

鋼床版交差部スリットに発生する応力の内リブによる低減効果

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 宮田 正史
 国土交通省 関東地方整備局 正会員 千葉 照男
 株式会社 TTES 正会員 ○菅沼 久忠

1. 目的

鋼床版は、輪荷重を直接支持する部材のため、近年数多くの疲労損傷が生じている。その様な状況の中で計画されている東京湾臨海大橋(仮称)では、維持管理を考慮し高い耐久性を有する鋼床版構造の検討が行われた。鋼床版構造において想定される疲労き裂の内、ここではトラフリブと横リブ交差部のスリットにおけるまわし溶接部トラフリブ側止端に発生する疲労き裂に着目する。対象とする疲労き裂は、トラフリブに荷重が偏載荷されることによりトラフリブの底部が橋軸直角方向に変形することに起因すると考えられ¹⁾、これを効果的に抑制する内リブ形状について検討を行った。内リブとは、トラフリブの内側に、横リブの真裏につけるリブのことである。リブを入れることで、トラフリブの横断方向の変形を左右独自に抑制し、スリットの止端と、内リブの止端へ応力を分散させることを目的とする部材である。

2. 疲労き裂の発生要因と内リブによる対策

解析対象は図1に示すように、鋼床版の全体系の挙動を考慮するため全体解析からのズームングを行い、横リブ3本・トラフリブ3本のサイズのシェルモデルとした。デッキプレート厚 16mm、トラフリブサイズは幅 W400×H343mm の大型タイプ、横リブ間隔 4000mm である。解析には汎用 FEM 解析ソフト ABAQUS を用いた。なお、溶接ビードはシェル板厚により考慮している。荷重する荷重は、200×500 mm²の荷重面積に対し、T 荷重補正係数を考慮した1軸分の輪重量として 12t とした。スリット廻り溶接部のトラフリブ側について、ホットスポット応力(HSS)を用いて整理を行った。HSS の評価方法には 0.4t・1.0t 法(IIW)を用いた。

図2に示す内リブの無いスリット形状を例に発生ホットスポット応力と、止端から 1.0t(=8mm)離れでの表裏応力から軸力成分と曲げ成分の抽出を行った。着目部でのホットスポット応力が高くなるトラフリブに対して

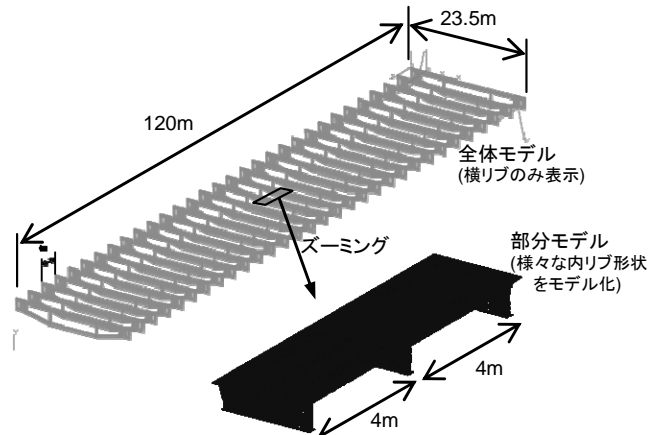


図1 解析モデルの構成

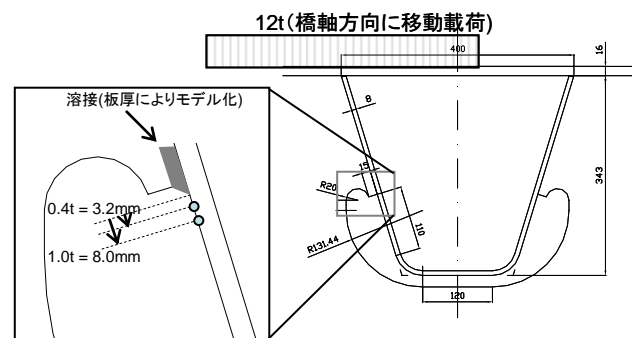


図2 荷重位置と応力算出位置

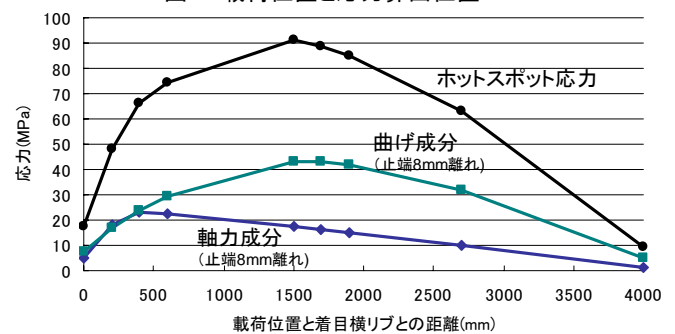


図3 着目部位のホットスポット応力と応力成分

偏載荷した場合について図3に示す。軸力成分は、トラフリブが横リブにより支持された際の支点反力を反映しているのに対して、曲げ成分はトラフリブ底部が横断方向に変形することから、荷重位置が支間中央付近で最大となっている。曲げ成分が支配的であることから、この曲げ成分を内リブの導入により抑制することを考えた。内リブを導入により、スリットまわし溶接部

トラフリブ側止端に加えて、内リブ先端の止端部にも疲労き裂の発生が懸念される。

3. 内リブ形状と発生応力

検討を行った内リブ付き形状を図4に示す。以降に示すホットスポット応力振幅とは、荷重をトラフリブの直上、左右トラフリブウェブ上、左右トラフリブ間に載荷した際の、対象部位の応力振幅を示す。

スリット止端部と同位置における内リブ高さ、スリット止端トラフリブ側に発生する最大のホットスポット応力の関係を図5に示す。内リブの高さが高いほど、ホットスポット応力が低減している。これは剛性の高い内リブによりスリット止端の変形が抑制されているためと考えられる。

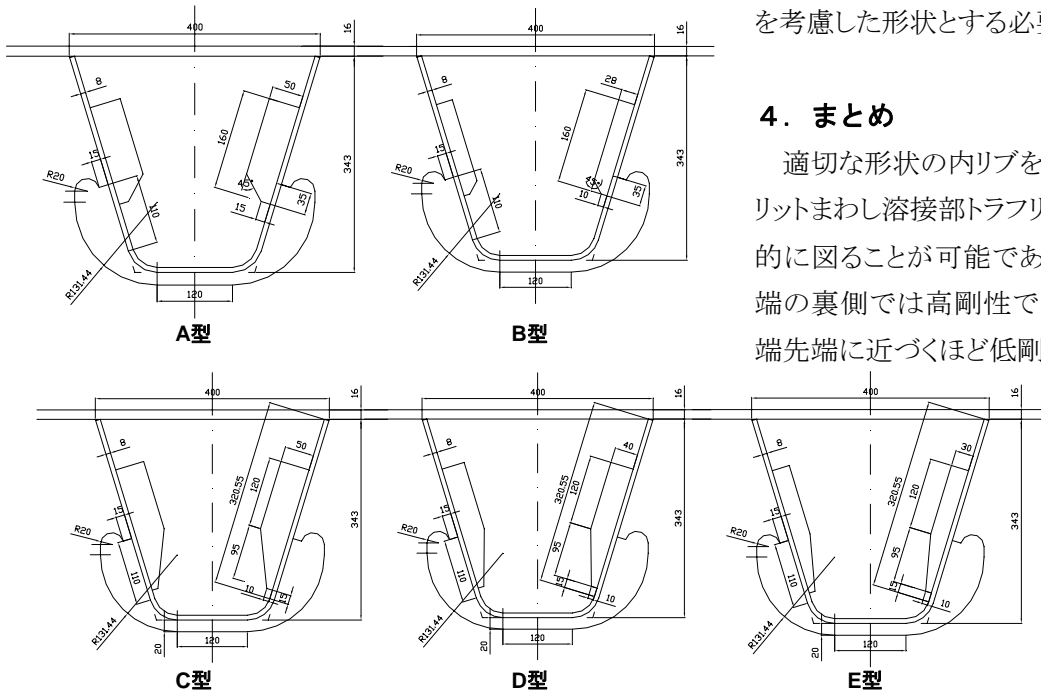


図4 検討内リブ形状

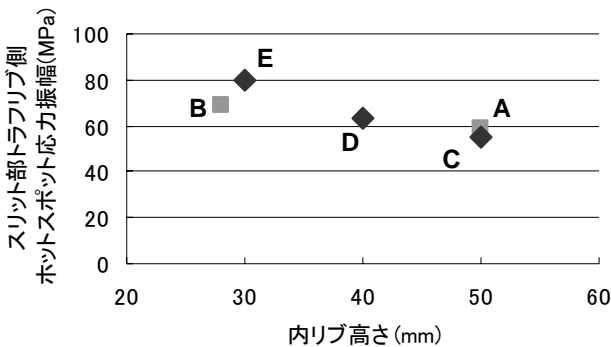


図5 内リブ形状とスリット部トラフリブ側止端応力

内リブの止端部から 35mm の面積を、内リブ先端部の剛性の代替値と考え、この面積と内リブ止端部に発生するホットスポット応力の関係を図6に示す。先端部近傍の面積(剛性)が低いほど、ホットスポット応力は減少している。特に内リブの傾斜部の長さが 95mm で同一の形状 C,D,E を比較すると剛性の低下と共に、発生応力が低下することは明らかである。これは、トラフリブ底部の横断方向への変形挙動が、内リブに柔に支持されることで、先端部に応力が集中しなくなったためと考えられる。このとき、内リブの背に変形に伴う応力が発生していたことから、スリット先端部の応力が分散したことが分かった。

これより、各位置の発生応力と内リブの剛性について相反の関係にあることから、内リブの剛性のバランスを考慮した形状とする必要があることが判明した。

4. まとめ

適切な形状の内リブをトラフ内に設置することで、スリットまわし溶接部トラフリブ側止端の応力低減を効果的に図ることが可能である。内リブ形状は、スリット止端の裏側では高剛性であることが望ましく、内リブ止端先端に近づくほど低剛性とするのが望ましい。

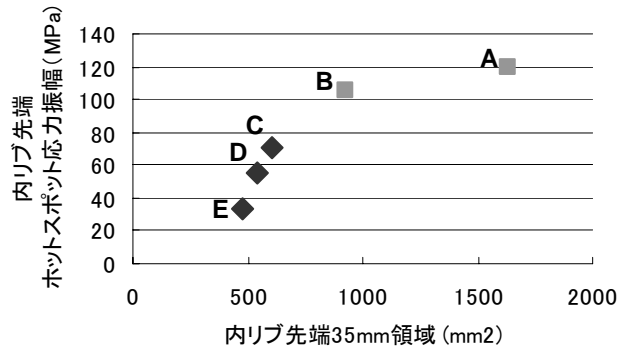


図6 内リブ形状と内リブ先端応力

参考文献

- ・坂野ら: 鋼床版のUリブと横リブ交差部の疲労き裂に着目したFEM解析による対策検討 他
- ・Hobbacher, A., Recommendations for fatigue design of welded joints and components, IIW document XIII-1965-03/XV-1127-03,