

## I - A292

## 全体構造系における鋼床版高力ボルト継手部の耐荷力の解析的検討

（株）宮地鐵工所 フェロー会員 能登有愿  
 “ 正会員 ○増田高志

## 1. まえがき

鋼床版は、1960年代から道路橋の床版および床組として採用され始めた構造であり、主桁作用も担う合理的な断面を構成することができる。しかしながら、輪荷重が直接載荷されることや、それ自身が補剛薄板であり走行車両による振動の影響を受けることから、疲労に対する検討が必要な部材である。鋼床版の疲労に関する報告をみると、縦リブの裏当て金付きの突き合わせ溶接の疲労強度はきわめて低い。また実橋サイズの鋼床版モデル（横リブ間隔：3.0m）の疲労試験の結果、縦リブの突き合わせ溶接を省略した構造の方が、高力ボルト接合部を突き合わせ溶接によって増厚した構造より、疲労強度が高いことが確認されている。

しかし、鋼床版の高力ボルト継手部に増厚を省略する構造を採用するにあたって、静的な耐荷力も確認する必要がある。そこで大型供試体を用いた、縦リブ継手の静的耐荷力に着目した実験を行っている<sup>1)</sup>。本報告は、上述の実験を解析的に照査するとともに継手部の詳細構造のパラメータを増やし、実用への拡張を目指すものである。

## 2. 解析概要

## (1) 構造モデル

構造モデルは、実験を考慮した2径間連続形式、使用した縦リブは実橋において閉断面リブで使用頻度の高いU形鋼（U-320×240×6-40）、継手は支間の1/4とした。横リブ間隔は使用頻度の高い3.0m、縦リブ間隔は0.6mで主桁間隔2.6mの間に4本配置した。

## (2) 設計条件

- ①縦リブの継手の母材はハンドホールの欠損の補強のため8mmに増厚したJ1と6mmのままのJ2の2種類とし、J1の裏当て金は板厚16mmのダイアフラムとした。
- ②添接板の板厚は縦リブの母材厚6mm、8mmの場合12mm、最適板厚を知るために6mmの場合9mmとした。
- ③縦リブの一般部（IR）を現場継手と比較するために継手のない支間にも載荷した。

## (3) 解析条件

- ①材料は完全弾塑性体とする。②材料の硬化則は単調荷重載荷とするので等方硬化則とする。

## 3. 解析結果

## (1) 縦リブの橋軸方向応力

図-1は、基準の荷重20tonfを載荷したとき、縦リブ下面の橋軸方向応力度について、計測値と解析値と比較したものである。解析値は本解析法である有限要素法（以下FEMと称す）と、通常の設計に用いられている鋼床版を直交異方性板と考える有限帯板法（以下FSMと称す）を用いて求められた。

図より、縦リブ一般部（IR）では、FEM値とそれより多少大きいFSM値の間に実験値が有り、3者とも良く一致している。一方高力ボルト継手部の応力度は、縦リブを補強したJ1、補強していないJ2ともFEM値、実験値と良く一致している。

この継手部の荷重直下近傍の応力度がかなり小さいのは、ハンドホールが有ることによって縦リブ母材の負担する応力比率が小さく、一方で添接板の剛性が高く添接板の応力分担率が高いからと思われる。

鋼床版、疲労、耐荷力、クリップリング

〒103 東京都中央区日本橋小伝馬町15-18 TEL 03-3639-2277 FAX 03-3639-0468

また添接板が12mmの場合、J 1、J 2の応力度にほとんど差がないことから、縦リブ母材の補強効果は差がなく、添接板が9mmの場合でも同様に縦リブ母材の補強効果に有意な差はないと推定できる。

#### (2) 荷重変位曲線

解析結果(図-2参照)によるとJ 1、J 2、I Rとも実験と同じく、荷重強度60tonf強(弾性限界荷重)あたりから非線形挙動を示し、その後20mmの変位に対して3ケースとも解析における荷重値は、実験値の20%増となる。変位20mmまでの荷重でみると、耐荷力としては解析、実験とも大きい方からJ 1、J 2、I Rの順であるが、J 1、J 2の差すなわち母材厚の差の影響は少ない。またI Rは弾性限界以降荷重強度120tonf付近(実験で90tonf)でクリップリング(局部座屈)が生じ、荷重勾配が変化した後、もう一度荷重勾配が上昇する。以上荷重-変位曲線の傾向から、130tonf位までの耐荷力では高力ボルト継手部のほうが、縦リブ一般部に比べて耐荷力が大きいことが推察される。またJ 2(縦リブ母材厚6mm)で添接板12mmから9mmに低減した場合の荷重-鉛直変位の関係は、添接板の板厚差に対する有意な差は見られない。

#### (3) 縦リブの荷重分配

縦リブ一般部I Rでは、載荷点直下の縦リブ側面の面外変形が顕著に現れ出す80tonf(実験では60tonf)付近から、応力の再分配がみられる。また、縦リブ着目点のひずみは、クリップリングによる著しい断面変形が生ずるまでほぼ一様に増加する。

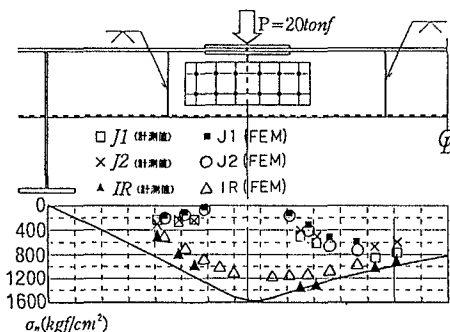


図-1 縦リブ下面の橋軸方向応力度の比較

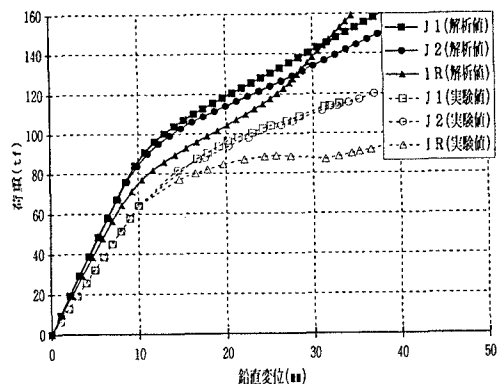


図-2 荷重-変位曲線

#### 4. まとめ

鋼床版の床組作用としての耐荷力実験を解析的に照査および拡張することにより次の知見が得られた。

①鋼床版の設計に用いられているF S MとF E Mでの縦リブ応力度は、計測値を挟む格好になっており、F S Mは安全側の値と言える。

②一般部I Rは縦リブ側面が傾斜していること、面外剛性が継手部に比べて低いことから、最終的にクリップリングが生じて崩壊する。高力ボルト継手部J 1、J 2は、添接板により面外剛性が高くなることにより、一般部のように局部座屈の一種であるクリップリングという現象を生ずることなく、添接板内の塑性変形が進行し、塑性ヒンジが生ずる。

③ここで扱った載荷状態では、鋼床版の静的耐荷力は90tonf(実験で80tonf)以上あり、T荷重の輪荷重14tonf(衝撃含む)と比べて十分大きいと言える。

#### 6. あとがき

今回の解析において検討できなかったこと、設計で有用と考えられるパラメータを選定し、今後検討を続けるものとする。

#### 〈参考文献〉

- 1) 金原慎一、能登有恩：土木学会論文集No. 537/I-35, pp321-326, 1996.4