

## I - A 295

## 合理化鋼床版の横リブ面外挙動に関する考察

本州四国連絡橋公団 フェロー会員 村瀬佐太美  
正会員 大橋 治一  
正会員 梁取 直樹

## 1. はじめに

長大吊橋の鋼床版の合理化を図るために、鋼床版のデッキを厚肉化し、縦リブを大型化することが現在検討されている。すなわち床版の剛性を向上させた上で横リブ間隔を大きくとり、部材数を減少することにより製作工数を低減し、疲労耐久性の向上を図ろうとするものである。鋼重については、デッキ厚肉化、Uリブ大型化による増分を、構造の簡素化および横リブ本数の減少などの合理化によって可能な限りの軽減を図るものとする。このような構造は、特に長大吊橋に適用されるような大断面で腹板間隔の広い箱桁構造の場合に、効果が大きいことが確かめられている。

一方、鋼床版の疲労損傷が種々の部位で発見されており、その中に縦リブと横リブの交差部が弱点になっている事例がある。この交差部における損傷原因としては、横リブ腹板の面内応力の集中に加えて、図-1のように縦リブに生じたたわみ角による横リブの面外曲げが挙げられる。

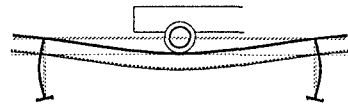


図-1 縦リブのたわみ角による横リブの面外曲げ

ここで、縦リブ断面を大型化して鋼床版を長支間化すると、縦リブのたわみ角が増大することになり、横リブの面外曲げ応力の増加によって、横リブの疲労寿命を劣化させるおそれがあるものと考えられる。このため、本考察では、縦リブ支間長が横リブの面外曲げ挙動に及ぼす影響を明確にすることを目的に、デッキプレート、縦リブ（Uリブ）および横リブからなる鋼床版構造を立体FEMに置き換えて解析した。

表-1 検討モデルの諸元

| 縦リブ支間           | L=3m      | L=6m      | L=9m      |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| デッキプレート厚 (mm)   | 12        | 18        | 18        |
| 縦リブ(Uリブ)断面 (mm) | 320×260×6 | 480×260×8 | 480×320×8 |
| 横リブ腹板厚 (mm)     | 12        | 12        | 12        |
| FSMによる縦リブ下縁応力   | 942       | 932       | 952       |

## 2. 解析条件

縦リブ支間長Lが3m, 6m, 9mの3種類の鋼床版構造を検討モデルとした。L=3mモデルは従来構造で、L=6m, 9mのモデルが合理化構造である。それぞれの検討モデルには表-1の諸元を適用している。L=6m, 9mの縦リブ断面は、慣用的な応力計算法（FSM解析）によるL=3mの縦リブ下縁応力度と同等になるように設定したものである。

境界条件を図-2に示す。

荷重は10tonfとし、載荷面寸法は図-3に示す。

載荷位置は、

橋軸方向；L/2, L/4, L/8, 横リブ直上

幅員方向（図-3）；

- 縦リブ中心と荷重中心が一致（中心載荷）
- 縦リブ腹板をはさむような場合（偏心載荷）

とした。よって以上の組み合わせにより8種類の載荷パターンとした。

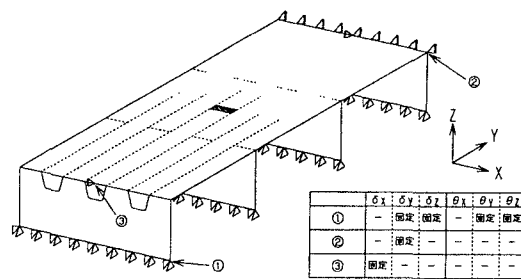


図-2 境界条件

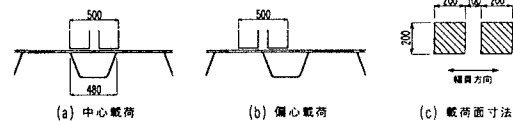


図-3 幅員方向載荷と載荷面寸法

鉛直曲げ：横軸直角軸回りの面外曲げモーメント  
水平曲げ：鉛直軸回りの面外曲げモーメント

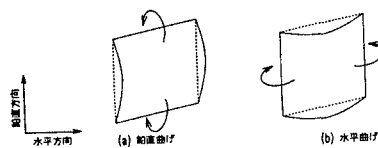


図-4 鉛直曲げ、水平曲げ

## 3. 解析結果のまとめ

横リブに発生する面外曲げモーメントには、鉛直方向と水平方向の2方向の面外曲げモーメントがあり、それぞれを鉛直曲げ、水平曲げと呼ぶことにする（図-4）。

キーワード：合理化鋼床版，横リブ面外変形

〒651 神戸市中央区小野柄通4-1-22 アーバンエース三宮ビル Tel. (078) 291-1000, Fax. (078) 291-1362

### (1) 縦リブ支間と横リブ面外曲げモーメントとの関係

・縦リブ支間を3, 6, 9mと変化させたことにより、スパンを伸ばすほど発生最大曲げモーメントが増大する。ただし、スパン6, 9mではあまり差がない（図-5）。

(2) 横リブに作用する面外曲げモーメント  
・鉛直曲げによる横リブ面外変形にともなう面外曲げモーメントについては、横リブとUリブの十字すみ肉溶接に沿って見れば、スリット付近で急増している。ただし、スリット付近の水平方向でその分布を見れば、極大値は溶接位置より少し離れた横リブ内に生じている（図-6）。

・水平曲げによる横リブ面外変形にともなう面外曲げモーメントについては、横リブとUリブの十字すみ肉溶接に沿って見れば、スリット付近で急増している。また、スリット付近の水平方向でその分布を見れば、極大値が溶接位置に生じているおそれがある（図-6）。

・以上より、活荷重による横リブの鉛直、水平曲げは、横リブとUリブ間の溶接止端の近傍に集中しているのが認められる。また、この場合溶接止端部には比較的大きな引張応力が生じることがある。

### (3) 縦リブの発生応力の傾向

FEM解析結果を面内曲げ応力、面外曲げ応力に分解した。

・支間 6, 9mのモデルと3mモデルの面外曲げによるミーゼス等価応力を比較すると、支間 6, 9mの方が約2倍弱になっている（図-7）。

## 4. 考 察

縦リブ支間の延長にともなう横リブの面外曲げ変形による挙動は、横リブスリット部の縦リブ溶接止端部付近で大きな値を示し、特に水平方向の面外曲げによる応力は、溶接部に集中する。縦リブ支間を長くしていくと、曲げ応力の大きな範囲も広がり、比較的大きな引張応力も生じる。このため、合理化鋼床版として横リブ間隔を拡げる場合には、以下のような点について検討が必要がある。

- ・面外曲げモーメントによる縦リブ溶接止端部の応力集中、引張応力を緩和できるようなUリブまたは縦リブ形状とスリット形状の組み合わせの検討
- ・実物大試験体による実応力レベルの確認
- ・面外曲げが作用するときの縦リブと横リブ継手部の疲労強度の確認

現在、合理化鋼床版試験体を製作中であり、以上の点について着目したトラック荷重試験を行う予定である。

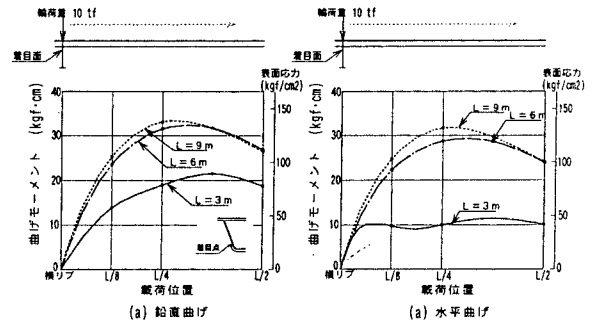


図-5 荷重位置と面外曲げモーメントの関係（中心荷重）

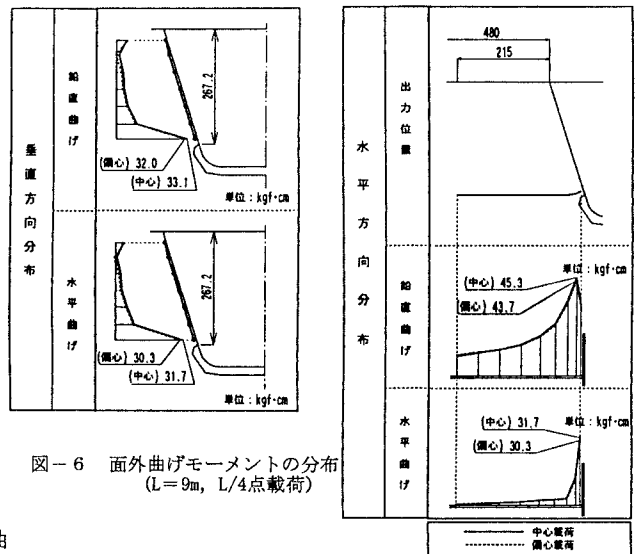


図-6 面外曲げモーメントの分布 (L=9m, L/4点荷重)

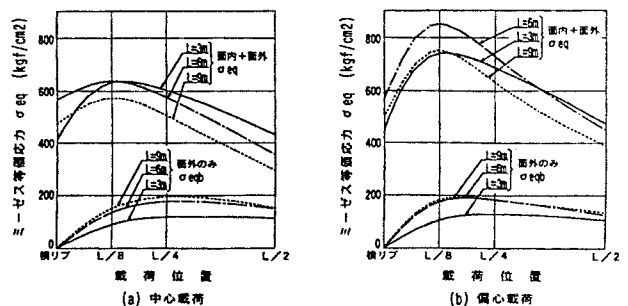


図-7 ミーゼス等価応力と荷重位置の関係（荷重側表面）