

## 鋼床版の一面摩擦合理化継手の強度試験

日立造船 正会員 ○岩田節雄      日立造船 正会員 三河克己  
 同上 正会員 安田和宏      同上 正会員 松野 進  
 同上                                      同上 正会員 石原照久

### 1. はじめに

材片数及び製作工数の減少、現場作業の効率化など、鋼床版構造の合理化を図るためにUリブ継手を一面摩擦接合継手とする構造について検討した。一面摩擦接合は、Uリブの補強例<sup>1)</sup>があるが、継手構造への適用実績はほとんどない。偏心による局部曲げ・応力集中及び疲労強度の低下が懸念されるにもかかわらず、その強度特性については試験データが非常に少ない。本研究では、Uリブの一面摩擦継手構造の曲げ試験及び疲労試験を実施し、特性を確認することとした。

### 2. 合理化継手構造及び試験体

一面摩擦継手構造は、材片数を減少させるために、図-1のように、Uリブ内のデッキ下面を1枚連結板とし、Uリブについては側面と底面の半分を連続させたL型連結板とした。デッキ上部にはボルト取付け用のハンドホール(150φ)を設けた。

試験体(図-2)は、Uリブ(U-320x240x8, SM400)1本を用いた実物大部分モデルで、連結板との接合面は実橋と同一のサンドブラスト処理、また高力ボルト及びトルシア型ボルト(M22)は所定の張力を導入した。各デッキ、デッキ上、下連結板、Uリブ、Uリブ連結板の板厚は、それぞれ12、9、8、8、10mmである。連結板の材質はSM400とした。試験体は10体製作し、その内1体を静的引張試験、1体を静的曲げ試験、残り8体は曲げ疲労試験を行った。ひずみゲージは接合部中央のA断面、連結板端部から20mm離れたB断面に軸方向に貼付した。表-1に板厚8mm及び12mmの材料試験結果を示す。载荷はデッキ上面から2点载荷とした。

表-1 鋼材の機械的性質

板厚 (mm)	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	ヤング率 (kN/mm <sup>2</sup> )
12	296	459	44	217
8	337	470	41	208

### 3. 試験結果

静的引張試験は、試験機的能力から976kNまでの荷重を载荷した。図-3にA及びB断面のひずみ分布を示す。

A断面では端部デッキでは公称ひずみに等しいが、Uリブ内部では偏心曲げによってひずみが減少する。また、B断面では端部デッキで公称ひずみに等しくなっているが、Uリブ中央では偏心曲げ及びハンドホールダブリングの影響で曲げ応力が大きくなる傾向が表れている。

静的曲げ試験による荷重-変位関係を図-4に示す。連結板上面が降伏する時の降伏荷重及び全断面塑性荷重の梁理

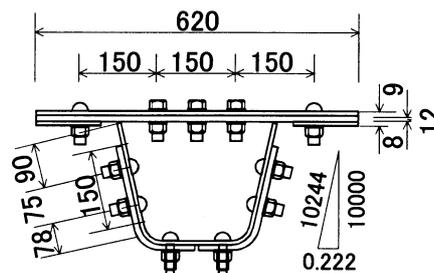


図-1 鋼床版Uリブ断面図

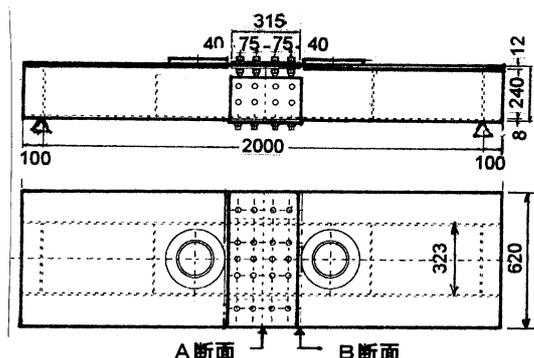


図-2 試験体

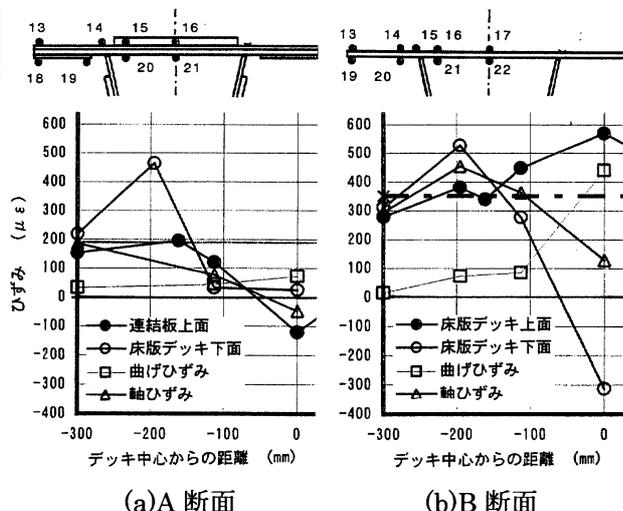


図-3 デッキ上下面・添接板のひずみ分布

論値は、それぞれ 432kN、992kN である。一方、降伏荷重の実験値は 410kN でほぼ一致している。図中に設計荷重 (140kN) を示すが、降伏荷重は設計荷重の約 3 倍であった。

図-5 に設計荷重 (140kN) でのUリブの応力分布を示すが、A断面ではほぼ設計に近い分布である。下部において連結板の応力はほぼB断面に近く、また上部では圧縮力を分担しているように連結板としての機能を果たしている。B断面でも設計に近い分布及び中立軸位置を示している。面外変形など偏心による影響は見られない。静的曲げ試験での破壊は、Uリブの最小断面になるボルト孔断面で生じた。

**疲労試験**は、曲げ試験と同じ支持条件で実施した。その結果を図 6 に示す。応力範囲 115MPa、繰返し数  $6.4 \times 10^6$  ではき裂及び破断は見られなかった。疲労限は約 120MPa と考えられる。図中に JSSC の疲労設計曲線<sup>2)</sup>を示した。細破線は高力ボルトの二面摩擦接合の母材で強度等級は B である。また、太実線はUリブの非仕上げ裏当て金付片面溶接で、強度等級は F である。2重破線は最低の疲労設計強度の H 線図を示す。1枚連結板モデルの疲労強度は H 線図に近いが、構造モデルにすると計測応力値が理論値よりも減少し、B 線図に対応するようになる結果が発表されている<sup>3)</sup>。本疲労試験の結果は、溶接の F 線図よりも疲労強度が高く、高力ボルトの B 線図に近いことが分かった。しかし、疲労限は B 線図よりも若干低下した。図中に疲労設計強度 (82MPa) を 2 点鎖線で示したが、本接合構造は、応力範囲 115MPa において  $6.4 \times 10^6$  以上の疲労強度を有していることを考慮すると十分な疲労強度を有していると評価できる。図-7 にUリブ下縁の破面の状況を示す。疲労試験では静的試験と異なりUリブのボルト頭縁に沿って伝播している。これはこの近傍の局部的な曲げ変形及び圧縮応力場の摩擦などによる複数箇所からのき裂によって生じたと考えられる。

4. まとめ

鋼床版Uリブ継手の合理化を図るためにL型の一枚連結板を用いた継手構造の静的荷重試験及び疲労試験を実施した。その結果、静的強度及び疲労強度は十分な強度を有することが分かった。

謝辞

この試験を計画・実施するにあたり大阪大学西村宣男教授からご指導を頂きました。心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 石井博典他：鋼床版縦リブの補強に関する検討、土木年次 51 回、H 8
- 2) (社)日本鋼構造協会：JSSC 鋼構造物の疲労設計指針・同解説、技報堂出版、1993-4.
- 3) 三木千寿他：プレハブ鋼床版中のせん断型ボルト継手の疲労強度、JSCE Proc.No. 432

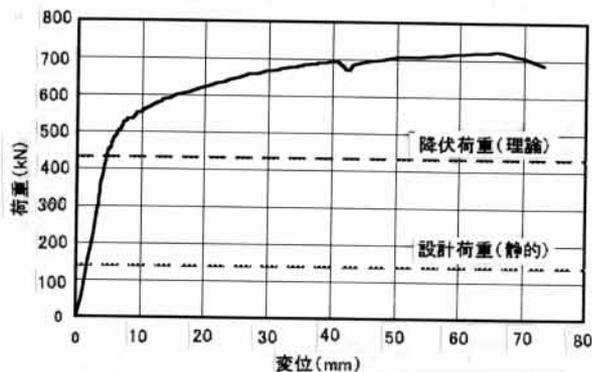


図-4 静的曲げ荷重試験の荷重—変位関係

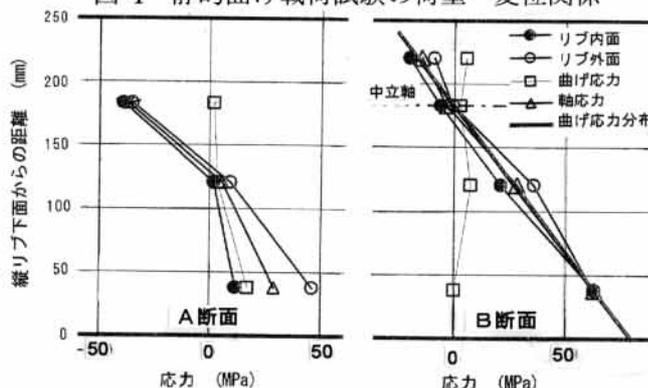


図-5 Uリブの応力分布 (P=140kN)

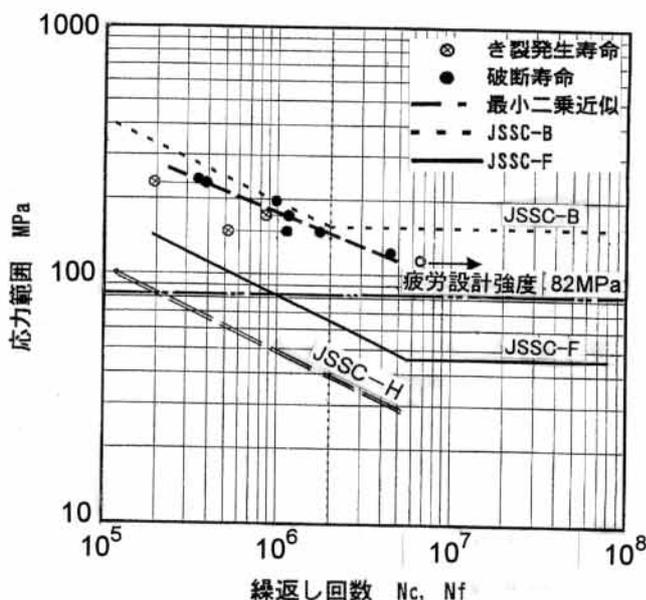


図-6 曲げ疲労試験結果 (SN 線)

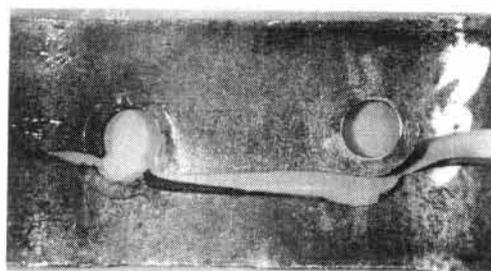


図-7 Uリブ下フランジの破壊状況