

鋼床版における溶接部の応力解析と溶け込み量の影響

東京都市大学 学生員 溝口枝里子

1. 研究背景

鋼床版は、コンクリートに比べて軽量且つ高強度であるという利点から、長スパンの橋梁全般に用いられてきた。しかし近年、高速道路や国道などの重交通を中心に既設鋼床版の疲労亀裂が発見され、維持管理対策が課題となっている。¹⁾その原因として、板厚12mm程度のデッキプレートなど多数の薄い部材で構成された構造である事、それに加え自動車荷重を直接受け複雑な変形を余儀なくされる事で、溶接部への応力集中が頻繁に発生していると考えられている²⁾。また、Uリブ構造の鋼床版における亀裂箇所やタイプは多岐にわたるが、デッキ貫通亀裂（亀裂B）とビート貫通亀裂（亀裂A）は床組構造の耐荷力や交通荷重の支持機能への影響が懸念されており、路面を陥没させる事例も報告されている¹⁾。交通量増加や過積載車両の走行が増加している現状もあり、これらの疲労に対する課題として発生原因の究明や損傷抑制に効果的な構造の検討や補修・補強技術の研究開発が求められている。

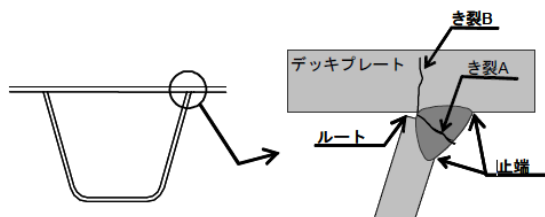


図1 溶接部の疲労損傷²⁾

2. 研究目的

以上の背景より、疲労の弱点となる溶接部における疲労亀裂の発生・進展防止の為に現在日本の道路橋示方書では溶接の溶け込み深さを75%以上と定め、溶接のどの断面応力の軽減を図っている⁴⁾。既往の研究では、溶け込み不足の検討⁵⁾はあるが、抜け落ちの影響は明らかにされていない。本研究ではトラフリブとデッキプレートの縦方向溶接部の溶接が抜け落ちた場合や溶接線方向に伸びる抜け落ち・溶け込み不良の長さに注目しFEM解析を行い、応力集中や変

形挙動を明らかにすることを目的とした。また、溶接部の応力集中を調べるには要素が十分細かい必要がある為、全体モデル、部分モデル、詳細モデルの3段階ブーミングを行う。

3. 対象とする橋梁

称橋梁は福岡県にある二径間の単純箱桁橋の「通り谷橋」を対象とする。

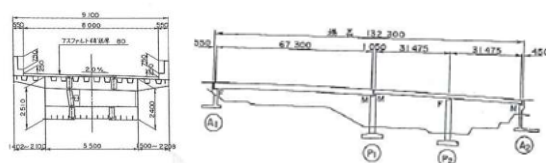


図2 対象とする単純箱桁橋断面図、側面図

4. 解析モデルの概要

解析ソフトLUSASを使用し、解析対象の全体モデルを作成した。モデルは一径間分であり、シェル要素（Thick Shell）を用いた。支点条件は実橋に合わせて可動と固定を設定した。要素分割は四角形の一次要素で行った。板厚は16mm（トラフリブ部は9mm）とした。弾性係数は200GPa、ポアソン比は0.3とした。

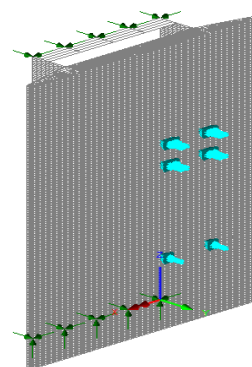


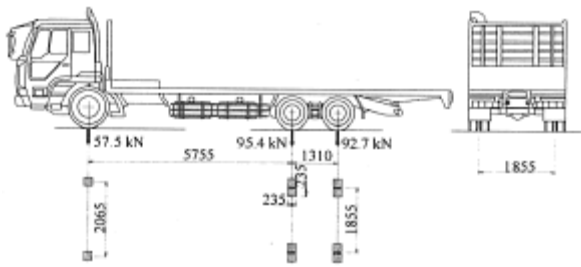
図3 荷重重位置

5. 荷重条件について

既往の研究²⁾の値を参考にしてトラックによる荷重を与える。荷重条件を設定する際、要素分割に応じた等価節点力への変換を用いている。部材中間に作用する荷重、部材自重、自己ひずみによる影響などを節点に加わる荷重に置き換えた場合の荷重のことである。

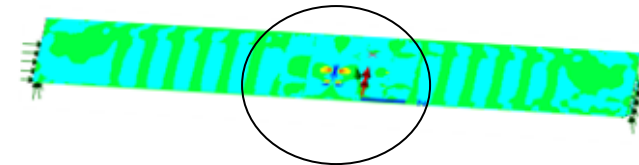
キーワード 鋼床版 疲労 溶け込み FEM 解析

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104

図4 試験車両概要³⁾

6. 解析モデル

節点をタイヤの接地面積と同じ大きさに分轄した。図3に記すように、荷重を車輪の接地位置にそれぞれ荷重をかけ解析の実行を試みた。ここでの節点数は41457個、要素数は41687個である。



Loadcase: 1: Loadcase 1
Results file: zentaimodel3.mys
Entity: Stress (bottom) - Thick Shell
Component: SX

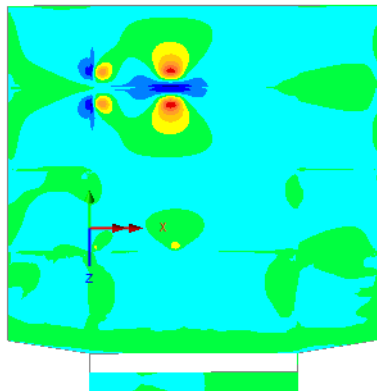
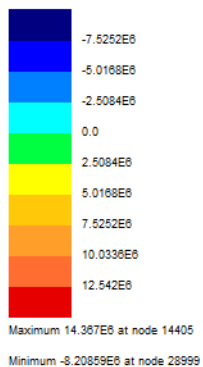


図5 全体モデルコンター図

後輪のダブルタイヤが裁荷された部分に応力集中が確認された。最大応力は14.367MPaであり、最小応力は-8.210MPaであった。

7. まとめと今後の予定

部分モデルと詳細モデルの境界条件の拘束条件として、全体モデルの解析結果から得られた強制変位とズームング手法を用いて行う。強制変位とは節点のX, Y, Z並進方向と, RX, RY, RZ回転方向に対して固定せず強制的に変位することを言い、変位値に0以外の数値を設定する。局部モデルでは抜け落ちや溶け込み不良の再現を行う。

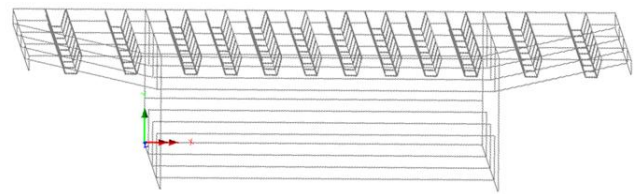


図6 部分モデル

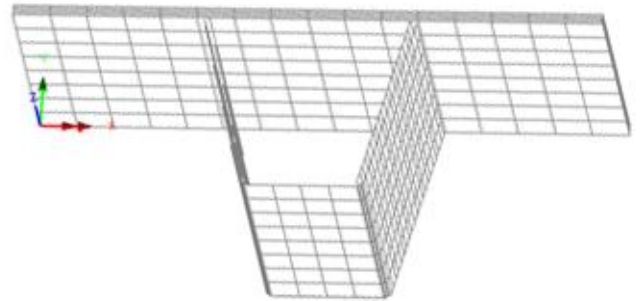


図7 詳細モデル

8. 参考文献

- 1) 高田佳彦, 田畑晶子, 橋本国太郎, 杉浦邦征, 山口隆司, ルートを起点に発生進展する亀裂に着目した既設鋼床版の応力解析, 構造工学論文集, 2010年3月
- 2) 菅沼久忠, 三木千壽: 鋼床版のデッキプレートとトラフリブ間の縦方向溶接部の疲労に対するエフェクティブノッチストレスによる評価, 土木学会構造工学論文集 Vol. 63, 2007年1月
- 3) 三木千壽, 菅沼久忠, 富澤雅幸: 鋼床版箱桁橋のデッキプレート近傍に発生した疲労損傷の原因, 土木学会構造工学論文集 No. 780, 2005年1月
- 4) 鋼道路橋の疲労設計指針, 日本道路協会, 2002年
- 5) 森猛, 鳴原志保, 中村宏: 溶接溶け込み深さを考慮した鋼床版デッキプレート・トラフリブ溶接部の疲労試験, 土木学会構造工学論文集 Vol. 62 No. 3, 2006年7月
- 6) 独立行政法人土木研究所, 川田工業: 鋼床版橋梁の疲労耐久性向上技術に関する共同研究(その5) 報告書, 第406号 2010年1月