

鋼床版構造の疲労に対する検討

名古屋大学工学部 学 小塩達也 名古屋大学工学部 学 上仙 靖
名古屋大学工学部 正 山田健太郎 名古屋大学工学部 正 貝沼重信

1. まえがき

鋼床版は疲労被害を受けやすい部材の一つであると考えられている。鋼床版は採用された割合がRC床版より少ないので、疲労損傷の報告された件数は多くないが、現在、重交通下の自動車専用道などで橋齢20年を超える鋼床版橋もあり、疲労損傷が報告されるようになってきている¹⁾。一方で近年架設された長大橋は軽量化のため鋼床版構造が多くなってきた。今後の活荷重の増加も予想されることから鋼床版の疲労について再度検討する必要がある。本研究では応力測定が行われた鋼床版を参考に有限要素解析モデルを作成し、実構造での応力状態を把握し、疲労に対する検討を行う。

2. トラフリブ下面の疲労強度等級

国内の構造ディテールにおいて最も疲労損傷の発生する可能性が高いと言われる部位は、トラフリブの溶接継手である。その他垂直補剛材上端部の主げた上フランジとの溶接部や、横リブ・縦リブ交差部におけるスカーラップの応力集中部や隅肉溶接部などが挙げられる。国内外において鋼床版に関する疲労試験が行われているが、実構造における応力性状、載荷条件、拘束条件、また現場での施工条件と試験体のそれらを評価し得ているか等の観点でも研究が行われている。トラフリブの現場溶接継手について行われた疲労試験結果をまとめた例を図-1に示す。応力はトラフリブ下面を公称応力としている。トラフリブの溶接継手に現在用いられている溶接は裏当て金付きの突き合わせ溶接であり、ECCS（欧州鋼構造協会連合疲労設計指針）の疲労等級では71（200万回疲労強度が71MPa）、JSSC（日本鋼構造協会疲労設計指針）ではF等級（同65MPa）となる。図中この設計S-N線図を下まわる試験体は溶接部に溶け込み不足があり、引張残留応力が生じている試験体である²⁾。

ORE QUESTION D 154.1 ではこれらのデータを評価して、鉄道橋鋼床版のトラフリブ溶接継手

にはECCS-36の疲労設計曲線を用いることとしている³⁾。これはJSSCではH等級に近い疲労設計曲線である。本研究では縦リブの疲労設計曲線としてJSSCのFおよびHを用いる。

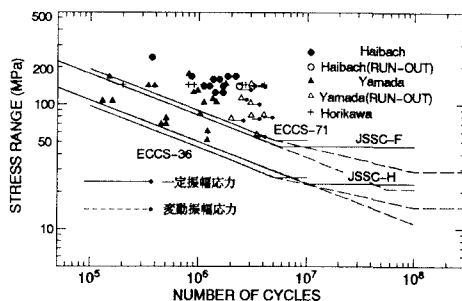


図-1 トラフリブの疲労試験結果

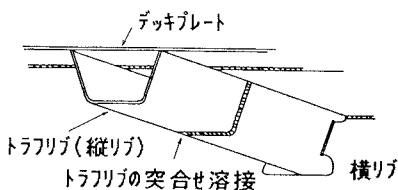


図-2 トラフリブの溶接継手

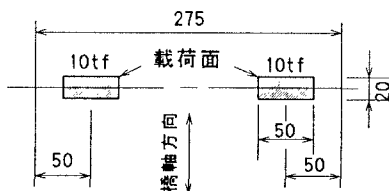


図-3 T荷重

3. 道路橋鋼床版の疲労設計

道路橋示方書（平成5年一部改定）では、鋼床版については疲労の影響に関する規定を設けている。これは25tのT荷重1組に対する縦リブの許容応力度を定めたものであり、衝撃と舗装の剛性は考慮していない。日本鋼構造協会の「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」にある「2. 道路橋／設計例F」では、実態荷重による応力波形をもとに着目部の溶接ディテールに応じたJSSCの疲労設計曲線で疲労損傷度を計算している⁴⁾。これらの照査法は設計時に用いられるような手法により応力を算出するものであり、この方法では実構造における鋼床版の実働応力を必ずしも再現できていないと思われる。例えば、道路橋示方書では舗装の影響を考慮しないとしているが舗装の剛性は床版各部での応力に大きな影響を及ぼすと思われる。また直交異方性板、等価格子げた法や、有限帯板法での解析モデルでは縦リブの形状を厳密には評価できない。さらに载荷条件として大型車両後軸のダブルタイヤは道路橋示方書の载荷条件は一つの面であるが床版局部の応力や変位を考えると検討すべき項目であると思われる。疲労照査は強度、荷重、応力解析という3つの結果を合わせて行うものであるが本研究では応力の把握を有限要素解析を用いてより厳密に行い、疲労に対する安全性について検討する。

4. 実橋における応力測定

名古屋高速道路公社の管理する撤去の予定の都市内高架橋において応力測定が行われた。本論文ではこの測定での応力値をもとに解析モデルでの舗装の剛性や衝撃の影響を考慮する。

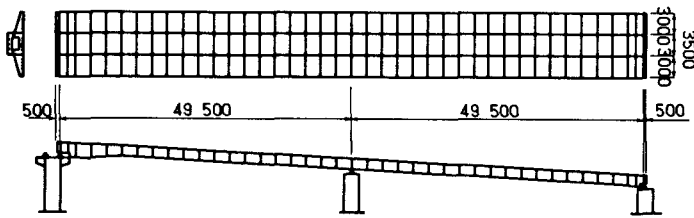


図-4 測定区間概要図

5. 解析モデル

解析モデルは箱げた上フランジ部と合成されている鋼床版2パネル分とした。なお要素は厚肉シェル要素を用い、舗装剛性は現在検討中であるがデッキプレート¹⁾の板厚を増すことで換算板厚として評価する予定である。

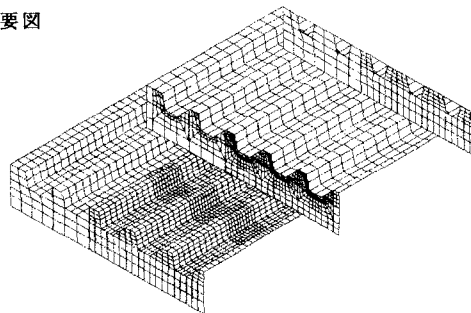


図-5 解析モデル

6. 今後の予定

着目点は主に縦リブの溶接継手とし、横リブスパンの1/2点および1/4点での応力影響面の計算を行う。TL-25や阪神公団の実態荷重モデルを用いて橋軸方向、橋軸直角方向の応力波形を算出する。車軸の横断方向分布による影響について考慮したうえで、応力波形からレインフロー法で応力範囲をカウントし、JSSCの設計疲労曲線から疲労損傷度を計算する。

参考文献

- 1) 柳瀬：「鋼床版Uリブの疲労き裂の補修」、橋梁と基礎1994-8
- 2) 近藤、山田：「鋼床版縦リブ現場溶接継手の疲労強度」土木学会論文報告集 No. 340 1983.12
- 3) ORE 'Stresses and strength of orthotropic decks' Appendix9 1989
- 4) 日本鋼構造協会「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」より「2. 道路橋／設計例F」