

I-128

鋼床版縦リブ・横リブ交差部の変形挙動と疲労損傷モード

東京工業大学 正員 館石和雄 東京工業大学 正員 三木千寿  
 中部電力(株) 正員 高見一郎 本四公団 正員 奥川淳志

1. はじめに

鋼床版の縦リブ・横リブ交差部に疲労損傷が報告され始めており、その原因解明および対策についての研究が急がれている。疲労損傷が生じる位置では、横リブウェブ板内の応力(膜応力)と同程度の大きさでウェブの面外変形による応力(面外曲げ応力)が発生することが実橋測定により明らかとなっている<sup>1)</sup>。この3次元的挙動を再現するために、実物に近いモデル試験体による載荷試験および疲労試験を行った。

2. 試験体

図1に試験体を示す。試験体は横リブウェブ高が低いことを除けばほぼ実寸大のモデルである。縦リブ・横リブ交差部のスカーラップ形状を首都高タイプ(タイプA)、本四公団タイプ(タイプB)、本四公団改良タイプ(タイプC、デッキプレート側の横リブスカーラップを省略したもの)の3種類用意し、スカーラップ形状による応力発生性状の相違を調べた。横リブには表裏の同位置にひずみゲージを貼付し、2つのゲージの値から膜応力成分と面外曲げ応力成分を分離した。

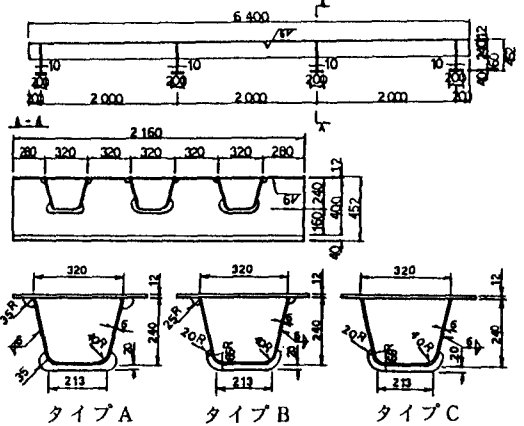


図1. 鋼床版試験体

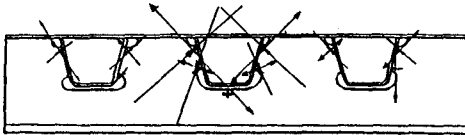


図2. 横リブウェブの主応力図

3. 応力測定結果

図2に横リブウェブの主応力図を示す。上下のスカーラップ周辺に高い応力が生じている。そこで下側のスカーラップ周りに着目して、載荷位置を橋軸、橋軸直角方向に様々に変えて応力を計測し、応力影響面を求めた結果を図3に示す。ただし応力は溶接線に直角な方向で示している。膜応力成分で比較した場合、首都高タイプよりも本四公団タイプのスカーラップ形状の方が応力が小さいが、面外曲げ応力成分で比較すると応力の値はほとんど変わらなくなっており、またその値も膜応力成分と比べて大きい。またタイプB、Cの応力影響面は似ており、デッキプレート側のスカーラップ省略は下側スカーラップ周辺の応力にあまり影響を与えていない。従来この位置のスカーラップ形状は膜応力成分のみの応力集中に着目して

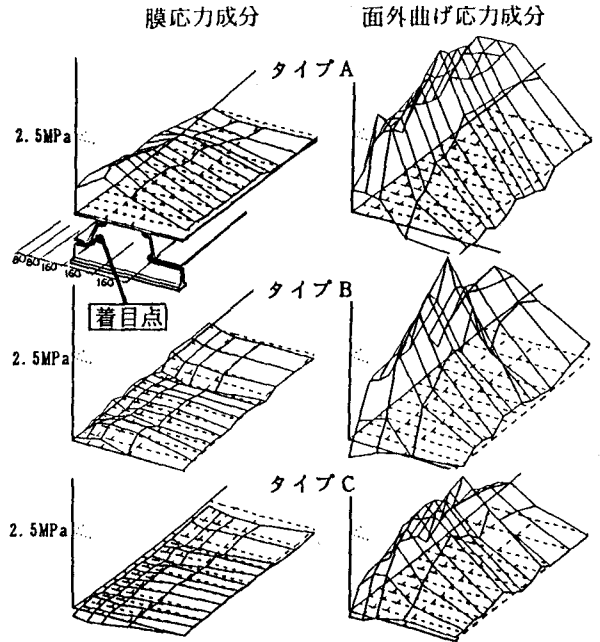


図3. 応力影響面 (荷重1 tonfあたり)

検討されてきたが、ここでの実験により、面外曲げ応力成分が交差部の疲労強度に大きく影響すると考えられ、スカーラップ形状最適化の検討には面外曲げ応力を考慮する必要があるといえる。

#### 4. 疲労試験

疲労試験は既報<sup>2)</sup>に示すように、3本のジャッキに位相差をつけて载荷することにより移動荷重をシミュレートして行った。疲労き裂は横リブ、縦リブ交差部のデッキプレートに近い溶接部付近に発生した。図4にき裂発生状況を示す。また図5は、疲労試験に先だてて実施した载荷試験により得られた、タイプBでのき裂発生位置に最も近いゲージによる主応力測定結果である。測点①の主応力は比較的大きな値となっているが、载荷位置による方向の変化は小さく、最大主応力は溶接線に対してほぼ50~60度方向を向いている。測点②の主応力はそれほど大きな値ではないが、荷重の位置によりその向きが変化していることがわかる。

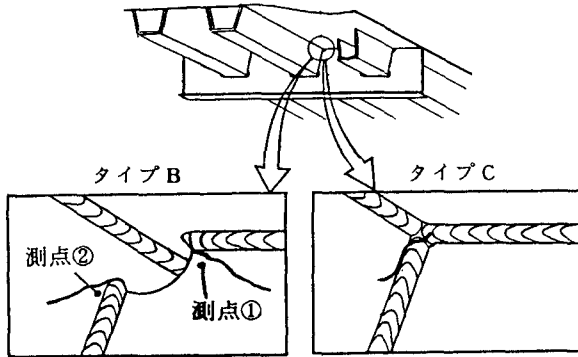


図4. き裂発生性状

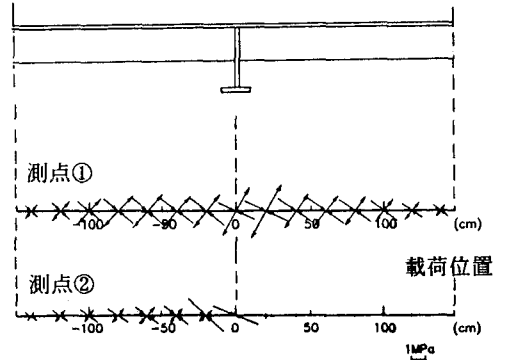


図5. き裂発生位置付近での主応力測定結果 (荷重1tonfあたり)

JSSC指針(案)では、組み合わせ応力が作用している場合には、主応力の方向にかかわらず代数的な最大と最小の主応力の差を主応力範囲として疲労照査を行なうよう規定している。BS5400, ECCS等も同様である。図6にS-N線を示す。応力は、き裂発生点近傍の溶接止端から4mmと10mmの点での応力測定値から、溶接止端位置に直線外挿して求めた応力範囲(ホットスポット応力範囲)で示した。白抜きの点は溶接線直角方向の応力範囲で整理した結果を、黒塗りの点は主応力範囲で整理した結果を示している。図より、今回の試験結果は、溶接直角方向応力で整理した場合にはJSSC指針(案)のE等級よりやや低い位置にあり、主応力範囲で整理した場合にはE等級をかなり上回っていることがわかる。今回のディテールのように、主応力方向の向きが溶接線に対して傾いている、あるいは回転する場合には、現在JSSCの規定は適切ではなく、検討の必要があるといえる。

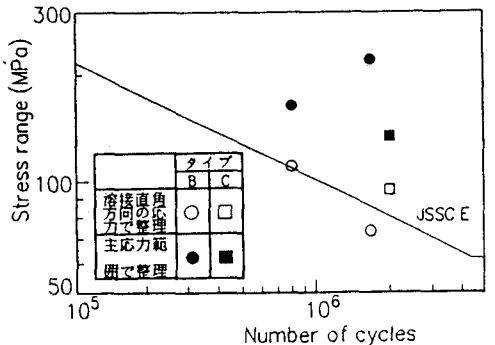


図6. 疲労試験結果

#### 4. まとめ

・縦リブ・横リブ交差部の下側スカーラップ周辺にはかなり大きな面外曲げ応力成分が発生し、その大きさはここで用いた2タイプのスカーラップ形状ではほとんど差がない。

・疲労試験結果を溶接線に直角方向のホットスポット応力により整理した場合、実験値はJSSCのE等級をやや下回り、溶接止端部の主応力範囲で整理した場合には大きく上回った。

- 1) 三木, 館石, 高木: 鋼床版縦リブ・横リブ交差部の応力実測とその分析, 構造工学論文集, Vol. 37A, 1991. 3.
- 2) 三木, 館石, 奥川, 大江: 鋼床版三次元モデル疲労試験, 土木学会第46回年次学術講演会概要集, 1991. 9.