷重位置による挙動を示す。発生応力の影響線は、縦リブ支間中央部近傍で応力が最大となり、変動傾向はほぼ等しいが、最大値は支点上の方が若干大きくなっている。また、発生応力の膜成分と曲げ成分はいずれも高くなっており縦リブ変形に対する横方向部材の拘束が大きくなったことによる影響と考えられる。

### 2. 3. 2 密閉ダイアフラムの有無の影響

図-8 に密閉ダイアフラムを設置した場合の解析結果より得られた溶接線方向応力挙動を示す。密閉ダイア

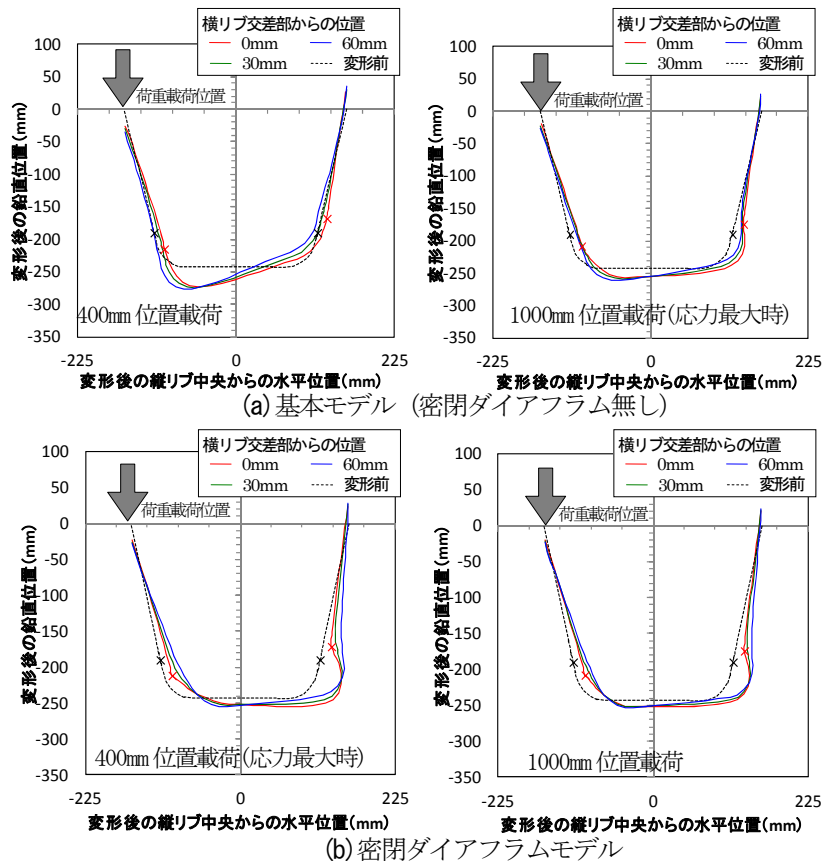


図-9 縦リブ断面変形 (変位 500 倍)

ラムを設置することにより、スリット溶接部の応力は増加しており、応力が最大となる荷重位置は2枚の密閉ダイアフラム間であった。横桁近傍で荷重された際に応力が最大であることから、スリット溶接部での応力集中の増大は、密閉ダイアフラムが縦リブを直接変形させることで生じる縦リブのねじり変形を荷重位置近傍にある横方向部材が拘束することによるものと推察される。

図-9 に交差部に最大応力が生じる場合の荷重に対して、縦リブの変形形状を着目交差部からの距離別に表示した。比較した U リブ断面位置は、横リブ交差部から 0mm, 30mm, 60mm の位置である。なお、図示する上で U リブウェブ間のデッキプレート幅の中心位置は一致させている。ダイアフラムの有無による U リブの変形形状の違いが明確に現れている。すなわち、偏芯荷重に伴い U リブにはねじれ変形が生じるが、ダイアフラムがこの変形を拘束することにより、交差部から 100mm 位置間では変形の変化の大きいダイアフラム有りの方が応力が大きくなるものと考えられる。また、密閉ダイアフラムの無い基本モデルの 400mm 位置荷重時の変形は、密閉ダイアフラムモデルでの 400mm 位置荷重時と逆に向かう変形をしており、ダイアフラムにより強制的に変形させられた様子が伺える。



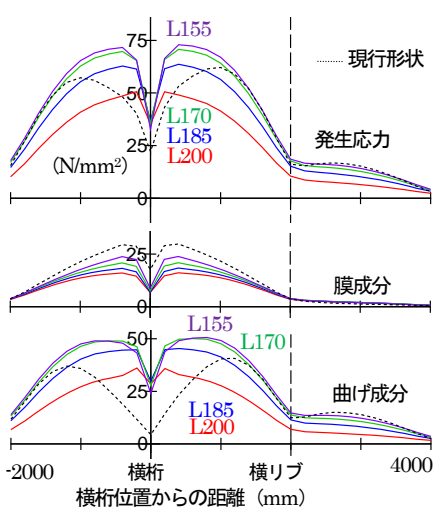


図-10 橋軸方向荷重時の応力変動 (溶接長  $L$  の影響)

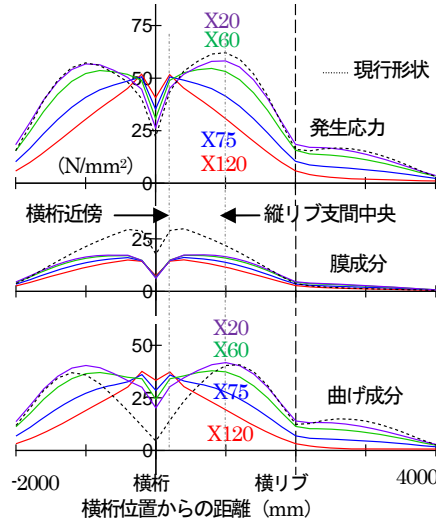


図-12 橋軸方向荷重時の応力変動 (切上げ高さ  $X$  の影響)

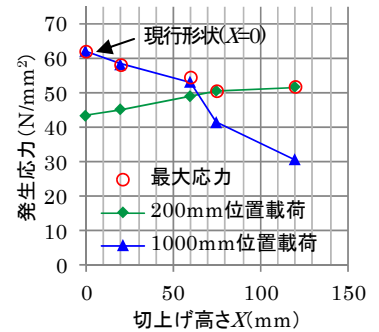


図-13 発生応力と切上げ高さ  $X$  との関係

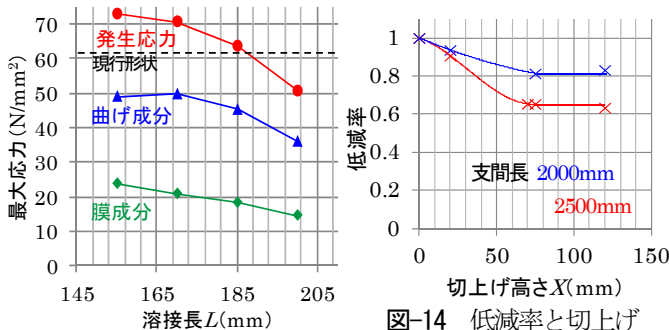


図-11 発生応力と溶接長  $L$  との関係

図-14 低減率と切上げ高さとの関係

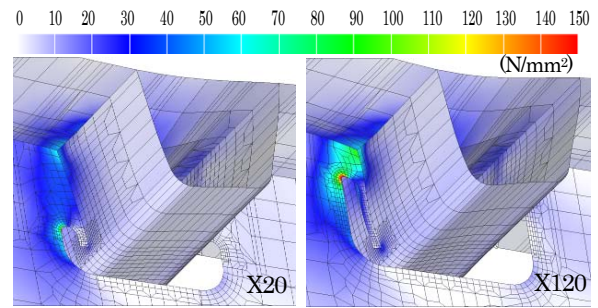


図-15 ミーゼス応力の分布 (0mm 位置荷重)

### 2. 3. 3 横リブ交差部のスリット形状の検討

#### (1) 溶接長 $L$ の影響

デッキ下面と切欠き R 部中心までの距離を一定 ( $L-X$  を一定) とした上で、U リブと横方向部材の溶接部の長さ  $L$  を 155, 170, 185, 200mm と変化させて解析を行った。図-10 に着目要素における溶接線方向応力の変動を示す。図中には、着目要素の外側応力と内側応力の平均を膜成分、外側応力と内側応力の差の平均を曲げ成分として算出した結果を合わせて示す。また、図-11 に応力最大値と溶接長  $L$  の関係を示す。なお、図中には基本モデルでの解析結果も示している。着目要素の応力は、膜・曲げ成分ともほぼ溶接長  $L$  が長くなるに従い低下している。また、200mm より小さい溶接長のモデルでは、現行形状と比較して高くなっており、スリット溶接部の応力緩和を図る上で、溶接長を確保することが重要と考えられる。

#### (2) 切上げ高さ $X$ の影響

前述の結果を踏まえ、溶接長  $L$  を 200mm とした上で、スリットの切上げの高さ  $X$  を 20, 60, 75, 120mm と

変化させて解析を行った。図-12 に着目要素における溶接線方向応力の変動を示す。また、図-13 に応力最大値と切上げ  $X$  の関係を示す。切上げ高さにより最大応力の発生位置が異なる傾向が見られる。切上げ高さ  $X$  を大きくすると、横桁近傍荷重時における発生応力が増加 (曲げ成分の増加が影響) する。一方、縦リブ支間中央荷重時における発生応力は、切上げ高さを大きくすると低下 (曲げ成分の低下が影響) する。

図-14 に横リブ支間を 2000, 2500mm と変化させた場合の、橋軸方向荷重時の応力の最大値と切上げ高さ  $X$  の関係を示す。縦軸は各モデルでの応力最大値を現行形状での応力最大値で除した値 (以下、低減率) としている。低減率は、切上げが高くなるに従い小さくなる傾向にあり、スリットの切上げによる応力低減効果が見られる。また、低減率は  $X=75\text{mm}, 120\text{mm}$  ではほとんど同じ値であり 70mm 程度の切上げ高さから変化が小さくなるものと考えられる。

図-15 に  $X=20\text{mm}, 120\text{mm}$  での横桁ウェブ直上荷重時 (U リブ、デッキ、横リブの 3 線交差部におけるウェ

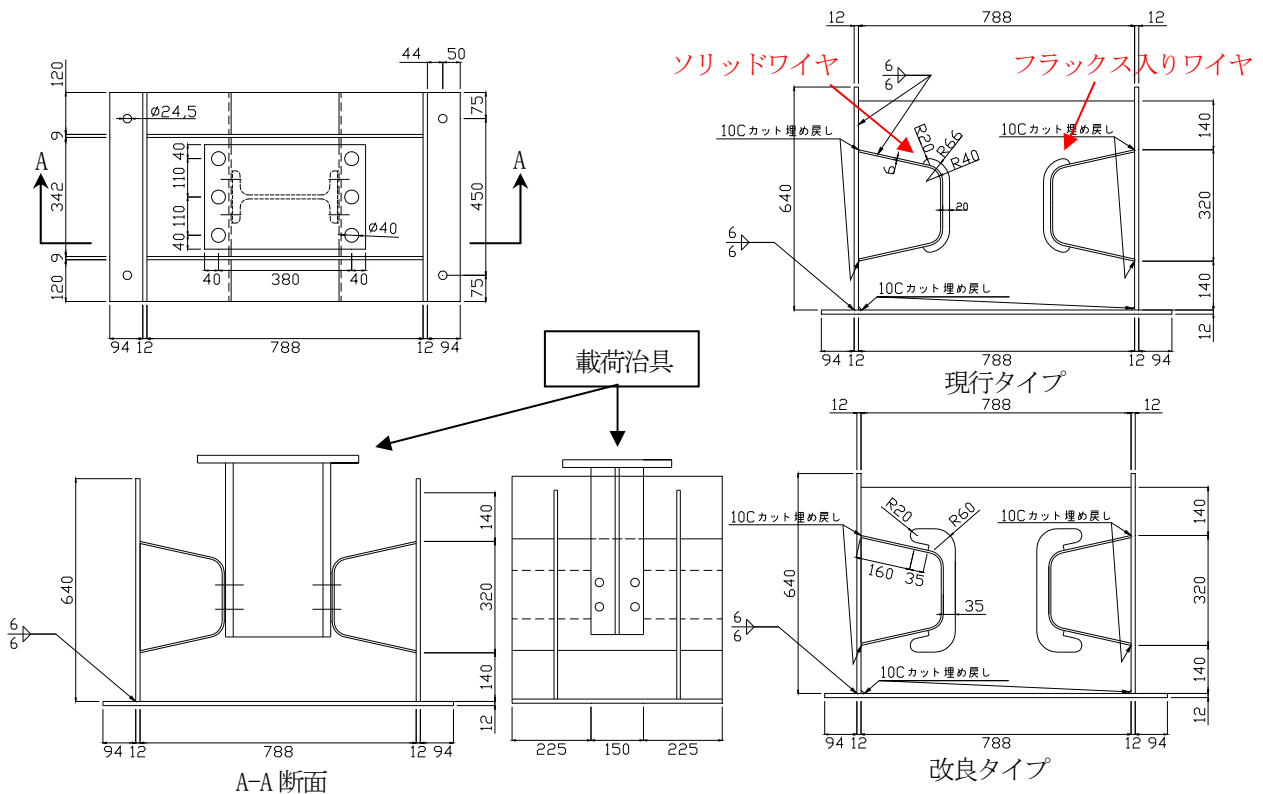


図-16 試験体の全体図



(a) ソリッドワイヤ (SW)



(b) フラックス入りワイヤ(FCW)

写真-1 溶接材による比較

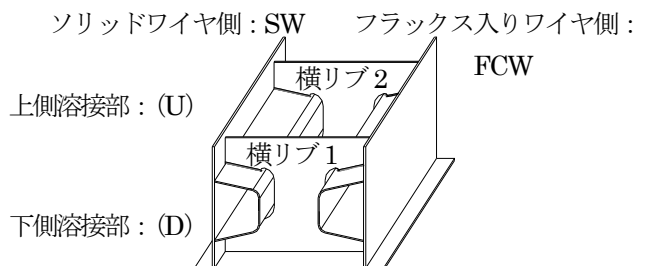


図-17 溶接部の位置名称

ブ側要素の応力が最大となる载荷時)のミーゼス応力のコンター図を示す。切上げを高くすることで交差部周辺の応力が増加している。このため、Uリブ、デッキ、横リブの3線交差部の応力に対する影響も考慮して、適切な切上げ高さを検討することが重要と考えられる。

### 3. 部分試験体の疲労試験による疲労性状の検討

#### 3.1 試験体

図-16に試験体の形状と寸法を示す。試験体はFEM解析により得られた結果を基に、スリット形状を決定しており、そのスリット形状に対する疲労耐久性の評価を行うため疲労試験を実施した。試験体は、スリット溶接部で支配的であった縦リブウェブの面外曲げ変形に着目した形状とし、現行形状と改良スリット形状の2タイプのスリットを有するものである。試験体は各6体計12

体とした。試験体の幅・高さ、横方向部材ウェブの間隔等は別途数値解析により相互に影響がないように決定している。着目するスリット溶接部は8箇所あり、内4箇所(上側4箇所)で引張応力場、内4箇所(下側4箇所)で圧縮応力場となっている。なお、改良スリット形状の溶接長さは、195mmとした。また、スリット部の溶接については、2本の縦リブの内、片方をソリッドワイヤ(Solid Wire:以下SW)、他方をフラックス入りワイヤ(Flux-cored Wire:以下,FCW)を用いた(写真-1参照)。FCWは、SWよりもビード形状が綺麗に仕上がること、溶接速度が速くなること、低スパッタであるということから、近年数多く使用されている。そのため、同じ姿勢での溶接であっても、SWとFCWで溶接形状が異なることも考えられる。

図-17に対象とする溶接部の位置名称を示す。上側溶



写真-2 試験体の設置状況

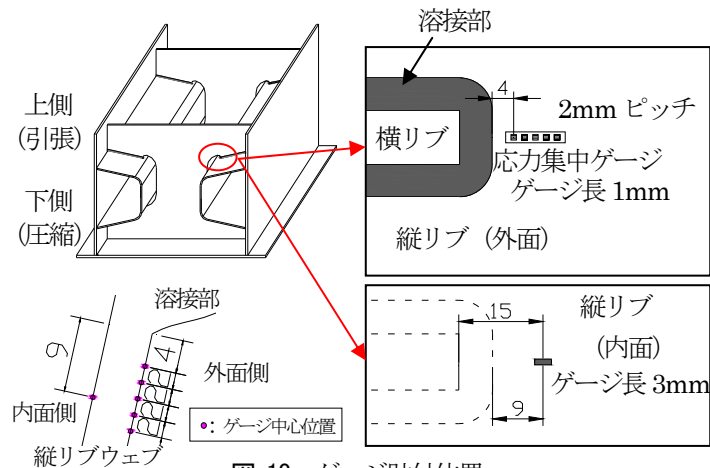


図-18 ゲージ貼付位置

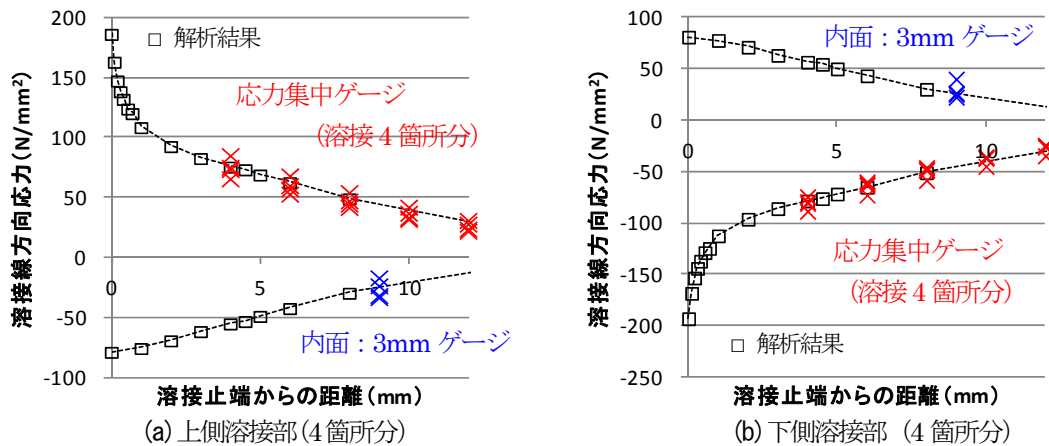


図-19 スリット溶接止端の応力分布

接部を (U), 下側溶接部を (D) とし, 横リブウェーブは 2枚あるため, 番号で区別する. 例えば, ソリッドワイヤ側の横リブ番号 1 側での上側溶接部は, SW1(U)溶接部と呼ぶ.

### 3.2 試験方法

疲労試験には, 動的荷重性能 $\pm 500\text{kN}$ を有する油圧サーボ式繰返し載荷装置を用いた, スイベルと部分試験体の縦リブ下部に載荷治具をボルト接合することで, 縦リブ下部を水平方向変形させることにより, まわし溶接部の応力状態を再現した (写真-2 参照).

試験は, 現行スリットタイプの 1 体目を下限荷重  $15\text{kN}$ ~上限荷重  $35\text{kN}$  (荷重範囲  $20\text{kN}$ ) として疲労き裂の発生まで繰返し載荷を行った. 荷重範囲は FEM 解析から決定しており, 橋梁全体系の解析モデル (基本モデル) のダブルタイヤ載荷時 ( $100\text{kN}$ ) の発生応力に衝撃を考慮 (1.5 倍) した場合の発生応力と同等とした. ま

た, 試験機運転の安定のため, 下限荷重は  $15\text{kN}$  とし, 繰返し速度は  $2\text{Hz}$  とした. 磁粉探傷試験は 50 万回, 100 万回, 127 万回, 145 万回, 235 万回時に実施し, き裂の有無を確認した.

図-18 に試験体に貼付したひずみゲージの位置と名称を示す. ひずみゲージは, スリット溶接部の U リブ側止端に貼付した. まわし溶接部における U リブ側溶接止端に貼付したひずみゲージは, 5 連の応力集中ゲージ (ゲージ長  $1\text{mm}$ , ゲージ間隔  $2\text{mm}$ ) である. 止端から最初のゲージまでの距離は  $4\text{mm}$  である. また, U リブ内面にスリットこば面から  $15\text{mm}$  離れた位置 (止端から  $9\text{mm}$  離れた位置) に  $3\text{mm}$  ゲージも貼付している.

溶接止端から  $4\text{mm}$  離れた位置に貼付しているひずみゲージを用いて動ひずみ計でひずみ範囲の挙動を観察し, 疲労き裂の発生を監視した. なお, U リブ止端側から  $4\text{mm}$  位置で, 止端部近傍でのひずみ範囲が初期ひずみ範囲の 95%, 75%, 50%, 25% となる際を狙って, ビ



図-20 磁粉探傷試験によるき裂の発生確認 (SW2(U)溶接部)

一チマーク試験を行った。

試験終了後は、疲労き裂面を暴露させ、破面観察からビーチマーク時のき裂深さを測定し、き裂深さとひずみ範囲との関係を算出する予定である。

### 3. 3 試験前の静的载荷時の応力性状

図-19 に荷重を 20kN として载荷して行った応力計測結果を示す。上側溶接止端の応力は引張応力場、下側溶接止端では圧縮応力場となっている。計測値は解析値と概ね一致していることが確認できる。

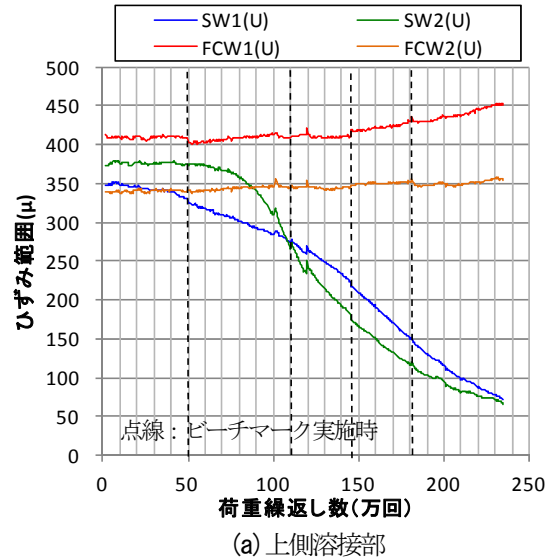
### 3. 4 疲労試験の実施状況と試験結果

本年度までに疲労試験を行った試験数は 12 体の内の 1 体（現行スリット形状）であり、現在も継続中であるが、荷重繰返し数 235 万回までの試験結果を報告する。

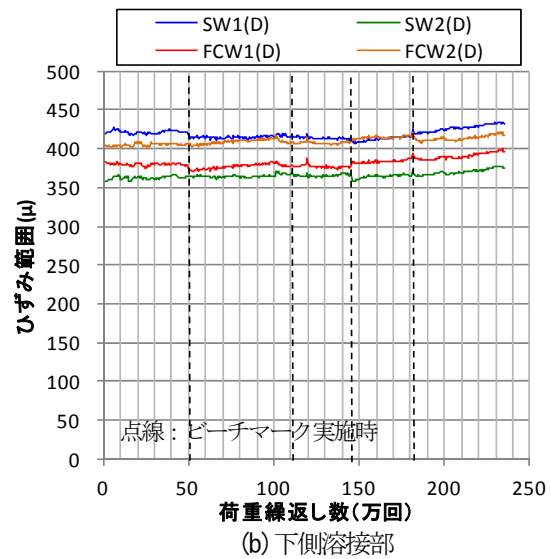
図-20 に磁粉探傷試験の結果の例を示す。50 万回の载荷時に磁粉探傷試験を行った結果、疲労き裂と思われる指示模様を上側溶接部 SW 側の 2 箇所を観察した。しかし、疲労き裂は微小であり、拡大写真により観察できる程度であった。写真から疲労き裂の長さを推測すると、2 箇所の疲労き裂のき裂長さは、いずれも 4mm 程度であった。その後、き裂の進展が観察され、235 万回時の 2 箇所の疲労き裂は、まわし溶接止端から離れ U リブ母板へと進展しており、貫通はしていないものの 23mm 程度にまで進展した。ここで見られた疲労き裂の進展経路は既設橋梁の類似した構造細目となる箇所でも報告されている疲労き裂の発生事例と一致している。50 万回载荷後の溶接部 FCW 側では、拡大写真によっても指示模様は

＜ビーチマーク実施時のひずみ範囲＞

繰返し回数 (万回)	ひずみ範囲 (μ)		ひずみ範囲 (%)	
	SW1(U)	SW2(U)	初期ひずみ範囲	SW2(U)
50	325	374	93	100
110	274	266	79	71
145.3	218	174	63	46
180.3	149	116	43	31



(a) 上側溶接部



(b) 下側溶接部

図-21 U リブ側溶接止端のひずみ範囲の挙動

観察されなかったものの、145 万回時に上側溶接部の 1 箇所において疲労き裂が観察された。

図-21 にスリット溶接部 U リブ側止端から 4mm 離れた位置でのひずみ範囲の挙動を示す。また、図の上部にはビーチマーク実施時の繰返し数とその際の初期ひずみ範囲に対するひずみ範囲の割合を示している。ソリッドワイヤ側の上側溶接部 (SW1(U), SW2(U)) では、荷重繰返し数毎にひずみ範囲が減少している。疲労き裂が進展するに伴い、応力の伝達がされなくなり、ひずみ範囲



が減少するとすれば、SW1(U)は繰返し回数 50 万回以前で疲労き裂が生じていることが考えられる。また、SW2(U)では 50 万回時のひずみ範囲の減少が見られないものの、き裂が生じていた。これはき裂の発生位置がひずみゲージの貼付位置から離れていることによるものと考えられる。

今後は、止端近傍に貼付したひずみゲージの結果とき裂深さとの関係を整理し、応力範囲と繰返し回数との関係を明らかにし、スリット形状毎の疲労強度について検討する予定である。

## 5 まとめ

本年度得られた主な結果を以下にまとめる。

- 1) U リブに対する偏芯載荷時における、横リブ交差部のスリットまわし溶接Uリブ側止端の応力に関して FEM 解析を行った。
  - ・中間支点上と桁支間中央の場合の比較を行った結果、中間支点上では、主にダイアフラムによる U リブの変形拘束の影響により、支間中央での解析値と比較して 16% 程度高くなることを確認した。
  - ・横リブ交差部近傍への密閉ダイアフラムの設置の有無の影響の比較を行った結果、密閉ダイアフラム有りの場合では、密閉ダイアフラムが U リブの変形を拘束することにより、無しの場合の解析値と比較して、95% 程度高くなること、かつ応力が最大となる位置が異なることを確認した。
- 2) FEM 解析の結果を踏まえて、横リブ交差部を対象とした部分試験体 12 体を製作し、現行構造試験体 1 体の疲労試験を行った。その結果、スリットまわし溶接部の U リブ側止端のき裂を再現した。

## 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2002.3
- 2) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針，2002.3
- 3) 土木学会鋼構造シリーズ19:鋼床版の疲労(2010年改訂版)，2010.12
- 4) 森永真朗，磯上和良，千葉照男，三木千壽：東京港臨海大橋（仮称）における技術開発とコスト縮減 第3回 上部構造の検討 (2)，橋梁と基礎，Vol.42，No.10，2008.10
- 5) 杉山裕樹，田畑晶子，春日井俊博，石井博典，井口進，清川

昇悟，池末和隆：鋼床版の U リブ - 横リブ交差部における下側スリット部の疲労耐久性向上構造の検討，土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)，Vol.70，No.1，pp.18-30，2014.2

# STUDY ON FATIGUE DURABILITY IMPROVEMENT OF ORTHOTROPIC STEEL DECK

**Budgeted** : Grants for operating expenses

General account

**Research Period** : FY2012-2015

**Research Team** : Bridge and Structural Engineering  
Research Group

**Author** : Jun MURAKOSHI

Shu-ichi HIRANO

Hideaki HARADA

**Abstract** : Fatigue Design Guideline for Steel Highway Bridges was issued in 2002. Requirement for standard structural details of orthotropic steel decks (OSDs) is specified to ensure fatigue resistance. After identifying various types of fatigue cracks observed in existing OSDs, from long-term performance point of view, it is important to evaluate fatigue strength of the present structural details and propose fatigue-resistant structural details. The purpose of this study is to improve structural details based on finite element analysis and fatigue testing. In FY2013, analytical studies were conducted to clarify stress behaviors around slit area at welded connections between cross beam and U-shaped rib. Also, fatigue tests were performed for partial model specimen designed by the current design guideline.

**Key words** : orthotropic steel decks, fatigue durability improvement, crossbeam, longitudinal close rib