

福山港渡橋における応力頻度測定

広島工業大学 正員 村中 昭典 正員 皆田 理
 広島県 吉光 正俊
 三菱重工業(株) 正員 梶本 勝也

1. まえがき

瀬戸内沿岸に多数設置されているフェリー渡橋には、自重の軽い鋼床版が多く用いられている。鋼床版はいうまでもなく、直接輪荷重を担うため主桁に比して変動応力の反復回数ははるかに大となる。加えて、渡橋においては船の揺動による影響も付加されるため橋梁部材に生ずる応力は極めて大きくなるものと推定される。しかしながら、その力学的挙動について調査された資料は非常に少ない。そこで、本調査は、瀬戸内沿岸に広く用いられているフェリー渡橋の設計並びに維持・管理上の資料を得るために、実交通荷重下における渡橋各部の応力頻度測定を実施したもので、以下にその結果を報告する。

2. 対象フェリー渡橋の概要

本橋は、広島県の福山港に位置し、主橋部とエプロン橋部で構成された鋼床版2主桁形式の可動橋で、供用開始後約15年経過している。図1に主橋部とエプロン橋部の概略図を示す。

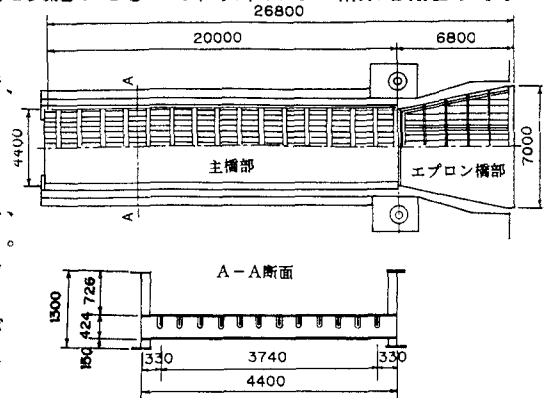


図1 渡橋構造概略図

3. 測定内容

応力頻度測定は6日間連続で実施した。測定項目は、乗下船自動車台数調査並びに応力頻度測定を行った。応力頻度は主橋部においては、1.主桁中央部フランジ、2.デッキプレートと横桁とのすみ肉溶接部、3.主桁ウェブと横桁下フランジとの回し溶接部、4.デッキプレートと縦リブとのすみ肉溶接部、5.デッキプレートと横桁との回し溶接部、6.デッキプレートと横桁とのすみ肉溶接部などについて12箇所、エプロン橋部では7.縦桁、および8.横桁フランジに4箇所、合計16箇所における測定をレインフロー法によって行った。本報告では主橋部の1~6(図3参照)に注目して以下に検討を加える。

4. 測定結果および考察

応力頻度測定中における乗下船自動車台数調査結果から、車長7m以上の貨物車(大型車)に注目すると、両港発の全貨物車に対するそれらの貨物車の占める割合は70%~80%程度となり、鋼床版はかなり厳しい交通荷重下に置かれているものと考えられる。図2は動ひずみ測定によって得られた一般車両乗船時と20t試験車単独乗船時の応力波形を示したものである。図3は測定によって得られた応力頻度と応力レベルとの関係を示したものである。同図中には動ひずみ測定によって得られた20t試験車単独走行時の応力も併記してある。同図より、測定期間6日間での最大発生応力は20t試験車単独走行による発生応力の約3~4倍程度となっている。図4はJSSC疲労設計指針(案)に基づき、ひずみゲージ貼付け部近傍の溶接部に対応する強度等級ごとに等価応力振幅を求め疲労寿命との関係を示したものである。同図より、デッキプレートと横桁(Case 2)、デッキプレートと縦リブ(Case 4)とのすみ肉溶接部、主桁腹板と横桁下フランジ(Case 3)との回し溶接部、及び主桁フランジと横桁フランジとの突合わせ溶接部(Case 1)

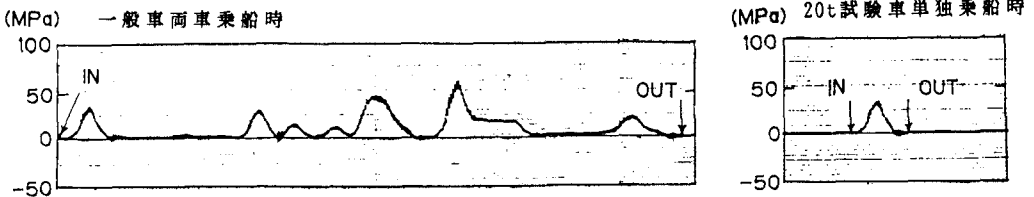


図2 乗船時におけるCase 1の応力波形

においては疲労寿命が数年から二十年程度と短く、今後の供用中での疲労亀裂の発生が予想される。事実、Case 1の場合、別途実施した非破壊検査によって、疲労亀裂が突合せ溶接端部より発生し、主桁フランジに進展していることが確認された。それらの亀裂発生部位はいずれも雨水、海水の影響によって腐食の進行の著しい場所であった。一方、エプロン橋部においても溶接部の非破壊検査より、縦桁と横桁とのすみ肉溶接部に多数の疲労亀裂の発生が確認された。エプロン橋部において最も苛酷な応力を受ける部位であり、実応力を明確にして疲労寿命に関する検討が必要と考えられる。

5.あとなぎ

渡橋における疲労亀裂の発生原因は、車両の進行と船の揺動とによる過大応力の反復に加えて、厳しい環境条件下での部材の腐食の進行が大きな要因となっている。従って、同様の鋼構造物では、多くの実働応力資料を集積し、また、構造部材の応力腐食、腐食疲労挙動を考慮した設計、維持・管理が極めて重要と考えられる。最後に、本調査は構造物の維持・補修技術研究会(委員長:大村 裕 広工大教授)に関連して実施したものである。同研究会顧問 東工大 三木 千寿教授には多大なご助言を、また、本調査に際し、中電技術コンサルタント(株)、復建調査設計(株)、(株)ヒロコンには多大なご協力を頂いた。ここに関係各位に深謝申し上げます。

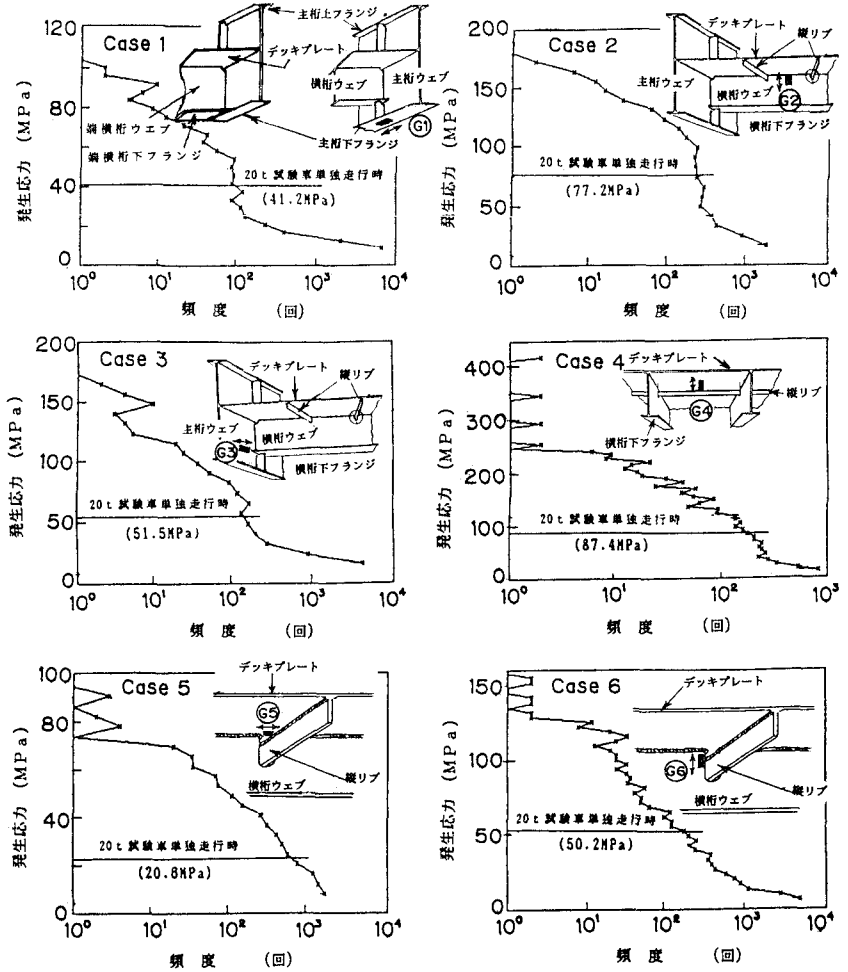


図3 応力頻度分布

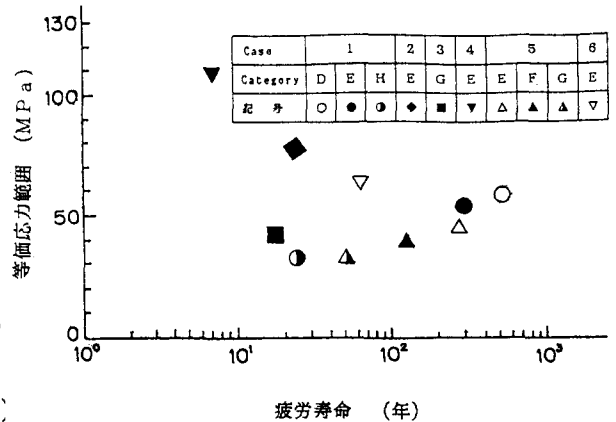


図4 等価応力範囲と疲労寿命の関係