

大型閉リブによる合理化鋼床版桁橋の舗装亀裂防止の検討

(株)メイセイ・エンジニアリング 正会員 伊勢谷 智映
(株)日本製鋼所 正会員 熱海 明彦
(株)日本製鋼所 正会員 小枝 日出夫

北見工業大学 フェロー 大島 俊之
北見工業大学 正会員 山崎 智之

1 研究目的

鋼床版は比較的薄い鋼板を用いて溶接により組み立てる構造であるため、各部に生じる応力が複雑であり、溶接による欠陥や変形が生じやすいなどの短所を有している。これらの短所を補い、構造の合理化・製作の省力化を目指したものが合理化鋼床版桁橋である。本研究では縦リブにねじり剛性が高く横分配作用が期待できる閉リブ（Uリブ）を大型化させた構造を有する合理化橋を設計し、その構造における縦リブ・横桁交差部付近に発生する応力分布の詳細を調べた。また、リブの大型化が舗装に与える影響を舗装ひずみに着目して解析を行った。本研究では舗装亀裂防止に着目しているため、スカラップは無視した。

2 解析概要

本研究では図1に示す設計詳細¹⁾をもとに1)応力値解析、2)静的舗装解析、3)動的舗装解析の3種類のモデルを作成し、汎用構造計算プログラムMARCを用いて解析を行った。解析の効率化を図り、1)と2)では全体を1/4に、3)では1/2に切り取ったモデルを使用した。また、縦リブには図1及び2に示すようにA～Fの番号を付け、解析の際の目安とした。

1)・2)では横桁間隔と荷重載荷位置（図2参照）を変化させたときに縦リブのカドに生じる応力値と舗装表面の横断方向ひずみの変化を調べ、解析結果についての比較・検討を行った。また、2)では季節の変化による温度変化を考慮し、舗装のヤング率を変化させそのときの変化を検討すると共に、舗装にヤング率が500MPaと比較的柔らかい応力緩和層を導入してその効果について検討を行った。

3)では、荷重を実際に走行させたときに生じる舗装の挙動に着目し、ひずみの時間的変化について検討を行った。また、実際の舗装はその変形が荷重履歴に依存していることから、粘弾性舗装解析を行いその挙動が舗装亀裂に及ぼす影響について検討すると共に、弾性舗装解析結果との比較を行った。粘弾性解析にあたっては、既往の実験²⁾によって得られたアスファルトの緩和弾性率をモデルに導入して解析を行った。

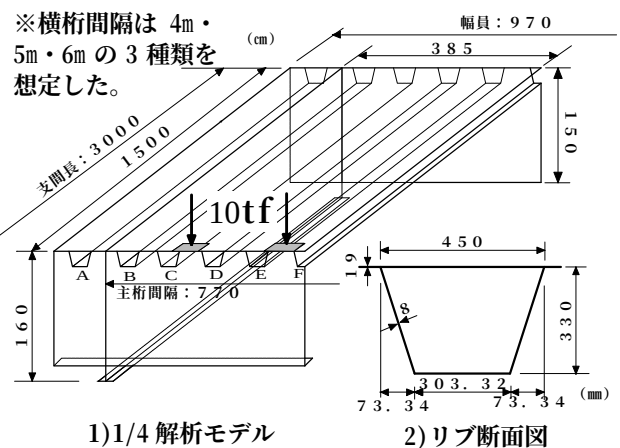


図1 解析モデル詳細

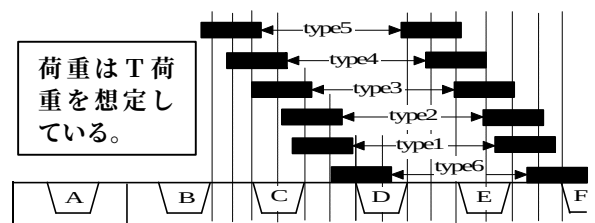


図2 荷重載荷位置

3 解析結果

1) 応力値解析

リブの大型化により、縦リブに加わる応力度は従来のリブ形状とそれほど変化は見られなかったが、荷重位置を変えたときに応力値の変化が現れやすいことが確認できた。また、主桁に近い縦リブBとCのリブ下カド付近の応力分布が特に複雑で（図3参照）、各モデルの変位量を調べたところ、リブに加わるねじれによる変形も大きかったことが確認された。また、横桁間隔を広げると縦リブに加わるたわみは増加したが応力値は減少した。

以上の結果より、横桁間隔が5mのモデルが最もバランスのとれた設計であるという結論に至った。

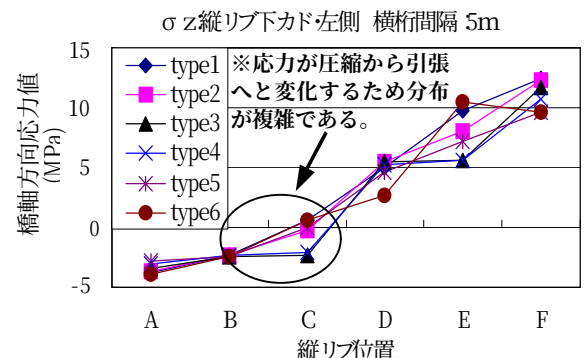


図3 応力分布図の一例

Keywords：鋼床版桁橋、応力緩和層、舗装粘弾性解析

連絡先：〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 TEL0157-26-9476

2) 静的舗装解析

本解析では、1) の応力値解析に用いたモデルに舗装を載せたモデルを用いて解析を行った。図4は、横桁間隔が5mのときの荷重 Type1 (左側) と荷重 Type3 (右側) の各ヤング率におけるひずみの値を、1層舗装と応力緩和層導入モデルとの比較と併せて示したグラフである。両グラフを比較すると、荷重 Type1 (左側のグラフ) ではひずみの値は100 μ 程度と非常に小さいのに対し、荷重 Type3 (右側のグラフ) ではひずみの値は舗装亀裂を生じるような非常に大きな値 (最大で600 μ 程度) となっている。この違いは、荷重 Type1 ではひずみが舗装面全体に分布しているのに対し、荷重 Type3 ではひずみが局部的に集中しているためだと考えられる。また、荷重 Type3 のときには荷重 Type1 のときに比べヤング率の変化に伴うひずみ値の変化が著しいことがわかる。

応力緩和層を導入したところ、荷重位置によってその効果が大きく異なっていることがわかる。荷重 Type1 のようにひずみが舗装面全体に分布するような場合では緩和層導入によってひずみは低減されるが、荷重 Type3 のようにひずみが局部的に集中するような場合ではひずみが低減されず、むしろ増加する傾向がみられた。この現象はリブの大型化とデッキプレート厚に原因があると考えられ、対策としては、デッキプレートの剛性を高めることが必要であり、これにより緩和層の効果をより高めることが可能であると考えられる。

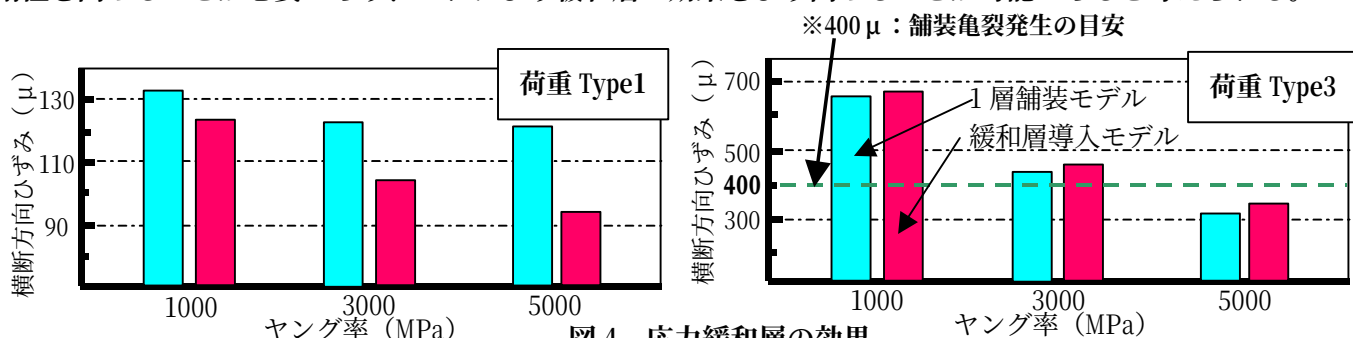


図4 応力緩和層の効果

3) 動的舗装解析

ここでは1/2解析モデルを使用し、横桁間隔は5mとした。舗装表面温度は0°Cとし、荷重はType3を用いて橋梁中央部付近で60km/hで荷重を-100cmから+100cmの位置まで200cm走行させたときの低温時の舗装の挙動に着目した。図5は、舗装上のある1点に着目したグラフである。ここから、粘弾性舗装に生じるひずみは弾性舗装よりも非常に大きな値 (最大で約2倍) であることがわかる。また、グラフより粘弾性舗装は弾性舗装に比べひずみの「戻り」が遅いことが確認できた。このことは、舗装上に繰り返し荷重が載荷された場合に残留ひずみの影響を受けて舗装亀裂が生じる可能性が高くなることを示している。

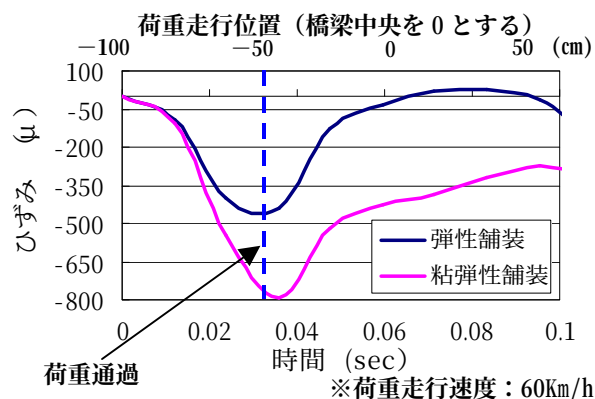


図5 ひずみの時間的変化の比較
(中央から-50cmの点)

4 結論

以上の解析から以下のことがわかった。

- 1) リブを大型化しても応力値自体の急激な増加はみられなかった。しかし、主桁の近くの縦リブに応力が集中する傾向がみられた。
- 2) 比較的柔らかい緩和層を变形させることで舗装体の变形を抑制することが応力緩和層導入の目的であるが、今回のような大型閉リブ構造では緩和層を支えるデッキプレートが局部変形する場合があり、そのときは緩和層導入の効果がみられない。
- 3) 粘弾性解析により遅延ひずみが確認され、舗装上に繰り返し荷重が載荷された場合に舗装亀裂が生じる可能性が高いことを示している。

大型閉リブ構造は部材数や溶接延長の大幅な低減が可能である。しかし、今回の解析により、応力値の局部集中が顕著であると同時に、舗装ひずみが大きくなるという欠点の確認された。この構造を実用化するためには、デッキプレートの剛性を高め (厚板化・ダイヤフラムの導入)、舗装ひずみをより低減させる対策を施すことが必要である。

謝辞: 本研究を行うにあたりまして(株)日本製鋼所室蘭研究所の村井正光氏、佐藤和則氏、北海道大学の森吉昭博教授には多大なる御協力、御助言を頂きました。深く感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 小笠原, 勝俣, 町田, 川瀬, 溝江: 鋼床版構造の合理化に関する検討・実験, 構造工学論文集, Vol.45A, 1999.3
- 2) 天野, 森吉, 鏡, 笠原: アスファルト舗装の熱応力と変形の粘弾性解析, 土木学会論文集, No563/I-39, 1997.4